



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DOKTORA TEZİ

ÇOK KRİTERLİ KARAR DESTEK MODELİ VE GELİR  
YAKLAŞIMIYLA SİPARİŞ TESLİM TARİHİ BELİRLEME

Cemal AKTÜRK

Enformatik Anabilim Dalı

Enformatik Programı

DANIŞMAN  
Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN

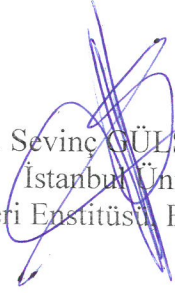
Şubat, 2018

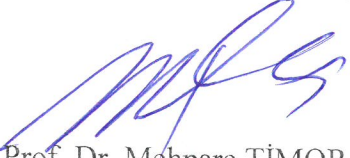
İSTANBUL

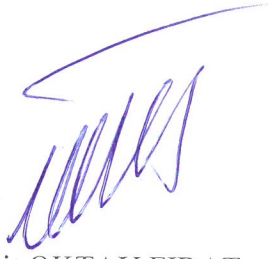
Uygandı  
23.02.2018

Bu çalışma, 23.02.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Anabilim Dalı, Enformatik Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

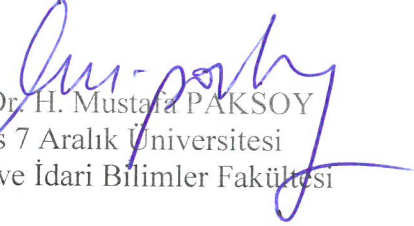
### Tez Jürisi

  
Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Enformatik Bölümü

  
Prof. Dr. Mehpere TİMOR  
İstanbul Üniversitesi  
İşletme Fakültesi

  
Prof. Dr. Seniye Ümit OKTAY FIRAT  
Marmara Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

  
Prof. Dr. Şükrü Alp BARAY  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

  
Prof. Dr. H. Mustafa PAKSOY  
Kilis 7 Aralık Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmamda en büyük destekçim olan danışmanım, çok kıymetli ve saygıdeğer Prof.Dr. Sevinç GÜLSEÇEN hocama akademik çalışmalarımda bana kazandırdığı tüm değerler için sonsuz teşekkür ederim.

Tez izleme jürimde bulunan saygıdeğer Prof.Dr. Mehpare TİMOR ve Prof.Dr. Seniye Ümit OKTAY FIRAT hocalarıma, tez çalışmam süresince gösterdikleri ilgi ve desteklerden, tez çalışmam için yaptıkları katkılardan dolayı çok teşekkür ederim.

Şubat 2018

Cemal AKTÜRK



# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖNSÖZ .....                                                                                 | iv        |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                            | v         |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                                         | viii      |
| TABLO LİSTESİ.....                                                                          | xi        |
| SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....                                                             | xvi       |
| ÖZET .....                                                                                  | xvii      |
| SUMMARY .....                                                                               | xviii     |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>                                                                       | <b>1</b>  |
| 1.1. TEZİN KONUSU VE ÖNEMİ .....                                                            | 1         |
| 1.2. TEZİN AMACI.....                                                                       | 3         |
| <b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>                                                               | <b>4</b>  |
| 2.1. TEMEL KAVRAMLAR.....                                                                   | 4         |
| 2.2. TESLİM TARİHİ LİTERATÜR ÖZETİ.....                                                     | 6         |
| 2.3. KULLANILAN YÖNTEMLERİN LİTERATÜR ÖZETİ .....                                           | 23        |
| 2.3.1. Doğrusal Model .....                                                                 | 23        |
| 2.3.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS / AHP).....                                           | 23        |
| 2.3.3. Moora .....                                                                          | 25        |
| 2.3.4. Fcfs ve Edd .....                                                                    | 26        |
| <b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>                                                            | <b>28</b> |
| 3.1. VERİ TOPLAMA SÜRECİ.....                                                               | 28        |
| 3.2. KARAR MODELLERİ.....                                                                   | 29        |
| 3.2.1. Doğrusal Karar Modeli .....                                                          | 29        |
| 3.2.1.1. Doğrusal Fonksiyon Karar Modelinin Uygulanması .....                               | 32        |
| 3.2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS / AHP).....                                           | 33        |
| 3.2.2.1. AHP ile İlgili Aksiyomlar .....                                                    | 34        |
| 3.2.2.2. Ahp'de Uyum Oranı (Tutarlılık) .....                                               | 35        |
| 3.2.3. Moora (Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis)<br>Yöntemi ..... | 36        |
| 3.2.3.1. Moora – Oran Metodu.....                                                           | 37        |
| 3.2.3.2. Moora – Referans Noktası Yaklaşımı .....                                           | 38        |

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.3.3. <i>Moora – Önem Katsayısı Yaklaşımı</i> .....                                                             | 39        |
| 3.2.3.4. <i>Moora – Tam Çarpım Yaklaşımı</i> .....                                                                 | 39        |
| 3.2.4. Fcfs (First Come First Served – İlk Gelen İlk Hizmet Alır) .....                                            | 39        |
| 3.2.5. Edd (Earliest Due Date – En erken Teslim Tarihi) .....                                                      | 39        |
| 3.3. İHTİYAÇ ANALİZİ VE VERİTABANI TASARIMI .....                                                                  | 40        |
| 3.3.1. Veritabanı Tabloları .....                                                                                  | 40        |
| 3.4. UYGULAMA YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ .....                                                                     | 48        |
| 3.4.1. Uygulamada Geliştirilen Fonksiyonlar .....                                                                  | 48        |
| 3.4.2. Uygulamadaki Veri Giriş Formları .....                                                                      | 55        |
| 3.4.3. İşletme Özellikleri ve Kapasite Hesaplama Yöntemi .....                                                     | 68        |
| 3.5. UYGULAMADA KULLANILAN VERİ SETLERİ .....                                                                      | 69        |
| 3.6. UYGULAMANIN ÇALIŞTIĞI ORTAM ÖZELLİKLERİ .....                                                                 | 72        |
| <b>4. BULGULAR</b> .....                                                                                           | <b>74</b> |
| 4.1. AHP ANKET BULGULARI .....                                                                                     | 74        |
| 4.2. KARAR MODELLERİNDE KULLANILAN AĞIRLIK KATSAYILARI .....                                                       | 75        |
| 4.3. VERİ SETLERİNİN UYGULAMA YAZILIMINDA ÇEŞİTLİ<br>SENARYOLARDA ÇALIŞTIRILMASI .....                             | 76        |
| 4.3.1. Gerçek Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla Kullanılması .....                                | 77        |
| 4.3.2. Gerçek Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Ana Kriterlerinde Eşit Ağırlıklı<br>Kullanılması .....               | 85        |
| 4.3.3. Gerçek Veri Setinin Sipariş Ana Kriter Katsayısının Baskın Olarak<br>Kullanılması .....                     | 91        |
| 4.3.4. Gerçek Veri Setinin Uygulama Bulgularının Karşılaştırılması .....                                           | 98        |
| 4.3.5. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla<br>Kullanılması .....               | 100       |
| 4.3.6. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Ana Kriterlerinde Eşit<br>Ağırlıklı Kullanılması ..... | 104       |
| 4.3.7. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Sipariş Ana Kriter Katsayısının Baskın<br>Olaraq Kullanılması .....       | 109       |
| 4.3.8. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Uygulama Bulgularının Karşılaştırılması .....                             | 113       |
| 4.3.9. Türetilmiş Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla Kullanılması .....                            | 115       |
| 4.3.9.1. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması</i> .....                               | 115       |
| 4.3.9.2. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması</i> .....                                 | 119       |
| 4.3.10. Türetilmiş Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı<br>Kullanılması .....              | 124       |
| 4.3.10.1. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması</i> .....                              | 124       |
| 4.3.10.2. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması</i> .....                                | 128       |

|                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.11. Türetilmiş Veri Setinin Sipariş Kriteri Baskın Kullanılması.....                              | 130        |
| 4.3.11.1. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması</i> .....                 | 130        |
| 4.3.11.2. <i>Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması</i> .....                   | 134        |
| 4.3.12. Türetilmiş Veri Setinin Uygulama Bulgularının Karşılaştırılması .....                         | 138        |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>                                                                     | <b>145</b> |
| 5.1. SONUÇLAR .....                                                                                   | 145        |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                                 | <b>152</b> |
| <b>EKLER .....</b>                                                                                    | <b>160</b> |
| EK 1 Türetilmiş Veriler İçin İŞLETME3_BAKIM İşletmesinde Tanımlanan Bakım<br>ve Arıza Kayıtları ..... | 160        |
| EK- 2 Gaziantep Sanayi Odası İzin Yazısı.....                                                         | 162        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                                                 | <b>163</b> |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                | Sayfa No |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Şekil 3.1: 3 Boyutlu Uzayda Seçilen Noktalar. ....                                             | 30       |
| Şekil 3.2: Alternatif ve Kriterlerden Oluşan Karar Matrisi.....                                | 30       |
| Şekil 3.3: Normalize Edilmiş Karar Matrisi. ....                                               | 31       |
| Şekil 3.4: Alternatif Kriterlerinin Değerlerinden Oluşan Ham Matris (Ersöz ve Atav, 2011)..... | 37       |
| Şekil 3.5: Doğrusal Fonksiyon1 Akış Şeması.....                                                | 49       |
| Şekil 3.6: Teslim Tarihi Atama Fonksiyonu Akış Şeması.....                                     | 50       |
| Şekil 3.7: Doğrusal Fonksiyon2 Akış şeması. ....                                               | 51       |
| Şekil 3.8: Düzeltme1 Fonksiyonu Akış şeması. ....                                              | 52       |
| Şekil 3.9: Düzeltme2 Fonksiyonu Akış şeması. ....                                              | 53       |
| Şekil 3.10: Moora ve Ağırlıklı Moora Akış Şeması. ....                                         | 54       |
| Şekil 3.11: MOORA Referans Noktası Akış Şeması.....                                            | 55       |
| Şekil 3.12: ANA MENÜ Ekran Görüntüsü. ....                                                     | 56       |
| Şekil 3.13: Müşteri Giriş Formu Ekran Görüntüsü.....                                           | 57       |
| Şekil 3.14: Sistem Parametreleri Tanımlama Formu Ekran Görüntüsü.....                          | 58       |
| Şekil 3.15: İşletme Tanımlamaları Formu Ekran Görüntüsü.....                                   | 59       |
| Şekil 3.16: Bakım Kayıt Giriş Formu Ekran Görüntüsü.....                                       | 60       |
| Şekil 3.17: Sipariş Kayıtları Giriş Formu Ekran Görüntüsü.....                                 | 61       |
| Şekil 3.18: Sipariş Sıralama Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                      | 62       |
| Şekil 3.19: Doğrusal fonksiyon1 Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                   | 63       |
| Şekil 3.20: Doğrusal fonksiyon2 Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                   | 63       |
| Şekil 3.21: FCFS Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                                  | 64       |
| Şekil 3.22: EDD Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                                   | 65       |



|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 3.23:</b> MOORA Sekmesi Ekran Görüntüsü. ....                                                                                   | 66  |
| <b>Şekil 3.24:</b> AĞIRLIKLIL MOORA Sekmesi Ekran Görüntüsü. ....                                                                        | 66  |
| <b>Şekil 3.25:</b> MOORA - RN Sekmesi Ekran Görüntüsü.....                                                                               | 67  |
| <b>Şekil 3.26:</b> Sipariş Sıralama Sekmesi ve Sonuç İzleme Ekran Görüntüsü. ....                                                        | 68  |
| <b>Şekil 3.27:</b> SPL İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması. ....                                       | 71  |
| <b>Şekil 3.28:</b> İŞLETME_R İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması. ....                                 | 71  |
| <b>Şekil 3.29:</b> İŞLETME3_BAKIM İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması.....                             | 72  |
| <b>Şekil 3.30:</b> Uygulamanın Çalıştığı Bilgisayarın Özelliklerini Gösteren Ekran Görüntüsü. ....                                       | 73  |
| <b>Şekil 4.1:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....               | 79  |
| <b>Şekil 4.2:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....               | 82  |
| <b>Şekil 4.3:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....              | 84  |
| <b>Şekil 4.4:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....              | 87  |
| <b>Şekil 4.5:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....              | 89  |
| <b>Şekil 4.6:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....             | 91  |
| <b>Şekil 4.7:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                          | 93  |
| <b>Şekil 4.8:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                          | 95  |
| <b>Şekil 4.9:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                         | 98  |
| <b>Şekil 4.10:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....  | 102 |
| <b>Şekil 4.11:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle)..... | 104 |
| <b>Şekil 4.12:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı)..... | 106 |

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.13:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....                                   | 108 |
| <b>Şekil 4.14:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                                               | 110 |
| <b>Şekil 4.15:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                                              | 113 |
| <b>Şekil 4.16:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....                                              | 117 |
| <b>Şekil 4.17:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....                                              | 119 |
| <b>Şekil 4.18:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle)..... | 122 |
| <b>Şekil 4.19:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle)..... | 124 |
| <b>Şekil 4.20:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....                                                     | 126 |
| <b>Şekil 4.21:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....                                                     | 128 |
| <b>Şekil 4.22:</b> Türetilmiş Veri 14 Gün 12 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....       | 130 |
| <b>Şekil 4.23:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                                                        | 132 |
| <b>Şekil 4.24:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                                                                        | 134 |
| <b>Şekil 4.25:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                           | 136 |
| <b>Şekil 4.26:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).....                           | 138 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 3.1:</b> Kriterlerin Karşılaştırmalarında Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu<br>(Timor, 2010), (Yıldırım,2014). ....                                                                                                               | 34 |
| <b>Tablo 3.2:</b> Kriter Sayısına Göre Rastgele Değer İndeksi Tablosu.....                                                                                                                                                                  | 36 |
| <b>Tablo 3.3:</b> Müşteri Bilgilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.....                                                                                                                                                                      | 40 |
| <b>Tablo 3.4:</b> Parametrelerin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                                                           | 41 |
| <b>Tablo 3.5:</b> Sipariş Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                                                      | 42 |
| <b>Tablo 3.6:</b> İşletme Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                                                      | 43 |
| <b>Tablo 3.7:</b> Bakım Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                                                        | 44 |
| <b>Tablo 3.8:</b> Doğrusal Fonksiyon1 Karar Modeli Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                             | 45 |
| <b>Tablo 3.9:</b> Doğrusal Fonksiyon2 Karar Modeli Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                             | 45 |
| <b>Tablo 3.10:</b> FCFS Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.....                                                                                                                                                                         | 46 |
| <b>Tablo 3.11:</b> EDD Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.....                                                                                                                                                                          | 46 |
| <b>Tablo 3.12:</b> MOORA Hesaplamalarında Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği. ....                                                                                                                                                      | 48 |
| <b>Tablo 4.1:</b> Kriterlerin Önem Dereceleri İçin AHP Anketi. ....                                                                                                                                                                         | 74 |
| <b>Tablo 4.2:</b> Müşteri Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize Değerleri.....                                                                                                                                                     | 74 |
| <b>Tablo 4.3:</b> Müşteri ve Sipariş Tutarı Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize<br>Değerleri. ....                                                                                                                               | 75 |
| <b>Tablo 4.4:</b> Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayıların İşletmelerde<br>Kullanılması (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları). ....                                                                                    | 75 |
| <b>Tablo 4.5:</b> Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayılarındaki Müşteri ve<br>Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı Olarak İşletmelerde Kullanılması (Müşteri ve<br>Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı Olduğu Katsayılar). .... | 76 |
| <b>Tablo 4.6:</b> Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayılarındaki Müşteri ve<br>Sipariş Kriterlerinin Yer Değiştirerek İşletmelerde Kullanılması (Sipariş Kriterinin<br>Baskın Olduğu Katsayılar). ....                            | 76 |
| <b>Tablo 4.7:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş<br>Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....                                                                             | 78 |

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.8:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....             | 78 |
| <b>Tablo 4.9:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....    | 80 |
| <b>Tablo 4.10:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....            | 81 |
| <b>Tablo 4.11:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....  | 83 |
| <b>Tablo 4.12:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....           | 84 |
| <b>Tablo 4.13:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....  | 85 |
| <b>Tablo 4.14:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....           | 86 |
| <b>Tablo 4.15:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....  | 88 |
| <b>Tablo 4.16:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....           | 88 |
| <b>Tablo 4.17:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). .... | 90 |
| <b>Tablo 4.18:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).....          | 90 |
| <b>Tablo 4.19:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                             | 92 |
| <b>Tablo 4.20:</b> Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).....                                      | 93 |
| <b>Tablo 4.21:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                             | 94 |
| <b>Tablo 4.22:</b> Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).....                                      | 95 |
| <b>Tablo 4.23:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                            | 96 |
| <b>Tablo 4.24:</b> Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).....                                     | 97 |

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.25:</b> Gerçek Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının (TL) Modellere Göre Karşılaştırılması.....                                                                  | 100 |
| <b>Tablo 4.26:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....  | 101 |
| <b>Tablo 4.27:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....          | 101 |
| <b>Tablo 4.28:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).....  | 103 |
| <b>Tablo 4.29:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....         | 103 |
| <b>Tablo 4.30:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). .... | 105 |
| <b>Tablo 4.31:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....         | 105 |
| <b>Tablo 4.32:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı)..... | 107 |
| <b>Tablo 4.33:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....        | 108 |
| <b>Tablo 4.34:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                            | 109 |
| <b>Tablo 4.35:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).....                                     | 110 |
| <b>Tablo 4.36:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).....                            | 111 |
| <b>Tablo 4.37:</b> Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın). ....                                   | 112 |
| <b>Tablo 4.38:</b> Rastgele Oluşturulan Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının (TL) Modellere Göre Karşılaştırılması.....                                                    | 115 |
| <b>Tablo 4.39:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....           | 116 |
| <b>Tablo 4.40:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....                   | 117 |
| <b>Tablo 4.41:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....           | 118 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.42:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....                                                      | 119 |
| <b>Tablo 4.43:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). .... | 120 |
| <b>Tablo 4.44:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....         | 121 |
| <b>Tablo 4.45:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). .... | 122 |
| <b>Tablo 4.46:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle). ....         | 123 |
| <b>Tablo 4.47:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....                                                     | 125 |
| <b>Tablo 4.48:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....                                                             | 125 |
| <b>Tablo 4.49:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....                                                     | 127 |
| <b>Tablo 4.50:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....                                                             | 127 |
| <b>Tablo 4.51:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....        | 129 |
| <b>Tablo 4.52:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı). ....                | 129 |
| <b>Tablo 4.53:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                                                                        | 131 |
| <b>Tablo 4.54:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın). ....                                                                                | 132 |
| <b>Tablo 4.55:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın). ....                                                                        | 133 |
| <b>Tablo 4.56:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın). ....                                                                                | 133 |

|                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 4.57:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın)..... | 135 |
| <b>Tablo 4.58:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın). ....        | 136 |
| <b>Tablo 4.59:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın)..... | 137 |
| <b>Tablo 4.60:</b> Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın). ....        | 138 |
| <b>Tablo 4.61:</b> Türetilmiş Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının Çeşitli Kapasitelerde Modellere ve Bakım Durumuna Göre Karşılaştırılması.....                                   | 141 |
| <b>Tablo 4.62:</b> Türetilmiş Verilerin Sipariş Sayılarının Model ve Bakım Planı Durumuna Göre Karşılaştırılması.....                                                               | 142 |
| <b>Tablo 4.63:</b> Türetilmiş Verilerin Sipariş İşlem Sürelerinin (milisaniye) Model ve Bakım Planı Durumuna Göre Karşılaştırılması. ....                                           | 144 |

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

### Simgeler

### Açıklama

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| $F_i$ | : Doğrusal Amaç Fonksiyonu       |
| $M_i$ | : Müşteri Kriteri Ana Fonksiyonu |
| $S_i$ | : Sipariş Kriteri Ana Fonksiyonu |

### Kısaltmalar

### Açıklama

|                 |                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>AHP</b>      | : Analitik Hiyerarşi Prosesi                                  |
| <b>CON</b>      | : Common Due Date - Ortak Teslim Tarihi                       |
| <b>EDD</b>      | : Earliest Due Date – En Erken Teslim Tarihi                  |
| <b>FCFS</b>     | : First Come First Served – İlk Gelen İlk Hizmet Alır         |
| <b>JIQ</b>      | : Jobs in Queue – Sıradaki İşler                              |
| <b>LPT</b>      | : Longest Processing Time – En Uzun İşlem Süresi              |
| <b>MOORA</b>    | : Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis |
| <b>MOORA RN</b> | : Moora Referans Noktası                                      |
| <b>SLK</b>      | : Equal Slack – Eşit Aralık                                   |
| <b>SPT</b>      | : Shortest Processing Time – En Kısa İşlem Süresi             |
| <b>TWK</b>      | : Total Work – Toplam İş                                      |



## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

#### ÇOK KRİTERLİ KARAR DESTEK MODELİ VE GELİR YAKLAŞIMIYLA SİPARİŞ TESLİM TARİHİ BELİRLEME

Cemal AKTÜRK

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enformatik Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN

Siparişe göre üretim yapan firmalar, artan rekabet koşulları altında müşterilerini ve pazar paylarını korumak ve arttırmak için her geçen gün daha fazla çaba sarfetmektedir. Bu firmalarda; siparişleri müşterilerin istediği tarihlerden önce üretmek kapasitede yığılmalara neden olacağı gibi müşterilerin talep ettiği tarihlerden daha geç bir tarihte üretmek de siparişin hatta müşterinin kaybına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla firmaların müşteri önceliklerini dikkate alırken kendi amaçlarını da dengede tutacağı teslim tarihi politikaları kullanmaları hem firmaların amaçları hem de müşteri memnuniyeti açısından oldukça zaruridir. Yapılan tez çalışması ile siparişe göre üretim yapan firmaların satış ve pazarlama birimi yöneticileri için bir karar destek modeli önerilmektedir. Önerilen model ile siparişler yedi farklı yöntemle belirli bir kapasite için sıralanmaktadır. Ayrıca her bir yöntem için, sıralı siparişlerden ilgili kapasite için elde edilebilecek toplam sipariş tutarları ve sıralanan her siparişin teslim tarihi hesaplanarak yöneticilere maksimum sipariş geliriye ulaşmak için karar desteği verilmektedir. Geliştirilen uygulama yazılımı üç farklı veri seti için çeşitli senaryolarda çalıştırıldığında en iyi performansı gösteren sıralama yöntemleri Moora referans noktası ve doğrusal fonksiyon<sup>2</sup> olmuştur. Buna karşın fcfs ve edd en başarısız yöntemler olmuştur. Yapılan çalışmada, yöneticilerin kullanabilecekleri bir uygulama yazılımı geliştirilerek genelde teorik formül çalışmalarından oluşan teslim tarihi literatürüne yenilikçi bir bakış açısı kazandırılmıştır.

Şubat 2018, 182 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Sipariş Sıralama, Teslim Tarihi, Karar Destek Modeli

## **SUMMARY**

### **Ph.D. THESIS**

#### **ORDER DELIVERY DATE DETERMINATION WITH MULTICRITERIA DECISION SUPPORT MODEL AND REVENUE APPROACH**

**Cemal AKTÜRK**

**İstanbul University**

**Institute of Graduate Studies in Science and Engineering**

**Department of Informatics**

**Supervisor : Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN**

**Academic Title**

Firms that manufacture according to orders are making more efforts every day to maintain and increase their customers and market share under increasing competition. In these companies, producing orders before the dates requested by the customers may result in overburdening capacities or producing them later than requested may also lead to the loss of the order or even the customer. Therefore, it is quite necessary for the companies to use the delivery date policies which will keep their own goals balanced while considering the customer priorities, both in terms of company goals and customer satisfaction. This thesis proposes a decision support model to the sales and marketing unit managers of the companies that produce according to the order. With the model in question, orders are sorted for a specific capacity in seven different ways. In addition, for each method, decision support is provided to the managers to reach maximum order income by calculating the total order amounts that can be obtained for the respective capacity from the sequenced orders and the delivery date of each order. When the application software is run in various scenarios for three different data sets, the best performing sorting methods have been Moora reference point and linear function<sup>2</sup>. On the other hand, FCFS and EDD are the least effective methods. In this study, an application software was developed for managers to provide an innovative perspective on the delivery date literature, which usually consists of theoretical formulas.

February 2018, 182 pages.

**Keywords:** Order Ranking, Delivery Date, Decision Support Model



## 1. GİRİŞ

### 1.1. TEZİN KONUSU VE ÖNEMİ

Üretim firmaları, üretimlerini genellikle ya müşterilerinden gelen sipariş taleplerine göre yaparlar ya da stokta bulundurmak amacıyla yaparlar. Stoka üretim yapmanın; depolama, işçilik, hammadde gibi belirli bir stokta bulundurma maliyeti vardır. Ayrıca stokta bulundurulacak ürünler için firmalar belirli bir hammadde kaynağını ve işçilik maliyetini kullanarak ve ürünlerinin satılmasını bekleyerek kaynaklarının bir bölümünü üretilen bu ürünlere bağlamış bulunurlar. Bu tür üretim yapan firmalar, pazardaki dalgalanmalardan ve müşteri talebine etki edecek bütün faktörlerden çok etkilenirler. Sonuç itibarıyla üretilerek depoda satılmayı bekleyen ürünün satılmadığı her gün, işletme performansı ve karlılığını tehdit eden riskler artar. Bozulacak ürünler için bu durum çok daha fazla riskli bulunmaktadır.

Siparişe göre üretim, genellikle müşteri talepleri göz önünde bulundurularak müşterinin istediği özellikteki ürünleri, yine müşterinin onaylayacağı bir tarihte teslim etmek üzere anlaşılan bir fiyat teklifi üzerinden üretmektir. Bir üretici firma; stokta hiç ürün bulundurma gereği duymadan, sadece müşterilerden gelen taleplere göre üretim yaparak ürettiği her ürünü kesin bir satış faaliyetine dönüştürebiliyorsa, bu durum tercih meselesi olmakla birlikte, ideal bir üreticidir. Stokta ürün bulundurmanın maliyeti söz konusu olduğu için işletme kaynaklarının yalnızca kesinleşmesi kuvvetli ihtimal olan müşteri siparişlerine ayrılması bu bakımdan işletmenin performansını ve karlılığını olumlu şekilde etkilemektedir.

Siparişe üretim yapan işletmeler için en kritik faktörler ürün fiyatı ve teslim tarihi olarak karşımıza çıkar. Bu tür işletmelerde süreç, bir müşterinin talep ettiği bir ürün için fiyat ve teslim tarihi teklifi istemesiyle başlar. Müşteriler ürünleri hangi tarihte istediğini kendileri de belirtebilirler, üretici olan firma ile müzakere ederek de belirleyebilirler. Bu süreçler, satış pazarlama birimleri aracılığı ile yürütülse de, üretim planlama ve işletme kapasitesini de göz önünde bulundurmaya muhtaçtır. Satış pazarlama birimleri üretim bölümündeki planlama sorumlusundan kesinleşen bir üretim siparişleri için müsait kapasiteyi teyit ettirmeden müşteriye herhangi bir zaman için teslim tarihi taahhüdünde bulunamaz.

Siparişe üretim yapan her firmanın, müşterilerine teslim tarihi ve fiyat teklif ederken, teslim tarihi ve fiyat belirlemede uyguladığı bir takım politikalar olmak zorundadır. Rastgele olarak gelen taleplere sırayla tarih veren bir firma, kaynaklarını verimli bir şekilde kullanamaz veya yığılan sipariş sırası içinde gelen yeni taleplere çok geç teslim tarihi teklif ederek müşterilerin kaybına ve dolayısıyla pazardaki payında azalmaya sebebiyet verir. Bu sebeple teslim tarihine etki eden tüm faktörlerin firma politikası ve öncelikleri doğrultusunda bir dengede tutulması hem işletmenin karlılığı hem de müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakati açısından oldukça önemlidir. Müşterilerin sipariş talepleri için fiyat ve teslim tarihi belirlerken aşağıdaki kriterler gibi birçok kriter bu tarih ve fiyat belirleme olayında etkili olabilmektedir.

- Müşteri ile yıllık bazda çalışılan sipariş miktarı,
- Müşterinin sipariş sıklığı/sayısı,
- Müşteri ile çalışılan yıl sayısı,
- Müşterinin pazardaki payı,
- Müşterinin talep ettiği teslim tarihi,
- Müşterinin kabul ettiği ürün fiyatı,
- Siparişin parasal tutarı,
- Sipariş tutarının ödeme vadesi ve ödeme şekli vb.

Bazı firmalar bu kriterlerden sadece birkaçına göre değerlendirme yaparken bazıları hiçbir kriteri göz önünde bulundurmaz. Örneğin bu konuda duyarsız veya bir politika belirlemeyen bir üretici firma, yıllardır çalıştığı eski bir müşterisini ve ilk defa sipariş talebinde bulunmuş yeni bir müşteriyi aynı derecede önemseyebilir. Bazı firmalar sipariş ödemesi için peşin ödemeyi veya vadeli ödemeyi siparişleri önceliklendirmede değerlendirirken bu durum bazı firmalar için hiç de önemsenmemiş olabilir. İleriki bir tarihte yapılacak ödemeler için birçok firma vade farkını talep edilen ürünün birim fiyatına belirli bir oran olarak ekleyerek müşteriye fiyat teklifinde bulunabilir. Bazı firmalar içinse ürünün teslim tarihi ürünün fiyatından daha önemlidir ve teslim tarihini üretici firma kendisi belirler. Müşteri, firmanın talep ettiği fiyata karşın bu tarihi kabul ederse sipariş kesinleşir. Bütün bu faktörler siparişlerin teslim tarihini

belirlemeye, aynı zamanda teslim tarihlerinin ürün fiyatları ile olan ilişkisinde önemli bir etkiye sahip olduğu için teslim tarihi belirleme ve ürün fiyatlandırma literatüründeki birçok çalışmada gösterildiği gibi birlikte ele alınması gereken bir konudur.

## 1.2. TEZİN AMACI

Siparişlere teslim tarihi ve ürün fiyatları belirlemek amacıyla firma politikaları çerçevesinde problemi bir çok kriterli karar yapısı olarak göz önünde bulundurarak hem müşteri memnuniyeti, hem işletme gelirlerini belirli bir dengede tutacak, işletmelerin kendi amaçları ve kriter ağırlıklarına göre teslim tarihi ve ürün fiyatı belirleyebilecekleri, sipariş gelirlerini bu amaçla yönetebilecekleri, satış pazarlama birimleri ile üretim birimleri arasındaki koordinasyonu sağlayacak karar destek sistemleri bu açıdan oldukça önem kazanmaktadır. Literatürde bu problem için genelde iki farklı terim kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi ve en çok kullanılanı teslim tarihidir. Teslim tarihi ürünün müşteriye teslim edileceği tarihi belirler. Diğer kavram ise teslim süresidir. Teslim süresi, bir siparişin işlenmeye başlanmasından teslim edilmesine kadar geçen süredir. Yani teslim tarihinden işleme başlama tarihi arasındaki farkın gün olarak ifadesi denilebilir.

Yapılan tez çalışması ile siparişe üretim yapan firmaların satış ve pazarlama birimi yöneticilerine, bir müşteri siparişine teslim tarihi vermeden önce işletmenin gelirlerini ve karlılığını arttırabileceği kararlar alabilmeleri için yedi farklı yöntemle sipariş sıralamaları öneren bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu sayede yöneticiler, siparişleri hangi sıraya göre üreterek belirli bir kapasite için işletmeye toplam ne kadarlık bir gelir sağlanacağını görerek seçeceği bir sıralama yöntemi ile her bir sipariş için hesaplanmış tahmini bitiş süresini ilgili müşteriye tutarlı bir teslim tarihi olarak teklif edebileceklerdir. Ayrıca siparişleri daha erken veya daha geç talep eden müşterilere fiyat teklifini önerilen karar destek sistemiyle çalışarak daha etkili bir biçimde sunabilecek olan yöneticiler, aynı zamanda firma havuzunda biriktirilen siparişleri sıralayarak yeni bir iş sürecini de yapılan çalışma sayesinde hayata geçirmiş olacaklardır. Yapılan tez çalışması ile sipariş sıralama ve çizelgeleme problemlerinden farklı olarak siparişleri çok kriterli karar yapısı olarak ele alıp çeşitli karar verme yöntemleri ile sıralamayan uygulama yazılımı kullanılarak son kullanıcıların kullanabileceği bir karar destek modeli önerildiğinden dolayı bu özelliklerinden dolayı oldukça yenilikçi bir uygulama olarak literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. TEMEL KAVRAMLAR

Teslim tarihi belirlemek ve siparişlerin sıralamasını yapmak için bir işletmenin en önemli kısıtı üretim kapasitesidir. Çünkü ancak kapasitenin izin verdiği miktardaki üretim miktarları kabul edilip belirli bir zamana kadar bitirilerek teslim edilebilir. Bu problemin çözümü için önerilen algoritma veya kurallar ya sıralama tabanlı ya da teslim tarihi atama tabanlıdır. Sıralama tabanlı olanlarda önce siparişler sıralanır daha sonra sıralanan her bir siparişe işlemlerin bitme süresine göre bir teslim tarihi belirlenir. Teslim tarihi atamada ise öncelikle siparişlere müşterilerin talep ettiği teslim tarihleri atanır daha sonra siparişler teslim tarihlerine göre erkenden daha geç olana doğru sıralanarak üretime o sırada alınırlar. Genellikle, teslim tarihi atama müsait kapasiteye bağlı olduğundan sıralama yaklaşımları, hangi işlerin sıralandığına bağlı olduğundan daha duyarlıdır. Sıklıkla kullanılan 3 tip teslim tarihi atama kuralı vardır. Bu kurallar; ortak teslim tarihi (common due date – con), eşit aralık (equal slack – slk), toplam iş (total work – twk) olarak isimlendirilmişlerdir (Kaminsky ve Hochbaum, 2004). İsmi verilen kurallar Kaminsky ve Hochbaum'un çalışmalarında (2004) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

**Ortak Teslim Tarihi (Common Due Date – CON):** Bu modelde işler için sabit bir teslim süresi belirlenir. Bu model, statik bir problem için (tüm serbest bırakma zamanları eşit olduğunda) ortak bir teslim tarihi belirlemeyi kolaylaştırır.

**Eşit Aralık (Equal Slack – SLK):** Bu modelde de işlerin teslim süreleri eşit zaman aralıklarıyla verilirler. Her bir sipariştten sonra eşit bir miktar boşluk zaman olduğu varsayılır.

**Toplam İş (Total Work – TWK):** Bu modelde işlerin teslim süreleri sipariş işlerinin uzunlukları veya toplam iş zamanlarıyla orantılı olarak verilir.

Bu modeller için birçok farklı sıralama ve çizelgeleme kuralları çalıştırılmıştır. Farklı kısıt durumları ve üretim ortamları için yukarıdaki teslim tarihi atama kuralları kullanılarak aşağıdaki yöntemler geliştirilmiştir.

**En Kısa İşlem Süresi (Shortest Processing Time – SPT):** İşler, işlem sürelerinin artan düzeninde sıralanır. Daha kısa bitecek işler daha önceliklidir.

En Uzun İşlem Süresi (Longest Processing Time – LPT): İşler, işlem sürelerinin azalan sırasına göre gerçekleştirilir. Daha uzun süreli işler daha önceliklidir.

Ağırlıklı En Kısa İşlem Süresi ve Ağırlıklı En Uzun İşlem Süresi (WSPT – WLPT): Bu modelde her bir sipariş veya iş, bir ağırlık katsayısına sahiptir. İşler her bir siparişin kendi süresinin belirlenen bu ağırlık katsayısına olan oranına göre SPT veya LPT şeklinde sıralanır.

En Erken Teslim Tarihi (Earliest Due Date – EDD): İşler teslim tarihinin planlama tarihinden farkının azalan sırasına göre sıralanır. Yani en erken teslim edilmesi gereken ilk sırada olmak üzere teslim tarihine göre sıralama yapılır.

Mevcut İşler Arasında En Kısa İşlem Süresi (Shortest Processing Time Among Available Jobs – SPTA): Bu modelde, bir siparişin veya işin her alt işi tamamladığında, işlenecek sonraki iş, serbest bırakılmış ama henüz işlenmemiş işler kümesindeki en kısa iştir. Sıralama bu prensibe göre gerçekleştirilir.

Önleyici En Kısa İşlem Süresi (Preemptive SPT – PSPT): Her bir iş serbest bırakıldığında geçerli iş durdurulur ve o anda işleyen işin geri kalan işlem süresi yeni bırakılan işin işleme süresinden daha uzunsa, yeni serbest bırakılan iş işlenir. Bir işin işlenmesi tamamlandığında, işleme süresi en kısa olan iş işlenir.

Önleyici En Erken Tarih (Preemptive EDD – PEDD): Her bir iş serbest bırakıldığında geçerli iş durdurulacak ve yeni sürülen işin o anda işlenen işten daha erken bir teslim tarihi varsa, yeni sürülen iş işlenecektir. Bir işin işlenmesi tamamladığında, en erken teslim tarihi kalan iş işleme koyulur.

Sıradaki İşler (The Jobs In Queue – JIQ): Sıradaki işler kuralında, işin rotasında karşılaşılabilecek olan makinelerde işlenmeyi bekleyen sistemdeki toplam iş sayısına dayanan bir akış süresi kullanılır. Mevcut işletme tıkanıklık seviyelerine karşı çok hassas olan bu kural, teslim tarihi performansında başarı sağlamıştır.

İşlem Akış Süresi Örnekleme (Operation Flowtime Sampling – OFS): Bu kuralda bir tesise gelen işe karşılık belirlenen akış süresinin karşılığı, oradaki son 3 işin ortalama süresinden elde edilir. Bu uygulamanın gerekçesi, iş akış sürelerinin otomatik olarak korelasyonlu olması ve dolayısıyla son zamanlarda tamamlanmış işlerin kaydedilen akış zamanlarının makul bir



şekilde gelecekteki akış zamanı davranışını tahmin etmek için kullanılabilmesidir. Bu kuralın amacı anlık olarak işlerin kuyruk bekleme zamanını karakterize eden bilgileri elde etmektir.

## 2.2. TESLİM TARİHİ LİTERATÜR ÖZETİ

Teslim tarihi problemiyle ilgili literatürde yapılan ilk çalışma olarak 1967 yılında Conway ve diğ. (1967) tarafından teslim tarihlerini tahmin etmek için akış sürelerini tahmin etmek amacıyla geliştirdikleri metod ön plana çıkmaktadır. Bir sipariş karışımı içerisinde en uygun olanları seçmek amacıyla yapılan çalışma Senju ve Toyoda (1968) tarafından lineer programlama metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Senju ve Toyoda ilgili çalışmalarında sipariş tekliflerini sıralamak için sıra ölçekleri geliştirerek kısıtlayıcı koşullar altında 60 aday sipariş teklifi için örnek hesaplama adımlarını göstermişlerdir. Önerilen yöntemin, kısıtlayıcı ve sipariş teklifi sayısı çok olduğunda oldukça yararlı olduğu öne sürülmüştür (Senju ve Toyoda, 1968).

Üretim çevrelerindeki yöneticilerin gelen siparişlerle ilgili vermek zorunda olduğu kararlarla ilgili olarak teorik çalışmalar ancak 1990'lı yıllarda görülmeye başlanmıştır. Bunun sebebi olarak pratikte karşılaşılan sorunlarla ilgili araştırmacıların konuyu yeterince önemsememesi veya bu sorunu görmezden gelmeleri gösterilebilir. Bu nedenle literatürde sipariş sıralama ile ilgili çalışmalar konunun ehemmiyetine karşın yeterli ilgiyi görmemiştir.

Vig ve Dooley (1991) teslim tarihi atamayla ilgili son araştırmalarda halen temel alınarak kullanılan birçok yöntem düşünülmüştür. Bu yöntemler, teslim tarihi atamak için toplam iş içeriğini (TWK), işlem sayısını (NOP) ve gereken işlemler için sıralardaki işlerin sayısını (JIQ) ve son işlerin akış zamanından elde edilen işlem akış süresi (OFS) yöntemlerini kullanır (Vig ve Dooley, 1991).

Wein ve Chevalier (1992) teslim tarihi müzakerelerini modelleyerek çalışmalarında, kısmi bir gecikme yüzdesi sınırlamasıyla ortalama teslim sürelerini minimize etmeyi hedeflemişlerdir. Araştırmacılar, teslim tarihi atama, siparişi serbest bırakma mekanizması ve iş merkezi sıralama kuralı seçimini ayrı kararlar olarak modellemektedir. Araştırmacılar, atölye durumu, iş serbest bırakma tarihi, iş türü, sıralama ve serbest bırakma kurallarını dikkate alan bir tarih belirleme yönteminin, bunu yapmayan bir yöntemden üstün olduğunu savunmaktadır (Wein ve Chevalier, 1992).

Philipoom (1992) tarafından yapılan çalışmada “sipariş gözden geçirme / serbest bırakma” kavramıyla karşılaşılmıştır. Bu zamana kadarki çalışmalarda gelen her siparişin kabul edileceği varsayıldığından siparişi reddetme durumları hiç göz önüne alınmamıştır. Philipoom, çalışmasında bir siparişi reddederek müşterinin başka tedarikçilerden siparişini temin etmesinin, müşteriye siparişini geç teslim etmekten daha iyi olduğunu öne sürmektedir. Çünkü gecikmesi olası bir siparişi kabul etmek, işletme darboğazında tıkanıklık olması durumunda teslimatı zamanında yapılacak bütün siparişleri de tehlikeye sokmaktadır. Ayrıca kabul edilmeyecek siparişin başka bir tedarikçiye yönlendirilmesi analiz edildiğinde, durumun mevcutta kabul edilen siparişlerin müşteri ile mutabakata varılan tarihte teslim edilmesini riske atmaktan daha faydalı olduğu öne sürülmektedir (Philipoom, 1992).

1992 yılında yapılan başka bir çalışmada, n tane yapılacak projeden bir alt küme seçerek projelerin uygulanmasından elde edilecek gelirin bugünkü değerini maksimize edecek ideal sıralamayı tanımlamak amaçlanmış ve bu amaca ulaşmak için problemin çözümünde polinom dinamik programlama metodu önerilmiştir (Gupta, 1992).

Bir başka çalışmada, Norveç Devleti’nin petrol rezervleri içerisinde belirli sayıdaki rezervi seçerek çeşitli nedenlerden dolayı belirli bir sırada petrol çıkarma ve günlük değeri en yüksek olan rezervi sıralama probleminde önceliklendiren bir formülasyon ve algoritma ile petrol rezervlerinin işleme işi sıralanmıştır (Aspvall, 1995).

Duenyas (1995) tarafından teslim tarihi ve fiyat konusunda farklı tercihleri olan birkaç müşteri sınıfı için siparişleri sıralayan ve teslim tarihi atayan bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışma ile öncelikle ilk gelen siparişi ilk üretecek şekilde (FCFS) bir formül geliştirilmiştir. Daha sonra siparişleri sıralamak için esnekliğe sahip firmaların durumu göz önünde bulundurarak siparişleri sıralayan ve teslim tarihi belirleyen bir model geliştirilmiştir. Yapılan formül çalışması ile müşteri tercihlerini planlamada dikkate alınmayan politikalarla oldukça üstün sonuçlar elde ettiği gösterilmiştir (Duenyas, 1995).

İşletmeler üretim planlamalarını yaparken genellikle belirli bir sipariş havuzundaki müşteri talepleri için kapasite ve malzeme ihtiyaç planlamasını yaparlar. Ancak belirli bir plan dahilinde üretim ortamı faaliyetlerine devam ederken acil müşteri talepleri de ortaya çıkabilir. Bu tür planlama dışı gelecek müşteri talepleri öngörülemediğinden kapasite ve malzeme planlamasını yaparken belirli bir kapasite ve malzeme kaynağını bu tür siparişler için rezerve etmek maliyetli

olacaktır. Müşterinin acil sipariş talebinde bulunması durumunda, bu talebi karşılamanın diğer siparişlerde gecikmelere, kaynaklarda kısıtlamalara sebep olacağı bilinse de bu sebeplerin işletmeye maliyeti bilinmemektedir. Bu tür durumlar için bir acil siparişi kabul etmenin maliyetini karışık tamsayı programlama modeli ile hesaplayan bir çalışma Wu ve Chen (1996) tarafından yapılmıştır.

Bir üretim siparişi, genellikle potansiyel müşterinin ihtiyaçlarını karşılayacak, üreticinin fiyat ve teslim süresi koşullarını içeren bir tekliften kaynaklanır. Müşteri, bu koşulları kabul ederse sipariş kesinleşir ve üretim planına dâhil edilir. Eğer müşteri siparişi reddederse, üretici firmanın müşteriye fiyat ve teslim süresi teklifi vermek için kapasitesinde ayırdığı rezerve tekrar iptal edilmelidir. Müşteri karar verene kadar, teklif edilen fiyat, üretici firmanın gelecekteki üretim kapasitesinde şartlı bir(konsinye) taleptir. Kısa vadede, bu kapasite nispeten sabitlenebilir ve eğer müşteri başka bir tedarikçiyle anlaşırse ayrılan rezerve kapasite boşa gidebilir. Bu olasılığa karşı önlem olarak siparişe üretim firmaları, aynı kapasiteye ihtiyaç duyan başka taleplere fiyat verebilir. Ancak bu strateji, teslim süresi belirsizliğine yeni bir kaynak oluşturur. Eğer iki veya daha fazla kesinleşmemiş sipariş aynı kaynaklara talip olup çekişirse, bazı işlerin sonraki zaman periyotlarına sarkması kaçınılmaz olur. Böylece, riskten korunma stratejisi geç teslimatlar için ceza riski taşımış olur. Easton ve Moodie (1996), teslim süresi belirsizliğinin az tartışılan bu kaynağını modellenmiştir ve koşullu siparişlerle siparişe üretim firmaları için fiyatlandırma ve teslim tarihi kararlarını aynı anda optimize eden bir teknik sunmuştur.

Üreticiler farklı müşterilerce yüksek talep oranına sahip ürünleri, kapasitelerinin uygun olduğu zamanlarda üretim stoklarında bulundurarak ve belirsiz talep ortamında müşterilerden gelecek bu ürün taleplerini anında karşılayarak teslimat sürelerindeki verimliliği arttırabilirler. Hem siparişe göre hem de stoğa üretim yapan işletmeler için talep olasılığı yüksek ürünleri uygun işletme yoğunluklarında üretmek bu bakımdan işletmeye karlılık getirebilir. Carr ve Duenyas (1997), hem stoğa hem de siparişe üretim için, gelen siparişlerin üretime alınmasında bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Burada önerilen model, işletmenin zorunlu bir sözleşme karşılığında stoğa yaptığı üretimleri ve müşterilerden rastgele gelecek olan üretim siparişlerini değerlendirirken önceliği zorunlu olarak stoğa üretim yapmaya vererek, gelen siparişin gelir getirisine göre kabulünü veya reddini sağlamaktadır.

Bir işletmenin teslim tarihinde planlarını tutturma performansı, o işletmedeki çalışanların bireysel performanslarına da bağlıdır. Philipoom ve Fry (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, teslim tarihi performansını tehdit eden bir faktör olarak çalışanların düşük performansını arttırmak için çalışanların belirli bir sürece ait olmayan işletmesel davranışlarını kontrol altına almayı sağlayacak iki yöntem önerilmiştir.

Müşteriler, üretim firmalarıyla hem ürün fiyatı hem de teslim süresi ile müzakere ederler. Moodie (1999a) araştırmasında, 16 farklı pazar ve firma senaryoları için, farklı talep yönetim fiyatlandırma stratejilerini simülasyonla modelleme kullanarak farklı ücretlendirme politikalarını test etmenin ve kullanılabilir sonuçlar elde etmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Talep yönetimi ile ilgili birçok çalışması bulunan Moodie (1999b), bir diğer çalışma ile örnek bir işletme için çeşitli pazar senaryolarıyla farklı fiyat ve teslim tarihi teklif stratejilerini karşılaştırarak tüm teslim tarihi teklif stratejilerinin müzakereden daha faydalı olduğunu vurgulamıştır. Araştırma, fiyat gibi teslim tarihi üzerinden pazarlık yapmanın da firma için oldukça faydalı olduğunu göstermiştir.

Sipariş sıralama yaklaşımlardan biri de siparişlerden elde edilecek karın maksimize edilmesidir. Bazı çalışmalar karı iyileştirmeye odaklanırken bazı çalışmalar da maliyetleri azaltmaya odaklanır. Lewis ve Slotnick (2000) yaptığı çalışmalarında işletmenin birim iş başına elde edeceği net gelir ile siparişlerin gecikmesinden ödenecek cezaların maliyetini hesaplayarak karı maksimize edecek bir dinamik programlama algoritması sunmuştur. Araştırmacılar, buldukları algoritmanın küçük sayıdaki siparişler için optimum çözümü verdiğini, büyük sayıdaki siparişler için ise uygulanabilir olduğunu ileri sürmüşlerdir. Nandi (2000), yaptığı doktora çalışmasında siparişe üretim işletmeleri için müşteri siparişlerini kabul veya reddetme kararlarını verecek üç alternatif kural geliştirmiş ve bu kuralların nitel ve nicel performanslarını test etmek için analizler gerçekleştirmiştir.

Toplu işlem (parti büyüklüğü) ile üretim yapılan endüstrilerde sipariş kabulü ve kapasite yükleme gibi kontrol işlevlerini düzgün bir şekilde yürütebilmek için mevcut üretim kapasitesi iyi tahmin edilmelidir. Raaymakers ve diğ. (2000) yaptıkları çalışmada regresyona dayalı üretim kapasitesi tahmin modellerinin kalitesini karşılaştırmaktadır. Duenyas ve Hopp (2001), müşteri teslim süresi belirleme problemine sonlu kapasite ve sınırsız kapasite açısından yaklaşarak öncelikle sonlu kapasite için firmanın ilk gelen siparişi ürettiği durumu göz önüne almıştır (FCFS). Teslim süresinin pazar tarafından belirlendiği durumlar için de en erken teslim

tarihi (EDD) olan siparişi işleme koşulları altındaki duruma dikkat çekmiştir. Bu sayede mevcut üretim düzeninde hem FCFS hem de erken teslim tarihine sahip olanı ilk üretme politikalarını birlikte yürütmeyi hedefleyen politikalar geliştirmişlerdir. Keskinocak ve diğ. (2001) ise “acil teklif” durumunu çalışarak müşterilerin sipariş talebine verilecek fiyat tekliflerinde siparişin acilen talep edilmesi durumunda yani teslim süresi hassasiyeti olduğu durumlarda fiyatlandırma politikasının değiştirilerek yüksek gelir getirici siparişlerin acil olarak üretilebileceğini göstermişlerdir.

Birbirini etkileyen süreçler olarak sipariş seçimi, çizelgeleme ve teslim süresi kararlarının belirli bir koordinasyonla verilerek teslim süresi esnekliğinin işletmenin karlılığını arttıracaklarını göstermeyi amaçlayan detaylı bir çalışma Charnsirisakskul ve diğ. (2004) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada karışık tamsayı programlama yöntemi kullanılarak siparişleri kısmen tamamlama esnekliğinin yararları araştırılmıştır. Bu amaçla, amaç fonksiyonu toplam gelir, üretim maliyeti, gecikme maliyeti ve durma maliyeti bileşenleri olmak üzere 4 fonksiyon kullanılarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak teslim süresi esnekliğinin siparişi kısmi yerine getirme esnekliğinden daha faydalı olduğu gösterilmiştir.

Üreticiler, müşteri talebini etkilemek için ürün fiyatını değiştirme veya siparişi kabul etme-reddetme kabiliyetine sahiptirler. Ürünlerin fiyatlandırılması ise müşteri talebini ve işletme gelirlerini etkilediğinden karlılık üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Fiyat konusunu da teslim süresi belirleme, planlama ve sipariş seçme gibi üretim kararlarına dahil eden Charnsirisakskul ve diğ. (2006), başka bir çalışmada farklı müşterilere aynı ürün için aynı fiyatı veya farklı fiyatı teklif etme durumunu incelemiştir. Araştırmacılar, müşterilerin beklentilerine, coğrafi farklılıklarına göre aynı ürünler için farklı fiyatlandırmaya tabi tutulabileceğini vurgulayarak talep, fiyat, kapasite, teslim süresi gibi kısıtlar altında maksimum işletme karına ulaşabilmek için karışık tamsayı programlama kullanarak bir formülizasyon geliştirmişlerdir. Nandi ve Rogers (2004), siparişlerle ilgili kabul veya ret kararını vermek ve üretim sistemini daha iyi kontrol etmek için simülasyon tabanlı bir sipariş kabul kural modeli geliştirmiştir. Slotnick ve Morton (2005) kapasitenin sınırlı olduğu, müşterinin geç teslimlerden indirim aldığı ama erken teslimin ne cezalandırıldığı ne de ödüllendirildiği durumlardaki sipariş kabul kararlarını çalışmışlardır. İlgili çalışmada önerilen amaç fonksiyonu; toplam gelirden toplam gecikme cezası farkının maksimize edilmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla bir sipariş havuzu ve bu

havuzdan en yüksek kar getiren siparişlerin seçildiği, sipariş havuzunun bir alt kümesi ile üretim tesisi modellenmiştir.

Siparişlerin teslim tarihi problemleriyle ilgili literatürde yer alan çalışmaların neredeyse tamamı sayısal analizler ve formülizasyon çalışmalarından oluşmaktadır. Zorzini ve diğ. (2006), 15 İtalyan şirketini temel alarak bu şirketlerdeki yöneticilerin, teslim tarihi belirlemede kullandıkları kararları prosedürel olarak tanımlayıp bu alanda genel bir çerçeve oluşturmayı hedeflemiştir. Buna benzer bir şekilde Ebadian (2007) da önerdiği karar yapısında siparişlerle ilgili kararları alırken fiyat ve teslim tarihi kriterlerini baz almaktadır. Ebadian'ın çalışmasında da Zorzini ve diğ. (2006) olduğu gibi gelen siparişlerin teslim tarihi ya sabittir ya da müzakere edilebilirdir. Araştırmacının önerdiği yapıda gelen siparişler, önemlerine göre iki önemli kriter olan kar ve pazar payı göz önünde bulundurularak iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplar (Ebadian, 2007); Önemli derecede kar sağlayabilen ve şirketin pazar payını artırabilen yüksek öncelikli siparişler ile sadece şirketin pazar payını artırabilecek düşük öncelikli siparişler şeklindedir. Ebadian'ın önerisi, sadece düşük öncelikli siparişler ertelenebilir veya yüksek öncelikli siparişler zamanında teslim edilmelidir kuralına dayanır. Şirkete bir sipariş geldiğinde siparişin kabul edilip edilmeyeceği veya sipariş kabul edilirse ne zaman teslim edileceğinin kararı 5 adımlı bir karar mekanizması ile verilmiştir. Bu adımlar şu şekildedir (Ebadian, 2007): İlk üç adımda gelen siparişin teslim tarihinin müzakere edilebilir olup olmadığına bakılır, kaba kesim kapasite hesaplanır, yeni gelen siparişler ya reddedilir ya da teslim süresini karşılamak için uygun kararlar alınır. Dördüncü adımda, reddedilmeyen siparişlerin müzakere edilebilirse teslimat süreleriyle birlikte ideal fiyatları karmaşık tamsayı programı ile modellenerek belirlenir. Beşinci aşamada ise müşteriler tarafından nihai onay verilmesi halinde, kabul edilen siparişlerin ihtiyaç duyulan iş yükü ve ham maddelerini sağlayabilecek bir dizi tedarikçi ve taşeronların seçilmesi için başka bir karmaşık tamsayı programlama modeli çalıştırılır.

İşletmelerin satış-pazarlama birimlerine gelen siparişlere bir teslim tarihi vermesi, genelde bu birimlerin tek başına karar verebileceği basit bir karar yapısıyla mümkün olmamaktadır. Bir işletme, bir müşterisinin sipariş teklifini kesinleştirebilmek için daha önceden kesinleşmiş ve üretim kapasitesinde kesin planla kendisine yer almış diğer siparişlerin bitiş sürelerini göz önünde bulundurmak zorundadır. Bu sebeple teslim tarihi kararları üretim planlama ve kapasite rezerv kararları ile de koordineli çalıştığı zaman işletmenin verimli çalışması sağlanabilir. Bazı endüstri sektörleri, özellikle otomotiv, motor ve elektronik endüstrileri başta olmak üzere,

üretim süreçlerinde bazı ara malzemeleri veya montaj hizmetleri dış kaynaklardan yani taşeron tedarikçilerden temin edebilirler. Bu yöntem, işletmenin verimliliğini arttırmak için sektörüne göre zaman zaman başvurulmuş bir yöntemdir. Lee (2007) tarafından yapılan bir araştırmada tek makineli bir üretim ortamında dış kaynak kullanımının varsayıldığı durumlara dikkat çekilmiştir. Bunun için dış kaynak maliyetinin ağırlıklı toplamını minimize etmek ve üretim planlama ölçüsünü dış kaynak bütçesine bağlı toplam tamamlanma süresi ile göstermek amacıyla bu problemin çözüm özellikleri karakterize edilerek bir algoritma geliştirilmiş ve geliştirilen algoritmanın performansını değerlendirmek için sayısal deneylerle analizler gerçekleştirilmiştir. Yang (2007) da aynı yılda Lee ile benzer şekilde tek makineli bir üretim ortamı için aday siparişlerin kabul ya da ret edildiği bir planlama kapsamında karlılığı maksimize etmeyi araştırmıştır.

Siparişlerin teslim tarihi belirleme perspektifindeki planlama problemlerine olan ilginin artmasıyla işletmelerin siparişlerini hangi kriterlere göre kabul veya ret kararı verdiği, hangi kriterlere göre sıraladığı gibi konular, 2008 yılı ve sonrasında ilgi odağı olmuştur. Bir siparişin sıralanmasında birden fazla kriterin rol oynaması, araştırmacıları çok kriterli karar yapıları kullanarak probleme çözüm bulmaya sevk etmiştir. Gharehgozli ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmalarında siparişlerin kabulünde ve sıralanmasında etkili olabilecek kriterleri tanımlamaya çalışarak iki fazlı bir karar modeli önermişlerdir. Araştırmacıların karar modelinde, ilk fazda teslim tarihlerine göre gelen siparişlerin kabul veya ret edilmesi için siparişlerin işlem bitiş tarihi, en erken çıkarma tarihi ve son çıkış tarihi hesaplanır. Buna göre değerlendirilip sonraki fazda üretim kapasitesi baz alınarak birinci fazda kabul edilen siparişlerin kabul veya reddi için AHP ve TOPSIS'i içeren yeni hibrit bir metodoloji sunulmuştur (Gharehgozli ve ark., 2008).

Satış ve pazarlama birimleri, gelen her bir sipariş için üretim planında müşteriye teslim tarihi önermek amacıyla yer aramaya kalktığında ya mevcut kesinleşen üretimlerin arasına ilgili siparişi sıkıştırma yoluna gidecektir veya en erken olarak kesinleşmiş üretim planından hemen sonraki bir zaman için tarih verebilecektir. Bu şekildeki bir pazarlama anlayışı her gelen sipariş için mevcut üretimi gözden geçirmeyi veya kesin plana müdahale etmeyi gerektirdiğinde hem işletmedeki iş süreçlerinde belirsizliğe ve karmaşaya yol açar hem de işletme, önündeki iş yükünü doğru analiz etme kabiliyetini kaybetmiş olur. Bütün bu sebeplerden dolayı iş süreçlerinde, pazarlama ve üretim kararlarında doğru ve etkili kararlar vererek bunları doğru şekilde uygulamayı hedefleyen bir işletme, kesinleşmiş bir üretim planlamasını belirli zaman

periyotları için yapmalıdır. Bu zaman periyotları işletmeye gelen siparişlerin yoğunluğuna ve sipariş miktarlarına göre değişkenlik gösterebilir. Örnek olarak haftalık, aylık, üç aylık, altı aylık veya yıllık planlamalar yapılabilir. Büyük kapasite ile çalışan işletmelerde genel planlar aylık yapılarak üretim programlarında haftalık olarak takip edilmektedir.

İşletmelerin gelen sipariş tekliflerine kabul veya ret kararı vermek, siparişleri sıralayarak siparişlere teslim tarihleri atamak için öncelikle netleştirmesi gereken en önemli konu sipariş kabul-ret ve sipariş sıralama kriterleridir. Bir işletme gelen siparişleri hangi kriterlere göre değerlendireceğini, hangi kriterlere göre üretim planlama sırasına dahil edeceğini kesin olarak belirleyemezse hitap ettiği müşteri kitlesi içerisinde kargaşaya ve memnuniyetsizliğe sebebiyet verebilir. Aynı memnuniyetsizlik, işletmenin çalışmasındaki verimsizlik ve tıkanıklıklardan dolayı firmanın yöneticilerini ve sahiplerini de rahatsız eder. Gharehgozli ve diğ. (2008), araştırmasında bir model önermeye ek olarak literatürdeki önemli bir eksikliğe de bir bakış açısı getirmiştir. Bu kapsamda siparişlerin sıralanmasında önemli olabilecek, çoğu soyut ve nitel olan kriterleri tanımlayarak araştırmacılara bu konuda önemli fikirler sunmuştur. Araştırmacılar sipariş kabulünü-reddini veya sıralamasını etkileyen önemli kriterleri müşteri, firma ve siparişle ilişkilendirerek aşağıdaki gibi sınıflandırarak tanımlamışlardır (Gharehgozli ve diğ., 2008):

#### Müşteri ile İlişkili Kriterler:

Esnek ve gerçek zamanlı bilgi teknolojisine erişilebilirlik: Bilişim teknolojisi kullanımının yüksek olduğu bir müşterinin siparişleri, iletişim ve etkileşim kolaylığı nedeniyle daha kolay kabul edilebilirdir.

Taahhüt: Uzun vadeli bir ilişki ve iyi bir taahhüt ile müşteriden gelen bir siparişin kabul edilmesi kaçınılmazdır. Burada müşteri ile çalışılan yıl sayısı öne çıkmaktadır.

Talebin öngörülebilirliği: Gelen sipariş talebi öngörülebilir ve beklenmedik bir şekilde uçucugidici değilse, kabul edilirdir. Müşteri kararlarında istikrarlı ve net ise siparişleri kabul edilebilirdir.

#### Firma ve İşlemle İlişkili Kriterler:

Çalışanların yeteneği: Siparişin ihtiyaçları kapasite ve çalışanların yetenekleriyle karşılanabilirse kabul edilir.



Ekipman yeteneği: Firmanın ekipmanları siparişin ihtiyaçlarını karşılayabiliyorsa sipariş kabul edilir.

Değişiklik maliyeti: Değişim maliyeti gerçekten yüksekse müşterinin mevcut siparişlerinden tamamen farklı yeni bir sipariş kabul edilemez.

Teslimat süreleri: Doğrudan teslim süresi süresiyle ilgilidir.

Teslimat güvenilirliği: Teslimat güvenilirliği yüksekse, gelen siparişin kabul edilmesi mantıklı olur. Riskli bir taşıma veya riskli bir bölgeye teslimat, siparişin sorunsuz teslim edilmesinde ve dolayısıyla ödeme işlemlerinin tamamlanmasında risk teşkil ediyorsa ilgili siparişler kabul edilmez.

Siparişle İlişkili Kriterler:

Stokta bulundurma masrafı: Bir siparişin stokta bulundurma maliyeti ne kadar düşükse, siparişin kabul edilmesi de o kadar uygun olur.

Sipariş zellikleri: Gelen siparişin özellikleri firmanın mevcut işlemlerine benzerse, siparişin kabul edilmesi daha doğru olur. Firmalar zaten üretemeyeceği bir siparişi kabul etmemelidir.

Krlılık: Gelen bir siparişin kabulünü veya reddini etkileyen ana konulardan biri de krlılık yönüdür. Bir sipariş işletme açısından yeterli kar getirisine sahipse kabul edilir. Yüksek kar getirisine sahipse önceliklendirilebilir.

Eskime ve bozulma riski: Siparişteki ürünün ömrü az ise veya ürünün bozulma ihtimali yüksekse, gelen sipariş ret eğilimindedir. Özellikle gıda ve bazı kimya endüstrileri buna örnek olarak verilebilir.

Sürekli değişen rn: Gelen sipariş sürekli değişen ürünlere aitse, siparişin kabul edilmesi karlı değildir.

Araştırmacıların yaptığı örnek durum çalışmasında uzmanların belirttiği kriterler ise şu şekildedir (Gharehgozli ve diğ., 2008):

- Karlılık,

- Düşük iade maliyeti,
- Düşük değişim maliyeti,
- Taahhüt.

Gordon ve Strusevich (2008), tek makineli planlama ve teslim tarihi probleminin çözümü için önerdiği amaç fonksiyonunda, bir siparişin teslim tarihini değiştirmenin maliyetini ve kendi teslim tarihinde tamamlanamayan işlerin toplam maliyetini minimize etmeyi önermiştir. Bu amaçla iki popüler teslim tarihi atama metodu olan CON ve SLK ile birlikte polinom - zamanlı bir dinamik programlama algoritmasını sunmuştur.

Deng ve diğ. (2008), daha iyi gelir fırsatları yakalamak amacıyla stokastik olan talebi yönetmek için gelir bazlı bir kapasite yönetim modeli önermiştir. Bu çalışmada önerilen model, hizmet ve imalat ortamlarında yüksek gelir getirici pazar segmentleri için kapasiteyi paylaştıran sipariş kabul politikaları oluşturur. Araştırmacılar tarafından geliştirilen metotlara göre bir firma kapasite kullanımına göre 3 sınıf ürün üretir. Bu sınıflar; düşük kapasiteli, orta kapasiteli ve yüksek kapasiteli şeklinde isimlendirilir. Bu 3 sınıf, birim kapasite kullanımından veya birim stoktan getireceği gelire göre, düşük gelirli, orta gelirli ve yüksek gelirli olarak tanımlanır. Eğer her gelen sipariş FCFS'ye göre işleme alınırsa, düşük kapasiteli siparişlerle kapasite bitkin hale düşebilir. Bu durumda işletme erken teslim için daha yüksek ücret ödeyen müşterileri kaybedebilir. Bu müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek için, kapasitenin belirli bölümleri ön planda tutulmalıdır. Bu aşamadan sonra iki soru ortaya çıkmaktadır. Yüksek gelirli siparişler için ayrılması gereken optimum kapasite nedir? Hangi tür sipariş kabul kuralları kullanılmalıdır? Deng ve diğ. (2008) çalışması bu sorulara dikkat çekmektedir.

Pibernik ve Yadav (2008), siparişe üretim yapan firmalarda, gelen siparişlerin yüksek öncelikli müşteriye ait olma durumunu göz önünde bulundurarak, yüksek öncelikli ve normal olmak üzere 2 sınıf müşteri grubundan rastgele gelen sipariş taleplerine değinmişlerdir. Araştırma, 2 farklı özellik sunmaktadır. 1. olarak müşterilerin gelecek siparişleri için teslim tarihi tercihlerindeki firmanın belirsizliği modellenir, 2. olaraksa bir siparişe gecikme cezasıyla sonuçlanacak bir teslim tarihi vermek yerine kapasite rezervini kullanmayı önerir. Araştırmanın analiz sonuçlarına bakıldığında, önerilen kapasite rezerv metodunun sadece yüksek öncelikli müşteri taleplerinin karşılanmasını değil aynı zamanda işletmenin genel kapasite kullanım oranını arttırdığı da belirtilmiştir (Pibernik ve Yadav, 2008).

Rom ve Slotnick (2008), çalışmalarında sipariş kabul problemini çözmek için kar maksimizasyonuna dayalı amaç fonksiyonunda siparişlerden elde edilen toplam gelirden toplam gecikme maliyetinin farkını alarak işletmenin nasıl daha karlı duruma geçebileceğine dikkat çekilmiştir. Amaç fonksiyonunun optimizasyonu için genetik algoritma kullanılmış ve ortaya çıkan modelin genetik algoritmadan kaynaklanan büyük sayıdaki siparişler için artan işlem zamanına rağmen küçük algoritmalara karşı daha iyi sonuçlar ürettiği öne sürülmüştür

Gelen siparişlerin kabul kriterlerinde en önemli yere sahip olan kapasite, bu probleme çözüm önerisi sunan çalışmaların tamamında göz önünde bulundurulmuştur. Ancak bir işletme her gelen siparişi kabul edip üreterek ideal işletme karına ulaşamaz. Chen ve diğ. (2009), siparişe üretim işletmelerinin kapasite planlama problemlerine değinirken; çalışmalarında normal süre, fazla mesai ve dış kaynak kullanımını da dikkate alarak maksimal kapasite kullanımı ile optimum faaliyet karı arasında bir karşıtlık olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar, toplam faaliyet gelirleri ve süreç maliyetleri farkından oluşan net karı amaç fonksiyonu olarak maksimize etmeyi hedefleyerek modeli karmaşık tamsayı çözücüsü kullanarak çözmüşlerdir (Chen ve diğ., 2009).

Bazı işletmeler hem stoğa hem siparişe üretim yaparlar. Böyle hibrit üretim ortamlarında sipariş kabul-ret kararlarını vermek için Kalantari ve arkadaşları tarafından 5 aşamalı bir karar destek modeli geliştirilmiştir (Kalantari ve diğ., 2010). Araştırmacılar çalışmalarında her bir müşterinin önceliğini belirlemek için kullanılan bulanık bir TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Önerilen nitelikler ve açıklamalar aşağıdaki gibidir (Kalantari ve diğ., 2010):

1.Müşteriyle Olan İşlemin Firma İle Parasal Hacmi: Bu özellikle ilgili olarak, müşteriler çok yüksek parasal hacim, yüksek parasal hacim, orta parasal hacim, düşük parasal hacim ve çok düşük parasal hacim olarak sınıflandırılabilir. Yukarıdaki kategoriler için görece müşteri öncelikleri sırasıyla: çok yüksek, yüksek, normal, düşük, çok düşüktür. Bu özellik aslında sipariş önceliğini değerlendirmektedir.

2.Firma İle Yapılan Müşteri İşlemlerinin Sıklığı: Müşteriler sık, düzenli, orta, düzensiz ve nadir olarak sınıflandırılır. Yukarıdaki kategoriler için görece müşteri öncelikleri sırasıyla: çok yüksek, yüksek, normal, düşük, çok düşüktür.

3.Müşterinin İtibarı: Firma, müşterinin talep oranına, müşterinin firma büyüklüğüne ve endüstrideki müşterinin nüfuzuna dayalı olarak müşterinin itibarını belirler. Müşterinin itibarı

çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olabilir. Yukarıdaki kategoriler için göreceli müşteri öncelikleri sırasıyla: çok yüksek, yüksek, normal, düşük, çok düşüktür.

4. Müşterinin Sadakati: Uygulayıcılar, Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) bağlamında müşterinin sadakatine ilişkin çeşitli tanımlar önermişlerdir. Şirket, müşteri sadakatini müşterinin geçmiş satın alma modeline, müşterinin tercih ettiği bir ürünü gelecekte sürekli geri satın alma taahhüdüne, müşterinin firma ile olan işlemlerinin sıklığına ve yeniliğine, müşterinin firmanın rakipleriyle olan ilişkisine, müşterinin ödeme trendine ve uzun vadeli yatırımlar için motivasyonuna, firma ile uzun vadeli bir ilişki kurmasına göre tanımlamaktadır.

##### 5. Müşterinin Firma İle İletişim Kurması.

Kalantari ve arkadaşları, yukarıda bahse konu geçen nitelikleri modellerine yansıtarak ortaya çıkardıkları modelde aşağıdaki varsayımları kabul etmişlerdir (Kalantari ve diğ., 2010):

- Modelde planlama periyodu olarak T ismiyle belirtilen, eşit periyotlardan oluşan bir zaman dilimi kullanılır. Müşteri siparişlerinin her periyodun başında şirkete ulaştığı kabul edilir.
- Siparişler, müşterilerin önceliklerinden dolayı normal öncelik ve yüksek öncelik olarak sınıflandırılır.
- Bir sipariş kabul edilirse, teslim edilen siparişin miktarı, müşterinin belirlediği sipariş miktarına tam olarak eşit olmalıdır.
- Siparişin teslim tarihi müşteri tarafından belirlenir.
- Siparişler belirtilen son teslim tarihinden sonra veya erken bir tarihte tamamlanırsa, şirket geç veya erken teslim cezası ödemelidir. Bu modelde, erken teslim cezasının gecikme cezasına eşit olduğu kabul edilmektedir.
- Modelde, işletmenin üreteceği her çeşit ürün için gerek duyacağı hammadde stoğunun bulunduğu kabul edilmektedir.
- Modelde kurulum süresi ve üretim atıkları dikkate alınmaz.
- Şirketin gelen siparişleri üretmek için düzenli olarak yeterli kapasitesi yoksa fazla mesai vardiyaları ve dış kaynak kullanımı yasaktır.

Oğuz ve diğ. (2010), siparişlerin giriş tarihi, bitiş tarihi, teslim tarihi, işleme süresi, sıraya bağlı kurulum süresi ve gelirleriyle tanımlandığı tek makineli bir üretim ortamı için sipariş kabul ve planlama kararlarını çalışmıştır. Araştırmacılar, bir siparişin gelirini siparişin gecikme ve son teslim tarihinin bir fonksiyonu olarak ifade ederek toplam sipariş gelirlerinin maksimize edilmesini amaçlamıştır. Bu amaçla 15 sipariş kaydından büyük sayılar için ideal çözüm sunacak bir karışık tamsayı programlama yöntemi kullanılmıştır. Ek olarak büyük sayıdaki problemleri çözmek için 3 algoritma geliştirilmiş ve yapılan hesaplama deneylerle geliştirilen algoritmaların 300 civarındaki siparişler için etkili ve verimli hesaplama yaptığı öne sürülmüştür (Oğuz ve diğ., 2010).

Patil (2010) tarafından yapılan çalışmada önceki planlama çalışmalarında müşteri memnuniyeti ilkelerinin yeterince dikkate alınmadığı vurgulanarak, “Müşteri memnuniyetine odaklı dinamik teslim tarihi teklifi politikasının” müşteri memnuniyeti ve net kar açısından oldukça önemli olduğu, ve bu politikanın literatürde daha önce test edilen diğer teslim tarihi politikalarına göre oldukça başarılı olduğu simülasyon deneyleri ile belirtilmiştir. Üretim planlamasında yeni bir üretimi başlatmak için boşluk olduğunda darboğazda bir rahatlama oluşturmak için, verimli sipariş kabul ve planlama politikaları bazen bazı siparişleri reddetmeyi gerektirir. Van Foreest ve diğ (2010), akıllıca tanımlanan bu boşluğun, yüksek darboğaz kullanımında başarı sağladığını göstermiştir. Yoon ve Nof (2011) gelen siparişlerin durumuna göre kapasiteyi dalgalandırarak söz verilen mevcut siparişlerin teslim tarihlerini değiştirmeden sadece kapasiteyi arttırarak yeni gelen siparişleri kabul etmek için bir kısım metotlar önermiştir. Araştırmacıların önerdiği metotların doğrulanması için talep ve üretim kapasitesindeki değişimler incelenerek yapılan deneysel çalışmalarda önerilen metotlarla sipariş kabul ve kapasite kullanım oranlarının değişken miktarlar üzerinden ortalama %10-15 civarında arttığı gösterilmiştir (Yoon ve Nof, 2011).

Siparişe üretim yapan firmalar, performanslarını arttırmak için ürettikleri ürünlerde dinamik fiyatlandırma ve teslim tarihi yönetimi gibi farklı yöntemler kullanırlar. Bu tür yöntemler, işletmelere üreteceği ürünler için fiyat ve teslimat süreleri beklentilerine göre farklı müşteri sınıfları oluşturma imkânını sağlar. Farklı müşteri sınıflarını farklı fiyat ve teslim süreleri ile fiyatlandırmak, üreticinin karını ve kapasite kullanım oranlarını arttırarak işletme performansını ve kazançlarını arttırabilir. Bu alandaki ilgili çalışmaların çoğu üretim kısıtlarının fiyat ve teslimata ilişkin kararlar üzerindeki etkilerini dikkate almamaktadır.

Chaharsooghi ve diğ. (2011) çalışmalarında sınırlı bir üretim kapasitesi ve stokastik talep fonksiyonu altında çok periyotlu siparişe üretim ortamlarında; dinamik olarak fiyat, teslim süresi seçimi ve müşterilerin gruplandırılmasındaki esnekliğin rolüne dikkat çekmişlerdir. Buna göre işletmelerin ürünleri için izleyeceği değişken fiyatlandırma ve esnek teslim tarihi kararları ile performanslarını arttırılabileceği öne sürülmektedir. Araştırmacılar, çalışmalarında talebi; fiyatın, teslim zamanının ve zamanın doğrusal bir fonksiyonu olarak tanımlamıştır. Yeni bir yaklaşım olarak, “Söz vermek için karlı” yaklaşımı ve karışık tamsayı programlama ile sistem dinamiklerinin simülasyonunu birleştiren yeni bir hibrit karar destek sistemini sunan Khatai ve diğ. (2011)’ne göre; sunulan modelin çıktıları, daha fazla siparişi yerine getirme çabasının fiilen şirketin kârını düşürdüğünü ve ürün satış fiyatını ayarlamayı gerektirdiğini göstermektedir. Bir şirketin planlı siparişlerinin yanı sıra talep dışı gelebilecek potansiyel siparişleri de olabilir. Böyle bir ortam için talep dışı gelebilecek potansiyel siparişlerden oluşan bir havuzu olan tek makineli üretim ortamları için sipariş kabul ve planlama çalışmaları Nobibon ve Leus (2011) tarafından genelleştirilmiştir. Araştırmacılara göre, kabul edilen siparişleri işlemek için kapasite uygunluğu sınırlıdır ve her bir sipariş; bilinen bir işleme süresi, teslim tarihi, gelir ve teslim tarihinin ötesindeki gecikmenin her birim zamanı için bir para cezası ile temsil edilen bir ağırlıkla nitelendirilmiştir. Problemin çözümü için formüller önerilerek 50 siparişe kadar makul işlem süreleri içinde problemin çözüme kavuştuğu gösterilmiştir.

Germes ve Foreest (2012) tarafından yapılan bir model çalışmasında ise, teslim tarihi problemi için müşteri siparişleri; birlikte üretilebilecek, birbirine bağımlı olan ürün grupları şeklinde gruplanarak, üretim miktarının (lot büyüklüğünün) kapasiteyi en iyi kullanabilecek şekilde hesaplanarak üretime hazırlık süresindeki kayıpları en aza indirmeyi amaçlanmış, aynı sipariş – ürün ailesi için ortak bir teslim tarihi tavsiye edilmiştir. Sonuç olarak çalışmada; standart teslim sürelerine kıyasla, aynı ürün ailesine bağlı teslim sürelerinin şirketlere kârda önemli bir kazanç getirebileceği gösterilmiştir. Lu ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada; öne sürülen algoritma sayesinde, müşterinin sipariş sıralamasındaki belirsizliğin modellenmesini ve birden fazla farklı siparişin ayrıntılı sıralama kararını birleşik bir çerçevede sunulmuştur. Araştırmacılar önemli yönetsel bilgiler sunarak; üreticinin fiyatlandırma yapması için sürekli, tam bir fiyat aralığını düşünmek yerine sadece birkaç ayrı fiyatı değerlendirmesinin yeterli olacağını, sipariş sıralama olasılıkları hakkında doğru bilgiyi bilmenin üreticinin karlı fiyatlandırma ve planlama kararları vermesi açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Sonuçta, ürün fiyat teklifi ile üretim planlamanın birlikte koordine edildiğinde diğer alternatif karar modellerine göre kar maksimizasyonuna ulaşmanın daha kolay olduğu belirtilmektedir.

Guhlich ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada, gelir yönetiminde kar maksimizasyonu sağlayabilmek amacıyla, siparişe göre montaj yapan işletmeler için bir talep yönetim modeli öne sürülmektedir. Öne sürülen karar modeli ile öncelikle gelen bir sipariş talebinin kabul edilip edilmeyeceğinin kararı verilmektedir. İstenen teslim tarihine göre kar getirisi olmayan siparişler reddedilerek, üretimi uygun bulunan siparişler kabul edilmektedir. Kabul edilen siparişlere teslim zamanı verecek “Stokastik dinamik bir program” yapılmıştır. Bu program ile her gelen sipariş için karı maksimize edecek bir teslim tarihi aranmaktadır. Karlı bulunan siparişler kendi teslim tarihleri ile kabul edilmekte, karlı bulunmayan siparişler ise reddedilmektedir. Öne sürülen algoritmanın performansı FCFS gibi gelir yönetimi modelleri ile kıyaslanmaktadır (Guhlich ve diğ., 2015).

Mor ve diğ. (2013) literatürdeki tek makineli planlama çalışmalarından farklı olarak işe bağlı teslim süresi için teslim tarihi atama problemini çalışmışlardır. Çalışmalarında her iş için erken maliyet, gecikme maliyeti ve teslim tarihinin teslimat süresinden daha gecikmesi durumunda doğacak geciktirme maliyeti olmak üzere üç maliyet bileşenini kullanmıştır. Yapılan formülizasyon çalışmasında amaç, işleri planlarken tüm sıralı işler arasındaki azami maliyeti en aza indirerek teslim tarihi atamaktır. Bir başka çalışmada sıralı iki makinedeki işlerin akışı için az bir gecikme ile ortak teslim tarihi belirleme problemi üzerinde ikili ağaç veri yapısı yöntemini kullanılmıştır. (Ilić, 2015). Jagan ve diğ. (2015) yine tek makineli planlama ortamında bir miktar boşa kalma süresi ekleyerek tüm işlerin ceza değerlerini en iyi duruma getirmek için bir çalışma yapmışlardır. Farklı planlama periyotları için yapılan çalışmada en uzun işlem süresinin ilk önce üretilmesi yönteminin en az ceza değeri elde ettiği sonucuna varmışlardır.

Demir ve diğ. (2015) tarafından süreç planlama ve zamanlama ile SLK teslim tarihi yöntemini genetik algoritma ve rastgele arama teknikleri ile entegre edilerek yapılan çalışmada, erken ve geç kalan teslim tarihlerinin cezalandırılması varsayılmıştır. Yapılan çalışmanın neticesinde genetik algoritma çözümünün diğer çözümlerden daha iyi performans gösterdiği vurgulanmıştır. Low ve diğ. (2015), tek makine planlama ortamında planlı bakım periyotlarını dikkate alarak ortak bir teslim tarihi için işlerin tamamlanma zamanlarının mutlak sapmalarını en aza indirmeyi amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada problem karışık

tamsayı doğrusal programlama yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Canıyılmaz ve diğ. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, belirli makine kısıtlamaları ile belirli bitiş tarihi kısıtlamalarını göz önünde bulundurarak iş sırasına bağlı kurulum süresi özelliği kullanılarak toplam gecikmeyi minimuma indirmek amaçlanmıştır. Gerçek bir fabrika verisi ile yapılan çalışmada yapay arı koloni algoritması ve genetik algoritma entegre edilerek kullanılmış olup yapay arı koloni algoritması genetik algoritmadan daha performanslı bulunmuştur.

Çakar ve diğ. (2015) ise tek makineli ortamda çift teslim tarihi ile geciken işlerde geçen süreye göre iki farklı gecikme maliyetini uygulayarak toplam ağırlıklı gecikme maliyetini azaltmaya çalışmışlardır. Yapılan çalışmada toplam ağırlıklı gecikmeyi azaltmak için Nöro-baskınlık kuralı yöntemi önerilmiştir. Nöro-baskınlık kuralını elde etmek için yapay sinir ağı ile 12.000 veri ögesi kullanılıp farklı 15.000 veri üzerinde test işlemleri yapılmıştır. Baker ve Trietsch (2015), sıralanan işlerin geç kalmaması ile teslim tarihlerinin gecikmemesini dengelemek amacıyla stokastik tek makine modeli için formülizasyon çalışması yapmışlardır.

2016 yılında yapılan bir çalışmada satış pazarlama, üretim planlama ve sevkiyat birimlerinin yaptığı işler olan teslim tarihi, üretim planlaması ve teslimat dağıtım planlaması aşamaları için tek makineli ortamda gecikme ile ilgili maliyetlerin en aza indirilmesi sorunu araştırılmıştır. Problemin çözümünde formüller karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama ve karışık tamsayılı programlama yöntemleri kullanılarak çözülmüştür (Assarzadegan ve Barzoki, 2016). Shabtay ve diğ. (2016) tarafından tek makine planlama ortamında toplam ağırlıklı iş sayısı ve teslim tarihi atama maliyetini en aza indirmek amacıyla polinom algoritması teknikleri kullanılarak bir yaklaşım şeması önerilmiştir. Schäfer ve diğ. (2016), dört gerçek üretici firmanın geribildirim verileri üzerinde istatistiksel hesaplamalar yaparak şirketlerin kullandığı teslim tarihi performans kriterleri olan gecikme, göreceli gecikme, zamanlama güvenilirliği gibi özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkilerini analiz etmiştir.

Demir ve diğ. (2016) entegre süreç planlama, çizelgeleme ve teslim tarihi atama problemi üzerinde çalışmışlardır. Bu konuda literatürde yapılan ilk çalışmadır. Çünkü süreç planlamanın çıktısı çizelgeleme işleminin girdisi olmakta, çizelgeleme işlemlerinin çıktısı ise teslim tarihi olarak karşımıza gelmektedir. Araştırmacılar çalışmalarında rastgele arama, hibrit arama ve genetik algoritma ile arama yöntemlerini kullanmış olup en iyi çözüm kombinasyonunu hibrit aramanın verdiğini vurgulamışlardır (Demir ve diğ., 2016). Aynı problem için Demir ve Erden (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise genetik algoritmanın en iyi çözümü sunduğu



vurgulanmıştır. Samarghandi ve Behroozi (2016) tarafından geliştirilen bir algoritma ile atölye çizelgeleme problemi üzerine çalışılmıştır. Yapılan çalışmada her işin belirlenmiş bir teslim tarihi zorunlu kısıt olarak kullanılıp ardışık işler arasında bekleme süresinin olmadığı kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Geliştirilen algoritmanın matematiksel modellerden çok daha hızlı olduğu test problemleri çözümüyle gösterilmiştir. Kuroda (2016) tarafından yapılan çalışmada, teslim tarihi tahmin yöntemleri ile müşterinin değişkenlik gösteren ürün özelliklerine göre talep ettiği siparişler üzerinde araştırma yapılarak ürün tasarımı ve üretimin entegrasyonu ile teslim tarihi probleminin yakından ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Çalışmanın sonucunda müşteri gereksinimlerini karşılamak ve daha verimli bir ürün elde etmek için ürün tasarım birimi ile üretim birimi arasında bilgi paylaşımının gerekliliği doğrulanmıştır. Ortak bir teslim tarihi ile toplam erken gecikmeyi en aza indirmek amacıyla tek makineli ortam için yapılan bir çalışmada karışık tamsayı doğrusal programlama ve dinamik programlama yöntemleri büyük bir veri seti üzerinde kullanılarak test edilmiştir. Yapılan bu çalışmada dinamik programlama yönteminin ideal çözümler elde etmede daha az bellek gereksinimi ile daha etkili olduğu vurgulanmıştır (Low ve ark., 2016).

Li ve Chen (2017) tarafından geliştirilen polinom-zaman algoritması ile tek makineli planlama ortamında teslim tarihi atama problemine bir çözüm önermektedir. Yapılan çalışmada ortak teslim tarihi ve iş planını belirlemek ve teslim tarihi atama maliyeti, toplam erken cezalarını içeren bir maliyet ceza fonksiyonunu minimize etmek amaçlanmıştır. Yeni gelen bir siparişin mevcut iş yüküne ekleneceği dinamik akışlı bir fabrika ortamı için toplu iş planlama problemi Nurainun ve diğ. (2016) tarafından çalışılmıştır. Çalışmadaki karar mekanizması, yeni eklenen işin toplam maliyetini mevcut iş çizelgesiyle karşılaştırarak gerçekleştirir. Toplam maliyeti en aza indirmek amacıyla parti büyüklüğünü de bulmak için bir algoritma geliştirilerek çözümde karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama yöntemi kullanılmıştır. Ortak bir teslim tarihi için çok sayıda ürün üreten bir makinedeki seri üretim ve arıza durumu için bakım planlamasının entegre düşünüldüğü bir problemde üretim süresinin uzamasına bağlı olarak stok maliyeti ve bakım maliyetini dengelemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmadaki amaç fonksiyonu stok maliyeti, kurulum maliyeti, önleyici ve düzeltici bakım maliyeti ve yeniden işleme maliyetini kapsayan toplam maliyeti minimize etmektir (Zahedi ve diğ., 2016).

Zhao (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, gecikmiş iş sayısını ve teslim tarihi maliyetini içeren bir maliyet fonksiyonunu minimize etmek amacıyla dinamik programlama algoritması

ve polinom-zamanlı bir yaklaşım şeması önerilmiştir. Lin ve diğ. (2017); makine sayısı, bakım, kısmi ve beklenmedik arıza durumları için bir üretim ortamı tasarlayarak bu ortamda her aşamadaki kapasiteyi stokastik olarak kabul eden bir yaklaşım önermiştir. Araştırmacılar, önerilen yaklaşımın belirli bir teslim tarihi için piyasa koşullarını karşılayabilmesini ise çalışmada “güvenilirlik” olarak tanımlayarak çalışmanın uygulama aşamasında kiremit ve ayakkabı üretim sistemi için tahmini tarih aralıklarını ve önerilen algoritmanın verimliliğini sunmuşlardır. Drwal (2017) ise yaptığı çalışmada tek makina çizelgeleme problemi için teslim tarihlerinin tam olarak bilinmediği durumlarda, geç kalan işlerin sayısını minimize etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada işlerin ağırlıkları eşit olduğu varsayılarak hesaplamalarda karışık tamsayılı bir doğrusal programlama formülasyonu kullanılmıştır. Lödding ve Piontek (2017) en erken bitiş süresine göre siparişleri sıralama etkinliğini analiz etmiştir. Çalışmada önerilen basit bir model ile işlerdeki gecikmenin erken bitiş süresine göre sıralama vasıtasıyla telafi edilip edilemeyeceği gösterilmiştir.

## **2.3. KULLANILAN YÖNTEMLERİN LİTERATÜR ÖZETİ**

### **2.3.1. Doğrusal Model**

Karar verme modeli olarak doğrusal model farklı alanlarda birçok karar problemlerinde temel alınarak kullanılmıştır. 1998 yılında yapılan bir çalışma ile iş sürecine katkı sağlamak amacıyla, çeşitli hizmetler üreten acentelere satış teklifleri üretmek, değerlendirmek ve gerektiğinde de karşı teklif üretmek için çeşitli müzakere modelleri ve taktik stratejilerinin geliştirilmesinde doğrusal modelleme yöntemi kullanılmıştır (Faratin ve ark., 1998). Aynı yıl bir başka bir çalışmada doğrusal karar modeli, AHP yöntemiyle entegre edilerek doğrusal programlama ile tedarikçi seçimi problemine uygulanmıştır (Ghodsypour, 1998). Ünal tarafından 2005 yılında yapılan doktora çalışmasında ise doğrusal model kullanılarak Milli Güç belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Ünal, 2005). Chen ve arkadaşları 2008 yılında doğrusal karar kuralları üzerine olasılık programlama kuralları geliştirmiştir (Chen ve ark., 2008). Erkoç ve arkadaşları tarafından 2012 yılında öğrenme yönetim sistemi seçme problemi için çok kriterli karar verme yöntemi olarak doğrusal modelleme uygulanmıştır (Erkoç ve ark., 2012).

### **2.3.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS / AHP)**

AHP yöntemi eğitimden sağlığa, işletmeden mühendisliğe hemen her alanda karar vericilerin işini kolaylaştırmaya, bir konudaki kanaati belirlemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Yapılan bazı çalışmalara bakıldığında 2002 yılında ekmek, süt gibi kolayda ürünlerin perakende satış yerinin belirlenmesi için AHP yöntemi kullanılarak bir çalışma yapılmıştır (Timor, 2002). Timor (2004) tarafından alışveriş merkezleri için yer belirlenmesinde ve (2005) fast food restoran yeri seçiminde kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Başka bir çalışmada otomobil satın almada çeşitli kriterler göz önünde bulundurularak karar vermeyi kolaylaştırmak için AHP yöntemi önerilmiştir (Terzi ve diğ., 2006). Özden (2008), ilkokul seçimi için öğrenci ve aile açısından bazı kriterler belirleyip 3 alternatif okulu 9 kriter açısından değerlendirerek AHP yöntemi ile ilkokul seçme problemine çözüm getirmiştir. Doğan ve Ger (2012), özel bir üniversitenin yerleşke planlamasını; üniversitenin mütevelli heyeti, rektörlük, genel sekreterlik ve öğrenci temsilciliği gibi farklı paydaşlara sorarak her paydaşın kendi kanaatine ve önceliklerine göre cevaplayacağı kriter ağırlıklarına göre yapmışlardır.

Ömürbek ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmada Isparta ilinde hayvancılık faaliyeti yapacak bir kuruluşa yer belirleme problemi 7 alternatif ilçe ve 5 kriter kullanılarak AHP yöntemiyle çözülmüş ve hayvancılık faaliyeti için en uygun ilçe ile en uygunsuz ilçeler belirlenerek yatırımcılar için karar desteği sağlanmıştır. Ar ve diğ. (2014) tarafından yapılan bir diğer çalışmada bir ilin yatırım kararını vermesinde ilk defa çok kriterli karar yöntemleri kullanılarak Rize Organize Sanayi Bölgesinde hangi sektörlere öncelik verilmesi gerektiği 7 alternatif ve 7 kriter için AHP tekniği kullanılarak araştırılmıştır.

Aktepe tarafından yapılan ve AHP, VIKOR ve MOORA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmasında büyük ölçekli bir döküm fabrikası için 3 ayrı ilde depo yeri belirlenmesi problemi 11 alternatifin değerlendirilmesiyle yapılmıştır. Çalışmada kriterlerin ağırlığı AHP yöntemi ile belirlenerek VIKOR ve MOORA yöntemiyle de alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilmiştir (Aktepe, 2014). Bir başka çalışmada ise mukavva karton kutu üreten bir işletme için kağıt tedarikçisi seçme problemi AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılarak çözülmüştür (Supçiller, 2011). Özbek (2014) tarafından tedarikçi seçimi üzerine yapılmıştır. Tedarikçi seçimi için fiyat, kalite, teknik yeterlilik vb 7 farklı kriterin etkisi bulanık AHP yöntemi ile araştırılmış ve en etkili kriter olarak fiyat, daha sonra ise kalite olarak tespit edilmiştir. Aynı problemin otel işletmelerinde tek ürün ve tek dönem için yapılan tedarikçi seçimi probleminin çözümünde otel işletmesinin diğer kısıtları için AHP yöntemine ek olarak hedef programlama yöntemi de kullanılmıştır (Karaatlı, 2014).

### 2.3.3. Moora

MOORA yöntemi ilk olarak Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından önerilmiştir. Brauers ve diğ. (2008a) daha sonra Litvanya'nın başkenti Vilnius şehrindeki 15 inşaat müteahhidini çeşitli kriterler bakımından MOORA yöntemi ile sıralayarak en optimum müteahhidin seçilmesi problemine çözüm önerisinde bulunmuştur. Aynı yıl aynı araştırmacılar yol tasarımı ve yol yapımı için MOORA yöntemini kullanarak bir vaka çalışması için en iyi alternatifi bulmuşlardır (Brauers ve diğ, 2008b). Konut içi iklim etki eden kriterler ve bu kriterleri göz önünde bulundurarak mevcut konut alternatifleri arasından en iyisini seçmek amacıyla yapılan çalışma yine aynı yıl yapılmıştır (Kalibatas ve Turskis, 2008). Bir başka çalışmada gerçek zamanlı imalat ortamlarında karşılaşılabilecek 6 farklı problem ve bu problemlere daha önceki çalışmalarda önerilen ölçekler kullanılarak MOORA yöntemi ile çözülmüştür (Chakraborty, 2011). Malzeme seçme problemi üzerine referans noktası ve tam çarpım yaklaşımlarının uygulanması yapılmıştır (Karande ve Chakraborty, 2012). Mevcut bir limanın genişletilmesi veya yeni bir liman için uygun yerin belirlenmesi için yapılan çalışmada deniz limanı simülasyonu alanında MOORA yöntemi kullanarak yeni bir bakış açısı önerilmiştir (Brauers, 2013). Başka bir çalışmada kamu veya özel binalar için 4 çeşit cephe 12 farklı kriter için çeşitli yöntemler ve karşılaştırmalı olarak MOORA yöntemiyle değerlendirilmiştir (Zavadskas ve ark., 2013). Attri ve Grover (2014), çalışmalarında MOORA yöntemini ürün yaşam döngüsü içerisindeki ürün tasarımı, malzeme, imalat sistemi, tesis yeri, tesis düzeni, malzeme ve teknoloji, tedarikçi gibi üretim alanlarının farklı alanlarındaki karar süreçlerinde kullanmanın oldukça basit olduğunu ve etkili kararlar almayı kolaylaştırdığını savunmuştur. Spesifik bir makinenin seçiminde uzman görüşleri alınarak değerlendirilen kriterlerin MOORA yöntemiyle yöneticilere iyi bir rehberlik edeceği Sarkar ve arkadaşları tarafından örnek bir vaka çalışması ile gösterilmiştir (Sarkar ve diğ., 2015). Başka bir çalışmada MOORA yönteminin hesaplamalarının gri ilişkisel analiz yöntemine göre daha basit, anlaşılabilir ve etkili olduğu örnek bir durum çalışmasıyla gösterilmiştir (Patel ve Maniya, 2015).

Ulusal çalışmalara bakıldığında, günümüzde klasik tedarik zincirinden dijital tedarik zincirine doğru artan eğilimin neticesi olarak en iyi tedarikçiyi seçmek veya sıralamak amacıyla MOORA yöntemi önerilmektedir (Büyüközkan ve Göçer, 2017). Özbek tarafından akademik birim yöneticileri atamada kullanılan kriterlerin analitik hiyerarşi süreci kullanılarak ağırlıklandırılabilmesi ve MOORA yöntemi ile seçim işleminin yapılabilmesi gösterilmiştir

(Özbek, 2015). Şimşek ve arkadaşları tarafından bir otel işletmesinin tedarikçi seçme problemi TOPSIS ve MOORA yöntemleri kullanılarak çözülmüştür (Şimşek ve diğ., 2015). Uygurtürk tarafından yapılan bir diğer çalışma ile bankaların internet şubeleri, müşterilerin tercihi bakımından çeşitli kriterler ile değerlendirilerek en uygun internet bankacılığı hizmeti veren bankayı seçmek için bankalar MOORA yöntemi ile sıralanmıştır (Uygurtürk, 2015). Özçelik ve Atmaca (2014) tarafından satınalma sürecindeki tedarikçi seçimi problemi için MOORA yönteminin tedarikçi seçmede etkili bir yöntem olduğu örnek bir çalışma ile vurgulanmıştır. Tepe ve Görener (2014) ise kurumsal bir şirketin personel seçme problemini araştırmıştır. Araştırmacılar personel seçme kriterlerinin ağırlıklarını analitik hiyerarşi süreci vasıtasıyla belirleyerek seçilecek personelin değerlendirilmesini MOORA yöntemiyle gerçekleştirmişlerdir. Türe ve diğ. (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada 76 ülke, 2012 yılına ait verileri baz alınarak 22 ekonomik ve politik risk kriterine göre MOORA yöntemi ile sıralanmıştır. Yıldırım ve Önay (2013) tarafından yapılan bir çalışmada bulut teknolojisi firmaları çeşitli kriterlere göre bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile ağırlıklandırılarak MOORA ile sıralanarak değerlendirilmiştir.

#### 2.3.4. Fcfs ve Edd

Hsu ve Liu (2009)'nin iş ve sipariş sıralama ile ilgili yaptıkları simülasyon ve analiz çalışmasında, önerdikleri modelin karşılaştırmasında kullandığı yöntemlerden ikisi FCFS ve EDD yöntemidir. Moreira ve Alves (2009), yaptıkları çalışmada farklı karar kurallarının performanslarının değişebildiğini belirterek; siparişlerin kabulü ve teslim tarihi belirlenmesi, iş bırakma ve sevkiyat süreçlerini aynı anda ele alacak bir karar mekanizmasında FCFS ve EDD yöntemlerini karşılaştırma yöntemi olarak kullanmışlardır. Yapılan bir başka çalışmada çeşitli yöntemler simülasyon ortamında gerçek bir endüstri verileri ile test edilerek EDD yönteminin işleri oldukça geciktirmesine karşın FCFS yönteminin işleri gelen sıraya göre serbest bıraktığından daha az gecikmeye sebebiyet verdiği gösterilmiştir (Kushwaha ve Bhuneriya, 2016). Ayrıca gecikme için düşük ve sabit bir ceza uygulama politikasıyla birlikte EDD yönteminin oldukça performanslı olduğu, FCFS yönteminden daha başarılı olduğu sayısal çalışmalarla vurgulanmıştır (Öner ve diğ., 2017) , (Kim ve Zhou, 2017). Başka bir çalışmada soğutucu kamyonların iş sıralamasında önerilen, müşteri yoğunluğuna göre öncelikli sıralama yönteminin FCFS'ye göre bekleme zamanını % 11 azalttığı gösterilmiştir (Kasemset ve Pintaruean, 2017). Kumar ve diğ. (2017) bir iş sıralama problemi için 8 kriter ve 7 alternatif

göre sıralama yapmak amacıyla kriterleri AHP yöntemiyle, sıralamayı ise TOPSIS yöntemiyle gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonucuna göre EDD yöntemi en iyi sıralamayı verirken FCFS yönteminden daha performanslı bulunmuştur.

Teslim tarihi literatüründe yapılan çalışmalar incelendiğinde, sipariş sıralama için belirli kriterler kullanarak problemin çok kriterli karar problemi olarak ele alındığına rastlanmamıştır. Ayrıca ilgili literatürde sipariş sıralamada bu araştırmada kullanılan sıralama yöntemlerinden doğrusal fonksiyon ve Moora yöntemlerinin sipariş sıralama ve teslim tarihi problemin çözümü için bir yöntem olarak kullanılmadığı görülmüştür. Bu kapsamda yapılan tez çalışmasında, sipariş sıralama ve teslim tarihi problemine çizelgeleme problemleri için yapılan çalışmalardan farklı olarak bir çok kriterli karar problemi olarak yaklaşmıştır. Geliştirilen uygulama yazılımı ile yedi farklı yöntemin gerçekleştireceği sipariş sıralamalarından elde edilebilecek sipariş gelirleri önerilerek kullanıcı ve yöneticilerin karar vermelerine yardımcı olacak bir karar destek modeli önerilmektedir.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde tez çalışmasındaki veri toplama, sipariş sıralama, teslim tarihi belirleme ve uygulama yazılımı geliştirmede kullanılan yöntem ve teknikler detaylı olarak anlatılacaktır.

#### 3.1. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Yapılan tez çalışmasının örneklemine kalkınmada öncelikli TRC1 bölgesinde faaliyet gösteren dokumasız kumaş üreten firmalar oluşturmaktadır. Uzman görüşlerinden elde edilecek ağırlık katsayıları, AHP anket yöntemiyle Kilis ve Gaziantep illerinde faaliyet gösteren dokumasız kumaş üretici firmalarının satış-pazarlama birimi yöneticileriyle yüz yüze yapılan anket uygulamasıyla belirlenmiştir. Bu kapsamda Gaziantep Sanayi Odası ile işbirliği yapılarak üretici firmalardan veri talebinin ciddiye alınması ve araştırmaya katkı sağlamaları sağlanmıştır. Gaziantep Sanayi Odası ile yapılan yazışma EK 2’de bulunmaktadır.

Bölgede faaliyet gösteren 11 dokumasız kumaş üretici firmanın isim ve adres bilgileri Gaziantep Sanayi Odası’ndan temin edilmiştir. Firmalar ile öncelikle telefon kanalıyla iletişime geçilerek araştırmanın konusu ilgililere söylenip satış pazarlama birimi yöneticileri ile yüz yüze görüşebilmek için randevular alınmıştır. Bu randevulara göre yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Görüşmeler sonucunda toplam 11 firmanın sadece 9’unun aktif olarak faaliyet gösterdiği anlaşılmıştır. Bu 9 firmadan 2’si araştırma için bilgi vermek istememiştir. Sonuç itibarıyla uzman görüşleri 6’sı Gaziantep Organize Sanayi Bölgelerinde, 1’i Kilis Organize Sanayi Bölgesinde dokumasız kumaş üreten 7 firma yöneticisinin görüşlerinden elde edilmiş olup uzman görüşü olarak sektörün bölgedeki çoğunluğunu temsil ettiği için bu sayı yeterli görülmüştür.

Çalışmada hedef kitle olarak TRC1 bölgesinin seçilme nedeni, kalkınmada öncelikli bir bölge olması, bölgedeki sanayi kuruluşları ile tekstil sektörünün ülkenin ekonomisine önemli katkılar sağlayarak üretimde lokomotif olması gibi etkenler etkili olmuştur. Sektör olarak dokumasız kumaş üreticilerinin seçilmesi ise çok yüksek teknoloji bir üretim hattı olan bu sektörün katma değeri yüksek ara hammadde üretmesi, ülkedeki dokumasız sektör hattının çoğunluğunun bu bölgede yer alması gibi gerekçelerden kaynaklanmıştır. Firmaların yöneticileriyle yapılan yüz yüze görüşmelerde; her firmanın 200’den fazla çalışanı olduğu belirtilmiştir. Bölgenin,

Türkiye'nin ve diğer ülkelerin artan ihtiyaçları ile dokumasız kumaş sektörünün kapasitesinin her geçen gün daha da artacağı ve sermaye sahiplerinin bu alandaki yatırımlara her zaman olumlu baktığı, bu sayede dokumasız kumaş üretiminin tekstil sektörü içerisindeki payının her geçen gün daha da artacağı anlaşılmıştır.

Bu doğrultuda yapılan çalışmanın çıktıları ile ilgili sektörde kapasitenin iyi yönetilmesi ve bu sektöre kazandırılacak örnek bir uygulama olarak yapılan çalışma ile bölgenin ve sektörün diğer bölgelerle rekabet avantajı kazanması amaçlanmıştır.

### 3.2. KARAR MODELLERİ

#### 3.2.1. Doğrusal Karar Modeli

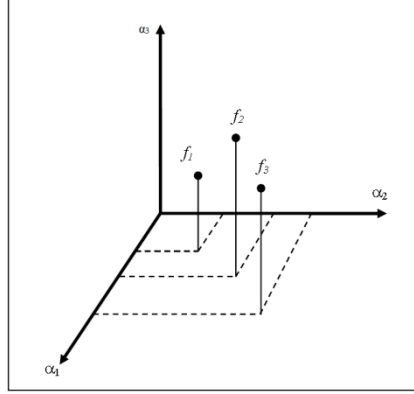
Doğrusal karar modeli; karar problemlerinde kullanılan kriterler ile alternatifler içerisinde kriter değerleri ve kriterlerin ağırlıkları açısından en iyi olanları belirlemeye yarar.

Doğrusal karar modeli; birbiriyle ters ölçütlerin bir arada olmaması özelliğinden yola çıkılarak en iyi özelliklere sahip olan seçeneklerin ön plana çıkması esasına dayanmaktadır. Bir karar problemini doğrusal bir model olarak kurabilmek için kriterleri ve alternatifleri belirlemek gerekmektedir. Genel olarak ifade etmek gerekirse karar modeli içerisinde kullanılacak kriterler  $X_1, X_2, \dots, X_m$  olursa, doğrusal sistemde çok kriterli bir karar problemi, 1 numaralı denklemde gösterildiği üzere, çok boyutlu bir F fonksiyonu olarak ifade edilebilmektedir.

$$F = f(X_1, X_2; \dots X_m) \quad (3.1)$$

Oluşan fonksiyon değeri Şekil 3.1'de gösterildiği gibi n boyutlu bir ölçüm alanında bir dizi n boyutlu hiperdüzlemi ifade eder ve F fonksiyonu,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  parametreleriyle ifade edilir.





**Şekil 3.1:** 3 Boyutlu Uzayda Seçilen Noktalar.

Karar problemini tanımlamak için her bir alternatif, Şekil 3.2’de gösterildiği gibi bir matris olarak tanımlanabilir.

|                                 |
|---------------------------------|
| $A_1X_1, A_1X_2, \dots, A_1X_m$ |
| $A_2X_1, A_2X_2, \dots, A_2X_m$ |
| $\dots$                         |
| $\dots$                         |
| $A_nX_1, A_nX_2, \dots, A_nX_m$ |

**Şekil 3.2:** Alternatif ve Kriterlerden Oluşan Karar Matrisi.

Taslak olarak belirtilen yukarıdaki matrisi daha sade bir şekilde ifade etmek gerekirse, satırlar alternatifleri, sütunlar ise her bir kriter için alternatiflerdeki değerleri ifade eder. Alternatifler için 3.2 numaralı denklemde gösterilen biçimde bir tanımlama yapılabilir. Tanımlanan kriter değerleri de  $\alpha$  olarak 3.3 numaralı denklemdeki gibi tanımlanabilir. Artık matrisi  $\alpha$  cinsinden ifade edebiliriz. Matris satırları  $i=1$ ’den  $n$ ’e kadar 4 numaralı denklemdeki gibi tanımlanır.

$$A=\{A_i; i= 1, 2, 3, \dots, n\} \quad (3.2)$$

$$\alpha = \{ \alpha_j; j = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (3.3)$$

$$A_i = \{ \alpha_{ij}; j = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (3.4)$$

Bu şekilde karar matrisi tanımlandıktan sonra her bir kriterin maksimum ve minimum değerleri tespit edilir. Optimum değeri minimize edilecek kriterler için ilgili kriterin minimum değeri,

maksimize edilecek değerler için maksimum değeri kullanılacaktır. Her bir kriter için  $\alpha_{j\max}$  ve  $\alpha_{j\min}$  değerleri hesaplanır.

Şekil 3.3'teki matristeki elemanları ( $\alpha_{ij} / \alpha_{j\max}$ ) hesaplamasıyla her matrisin maksimize veya minimize edilecek olmasına göre matris elemanları bu minimum veya maksimum değere bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu normalizasyon işleminden sonra alternatifler aynı ölçüt düzeyine indirgenerek işlemlere hazır hale getirilmiş olur.

$$\Omega = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1m} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \dots & \alpha_{2m} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \dots & \alpha_{3m} \\ \alpha_{ij} \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \dots & \alpha_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

Şekil 3.3: Normalize Edilmiş Karar Matrisi.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_m \end{bmatrix}_{m \times 1} \quad (3.5)$$

$$f_i = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} w_j \quad (3.6)$$

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1m} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \dots & \alpha_{2m} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \dots & \alpha_{3m} \\ \alpha_{ij} \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \dots & \alpha_{nm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

3.5 numaralı denklemde gösterilen W matrisi, kriterlerin ağırlık katsayılarını ifade eder ve matris elemanlarının toplamı 1'e eşit olmak zorundadır. Karar matrisi ile katsayı matrisi çarpılarak son durumda alternatifleri sıralamada kullanılacak 3.6 numaralı denklemde belirtilen

amaç fonksiyonunu 7 numaralı denklemde gösterildiği gibi elde edilir. Her bir alternatif için 3.6 numaralı denklemdeki  $f_i$  değeri hesaplanarak alternatifler  $f_i$  değerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanıp, doğrusal fonksiyon karar modelinde alternatiflerin sıralama işlemi yapılarak problemin çözümü sağlanır.

#### **3.2.1.1. Doğrusal Fonksiyon Karar Modelinin Uygulanması**

Önerilen çok kriterli karar modeli müşteri ve sipariş açısından bazı kriterlere odaklanmaktadır. Çalışmanın en başında, müşteri ile ilgili olarak bir siparişin sırasını değiştirmesi muhtemel kriterler olarak uzmanlarla yapılan yüz yüze görüşmeler neticesinde aşağıdaki kriterler belirlenmiştir.

Müşteri Kriterleri:

- Müşterinin yıllık sipariş miktarı,
- Müşterinin yıllık cirosu,
- Müşteri ile çalışılan yıl sayısı.

Siparişle ilgili muhtemel kriterler olarak ise sadece siparişin tutarının kriter olarak kullanılması düşünülmüştür.

Sipariş Kriteri:

- Siparişin Tutarı

Müşterilerin yıllık cirosu, yıllık sipariş miktarı ve müşteri ile çalışılan yıl kriterleri müşteri açısından karar modelinde sipariş sıralama kriteri olarak yer alacaktır.

Sipariş kayıtlarında siparişin işletmeye geliş tarihi, talep edilen teslim tarihi, sistem tarafından hesaplamalar sonucunda verilen teslim tarihi gibi alanlar olacaksa da modelde bu alanlar kullanılmayıp, parametrik olarak yazılımın içerisindeki hesaplamalarda kullanılacaktır. Bu bağlamda siparişlerle ilgili olarak önerilen modelde denklem 9'da görülebileceği üzere sadece sipariştten elde edilecek gelir bileşeni yer almaktadır.

Her bir sipariş kaydı için yukarıdaki siparişe konu olan müşteriye ait değerlendirme 8 numaralı denklem ve siparişe ait kriteri gösteren 9 numaralı denklemler ile amaç fonksiyonunu gösteren

10 numaralı denklem hesaplanarak gerekli normalizasyon işlemleri yapıldıktan sonra sipariş kayıtları amaç fonksiyonlarının değerine göre büyükten küçüğe sıralanır.

İlgili denklemlerdeki  $W$  değerleri ağırlık katsayılarını ifade eder ve her denklemde ağırlık katsayılarının toplamı 11 numaralı denklemde gösterildiği gibi 1'e eşit olmalıdır.

$$M(i) = w_1.X_1 + w_2.X_2 + w_3.X_3 \quad (8)$$

$$S(i) = X_4 \quad (9)$$

$$F(i) = W_1.M(i) + W_2. S(i) \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (11)$$

### 3.2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS / AHP)

Analitik Hiyerarşi Süreci 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünü kolaylaştırmak için alternatiflerin öncelik sırasını elde etmek amacıyla geliştirilmiştir (Yıldırım, 2014). AHP genel bir ifade ile çok kriterli bir karar modelinde kriterleri hiyerarşik bir düzende belirtmeye yarar ve her bir kriterin önem derecesini bularak alternatifleri bu önem derecelerine göre sıralamayı gerçekleştirir.

Bu şekilde kriterlerin ve alt kriterlerin önem derecelerini belirleyerek çok boyutu olan bir karar problemini tek boyuta indirgemiş olur ve bu sayede problemin çözümü kolaylaşır. AHP yöntemi, bir konuda alan uzmanlarının görüşünü yansıtarak grup kararı verme konularında da oldukça kullanışlıdır.

Her bir uzmanın AHP yöntemiyle belirttiği kriter önemlerinin aritmetik ortalaması veya geometrik ortalaması alınarak grup kanaatini belirleme imkanı bulunmaktadır. Saaty tarafından kriterlerin önem derecelerini belirlemede kullanılan 9'luk ölçek Tablo 3.1'de gösterilmektedir (Saaty, 1980).

**Tablo 3.1:** Kriterlerin Karşılaştırmalarında Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu (Timor, 2010), (Yıldırım,2014).

| Önem Derecesi       | Tanım                                                                                                             | Açıklama                                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | Eşit Derecede Önemli                                                                                              | Her iki faktör aynı öneme sahiptir.                                                        |
| 3                   | Orta Derecede Önemli                                                                                              | Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.                   |
| 5                   | Kuvvetli Derecede Önemli                                                                                          | Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.                                             |
| 7                   | Çok Kuvvetli Derecede Önemli                                                                                      | Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.                          |
| 9                   | Mutlak Derecede Önemli                                                                                            | Faktörlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.                             |
| 2,4,6,8             | Ara Değerleri Temsil Eder.                                                                                        | İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değeridir. |
| Karşılıklı Değerler | İ,j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır. |                                                                                            |

Çok kriterli bir karar probleminin AHP yöntemi ile çözüm aşamaları aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir.

1. Karar verilecek problemin tanımlanması,
2. Kararla ilgili kriterlerin belirlenmesi,
3. Kararın muhtemel alternatiflerinin belirlenmesi,
4. Karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması, yani ana kriter ve alt kriterlerin belirlenmesi,
5. Kriterlerin karşılaştırılacağı karar matrisinin oluşturulması,
6. Hiyerarşinin her aşaması için kriterlerin ikili olarak karşılaştırılarak özdeğer ve özvektörlerinin hesaplanmasıyla kriter önem derecelerinin belirlenmesi,
7. Uyum oranının hesaplanması,
8. Göreceli öncelik değerine göre alternatiflerin sıralanması ve en yüksek öncelik değerine sahip alternatifin seçilmesi,
9. Duyarlılık analizinin yapılması şeklindedir.

### 3.2.2.1.AHP ile İlgili Aksiyomlar

Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Sürecinde dört aksiyom bulunmaktadır (Saaty, 1986) , (Timor,2011):

Aksiyom 1: Herhangi bir kritere ait i. ve j. alternatifler arasındaki karşılaştırmalarda  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  eşitliği kullanılmalıdır.

Örnek olarak A ile B karşılaştırılırken A, B'ye 7 önem derecesi ile tercih ediliyorsa; B, A'ya 1/7 ile tercih edilir.

Aksiyom 2: Kriterler karşılaştırılırken bir ölçek kullanılmalıdır. Bir kriter değerine göre sonsuz derecede önemli olamaz. Bu aksiyoma göre sonsuz tercihlerin yasaklandığı savunulmaktadır.  
 $a_{ij} \neq \infty$

Aksiyom 3: Bir hiyerarşide belirli bir kademeye ait elemanlara ilişkin yargılar veya tercihler başka bir kademedeki elemanlardan bağımsızdır.

Aksiyom 4: Bir karar problemi ancak hiyerarşik bir yapıda sunulabilir. Karar problemine etki eden tüm kriterler hiyerarşide gösterilmelidir.

### 3.2.2.2. Ahp'de Uyum Oranı (Tutarlılık)

Bir AHP hiyerarşisindeki kriterler karşılaştırıldığında verilen cevaplarda tutarlılık olmalıdır. Örneğin A, B ve C isimli kriterler karşılaştırıldığında, A kriterinin B kriterinden daha önemli olduğu söylenmiş olsun. Yani  $A > B$  diyelim. Başka bir karşılaştırmada da B kriterinin C kriterinden daha önemli olduğu belirtildiyse ( $B > C$ ), bu durumda yapılan karşılaştırmaların tutarlı olması için A ile C karşılaştırmasından  $A > C$  gibi bir sonuç çıkması muhtemeldir. Ancak  $C > A$  gibi bir sonuç çıkarsa yapılan karşılaştırmaların tutarsız olduğu anlaşılmaktadır. AHP karşılaştırmalarının tutarlılığını belirlemek için uyum oranı hesaplaması yapılmaktadır. Hesaplanan uyum oranının 0.1'den küçük olması iyi olarak değerlendirilir. 0.1'den büyük uyum oranları için yeniden değerlendirme yapılması tavsiye edilmektedir (Timor,2011).

Uyum Oranının Hesaplanması;

- Karşılaştırma matrisinin her bir satırı için sütunlarda yer alan elemanların ağırlıkları toplamı hesaplanır.
- Karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki eleman, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize edilmiş matris hesaplanır.
- Normalize matrisin her bir satırının ortalaması alınarak öncelikler vektörü hesaplanır.
- Öncelikler vektörü hesaplandıktan sonra elde edilen vektör başlangıçta verilen karşılaştırma matrisi ile çarpılarak karşılaştırma matrisini dikkate alan tüm öncelikler matrisi oluşturulur.

- CI tutarlılık indeksi hesaplanır.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (3.12)$$

$$\text{Uyum (tutarlılık) oranı } CR = CI/RI \quad (3.13)$$

RI ise Rastgele Değer İndeksi Tablosudur. Karar alternatifleri sayısı (n)' ye göre sabit değerler almaktadır ve bu değerler Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.2:** Kriter Sayısına Göre Rastgele Değer İndeksi Tablosu.

| Karar alternatifleri sayısı | 1 | 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-----------------------------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Rastgele Değer İndeksi      | 0 | 0 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.51 |

Yukarda bahsedilen hesaplamaların hepsi MS-Excel programı ile ya da Expert Choice paket programı kullanılarak kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Yapılan tez çalışmasında doğrusal fonksiyonların  $w_i$  ile gösterilen ağırlık katsayılarını uzman görüşü kapsamında tespit etmek için AHP yöntemiyle hazırlanan yüz yüze anket uygulaması yapılmıştır. Bu anketten elde edilen sonuçların analiz edilmesiyle karar modelinde kullanılacak kriter ağırlık katsayıları belirlenmiştir.

Forman'ın çalışmasında AHP yöntemiyle grup kararları ya bireysel olarak herkesin tercihlerini belirtmesi yöntemiyle ya da grubun müzakere sürecinden sonra ortak grup yargısı ile görüşünü bildirmesiyle gerçekleşir (Forman, 1998) , (Timor, 2011). AHP yöntemini öne süren Saaty ise 2008 yılındaki bir çalışmasında grup yargısını belirtmenin en iyi yolu olarak grup üyelerinin belirttiği tercihlerin geometrik ortalamasını almanın olduğunu vurgulamıştır (Saaty, 2008).

### 3.2.3. Moora (Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis)

#### Yöntemi

Çok kriterli karar verme teknikleri içerisinde 2000'li yıllarda ortaya çıkan MOORA yöntemi, kolay kullanımlı ve karmaşık olmayan matematiksel işlemlerden oluşan oldukça etkili bir yöntemdir. Oran analizine dayalı çok kriterli bir optimizasyon yöntemi olarak MOORA yöntemi, Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından geliştirilmiştir. MOORA yönteminin kendi içerisinde oran metodu, referans noktası yaklaşımı, önem katsayısı, tam çarpım formu gibi

çeşitli alt metotları bulunmaktadır. MOORA'nın temelinde ise oran metodu yer almaktadır (Ersöz ve Atav, 2011).

### 3.2.3.1. Moora – Oran Metodu

Oran metodunda çok amaçlı karar yapısını oluşturan her bir alternatifin her bir kriteri  $X_{ij}$  şeklinde yazılarak Şekil 3.4'te gösterildiği gibi bir kriter tablosu elde edilmelidir. Şekil 3.4'te gösterilen matriste satırlar alternatifleri sütunlar ise her alternatif içerisindeki farklı kriter değerlerini ifade eder.

Yani  $X_1$  birinci kriter,  $X_2$  ikinci kriter olmak üzere;

$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n}$  değerleri 1. alternatifin kriter değerleridir. Benzer şekilde  $X_2$  satırındaki değerler ikinci alternatifin  $X_m$  satırındaki değerler ise m. alternatifin kriterlerini oluşturan satırdır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

**Şekil 3.4:** Alternatif Kriterlerinin Değerlerinden Oluşan Ham Matris (Ersöz ve Atav, 2011).

Alternatiflerin kriter değerleri Şekil 3.4'teki gibi bir matris haline getirildikten sonra bu kriterlerden hangilerinin maksimum değerinin alınacağı, hangilerinin minimum değerlerinin alınacağı belirlenmelidir. Diğer bir ifade ile en küçüklenecek ve en büyüklenecek kriterler belirlenerek ayrı taraflarda hizalanmalıdır. Örneğin ideal kararda  $X_1, X_2, X_3$  kriterlerinin en küçük değerleri isteniyor,  $X_4, X_5$  kriterlerinin ise en büyük değerlerinin alınması isteniyor ise  $X_1, X_2, X_3$  minimize,  $X_4, X_5$  maksimize tarafında yer alması gereken kriterlerdir.

Oran metodunda ikinci adım kriter değeri olan  $X_{ij}$  değerlerinin normalleştirilme işlemidir. Diğer bir ifade ile normalize kriter değerleri, o kriter için diğer alternatiflerin kriter değerlerinin kareleri toplamının kareköküne bölünmesidir. Bu açıklamayı denklem olarak göstermek



gerekirse aşağıdaki 3.14 numaralı denklem normalize edilmiş  $X_{ij}$  değerini, yani  $X_{ij}^*$  değerini gösterir.

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n X_{ij}^2}} \quad (3.14)$$

Şekil 3.4'te gösterilen her  $X_{ij}$  değeri için normalize  $X_{ij}^*$  değeri hesaplanarak yeni matris tablosu elde edilir.

Üçüncü adım olarak hesaplamalarda her bir alternatif için; maksimize olacak kriterlerin normalize değerleri kendi içerisinde, minimize edilecek kriterlerin normalize değerleri kendi içerisinde toplanarak maksimizasyon değerler toplamından minimizasyon değerler toplamı çıkarılarak ikisinin farkı alınıp  $i$ . Alternatifin tüm amaçlara göre normalize edilmiş olan  $y_i^*$  değeri hesaplanır. Bu işlemin formülü 3.15 numaralı denklemde gösterilmiştir.

$$Y_i^* = \sum_{j=1}^g X_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^{n-g} X_{ij}^* \quad (3.15)$$

3.15 numaralı denklemde gösterilen  $g$ , maksimize edilecek kriter sayısını, geriye kalan  $n-g$  ise minimize edilecek kriter sayısını belirtmektedir. Denklemde hesaplanan  $Y_i^*$  değeri ise  $i$ . sıradaki alternatifin tüm kriterlere göre normalize edilmiş değerini belirtmektedir. MOORA yöntemi ile yapılacak karar vermede hesaplanan  $Y_i^*$  değerlerine göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanarak en yüksek değerdeki  $Y_i^*$  değeri karar verici açısından en iyi karar olarak ortaya çıkmaktadır.

### 3.2.3.2. Moora – Referans Noktası Yaklaşımı

Referans noktası yaklaşımı için öncelikle oran metodu kullanılarak gerekli hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Çünkü oran metodu bu yöntem için temel teşkil eder. Bu yöntemde her bir alternatif için, kriter değerlerinden maksimize edilecek kriterlerde en büyük değer, minimize edilecek kriterlerde en küçük değer referans noktası olarak belirlenir ( $r_i$ ). Daha sonra her kriter için normalize değerlerin bu referans noktasına uzaklıkları alınarak 3.16 numaralı denklemdeki gibi sıralanır.

$$d_{ij} = r_i - X_{ij}^* , \min_i \max_j (d_{ij}) \quad (3.16)$$

### 3.2.3.3. Moora – Önem Katsayısı Yaklaşımı

Bu yöntemde oran metodu ile yapılan hesaplamalara ek olarak herhangi bir kriter belirli bir  $w$  ağırlık katsayısı ile çarpılarak kriterlere belirli bir önem oranı uygulanmış olur. Bu sayede daha önemli kriterler bu ağırlık katsayısı çarpımı ile kararda daha fazla etki kazanmış olacaktır. Bu durum 17 numaralı denklemde aşağıda  $w$  katsayısı eklenerek gösterilmiştir.

$$Y_i^* = \sum_{j=1}^g w \cdot X_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^{n-g} w \cdot X_{ij}^* \quad (3.17)$$

### 3.2.3.4. Moora – Tam Çarpım Yaklaşımı

Tam çarpım yaklaşımı, Brauers ve Zavadskas tarafından 2010 yılında öne sürülmüş olup maksimize edilecek kriter değerlerinin çarpımının minimize edilecek kriter değerlerinin çarpımına bölümünden elde edilen  $U$  değişkeni ile ifade edilir (Brauers ve Zavadskas, 2010). Karar verici için gerekli olan sıralama, alternatiflerin  $U_i$  değerine göre büyükten küçüğe sıralanması ile elde edilir (Özbek, 2015).

### 3.2.4. Fcfs (First Come First Served – İlk Gelen İlk Hizmet Alır)

Bu yöntem ilk gelen işin ilk işleme alındığı yöntemdir. Diğer bir ifade ile ilk giren ilk çıkar mantığına göre çalışır. İş çizelgeleme problemlerinin en temelinde yer alan klasik bir iş sıralama yöntemidir. Çizelgeleme veya sıralama ile ilgili problemlerin neredeyse tamamında önerilen yöntemleri karşılaştırmak için kullanılan bir yöntemdir. Genellikle hizmet sektöründe verimli sonuçlar vermektedir. Örneğin bir restaurant, müşterilerine geliş sırasına göre yani FCFS kuralına göre hizmet vererek etkin bir hizmet sağlayabilirken sağlık hizmeti veren hastanelerde böyle bir yöntemin uygulanması daha acil hastaların olabileceğinden doğru olmayacaktır. Literatürde FCFS yönteminin başarılı performans gösterdiğini savunan çalışma neredeyse bulunmamaktadır. Ancak çoğu işletme sipariş sıralamada herhangi bir yöntem kullanmadığından dolayı siparişleri geliş sırasına göre işleme almaktadır. Bunun için önerilen her yeni modelde araştırmacılar FCFS'nin düşük verimliliğini çalışmalarında karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

### 3.2.5. Edd (Earliest Due Date – En erken Teslim Tarihi)

En erken teslim tarihi yöntemi, iş veya sipariş sıralama işlemlerinde, çizelgeleme problemlerinde teslim tarihi olan siparişler için uygulanan geleneksel bir yöntemdir. Bu

yöntemde, teslim tarihi en erken olan siparişi ilk üretmek şeklinde teslim tarihi sırasına göre siparişler sıralanarak işleme alınmaktadır. Bu yöntemin kullanılmasında amaç müşterinin talep ettiği tarihe ürünü yetiştirmek ve olası gecikmeyi engellemek veya minimuma indirmektir.

### 3.3. İHTİYAÇ ANALİZİ VE VERİTABANI TASARIMI

Elde edilen kriterler ve kriter ağırlıklarından sonra tasarlanan karar destek sistemi için gerekli veritabanı tasarımı yapılmış, müşteri, işletme, bakım, sipariş ve parametre tabloları oluşturulmuştur. Müşteri tablosunda firmaların müşterileriyle ilgili kriterleri ve müşteri adını kaydetmesi, işletme tablosunda üretim ortamıyla ve çalışma şartlarıyla ilgili tanımlamaların kaydedilmesi, bakım tablosunda firmanın sipariş sıralama sonrasında teslim tarihi ataması yaparken dikkate almak üzere planlı bakımlarını kaydedilmesi, parametre tablosunda karar modeliyle ilgili katsayı değerlerinin kaydedilmesi, sipariş tablosunda ise müşterilerden gelen sipariş bilgilerinin kaydedilmesi gerçekleştirilmiştir. Önerilen karar destek sisteminde; haftalık çalışma saat sayısı, hattın üretim hızı, planlamanın başlatılacağı zaman, planlama periyodu gün sayısı gibi üretim ortamıyla ilgili değişkenler parametrik olarak girilebilmektedir ve birden fazla işletme tanımı yapılabilmektedir.

#### 3.3.1. Veritabanı Tabloları

Karar modelinde kullanılacak müşteri bilgileriyle ilgili saklanacak verilere ait tablo ve alan bilgileri Tablo 3.3'te gösterilmektedir. CustomerTable isimli müşteri tablosunda müşterinin adı (adi), yıllık cirosu (yillikCiro), yıllık sipariş miktarı (YillikSiparisMik), müşteri ile çalışılan yıl sayısı (calisilanYilSayisi) bilgileri tutulmaktadır.

**Tablo 3.3:** Müşteri Bilgilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı           | Veri Tipi    |
|--------------------|--------------|
| musteriID          | int          |
| adi                | varchar(150) |
| yillikCiro         | float        |
| YillikSiparisMik   | float        |
| calisilanYilSayisi | float        |

Önerilen doğrusal karar modelinde kullanılacak ağırlık katsayılarının sistemin parametresi olarak kullanıcı tarafından kaydedilebilmesi için tasarlanan parametreler tablosu (ParametersTable) ve alan isimleri Tablo 3.4'te gösterilmektedir.

**Tablo 3.4:** Parametrelerin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı              | Veri Tipi   |
|-----------------------|-------------|
| pID                   | int         |
| musteriAgirlikKatsayi | float       |
| siparisAgirlikKatsayi | float       |
| ciroKatsayi           | float       |
| yilSipKatsayi         | float       |
| calisilanYilKatsayi   | float       |
| isletme               | varchar(50) |

Tablo 3.4 incelendiğinde, parametreler tablosundaki alanlara bakılacak olursa doğrusal karar modelinde kullanılan müşteri ağırlık katsayısı (musteriAgirlikKatsayisi), sipariş ağırlık katsayısı (siparisAgirlikKatsayi), yıllık ciro kriterinin katsayısı (ciroKatsayi), yıllık sipariş miktarı kriterinin katsayısı (yilSipKatsayi), müşteri ile çalışılan yıl sayısı kriterinin katsayısı (calisilanYilKatsayi) ve bu katsayıların hangi işletmeye ait olduğunu belirtmek için işletme adı (isletme) alanları bulunmaktadır.

İşlem yapılacak sipariş verilerinin kaydedilmesi için Tablo 3.5'te ayrıntıları görülen sipariş tablosu (OrderTable) tasarlanmıştır. Sipariş tablosunun içeriğine bakıldığında; siparişin geliş zamanını belirten sipariş geliş tarihi (gelisTarihi), siparişin işlem numarasını belirten sipariş numarası (siparisNo), siparişin hangi müşteriye ait olduğunu belirten müşteri adı (musteriAdi), siparişin hangi ürünü içerdiğini belirten ürün adı (urunAdi), dokumasız kumaş ürününün gramajı (gramaj), siparişin miktarı (miktar), sipariş miktarının ölçü birimi (birimi), birim fiyat (birimFiyat), siparişin toplam tutarı (tutar), müşterinin varsa talep ettiği bir teslim tarihi varsa bunu kaydetmek için talep edilen teslim tarihi (talepEdilenTesTarihi), siparişin hangi işletmeye ait olduğu ve hangi işletmede üretileceğini belirtmek için işletme adı (isletmeAdi), işlemlerde yapılacak hesaplamalar ile ilgili siparişin ne kadar süre zaman alacağını kaydedileceği süre (sure) ve son hesaplamalar sonrası sipariş için hesaplanan teslim tarihini belirtecek olan hesaplanan teslim tarihi (hesaplananTesTarihi) alanları bulunmaktadır.

**Tablo 3.5:** Sipariş Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı             | Veri Tipi    |
|----------------------|--------------|
| orderID              | int          |
| gelisTarihi          | datetime     |
| siparisNo            | int          |
| musteriAdi           | varchar(150) |
| urunAdi              | varchar(50)  |
| miktar               | float        |
| birimi               | char(10)     |
| birimFiyat           | float        |
| tutar                | float        |
| talepEdilenTesTarihi | date         |
| isletmeAdi           | varchar(50)  |
| sure                 | float        |
| hesaplananTesTarihi  | Datetime     |
| gramaj               | İnt          |

Siparişlerin hangi koşullarda üretileceğini karar destek sistemine tanımlayabilmek için üretim ortamı olan işletmenin kapasite ve hız bilgileriyle işletmenin çalışma zamanı verilerinin kaydedilmesi gerekmektedir. Bunun için Tablo 3.6'da verilen İşletme Tablosu (OperationTable) tasarlanmıştır. İşletme tablosundaki alanları açıklamak gerekirse, sistemde birden fazla işletme tanımlamasına izin vermek ve tanımlanan özelliklerin hangi işletmeye ait olduğunu belirlemek için işletme adı alanı (isletmeAdi) bulunmaktadır. İşletmedeki üretim hattının dakikada kaç kilogram üretim kapasitesine ve hızına sahip olduğu verisini hesaplamalarda kullanmak için kg/dk cinsinden üretim hızı (uretimHizi), üretim süresi ve metrekare kapasite hesabında kullanılmak üzere üretim hattının genişliği (m) (hatGenisligi), sipariş üretimleri arasında işletmede gerçekleşen hazırlık sürelerinin tarih atama hesabında kullanılabilmesi için ortalama üretime hazırlık süresi (ortHazirlikSuresi) verileri bulunmaktadır. Ayrıca ilgili işletme için planlamanın ne zaman başlayacağını belirtmek için planlama başlangıç zamanı (planlamaBaslangicTarihi), planlamanın kaç gün için yapılacağını belirten planlama periyodu (planlamaPeriyodu) , işletmenin mesaisinin saat kaçta başladığını belirten mesai başlama saati (mesaiBaslamaSaati), pazar günü mesai olup olmayacağını belirten pazar çalışma günü

(pazarCalismaGunu) ve işletmenin günde kaç saat aktif mesai yaptığını kaydetmek ve hesaplamalarda zaman kontrolünde kullanmak üzere günlük mesai saati (gunlukMesaiSaati) alanları bulunmaktadır.

**Tablo 3.6:** İşletme Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı                | Veri Tipi   |
|-------------------------|-------------|
| isletmeAdi              | varchar(50) |
| uretimHizi              | varchar(50) |
| hatGenisligi            | float       |
| ortHazirlikSuresi       | int         |
| planlamaBaslangicTarihi | datetime    |
| planlamaPeriyodu        | int         |
| mesaiBaslamaSaati       | varchar(5)  |
| gunlukMesaiSaati        | int         |
| pazarCalismaGunu        | varchar(5)  |
| operasyonID             | int         |

Zaman hesaplamalarında kullanmak üzere karar destek sisteminde işletmelerin ileri tarihli planlı veya olası bakım zamanlarının saklanacağı bakım tablosu bilgileri Tablo 3.7’de sunulmaktadır. Karar destek sistemi gerçek bakım bilgilerini de dikkate alarak zaman hesaplaması yaptığından dolayı şu ana kadar teslim tarihi literatüründe yapılan çalışmalara nazaran daha gerçekçi sonuçlar üretmektedir. Ayrıntıları Tablo 3.7’de görülen bakım tablosunda bakım verilerinin hangi işletme için girildiğini saklayacak işletme adı alanı (isletmeAdi), girilen bakımın başlangıç gün ve saatini tutacak başlangıç tarihi (baslangicTarihi), bakım faaliyetinin tahminen kaç dakika süreceğini ve bu süre zarfı için üretim planlamasında işletmeye kapasite yüklememek için süre alanı (sure) bulunmaktadır. Başlangıç tarihine dakika cinsinden süre miktarı eklenerek bakımın bitiş tarihi sistem tarafından kayıt aşamasında hesaplanarak bakım bitiş zamanı da kaydedilecektir (bitisTarihi). Ek olarak bakımın içeriğini hangi ekipmanlara uygulanacağını belirten açıklama alanı (aciklama) da bulunmaktadır.

**Tablo 3.7:** Bakım Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı        | Veri Tipi    |
|-----------------|--------------|
| mID             | int          |
| isletmeAdi      | varchar(50)  |
| baslangicTarihi | datetime     |
| sure            | int          |
| bitisTarihi     | datetime     |
| aciklama        | varchar(150) |

Buraya kadar anlatılan veritabanı tablolarına ek olarak, sistemin yapacağı hesaplamalar sonrasında oluşturacağı çıktıları kaydetmek için kullanılan OrderedL1Table, OrderedL2Table, FcfsTable, EddTable, MooraTable isimli tablolar da bulunmaktadır. Bu tablolar kendi isminden anlaşılabilceği üzere ilgili modelin kullanımıyla yapılan sıralama ve tarih atama sonucunda oluşan sipariş verilerini kayıt altında tutmak için kullanılacaktır.

Yapılacak hesaplamalarda ve kayıt işlemlerinde kullanılacak alanlara bakıldığında Tablo 3.8’de gösterilen sıralı doğrusal fonksiyon1 tablosu (OrderedL1Table), doğrusal karar modelinde kullanılan ve hesaplanan matrisleri kaydetmeye yaramaktadır. Veri alanlarını inceleyecek olursak, siparişler tablosundaki sipariş kimlik numarası ile ilgili tablo arasında ilişki kurmak için yabancı anahtar (foreign key) alanı olarak “orderID” alanı kullanılmaktadır. Yapılacak sıralama ve hesaplamalar sonrasında her bir sipariş kaydına atanan teslim zamanını hesaplanan teslim tarihi (hesaplananTesTarihi) alanı belirtmektedir. Ayrıca verilerin arayüzde kontrol edilebilmesi için hangi siparişin ne kadar süre zaman aldığı ve ne zaman teslim edileceği bilgilerini önceki siparişlere göre kontrol edebilmek için ilgili tabloda yine süre alanı (sure) kolay takip açısından kayıtlı tutulmaktadır. Karar modelindeki yıllık ciro, yıllık sipariş miktarı, çalışılan yıl sayısı ve siparişin tutarı için hesaplanan normalize edilmiş matristeki değerler de bu tabloda yer almaktadır (XnCiro, XnSipMik, XnYil, XnTutar). Ek olarak amaç fonksiyonu olan doğrusal fonksiyon ve alt fonksiyonlar da parametrik olarak Fi, Mi ve Si isimli alanlarda kayıt altına alınarak hesaplamalar veritabanında kaydedilme yöntemiyle kontrol edilmektedir.

**Tablo 3.8:** Doğrusal Fonksiyon1 Karar Modeli Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı            | Veri Tipi |
|---------------------|-----------|
| L1ID                | int       |
| orderID             | int       |
| hesaplananTesTarihi | datetime  |
| Sure                | float     |
| XnCiro              | float     |
| XnSipMik            | float     |
| XnYil               | float     |
| XnTutar             | float     |
| Mi                  | float     |
| Si                  | float     |
| Fi                  | float     |

**Tablo 3.9:** Doğrusal Fonksiyon2 Karar Modeli Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı            | Veri Tipi   | Alan Adı | Veri Tipi |
|---------------------|-------------|----------|-----------|
| L2ID                | İnt         | XnSipMik | float     |
| orderID             | İnt         | XnYil    | float     |
| hesaplananTesTarihi | datetime    | XnTutar  | float     |
| durumu              | varchar(50) | Mi       | float     |
| gunfarki            | İnt         | Si       | float     |
| Sure                | float       | Fi       | float     |
| XnCiro              | float       |          |           |

Müşterilerin sipariş talimatlarında talep edilen teslim tarihi bildirdiği durumlar için tasarlanmış olan doğrusal fonksiyon2 yöntemi doğrusal fonksiyon1 yönteminin tüm aşamalarını aynen içermektedir. Doğrusal fonksiyon1 modeline ek olarak; yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen “hesaplanan teslim tarihi” verisinin kontrol edilerek, her sipariş kaydındaki talep edilen teslim tarihine karşılık hesaplanan teslim tarihin müşteri talep tarihine göre erken veya geç



olması durumunu kaydetme ihtiyacı bulunmaktadır. Bu amaçla “durumu” alanı ve siparişin erken veya geç olma durumunun kaç günlük bir farktan ibaret olduğunu belirtecek “gün farkı” alanları bulunmaktadır. Bu alanlar ile birlikte doğrusal fonksiyon2 modeline ait veritabanı tablosu Tablo 3.9’da görülmektedir. Karar desteği sağlanacak kullanıcı aynı anda hem doğrusal fonksiyon1 hem doğrusal fonksiyon2 modellerini çalıştırabileceği için düzeltme fonksiyonunun da bulunduğu doğrusal fonksiyon2 modelinin hesaplanan verilerini ayrı bir tabloda kaydetmenin daha doğru olacağı düşünülmüştür.

**Tablo 3.10:** FCFS Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı               | Veri Tipi |
|------------------------|-----------|
| FID                    | int       |
| orderID                | int       |
| hesaplananTeslimTarihi | datetime  |
| sure                   | float     |

**Tablo 3.11:** EDD Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| Alan Adı               | Veri Tipi |
|------------------------|-----------|
| EddID                  | int       |
| orderID                | int       |
| hesaplananTeslimTarihi | datetime  |
| sure                   | float     |

Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de FCFS ve EDD yöntemleriyle yapılan sıralama sonucunda elde edilen hesaplanan teslim tarihi verileri ile siparişlerin üretilme sürelerinin kaydı tutulmaktadır. Her iki veritabanı tablosunda da orderID alanı ile sipariş tablosundaki ilgili sipariş kaydı ilişkilendirilmektedir. Sıralama ve tarih atama sonrasında her bir sipariş için ilgili yöntemlerle elde edilen teslim tarihi, “hesaplananTeslimTarihi” alanlarıyla kayıt altında tutulmaktadır.

Moora yöntemleri için yapılan hesaplamaları ve elde edilen çıktıları kaydetmek amacıyla Tablo 3.12’de gösterilen veritabanı tablosu tasarlanmıştır. Moora ve ağırlıklı moora aynı işlemleri içermektedir. Ağırlıklı moora yönteminde ek olarak her bir alternatif, belirli bir öncelik katsayısı ile çarpılmaktadır. Moora referans noktası yöntemi ise ek olarak kriterler için

hesaplanan referans noktaları ve bu noktalara olan uzaklıkları bulundurmaktadır. Yapılan tez çalışmasında ağırlıklı moora yöntemini önceliklendirmek için doğrusal modelde önerilen 3 numaralı denklemin her bir sipariş kaydı için değeri, moora fonksiyonu ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Veritabanı alanlarını incelemek için Tablo 3.12’yi açıklarsak; her bir sipariş kaydı ile ilişkilendirilmek amacıyla yine “orderID” anahtar alanı bulunmaktadır. Karar modelinde kullanılan kriterler için Moora hesaplamalarında kullanılan ve elde edilen değişkenlere ilgili tabloda yer verilmiştir.

- Siparişlerin kriter verileri için; xCiro, xSipMik, xYil ve xTutar alanları,
- Moora hesaplamalarında kullanılan kriter değerlerinin kareleri için; xCiro2, xSipMik2, xYil2, xTutar2 alanları,
- Kriterlerin hesaplanan normalize değerlerini kaydetmek için nCiro, nYil, nSipMik ve nTutar alanları,
- Her bir sipariş kaydı için yapılan moora hesaplamaları sonucu elde edilen fonksiyon değeri olarak Yi alanı,
- Ağırlıklı moora yöntemi için moora ile birlikte çalıştırılan doğrusal fonksiyon1 yönteminden elde edilen Fi değerinin çarpılmasıyla bulunan wYi alanı,
- Moora referans noktası yöntemi için kriterlerin referans noktalarını kaydetmeye yarayan Rciro, Ryil, RsipMik, Rtutar, alanları, bir kaydın en iyi referans noktasını tutmak için Rmax alanı,
- Moora sıralaması sonrasında hesaplanan teslim tarihi için hesaplananTeslimTarihi alanı,
- Ağırlıklı moora sıralaması sonrasında hesaplanan teslim tarihi için de hesaplananTesTarihi2 alanı,
- Moora referans noktası yönteminin sıralaması sonrasında hesaplanan teslim tarihi için hesaplananTeslimTarihi3 alanı bulunmaktadır.

**Tablo 3.12:** MOORA Hesaplamalarında Verilerinin Tutulduğu Tablo ve İçeriği.

| No | Alan Adı               | Veri Tipi | No | Alan Adı                | Veri Tipi |
|----|------------------------|-----------|----|-------------------------|-----------|
| 1  | MooraID                | int       | 14 | nYil                    | float     |
| 2  | orderID                | int       | 15 | nSipMik                 | float     |
| 3  | hesaplananTeslimTarihi | datetime  | 16 | nTutar                  | float     |
| 4  | sure                   | float     | 17 | Yi                      | float     |
| 5  | xCiro                  | float     | 18 | wYi                     | float     |
| 6  | xYil                   | float     | 19 | hesaplananTeslimTarihi2 | datetime  |
| 7  | xSipMik                | float     | 20 | Rciro                   | float     |
| 8  | XTutar                 | float     | 21 | Ryil                    | float     |
| 9  | xCiro2                 | float     | 22 | RsipMik                 | float     |
| 10 | xYil2                  | Float     | 23 | Rtutar                  | float     |
| 11 | xSipMik2               | float     | 24 | Rmax                    | Float     |
| 12 | XTutar2                | float     | 25 | hesaplananTeslimTarihi3 | datetime  |
| 13 | nCiro                  | float     |    |                         |           |

### 3.4. UYGULAMA YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ

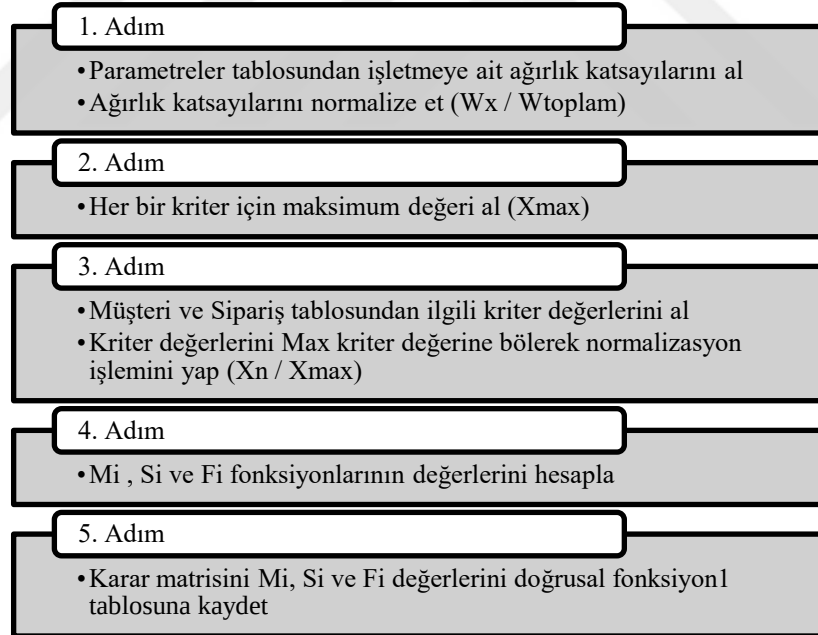
#### 3.4.1. Uygulamada Geliştirilen Fonksiyonlar

Geliştirilen yazılımda siparişlerin sıralanması için doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2, Fcfs, Edd, Moora, Ağırlıklı Moora ve Moora Referans Noktası yöntemleri kullanılmış olup bu yöntemler için uygulama yazılımında ilgili fonksiyonlar geliştirilmiştir. Sıralanan siparişlerin teslim tarihlerini belirlemek için de “tarihAta” isimli bir fonksiyon geliştirilmiştir. Her sıralama işleminden sonra tarihAta fonksiyonu çağrılarak sıralanan siparişlerin teslim tarihleri belirlenmektedir. Doğrusal fonksiyon2, doğrusal fonksiyon1’deki adımları içermekle birlikte ek olarak bir düzetme fonksiyonu ile teslim tarihlerinde optimizasyon yapmaktadır.

Şekil 3.5’te siparişleri sıralamak için kullanılan yöntemlerden doğrusal fonksiyonun uygulama yazılımındaki akışı gösterilmiştir. Şekil 3.5 incelendiğinde, öncelikle parametreler tablosunda siparişleri sıralanacak işletme için tanımlanan ağırlık katsayıları veritabanından alınarak, bu

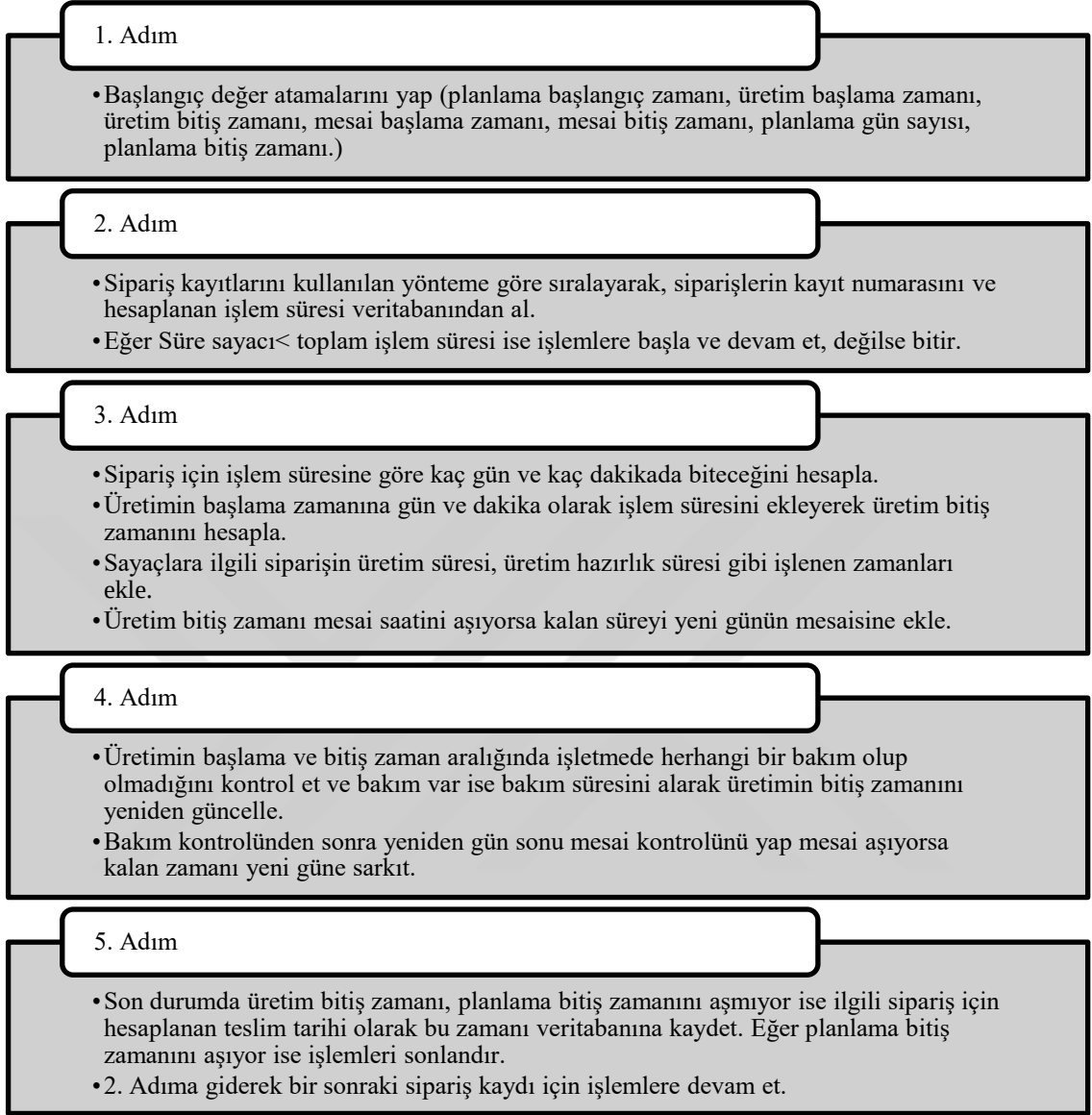
ağırlık katsayılarının normalizasyon işlemi yapıp yapılmadan kaydettiği bilinmediğinden her bir kriterin ağırlık katsayısı, kriterlerin ağırlık katsayıları toplamına bölünerek normalize edilmiştir. Bu aşamadan sonra ağırlık katsayıların toplamı 1 olacak şekilde karar modelinde kullanılacaktır.

2. Adımda ise her bir kriter için veritabanında ilgili işletme siparişlerinden maksimum kriter değerleri alınmıştır ve devamındaki 3. Adımda veritabanı tablolarından karar modelinde kullanılacak kriter değerleri her bir sipariş kaydı için döngü ile alınarak siparişin ilgili kriter değeri, maksimum kriter değerine bölünerek tüm kriter değerlerinin normalizasyonu yapılmaktadır. Bu sayede her farklı ölçüm sistemine ait kriterler 0 ile 1 arasında değer alacak şekilde normalize edilerek aynı ölçüt grubuna indirgenmiştir. Normalizasyon işlemleri sonrasında 4. adımda artık  $F_i$  amaç fonksiyonu ve  $M_i$ ,  $S_i$  alt fonksiyonların hesaplanmaları yapılarak son adımda bulunan tüm değerler ve yapılan hesaplamalar veritabanına kaydedilmektedir.



**Şekil 3.5:** Doğrusal Fonksiyon1 Akış Şeması.

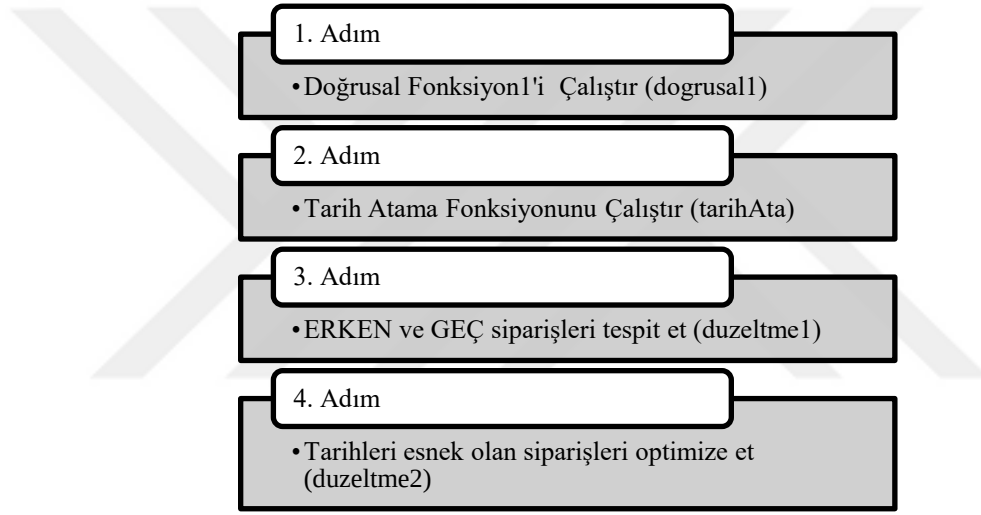
Çeşitli yöntemlere göre siparişler sıralandıktan sonra kullanılan teslim tarihi atama fonksiyonu Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



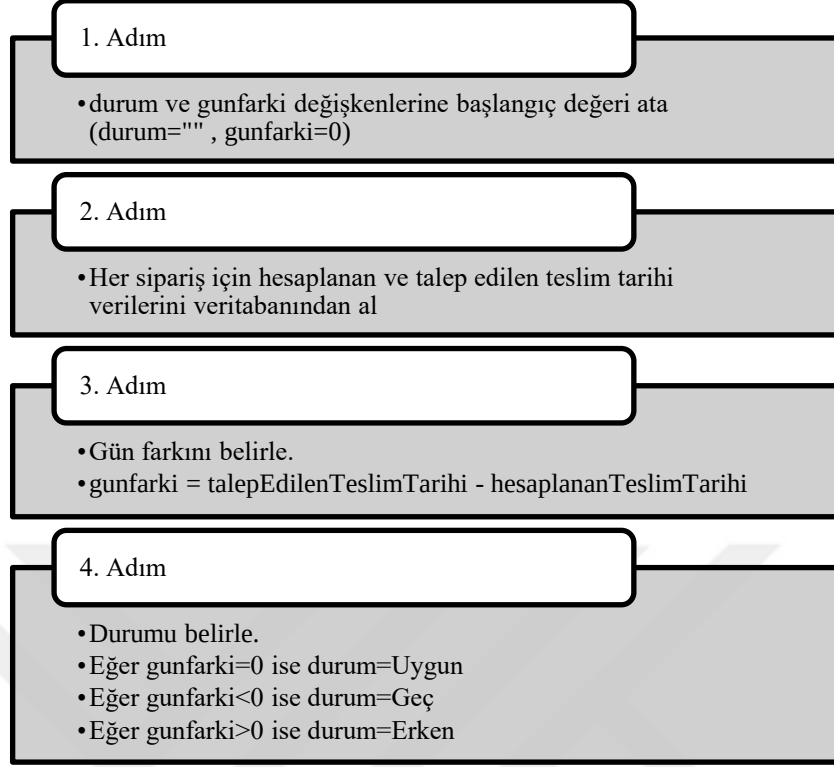
**Şekil 3.6:** Teslim Tarihi Atama Fonksiyonu Akış Şeması.

Doğrusal fonksiyon2, doğrusal fonksiyon1 yöntemine ilave olarak optimizasyon işlemleri içermektedir. Bu fonksiyonun çalışma prensibi Şekil 3.7’de gösterilmektedir. Şekil 3.7’deki akışı açıklamak gerekirse, uygulamada doğrusal fonksiyon2 çalıştırıldığında önce Şekil 3.5’te gösterilen doğrusal fonksiyon hesaplamaları yapılır daha sonra Şekil 3.6’da gösterilen tarih atama fonksiyonu ile her bir siparişe teslim tarihlerinin ataması gerçekleştirilir. 3. Adımda ise ayrıntıları Şekil 3.8’de gösterilen düzeltme1 isimli alt fonksiyon çalıştırılarak teslim tarihi atanan sipariş kayıtlarında müşterilerin talep tarihleriyle hesaplanan teslim tarihlerinin farkına bakılarak erken ve geç olarak nitelendirilir ve siparişlerin müşteri talebine göre kaç gün farkla

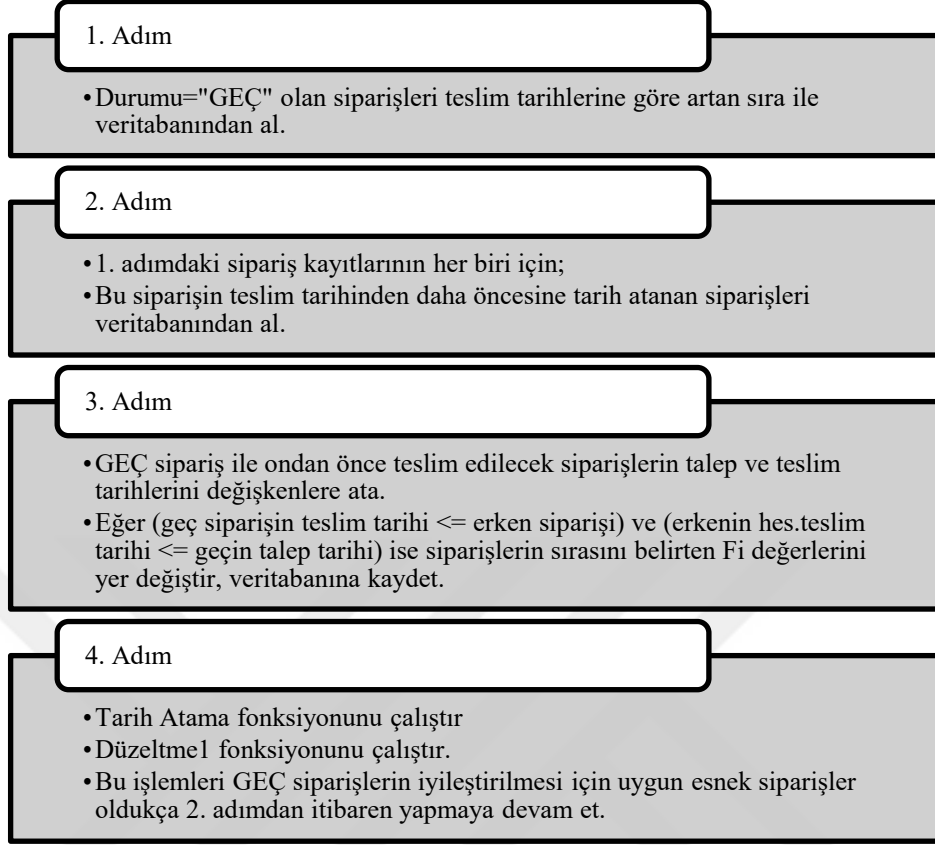
erken veya geç bir tarihe hesaplanmış olduğu tespit edilir. 4. Adımda ise ayrıntıları Şekil 3.9’da gösterilen esas düzeltme işlemini gerçekleştiren alt fonksiyon çalıştırılır. Optimizasyon için düzeltme esnekliğine sahip siparişler bitene kadar Şekil 3.15’teki işlemler 2. Adımdan itibaren döngü şeklinde devam eder. Bu şekilde esnek sipariş tarihi atanmış olan siparişlerin üretime alınma sıraları ötelenerek, geç bir tarihe atanan siparişler bu erken siparişlerle yer değiştirilerek öncelenmiş olur. Bu esneklik erken siparişler için doğrusal fonksiyon tarafından atanan teslim tarihinin müşterinin talep ettiği tarihten daha erken olması durumuna sahip siparişlere aittir. Aksi bir durumda erken bir siparişi müşterinin talep ettiği tarihten daha geç bir tarihe ötelemek optimizasyon değil mevcut işleyişi daha da kötüleştirmek olacaktır.



**Şekil 3.7:** Doğrusal Fonksiyon2 Akış Şeması.



**Şekil 3.8:** Düzeltme1 Fonksiyonu Akış Şeması.



**Şekil 3.9:** Duzeltme2 Fonksiyonu Akış Şeması.

Şekil 3.10'da moora ve ağırlıklı moora, Şekil 3.11'de ise moora referans noktası için yapılan sıralama fonksiyonlarının akışları gösterilmektedir. Ağırlıklı moora, moora hesaplamalarının tamamını içerdiğinden ayrıca bir fonksiyon olarak geliştirilmemiştir. Bunun yerine moora fonksiyonu içerisinde hesaplanan  $Y_i$  değeri, ağırlık katsayısı olarak  $F_i$  ile çarpılarak yeni bir değişken olarak hesaplanıp kaydedilmiştir. Bu sayede aynı işlemlerin tekrar edilerek sistem kaynaklarının verimsiz kullanımının ve işlem zamanı verimsizliğinin önüne geçilmiştir.

Benzer bir mantık ile Şekil 3.11'de gösterilen moora referans noktası yöntemi de moora hesaplamalarını içerdiği için burada öncelikle moora hesaplamaları çağrılmış olup daha sonra 2. ve 3. Adımlarda referans noktası yöntemine ait hesaplamalar yapılmış ve sonrasında hesaplama sonuçları kaydedilmiştir.



## 1. Adım

- Veritabanından kriterleri al ( $X_{ciro}$ ,  $X_{yil}$ ,  $X_{sipmik}$ ,  $X_{tutar}$ )
- Alınan kriterlerin karelerini hesapla  $X_{ciro}^2, X_{yil}^2, X_{sipmik}^2, X_{tutar}^2$  tüm değerleri kaydet

## 2. Adım

- Veritabanından her bir kriterin karelerinin toplamını al ( $\text{Sum}(X_i)$ )
- Her siparişte her kriteri ilgili kriterin kareler toplamına bölerek normalizasyon işlemi yap ( $X_{ni} = X_i / \text{Sum}(X_i)$ )

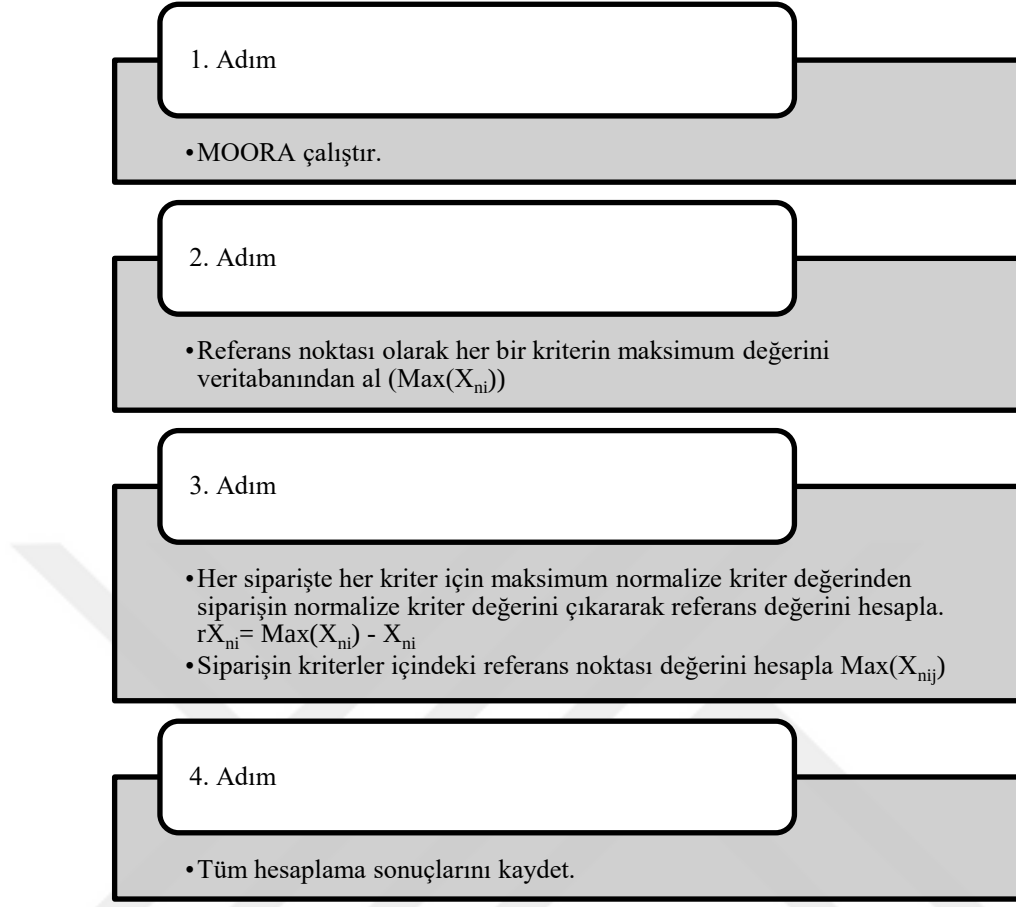
## 3. Adım

- Normalize kriter değerlerini toplayarak  $Y_i$  hesapla
- Ağırlıklı Moora için  $wY_i$  hesapla ( $wY_i = Y_i * F_i$ ) ( $F_i$ : doğrusal f.)

## 4. Adım

- Tüm sonuç değerlerini kaydet.

**Şekil 3.10:** Moora ve Ağırlıklı Moora Akış Şeması.



**Şekil 3.11:** MOORA Referans Noktası Akış Şeması.

### 3.4.2. Uygulamadaki Veri Giriş Formları

Tasarlanan karar destek sistemi için kullanıcının modelleri çalıştıracak, veri girişleri yapacak ve çıktıları takip edeceği bir yazılım arayüzü tasarlanmıştır. Bu arayüzde müşteri verilerinin kaydedildiği “Müşteri Giriş Formu”, karar modelinde kullanılan katsayıların işletmeye göre kaydedildiği “Sistem Parametreleri Tanımlama Formu”, işletme ortamı ile ilgili veri girişlerinin yapıldığı “İşletme Tanımlamaları Formu”, bakım verilerinin girildiği “Bakım Kayıt Giriş Formu” ve son olarak sipariş verilerinin girişinin yapıldığı ve modellerin çalıştırıldığı “Sipariş Kayıtları Giriş Formu” alt bileşenleriyle birlikte tasarlanmıştır. Daha sonra tüm bu formlara erişimi sağlayacak giriş formu olan menü formu tasarıma eklenmiştir.

Geliştirilen yazılımda ilgili formlarda girilen verilerin yukarıda anlatılan veritabanı tablolarına kaydedilmesi, veritabanından verilerin çağırılması, gerektiğinde düzeltilmesi veya silinmesi gibi temel veritabanı fonksiyonları gerçekleştirilmiştir.

Sistemin girdilerine uygulanacak çeşitli karar modelleri için sıralama fonksiyonları için uygulama yazılımının kodlanması gerçekleştirilmiştir. Sıralanan siparişlere sırasıyla ve siparişlerin dakika cinsinden işlem sürelerine göre üretim bitiş zamanını hesaplayarak teslim tarihi hesaplamasını gerçekleştiren tarih atama fonksiyonu, işletmenin bakım planlarını da dikkate alacak şekilde geliştirilerek kodlanmıştır. Doğrusal fonksiyon2 modelinde kullanmak üzere doğrusal karar modeli fonksiyonuna ek olarak bir düzeltme fonksiyonu geliştirilmiş ve kodlanmıştır. Bu fonksiyon sayesinde müşterilerin siparişlerinde belirttikleri ve talep ettikleri teslim tarihleri dikkate alınarak doğrusal modele ek olarak bir optimizasyon işlemi ile geciken siparişlerde iyileştirme yapılmıştır.

Uygulamanın çalıştırılmasıyla kullanıcının karşısına gelen ilk form menü formudur. Uygulama çalıştığında ekrana gelen menü formunun ekran görüntüsü Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Şekil 12’deki form görüntüsünden anlaşılabileceği üzere, karar destek sisteminin 5 farklı formlarına ulaşmak mümkündür. Sol üstte “SİPARİŞ İŞLEMLERİ”, sol alt tarafta “İŞLETMELER”, orta bölümde “MÜŞTERİLER”, sağ üst tarafta “BAKIM TAKİBİ”, sağ alt tarafta da “PARAMETRELER” formlarına girişi sağlayan menü butonları bulunmaktadır.



Şekil 3.12: ANA MENÜ Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.13'te müşterilere ait karar modelindeki verilerin ve müşteri adının kaydı için giriş çıkış işlemlerinin yapıldığı form görünmektedir. Şekil 3.13'teki ekran görüntüsü incelendiğinde “+” komutu ile yeni bir müşteri kaydı oluşturulacağı belirtilmiştir. “onay” komutu ile metin kutularına girilen verilerin veritabanına kaydedilmesi işlemleri gerçekleştirilir ve eklenen yeni müşteri altta gösterilen tabloya aktarılır. Müşteri girişleri bu şekilde tek tek yapılabileceği gibi “İçe Aktar” butonu tıklanarak önceden hazırlanmış excel şablon dosyasındaki veriler topluca sisteme aktarılabilir.

|    | Müşteri Adı | Yıllık Ciro | Yıllık Sipariş Miktarı | Çalışılan Yıl Sayısı |
|----|-------------|-------------|------------------------|----------------------|
| 1  | M1          | 2000000     | 4000000                | 20                   |
| 2  | M2          | 3000000     | 6000000                | 15                   |
| 3  | M3          | 1500000     | 3000000                | 12                   |
| 4  | M4          | 1000000     | 2000000                | 5                    |
| 5  | M5          | 500000      | 1000000                | 6                    |
| 6  | M6          | 2000000     | 4000000                | 10                   |
| 7  | M7          | 1750000     | 3500000                | 10                   |
| 8  | M8          | 250000      | 500000                 | 2                    |
| 9  | M9          | 400000      | 800000                 | 3                    |
| 10 | M10         | 100000      | 200000                 | 5                    |
| 11 | M11         | 800000      | 1600000                | 7                    |
| 12 | M12         | 700000      | 1400000                | 4                    |
| 13 | M13         | 900000      | 1800000                | 8                    |

Şekil 3.13: Müşteri Giriş Formu Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.14'te sistem parametreleri olan karar modeli katsayılarının işletmeye göre kaydının yapıldığı formun ekran görüntüsü gösterilmektedir. Burada ilgili parametreler her bir işletme için farklı olarak kullanılabilecek şekilde esnek düşünüldüğü için karar destek modelinde tüm işletmelerde aynı ağırlık katsayılarını kullanmak yerine kullanıcıya istediği işletmede istediği ağırlık katsayılarını tanımlayarak modeli bu değerlere göre çalıştırma imkanı sunulmuştur.

SİSTEM PARAMETRELERİ TANIMLAMA FORMU






İŞLETME ADI

MÜŞTERİ AĞIRLIK KATSAYISI  SİPARİŞ AĞIRLIK KATSAYISI

YILLIK CİRO KATSAYISI

YILLIK SİPARİŞ MİKTARI KATSAYISI

ÇALIŞILAN YIL SAYISI KATSAYISI

|   | İşletme Adı     | Müşteri Katsayısı | Sipariş Katsayısı | Ciro Katsayısı | Yıllık Sipariş Miktarı Katsayısı | Yıl Sayısı Katsayısı |
|---|-----------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | SPL             | 0.5               | 0.5               | 0.307536       | 0.49090796                       | 0.2015563            |
| 2 | İŞLETME2        | 0.5               | 0.5               | 0.307536       | 0.49090796                       | 0.2015563            |
| 3 | İŞLETME3_BAKIM  | 0.2200251         | 0.77997495        | 0.307536       | 0.49090796                       | 0.2015563            |
| 4 | DENEME İŞLET... | 0.5               | 0.5               | 0.33           | 0.33                             | 0.33                 |
| 5 | İŞLETME_R       | 0.5               | 0.5               | 0.307536       | 0.49090796                       | 0.2015563            |

Şekil 3.14: Sistem Parametreleri Tanımlama Formu Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.15'te işletme ortamının, kapasite bilgilerinin ve ilgili işletmede planlama zaman verilerinin tanımlamalarının yapıldığı formun ekran görüntüsü verilmiştir. Her bir işletme için sistemde işletmenin üretim hızı, kapasite ve süre hesabında kullanmak üzere hat genişliği, üretimler arası ortalama hazırlık süresi, planlama başlangıç zamanı ve kaç günlük bir periyot için planlamanın gerçekleştirileceği, günlük mesai süresi, işletmenin Pazar günü çalışıp çalışmayacağı ve mesai başlama saati gibi verilerin kaydı yapılmaktadır.

Şekil 3.15: İşletme Tanımlamaları Formu Ekran Görüntüsü.

Sistemde tanımlanan işletmeler için tahmini veya planlı bakım verilerinin kaydının yapıldığı formun ekran görüntüsü Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Kullanıcılar, karar destek sisteminde gerçek sonuçlar elde edebilmek için işletmede önceden bilinen veya tahmin edilen arızalar veya ileri tarihli bakım işlemleri için, bakımın başlangıç zamanını ve bakım sürelerinin girişini yaparak, tarih atanma sırasında bakım aralıklarına denk gelen üretimler için ötelenme sağlayarak gerçek işletme ortamının simülasyonuna ve gerçekçi bir planlamaya ulaşmış olacaklardır. Bu özellik, teslim tarihi belirleme probleminde literatürde yapılan çalışmalarda şimdiye kadar dikkate alınmamış olduğundan çalışmanın literatüre sağlayacağı yenilikler arasındadır.

Şekil 3.16’da görülebileceği gibi bakım bilgileri kullanıcı firmadaki tüm işletmeler için kaydedilebilmektedir. Bakımın başlangıç zamanı ve bakım süresi girildiğinde bitiş zamanı sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmakta, bakımın içeriği de açıklama kısmında kaydedilmektedir. Veri girişleri tüm sistemde aynı fonksiyonla yapılmakta olup kullanıcı verilerini kaydettiğinde veritabanına kaydedilen veriler aynı zamanda formda görülen tabloya da aktarılarak anlık olarak kullanıcıya gösterilmektedir.

**BAKIM KAYIT GİRİŞ FORMU**





**İŞLETME ADI**

**BAKIM BAŞLANGIÇ ZAMANI** 13.12.2017.10.35

**BAKIM SÜRESİ (dk)**

**BAKIM BİTİŞ ZAMANI** 13.12.2017.10.35

**AÇIKLAMA**

|    | İşletme Adı     | Bakım Başlangıç Zamanı | Bakım Süresi | Bakım Bitiş Zamanı |
|----|-----------------|------------------------|--------------|--------------------|
| 1  | DENEME İŞLET... | 27.11.2017 13:0...     | 120          | 27.11.2017 15:0... |
| 2  | İŞLETME3_BAKIM  | 26.11.2017 19:3...     | 70           | 26.11.2017 19:3... |
| 3  | İŞLETME3_BAKIM  | 22.11.2017 19:2...     | 60           | 22.11.2017 19:2... |
| 4  | İŞLETME3_BAKIM  | 25.11.2017 04:4...     | 20           | 25.11.2017 04:4... |
| 5  | İŞLETME3_BAKIM  | 23.11.2017 03:2...     | 90           | 23.11.2017 03:2... |
| 6  | İŞLETME3_BAKIM  | 23.11.2017 21:0...     | 30           | 23.11.2017 21:0... |
| 7  | İŞLETME3_BAKIM  | 26.11.2017 19:2...     | 50           | 26.11.2017 19:2... |
| 8  | İŞLETME3_BAKIM  | 24.11.2017 18:2...     | 80           | 24.11.2017 18:2... |
| 9  | İŞLETME3_BAKIM  | 20.11.2017 21:3...     | 45           | 20.11.2017 21:3... |
| 10 | İŞLETME3_BAKIM  | 24.12.2017 13:1...     | 25           | 24.12.2017 13:1... |
| 11 | İŞLETME3_BAKIM  | 20.12.2017 03:1...     | 35           | 20.12.2017 03:1... |
| 12 | İŞLETME3_BAKIM  | 24.11.2017 18:2...     | 20           | 24.11.2017 18:2... |

**Şekil 3.16:** Bakım Kayıt Giriş Formu Ekran Görüntüsü.

Sistemin son ve en önemli girdileri olan sipariş kayıtlarının giriş formu ekran görüntüsü Şekil 3.17’de gösterilmektedir. Sipariş formu gerek veri girişlerinin çok olması gerek ise modellerin aynı formdan çalıştırılması dolayısıyla oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Kullanıcının formlar arasında çok fazla dolaşma ihtiyacı duymaması için karar modellerinin çalıştırılması ile sipariş veri girişlerinin yapılmasını aynı form içerisinde yapılabilecek şekilde form tasarımı yapılmıştır. Bunun için ilgili formda tab nesnesi ve tabPage nesneleri kullanılarak kullanıcının tek formda çoklu sekmeler arasında gezinerek ilgili fonksiyonlara hızlı ve kolay bir şekilde ulaşması sağlanmıştır.

Şekil 3.17’deki sipariş formunun ilk sekmesi sipariş kayıtlarının yapıldığı “Sipariş Kayıt” isimli tabPage nesnesidir. Bu sekmede kullanıcı tek tek sipariş kayıtlarını yapabileceği gibi sipariş verilerini topluca bir excel dosyasından da alarak sisteme aktarabilir. Bir sipariş için sipariş no, müşteri adı, siparişi geliş tarihi, müşterinin varsa sipariş için talep ettiği teslim tarihi, siparişte istenen ürünün hangi işletmede üretileceği, ürünün miktarı, gramajı, birimi, adı, birim fiyatı ve tutar verileri kaydedilmektedir. Kayıt sırasında siparişin gramajı, miktarı ve işletmenin kapasite verilerine bakılarak ilgili sipariş için üretim süresi dakika cinsinden hesaplanarak aynı tabloda

kaydedilmektedir. Eldeki sipariş kayıtlarının tamamı da excel programıyla dışa aktarılabilir.

Sipariş kayıtları formundaki diğer sekmelerde sipariş sıralama modellerinin çalıştırılıp sonuçların gözlemlendiği “Sipariş Sıralama” sekmesi bulunmaktadır. Bu sekmenin ekran görüntüsü Şekil 18’de gösterilmektedir. Yapılan sıralama işlemleri sonrasında sistemde kullanılan her bir yöntemden elde edilen sonuçlar, ilgili formda ayrı bir sekmede kullanıcının hızlıca ulaşabileceği şekilde tasarlanmıştır. “DOĞRUSAL1, DOĞRUSAL2, FCFS, EDD, MOORA, AĞIRLIKLIL MOORA ve MOORA RN” sekmelerinde adından anlaşılacağı üzere ilgili modellerle yapılan sıralama ve atanan teslim tarihi sonuçları tablosu ile her modeldeki planlama neticesinde elde edilen sipariş toplam gelirleri gösterilmiştir.

| SIPARIŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | M2     | BİRİM     | ÖRÜN ADI | BİRİM FİYAT    | TUTAR   |
|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|----------------|---------|
| 1          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 48640  | METREKARE | NONWOVEN | 1.038756067... | 53443.5 |
| 2          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL         | 35000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.202586100... | 42090.5 |
| 3          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 52800  | METREKARE | NONWOVEN | 1.263594045... | 66717.7 |
| 4          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 95000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.546471010... | 51914.7 |
| 5          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 93600  | METREKARE | NONWOVEN | 0.112640071... | 10543.1 |
| 6          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL         | 136350 | METREKARE | NONWOVEN | 0.482537945... | 65794.0 |
| 7          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 57000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.122623117... | 6989.52 |
| 8          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 59000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.449916776... | 26545.0 |
| 9          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 17500  | METREKARE | NONWOVEN | 1.152673536... | 20171.7 |
| 10         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 114000 | METREKARE | NONWOVEN | 0.476904218... | 54367.0 |
| 11         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 64700  | METREKARE | NONWOVEN | 0.289790979... | 18749.4 |
| 12         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 56400  | METREKARE | NONWOVEN | 0.337931936... | 19059.3 |
| 13         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 90000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.810121311... | 72910.9 |
| 14         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL         | 31680  | METREKARE | NONWOVEN | 1.252357426... | 39674.6 |
| 15         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 79200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.208002232... | 95673.7 |
| 16         |             | 09.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 54720  | METREKARE | NONWOVEN | 0.888845926... | 48637.6 |
| 17         |             | 25.10.2017 0... | 24.11.2017 0...            | SPL         | 60000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.403767837... | 84226.0 |
| 18         |             | 26.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 56100  | METREKARE | NONWOVEN | 0.427082248... | 23959.3 |
| 19         |             | 19.10.2017 0... | 21.11.2017 0...            | SPL         | 54600  | METREKARE | NONWOVEN | 1.248564472... | 68171.6 |
| 20         |             | 27.10.2017 0... | 21.11.2017 0...            | SPL         | 53115  | METREKARE | NONWOVEN | 0.979012601... | 52000.2 |
| 21         |             | 24.10.2017 0... | 28.11.2017 0...            | SPL         | 58200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.304822056... | 75940.6 |
| 22         |             | 22.10.2017 0... | 30.11.2017 0...            | SPL         | 86625  | METREKARE | NONWOVEN | 0.379069853... | 32836.9 |

Şekil 3.17: Sipariş Kayıtları Giriş Formu Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.18’de gösterilen sipariş sıralama ekranını detaylandırmak gerekirse burada kullanıcı öncelikle hangi işletme siparişleri için işlem yapılacağını “İşletme Adını” seçerek belirtir. Kullanıcı işletme adını seçince ilgili işletmenin veritabanındaki tanımlamalarından; planlamanın başlangıç zamanı ve planlama periyodu gün sayısı bilgileri otomatik olarak aktarılır. İlgili veriler veritabanından gelse de kullanıcı bu aşamada istediği şekilde bu verilerde değişiklik yaparak farklı bir zaman için planlama başlangıcı belirleyebilir, farklı bir planlama periyodu gün sayısı girişi gerçekleştirebilir.



Yapılan çalışmada doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2, fcfs, edd, moora, ağırlıklı moora ve moora rn modelleri teker teker çalıştırılabileceği gibi modellerin tamamının tek seferde sırayla çalıştırılarak sonuçların direkt olarak aynı ekrandan gözlenebilmesi için “TÜM MODELLER” butonu eklenmiştir.

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MİKTAR | BİRİM     | ÜRÜN ADI | BİFİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|-------|
| 1  | 1          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 48640  | METREKARE | NONWOVEN | 1.05  |
| 2  | 2          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL         | 35000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20  |
| 3  | 3          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 52800  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20  |
| 4  | 4          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 95000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.54  |
| 5  | 5          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 93600  | METREKARE | NONWOVEN | 0.11  |
| 6  | 6          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL         | 136350 | METREKARE | NONWOVEN | 0.40  |
| 7  | 7          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 57000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.12  |
| 8  | 8          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 59000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.40  |
| 9  | 9          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 17500  | METREKARE | NONWOVEN | 1.10  |
| 10 | 10         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 114000 | METREKARE | NONWOVEN | 0.40  |
| 11 | 11         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 64700  | METREKARE | NONWOVEN | 0.20  |
| 12 | 12         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 56400  | METREKARE | NONWOVEN | 0.30  |
| 13 | 13         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 90000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.80  |
| 14 | 14         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL         | 31680  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20  |
| 15 | 15         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 79200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20  |

Şekil 3.18: Sipariş Sıralama Sekmesi Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.19’da doğrusal fonksiyon1 modelindeki sıralama işlemleri sırasında ve sonrasındaki tarih atama işlemleri neticesinde oluşan planlama periyodundaki kapasitenin el verdiği üretilecek siparişlerin örnek ekran görüntüsü bulunmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucu siparişlerin üretiminden elde edilecek toplam tutar da ekranın yan tarafında gösterilmektedir.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SİRALAMA | DOĞRUSAL1     | DOĞRUSAL 2 | FCFS      | EDD       | MOORA               | AĞIRLIKLIL MOORA         | MOORA RN     |
|---------------|------------------|---------------|------------|-----------|-----------|---------------------|--------------------------|--------------|
| Sipariş No    | Müşteri Adı      | Örün Adı      | Miktar     | Birimi    | Tutar     | Amaç Fonksiyonu (F) | Hesaplanan Teslim Tarihi |              |
| 1             | 382              | DOKUMASIZ ... | 118800     | METREKARE | 159148.29 | 0.45552             | 20.11.2017 0...          | TOPLAM TUTAR |
| 2             | 400              | DOKUMASIZ ... | 113886     | METREKARE | 153528.21 | 0.43992             | 20.11.2017 1...          |              |
| 3             | 395              | DOKUMASIZ ... | 87585      | METREKARE | 129648.01 | 0.40872             | 21.11.2017 1...          |              |
| 4             | 389              | DOKUMASIZ ... | 129937.5   | METREKARE | 189819.2  | 0.39408             | 21.11.2017 1...          |              |
| 5             | 397              | DOKUMASIZ ... | 87768      | METREKARE | 113129.27 | 0.37752             | 22.11.2017 0...          |              |
| 6             | 417              | DOKUMASIZ ... | 109440     | METREKARE | 104523.8  | 0.36972             | 22.11.2017 1...          |              |
| 7             | 345              | DOKUMASIZ ... | 67680      | METREKARE | 94753.51  | 0.35412             | 22.11.2017 1...          |              |
| 8             | 403              | DOKUMASIZ ... | 70000      | METREKARE | 88031.65  | 0.33852             | 22.11.2017 1...          |              |
| 9             | 466              | DOKUMASIZ ... | 139140     | METREKARE | 70352.53  | 0.31512             | 23.11.2017 1...          |              |
| 10            | 422              | DOKUMASIZ ... | 116400     | METREKARE | 161966.42 | 0.3112              | 24.11.2017 0...          |              |
| 11            | 456              | DOKUMASIZ ... | 43650      | METREKARE | 63401.26  | 0.30732             | 24.11.2017 1...          |              |
| 12            | 412              | DOKUMASIZ ... | 129400     | METREKARE | 164962.55 | 0.30008             | 24.11.2017 1...          |              |
| 13            | 376              | DOKUMASIZ ... | 127000     | METREKARE | 170631.49 | 0.29776             | 25.11.2017 1...          |              |
| 14            | 372              | DOKUMASIZ ... | 140400     | METREKARE | 165702.26 | 0.28996             | 25.11.2017 1...          |              |
| 15            | 367              | DOKUMASIZ ... | 67884      | METREKARE | 49565.49  | 0.28392             | 26.11.2017 1...          |              |
| 16            | 444              | DOKUMASIZ ... | 63400      | METREKARE | 47945.06  | 0.28392             | 26.11.2017 1...          |              |

Şekil 3.19: Doğrusal fonksiyon1 Sekmesi Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.20’de da doğrusal fonksiyon2 modelinin çıktıların ekran görüntüsü verilmiştir.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SİRALAMA | DOĞRUSAL1     | DOĞRUSAL 2 | FCFS      | EDD       | MOORA               | AĞIRLIKLIL MOORA         | MOORA RN |
|---------------|------------------|---------------|------------|-----------|-----------|---------------------|--------------------------|----------|
| Sipariş No    | Müşteri Adı      | Örün Adı      | Miktar     | Birimi    | Tutar     | Amaç Fonksiyonu (F) | Hesaplanan Teslim Tarihi | Durumu   |
| 1             | 372              | DOKUMASIZ ... | 140400     | METREKARE | 165702.26 | 0.45552             | 20.11.2017 1...          | UYGUN    |
| 2             | 400              | DOKUMASIZ ... | 113886     | METREKARE | 153528.21 | 0.30008             | 20.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 3             | 367              | DOKUMASIZ ... | 67884      | METREKARE | 49565.49  | 0.30008             | 21.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 4             | 444              | DOKUMASIZ ... | 63400      | METREKARE | 47945.06  | 0.28996             | 21.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 5             | 456              | DOKUMASIZ ... | 43650      | METREKARE | 63401.26  | 0.28392             | 22.11.2017 0...          | ERKEN    |
| 6             | 466              | DOKUMASIZ ... | 139140     | METREKARE | 70352.53  | 0.28392             | 22.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 7             | 403              | DOKUMASIZ ... | 70000      | METREKARE | 88031.65  | 0.28392             | 22.11.2017 1...          | GEÇ      |
| 8             | 412              | DOKUMASIZ ... | 129400     | METREKARE | 164962.55 | 0.28392             | 23.11.2017 1...          | GEÇ      |
| 9             | 417              | DOKUMASIZ ... | 109440     | METREKARE | 104523.8  | 0.28392             | 23.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 10            | 422              | DOKUMASIZ ... | 116400     | METREKARE | 161966.42 | 0.28392             | 24.11.2017 0...          | GEÇ      |
| 11            | 345              | DOKUMASIZ ... | 67680      | METREKARE | 94753.51  | 0.28392             | 24.11.2017 1...          | GEÇ      |
| 12            | 395              | DOKUMASIZ ... | 87585      | METREKARE | 129648.01 | 0.28392             | 25.11.2017 1...          | GEÇ      |
| 13            | 397              | DOKUMASIZ ... | 87768      | METREKARE | 113129.27 | 0.28392             | 25.11.2017 1...          | ERKEN    |
| 14            | 382              | DOKUMASIZ ... | 118800     | METREKARE | 159148.29 | 0.28392             | 26.11.2017 0...          | GEÇ      |
| 15            | 389              | DOKUMASIZ ... | 129937.5   | METREKARE | 189819.2  | 0.28392             | 26.11.2017 1...          | GEÇ      |

Şekil 3.20: Doğrusal fonksiyon2 Sekmesi Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.21’de FCFS ile elde edilen sipariş sıralamalarının görüldüğü FCFS sekmesinin içeriğinin ekran görüntüsü gösterilmiştir. FCFS yöntemi ilk gelen sipariş ilk üretilir mantığına göre çalıştığı için sipariş kayıtlarının veritabanına eklenme sırasına göre siparişler sıralanarak teslim tarihi ataması yapılmaktadır.

Şekil 3.22’de EDD yöntemiyle elde edilen sipariş sıralamalarının görüldüğü EDD sekmesinin ekran görüntüsü bulunmaktadır. EDD yöntemi siparişleri, müşterilerin talep tarihine göre erken tarihten geç tarihe doğru bir sıralama işlemine tabi tutmaktadır. Bu sıralamaya göre siparişlere teslim tarihi atanmaktadır. Şekil 3.22’deki ekran görüntüsünde tablonun son sütunu müşterinin talep tarihidir. Siparişlerin bu tarihe göre artan şekilde sıralandığı görülebilmektedir.

| SİPARİŞ KAYIT SİPARİŞ SİRALAMA DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLİ MOORA MOORA RN |            |             |               |        |           |           |                          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|---------------|--------|-----------|-----------|--------------------------|-----------------|
|                                                                                            | Sipariş No | Müşteri Adı | Ürün Adı      | Miktar | Birimi    | Tutar     | Hesaplanan Teslim Tarihi | Geliş Tarihi    |
| 1                                                                                          | 334        |             | DOKUMASIZ ... | 58368  | METREKARE | 7928.75   | 20.11.2017 1...          | 18.10.2017 0... |
| 2                                                                                          | 335        |             | DOKUMASIZ ... | 21000  | METREKARE | 15353.44  | 20.11.2017 1...          | 21.10.2017 0... |
| 3                                                                                          | 336        |             | DOKUMASIZ ... | 63360  | METREKARE | 60273.2   | 20.11.2017 1...          | 16.10.2017 0... |
| 4                                                                                          | 337        |             | DOKUMASIZ ... | 57000  | METREKARE | 57198.31  | 20.11.2017 1...          | 03.11.2017 0... |
| 5                                                                                          | 338        |             | DOKUMASIZ ... | 112320 | METREKARE | 2307.59   | 21.11.2017 1...          | 06.11.2017 0... |
| 6                                                                                          | 339        |             | DOKUMASIZ ... | 32724  | METREKARE | 9764.62   | 21.11.2017 1...          | 31.10.2017 0... |
| 7                                                                                          | 340        |             | DOKUMASIZ ... | 68500  | METREKARE | 28650.52  | 21.11.2017 1...          | 02.11.2017 0... |
| 8                                                                                          | 341        |             | DOKUMASIZ ... | 39000  | METREKARE | 40592.55  | 21.11.2017 1...          | 06.11.2017 0... |
| 9                                                                                          | 342        |             | DOKUMASIZ ... | 21000  | METREKARE | 14096.74  | 21.11.2017 1...          | 16.10.2017 0... |
| 10                                                                                         | 343        |             | DOKUMASIZ ... | 45500  | METREKARE | 27330.59  | 22.11.2017 0...          | 09.11.2017 0... |
| 11                                                                                         | 344        |             | DOKUMASIZ ... | 77640  | METREKARE | 16391.38  | 22.11.2017 1...          | 21.10.2017 0... |
| 12                                                                                         | 345        |             | DOKUMASIZ ... | 67680  | METREKARE | 94753.51  | 22.11.2017 1...          | 11.11.2017 0... |
| 13                                                                                         | 346        |             | DOKUMASIZ ... | 108000 | METREKARE | 121057.47 | 23.11.2017 1...          | 02.11.2017 0... |
| 14                                                                                         | 347        |             | DOKUMASIZ ... | 38016  | METREKARE | 22482.49  | 23.11.2017 1...          | 02.11.2017 0... |
| 15                                                                                         | 348        |             | DOKUMASIZ ... | 95040  | METREKARE | 39367.2   | 23.11.2017 1...          | 04.11.2017 0... |

TOPLAM TUTAR

YUKARI

AŞAĞI

Şekil 3.21: FCFS Sekmesi Ekran Görüntüsü.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SIRALAMA | DOĞRUSAL 1  | DOĞRUSAL 2    | FCFS    | EDD       | MOORA     | AĞIRLIKLIL MOORA         | MOORA RN                   |
|---------------|------------------|-------------|---------------|---------|-----------|-----------|--------------------------|----------------------------|
|               | Sipariş No       | Müşteri Adı | Ürün Adı      | Miktar  | Birimi    | Tutar     | Hesaplanan Teslim Tarihi | Talep Edilen Teslim Tarihi |
| 1             | 391              |             | DOKUMASIZ ... | 79162.5 | METREKARE | 79548.62  | 20.11.2017 0...          | 20.11.20...                |
| 2             | 439              |             | DOKUMASIZ ... | 71250   | METREKARE | 23670.98  | 20.11.2017 1...          | 20.11.20...                |
| 3             | 469              |             | DOKUMASIZ ... | 42427.5 | METREKARE | 56339.77  | 20.11.2017 1...          | 20.11.20...                |
| 4             | 428              |             | DOKUMASIZ ... | 109360  | METREKARE | 73385.42  | 21.11.2017 1...          | 20.11.20...                |
| 5             | 372              |             | DOKUMASIZ ... | 140400  | METREKARE | 165702.26 | 22.11.2017 0...          | 20.11.20...                |
| 6             | 377              |             | DOKUMASIZ ... | 34200   | METREKARE | 49739.03  | 22.11.2017 0...          | 20.11.20...                |
| 7             | 425              |             | DOKUMASIZ ... | 105550  | METREKARE | 96041.6   | 22.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 8             | 361              |             | DOKUMASIZ ... | 70068   | METREKARE | 44631.71  | 22.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 9             | 408              |             | DOKUMASIZ ... | 60000   | METREKARE | 84259.62  | 22.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 10            | 353              |             | DOKUMASIZ ... | 63738   | METREKARE | 91202.97  | 23.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 11            | 385              |             | DOKUMASIZ ... | 84150   | METREKARE | 94469.04  | 23.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 12            | 433              |             | DOKUMASIZ ... | 107580  | METREKARE | 82141.48  | 24.11.2017 0...          | 21.11.20...                |
| 13            | 352              |             | DOKUMASIZ ... | 65520   | METREKARE | 23775.82  | 24.11.2017 1...          | 21.11.20...                |
| 14            | 368              |             | DOKUMASIZ ... | 72960   | METREKARE | 24179.04  | 24.11.2017 1...          | 22.11.20...                |
| 15            | 339              |             | DOKUMASIZ ... | 32724   | METREKARE | 9764.62   | 24.11.2017 1...          | 22.11.20...                |

TOPLAM TUTAR

YUKARI

AŞAĞI

Şekil 3.22: EDD Sekmesi Ekran Görüntüsü.

Şekil 3.23, Şekil 3.24 ve Şekil 3.25'te sırasıyla Moora, Ağırlıklı Moora ve Moora RN yöntemleriyle elde edilen sipariş sıralamalarının ilgili sekmelerdeki ekran görüntüleri gösterilmiştir. Moora yönteminde yapılan hesaplamalarda sıralamaya tabi değişken değeri  $Y_i$ , ağırlıklı moora yönteminde ilgili değişken  $wY_i$ , Moora RN yönteminde ise  $R_{max}$  değişkenleridir. Her yöntemin ilgili ekran görüntüsünde siparişlerin, bu değişkenlerin azalan değerine göre sıralandığı görülebilmektedir. Çünkü en yüksek değişken değerine sahip sipariş önceliklidir.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SIRALAMA | DOĞRUSAL1   | DOĞRUSAL 2 | FCFS   | EDD       | MOORA  | AĞIRLIKLIL MOORA     | MOORA RN                 |
|---------------|------------------|-------------|------------|--------|-----------|--------|----------------------|--------------------------|
| Sıra          | Sipariş No       | Müşteri Adı | Örün Adı   | Miktar | Birimi    | Tutar  | Amaç Fonksiyonu (Yı) | Hesaplanan Teslim Tarihi |
| 1             | 484              | M32         | ORÖN12     | 94000  | METREKARE | 376000 | 0.706671388...       | 20.11.2017 09:4...       |
| 2             | 511              | M1          | ORÖN8      | 80000  | METREKARE | 416000 | 0.637556003...       | 20.11.2017 12:2...       |
| 3             | 477              | M32         | ORÖN14     | 80000  | METREKARE | 208000 | 0.600404375...       | 20.11.2017 15:3...       |
| 4             | 500              | M32         | ORÖN1      | 70000  | METREKARE | 203000 | 0.597241666...       | 20.11.2017 18:0...       |
| 5             | 479              | M32         | ORÖN1      | 67000  | METREKARE | 194300 | 0.591738553...       | 20.11.2017 19:3...       |
| 6             | 506              | M1          | ORÖN14     | 78500  | METREKARE | 329700 | 0.582967651...       | 20.11.2017 21:4...       |
| 7             | 490              | M1          | ORÖN7      | 59500  | METREKARE | 303450 | 0.566363430...       | 21.11.2017 07:1...       |
| 8             | 483              | M1          | ORÖN10     | 75000  | METREKARE | 285000 | 0.554693035...       | 21.11.2017 09:2...       |
| 9             | 509              | M32         | ORÖN3      | 27000  | METREKARE | 126900 | 0.549105239...       | 21.11.2017 11:0...       |
| 10            | 534              | M32         | ORÖN11     | 63000  | METREKARE | 126000 | 0.548535952...       | 21.11.2017 12:4...       |
| 11            | 481              | M32         | ORÖN5      | 34000  | METREKARE | 112200 | 0.539806876...       | 21.11.2017 13:4...       |
| 12            | 505              | M32         | ORÖN12     | 27900  | METREKARE | 111600 | 0.539427351...       | 21.11.2017 14:4...       |
| 13            | 488              | M32         | ORÖN3      | 23500  | METREKARE | 110450 | 0.538699928...       | 21.11.2017 15:4...       |
| 14            | 549              | M1          | ORÖN7      | 50000  | METREKARE | 255000 | 0.535716782...       | 21.11.2017 17:3...       |
| 15            | 510              | M1          | ORÖN5      | 50000  | METREKARE | 245000 | 0.529391365...       | 21.11.2017 19:3...       |
| 16            | 482              | M1          | ORÖN7      | 65000  | METREKARE | 227500 | 0.518321884...       | 21.11.2017 21:2...       |

TOPLAM TUTAR  
8329137.44

YUKARI

AŞAĞI

Şekil 3.23: MOORA Sekmesi Ekran Görüntüsü.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SIRALAMA | DOĞRUSAL1   | DOĞRUSAL 2 | FCFS   | EDD       | MOORA  | AĞIRLIKLIL MOORA      | MOORA RN                 |
|---------------|------------------|-------------|------------|--------|-----------|--------|-----------------------|--------------------------|
| Sıra          | Sipariş No       | Müşteri Adı | Örün Adı   | Miktar | Birimi    | Tutar  | Amaç Fonksiyonu (wYı) | Hesaplanan Teslim Tarihi |
| 1             | 512              | M1          | ORÖN4      | 25000  | METREKARE | 25000  | 0                     | 20.11.2017 09:4...       |
| 2             | 526              | M1          | ORÖN4      | 15720  | METREKARE | 15720  | 0                     | 20.11.2017 12:2...       |
| 3             | 532              | M7          | ORÖN11     | 60000  | METREKARE | 234000 | 0                     | 20.11.2017 15:3...       |
| 4             | 535              | M30         | ORÖN2      | 18900  | METREKARE | 56700  | 0                     | 20.11.2017 18:0...       |
| 5             | 537              | M1          | ORÖN9      | 13800  | METREKARE | 51060  | 0                     | 20.11.2017 19:3...       |
| 6             | 539              | M7          | ORÖN2      | 70000  | METREKARE | 322000 | 0                     | 20.11.2017 21:4...       |
| 7             | 542              | M7          | ORÖN2      | 42700  | METREKARE | 196420 | 0                     | 21.11.2017 07:1...       |
| 8             | 544              | M1          | ORÖN9      | 27900  | METREKARE | 83700  | 0                     | 21.11.2017 09:2...       |
| 9             | 546              | M1          | ORÖN7      | 19700  | METREKARE | 68950  | 0                     | 21.11.2017 11:0...       |
| 10            | 548              | M1          | ORÖN16     | 27000  | METREKARE | 118800 | 0                     | 21.11.2017 12:4...       |
| 11            | 473              | M1          | ORÖN5      | 35000  | METREKARE | 70000  | 0                     | 21.11.2017 13:4...       |
| 12            | 489              | M1          | ORÖN5      | 45400  | METREKARE | 222460 | 0                     | 21.11.2017 14:4...       |
| 13            | 505              | M32         | ORÖN12     | 27900  | METREKARE | 111600 | 0                     | 21.11.2017 15:4...       |
| 14            | 517              | M12         | ORÖN6      | 80000  | METREKARE | 272000 | 0                     | 21.11.2017 17:3...       |
| 15            | 533              | M1          | ORÖN9      | 32400  | METREKARE | 97200  | 0                     | 21.11.2017 19:3...       |

TOPLAM TUTAR  
8147600

YUKARI

AŞAĞI

Şekil 3.24: AĞIRLIKLIL MOORA Sekmesi Ekran Görüntüsü.

| SİPARİŞ KAYIT | SİPARİŞ SİRALAMA | DOĞRUSAL 1    | DOĞRUSAL 2 | FCFS      | EDD       | MOORA          | AĞIRLIKLIL MOORA         | MOORA RN     |
|---------------|------------------|---------------|------------|-----------|-----------|----------------|--------------------------|--------------|
|               | Müşteri Adı      | Ürün Adı      | Miktar     | Birimi    | Tutar     | Rmax           | Hesaplanan Teslim Tarihi |              |
| 1             |                  | DOKUMASIZ ... | 118800     | METREKARE | 159148.29 | 0.035260436... | 20.11.2017 0...          | TOPLAM TUTAR |
| 2             |                  | DOKUMASIZ ... | 113886     | METREKARE | 153528.21 | 0.041721492... | 20.11.2017 1...          |              |
| 3             |                  | DOKUMASIZ ... | 87585      | METREKARE | 129648.01 | 0.069175071... | 21.11.2017 1...          |              |
| 4             |                  | DOKUMASIZ ... | 87768      | METREKARE | 113129.27 | 0.088165639... | 21.11.2017 1...          |              |
| 5             |                  | DOKUMASIZ ... | 112800     | METREKARE | 107062.45 | 0.096070784... | 21.11.2017 1...          | YUKARI       |
| 6             |                  | DOKUMASIZ ... | 129937.5   | METREKARE | 189819.2  | 0.096070784... | 22.11.2017 1...          |              |
| 7             |                  | DOKUMASIZ ... | 109440     | METREKARE | 104523.8  | 0.098058812... | 22.11.2017 1...          |              |
| 8             |                  | DOKUMASIZ ... | 67680      | METREKARE | 94753.51  | 0.109291106... | 22.11.2017 1...          |              |
| 9             |                  | DOKUMASIZ ... | 65616      | METREKARE | 94651.96  | 0.109407852... | 22.11.2017 1...          |              |
| 10            |                  | DOKUMASIZ ... | 84150      | METREKARE | 94469.04  | 0.115508482... | 23.11.2017 1...          |              |
| 11            |                  | DOKUMASIZ ... | 105550     | METREKARE | 96041.6   | 0.115508482... | 23.11.2017 1...          |              |
| 12            |                  | DOKUMASIZ ... | 70000      | METREKARE | 88031.65  | 0.117018810... | 24.11.2017 0...          |              |
| 13            |                  | DOKUMASIZ ... | 116400     | METREKARE | 161966.42 | 0.124999852... | 24.11.2017 1...          |              |
| 14            |                  | DOKUMASIZ ... | 90000      | METREKARE | 79483.68  | 0.126845879... | 24.11.2017 1...          | AŞAĞI        |
| 15            |                  | DOKUMASIZ ... | 118800     | METREKARE | 71524.21  | 0.135996386... | 25.11.2017 1...          |              |

Şekil 3.25: MOORA - RN Sekmesi Ekran Görüntüsü.

Şekil 26'daki ekran görüntüsü "Sipariş Sıralama" sekmesini belirtir ancak yapılan örnek uygulamadan çıkan sonuçları da içerdiği için sonuçları vurgulamak açısından tekrar gösterilmek istenmiştir. Her model çalıştıktan sonra ekran görüntüsünde sağ tarafta gösterilen textbox nesneleri bölümünde, ilgili modellerin yaptığı sıralamalar sonrasında kapasite sınırlaması içerisinde tarih atanan siparişlerden toplamda ne kadarlık bir sipariş geliri elde edileceği kullanıcıya karar desteği konusunda enformasyon sağlaması amacıyla gösterilmektedir. Modellerin karşılaştırması da bu şekilde yapılmış olup, belirli bir planlama ufkuyla hangi modelin daha fazla sipariş geliri vadettiğine göre kullanıcının seçeceği sıralama modeline karar vermesi ve siparişleri bu karara göre sıralı şekilde planlamaya dahil etmesi sağlanmış olacaktır. Her bir yöntemi çalıştıran butonların üstündeki sarı textbox nesnelerinin içerisinde ilgili yöntemlerin işlem süreleri hesaplanarak gösterilmiştir.

| SIPARIŞ KAYIT                                                |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |    |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|---------------|--------------------------------|----|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                             |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |    |
| DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLIL MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |    |
| İŞLETME ADI                                                  |             | İŞLETME3_BAKIM  |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |               | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |    |
| İŞLEM SÖRELERİ (ms)                                          |             | 62790.1103      |                            | 3104.4055        |        | 46207.2812       |               | 780.0014                       |    |
|                                                              |             | 4196.6072       |                            | 4196.4074        |        | 3744.0066        |               |                                |    |
| TOM MODELLER                                                 |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |               | EDD                            |    |
|                                                              |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |               |                                |    |
| SIPARIŞ NO                                                   | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR | BİRİM            | ÖRÜN ADI      | BİF                            | İY |
| 1                                                            | 334         | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 58368  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.13                           |    |
| 2                                                            | 335         | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.73                           |    |
| 3                                                            | 336         | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 63360  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.98                           |    |
| 4                                                            | 337         | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 57000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.00                           |    |
| 5                                                            | 338         | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 112320 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.02                           |    |
| 6                                                            | 339         | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 32724  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.25                           |    |
| 7                                                            | 340         | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 68500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           |    |
| 8                                                            | 341         | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 39000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.04                           |    |
| 9                                                            | 342         | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.67                           |    |
| 10                                                           | 343         | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 45500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.60                           |    |
| 11                                                           | 344         | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 77640  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.21                           |    |
| 12                                                           | 345         | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 67680  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.40                           |    |
| 13                                                           | 346         | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 108000 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.12                           |    |
| 14                                                           | 347         | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 38016  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.55                           |    |
| 15                                                           | 348         | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 95000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | DOĞRUSAL FONK. 1               |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 1.972.720,62                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | DOĞRUSAL FONK. 2               |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 2.017.352,33                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | FCFS                           |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 1.007.134,16                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | EDD                            |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 1.368.887,28                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | MOORA                          |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 1.374.881,49                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | AĞIRLIKLIL MOORA               |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 1.533.704,53                   |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | MOORA RN                       |    |
|                                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               | 2.170.017,06                   |    |

Şekil 3.26: Sipariş Sıralama Sekmesi ve Sonuç İzleme Ekran Görüntüsü.

### 3.4.3. İşletme Özellikleri ve Kapasite Hesaplama Yöntemi

Geliştirilen karar destek modelinde işletmelerin birim miktar zamanda ürettikleri birim miktar ürünün sisteme tanımlanması sağlanmıştır. Uygulamanın çalışacağı örneklem sektör olarak dokumasız kumaş üretimi göz önüne alındığında, üretim kapasitesi; üretim hattının kapasitesini belirleyen elyaf tarama makinesinin dakikada tarayabildiği kilogram cinsinden elyaf miktarı kadardır (kg/dk). Her bir siparişin ne kadar sürede yani kaç dakikada üretileceğini hesap etmek için bu kapasite bilgisinden yararlanılmaktadır.

Dokumasız kumaş üretiminde metrekareye düşen elyafın gram cinsinden büyüklüğü (gramaj) çok önemli bir detaydır. Çünkü üretim hattının kg cinsinden işleyebileceği elyaf sınırlı olduğundan düşük gramajlı kumaşlar hafifliğinden dolayı hatta daha yüksek hızda, yüksek gramajlı kumaşlar ise ağırlığından dolayı daha düşük hızda ilerlemektedir. İşletmenin toplam kapasitesi değişmediği için sipariş kayıtlarının gramaj özelliğine göre her bir siparişin kaç dakikada üretileceği aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$H_1 = K.1000/G_i \quad (3.18)$$

$$H_2 = H_1/W \quad (3.19)$$

$$T_i = \frac{M_i}{W} / H_2 \quad (3.20)$$

3.18 nolu denklemde;

$H_1$ ; metrekafe cinsinden hesaplanan üretim hızını,

$K$ ; kilogram/dakika cinsinden tanımlı olan hattın üretim kapasitesini,

$G_i$ ; sipariş edilen ürünün metrekafeye düşen gram miktarını yani gramajını ifade etmektedir.

3.18 nolu denklemde; öncelikle üretim hattının hızı 1000 ile çarpılarak gram/dakikaya daha sonra gramaja (gram/metrekafe) bölünerek metrekafe/dakika cinsinden üretim hızı hesaplanmaktadır.

3.19 numaralı denklemde ise  $H_1$  hızı, üretim hattının metre cinsinden genişliğine bölünerek hattın dakikada ürettiği metre cinsinden ürün miktarı, bir başka ifade ile metre/dakika cinsinden üretim hızı hesaplanmaktadır. Bu kapsamda  $H_2$  değişkeni siparişlerin işlem sürelerini hesaplamak için kullanılan metre/dakika cinsinden üretim hızını ifade etmektedir.

3.20 numaralı denklemde,  $M_i$ ; metrekafe cinsinden sipariş miktarını ifade etmektedir.  $T_i$  ise dakika cinsinden siparişin üretim süresini belirtmektedir. Siparişin işlem süresi hesaplanırken metrekafe olarak alınan sipariş miktarı öncelikle işletmenin metre cinsinden hat genişliği olan  $W$  değerine bölünerek metreye çevrilip daha sonra da metre/dakika cinsinden hesaplanan  $H_2$  üretim hızına bölünerek bu siparişin kaç dakikada üretileceği hesaplanmaktadır. Son durumda ilgili siparişin kaç dakikada üretileceği verisi olarak  $T_i$  değeri kullanılacaktır.

### 3.5. UYGULAMADA KULLANILAN VERİ SETLERİ

Çalışmanın uygulama aşamasında 3 farklı veri seti kullanılmıştır. Bu veri setlerinden birincisi gerçek bir işletmeye ait verilerden elde edilen müşteri ve sipariş verileridir. Gerçek verilerde 19 adet müşteri kaydı ve 182 adet sipariş kaydı bulunmaktadır. Verilerin alındığı işletme, rekabet avantajı kaybetmemek ve işletme gizliliğini ihlal etmemek açısından verilerin sadece hesaplamalarda kullanılmasına izin vermiş olup kendi firma bilgilerinin veya verilerin paylaşılmamasını talep etmiştir. Bu veri seti çalışmada gerçek veri seti olarak isimlendirilmiştir.



İkinci veri seti ise rastgele üretilen müşteri ve sipariş verilerinden oluşturulmuş verilerdir. 32 adet müşteri kaydı ve bu müşterilere ait 80 adet sipariş kaydından oluşmaktadır. Bu veriler de çalışmada rastgele oluşturulmuş veri seti olarak isimlendirilmiştir. Sonuncu veri seti ise gerçek bir işletmenin günlük üretim raporlarında kayıtlı üretim miktarlarının farklı katsayılar ile çarpılarak sipariş miktarlarına dönüştürülüp çoğaltılmasıyla elde edilen türetilmiş verilerdir. Türetilmiş verilerde ise 136 adet sipariş kaydı bulunmaktadır. Türetilmiş veriler gerçek veri setindeki müşteri verilerini baz almaktadır. Sadece ürün sipariş miktarları ve ürün fiyatları türetilmiştir. Bu veri seti de çalışmada türetilmiş veri seti olarak isimlendirilmiştir. Türetilmiş veri setinde diğer veri setlerinden farklı olarak EK 1’de gösterilen bakım kayıtları da oluşturulmuş olup bu veri seti bakım planlaması dahil ve bakım planlaması hariç olmak üzere farklı senaryolarda çalıştırılmıştır.

Uygulamada çalıştırılan her veri seti için farklı bir işletme tanımlaması yapılmıştır. Gerçek veriler uygulamada “SPL” isminde bir işletme adı ile temsil edilmektedir. Rastgele oluşturulan veriler “İŞLETME\_R”, türetilmiş veriler ise “İŞLETME3\_BAKIM” adı ile anılmıştır. Her üç veri seti için oluşturulan üç işletme tanımında da işletmelerin üretim hızları yani üretim kapasiteleri 28 kg/dakika, üretim hattı genişliği ise 1.6 metre olarak kabul edilmiş olup bu kapasite miktarı rastgele değil, uzmanlarla yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Her üç işletmenin siparişleri, yapılan uygulama senaryolarında, üretim planlarının 20.11.2017 tarihinden başlayacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca her üç işletmenin mesaiye başlama saati sabah 07.00 olarak tanımlanmıştır. Günlük mesai saatleri, planlamanın yapılacağı gün sayısı farklı çalışma senaryoları için değişken olarak alınmış olup uygulamada planlama gün sayısı 7 ve 28, günlük çalışılan mesai saat sayısı 8, 12, 16, 24 gibi farklı değerlerle kullanılmıştır. SPL işletmesi için uygulama yazılımında yapılan tanımlamalar Şekil 3.27’de, İŞLETME\_R işletmesi için yapılan tanımlamalar Şekil 3.28’de, İŞLETME3\_BAKIM işletmesi için yapılan tanımlamalar ise Şekil 3.29’daki ekran görüntüleri ile gösterilmiştir.

İŞLETME TANIMLAMALARI FORMU






İŞLETME ADI

ÖRETİM KAPASİTESİ (kg/dk)

HAT GENİŞLİĞİ (m)

ORTALAMA HAZIRLIK SÜRESİ (dk)

PLANLAMA BAŞLANGIÇ ZAMANI

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

GÜNLÜK MESAI SÜRESİ

PAZAR GÜNÜ MESAI

MESAI BAŞLAMA SAATİ

Şekil 3.27: SPL İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması.

İŞLETME TANIMLAMALARI FORMU






İŞLETME ADI

ÖRETİM KAPASİTESİ (kg/dk)

HAT GENİŞLİĞİ (m)

ORTALAMA HAZIRLIK SÜRESİ (dk)

PLANLAMA BAŞLANGIÇ ZAMANI

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

GÜNLÜK MESAI SÜRESİ

PAZAR GÜNÜ MESAI

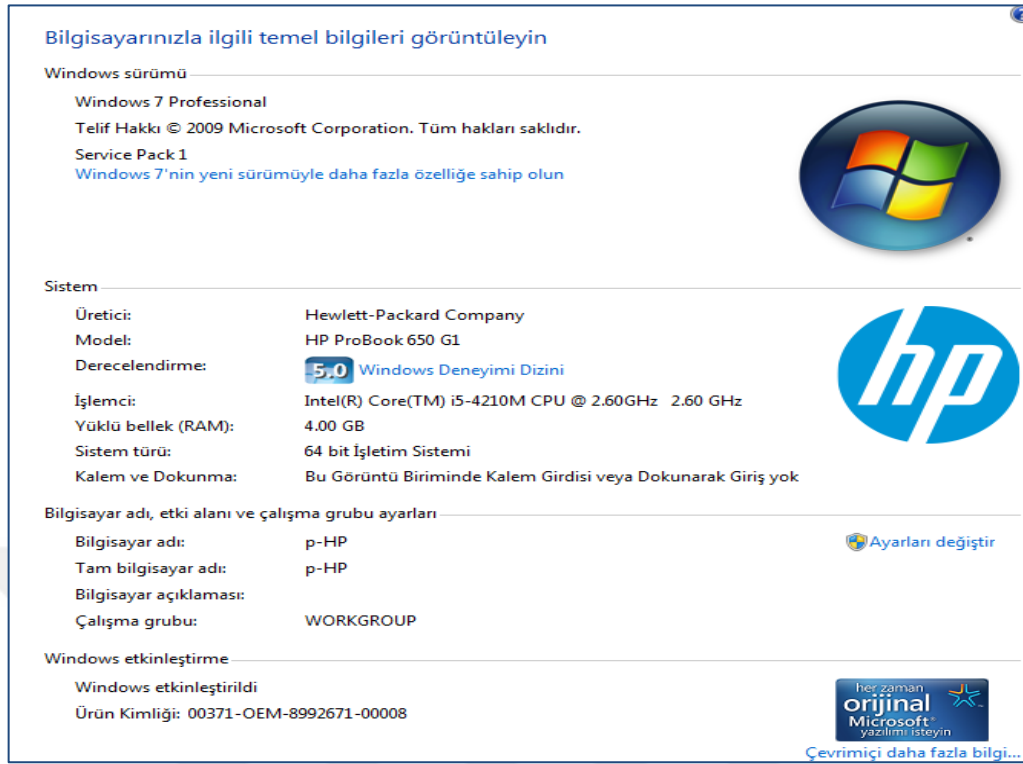
MESAI BAŞLAMA SAATİ

Şekil 3.28: İŞLETME\_R İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması.

**Şekil 3.29:** İŞLETME3\_BAKIM İşletmesinin Kapasite ve Diğer Özelliklerinin Uygulamada Tanımlanması.

### 3.6. UYGULAMANIN ÇALIŞTIĞI ORTAM ÖZELLİKLERİ

Uygulama yazılımı Microsoft Visual Studio.Net 2012 yazılım geliştirme platformunda C# programlama dili ve MSSQL Server 2012 veritabanı programı kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulama Hewlett-Packard marka, HP ProBook 650 G1 model bir dizüstü bilgisayar üzerinde çalıştırılmıştır. Kullanılan bilgisayarın işlemcisi Intel Core i5-4210M olup 2.60 GHz hızındadır. Kullanılan bilgisayar, 4GB ram belleğe, 500 GB sabit diske sahiptir. Bilgisayarda kullanılan işletim sistemi Windows 7 Professional 64 bittir. Kullanılan bilgisayara ait teknik bilgiler Şekil 3.30'daki ekran görüntüsüyle gösterilmiştir. Bu bilgisayar ortalama hızda bir ofis bilgisayarı olup gerçek hayatta uygulamanın kullanılabileceği bir bilgisayardaki işlem sürelerini hesaplamak için seçilmiştir. Daha hızlı işlemcisi olan, ram belleği daha fazla olan sabit disk ssd (solid state disk) türündeki bir bilgisayarda işlemler çok daha hızlı sürede gerçekleştirilebilecektir.



**Şekil 3.30:** Uygulamanın Çalıştığı Bilgisayarın Özelliklerini Gösteren Ekran Görüntüsü.

## 4. BULGULAR

### 4.1. AHP ANKET BULGULARI

Yapılan anket çalışmasında satış pazarlama birimi yöneticilerine sorulan AHP anketi ve bu ankette kullanılan karar kriterleri Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1:** Kriterlerin Önem Dereceleri İçin AHP Anketi.

|                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                           |
|-------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------------|
| Müşterinin Yıllık Sipariş Miktarı         | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Müşterinin Yıllık Sipariş Tutarı (Cirosu) |
| Müşterinin Yıllık Sipariş Miktarı         | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Müşteri ile Çalışılan Yıl Sayısı          |
| Müşterinin Yıllık Sipariş Tutarı (Cirosu) | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Müşteri ile Çalışılan Yıl Sayısı          |
| Müşteri Kriterleri                        | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sipariş Kriteri (Sipariş Tutarı)          |

Katılımcıların verdikleri yanıtların analiz edilmesiyle elde edilen bulgular Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’te gösterilmektedir. Elde edilen bulgular yorumlandığında müşteri kriterlerinden “Yıllık Sipariş Miktarı” kriter ağırlığının aritmetik ortalaması 0.42, geometrik ortalaması ise 0.3565058 olarak hesaplanmıştır. “Yıllık Ciro” kriterinin aritmetik ortalaması 0.30, geometrik ortalaması 0.223338, “Çalışılan Yıl Sayısı” kriterinin aritmetik ortalaması 0.28, geometrik ortalaması 0.146373 olarak hesaplanmıştır. Kriterlerin geometrik ortalamaları normalize edildiğinde yıllık sipariş miktarı kriter ağırlığı 0.49090796, yıllık ciro kriter ağırlığı 0.307536, çalışılan yıl sayısı kriter ağırlığı ise 0.2015563 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.2:** Müşteri Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize Değerleri.

| Firma                           | Yıllık Sipariş Miktarı | Yıllık Ciro | Çalışılan Yıl Sayısı |
|---------------------------------|------------------------|-------------|----------------------|
| F <sub>1</sub>                  | 0.24                   | 0.691       | 0.069                |
| F <sub>2</sub>                  | 0.76                   | 0.16        | 0.079                |
| F <sub>3</sub>                  | 0.691                  | 0.24        | 0.069                |
| F <sub>4</sub>                  | 0.24                   | 0.069       | 0.691                |
| F <sub>5</sub>                  | 0.14                   | 0.143       | 0.714                |
| F <sub>6</sub>                  | 0.47                   | 0.474       | 0.053                |
| <b>Aritmetik Ort.</b>           | <b>0.42</b>            | <b>0.30</b> | <b>0.28</b>          |
| <b>Geometrik Ort.</b>           | <b>0.35</b>            | <b>0.22</b> | <b>0.14</b>          |
| <b>Normalize Geometrik Ort.</b> | <b>0.49</b>            | <b>0.30</b> | <b>0.20</b>          |

Ana kriter olarak müşteri kriteri ile sipariş tutarı kriterinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.3’te görülebileceği üzere “Müşteri” ana kriterinin normalize edilmiş geometrik ortalaması 0.78, “Sipariş Tutarı” ana kriterinin normalize edilmiş geometrik ortalaması ise 0.22 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada normalize edilmiş geometrik ortalama değerleri kullanılmıştır.

**Tablo 4.3:** Müşteri ve Sipariş Tutarı Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize Değerleri.

| Firma                           | Müşteri Kriteri    | Sipariş Tutarı    |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|
| F1                              | 7.00               | 0.14              |
| F2                              | 9.00               | 0.11              |
| F3                              | 9.00               | 0.11              |
| F4                              | 0.14               | 7.00              |
| F5                              | 5.00               | 0.20              |
| F6                              | 0.11               | 9                 |
| <b>Normalize Geometrik Ort.</b> | <b>0.779974946</b> | <b>0.22002505</b> |

#### 4.2. KARAR MODELLERİNDE KULLANILAN AĞIRLIK KATSAYILARI

Üretim planlaması öncesinde satış ve pazarlama birimi yöneticilerinin siparişleri sıralayacağı uygulama yazılımında; karar modelini çalıştırmak için kullanılacak ağırlık katsayıları, uzman görüşü kapsamında AHP yöntemiyle yapılan anketten elde edilen araştırma bulguları temel alınarak oluşturulmuştur. Tablo 4.4'te AHP yöntemiyle uzman görüşlerinden elde edilen ağırlık katsayılarının ilgili kriterlerde kullanılmak üzere çeşitli işletmeler için tanımlanmış hali bulunmaktadır.

**Tablo 4.4:** Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayıların İşletmelerde Kullanılması (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları).

| İşletme No | İşletme Adı    | Müşteri Katsayısı | Sipariş Katsayısı | Yıllık Ciro Katsayısı | Yıllık Sipariş Miktarı Katsayısı | Çalışılan Yıl Sayısı Katsayısı |
|------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1          | SPL            | 0.77997495        | 0.2200251         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 2          | İŞLETME_R      | 0.77997495        | 0.2200251         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 3          | İŞLETME3_BAKIM | 0.77997495        | 0.2200251         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |

Veri setleri üzerinde farklı senaryolarda sistemi çalıştırmak amacıyla Tablo 4.4'te gösterilen ağırlık katsayıları, müşteri ve sipariş ana kriterleri için 0.5 değerleriyle eşit ağırlıklı olarak çalıştırılmak amacıyla Tablo 4.5'deki gibi tanımlanarak kullanılmıştır. Müşteri kriterinin alt kriterleri olan ciro, yıllık sipariş miktarı ve çalışılan yıl sayısı katsayıları araştırma sonuçlarından elde edildiği gibi kullanılmış olup bu ağırlık katsayıları için herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

**Tablo 4.5:** Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayılarındaki Müşteri ve Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı Olarak İşletmelerde Kullanılması (Müşteri ve Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı Olduğu Katsayılar).

| İşletme No | İşletme Adı    | Müşteri Katsayısı | Sipariş Katsayısı | Yıllık Ciro Katsayısı | Yıllık Sipariş Miktarı Katsayısı | Çalışılan Yıl Sayısı Katsayısı |
|------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1          | SPL            | 0.5               | 0.5               | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 2          | İŞLETME_R      | 0.5               | 0.5               | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 3          | İŞLETME3_BAKIM | 0.5               | 0.5               | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |

Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'e ek olarak müşteri ve sipariş ana kriter değerlerini araştırma bulgularının tersine, bu defa sipariş kriteri baskın olacak şekilde değerler karşılıklı olarak yer değiştirilerek müşteri kriter ağırlığı sipariş kriter ağırlığına, sipariş kriter ağırlığı da müşteri ağırlık katsayısına eşitlenerek Tablo 4.6'da gösterilen kriter ağırlıkları da araştırma içerisinde veri setleri üzerine uygulanmıştır.

**Tablo 4.6:** Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Ağırlık Katsayılarındaki Müşteri ve Sipariş Kriterlerinin Yer Değiştirilerek İşletmelerde Kullanılması (Sipariş Kriterinin Baskın Olduğu Katsayılar).

| İşletme No | İşletme Adı    | Müşteri Katsayısı | Sipariş Katsayısı | Yıllık Ciro Katsayısı | Yıllık Sipariş Miktarı Katsayısı | Çalışılan Yıl Sayısı Katsayısı |
|------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1          | SPL            | 0.22002505        | 0.7799749         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 2          | İŞLETME_R      | 0.22002505        | 0.7799749         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |
| 3          | İŞLETME3_BAKIM | 0.22002505        | 0.7799749         | 0.307536              | 0.490908                         | 0.2015563                      |

#### 4.3. VERİ SETLERİNİN UYGULAMA YAZILIMINDA ÇEŞİTLİ SENARYOLARDA ÇALIŞTIRILMASI

Gerçek sipariş kayıtlarından oluşan veri seti, planlama periyodu ve mesai saati parametreleri değiştirilerek üç farklı senaryoda çalıştırılmıştır. Bu çalışma parametreleri şu şekildedir:

- 7 günlük planlama periyodu ile günde 12 saat mesai,
- 7 günlük planlama periyodu ile günde 24 saat mesai,
- 28 günlük planlama periyodu ile günde 12 saat mesai.

Her bir senaryo Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da gösterilen farklı ağırlık katsayıları ile çalıştırılarak toplamda 9 farklı senaryonun bulguları kaydedilmiştir.

#### **4.3.1. Gerçek Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla Kullanılması**

Tablo 4.7’de gerçek veri setinin araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları kullanılarak 7 günlük bir planlama periyodunda günde 12 saat çalışarak elde edilecek kapasite için üretebileceği sipariş sayıları ve modellerin bu sipariş sayıları için yaptığı sıralama ve tarih atama işlerinin milisaniye cinsinden işlem süresi gösterilmektedir.

Tablo 4.7 incelendiğinde sipariş başına işlem süresinde 19.80 milisaniye/adet değeri ile en hızlı işlem süresine sahip olan EDD modelinin 26 siparişi 514.80 milisaniyede (yaklaşık yarım saniye) sıralayarak tarih atama işlemi gerçekleştirdiği, bunu izleyen ikinci hızlı modelin sipariş başına 20.23 milisaniye işlem süresi ile 37 sipariş kaydını 748.80 milisaniyede işleyen FCFS modeli olduğu gözlemlenmektedir.

En geç işlem hızının sipariş başına 705.46 milisaniye sipariş işleme süresi ile 9 sipariş kaydına yaklaşık 6.5 saniyede işlem yapan doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. FCFS ve EDD modellerinde, sıralama işlemi için ayrıca bir fonksiyona gerek duymadan veriler veritabanından sql sorgusu ile istenilen sırada alındığından dolayı bu modellerde sipariş sıralama için zaman kaybedilmeden sadece tarih atama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Veritabanından sorguyla alınan veriler hızlıca istenilen kriterlerde elde edilmiştir. Doğrusal fonksiyon2 modelinin en geç işlem süresine sahip model olması ise içerisinde sıralama ve tarih atama işlemlerine ek olarak optimizasyon işlemlerini de bulundurmasıdır. Sipariş kayıt sayısı arttıkça optimizasyon süresinin de uzaması olağandır.

Tüm modellerin çalıştırılması sonrasında toplam harcanan işlem süresi ise 17222 milisaniye yani yaklaşık 17 saniyedir. Toplam 102 sipariş kaydının ayrı ayrı sıralama ve tarih atama işlemleri ile ve ek olarak optimizasyon işlemi ile 17 saniyede tamamlanması üretilen enformasyon için olağan bir süredir.



**Tablo 4.7:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem<br>(Milisaniye) | Süresi          | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı     | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                       | 3010.80         |                   | 9          | 334.53                                      |
| Doğrusal Fonk.2 |                       | 6349.21         |                   | 9          | 705.46                                      |
| FCFS            |                       | 748.80          |                   | 37         | 20.23                                       |
| EDD             |                       | 514.80          |                   | 26         | 19.80                                       |
| Moora           |                       | 3416.40         |                   | 10         | 341.64                                      |
| Ağırlıklı Moora |                       | 3182.40         |                   | 11         | 289.30                                      |
| Moora RN        |                       | 2184.00         |                   | 10         | 218.4                                       |
| <b>Toplam</b>   |                       | <b>19406.43</b> |                   | <b>112</b> | <b>Ortalama: 275.62</b>                     |

Gerçek veri setinin 7 günlük bir planlama periyodu ve 12 saat günlük mesai süresi ile elde edilecek kapasite için çalıştırıldığında her bir modelin ilgili kapasiteye sığdırdığı sipariş sayısı ve bu siparişlerden elde edilebilecek toplam sipariş tutarları ve her modelin ortalama sipariş tutarı Tablo 8’de gösterilmiştir. Tablo 4.8 incelendiğinde ilgili periyot ve kapasite için en fazla sipariş gelirini toplam 2.806.936,00 TL tutarına sahip 10 adet sipariş ile Moora RN yönteminin gerçekleştirdiği sipariş sıralamasıyla elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Moora RN yöntemi ilgili karar kriterlerini kullanarak ürettiği sipariş sıralamasında 10 adet siparişin ortalama tutarı 280.693,60 TL olarak hesaplanmıştır. Ayrıca modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 1.953.089,29 TL olarak hesaplanmış olup moora yöntemlerinin dışındaki diğer yöntemlerin ürettiği sonuçların ortalama toplam sipariş tutarının altında kaldığı gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.8:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Toplam<br>Tutarı      | Sipariş | Ortalama<br>Tutarı | Sipariş             |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|---------|--------------------|---------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                   | 9               | 1.663.990,63 ₺        |         |                    | 184.887,85 ₺        |
| Doğrusal Fonk.2 |                   | 9               | 1.663.990,63 ₺        |         |                    | 184.887,85 ₺        |
| FCFS            |                   | 37              | 1.684.863,40 ₺        |         |                    | 45.536,85 ₺         |
| EDD             |                   | 26              | 1.864.989,83 ₺        |         |                    | 71.730,38 ₺         |
| Moora           |                   | 10              | 2.806.936,00 ₺        |         |                    | 280.693,60 ₺        |
| Ağırlıklı Moora |                   | 11              | 2.033.765,26 ₺        |         |                    | 184.887,75 ₺        |
| Moora RN        |                   | 10              | 2.806.936,00 ₺        |         |                    | 280.693,60 ₺        |
|                 |                   | <b>Ortalama</b> | <b>1.953.089,29 ₺</b> |         |                    | <b>176.188,27 ₺</b> |

Gerçek verilerin 7 günlük bir planlama periyodu için günde 12 saatlik mesai süresiyle araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları kullanılarak çalıştırılması sonucunda uygulama yazılımından elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.1’de görülmektedir. Şekil 4.1’deki ekran görüntüsünde sipariş kayıt formunda sipariş sıralama sekmesinin içeriğinde siparişi sıralanacak işletme seçildikten sonra ilgili işletmenin tüm sipariş kayıtları görüntülenmektedir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLI MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

SPL

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

19406.4343

3010.8053

6349.2112

748.8013

514.801

3416.406

3182.4056

2184.0039

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MIKTAR | BİRİM     | ORON ADI | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|---------|
| 1  | 1          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 48640  | METREKARE | NONWOVEN | 1.05    |
| 2  | 2          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL         | 35000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20    |
| 3  | 3          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 52800  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20    |
| 4  | 4          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 95000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.54    |
| 5  | 5          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 93600  | METREKARE | NONWOVEN | 0.11    |
| 6  | 6          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL         | 136350 | METREKARE | NONWOVEN | 0.48    |
| 7  | 7          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 57000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.12    |
| 8  | 8          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 59000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.44    |
| 9  | 9          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 17500  | METREKARE | NONWOVEN | 1.11    |
| 10 | 10         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 114000 | METREKARE | NONWOVEN | 0.47    |
| 11 | 11         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 64700  | METREKARE | NONWOVEN | 0.28    |
| 12 | 12         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 56400  | METREKARE | NONWOVEN | 0.33    |
| 13 | 13         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 90000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.81    |
| 14 | 14         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL         | 31680  | METREKARE | NONWOVEN | 1.21    |
| 15 | 15         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 79200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.21    |

DOĞRUSAL FONK. 1

1,663,990.63

DOĞRUSAL FONK. 2

1,663,990.63

FCFS

1,684,863.40

EDD

1,864,989.83

MOORA

2,806,936.00

AĞIRLIKLI MOORA

2,033,765.26

MOORA RN

2,806,936.00

içindir. En yavaş çalışan model ise yine doğrusal fonksiyon2 modelidir. Doğrusal fonksiyon2 modelinde optimizasyon işlemiyle birlikte 31 adet sipariş kaydının işlem süresi 246137.23 milisaniye olarak hesaplanmıştır. Bu süre yaklaşık 4 dakikaya denk gelmektedir. Ayrıca tüm modellerin toplam işlem süresi olarak 263141.26 milisaniyelik (4.38 dakika) zaman almıştır.

**Tablo 4.9:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş (Adet) | Sayısı     | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|----------------|------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 5397.60                   |                | 29         | 186.12                                   |
| Doğrusal Fonk.2 | 246137.23                 |                | 31         | 7939.91                                  |
| FCFS            | 1107.60                   |                | 44         | 25.17                                    |
| EDD             | 2028.00                   |                | 66         | 30.72                                    |
| Moora           | 4290.00                   |                | 24         | 178.75                                   |
| Ağırlıklı Moora | 4180.80                   |                | 24         | 174.20                                   |
| Moora RN        | 6552.01                   |                | 22         | 297.81                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>269693.27</b>          |                | <b>240</b> | <b>Ortalama: 1261.81</b>                 |

Gerçek verilerin 7 günlük periyotta 24 saat mesai esasında çalıştırılması ile modellerin gerçekleştirdiği sipariş sıralama ve tarih atama işlemleri sonucunda ilgili kapasite ve zaman aralığı için oluşturduğu verilerden elde edilen sipariş toplam tutarları ve ortalama sipariş tutarları Tablo 4.10’da gösterilmiştir. Tablo 4.10 incelendiğinde ilgili kapasiteye en fazla sipariş sığdıran model 66 adet sipariş ile EDD yöntemi olmuştur. Buna karşın ilgili periyot ve çalışma ortamı için en fazla sipariş geliri getirmeyi öneren model 31 siparişi işleyerek 4.855.636,66 TL toplam sipariş tutarı elde edilebileceğini öneren doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Doğrusal fonksiyon2 modelini izleyen ikinci en iyi gelir getiren yöntem 29 sipariş ve bu siparişlerden elde edilecek 4.662.344,66 TL toplam sipariş tutarı ile doğrusal fonksiyon1 modeli olmuştur. Doğrusal fonksiyon2 modeli doğrusal fonksiyon1 modeliyle aynı sıralamayı yaptıktan sonra müşterilerin talep tarihleri ile hesaplanan tarihler arasında optimizasyon işlemi gerçekleştirdiği için doğrusal fonksiyon1 modelinden daha iyi sonuçlar verebilmektedir.

Modellerin önerdiği toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.141.019,52 TL tutarında hesaplanmıştır. Tablo 10 incelendiğinde en az gelir vadeden model 2.478.334,03 TL ile FCFS yöntemi olmuştur. FCFS yöntemi ortalama 56.325,77 TL tutarındaki siparişleri işlemiştir. Ortalama sipariş tutarları incelendiğinde Moora RN modeli 204.273,54 TL ile 22 adet ortalama

tutarı en yüksek siparişleri kullanmıştır. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 141.281,21 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD modelleri bu ortalamanın altında kalmışlardır.

**Tablo 4.10:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı          | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Doğrusal<br>Fonk.1 | 29                       | 4.662.344,66 ₺           | 160.770,51 ₺               |
| Doğrusal<br>Fonk.2 | 31                       | 4.855.636,66 ₺           | 156.633,44 ₺               |
| FCFS               | 44                       | 2.478.334,03 ₺           | 56.325,77 ₺                |
| EDD                | 66                       | 4.138.574,07 ₺           | 62.705,67 ₺                |
| Moora              | 24                       | 4.179.114,66 ₺           | 174.129,78 ₺               |
| Ağırlıklı<br>Moora | 24                       | 4.179.114,66 ₺           | 174.129,78 ₺               |
| Moora RN           | 22                       | 4.494.017,89 ₺           | 204.273,54 ₺               |
|                    | <b>Ortalama</b>          | <b>4.141.019,52 ₺</b>    | <b>141.281,21 ₺</b>        |

Şekil 4.2’de gerçek verilerin 7 günlük zaman diliminde 24 saat çalışma ortamıyla çalıştırıldığında elde edilen çıktıların ekran görüntüsü bulunmaktadır.

| SİPARİŞ KAYIT       | SİPARİŞ SİRALAMA | DOĞRUSAL 1       | DOĞRUSAL 2                 | FCFS                           | EDD       | MOORA      | AĞIRLIKLIL MOORA | MOORA RN  |
|---------------------|------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|------------|------------------|-----------|
| İŞLETME ADI         | SPL              | BASLANGIÇ ZAMANI | 20.11.2017.07.00           | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) | 7         |            |                  |           |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms) | 269693.2738      | 5397.6095        | 246137.2323                | 1107.602                       | 2028.0036 | 4290.0076  | 4180.8073        | 6552.0115 |
| TÜM MODELLER        | DOĞRUSAL FONK.1  | DOĞRUSAL FONK.2  | FCFS                       | EDD                            | MOORA     | AĞR. MOORA | MOORA RN         |           |
| SİPARİŞ NO          | MÜŞTERİ ADI      | GELİŞ TARİHİ     | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI                    | MİKTAR    | BİRİM      | ÜRÜN ADI         | BİFİY     |
| 1                   |                  | 18.10.2017 0...  | 29.11.2017 0...            | SPL                            | 48640     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.05      |
| 2                   |                  | 21.10.2017 0...  | 05.12.2017 0...            | SPL                            | 35000     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.20      |
| 3                   |                  | 16.10.2017 0...  | 08.12.2017 0...            | SPL                            | 52800     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.20      |
| 4                   |                  | 03.11.2017 0...  | 04.12.2017 0...            | SPL                            | 95000     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.54      |
| 5                   |                  | 06.11.2017 0...  | 04.12.2017 0...            | SPL                            | 93600     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.11      |
| 6                   |                  | 31.10.2017 0...  | 22.11.2017 0...            | SPL                            | 136350    | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.48      |
| 7                   |                  | 02.11.2017 0...  | 09.12.2017 0...            | SPL                            | 57000     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.12      |
| 8                   |                  | 06.11.2017 0...  | 29.11.2017 0...            | SPL                            | 59000     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.44      |
| 9                   |                  | 16.10.2017 0...  | 09.12.2017 0...            | SPL                            | 17500     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.15      |
| 10                  |                  | 09.11.2017 0...  | 08.12.2017 0...            | SPL                            | 114000    | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.47      |
| 11                  |                  | 21.10.2017 0...  | 09.12.2017 0...            | SPL                            | 64700     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.28      |
| 12                  |                  | 11.11.2017 0...  | 02.12.2017 0...            | SPL                            | 56400     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.33      |
| 13                  |                  | 02.11.2017 0...  | 07.12.2017 0...            | SPL                            | 90000     | METREKARE  | NONWOVEN         | 0.81      |
| 14                  |                  | 02.11.2017 0...  | 25.11.2017 0...            | SPL                            | 31680     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.25      |
| 15                  |                  | 04.11.2017 0...  | 02.12.2017 0...            | SPL                            | 79200     | METREKARE  | NONWOVEN         | 1.20      |

DOĞRUSAL FONK. 1  
4,662,344.66  
DOĞRUSAL FONK. 2  
4,855,636.66  
FCFS  
2,478,334.03  
EDD  
4,138,574.07  
MOORA  
4,179,114.66  
AĞIRLIKLIL MOORA  
4,179,114.66  
MOORA RN  
4,494,017.89

**Şekil 4.2:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

Gerçek verilerin aylık plan kapsamında 4 haftalık – 28 günlük bir zaman periyodu için günde 12 saat çalışma süresi temelinde uygulama yazılımında işlenmesiyle elde edilen işlem süreleri Tablo 4.11’de, modellerin önerdiği toplam sipariş tutarları ise Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11’deki işlem sürelerine bakıldığında en hızlı işlem yapan modellerin sırasıyla sipariş başına 23.28 ve 24.76 milisaniye işlem süresi ile FCFS ve EDD modellerine olduğu görülmektedir. Moora, ağırlıklı moora ve doğrusal fonksiyon1 modellerinin işlem hızları birbirine yakın olarak hesaplanmıştır. En yavaş çalışan model sipariş başına 4703.63 milisaniye hızıyla optimizasyon işlemlerini içeren doğrusal fonksiyon2 modeli olarak ölçülmüştür. Doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleri aynı 68 adet sipariş üzerinde işlem yapmalarına karşın doğrusal fonksiyon2 modeli, doğrusal fonksiyon1 modelinin sıralamasından sonra aradaki zaman farkını optimizasyon işleminde harcamıştır. İlgili modellerin toplam işlem süresine bakıldığında doğrusal fonksiyon2 modeli, doğrusal fonksiyon1 modelinden toplamda 5.2 dakika daha uzun işlem süresine sahiptir. Sipariş sayısı arttıkça optimizasyon işleminde geçen süre de doğru orantılı olarak artmaktadır. Tüm

modellerin işlem süresi toplamı ise 340876.19 milisaniye sürmüştür. Bu süre 340.87 saniyeye, aynı zamanda 5.68 dakikaya eşittir. 1 aylık bir planlama çalışmasında siparişlerin sıralamasını optimize etmek için 5.68 dakikalık bu süre olağandır. Optimizasyon işlemleri genelde zaman alan, bilgisayarların günlerce, hatta haftalarca çalışmasını gerektiren işlemlerdir. Günlük kullanımda belirli bir kriterlere göre siparişleri sıralamak zaman almasa da belirli bir sıradaki kayıtları tek tek birbirleriyle karşılaştırarak esnekliğe sahip olanları yer değiştirme işlemi sipariş sayısına bağlı olarak doğru orantılı bir artış gösterir.

**Tablo 4.11:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 5834.41                   | 68                    | 85.80                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 319847.36                 | 68                    | 4703.63                                  |
| FCFS            | 1560.00                   | 67                    | 23.28                                    |
| EDD             | 3120.00                   | 126                   | 24.76                                    |
| Moora           | 5475.60                   | 69                    | 79.35                                    |
| Ağırlıklı Moora | 5038.80                   | 67                    | 75.20                                    |
| Moora RN        | 4617.60                   | 66                    | 69.96                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>345493.80</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>723.14</b>                            |

Gerçek veri setinin 28 günlük planlama periyodunda günde 12 saat çalışma kapasitesiyle araştırma katsayılarıyla gerçekleştirilen sıralamasından elde edilen modele göre sipariş sayıları, toplam sipariş tutarları ve ortalama sipariş tutarları Tablo 4.12’de gösterilmiştir. Tablo 4.12 incelendiğinde, en fazla sipariş gelirin 8.255.614,38 TL ile Moora RN modelinden elde edildiği anlaşılmıştır. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 7.206.601,65 TL, her modelin sipariş başına ortalama tutarlarının ortalaması ise 99.173,41 TL olarak hesaplanmıştır. En az sipariş gelirini öneren model yine FCFS modeli olmuştur. Bu planlama parametreleri ile FCFS modeli, 4.518.479,45 TL gelir vadetmektedir. Ortalama sipariş tutarları incelendiğinde FCFS ve EDD modellerinin çıktılarının düşük tutarlı siparişlerden oluştuğu anlaşılmaktadır. EDD modelinin gelir getireceği siparişlerin ortalama tutarı 61.333,37 TL, FCFS modelininki ise 67.439,99 TL’dir. Moora RN modeli 125.085,07 TL ile ortalama sipariş tutarı olarak en yüksek değere sahip modeldir. Buna karşın diğer dört modelin ortalama sipariş tutarları yaklaşık 110.000 TL civarında hesaplanmıştır. Bu durum EDD ve FCFS yöntemlerinin sadece veriye bağlı olarak sipariş sıralama modelleri içerisinde performans gösterdiğini kanıtlar. FCFS ve

EDD dışındaki modellerin ortalama sipariş tutarları yüksek olduğundan daha az sipariş ile yüksek tutarlarda gelir elde etmeyi vadetmişlerdir.

**Tablo 4.12:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 68                    | 7.479.897,43 ₺        | 109.998,49 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 | 68                    | 7.479.897,43 ₺        | 109.998,49 ₺            |
| FCFS            | 67                    | 4.518.479,45 ₺        | 67.439,99 ₺             |
| EDD             | 126                   | 7.728.005,15 ₺        | 61.333,37 ₺             |
| Moora           | 69                    | 7.600.436,07 ₺        | 110.151,25 ₺            |
| Ağırlıklı Moora | 67                    | 7.383.881,66 ₺        | 110.207,19 ₺            |
| Moora RN        | 66                    | 8.255.614,38 ₺        | 125.085,07 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>7.206.601,65 ₺</b> | <b>99.173,41 ₺</b>      |

Şekil 4.3'te gerçek veri setinin 28 günlük bir planlama için 12 saat günlük mesai ile araştırmanın AHP katsayılarıyla yapıldığı sıralamaların sonucundaki işlem süreleri ve sipariş tutarlarının ekran görüntüsü bulunmaktadır.

| SIPARIŞ KAYIT                                                |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                                  |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                             |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                                  |
| DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLIL MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                                  |
| İŞLETME ADI                                                  |             | SPL             |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |          | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                          |             | 345493.8068     |                            | 5834.4102        |        | 319847.3618      |          | 1560.0027                      |                                  |
|                                                              |             | 3120.0055       |                            | 5475.6096        |        | 5038.8089        |          | 4617.6081                      |                                  |
| TOM MODELLER                                                 |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |          | EDD                            |                                  |
|                                                              |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |          |                                |                                  |
| SIPARIŞ NO                                                   | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR | BİRİM            | ÜRÜN ADI | BİF FİY                        |                                  |
| 1                                                            |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 48640  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.05                           | DOĞRUSAL FONK. 1<br>7,479.897.43 |
| 2                                                            |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL              | 35000  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.20                           | DOĞRUSAL FONK. 2<br>7,479.897.43 |
| 3                                                            |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 52800  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.20                           | FCFS<br>4,518.479.45             |
| 4                                                            |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 95000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.54                           | EDD<br>7,728.005.15              |
| 5                                                            |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 93600  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.11                           | MOORA<br>7,600.436.07            |
| 6                                                            |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL              | 136350 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.48                           | AĞIRLIKLIL MOORA<br>7,383.881.66 |
| 7                                                            |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 57000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.12                           | MOORA RN<br>8,255.614.38         |
| 8                                                            |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 59000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.44                           |                                  |
| 9                                                            |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 17500  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.15                           |                                  |
| 10                                                           |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 114000 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.47                           |                                  |
| 11                                                           |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 64700  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.28                           |                                  |
| 12                                                           |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 56400  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.33                           |                                  |
| 13                                                           |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL              | 90000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.81                           |                                  |
| 14                                                           |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL              | 31680  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.25                           |                                  |
| 15                                                           |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 79200  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.26                           |                                  |

**Şekil 4.3:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

#### 4.3.2. Gerçek Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Ana Kriterlerinde Eşit Ağırlıklı Kullanılması

Çalışmada uzman görüşlerinden elde edilen ağırlık katsayılarının ana kriterleri olan müşteri ve sipariş kriterleri farklı bir senaryoyu test etmek üzere her iki kritere de Tablo 4.5'te gösterildiği gibi 0.5 değerleri atanarak bu kez eşit ağırlıklı kullanılarak karar modelinde hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda gerçek verinin 7 gün periyodu ve günlük 12 saatlik bir mesai ile müşteri kriteri ve sipariş kriterinin eşit ağırlıklı olduğu katsayılarla çalıştırıldığında modellerin işlem süreleri ile önerdiği sipariş gelir tutarları sırasıyla Tablo 4.13 ve Tablo 4.14'te gösterilmektedir.

Tablo 4.13 incelendiğinde, işlem hızı olarak en hızlı modeller; sırasıyla sipariş başına 9.27 milisaniye işlem süresiyle FCFS modeli, 10.20 milisaniye ile EDD modeli olarak diğer bulgulara denk bir şekilde ortaya çıkmıştır. En yavaş model ise yine önceki bulgulara da olduğu gibi optimizasyon da içerdiğinden 14 siparişi toplam 7269.61 milisaniyede işleme tabi tutan doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Bu süre yaklaşık 7 saniyeye denk geldiğinden 14 sipariş kaydının farklı şekillerde sıralanarak yeniden hesaplamaların yapıldığı düşünüldüğünde olağan bir süredir. Tablo 4.13'te ayrıca modellerin belirtilen sernayo için toplam 12106.61 milisaniye (yaklaşık 12 saniye) işlem zamanı harcadığı ve tüm modellerin sipariş başına işlem sürelerinin ortalamasının 155.32 olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.13:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (Milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1279.20                   | 13                    | 98.40                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 7269.61                   | 14                    | 519.25                                   |
| FCFS            | 343.20                    | 37                    | 9.27                                     |
| EDD             | 265.20                    | 26                    | 10.20                                    |
| Moora           | 1591.20                   | 10                    | 159.12                                   |
| Ağırlıklı Moora | 1357.20                   | 10                    | 135.72                                   |
| Moora RN        | 4524.008                  | 10                    | 452.4008                                 |
| <b>Toplam</b>   | <b>16629.6292</b>         | <b>Ortalama</b>       | <b>155.3290756</b>                       |

Gerçek verilerin günlük 12 saat çalışma ile 7 günlük bir plan için müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanıldığı karar modeli ile çalıştırılmasından elde edilen toplam sipariş tutarları



ve ortalama sipariş tutarları Tablo 4.14'te gösterilmiştir. Tablo 4.14 incelenecek olursa, belirtilen senaryoda en fazla gelir getirmeyi doğrusal fonksiyon2 modelinin önerdiği toplam sipariş tutarının 3.546.483,89 TL olduğundan anlaşılmaktadır. En az gelir getiren model ise 37 sipariştan 1.684.863,40 TL gelir ile yine FCFS modeli olmuştur. Modellerin önerdiği toplam sipariş tutarlarının ortalamaları 2.696.963,20 TL olarak hesaplanmış olup, FCFS ve EDD modelleri bu ortalamanın altında kalmışlardır. Her bir modelin önerdiği toplam sipariş tutarlarının sipariş başına ortalama tutarları incelendiğinde moora modelleri ortalama 280.693,60 TL sipariş tutarı ile bu senaryoda en iyi performansı göstermişlerdir. Moora modellerinin sıraladığı 10 sipariştan bu ortalama tutarının hesaplanması bu yöntemlerin kapasiteyi düşük tutarlı siparişlerle hantallaştırmadığı söylenebilir. FCFS ve EDD modelleri sırasıyla 37 ve 26 siparişi üretmeyi önerse de bu öneriler ile düşük tutarlı siparişlerle kapasitenin verimsiz kullanımını sağlayacaklardır.

**Tablo 4.14:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 13                    | 3.361.597,26 ₺        | 258.584,40 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 | 14                    | 3.546.483,89 ₺        | 253.320,28 ₺            |
| FCFS            | 37                    | 1.684.863,40 ₺        | 45.536,85 ₺             |
| EDD             | 26                    | 1.864.989,83 ₺        | 71.730,38 ₺             |
| Moora           | 10                    | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |
| Ağırlıklı Moora | 10                    | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |
| Moora RN        | 10                    | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>2.696.963,20 ₺</b> | <b>210.178,96 ₺</b>     |

Gerçek veri setinin 7 günlük bir planlama için 12 saat günlük mesai ile müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırıldığı uygulamadan elde edilen işlem süreleri ve modellerin önerdiği toplam sipariş tutarlarının ekran görüntüsü Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



**Tablo 4.15:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3525.20                   | 29                    | 121.55                                   |
| Doğrusal Fonk.2 | 115770.20                 | 33                    | 3508.18                                  |
| FCFS            | 937.05                    | 44                    | 21.29                                    |
| EDD             | 1520.08                   | 66                    | 23.03                                    |
| Moora           | 3453.19                   | 24                    | 143.88                                   |
| Ağırlıklı Moora | 3517.20                   | 24                    | 146.55                                   |
| Moora RN        | 4711.2083                 | 22                    | 214.1458318                              |
| <b>Toplam</b>   | <b>133434.15</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>596.95</b>                            |

Tablo 4.16'yı inceleyecek olursak en fazla sipariş gelirini doğrusal fonksiyon1 modelinin optimize edilmiş hali olan doğrusal fonksiyon2 modeli 5.048.928,66 TL olarak önermektedir. Bunu 4.662.344,66 TL ile doğrusal fonksiyon1 modeli izlemektedir. En az gelir getirecek model yine FCFS olmuştur. Siparişlerin toplam tutarlarının ortalaması 4.168.632,66 TL, modellerin sipariş başına ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 140.761,84 TL olarak hesaplanmıştır. Bu ortalamalar incelendiğinde Sadece FCFS ve EDD modellerinin toplam sipariş tutarı ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Her modelin sipariş başına ortalama tutarlarına bakıldığında da hem FCFS hem EDD modelleri sırasıyla 56.325,77 TL ve 62.705,67 TL ile 140.761,84 TL ortalamasının oldukça altında kalarak bu sıralamalarla işletmenin verimliliğini ve karlılığını azaltmıştır.

**Tablo 4.16:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Tutarı         | Sipariş Ortalama Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 29                    | 4.662.344,66 ₺        | 160.770,51 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 | 33                    | 5.048.928,66 ₺        | 152.997,84 ₺            |
| FCFS            | 44                    | 2.478.334,03 ₺        | 56.325,77 ₺             |
| EDD             | 66                    | 4.138.574,07 ₺        | 62.705,67 ₺             |
| Moora           | 24                    | 4.179.114,66 ₺        | 174.129,78 ₺            |
| Ağırlıklı Moora | 24                    | 4.179.114,66 ₺        | 174.129,78 ₺            |
| Moora RN        | 22                    | 4.494.017,89 ₺        | 204.273,54 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>4.168.632,66 ₺</b> | <b>140.761,84 ₺</b>     |

Gerçek verilerin 7 günlük planlama periyodu için 24 saat mesai ve eşit ağırlıklı ana kriter katsayılarıyla çalıştırılması sonucu modellerin işlem süreleri ve önerdiği toplam sipariş tutarlarını gösteren uygulama ekran görüntüsü Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

| SİPARİŞ KAYIT SİPARİŞ SİRALAMA DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLI MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|----------|--------------------------------|------------------|
| İŞLETME ADI                                                                                |             | SPL             |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |          | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                                                        |             | 133434.1589     |                            | 3525.2016        |        | 115770.2098      |          | 937.0536                       |                  |
|                                                                                            |             | 1520.0869       |                            | 3453.1975        |        | 3517.2012        |          | 4711.2083                      |                  |
| TÜM MODELLER                                                                               |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |          | EDD                            |                  |
|                                                                                            |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |          |                                |                  |
| SİPARİŞ NO                                                                                 | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR | BİRİM            | ÖRÜN ADI | BİF                            | FIY              |
| 1                                                                                          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 48640  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.05                           |                  |
| 2                                                                                          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL              | 35000  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.20                           |                  |
| 3                                                                                          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 52800  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.26                           |                  |
| 4                                                                                          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 95000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.54                           |                  |
| 5                                                                                          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 93600  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.11                           |                  |
| 6                                                                                          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL              | 136350 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.48                           |                  |
| 7                                                                                          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 57000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.12                           |                  |
| 8                                                                                          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 59000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.44                           |                  |
| 9                                                                                          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 17500  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.15                           |                  |
| 10                                                                                         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 114000 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.47                           |                  |
| 11                                                                                         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 64700  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.28                           |                  |
| 12                                                                                         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 56400  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.32                           |                  |
| 13                                                                                         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL              | 90000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.81                           |                  |
| 14                                                                                         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL              | 31680  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.25                           |                  |
| 15                                                                                         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 79200  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.21                           |                  |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | DOĞRUSAL FONK. 1 |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,662,344.66     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | DOĞRUSAL FONK. 2 |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 5,048,928.66     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | FCFS             |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 2,478,334.03     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | EDD              |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,138,574.07     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | MOORA            |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,179,114.66     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | AĞIRLIKLI MOORA  |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,179,114.66     |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | MOORA RN         |
|                                                                                            |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,494,017.89     |

Şekil 4.5: Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

Gerçek verilerin 28 günlük bir planlama periyodunda günde 12 saat mesai kapasitesi ile eşit ağırlıklı ana kriter katsayılarıyla çalıştırılan modellerin işlem süreleri ve sipariş gelir bulguları Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de gösterilmiştir. Tablo 4.17 incelendiğinde önceki bulgularla uyumlu olarak FCFS ve EDD modelleri sipariş başına yaklaşık 24 milisaniye işlem hızları ile en hızlı model olarak ortaya çıkmaktadır. En yavaş model yine doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Toplam siparişlerin işlem süresi 192,159.5 milisaniye sürmüştür. Bu süre yaklaşık 192 saniyeye aynı zamanda 3.2 dakikaya denk gelmektedir. Aylık yapılan bir planlamada optimizasyon işlemleri de düşünüldüğünde harcanan süre olağandır. Bu senaryoda modellerin sıraladığı sipariş başına işlem sürelerinin ortalaması 493 milisaniye olarak hesaplanmış olup bu sürenin önceki senaryolara göre değerlendirildiğinde veri sayısındaki artış da göz önünde bulundurularak olağan bir süre olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.17:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

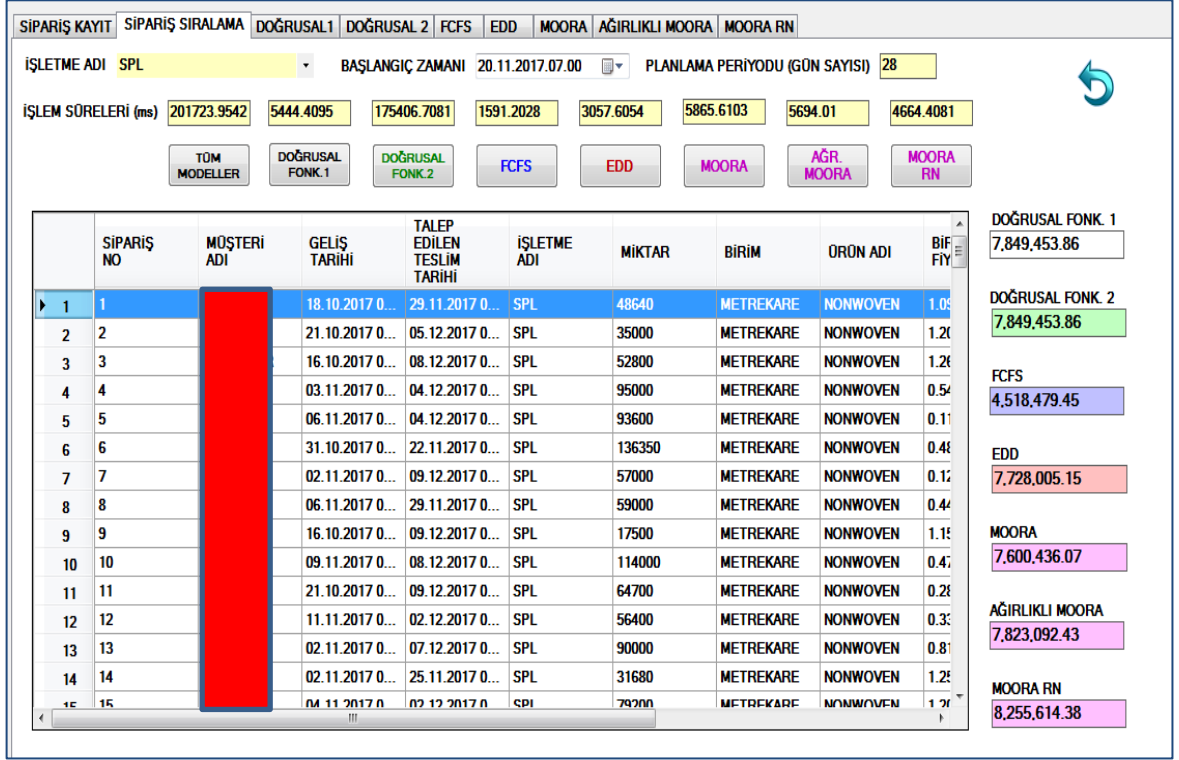
| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 5444.40                      |                   | 66              | 82.49                                       |
| Doğrusal Fonk.2 | 175406.70                    |                   | 66              | 2657.67                                     |
| FCFS            | 1591.20                      |                   | 67              | 23.74                                       |
| EDD             | 3057.60                      |                   | 126             | 24.26                                       |
| Moora           | 5865.61                      |                   | 69              | 85.00                                       |
| Ağırlıklı Moora | 5694.01                      |                   | 67              | 84.98                                       |
| Moora RN        | 4664.4081                    |                   | 66              | 70.67285                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>201723.95</b>             |                   | <b>Ortalama</b> | <b>432.69</b>                               |

Gerçek verilerin 28 gün periyodunda 12 saat mesai ile ve eşit ağırlıklı ana kriter katsayılarıyla çalıştırıldığı uygulamanın toplam sipariş tutarları ve ortalama sipariş tutarları Tablo 4.18'den incelendiğinde, en fazla sipariş gelirini 8.255.614,38 TL ile Moora RN modelinin önerdiği görülmektedir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması ilgili senaryoda 7.374.933,60 TL olarak hesaplanmıştır. Modellerin ilgili senaryodaki kapasiteye sığdırdığı sipariş sayılarına göre ortalama sipariş tutarları incelendiğinde Moora RN modeli yine 125.085,07 TL ortalama sipariş tutarı ile en yüksek değere sahip modeldir. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 102.662,07 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD düşük tutarlı siparişlerle kapasiteyi doldurduğundan dolayı yine en kötü sonuca sahip modeller olarak öne çıkmıştır. Ağırlıklı Moora modeli, doğrusal fonksiyon ile entegre çalıştırıldığında Moora modelinden daha iyi sonuç göstermiştir. Doğrusal modellerin başka modellerle entegre olarak kullanıldığında herhangi bir modelin daha iyi sonuç vermesine katkı sağlayabildiği de gösterilmektedir.

**Tablo 4.18:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Toplam<br>Tutarı      | Sipariş<br>Ortalama<br>Tutarı | Sipariş             |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                   | 66              | 7.849.453,86 ₺        |                               | 118.931,12 ₺        |
| Doğrusal Fonk.2 |                   | 66              | 7.849.453,86 ₺        |                               | 118.931,12 ₺        |
| FCFS            |                   | 67              | 4.518.479,45 ₺        |                               | 67.439,99 ₺         |
| EDD             |                   | 126             | 7.728.005,15 ₺        |                               | 61.333,37 ₺         |
| Moora           |                   | 69              | 7.600.436,07 ₺        |                               | 110.151,25 ₺        |
| Ağırlıklı Moora |                   | 67              | 7.823.092,43 ₺        |                               | 116.762,57 ₺        |
| Moora RN        |                   | 66              | 8.255.614,38 ₺        |                               | 125.085,07 ₺        |
|                 |                   | <b>Ortalama</b> | <b>7.374.933,60 ₺</b> |                               | <b>102.662,07 ₺</b> |

Gerçek verinin 28 günlük planlama ufkunda günlük 12 saat mesai kapasitesi ve eşit ağırlıklı kullanılan ana kriter katsayılarıyla gerçekleştirilen uygulama senaryosunda modellerin işlem süreleri ve sipariş gelirleri ile elde edilen bulguların ekran görüntüsü Şekil 4.6’da gösterilmektedir.



Şekil 4.6: Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

#### 4.3.3. Gerçek Veri Setinin Sipariş Ana Kriter Katsayısının Baskın Olarak Kullanılması

Araştırmadan elde edilen katsayılarla kullanılan müşteri ana kriter katsayısı ile sipariş ana kriter katsayısı (müşteri: 0.77997495, sipariş:0.2200251) karşılıklı olarak değiştirilerek (sipariş: 0.77997495, müşteri: 0.2200251) alt kriter katsayılarını değiştirmeden sipariş kriterinin baskın olacağı yeni katsayılar elde edilmiştir. Tablo 4.6’da gösterilen bu katsayılar, çalışmada “sipariş kriteri baskın” olarak ifade edilerek kullanılmıştır.

Gerçek verilerin sipariş kriteri baskın katsayılarla 7 günlük periyotta 12 saat mesai ile çalıştırıldığında elde edilen işlem süreleri ve sipariş gelirleri Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de gösterilmiştir. Tablo 4.19’den işlem süreleri incelendiğinde FCFS ve EDD yaklaşık 23

milisaniye sipariş başına işlem süreleriyle en hızlı modeller olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum önceki bulgularla uyumludur. En yavaş işlem süresine sahip model yine önceki bulgularla uyumlu olarak optimizasyon da içeren doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. İşlemlerin modellerde harcanan toplam süresi 32,650.85 milisaniye sürmüştür. Bu süre yaklaşık 32 saniyedir. Modellerin sipariş başına ortalama işlem sürelerinin ortalaması ise 415 milisaniye ile önceki bulgularla uyumludur.

**Tablo 4.19:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3572.40                   | 13                    | 274.80                                   |
| Doğrusal Fonk.2 | 20592.03                  | 14                    | 1470.85                                  |
| FCFS            | 858.00                    | 37                    | 23.18                                    |
| EDD             | 608.40                    | 26                    | 23.40                                    |
| Moora           | 3634.80                   | 10                    | 363.48                                   |
| Ağırlıklı Moora | 3385.20                   | 10                    | 338.52                                   |
| Moora RN        | 5007.60                   | 10                    | 500.76                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>37658.46</b>           | <b>Ortalama</b>       | <b>427.85</b>                            |

Sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla, 7 günlük planlama periyodunda günde 12 saat mesai ile elde edilen sipariş tutarları Tablo 4.20'den incelendiğinde toplam sipariş tutarı olarak 3.361.597,26 TL değeri ile en iyi sonuçları doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleri önermektedir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 2.670.550,63 TL olarak hesaplanmıştır. En az sipariş tutarını 1.684.863,40 TL ve 1.864.989,83 TL ile sırasıyla FCFS ve EDD modelleri önermektedir. 2.806.936,00 TL toplam sipariş tutarıyla 2. en çok toplam sipariş tutarını öneren moora yöntemleri, modellerin sipariş başına ortalama sipariş tutarları incelendiğinde 280.693,60 TL ortalama sipariş tutarı ile en fazla ortalama sipariş tutarına sahip modeller olarak görülmektedir. Bu durum moora yöntemlerinin düşük tutarlı siparişleri eleyerek yüksek tutarlı siparişleri önceliklendirdiğini, bu sayede de kapasiteyi yüksek tutarlı siparişlerle doldurmada başarılı olduğunu göstermektedir. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalamasına bakıldığında 208.292,35 TL olarak hesaplandığı görülmüş olup FCFS ve EDD yöntemleri yine bu ortalamaların altında kalmıştır.

**Tablo 4.20:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş (Adet)  | Sayısı | Toplam Tutarı         | Sipariş Ortalama Tutarı | Sipariş |
|-----------------|-----------------|--------|-----------------------|-------------------------|---------|
| Doğrusal Fonk.1 |                 | 13     | 3.361.597,26 ₺        | 258.584,40 ₺            |         |
| Doğrusal Fonk.2 |                 | 14     | 3.361.595,89 ₺        | 240.113,99 ₺            |         |
| FCFS            |                 | 37     | 1.684.863,40 ₺        | 45.536,85 ₺             |         |
| EDD             |                 | 26     | 1.864.989,83 ₺        | 71.730,38 ₺             |         |
| Moora           |                 | 10     | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |         |
| Ağırlıklı Moora |                 | 10     | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |         |
| Moora RN        |                 | 10     | 2.806.936,00 ₺        | 280.693,60 ₺            |         |
|                 | <b>Ortalama</b> |        | <b>2.670.550,63 ₺</b> | <b>208.292,35 ₺</b>     |         |

Gerçek verilerin 7 gün ve 12 saat mesai özellikleri ile sipariş kriteri baskın katsayılarla çalıştırıldığında elde edilen işlem süreleri ve sipariş tutarlarının bulunduğu ekran görüntüsü Şekil 4.7’de gösterilmektedir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SIRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLIL MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

SPL

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

37658.4661

3572.4063

20592.0361

858.0015

608.4011

3634.8064

3385.2059

5007.6088

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MİKTAR | BİRİM     | ORON ADI | BİF  |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|------|
| 1  | 1          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 48640  | METREKARE | NONWOVEN | 1.05 |
| 2  | 2          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL         | 35000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20 |
| 3  | 3          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 52800  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20 |
| 4  | 4          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 95000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.54 |
| 5  | 5          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 93600  | METREKARE | NONWOVEN | 0.11 |
| 6  | 6          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL         | 136350 | METREKARE | NONWOVEN | 0.48 |
| 7  | 7          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 57000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.12 |
| 8  | 8          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 59000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.44 |
| 9  | 9          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 17500  | METREKARE | NONWOVEN | 1.15 |
| 10 | 10         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 114000 | METREKARE | NONWOVEN | 0.47 |
| 11 | 11         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 64700  | METREKARE | NONWOVEN | 0.28 |
| 12 | 12         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 56400  | METREKARE | NONWOVEN | 0.33 |
| 13 | 13         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 90000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.81 |
| 14 | 14         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL         | 31680  | METREKARE | NONWOVEN | 1.25 |
| 15 | 15         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 79200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.25 |

DOĞRUSAL FONK. 1

3,361,597.26

DOĞRUSAL FONK. 2

3,361,595.89

FCFS

1,684,863.40

EDD

1,864,989.83

MOORA

2,806,936.00

AĞIRLIKLIL MOORA

2,806,936.00

MOORA RN

2,806,936.00

**Şekil 4.7:** Gerçek Veri 7 Gün 12 Saat Meseide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).



Gerçek verilerin 7 günlük periyotta 24 saat günlük mesai saati ve sipariş kriteri baskın katsayılarla çalıştırıldığında elde edilen işlem süresi ve sipariş gelirleri Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de gösterilmektedir. İşlem süreleri Tablo 4.21’den incelendiğinde FCFS ve EDD yöntemleri önceki bulgulardaki gibi en hızlı, doğrusal fonksiyon2 modeli ise önceki bulgulardaki gibi yine en yavaş model olarak öne çıkmıştır. Modellerin toplam işlem süresi 90,667.36 milisaniye (yaklaşık 90 saniye - 1.5 dakika) olarak hesaplanmıştır. Modellerin sipariş başına işlem sürelerinin ortalaması ise 509.04 milisaniye olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.21:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3338.40                      | 27                       | 123.64                                      |
| Doğrusal Fonk.2 | 78031.34                     | 30                       | 2601.04                                     |
| FCFS            | 904.80                       | 44                       | 20.56                                       |
| EDD             | 1544.40                      | 66                       | 23.40                                       |
| Moora           | 3354.00                      | 23                       | 145.82                                      |
| Ağırlıklı Moora | 3494.40                      | 25                       | 139.77                                      |
| Moora RN        | 5179.20                      | 27                       | 191.82                                      |
| <b>Toplam</b>   | <b>95846.56</b>              | <b>Ortalama</b>          | <b>463.72</b>                               |

Modellerin ilgili 7 gün – 24 saat mesai durumunda sipariş kriteri baskın katsayısıyla çalıştırılmasıyla elde edilen gelirler Tablo 4.22’den incelendiğinde en fazla geliri yine optimizasyon da içeren doğrusal fonksiyon2 modeli önermiştir. Doğrusal fonksiyon2 modeli 30 sipariş işleminden 5.017.299,33 TL elde edilebileceğini önermektedir. İkinci en iyi geliri Moora RN modeli 4.977.247,89 TL toplam sipariş tutarı ile önermektedir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.242.435,14 TL olarak hesaplanmıştır. FCFS modeli belirtilen planlama senaryosu için 2.478.334,03 TL toplam sipariş tutarı ile hem en az gelir vadeden hem de diğer modellere göre EDD ve Moora modeliyle birlikte ortalama toplam sipariş tutarının altında kalan model olmuştur. Modellerin ortalama sipariş tutarlarına bakıldığında Moora RN modeli 184.342,51 TL ile en iyi ortalama sipariş tutarını sunmaktadır. Moora modeli 177.498,64 TL ile ortalama sipariş tutarında ikinci iken doğrusal fonksiyon1 modeli 175.087,46 TL ile üçüncü en iyi değere sahiptir. Ortalama sipariş tutarlarının ortalamasına bakıldığında 142.033,40 TL olarak hesaplandığı görülmekle birlikte FCFS ve EDD modellerinin yine bu ortalama değerinin altında kalarak en düşük ortalama sipariş tutarlarına sahip modeller olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.22:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 27                       | 4.727.361,33 ₺           | 175.087,46 ₺               |
| Doğrusal Fonk.2 | 30                       | 5.017.299,33 ₺           | 167.243,31 ₺               |
| FCFS            | 44                       | 2.478.334,03 ₺           | 56.325,77 ₺                |
| EDD             | 66                       | 4.138.574,07 ₺           | 62.705,67 ₺                |
| Moora           | 23                       | 4.082.468,66 ₺           | 177.498,64 ₺               |
| Ağırlıklı Moora | 25                       | 4.275.760,66 ₺           | 171.030,43 ₺               |
| Moora RN        | 27                       | 4.977.247,89 ₺           | 184.342,51 ₺               |
| <b>Ortalama</b> |                          | <b>4.242.435,14 ₺</b>    | <b>142.033,40 ₺</b>        |

Gerçek verilerin sipariş ana kriteri baskın katsayılarla 7 gün-24 saat kapasite için çalıştırıldığında elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.8’de sunulmaktadır. Şekil 4.8’de her bir modelin Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de gösterilen işlem süreleri ve toplam sipariş tutarları görülebilmektedir.

| SIPARIŞ KAYIT                                                 |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                  |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|----------|--------------------------------|------------------|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                  |
| DOĞRUSAL 1 DOĞRUSAL 2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLI MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                |                  |
| İŞLETME ADI                                                   |             | SPL             |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |          | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                           |             | 95846.568       |                            | 3338.4059        |        | 78031.3371       |          | 904.8016                       |                  |
|                                                               |             | 1544.4027       |                            | 3354.0059        |        | 3494.4061        |          | 5179.2091                      |                  |
| TÜM MODELLER                                                  |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |          | EDD                            |                  |
|                                                               |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |          |                                |                  |
| SIPARIŞ NO                                                    | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR | BİRİM            | ORON ADI | BİF FİY                        |                  |
| 1                                                             |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 48640  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.05                           | DOĞRUSAL FONK. 1 |
| 2                                                             |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL              | 35000  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.20                           | DOĞRUSAL FONK. 2 |
| 3                                                             |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 52800  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.20                           |                  |
| 4                                                             |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 95000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.54                           | FCFS             |
| 5                                                             |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL              | 93600  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.11                           | 2,478.334.03     |
| 6                                                             |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL              | 136350 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.48                           |                  |
| 7                                                             |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 57000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.12                           | EDD              |
| 8                                                             |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL              | 59000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.44                           | 4,138.574.07     |
| 9                                                             |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 17500  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.15                           |                  |
| 10                                                            |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL              | 114000 | METREKARE        | NONWOVEN | 0.47                           | MOORA            |
| 11                                                            |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL              | 64700  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.28                           | 4,082.468.66     |
| 12                                                            |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 56400  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.33                           | AĞIRLIKLI MOORA  |
| 13                                                            |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL              | 90000  | METREKARE        | NONWOVEN | 0.81                           | 4,275.760.66     |
| 14                                                            |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL              | 31680  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.25                           |                  |
| 15                                                            |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL              | 79200  | METREKARE        | NONWOVEN | 1.27                           | MOORA RN         |
|                                                               |             |                 |                            |                  |        |                  |          |                                | 4,977.247.89     |

**Şekil 4.8:** Gerçek Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

Gerçek verilerin 28 gün – 12 saat kapasite ile sipariş ana kriteri baskın katsayılarla çalıştırıldığında elde edilen işlem süresi ve sipariş tutarları Tablo 4.23 ve Tablo 4.24’te sunulmuştur. Tablo 4.23 incelendiğinde EDD modelinin sipariş başına 20.92 milisaniye işlem süresiyle en hızlı çalışan model olduğu görülmektedir.

2. en hızlı model önceki bulgulara benzer şekilde 25.84 milisaniye işlem süresi ile FCFS modeli olmuştur. 66 adet sipariş kaydı üzerinde optimizasyon uygulayan doğrusal fonksiyon2 modeli sipariş başına 1866.09 milisaniye süre ile yine en yavaş çalışan model olmuştur. 66 adet siparişi doğrusal fonksiyon2 modeli toplam 123,162.21 milisaniyede (yaklaşık 2 dakikada) optimize etmiştir. Modellerin toplam işlem süresi 146203.45 milisaniye (yaklaşık 2.36 dakika) zamanda tamamlanmıştır. Her modelin sipariş başına işlem hızlarının ortalaması ise 313.29 milisaniye olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.23:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 5834.41                   | 66                    | 88.40                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 123162.21                 | 66                    | 1866.09                                  |
| FCFS            | 1731.60                   | 67                    | 25.84                                    |
| EDD             | 2636.40                   | 126                   | 20.92                                    |
| Moora           | 4118.40                   | 69                    | 59.68                                    |
| Ağırlıklı Moora | 3900.00                   | 66                    | 59.09                                    |
| Moora RN        | 4820.40                   | 66                    | 73.03                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>146203.45</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>313.29</b>                            |

Sipariş gelirleri incelenecek olursa Tablo 4.24’te Moora RN modelinin 8.255.614,38 TL ile en fazla geliri vadeden model olduğu görülmektedir. Doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2 ve ağırlıklı moora modellerinin ise toplamda 7.945.851,12 TL tutarında bir gelir elde edilebileceğini önerdiği görülmektedir.

En az gelir öneren model 4.518.479,45 TL toplam sipariş tutarı ile yine FCFS modeli olmuştur.

Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 7.420.012,63 TL olarak hesaplanmıştır. FCFS modeli dışındaki tüm modeller bu ortalamanın üzerinde gelir önermektedir. Modellerin sipariş başına

ortalama sipariş tutarları incelendiğinde ortalama tutarın 103.597,82 TL olarak hesaplandığı Tablo 4.24'ten anlaşılmaktadır.

En iyi ortalama sipariş tutarı değerine sahip modeller ise, toplam sipariş tutarında olduğu gibi Moora RN modeli 125.085,07 TL ile birinci olmuştur.

EDD yöntemi toplam sipariş tutarında ortalamanın üstünde bir gelir vadederken ortalama sipariş tutarına bakıldığında FCFS modelinden daha düşük performans göstererek 61.333,37 TL ile en az ortalama sipariş tutarına sahip model olarak görülmektedir.

**Tablo 4.24:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş (Adet) | Sayısı          | Toplam Tutarı         | Sipariş Ortalama Tutarı | Sipariş |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------|
| Doğrusal Fonk.1 |                | 66              | 7.945.851,12 ₺        | 120.391,68 ₺            |         |
| Doğrusal Fonk.2 |                | 66              | 7.945.851,12 ₺        | 120.391,68 ₺            |         |
| FCFS            |                | 67              | 4.518.479,45 ₺        | 67.439,99 ₺             |         |
| EDD             |                | 126             | 7.728.005,15 ₺        | 61.333,37 ₺             |         |
| Moora           |                | 69              | 7.600.436,07 ₺        | 110.151,25 ₺            |         |
| Ağırlıklı Moora |                | 66              | 7.945.851,12 ₺        | 120.391,68 ₺            |         |
| Moora RN        |                | 66              | 8.255.614,38 ₺        | 125.085,07 ₺            |         |
|                 |                | <b>Ortalama</b> | <b>7.420.012,63 ₺</b> | <b>103.597,82 ₺</b>     |         |

Sipariş ana kriterinin baskın olduğu ağırlık katsayıları ile gerçek verinin 28 gün ve 12 saat mesai parametreleriyle çalıştırıldığı karar destek modelinde, her bir modelin işlem süresi ve toplam gelir tutarları Şekil 4.9'daki ekran görüntüsünde görülmektedir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLIL

MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

SPL

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

28

İŞLEM SÖRELERİ (ms)

146203.4568

5834.4102

123162.2163

1731.603

2636.4047

4118.4072

3900.0069

4820.4085

TOM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MIKTAR | BİRİM     | ÜRÜN ADI | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|---------|
| 1  | 1          |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 48640  | METREKARE | NONWOVEN | 1.05    |
| 2  | 2          |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | SPL         | 35000  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20    |
| 3  | 3          |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 52800  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20    |
| 4  | 4          |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 95000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.54    |
| 5  | 5          |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | SPL         | 93600  | METREKARE | NONWOVEN | 0.11    |
| 6  | 6          |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | SPL         | 136350 | METREKARE | NONWOVEN | 0.48    |
| 7  | 7          |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 57000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.12    |
| 8  | 8          |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | SPL         | 59000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.44    |
| 9  | 9          |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 17500  | METREKARE | NONWOVEN | 1.15    |
| 10 | 10         |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | SPL         | 114000 | METREKARE | NONWOVEN | 0.47    |
| 11 | 11         |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | SPL         | 64700  | METREKARE | NONWOVEN | 0.28    |
| 12 | 12         |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 56400  | METREKARE | NONWOVEN | 0.33    |
| 13 | 13         |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | SPL         | 90000  | METREKARE | NONWOVEN | 0.81    |
| 14 | 14         |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | SPL         | 31680  | METREKARE | NONWOVEN | 1.25    |
| 15 | 15         |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | SPL         | 79200  | METREKARE | NONWOVEN | 1.20    |

DOĞRUSAL FONK. 1

7,945,851.12

DOĞRUSAL FONK. 2

7,945,851.12

FCFS

4,518,479.45

EDD

7,728,005.15

MOORA

7,600,436.07

AĞIRLIKLIL MOORA

7,945,851.12

MOORA RN

8,255,614.38

**Şekil 4.9:** Gerçek Veri 28 Gün 12 Saat MESAİDE Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

#### 4.3.4. Gerçek Veri Setinin Uygulama Bulgularının Karşılaştırılması

Gerçek veriler çalışmada 7 gün 12 saat, 7 gün 24 saat ve 28 gün 12 saat işgücü kapasiteleri ile araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları, karar modelindeki müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak 0.5 değerleriyle kullanıldığı katsayılar ve müşteri – sipariş ana kriterlerinin araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarında sipariş kriteri baskın olacak şekilde yer değiştirilerek kullanıldığı sipariş kriteri baskın katsayıları ile uygulamada çalıştırılmıştır.

Önceki başlıklarda paylaşılan bulgular her bir kapasite için hangi katsayıların ve modelin daha fazla gelir getirdiğini belirlemek amacıyla Tablo 4.25'te gösterildiği gibi bir özet tabloda gösterilmiştir. Öncelikle Tablo 4.25'te aynı kapasite için her satırdaki maksimum değer kenarlık içerisinde belirtilmiştir. Daha sonra her biri 3 satırdan oluşan aynı kapasitedeki sonuçların içerisinde farklı ağırlık katsayıları arasındaki en büyük toplam sipariş gelirini öneren model koyu renk ile gösterilerek belirli bir planlama ufkunda, aynı mesai saatleri içerisinde hangi ağırlık katsayılarını kullanmanın daha fazla geliri hangi model ile önerdiği bulgularına ulaşılmıştır. Her bir kapasite parametrelerine göre Tablo 4.25 incelenecek olursa;

7 gün ve 12 saat mesaiden oluşan kapasite için araştırmadan elde edilen katsayıların kullanımında en fazla gelirin 2.806.936,00 TL ile Moora ve Moora RN modelinden elde edilebileceği, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanılması durumunda en fazla gelirin 3.546.483,89 TL ile doğrusal fonksiyon2 modelinden elde edileceği, sipariş kriterinin baskın katsayılarla kullanım durumunda ise en fazla gelirin 3.361.597,26 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Aynı kapasite için farklı katsayılarla en fazla sipariş gelirini 3.546.483,89 TL ile doğrusal fonksiyon2 modeli, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanılması durumunda önermektedir. Bu doğrultuda 7 gün ve 12 saat mesai kapasitesi ile en fazla gelir müşteri ve sipariş ana kriterinin eşit ağırlıklı olarak kullanıldığında doğrusal fonksiyon2 modelinden sağlanabileceği söylenebilir.

7 gün ve 24 saatlik mesaiden oluşan kapasite için araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla uygulama çalıştırıldığında 4.855.636,66 TL ile doğrusal fonksiyon2 modelinin en fazla geliri önerdiği görülmektedir. Müşteri ve sipariş ana kriterleri eşit ağırlıklı olarak modellerde kullanıldığında, en fazla geliri 5.048.928,66 TL toplam sipariş tutarı ile yine doğrusal fonksiyon2 modelinin önerdiği görülmektedir. Sipariş kriterinin baskın olduğu durumda da 5.017.299,33 TL toplam sipariş tutarı ile yine doğrusal fonksiyon2 modeli en fazla geliri vadetmektedir. Farklı ağırlık katsayılarının aynı kapasite için kullanım durumuna genel olarak bakıldığında aynı periyot-mesai ve sipariş verileri için en fazla gelirin müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanılması durumunda doğrusal fonksiyon2 modelinden 5.048.928,66 TL olarak elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

28 gün ve 12 saat günlük mesaiden oluşan kapasitede; hem araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla, hem müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanıldığı ağırlık katsayılarla hem de sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla en fazla geliri 8.255.614,38 TL ile Moora RN modelinin önerdiği anlaşılmaktadır. Farklı katsayılarla aynı kapasite için uygulamanın çalıştırılması halinde 28 günlük ve 12 saat günlük mesaiden oluşan kapasitede en büyük toplam sipariş gelirin 8.255.614,38 TL ile Moora RN modelinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.25'in sonuçları özetlenecek olursa 7 günlük bir planlama süresi için 12 saat ve 24 saat mesai ile çalışılması durumlarında en iyi gelirin karar modelinde müşteri ve sipariş ana kriterinin eşit ağırlıklı olarak kullanılmasıyla doğrusal fonksiyon2 modeliyle elde edilebileceği anlaşılmıştır. Planlama periyodu 28 güne çıktığında 12 saat günlük mesai ile çalışıldığında her

katsayı grubunda da en iyi gelirin Moora RN modelinden elde edilebileceği görülmüştür. Doğrusal fonksiyon2 modelinin diğer modellerden baskın olarak öne çıktığı durumlar, yapılan optimizasyonun amaca doğru bir şekilde hizmet ettiğini göstermiştir.

**Tablo 4.25:** Gerçek Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının (TL) Modellere Göre Karşılaştırılması.

| KAPASİTE        | KULLANILAN KATSAYILAR                     | DOĞRUSAL FONK.1 | DOĞRUSAL FONK.2     | FCFS         | EDD          | MOORA        | AĞR. MOORA   | MOORA RN            |
|-----------------|-------------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| 7 gün, 12 saat  | Araştırma Katsayılarıyla                  | 1.663.990,63    | 1.663.990,63        | 1.684.863,40 | 1.864.989,83 | 2.806.936,00 | 2.033.765,26 | 2.806.936,00        |
| 7 gün, 12 saat  | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 3.361.597,26    | <b>3.546.483,89</b> | 1.684.863,40 | 1.864.989,83 | 2.806.936,00 | 2.806.936,00 | 2.806.936,00        |
| 7 gün, 12 saat  | Sipariş Kriteri Baskın                    | 3.361.597,26    | 3.361.595,89        | 1.684.863,40 | 1.864.989,83 | 2.806.936,00 | 2.806.936,00 | 2.806.936,00        |
| 7 gün, 24 saat  | Araştırma Katsayılarıyla                  | 4.662.344,66    | 4.855.636,66        | 2.478.334,03 | 4.138.574,07 | 4.179.114,66 | 4.179.114,66 | 4.494.017,89        |
| 7 gün, 24 saat  | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 4.662.344,66    | <b>5.048.928,66</b> | 2.478.334,03 | 4.138.574,07 | 4.179.114,66 | 4.179.114,66 | 4.494.017,89        |
| 7 gün, 24 saat  | Sipariş Kriteri Baskın                    | 4.727.361,33    | 5.017.299,33        | 2.478.334,03 | 4.138.574,07 | 4.082.468,66 | 4.275.760,66 | 4.977.247,89        |
| 28 gün, 12 saat | Araştırma Katsayılarıyla                  | 7.479.897,43    | 7.479.897,43        | 4.518.479,45 | 7.728.005,15 | 7.600.436,07 | 7.383.881,66 | <b>8.255.614,38</b> |
| 28 gün, 12 saat | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 7.849.453,86    | 7.849.453,86        | 4.518.479,45 | 7.728.005,15 | 7.600.436,07 | 7.823.092,43 | <b>8.255.614,38</b> |
| 28 gün, 12 saat | Sipariş Kriteri Baskın                    | 7.945.851,12    | 7.945.851,12        | 4.518.479,45 | 7.728.005,15 | 7.600.436,07 | 7.945.851,12 | <b>8.255.614,38</b> |

#### 4.3.5. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla Kullanılması

Karar modellerini ve farklı katsayı senaryolarını uygulama yazılımı ile test etmek, çalışma saatlerini değiştirerek daha fazla mesai harcamanın elde edilecek gelire nasıl etki edeceğini uygulama üzerinde göstermek amacıyla gerçek verilere bakarak rassal bir veri seti oluşturulmuştur. Rastgele oluşturulan bu veriler 7 günlük periyotta günlük 8 saat mesai ile ve 7 günlük periyotta 16 saat mesai ile gerçek veride olduğu gibi araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla çalıştırılmıştır. Bu senaryoda modellerin işlem süreleri ve sipariş gelirleri Tablo 4.26 ve Tablo 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4.26 incelendiğinde önceki bulgularla uyumlu olarak en kısa işlem süresi ve en büyük işlem hızı yaklaşık 23 milisaniye hız ile yine FCFS ve EDD modellerinde olmuştur. En geç işlem süresi 24 sipariş kaydını 163,790.22 milisaniyede işleyen doğrusal fonksiyon2 modeline aittir. Doğrusal fonksiyon1, moora ve ağırlıklı moora modellerinin işlem hızlarının sipariş başına yaklaşık 80 milisaniye ile birbiriyle aynı hızda olduğu söylenebilir. Modellerin toplam iş süresi 173,119.84 milisaniye, yani yaklaşık 173 saniye olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 4.26:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1920.00                      | 24                       | 80.00                                       |
| Doğrusal Fonk.2 | 163790.22                    | 24                       | 6824.59                                     |
| FCFS            | 710.00                       | 30                       | 23.66                                       |
| EDD             | 680.00                       | 30                       | 22.66                                       |
| Moora           | 1920.00                      | 24                       | 80.00                                       |
| Ağırlıklı Moora | 1900.00                      | 24                       | 79.16                                       |
| Moora RN        | 2199.60                      | 19                       | 115.76                                      |
| <b>Toplam</b>   | <b>173119.84</b>             | <b>Ortalama</b>          | <b>1032.26</b>                              |

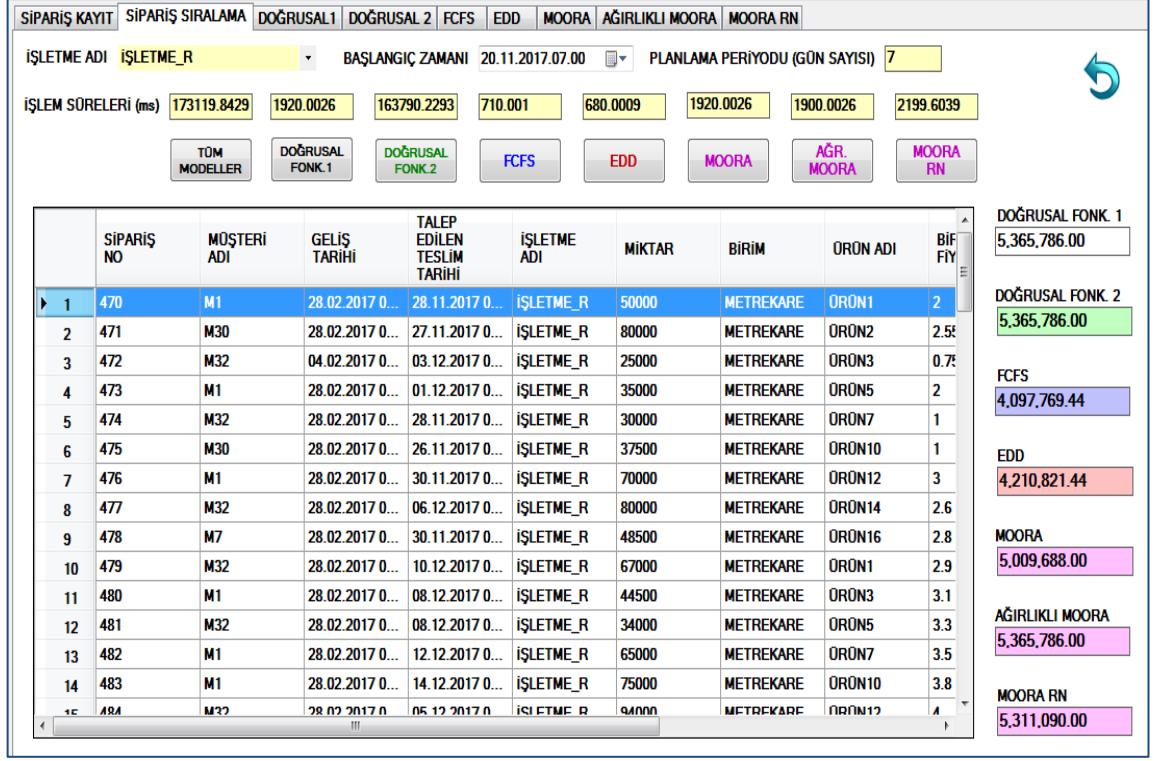
Rastgele oluşturulan verilerin 7 gün ve 8 saat günlük mesai saatiyle elde edilen kapasite için araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla çalıştırılması sonucunda elde edilen toplam sipariş gelirlerine Tablo 4.27’den bakıldığında; en fazla toplam sipariş gelirini 5.365.786,00 TL ile doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2 ve ağırlıklı moora modellerinin önerdiği görülmektedir. En az toplam sipariş gelirini ise 4.097.769,44 TL ile FCFS modeli önermiştir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.960.960,98 TL olarak hesaplanmıştır. FCFS ve EDD modellerinin önerdiği toplam sipariş tutarları ortalama sipariş tutarının altında kalmıştır. Her modelin ortalama sipariş tutarları incelendiğinde toplam sipariş tutarında en büyük değere sahip olan doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2 ve ağırlıklı moora modelleri 596.198,44 TL ile yine en büyük değere sahiptir. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 551.217,89 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD modellerinin ortalama sipariş tutarları, bu ortalamanın altında hesaplanmıştır.

**Tablo 4.27:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Sipariş Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 24                       | 5.365.786,00 ₺           | 596.198,44 ₺                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 24                       | 5.365.786,00 ₺           | 596.198,44 ₺                    |
| FCFS            | 30                       | 4.097.769,44 ₺           | 455.307,72 ₺                    |
| EDD             | 30                       | 4.210.821,44 ₺           | 467.869,05 ₺                    |
| Moora           | 24                       | 5.009.688,00 ₺           | 556.632,00 ₺                    |
| Ağırlıklı Moora | 24                       | 5.365.786,00 ₺           | 596.198,44 ₺                    |
| Moora RN        | 19                       | 5.311.090,00 ₺           | 590.121,11 ₺                    |
| <b>Ortalama</b> |                          | <b>4.960.960,98 ₺</b>    | <b>551.217,89 ₺</b>             |



Rastgele oluşturulan verilerin 7 gün ve 8 saat günlük mesai ile AHP katsayıları ile çalıştırıldığında modellerin işlem süreleri ve önerdiği toplam sipariş tutarları Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

Rastgele oluşturulan verilerin araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla 7 günlük planlama periyodu için 16 saat günlük mesaiye çıkarılan çalışma saatiyle tekrar çalıştırılarak elde edilen işlem süresi ve sipariş gelirlerine ait bulgular Tablo 4.28 ve Tablo 4.29'da gösterilmiştir.

Tablo 28 incelendiğinde en hızlı işlem süreleri önceki bulgulara paralel olarak yine FCFS ve EDD olarak görülmekte, optimizasyon işlemini de kapsayan doğrusal fonksiyon2 modeli yine en yavaş işlem süresine sahip model olarak görülmektedir. Modellerin toplam işlem süresi 1,575,035.35 milisaniye sürmüştür. Bu süre 26.25 dakikaya denktir.

Sürenin önceki bulgulara göre fazla olmasının sebebi sipariş sayısının da fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü sipariş sayısı arttıkça optimizasyon işleminde harcanan süre de

artmaktadır. Dikkat edilirse optimizasyon işlemi olmayan doğrusal fonksiyon1, ve Moora modellerinin sipariş başına işlem süreleri birbirine yakın değerlerde seyretmektedir.

**Tablo 4.28:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

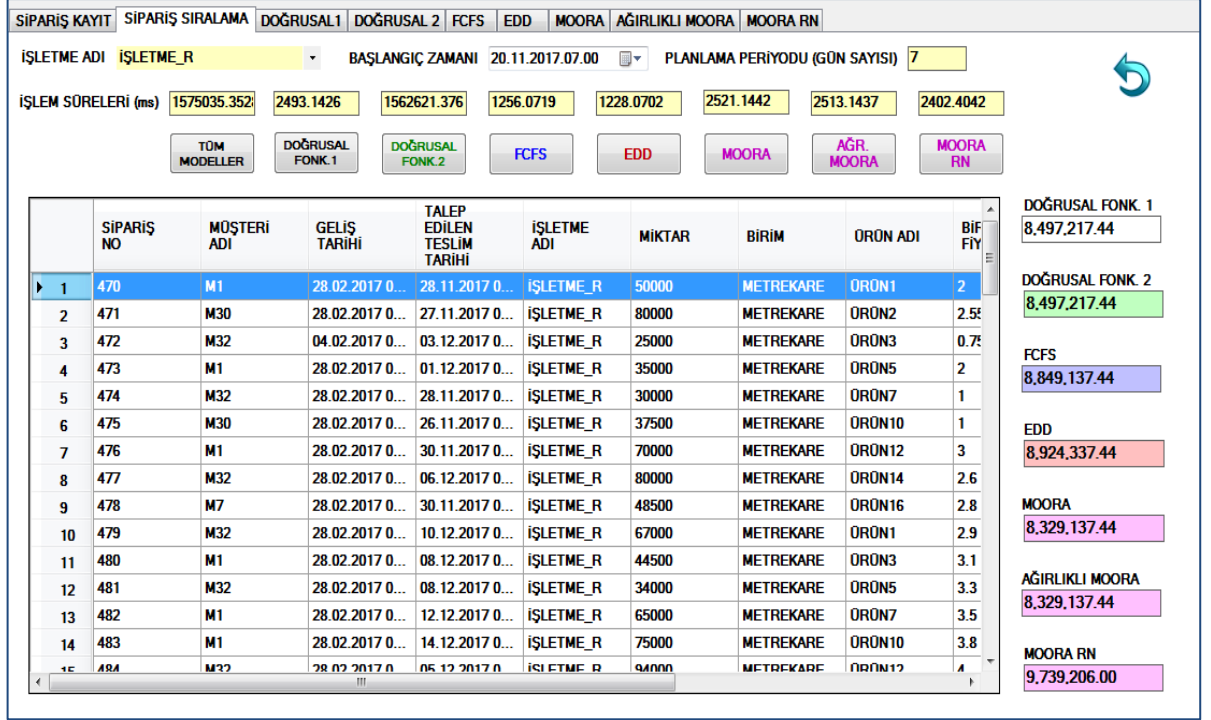
| Model Adı       | İşlem<br>(Milisaniye) | Süresi            | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                       | 2493.14           |                   | 54              | 46.16                                       |
| Doğrusal Fonk.2 |                       | 1562621.37        |                   | 54              | 28937.43                                    |
| FCFS            |                       | 1256.07           |                   | 56              | 22.42                                       |
| EDD             |                       | 1228.07           |                   | 57              | 21.54                                       |
| Moora           |                       | 2521.14           |                   | 55              | 45.83                                       |
| Ağırlıklı Moora |                       | 2513.14           |                   | 55              | 45.69                                       |
| Moora RN        |                       | 2402.40           |                   | 45              | 53.38                                       |
| <b>Toplam</b>   |                       | <b>1575035.35</b> |                   | <b>Ortalama</b> | <b>4167.50</b>                              |

Sipariş gelirlerinin görüldüğü Tablo 4.29 incelendiğinde; en fazla toplam sipariş tutarını öneren model, 9.739.206,00 TL ile Moora RN modeli olmuştur. Toplam sipariş tutarlarının ortalamasına bakıldığında 8.737.912,95 TL olarak hesaplandığı görülmüş olup Moora RN dışındaki diğer modellerin ortalamanın altında kaldığı anlaşılmıştır. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 164.086,27 TL olarak hesaplanmış olup sadece Moora RN modeli 216.426,80 TL ile hem en yüksek ortalama sipariş tutarına sahip model olmuş hem de ortalama sipariş tutarının ortalamasının üzerinde kalan tek model olmuştur.

**Tablo 4.29:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Toplam<br>Tutarı      | Sipariş | Ortalama<br>Tutarı  | Sipariş |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|---------|---------------------|---------|
| Doğrusal Fonk.1 |                   | 54              | 8.497.217,44 ₺        |         | 157.355,88 ₺        |         |
| Doğrusal Fonk.2 |                   | 54              | 8.497.217,44 ₺        |         | 157.355,88 ₺        |         |
| FCFS            |                   | 56              | 8.849.137,44 ₺        |         | 158.020,31 ₺        |         |
| EDD             |                   | 57              | 8.924.337,44 ₺        |         | 156.567,32 ₺        |         |
| Moora           |                   | 55              | 8.329.137,44 ₺        |         | 151.438,86 ₺        |         |
| Ağırlıklı Moora |                   | 55              | 8.329.137,44 ₺        |         | 151.438,86 ₺        |         |
| Moora RN        |                   | 45              | 9.739.206,00 ₺        |         | 216.426,80 ₺        |         |
|                 |                   | <b>Ortalama</b> | <b>8.737.912,95 ₺</b> |         | <b>164.086,27 ₺</b> |         |

Rastgele oluşturulmuş verilerin 7 gün ve 16 saatlik bir kapasitede araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla çalıştırıldığında elde edilen uygulama bulgularının ekran görüntüsü Şekil 4.11’de görülmektedir.



Şekil 4.11: Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Meseide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

#### 4.3.6. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Ana Kriterlerinde Eşit Ağırlıklı Kullanılması

Müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırıldığı rastgele oluşturulan verilerin 7 gün ve günlük 8 saat mesai ile çalıştırıldığında, uygulamadan elde edilen modellerin işlem süreleri ve önerdiği toplam sipariş gelirleri Tablo 4.30 ve Tablo 4.31’de gösterilmiştir.

Tablo 4.30 incelendiğinde, sipariş başına işlem hızı olarak en hızlı modeller EDD ve FCFS olarak hesaplanmıştır. En yavaş model yine doğrusal fonksiyon2 modelidir. Tüm modellerin toplam iş süresi 122,553.81 milisaniye sürmüştür. Bu süre yaklaşık olarak 2 dakikaya denk gelmektedir.

**Tablo 4.30:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1747.20                   | 22                    | 79.41                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 112772.59                 | 22                    | 5126.02                                  |
| FCFS            | 702.00                    | 30                    | 23.40                                    |
| EDD             | 624.00                    | 30                    | 20.80                                    |
| Moora           | 1934.40                   | 24                    | 80.60                                    |
| Ağırlıklı Moora | 1840.80                   | 25                    | 73.63                                    |
| Moora RN        | 2932.80                   | 19                    | 154.35                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>122553.81</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>794.03</b>                            |

Tablo 4.31’de en fazla geliri 22 siparişin üretiminden elde edilecek 5.746.796,00 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinin önerdiği görülmektedir. En az toplam sipariş gelirini FCFS ve EDD modelleri önermektedir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 5.103.249,55 TL olarak hesaplanmış olup FCFS, EDD ve Moora modelleri dışındakiler ortalamanın üzerinde gelir vadetmektedir. Önerilen sipariş sayısına göre ortalama sipariş tutarlarına bakıldığında Moora RN modeli 279.531,05 TL ile en büyük değere sahiptir. FCFS modeli 136.592,31 TL ile en az ortalama sipariş tutarına sahip iken bunu 140.360,71 TL ile EDD modeli izlemektedir. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 215.949,79 TL olarak hesaplanmış olup FCFS, EDD ve Moora modelleri bu ortalamanın altında kalmıştır. FCFS ve EDD modelleri neredeyse bütün bulgulara daha fazla siparişi üretmeyi taahhüt etmesine karşın elde edilecek toplam sipariş tutarında veya sipariş başına ortalama tutarda başarısız olmuştur.

**Tablo 4.31:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Sayısı        | Toplam Tutarı       | Sipariş Ortalama Tutarı | Sipariş |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|---------|
| Doğrusal Fonk.1 | 22                    | 5.746.796,00 ₺        | 261.218,00 ₺        |                         |         |
| Doğrusal Fonk.2 | 22                    | 5.746.796,00 ₺        | 261.218,00 ₺        |                         |         |
| FCFS            | 30                    | 4.097.769,44 ₺        | 136.592,31 ₺        |                         |         |
| EDD             | 30                    | 4.210.821,44 ₺        | 140.360,71 ₺        |                         |         |
| Moora           | 24                    | 5.009.688,00 ₺        | 208.737,00 ₺        |                         |         |
| Ağırlıklı Moora | 25                    | 5.599.786,00 ₺        | 223.991,44 ₺        |                         |         |
| Moora RN        | 19                    | 5.311.090,00 ₺        | 279.531,05 ₺        |                         |         |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>5.103.249,55 ₺</b> | <b>215.949,79 ₺</b> |                         |         |

Rastgele oluşturulan verilerin müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırıldığı uygulamada 7 gün ve günlük 8 saat mesai kapasitede modellerin işlem süreleri ve toplam sipariş tutarı çıktıları Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SIRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLİ MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME\_R

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

122553.8152

1747.2031

112772.5981

702.0012

624.0011

1934.4034

1840.8032

2932.8051

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MİKTAR | BİRİM     | ORON ADI | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|---------|
| 1  | 470        | M1          | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 50000  | METREKARE | ORON1    | 2       |
| 2  | 471        | M30         | 28.02.2017 0... | 27.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ORON2    | 2.5     |
| 3  | 472        | M32         | 04.02.2017 0... | 03.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 25000  | METREKARE | ORON3    | 0.7     |
| 4  | 473        | M1          | 28.02.2017 0... | 01.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 35000  | METREKARE | ORON5    | 2       |
| 5  | 474        | M32         | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 30000  | METREKARE | ORON7    | 1       |
| 6  | 475        | M30         | 28.02.2017 0... | 26.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 37500  | METREKARE | ORON10   | 1       |
| 7  | 476        | M1          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 70000  | METREKARE | ORON12   | 3       |
| 8  | 477        | M32         | 28.02.2017 0... | 06.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ORON14   | 2.6     |
| 9  | 478        | M7          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 48500  | METREKARE | ORON16   | 2.8     |
| 10 | 479        | M32         | 28.02.2017 0... | 10.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 67000  | METREKARE | ORON1    | 2.9     |
| 11 | 480        | M1          | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 44500  | METREKARE | ORON3    | 3.1     |
| 12 | 481        | M32         | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 34000  | METREKARE | ORON5    | 3.3     |
| 13 | 482        | M1          | 28.02.2017 0... | 12.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 65000  | METREKARE | ORON7    | 3.5     |
| 14 | 483        | M1          | 28.02.2017 0... | 14.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 75000  | METREKARE | ORON10   | 3.8     |
| 15 | 484        | M32         | 28.02.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 94000  | METREKARE | ORON12   | 4       |

DOĞRUSAL FONK. 1

5,746,796.00

DOĞRUSAL FONK. 2

5,746,796.00

FCFS

4,097,769.44

EDD

4,210,821.44

MOORA

5,009,688.00

AĞIRLIKLİ MOORA

5,599,786.00

MOORA RN

5,311,090.00

Şekil 4.12: Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Meseide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

Rastgele oluşturulan verilerin 7 günlük planlamada çalışma süresi günlük 16 saate çıkarıldığında müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırıldığı uygulamanın modellere göre işlem süresi ve sipariş gelirleri Tablo 4.32 ve Tablo 4.33’te gösterilmiştir.

Tablo 4.32’de görülen işlem süreleri önceki bulgularla uyumludur. FCFS ve EDD modelleri en hızlı, doğrusal fonksiyon2 modeli ise en yavaş model olarak işlem yapmıştır. Toplam işlem süresi 1,193,966.69 milisaniye (yaklaşık 20 dakika) zaman almıştır. Sipariş sayısı arttıkça doğrusal fonksiyon2’de harcanan optimizasyon süresinin artması, sürenin bu kadar uzamasına neden olmuştur.

**Tablo 4.32:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 2792.40                      | 46                       | 60.70                                       |
| Doğrusal Fonk.2 | 1179692.67                   | 46                       | 25645.49                                    |
| FCFS            | 1560.00                      | 56                       | 27.85                                       |
| EDD             | 1669.20                      | 57                       | 29.28                                       |
| Moora           | 3260.40                      | 55                       | 59.28                                       |
| Ağırlıklı Moora | 2761.20                      | 47                       | 58.74                                       |
| Moora RN        | 2230.80                      | 45                       | 49.57                                       |
| <b>Toplam</b>   | <b>1193966.69</b>            | <b>Ortalama</b>          | <b>3704.42</b>                              |

Tablo 4.33'te modellerin gelir durumuna bakıldığında en fazla toplam sipariş tutarını 9.768.506,00 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleri önermiştir.

En düşük toplam sipariş tutarını ilk defa 8.329.137,44 TL ile Moora modeli önermiştir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 9.195.613,74 TL olarak hesaplanmış olup doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2 ve Moora RN modelleri ortalamasının oldukça üstündedir. Diğer modeller ortalama toplam sipariş tutarının altında bir tutar önermiştir.

Aynı tablodan modellerin ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en büyük ortalama sipariş tutarı 216.426,80 TL ile Moora RN modeline aittir.

En düşük ortalama sipariş tutarı ise 151.438,86 TL ile moora modeline aittir.

Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması da 185.493,92 TL olarak hesaplanmış olup doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2'yi takip eden en büyük ortalama sipariş tutarına sahip olan ağırlıklı moora modeli 191.286,51 TL ile bu ortalamasının üzerinde kalmıştır.

Diğer modeller olan FCFS, EDD ve moora modelleri ortalama sipariş tutarları bakımından ortalama değer in altında kalmıştır. Bulgulardan anlaşılabileceği üzere doğrusal fonksiyon1 modelinin çarpan olarak ağırlık kazandırdığı ağırlıklı moora, moora modelinden daha iyi sonuçlar verebilmektedir.

**Tablo 4.33:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş (Adet) | Sayı | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                | 46   | 9.768.506,00 ₺        | 212.358,83 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 |                | 46   | 9.768.506,00 ₺        | 212.358,83 ₺            |
| FCFS            |                | 56   | 8.849.137,44 ₺        | 158.020,31 ₺            |
| EDD             |                | 57   | 8.924.337,44 ₺        | 156.567,32 ₺            |
| Moora           |                | 55   | 8.329.137,44 ₺        | 151.438,86 ₺            |
| Ağırlıklı Moora |                | 47   | 8.990.465,84 ₺        | 191.286,51 ₺            |
| Moora RN        |                | 45   | 9.739.206,00 ₺        | 216.426,80 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                |      | <b>9.195.613,74 ₺</b> | <b>185.493,92 ₺</b>     |

7 günlük periyotta günde 16 saat mesaide rastgele oluşturulmuş verilerin müşteri ve sipariş ana kriterinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırılmasıyla elde edilen çıktılar Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

| SIPARIŞ KAYIT                                        |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                |                  |
|------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------|------------------|-----------|--------------------------------|------------------|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                     |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                |                  |
| DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKL MOORA RN |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                |                  |
| İŞLETME ADI                                          |             | İŞLETME_R       |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |           | 20.11.2017.07.00 |           | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                  |             | 193966.6971     |                            | 2792.4049        |           | 1179692.672      |           | 1560.0027                      |                  |
|                                                      |             | 1669.2029       |                            | 3260.4058        |           | 2761.2049        |           | 2230.8039                      |                  |
| TÜM MODELLER                                         |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |           | FCFS             |           | EDD                            |                  |
|                                                      |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |           | MOORA RN         |           |                                |                  |
| SIPARIŞ NO                                           | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR    | BİRİM            | ORON ADI  | BİFİY                          |                  |
| 1                                                    | 470         | M1              | 28.02.2017 0...            | 28.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 50000            | METREKARE | ORON1                          | 2                |
| 2                                                    | 471         | M30             | 28.02.2017 0...            | 27.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 80000            | METREKARE | ORON2                          | 2.5              |
| 3                                                    | 472         | M32             | 04.02.2017 0...            | 03.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 25000            | METREKARE | ORON3                          | 0.7              |
| 4                                                    | 473         | M1              | 28.02.2017 0...            | 01.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 35000            | METREKARE | ORON5                          | 2                |
| 5                                                    | 474         | M32             | 28.02.2017 0...            | 28.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 30000            | METREKARE | ORON7                          | 1                |
| 6                                                    | 475         | M30             | 28.02.2017 0...            | 26.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 37500            | METREKARE | ORON10                         | 1                |
| 7                                                    | 476         | M1              | 28.02.2017 0...            | 30.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 70000            | METREKARE | ORON12                         | 3                |
| 8                                                    | 477         | M32             | 28.02.2017 0...            | 06.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 80000            | METREKARE | ORON14                         | 2.6              |
| 9                                                    | 478         | M7              | 28.02.2017 0...            | 30.11.2017 0...  | İŞLETME_R | 48500            | METREKARE | ORON16                         | 2.8              |
| 10                                                   | 479         | M32             | 28.02.2017 0...            | 10.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 67000            | METREKARE | ORON1                          | 2.9              |
| 11                                                   | 480         | M1              | 28.02.2017 0...            | 08.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 44500            | METREKARE | ORON3                          | 3.1              |
| 12                                                   | 481         | M32             | 28.02.2017 0...            | 08.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 34000            | METREKARE | ORON5                          | 3.3              |
| 13                                                   | 482         | M1              | 28.02.2017 0...            | 12.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 65000            | METREKARE | ORON7                          | 3.5              |
| 14                                                   | 483         | M1              | 28.02.2017 0...            | 14.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 75000            | METREKARE | ORON10                         | 3.8              |
| 15                                                   | 484         | M32             | 28.02.2017 0...            | 05.12.2017 0...  | İŞLETME_R | 94000            | METREKARE | ORON12                         | 4                |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | DOĞRUSAL FONK. 1 |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 9,768,506.00     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | DOĞRUSAL FONK. 2 |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 9,768,506.00     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | FCFS             |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 8,849,137.44     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | EDD              |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 8,924,337.44     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | MOORA            |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 8,329,137.44     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | AĞIRLIKL MOORA   |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 8,990,465.84     |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | MOORA RN         |
|                                                      |             |                 |                            |                  |           |                  |           |                                | 9,739,206.00     |

**Şekil 4.13:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri Kriteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

#### 4.3.7. Rastgele Oluşturulan Veri Setinin Sipariş Ana Kriter Katsayısının Baskın Olarak Kullanılması

Ağırlık katsayıları sipariş ana kriteri baskın olacak şekilde rastgele oluşturulan veriler üzerinde aynı periyot ve mesai saatleri için tekrar uygulama yazılımında çalıştırılmıştır. Rastgele oluşturulan verilerin 7 gün periyodunda günlük 8 saatlik mesai ile sipariş kriteri baskın katsayılar ile çalıştırıldığında elde edilen işlem süresi ve sipariş gelir bulguları Tablo 4.34 ve Tablo 4.35'te gösterilmiştir.

Tablo 4.34 incelendiğinde önceki bulgulara eşdeğer olarak en hızlı model FCFS ve EDD, en yavaş çalışan model ise doğrusal fonksiyon2 olarak ölçülmüştür. Siparişlerin modellerde geçirdiği toplam işlem süresi ise 94,286.56 milisaniye (yaklaşık 1.5 dakika) olarak hesaplanmıştır. Modellerin sipariş başına işlem hızlarının ortalaması ise 669.08 milisaniyedir.

**Tablo 4.34:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1638.00                   | 20                    | 81.90                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 85862.55                  | 20                    | 4293.12                                  |
| FCFS            | 592.80                    | 30                    | 19.76                                    |
| EDD             | 577.20                    | 30                    | 19.24                                    |
| Moora           | 1622.40                   | 24                    | 67.60                                    |
| Ağırlıklı Moora | 1638.00                   | 21                    | 78.00                                    |
| Moora RN        | 2355.60                   | 19                    | 123.98                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>94286.56</b>           | <b>Ortalama</b>       | <b>669.08</b>                            |

Tablo 4.35'deki sipariş tutarları incelendiğinde toplam sipariş tutarı en büyük olan model 5.517.396,00 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleridir. Doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleri bu tutarı 20 sipariş kaydından elde edebileceğini göstermiştir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 5.009.856,70 TL olarak hesaplanmıştır. En düşük toplam sipariş tutarına sahip model 4.097.769,44 TL ile yine FCFS modelidir. FCFS ve EDD ortalama toplam sipariş tutarının ortalamasının altında kalmış olup diğer modeller ortalamanın üstünde değerler göstermiştir. Ağırlıklı moora modelinin toplam sipariş tutarı en büyük 2. değer olarak 5.404.836,00 TL hesaplanmıştır.



Modellerin sipariş sayısına göre ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en büyük değer 279.531,05 TL ile Moora RN modeline aittir. En küçük ortalama sipariş tutarı değeri ise 136.592,31 TL ile FCFS'ye aittir. FCFS modelini 140.360,71 TL ile EDD takip etmektedir. Her modelin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 224.904,83 TL hesaplanmıştır. FCFS, EDD ve Moora yöntemleri bu tutarın altında kalmıştır.

**Tablo 4.35:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 20                    | 5.517.396,00 ₺        | 275.869,80 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 | 20                    | 5.517.396,00 ₺        | 275.869,80 ₺            |
| FCFS            | 30                    | 4.097.769,44 ₺        | 136.592,31 ₺            |
| EDD             | 30                    | 4.210.821,44 ₺        | 140.360,71 ₺            |
| Moora           | 24                    | 5.009.688,00 ₺        | 208.737,00 ₺            |
| Ağırlıklı Moora | 21                    | 5.404.836,00 ₺        | 257.373,14 ₺            |
| Moora RN        | 19                    | 5.311.090,00 ₺        | 279.531,05 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>5.009.856,70 ₺</b> | <b>224.904,83 ₺</b>     |

Rastgele oluşturulan verilerin 7 gün ve günlük 8 saat mesai ile sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla çalıştırıldığında modellerin işlem süreleri ve önerdiği toplam sipariş tutarlarının gösterildiği ekran görüntüsü Şekil 4.14'te verilmiştir.

SIPARIŞ KAYIT

SIPARIŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL 1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLIL MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME\_R

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

94286.5657

1638.0028

85862.5509

592.8011

577.201

1622.4028

1638.0029

2355.6042

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SIPARIŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MİKTAR | BİRİM     | ÜRÜN ADI | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|---------|
| 1  | 470        | M1          | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 50000  | METREKARE | ÜRÜN1    | 2       |
| 2  | 471        | M30         | 28.02.2017 0... | 27.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ÜRÜN2    | 2.5     |
| 3  | 472        | M32         | 04.02.2017 0... | 03.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 25000  | METREKARE | ÜRÜN3    | 0.7     |
| 4  | 473        | M1          | 28.02.2017 0... | 01.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 35000  | METREKARE | ÜRÜN5    | 2       |
| 5  | 474        | M32         | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 30000  | METREKARE | ÜRÜN7    | 1       |
| 6  | 475        | M30         | 28.02.2017 0... | 26.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 37500  | METREKARE | ÜRÜN10   | 1       |
| 7  | 476        | M1          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 70000  | METREKARE | ÜRÜN12   | 3       |
| 8  | 477        | M32         | 28.02.2017 0... | 06.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ÜRÜN14   | 2.6     |
| 9  | 478        | M7          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 48500  | METREKARE | ÜRÜN16   | 2.8     |
| 10 | 479        | M32         | 28.02.2017 0... | 10.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 67000  | METREKARE | ÜRÜN1    | 2.9     |
| 11 | 480        | M1          | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 44500  | METREKARE | ÜRÜN3    | 3.1     |
| 12 | 481        | M32         | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 34000  | METREKARE | ÜRÜN5    | 3.3     |
| 13 | 482        | M1          | 28.02.2017 0... | 12.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 65000  | METREKARE | ÜRÜN7    | 3.5     |
| 14 | 483        | M1          | 28.02.2017 0... | 14.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 75000  | METREKARE | ÜRÜN10   | 3.8     |
| 15 | 484        | M32         | 28.02.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 94000  | METREKARE | ÜRÜN12   | 4       |

DOĞRUSAL FONK. 1

5,517,396.00

DOĞRUSAL FONK. 2

5,517,396.00

FCFS

4,097,769.44

EDD

4,210,821.44

MOORA

5,009,688.00

AĞIRLIKLIL MOORA

5,404,836.00

MOORA RN

5,311,090.00

**Şekil 4.14:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 8 Saat MESAİDE Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

Rastgele oluşturulan verilerde 7 günlük planlama ortamında günlük mesai saati 16 saate çıkarılarak aynı sipariş kriteri baskın katsayılarla yapılan uygulama çıktılarına göre elde edilen modele göre işlem süreleri ve sipariş tutarları Tablo 4.36 ve Tablo 4.37’de gösterilmiştir. Tablo 4.36’daki bulgular incelendiğinde FCFS ve EDD yöntemi doğrudan veritabanından sipariş verilerini istedikleri formatta aldığı için sipariş başına işlem süresinde 19.77 ve 22.44 milisaniye ile en hızlı modellerdir. Önceki bulgulara paralel olarak doğrusal fonksiyon2 modeli optimizasyon içerdiği için 21,190.170 milisaniye ile en yavaş işlem hızına sahip karar modelidir. Tüm modellerin işlem süreleri toplamı 965,895.55 milisaniye zaman almıştır. Bu da yaklaşık 16 dakikaya denk gelmektedir.

**Tablo 4.36:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 2264.40                   | 45                    | 50.32                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 953584.73                 | 45                    | 21190.77                                 |
| FCFS            | 1107.60                   | 56                    | 19.77                                    |
| EDD             | 1279.20                   | 57                    | 22.44                                    |
| Moora           | 2542.80                   | 55                    | 46.23                                    |
| Ağırlıklı Moora | 2730.00                   | 46                    | 59.34                                    |
| Moora RN        | 2386.80                   | 45                    | 53.04                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>965895.55</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>3063.13</b>                           |

Rastgele oluşturulan verilerin 7 günlük periyotta 16 saatlik mesai ile çalıştırılması durumundaki gelir durumları incelenecek olursa; Tablo 4.37’den görülebileceği gibi en fazla toplam sipariş tutarını öneren model 9.739.206,00 TL ile Moora RN modeli olmuştur. En az toplam sipariş tutarını ise 8.329.137,44 TL ile moora modeli önermiştir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 9.219.593,76 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN, Ağırlıklı Moora ve doğrusal fonksiyonlar ortalama toplam sipariş tutarının üzerinde tutar önermiştir. Moora modelinin düşük performans gösterdiği durumlarda doğrusal fonksiyon1 ile entegre çalışan ağırlıklı moora, moora modeli sonuçlarını oldukça iyileştirmektedir.

Her modelin sipariş başına ortalama tutarları incelenecek olursa 216.426,80 TL ile Moora RN en büyük ortalama sipariş tutarı değerine sahiptir. En küçük ortalama sipariş tutarı değeri 151.438,86 TL ile moora modeline aittir. Moora modelini 156.567,32 TL ile EDD, daha sonra da 158.020,31 TL ile FCFS modelleri takip etmektedir. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması

187.950,91 TL olarak hesaplanmıştır. Toplam sipariş tutarında olduğu gibi, Moora RN ve Ağırlıklı Moora ile doğrusal fonksiyonlar bu ölçümde de ortalamanın üstünde kalmış, diğer modeller ortalamanın altında kalmıştır.

**Tablo 4.37:** Rastgele Oluşturulan Veri 7 Gün 16 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı          | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Doğrusal<br>Fonk.1 | 45                       | 9.720.056,00 ₺           | 216.001,24 ₺               |
| Doğrusal<br>Fonk.2 | 45                       | 9.720.056,00 ₺           | 216.001,24 ₺               |
| FCFS               | 56                       | 8.849.137,44 ₺           | 158.020,31 ₺               |
| EDD                | 57                       | 8.924.337,44 ₺           | 156.567,32 ₺               |
| Moora              | 55                       | 8.329.137,44 ₺           | 151.438,86 ₺               |
| Ağırlıklı<br>Moora | 46                       | 9.255.226,00 ₺           | 201.200,57 ₺               |
| Moora RN           | 45                       | 9.739.206,00 ₺           | 216.426,80 ₺               |
|                    | <b>Ortalama</b>          | <b>9.219.593,76 ₺</b>    | <b>187.950,91 ₺</b>        |

Rastgele oluşturulan verilerin 7 günlük periyotta günlük 16 saat mesai ile sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla çalıştırılması sonucunda uygulama yazılımından elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Şekil 4.15'te uygulamada kullanılan modellerin işlem süreleri ile hesaplanan toplam sipariş tutarları gösterilmektedir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLİ MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME\_R

BASLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

965895.5525

2264.404

953584.731

1107.6019

1279.2022

2542.8044

2730.0048

2386.8042

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI | MIKTAR | BİRİM     | ÖRÜN ADI | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|--------|-----------|----------|---------|
| 1  | 470        | M1          | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 50000  | METREKARE | ÖRÜN1    | 2       |
| 2  | 471        | M30         | 28.02.2017 0... | 27.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ÖRÜN2    | 2.5     |
| 3  | 472        | M32         | 04.02.2017 0... | 03.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 25000  | METREKARE | ÖRÜN3    | 0.7     |
| 4  | 473        | M1          | 28.02.2017 0... | 01.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 35000  | METREKARE | ÖRÜN5    | 2       |
| 5  | 474        | M32         | 28.02.2017 0... | 28.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 30000  | METREKARE | ÖRÜN7    | 1       |
| 6  | 475        | M30         | 28.02.2017 0... | 26.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 37500  | METREKARE | ÖRÜN10   | 1       |
| 7  | 476        | M1          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 70000  | METREKARE | ÖRÜN12   | 3       |
| 8  | 477        | M32         | 28.02.2017 0... | 06.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 80000  | METREKARE | ÖRÜN14   | 2.6     |
| 9  | 478        | M7          | 28.02.2017 0... | 30.11.2017 0...            | İŞLETME_R   | 48500  | METREKARE | ÖRÜN16   | 2.8     |
| 10 | 479        | M32         | 28.02.2017 0... | 10.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 67000  | METREKARE | ÖRÜN1    | 2.9     |
| 11 | 480        | M1          | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 44500  | METREKARE | ÖRÜN3    | 3.1     |
| 12 | 481        | M32         | 28.02.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 34000  | METREKARE | ÖRÜN5    | 3.3     |
| 13 | 482        | M1          | 28.02.2017 0... | 12.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 65000  | METREKARE | ÖRÜN7    | 3.5     |
| 14 | 483        | M1          | 28.02.2017 0... | 14.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 75000  | METREKARE | ÖRÜN10   | 3.8     |
| 15 | 484        | M32         | 28.02.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME_R   | 94000  | METREKARE | ÖRÜN12   | 4       |

DOĞRUSAL FONK. 1

9.720.056.00

DOĞRUSAL FONK. 2

9.720.056.00

FCFS

8.849.137.44

EDD

8.924.337.44

MOORA

8.329.137.44

AĞIRLIKLİ MOORA

9.255.226.00

MOORA RN

9.739.206.00

7 gün ve 8 saat mesaiden oluşan kapasite için araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarının kullanımında, en fazla gelirin 5.365.786,00 TL ile doğrusal fonksiyon1, doğrusal fonksiyon2 ve ağırlıklı moora modellerinden elde edilebileceği, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanılması durumunda en fazla gelirin 5.746.796,00 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinden elde edileceği, sipariş kriterinin baskın katsayılarla kullanım durumunda ise en fazla gelirin 5.517.396,00 TL ile yine doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

7 gün ve 8 saatlik kapasite için farklı katsayılarla en fazla sipariş gelirini 5.746.796,00 TL ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modeli müşteri ve sipariş ana kriterinin eşit ağırlıklı olarak kullanılması durumunda önermektedir. Bu doğrultuda 7 gün ve 8 saat mesai kapasitesi ile en fazla gelirin müşteri ve sipariş kriterinin eşit ağırlıklı olarak kullanıldığında doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinden sağlanabileceği söylenebilir.

7 gün ve 16 saatlik mesaiden oluşan kapasite için araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla uygulama çalıştırıldığında 9.739.206,00 TL ile Moora RN modelinin en fazla geliri önerdiği görülmektedir. Aynı kapasitede müşteri ve sipariş ana kriterleri eşit ağırlıklı olarak kullanıldığında en fazla geliri 9.768.506,00 TL toplam sipariş tutarı ile doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinin önerdiği görülmektedir. Sipariş kriterinin baskın olduğu durumda da 9.739.206,00 TL toplam sipariş tutarı ile Moora RN modeli en fazla geliri vadetmektedir.

Farklı katsayıların aynı kapasite için kullanım durumuna genel olarak bakıldığında 7 gün 16 saatlik mesai kapasitesinde en fazla gelirin müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanılması durumunda doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelinden 9.768.506,00 TL olarak elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.38'in sonuçları özetlenecek olursa 7 günlük bir planlama süresi için 12 saat ve 16 saat mesai ile çalışılması durumlarında en iyi gelirin karar modellerinde doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modelleriyle elde edilebileceği anlaşılmıştır.

**Tablo 4.38:** Rastgele Oluşturulan Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının (TL) Modellere Göre Karşılaştırılması.

| KAPASİTE       | KATSAYI                                                      | DOĞRUSAL<br>FONK.1 | DOĞRUSAL<br>FONK.2 | FCFS         | EDD          | MOORA        | AĞR.<br>MOORA | MOORA<br>RN  |
|----------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 7 gün, 8 saat  | Araştırma<br>Katsayılarıyla<br>Müşteri ve<br>Sipariş Kriteri | 5.365.786,00       | 5.365.786,00       | 4.097.769,44 | 4.210.821,44 | 5.009.688,00 | 5.365.786,00  | 5.311.090,00 |
| 7 gün, 8 saat  | Eşit Ağırlıklı<br>Sipariş Kriteri                            | 5.517.396,00       | 5.517.396,00       | 4.097.769,44 | 4.210.821,44 | 5.009.688,00 | 5.599.786,00  | 5.311.090,00 |
| 7 gün, 8 saat  | Baskın                                                       | 5.517.396,00       | 5.517.396,00       | 4.097.769,44 | 4.210.821,44 | 5.009.688,00 | 5.404.836,00  | 5.311.090,00 |
| 7 gün, 16 saat | Araştırma<br>Katsayılarıyla<br>Müşteri ve<br>Sipariş Kriteri | 8.497.217,44       | 8.497.217,44       | 8.849.137,44 | 8.924.337,44 | 8.329.137,44 | 8.329.137,44  | 9.739.206,00 |
| 7 gün, 16 saat | Eşit Ağırlıklı                                               | 9.768.506,00       | 9.768.506,00       | 8.849.137,44 | 8.924.337,44 | 8.329.137,44 | 8.990.465,84  | 9.739.206,00 |
| 7 gün, 16 saat | Baskın                                                       | 9.720.056,00       | 9.720.056,00       | 8.849.137,44 | 8.924.337,44 | 8.329.137,44 | 9.255.226,00  | 9.739.206,00 |

#### 4.3.9. Türetilmiş Veri Setinin Araştırmadan Elde Edilen Katsayılarla Kullanılması

##### 4.3.9.1. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması

Gerçek veriler belirli katsayılarla çarpılarak birim fiyat ve miktar özellikleri bakımından çeşitli varyasyonlarda türetilmiş ve yeni bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni veri seti türetilmiş veri seti olarak isimlendirilmiş olup bu veri seti 7 günlük periyotta günde 12 saat veya 24 saat mesai saatiyle işletmenin çalıştığı varsayılarak uygulama yazılımında araştırma katsayılarıyla, eşit ağırlıklı müşteri ve sipariş ana kriter katsayılarıyla ve siparişin baskın olduğu katsayılarla çalıştırılarak bulgular kaydedilmiştir. Ayrıca türetilmiş veri setinde diğer veri setlerinden farklı olarak örnek bakım verileri de oluşturularak her bir senaryonun ilgili periyot ve kapasitede bakım planlama sürecini de dikkate alarak gerçekleştirdiği hesaplamalar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 4.39’da türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai ile çalıştırılmasıyla elde edilen kapasite için araştırma katsayılarıyla uygulama yazılımında çalıştırıldığında modellerin işlem süreleri ve ilgili kapasiteye sığdırdığı sipariş sayıları gösterilmiştir.

Tablo 4.39 incelendiğinde, en kısa işlem süreleri yine önceki bulgularla uyumlu olarak 21.45 ve 24.30 milisaniye değerleriyle sırasıyla FCFS ve EDD modellerine ait görünmektedir. En uzun işlem süresi de 979478.92 milisaniye ile önceki bulgularla da olduğu gibi doğrusal

fonksiyon2 modelinde bulunmaktadır. Tüm modellerin işlem süreleri toplamda 994,064.92 milisaniye, yani yaklaşık 17 dakika sürmüştür. Sipariş sayısının önceki bulgulara göre yüksek olmasından dolayı optimizasyon süresinin uzun sürmesi ve bu 17 dakikanın harcanmış olması yapılan işlemler nezdinde olağandır. Modellerin işlem hızlarının ortalaması olarak ortalama sipariş başına işlem süresi ise 2682.40 milisaniye olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.39:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş (Adet) | Sayısı          | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3291.60                   |                | 52              | 63.30                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 979478.92                 |                | 53              | 18480.73                                 |
| FCFS            | 1201.20                   |                | 56              | 21.45                                    |
| EDD             | 1263.60                   |                | 52              | 24.30                                    |
| Moora           | 3868.80                   |                | 47              | 82.31                                    |
| Ağırlıklı Moora | 3260.40                   |                | 50              | 65.20                                    |
| Moora RN        | 1700.40                   |                | 43              | 39.54                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>994064.92</b>          |                | <b>Ortalama</b> | <b>2682.40</b>                           |

Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai ile oluşan kapasite için araştırma katsayılarıyla çalıştırıldığında elde edilen modellere göre toplam sipariş tutarları ve her modelin ortalama sipariş tutarı bulguları Tablo 4.40'ta gösterilmiştir.

Tablo 4.40 incelendiğinde, toplam sipariş tutarı en büyük olan modelin 4.353.515,80 TL ile Moora RN olduğu görülmektedir. En az toplam sipariş tutarını öneren model ise 2.881.509,16 TL ile doğrusal fonksiyon1 modeli olmuştur. Buna karşın doğrusal fonksiyon1 modelinin optimize edilmiş halini gösteren doğrusal fonksiyon2 modeli 3.046.471,71 TL ile doğrusal fonksiyon1 modelini iyileştirmiştir.

Modellerin önerdiği sıralamalardan elde edilen toplam sipariş tutarlarının ortalaması 3.303.669,84 TL olarak hesaplanmıştır. Modellerin sonuçları bu ortalama ile karşılaştırıldığında en iyi değere sahip olan Moora RN ve Moora modelleri haricindeki tüm modellerin toplam sipariş tutarı bakımından ortalamanın altında kaldığı görülmektedir. Her bir modelin sipariş başına denk gelen ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en büyük ortalama sipariş tutarı 101.244,55 TL ile Moora RN modeline, en düşük ortalama sipariş tutarı ise 54.156,04 TL ile FCFS modeline aittir. Ortalama sipariş tutarların ortalaması 66.690,02 TL

olarak hesaplanmış olup, toplam sipariş tutarındaki gibi Moora RN ve Moora dışındaki tüm modeller ortalama sipariş tutarı açısından bu ortalama değerin altında kalmıştır.

**Tablo 4.40:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş (Adet) | Sayısı | Toplam Tutarı         | Sipariş | Ortalama Tutarı | Sipariş            |
|-----------------|----------------|--------|-----------------------|---------|-----------------|--------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                | 52     | 2.881.509,16 ₺        |         |                 | 55.413,64 ₺        |
| Doğrusal Fonk.2 |                | 53     | 3.046.471,71 ₺        |         |                 | 57.480,60 ₺        |
| FCFS            |                | 56     | 3.032.738,00 ₺        |         |                 | 54.156,04 ₺        |
| EDD             |                | 52     | 3.021.756,63 ₺        |         |                 | 58.110,70 ₺        |
| Moora           |                | 47     | 3.627.350,21 ₺        |         |                 | 77.177,66 ₺        |
| Ağırlıklı Moora |                | 50     | 3.162.347,39 ₺        |         |                 | 63.246,95 ₺        |
| Moora RN        |                | 43     | 4.353.515,80 ₺        |         |                 | 101.244,55 ₺       |
| <b>Ortalama</b> |                |        | <b>3.303.669,84 ₺</b> |         |                 | <b>66.690,02 ₺</b> |

Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai esasına dayanarak araştırma katsayılarıyla çalıştırıldığı uygulama yazılımında modellerin işlem süreleri ve toplam sipariş tutarlarını gösteren ekran görüntüsü Şekil 4.16’da gösterilmiştir.

| SIPARIŞ KAYIT SIPARIŞ SIRALAMA DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLIL MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
| İŞLETME ADI                                                                                 |             | İŞLETME3_BAKIM  |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |               | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                                                         |             | 994064.923      |                            | 3291.6           |        | 979478.92        |               | 1201.2                         |                                  |
|                                                                                             |             | 1263.6          |                            | 3868.8           |        | 3260.4           |               | 1700.403                       |                                  |
| TÜM MODELLER                                                                                |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |               | EDD                            |                                  |
|                                                                                             |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |               |                                |                                  |
| SIPARIŞ NO                                                                                  | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MİKTAR | BİRİM            | ORON ADI      | BİF FİY                        |                                  |
| 1                                                                                           | 334         | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 58368  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.13                           | DOĞRUSAL FONK. 1<br>2,881,509.16 |
| 2                                                                                           | 335         | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.73                           | DOĞRUSAL FONK. 2<br>3,046,471.71 |
| 3                                                                                           | 336         | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 63360  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.98                           | FCFS<br>3,032,738.00             |
| 4                                                                                           | 337         | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 57000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.00                           | EDD<br>3,021,756.63              |
| 5                                                                                           | 338         | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 112320 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.02                           | MOORA<br>3,627,350.21            |
| 6                                                                                           | 339         | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 32724  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.25                           | AĞIRLIKLIL MOORA<br>3,162,347.39 |
| 7                                                                                           | 340         | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 68500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           | MOORA RN<br>4,353,515.80         |
| 8                                                                                           | 341         | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 39000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.04                           |                                  |
| 9                                                                                           | 342         | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.63                           |                                  |
| 10                                                                                          | 343         | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 45500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.60                           |                                  |
| 11                                                                                          | 344         | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 77640  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.21                           |                                  |
| 12                                                                                          | 345         | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 67680  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.40                           |                                  |
| 13                                                                                          | 346         | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 108000 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.12                           |                                  |
| 14                                                                                          | 347         | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 38016  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.58                           |                                  |
| 15                                                                                          | 348         | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 95000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           |                                  |

**Şekil 4.16:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Meseide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).



Türetilmiş verilerin 7 gün ve günde 12 saat mesai ile oluşan kapasite için araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları ile çalıştırılması sonucunda elde edilen modellerin işlem süreleri ve üretebilecekleri sipariş sayılarından oluşan bulguları Tablo 4.41’de, her bir modelin önerdiği toplam sipariş tutarları ve ortalama sipariş tutarları ise Tablo 4.42’de gösterilmektedir. Tablo 4.41 incelendiğinde en hızlı model sipariş başına 21 milisaniye süre ile FCFS modeli, en yavaş model ise sipariş başına 2950 milisaniye süre ile doğrusal fonksiyon2 olmuştur. Tüm modellerin toplam işlem süresi 77.494,93 milisaniye sürmüş olup bu süre yaklaşık 1,29 dakikadır.

**Tablo 4.41:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(Milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3338.4                       | 20                       | 166.92                                      |
| Doğrusal Fonk.2 | 61941.7                      | 21                       | 2949.60                                     |
| FCFS            | 546                          | 26                       | 21                                          |
| EDD             | 530.4                        | 21                       | 25.25                                       |
| Moora           | 3369.6                       | 19                       | 177.34                                      |
| Ağırlıklı Moora | 3603.6                       | 19                       | 189.66                                      |
| Moora RN        | 4165.2                       | 18                       | 231.4                                       |
| <b>Toplam</b>   | <b>77494.93</b>              | <b>Ortalama</b>          | <b>537.31</b>                               |

Tablo 4.42 incelendiğinde, en fazla sipariş gelirini 18 adet siparişin üretiminden 2.074.101,03 TL ile Moora RN modeli önermiştir. En düşük sipariş gelirini ise 26 adet siparişin üretiminden 1.007.134,16 TL ile FCFS modeli önermiştir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 1.433.588,28 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN dışındaki modeller bu ortalamanın altında kalmıştır. Her bir modelin önerdiği sipariş sayısına göre ortalama sipariş tutarları incelendiğinde sıralama değişmemiş olup en yüksek ortalama sipariş tutarı 115.227,84 TL ile Moora RN modeline, en düşük ise 38.735,93 TL ile FCFS modeline aittir. Her bir modelin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 71.746,10 TL olarak hesaplanmış olup moora modelleri dışındaki modeller bu ortalamanın altında kalmışlardır. Türetilmiş verilerin ilgili kapasite ve araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarıyla çalıştırılmasıyla elde edilen bulguları gösteren uygulama yazılımı ekran görüntüsü Şekil 4.17’de gösterilmektedir.

**Tablo 4.42:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 20                    | 1.402.118,16 ₺        | 70.105,91 ₺             |
| Doğrusal Fonk.2 | 21                    | 1.433.114,32 ₺        | 68.243,54 ₺             |
| FCFS            | 26                    | 1.007.134,16 ₺        | 38.735,93 ₺             |
| EDD             | 21                    | 1.368.887,28 ₺        | 65.185,11 ₺             |
| Moora           | 19                    | 1.374.881,49 ₺        | 72.362,18 ₺             |
| Ağırlıklı Moora | 19                    | 1.374.881,49 ₺        | 72.362,18 ₺             |
| Moora RN        | 18                    | 2.074.101,03 ₺        | 115.227,84 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>1.433.588,28 ₺</b> | <b>71.746,10 ₺</b>      |

SIPARIŞ KAYIT

SIPARIŞ SIRALAMA

DOĞRUSAL 1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLIL MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME3\_BAKIM

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

77494.9363

3338.4059

61941.7089

546.0009

530.4009

3369.606

3603.6063

4165.2074

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SIPARIŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MİKTAR | BİRİM     | ÜRÜN ADI      | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|---------|
| 1  | 334        |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13    |
| 2  | 335        |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.7     |
| 3  | 336        |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.9     |
| 4  | 337        |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 5  | 338        |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.0     |
| 6  | 339        |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 7  | 340        |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |
| 8  | 341        |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 9  | 342        |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 10 | 343        |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 11 | 344        |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 12 | 345        |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.4     |
| 13 | 346        |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.1     |
| 14 | 347        |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.5     |
| 15 | 348        |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |

DOĞRUSAL FONK. 1

1.402.118,16

DOĞRUSAL FONK. 2

1.433.114,32

FCFS

1.007.134,16

EDD

1.368.887,28

MOORA

1.374.881,49

AĞIRLIKLIL MOORA

1.374.881,49

MOORA RN

2.074.101,03

**Şekil 4.17:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

#### 4.3.9.2. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması

Türetilmiş verilerde çalışılan planlama ufku için tanımlı bakım kayıtları bulunmaktadır. Uygulama yazılımında bakım planının sipariş sıralama ve teslim tarihi atama fonksiyonlarına dahil edilmediği durumlarda mevcut kapasitenin çıktılarına etkisini araştırmak için aynı 7 gün ve

24 saatlik mesaide aynı verilerin sonuçları takip edilmek istendiğinde, çalıştırılan uygulamada modellerin işlem süreleri ve önerdiği sipariş sayıları ile toplam sipariş tutarları Tablo 4.43 ve Tablo 4.44’te gösterilmektedir.

Tablo 4.43’deki işlem süreleri incelendiğinde Sipariş başına en hızlı işlem yapan modellerin yine birbirine çok yakın hızlarda olan FCFS ve EDD modelleri olduğu, en yavaş modelin ise yine optimizasyon içeren doğrusal fonksiyon2 modeli olduğu açıkça görülebilmektedir. Tüm modellerin harcadığı toplam işlem süresi 280,995.07 milisaniye, yani yaklaşık 4.7 dakika sürmüştür. Modellerin ortalama işlem hızı ise 682.74 milisaniye olarak ölçülmüştür. Ancak Tablo 4.43’deki sipariş başına harcanan işlem süresi önceki bulgulara göre oldukça azalarak modellerin daha hızlı işlem gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. İşlem hızı önceki bulgulara paralel olarak neredeyse 10 kat artmıştır. Bakım planlamasının göz ardı edilmesi sistemdeki veritabanına yapılan sorgulamaları ve iş yükünü azalttığı için işlem sürelerinin kısılması olağandır. Bu durum daha sonra karşılaştırmalı tablolarla gösterilecektir.

**Tablo 4.43:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (Milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1216.80                   | 59                    | 20.62                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 272836.27                 | 59                    | 4624.343                                 |
| FCFS            | 156.00                    | 64                    | 2.43                                     |
| EDD             | 171.60                    | 62                    | 2.76                                     |
| Moora           | 1294.80                   | 54                    | 23.97                                    |
| Ağırlıklı Moora | 1092.00                   | 58                    | 18.82                                    |
| Moora RN        | 4227.60                   | 49                    | 86.27                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>280995.07</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>682.74</b>                            |

Bakım planlamasının ihmal edilerek aynı 7 gün ve 24 saat mesaiden oluşan kapasite için uygulama araştırma katsayıları ile çalıştırıldığında, modellerin önerdiği toplam sipariş tutarları, sipariş sayıları ve ortalama sipariş tutarları Tablo 4.44’ten görülebilmektedir. Tablo 4.44 incelendiğinde, en fazla toplam sipariş gelirin 5.158.554,11 TL ile Moora RN modeli tarafından önerildiği söylenebilir. En küçük toplam sipariş tutarı ise 3.465.981,07 TL ile EDD modelinden önerilmiştir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.162.144,86 TL

olarak hesaplanmış olup Moora RN ve Moora modelleri dışındaki modeller bu ortalama değerin altında kalmıştır.

Modellerin sipariş sayılarına göre ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en yüksek ortalama sipariş tutarının 105.276,61 TL ile Moora RN modeline, en düşük ortalama sipariş tutarının ise 55.902,92 TL ile EDD modeline ait olduğu görülebilmektedir. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 74.444,74 TL olarak hesaplanmış olup, toplam sipariş tutarındaki gibi Moora RN ve Moora haricindeki modeller bu ortalama değerin altında kalmıştır.

**Tablo 4.44:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı          | Toplam<br>Tutarı      | Sipariş<br>Ortalama<br>Tutarı | Sipariş            |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|
| Doğrusal Fonk.1 |                   | 59              | 3.798.518,56 ₺        |                               | 64.381,67 ₺        |
| Doğrusal Fonk.2 |                   | 59              | 3.798.518,56 ₺        |                               | 64.381,67 ₺        |
| FCFS            |                   | 64              | 3.612.783,78 ₺        |                               | 56.449,75 ₺        |
| EDD             |                   | 62              | 3.465.981,07 ₺        |                               | 55.902,92 ₺        |
| Moora           |                   | 54              | 4.433.157,03 ₺        |                               | 82.095,50 ₺        |
| Ağırlıklı Moora |                   | 58              | 4.048.355,79 ₺        |                               | 69.799,24 ₺        |
| Moora RN        |                   | 49              | 5.158.554,11 ₺        |                               | 105.276,61 ₺       |
|                 |                   | <b>Ortalama</b> | <b>4.162.144,86 ₺</b> |                               | <b>74.444,74 ₺</b> |

Bakım planlamasının ihmal edildiği 7 gün ve 24 saat günlük mesai saatiyle türetilmiş verilerin araştırma katsayılarını kullanarak çalıştırılması sonucunda uygulama yazılımında elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

**ÖĞRUSAL1 | DOĞRUSAL 2 | FCFS | MOORA | AĞIRLIKLI MOORA | MOORA RN**

BASLANGIÇ ZAMANI: 20.11.2017.07.00 PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) 7

3432.06    803557.41    1060.8    1045.2    3494.4    3244.8    4227.6074

DOĞRUSAL FONK.1    DOĞRUSAL FONK.2    FCFS    EDD    MOORA    AĞR. MOORA    MOORA RN

| GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MİKTAR | BİRİM     | ÜRÜN ADI      | BİF FİY. |
|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|----------|
| 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13     |
| 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.73     |
| 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.98     |
| 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.06     |
| 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.02     |
| 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.25     |
| 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41     |
| 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.04     |
| 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.67     |
| 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.66     |
| 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.21     |
| 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.46     |
| 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.12     |
| 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.55     |
| 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95040  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41     |

**DOĞRUSAL FONK. 1**  
4.106.499.58 ₺

**DOĞRUSAL FONK. 2**  
4.106.499.58 ₺

**FCFS**  
3.612.783.78 ₺

**EDD**  
3.465.981.07 ₺

**MOORA**  
4.433.157.03 ₺

**AĞIRLIKLI MOORA**  
4.251.538.84 ₺

**MOORA RN**  
5.158.554.11 ₺

**Şekil 4.18:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

Türetilmiş verilerin 7 günlük ve günde 12 saat mesai ile elde edilecek kapasitede bakım planlamasının ihmal edildiği durumda çalıştırılmasıyla elde edilen işlem süreleri ve sipariş gelirleri Tablo 4.45 ve Tablo 4.46’da gösterilmiştir. Tablo 4.45 incelendiğinde modellerin işlem hızları önceki bulgulara paralel olacak şekilde, en hızlı model 5.67 milisaniye sipariş başına işlem süresi ile FCFS modeli, en yavaş model ise sipariş başına 2143.12 milisaniye işlem süresi ile doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Tüm modellerin çalıştırılması 76502.53 milisaniye zaman almış olup bu da 1.27 dakikaya denk gelmektedir.

**Tablo 4.45:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı          | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(Milisaniye) |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal<br>Fonk.1 | 2761.2                       | 27                       | 102.26                                      |
| Doğrusal<br>Fonk.2 | 62150.5                      | 29                       | 2143.12                                     |
| FCFS               | 187.2                        | 33                       | 5.67                                        |
| EDD                | 187.2                        | 29                       | 6.45                                        |
| Moora              | 3775.2                       | 28                       | 134.82                                      |
| Ağırlıklı<br>Moora | 3478.8                       | 28                       | 124.24                                      |
| Moora RN           | 3962.4                       | 25                       | 158.49                                      |
| <b>Toplam</b>      | <b>76502.53</b>              | <b>Ortalama</b>          | <b>382.15</b>                               |

Tablo 4.46 incelendiğinde, en fazla toplam sipariş gelirini öneren model 2.828.081,91 TL ile Moora RN modeli olmuştur. En az toplam sipariş tutarına sahip model ise 1.374.495,16 TL ile FCFS modeli olmuştur. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 1.733.438,38 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN modeli dışındaki tüm modeller toplam sipariş tutarı açısından bu ortalamanın altında kalmıştır. Her bir modelin sipariş başına ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en yüksek ortalama sipariş tutarı 113.123,28 TL ile yine Moora RN modeline aittir. En düşük ortalama sipariş tutarı ise 41.651,37 TL ile yine FCFS modeline ait olarak hesaplanmıştır. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 62.295,00 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN modeli dışındaki tüm modeller bu ortalama sipariş tutarının altında kalmıştır.

**Tablo 4.46:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 27                       | 1.547.139,20 ₺        | 57.301,45 ₺                |
| Doğrusal Fonk.2 | 29                       | 1.566.479,19 ₺        | 54.016,52 ₺                |
| FCFS            | 33                       | 1.374.495,16 ₺        | 41.651,37 ₺                |
| EDD             | 29                       | 1.700.772,31 ₺        | 58.647,32 ₺                |
| Moora           | 28                       | 1.558.550,44 ₺        | 55.662,52 ₺                |
| Ağırlıklı Moora | 28                       | 1.558.550,44 ₺        | 55.662,52 ₺                |
| Moora RN        | 25                       | 2.828.081,91 ₺        | 113.123,28 ₺               |
| <b>Ortalama</b> |                          | <b>1.733.438,38 ₺</b> | <b>62.295,00 ₺</b>         |

Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 12 saat mesai saati ile bakım planlamasının ihmal edildiği durumda çalıştırılmasıyla elde edilen uygulama ekran görüntüsü Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLI MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME3\_BAKIM

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

76502.5345

2761.2049

62150.5092

187.2003

187.2004

3775.2067

3478.8061

3962.4069

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MIKTAR | BİRİM     | ÖRÜN ADI      | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|---------|
| 1  | 334        |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13    |
| 2  | 335        |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.7     |
| 3  | 336        |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.9     |
| 4  | 337        |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 5  | 338        |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.0     |
| 6  | 339        |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 7  | 340        |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |
| 8  | 341        |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 9  | 342        |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 10 | 343        |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 11 | 344        |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 12 | 345        |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.4     |
| 13 | 346        |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.1     |
| 14 | 347        |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.5     |
| 15 | 348        |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95040  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |

DOĞRUSAL FONK. 1

1.547.139,20

DOĞRUSAL FONK. 2

1.566.479,19

FCFS

1.374.495,16

EDD

1.700.772,31

MOORA

1.558.550,44

AĞIRLIKLI MOORA

1.558.550,44

MOORA RN

2.828.081,91

**Şekil 4.19:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Araştırmadan Elde Edilen Ağırlık Katsayıları İle).

#### 4.3.10. Türetilmiş Veri Setinin Müşteri ve Sipariş Kriterlerinin Eşit Ağırlıklı Kullanılması

##### 4.3.10.1. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması

Türetilmiş verilerin bakım planlamasının da dahil edilerek 7 gün ve 24 saatlik periyotta karar modelinin müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanıldığı uygulamadan elde edilen model işlem süreleri ve model sipariş gelirleri tablosu sırasıyla Tablo 4.47 ve Tablo 4.48’de gösterilmektedir.

Tablo 4.47 incelendiğinde işlem süresi en hızlı olan modellerin sipariş başına 18.94 ve 20.10 milisaniye süreler ile sırasıyla FCFS ve EDD olduğu görülmektedir. En yavaş model ise 16071.14 milisaniye süre ile yine doğrusal fonksiyon2 modeli olarak ortaya çıkmıştır. Tüm modellerin işlem süresi 817,488.27 milisaniye (13.6 dakika), modellerin sipariş başına ortalama işlem sürelerinin ortalaması ise 2337.44 milisaniye (2.3 saniye) olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.47:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3432.06                      | 49                       | 70.04                                       |
| Doğrusal Fonk.2 | 803557.41                    | 50                       | 16071.14                                    |
| FCFS            | 1060.80                      | 56                       | 18.94                                       |
| EDD             | 1045.20                      | 52                       | 20.10                                       |
| Moora           | 3494.40                      | 47                       | 74.34                                       |
| Ağırlıklı Moora | 3244.80                      | 47                       | 69.03                                       |
| Moora RN        | 1653.60                      | 43                       | 38.45                                       |
| <b>Toplam</b>   | <b>817488.27</b>             | <b>Ortalama</b>          | <b>2337.44</b>                              |

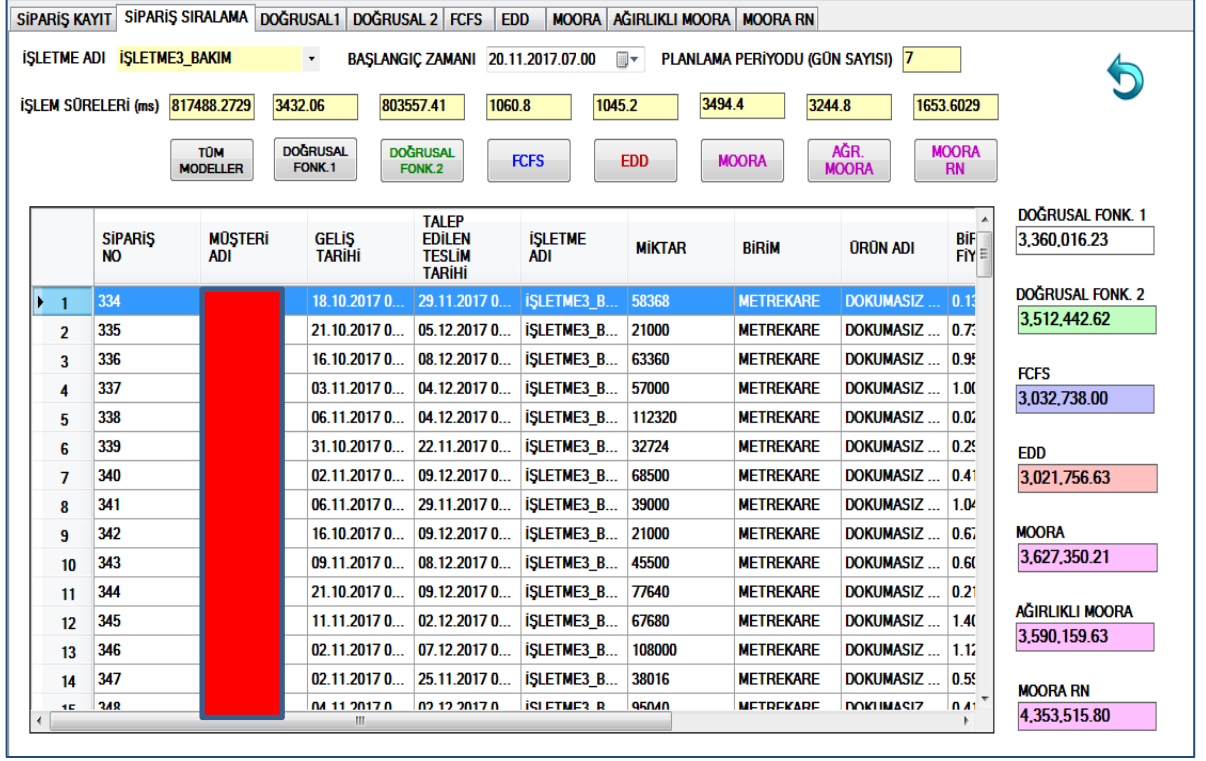
Türetilmiş verilerin 7 gün ve 24 saat mesai kapasitesiyle müşteri ve sipariş ana kriterinin eşit ağırlıklı olduğu durumda çalıştırılmasıyla elde edilecek toplam sipariş tutarları Tablo 4.48'den incelendiğinde, en yüksek toplam sipariş tutarının 4.353.515,80 TL ile Moora RN modelinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Tablo 48 incelemeye devam edilirse, en düşük toplam sipariş tutarının 3.032.738,00 TL ile FCFS modeline ait olduğu anlaşılabılır. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 3.499.711,30 TL olarak hesaplanmıştır. FCFS, EDD ve doğrusal fonksiyon1 modelleri toplam sipariş tutarı bakımından bu ortalama tutarın altında kalmıştır. Modellerin önerdiği ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en yüksek ortalama sipariş tutarı 101.244,55 TL ile yine Moora RN modeline aittir. En düşük ortalama sipariş tutarı da 54.156,04 TL ile yine FCFS modeline ait çıkmıştır. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 72.270,85 TL olarak hesaplanmış olup doğrusal fonksiyonlar ile FCFS ve EDD modelleri bu ortalama değerinin altında kalmıştır.

**Tablo 4.48:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı              | Sipariş<br>(Adet) | Sayısı | Toplam<br>Tutarı      | Sipariş<br>Ortalama<br>Tutarı | Sipariş |
|------------------------|-------------------|--------|-----------------------|-------------------------------|---------|
| Doğrusal<br>Fonksiyon1 |                   | 49     | 3.360.016,23 ₺        | 68.571,76 ₺                   |         |
| Doğrusal<br>Fonksiyon2 |                   | 50     | 3.512.442,62 ₺        | 70.248,85 ₺                   |         |
| FCFS                   |                   | 56     | 3.032.738,00 ₺        | 54.156,04 ₺                   |         |
| EDD                    |                   | 52     | 3.021.756,63 ₺        | 58.110,70 ₺                   |         |
| Moora                  |                   | 47     | 3.627.350,21 ₺        | 77.177,66 ₺                   |         |
| Ağırlıklı Moora        |                   | 47     | 3.590.159,63 ₺        | 76.386,38 ₺                   |         |
| Moora RN               |                   | 43     | 4.353.515,80 ₺        | 101.244,55 ₺                  |         |
|                        | <b>Ortalama</b>   |        | <b>3.499.711,30 ₺</b> | <b>72.270,85 ₺</b>            |         |



Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai ile ve müşteri ile sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak çalıştırıldığı uygulama sonuçlarının ekran görüntüsü Şekil 4.20’de gösterilmektedir.



Şekil 4.20: Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

Türetilmiş verilerin 7 gün ve günde 12 saat mesai ile müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanıldığı durumda uygulama yazılımından elde edilen bulgular Tablo 4.49 ve Tablo 4.50’de gösterilmektedir.

Tablo 4.49’daki işlem süreleri incelendiğinde sipariş başına harcanan işlem süresi olarak en hızlı model 27.48 milisaniye ile EDD modeli olmuştur. En yavaş model ise önceki bulgularla paralel olarak doğrusal fonksiyon2 olarak hesaplanmıştır. İşlemlerde toplam harcanan süre ise 101259.77 milisaniye olarak hesaplanmış olup bu süre 1.68 dakikaya denk gelmektedir.

**Tablo 4.49:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(Milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3915.6                       | 20                       | 195.78                                      |
| Doğrusal Fonk.2 | 81213.74                     | 21                       | 3867.32                                     |
| FCFS            | 873.6                        | 26                       | 33.6                                        |
| EDD             | 577.2                        | 21                       | 27.48                                       |
| Moora           | 4399.2                       | 19                       | 231.53                                      |
| Ağırlıklı Moora | 4633.2                       | 19                       | 243.85                                      |
| Moora RN        | 5647.2                       | 19                       | 297.22                                      |
| <b>Toplam</b>   | <b>101259.77</b>             | <b>Ortalama</b>          | <b>699.54</b>                               |

Modellerin önerdiği toplam sipariş tutarları ve bunların ortalaması incelendiğinde, en fazla toplam sipariş tutarını 2.170.017,06 TL ile Moora RN modeli önermiştir. En düşük toplam sipariş tutarını ise 1.007.134,16 TL ile FCFS modeli önermiştir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 1.447.290,57 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN dışındaki tüm modeller toplam sipariş tutarına göre bu ortalamanın altında kalmıştır. Her bir modelin ortalama sipariş tutarları incelendiğinde en yüksek değer 114.211,42 TL ile Moora RN modeline aittir. En düşük ortalama sipariş tutarı ise 38.735,93 TL ile FCFS modeline aittir. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 71.600,90 TL olarak hesaplanmış olup moora modelleri dışındaki tüm modellerin ortalama sipariş tutarları bu değerın altında hesaplanmıştır.

**Tablo 4.50:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 20                       | 1.402.118,16 ₺           | 70.105,91 ₺                |
| Doğrusal Fonk.2 | 21                       | 1.433.114,32 ₺           | 68.243,54 ₺                |
| FCFS            | 26                       | 1.007.134,16 ₺           | 38.735,93 ₺                |
| EDD             | 21                       | 1.368.887,28 ₺           | 65.185,11 ₺                |
| Moora           | 19                       | 1.374.881,49 ₺           | 72.362,18 ₺                |
| Ağırlıklı Moora | 19                       | 1.374.881,49 ₺           | 72.362,18 ₺                |
| Moora RN        | 19                       | 2.170.017,06 ₺           | 114.211,42 ₺               |
| <b>Ortalama</b> |                          | <b>1.447.290,57 ₺</b>    | <b>71.600,90 ₺</b>         |

Türetilmiş verilerin 7 gün ve 12 saat günlük mesai ile müşteri ve sipariş kriterinin eşit ağırlıklı olarak kullanılmasıyla uygulama yazılımından çalıştırılması sonucunda elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SIRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLİ MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME3\_BAKIM

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

101259.7780

3915.6069

81213.7427

873.6016

577.201

4399.2078

4633.2081

5647.2099

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MİKTAR | BİRİM     | ORON ADI      | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|---------|
| 1  | 334        |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13    |
| 2  | 335        |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.73    |
| 3  | 336        |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.98    |
| 4  | 337        |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.00    |
| 5  | 338        |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.02    |
| 6  | 339        |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.25    |
| 7  | 340        |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41    |
| 8  | 341        |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.04    |
| 9  | 342        |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.67    |
| 10 | 343        |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.60    |
| 11 | 344        |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.21    |
| 12 | 345        |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.40    |
| 13 | 346        |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.12    |
| 14 | 347        |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.58    |
| 15 | 348        |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95040  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41    |

DOĞRUSAL FONK. 1

1.402.118,16

DOĞRUSAL FONK. 2

1.433.114,32

FCFS

1.007.134,16

EDD

1.368.887,28

MOORA

1.374.881,49

AĞIRLIKLİ MOORA

1.374.881,49

MOORA RN

2.170.017,06

Şekil 4.21: Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

#### 4.3.10.2. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması

Türetilmiş verilerin müşteri ve sipariş kriterinin eşit ağırlıklı olduğu 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai ile ancak bakım planlamasını ihmal ederek çalıştırılması sonucunda uygulamadaki modellerin işlem süreleri Tablo 4.51’de, sipariş sayıları ve sipariş tutarları Tablo 4.52’de gösterilmiştir.

Tablo 4.51 incelendiğinde FCFS ve EDD modellerinin en kısa işlem süresine ve en yüksek işlem hızına sahip olduğu sipariş başına 16.57 ve 16.85 milisaniye işlem hızlarından anlaşılmaktadır. En yavaş model yine doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Tüm modellerin işlem süreleri toplamı 231,473.18 milisaniye (yaklaşık 3.85 dakika) sürmüştür.

**Tablo 4.51:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3432.06                   | 57                    | 60.21                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 803557.41                 | 57                    | 14097.49                                 |
| FCFS            | 1060.80                   | 64                    | 16.57                                    |
| EDD             | 1045.20                   | 62                    | 16.85                                    |
| Moora           | 3494.40                   | 54                    | 64.71                                    |
| Ağırlıklı Moora | 3244.80                   | 55                    | 58.99                                    |
| Moora RN        | 5288.40                   | 49                    | 107.92                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>231473.18</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>613.22</b>                            |

Bakım planlamasının ihmal edildiği durumdaki türetilmiş verinin 7 gün ve 24 saat mesai kapasitesi için müşteri ve sipariş kriterleri eşit ağırlıklı kullanıldığında uygulamadan önerdiği sipariş sayıları ve sipariş tutarları Tablo 4.52'den incelendiğinde en fazla toplam sipariş tutarına 5.111.979,01 TL ile Moora RN modelinin sahip olduğu görülmektedir. En düşük toplam sipariş tutarı ise 3.465.981,07 TL ile EDD modeli tarafından önerilmiştir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.344.897,21 TL olarak hesaplanmış olup sadece Moora RN ve Moora modelleri bu ortalamanın üzerinde kalmıştır. Her modelin ortalama sipariş tutarları incelendiğinde bulgular toplam sipariş tutarları ile orantılı olarak en yüksek ortalama sipariş tutarı değeri 104.326,10 TL ile Moora RN modeline, en düşük ortalama sipariş tutarı ise 55.902,92 TL ile yine EDD modeline ait çıkmıştır. Ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 79.164,52 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN ve Moora modelleri dışındakilerin ortalama sipariş tutarları bu ortalamanın altında kalmıştır.

**Tablo 4.52:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 57                    | 4.106.499,58 ₺        | 72.043,85 ₺             |
| Doğrusal Fonk.2 | 57                    | 4.106.499,58 ₺        | 72.043,85 ₺             |
| FCFS            | 64                    | 3.612.783,78 ₺        | 56.449,75 ₺             |
| EDD             | 62                    | 3.465.981,07 ₺        | 55.902,92 ₺             |
| Moora           | 54                    | 4.433.157,03 ₺        | 82.095,50 ₺             |
| Ağırlıklı Moora | 55                    | 4.251.538,84 ₺        | 77.300,71 ₺             |
| Moora RN        | 49                    | 5.111.979,01 ₺        | 104.326,10 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>4.344.897,21 ₺</b> | <b>79.164,52 ₺</b>      |

Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 24 saat mesai esasıyla müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanıldığı uygulama yazılımında çalıştırılmasından elde edilen ekran görüntüsü Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

SİPARİŞ KAYIT

SİPARİŞ SİRALAMA

DOĞRUSAL1

DOĞRUSAL 2

FCFS

EDD

MOORA

AĞIRLIKLIL MOORA

MOORA RN

İŞLETME ADI

İŞLETME3\_BAKIM

BAŞLANGIÇ ZAMANI

20.11.2017.07.00

PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI)

7

İŞLEM SÜRELERİ (ms)

231473.1893

1357.2

220787.18

1232.4

156

1107.6

1544.4

5288.4093

TÜM MODELLER

DOĞRUSAL FONK.1

DOĞRUSAL FONK.2

FCFS

EDD

MOORA

AĞR. MOORA

MOORA RN

|    | SİPARİŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MİKTAR | BİRİM     | ÖRÜN ADI      | BİF FİY |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|---------|
| 1  | 334        |             | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13    |
| 2  | 335        |             | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.73    |
| 3  | 336        |             | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.98    |
| 4  | 337        |             | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.00    |
| 5  | 338        |             | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.02    |
| 6  | 339        |             | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.25    |
| 7  | 340        |             | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41    |
| 8  | 341        |             | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.04    |
| 9  | 342        |             | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.67    |
| 10 | 343        |             | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.60    |
| 11 | 344        |             | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.21    |
| 12 | 345        |             | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.40    |
| 13 | 346        |             | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.12    |
| 14 | 347        |             | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.59    |
| 15 | 348        |             | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95040  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.41    |

DOĞRUSAL FONK. 1

4,636,346.81

DOĞRUSAL FONK. 2

4,636,346.81

FCFS

3,612,783.78

EDD

3,465,981.07

MOORA

4,433,157.03

AĞIRLIKLIL MOORA

4,517,685.95

MOORA RN

5,111,979.01

Şekil 4.22: Türetilmiş Veri 14 Gün 12 Saat Mesai Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı).

#### 4.3.11. Türetilmiş Veri Setinin Sipariş Kriteri Baskın Kullanılması

##### 4.3.11.1. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planıyla Birlikte Çalıştırılması

Türetilmiş verilerin 7 gün ve 24 saat mesai ile sipariş kriteri baskın olarak çalıştırılmasıyla elde edilen model işlem süreleri Tablo 4.53, sipariş gelirleri ise Tablo 4.54’te gösterilmiştir.

Tablo 4.53 incelendiğinde önceki bulgularla uyumlu olarak en hızlı modeller EDD ve FCFS olarak ortaya çıkmıştır. En yavaş model yine doğrusal fonksiyon2 modelidir. Tüm işlemlerin toplam süresi 718416.43 milisaniye (yaklaşık 12 dakika) zaman almıştır. Modellerin sipariş başına işlem sürelerinin ortalama hızı ise 2183.21 milisaniye (yaklaşık 2.2 saniye) olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.53:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3276.00                   | 46                    | 71.21                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 703128.43                 | 47                    | 14960.17                                 |
| FCFS            | 1497.60                   | 56                    | 26.74                                    |
| EDD             | 1341.60                   | 52                    | 25.80                                    |
| Moora           | 3884.40                   | 47                    | 82.64                                    |
| Ağırlıklı Moora | 3322.80                   | 46                    | 72.23                                    |
| Moora RN        | 1965.60                   | 45                    | 43.68                                    |
| <b>Toplam</b>   | <b>718416.43</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>2183.21</b>                           |

Tablo 4.54’te gösterilen, 7 gün ve 24 saat mesaide türetilmiş verilerin sipariş kriteri baskın katsayılarla çalıştırılması sonucu elde edilecek sipariş tutarlarını incelemek gerekirse; en büyük toplam sipariş tutarı 4.675.502,41 TL ile Moora RN modeline aittir. Doğrusal fonksiyon2 modelinin doğrusal fonksiyon1 modelinden daha yüksek tutar önermesi, optimize edecek esnekliğe sahip siparişlerin bulunması ve doğrusal fonksiyon2 modeli tarafından bu esnekliğin artan sipariş geliri olarak yansıtılması sayesinde olmuştur. En düşük toplam sipariş tutarı 3.021.756,63 TL ile EDD modeline aittir. Bunu 3.032.738,00 TL ile FCFS modeli izleyerek en düşük ikinci geliri vadeden model olmuştur.

Tüm modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 3.574.928,55 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD modelleri bu ortalamanın altında toplam sipariş tutarlarına sahiptir. Modellerin ortalama sipariş tutarları incelenecek olursa, 103.900,05 TL ile en büyük değer Moora RN modeline aittir. En küçük değer 54.156,04 TL ile FCFS modeline ait olup toplam sipariş tutarına göre EDD modelinin önünde olan FCFS modeli ortalama sipariş tutarında EDD modelinin gerisinde kalmıştır. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması 73.895,38 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD modelleri bu ortalama tutarın altında kalmıştır.

Türetilen verilerin 7 gün ve 24 saat mesai ile sipariş kriterleri baskın katsayılarla çalıştırıldığı uygulamanın sonuçları Şekil 4.20’de gösterilen ekran görüntüsüyle sunulmuştur.



olmuştur. Tüm modellerin toplam işlem süresi 62,790.11 milisaniye sürmüş olup bu süre yaklaşık 1 dakikadır.

**Tablo 4.55:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi<br>(Milisaniye) | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi<br>(Milisaniye) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 3104.4                       | 17                       | 182.61                                      |
| Doğrusal Fonk.2 | 46207.28                     | 18                       | 2567.07                                     |
| FCFS            | 780                          | 26                       | 30                                          |
| EDD             | 608.4                        | 21                       | 28.97                                       |
| Moora           | 4149.6                       | 19                       | 218.4                                       |
| Ağırlıklı Moora | 4196.4                       | 19                       | 220.86                                      |
| Moora RN        | 3744                         | 19                       | 197.05                                      |
| <b>Toplam</b>   | <b>62,790.11</b>             | <b>Ortalama</b>          | <b>492.13</b>                               |

Tablo 4.56'dan ilgili veri seti için modellerin önerdiği toplam sipariş tutarları incelendiğinde en fazla toplam sipariş tutarını öneren model 2.170.017,06 TL ile Moora RN modeli olmuştur. En düşük model 1.007.134,16 TL ile FCFS modelidir. Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 1.634,956,78 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN ve doğrusal fonksiyonlar bu ortalamanın üzerinde kalmıştır. Her modelin sipariş başına ortalama tutarı incelendiğinde en fazla ortalama sipariş tutarına sahip model 116.042,39 TL ile doğrusal fonksiyon1 modeli olmuştur. En düşük ortalama sipariş tutarına sahip model ise 38.735,93 TL ile yine FCFS modelidir. Modellerin ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 85.619,07 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN ve doğrusal fonksiyonlar bu ortalamanın üzerindedir.

**Tablo 4.56:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı<br>(Adet) | Toplam Sipariş<br>Tutarı | Ortalama Sipariş<br>Tutarı |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 17                       | 1.972.720,62 ₺           | 116.042,39 ₺               |
| Doğrusal Fonk.2 | 18                       | 2.017.352,33 ₺           | 112.075,13 ₺               |
| FCFS            | 26                       | 1.007.134,16 ₺           | 38.735,93 ₺                |
| EDD             | 21                       | 1.368.887,28 ₺           | 65.185,11 ₺                |
| Moora           | 19                       | 1.374.881,49 ₺           | 72.362,18 ₺                |
| Ağırlıklı Moora | 19                       | 1.533.704,53 ₺           | 80.721,29 ₺                |
| Moora RN        | 19                       | 2.170.017,06 ₺           | 114.211,42 ₺               |
| <b>Ortalama</b> |                          | <b>1.634.956,78 ₺</b>    | <b>85.619,07 ₺</b>         |



Türetilmiş veri setinin 7 gün periyot ve günde 12 saat mesai ile sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla çalıştırılmasıyla elde edilen uygulama yazılımının ekran görüntüsü Şekil 24'te gösterilmiştir.

| SIPARIŞ KAYIT                                                |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                             |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
| DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLIL MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
| İŞLETME ADI                                                  |             | İŞLETME3_BAKIM  |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |               | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                          |             | 62790.1103      |                            | 3104.4055        |        | 46207.2812       |               | 780.0014                       |                  |
|                                                              |             | 608.401         |                            | 4149.6072        |        | 4196.4074        |               | 3744.0066                      |                  |
| TÜM MODELLER                                                 |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |               | EDD                            |                  |
|                                                              |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |               |                                |                  |
| SIPARIŞ NO                                                   | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MIKTAR | BİRİM            | ÜRÜN ADI      | BİF FİY                        |                  |
| 1                                                            | 334         | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 58368  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.13                           | DOĞRUSAL FONK. 1 |
| 2                                                            | 335         | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.73                           | 1.972.720,62     |
| 3                                                            | 336         | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 63360  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.98                           | DOĞRUSAL FONK. 2 |
| 4                                                            | 337         | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 57000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.00                           | 2.017.352,33     |
| 5                                                            | 338         | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 112320 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.02                           | FCFS             |
| 6                                                            | 339         | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 32724  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.25                           | 1.007.134,16     |
| 7                                                            | 340         | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 68500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           | EDD              |
| 8                                                            | 341         | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 39000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.04                           | 1.368.887,28     |
| 9                                                            | 342         | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.67                           | MOORA            |
| 10                                                           | 343         | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 45500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.60                           | 1.374.881,49     |
| 11                                                           | 344         | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 77640  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.21                           | AĞIRLIKLIL MOORA |
| 12                                                           | 345         | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 67680  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.40                           | 1.533.704,53     |
| 13                                                           | 346         | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 108000 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.12                           | MOORA RN         |
| 14                                                           | 347         | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 38016  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.58                           | 2.170.017,06     |
| 15                                                           | 348         | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 95000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           |                  |

Şekil 4.24: Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesaide Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

#### 4.3.11.2. Türetilmiş Veri Setinin Bakım Planı Haricinde Çalıştırılması

Sipariş kriterinin baskın olduğu katsayıların 7 gün ve 24 saatlik mesai ile türetilmiş veriler ile bakım planlamasını ihmal ederek çalıştırılmasıyla elde edilen işlem süreleri ve sipariş sayıları, sipariş tutarları Tablo 4.57 ve Tablo 4.58'de gösterilmiştir. Tablo 4.57 incelenirse, sipariş başına işlem süresinin oldukça düşük milisaniyeler ile ifade edildiği anlaşılmaktadır. Bu hızın yüksek olmasının sebebi bakım planlamasının dahil edilmemesinden kaynaklanmaktadır. En yüksek işlem hızı 2.51 milisaniye ile EDD modeline aittir. Genel bulgulara birbirine yakın seyreden FCFS ve EDD modellerinin işlem hızları bu senaryodaki uygulama bulgularında farklılık göstermektedir. FCFS ilk defa EDD modelinden neredeyse 8 kat daha yavaş işlem hızına sahip olmuştur. Bu ölçüm veritabanındaki anlık bir yoğunluktan da kaynaklanıyor olabilir. En yavaş işlem hızına sahip model doğrusal fonksiyon2 olarak gözlemlenmiş olup

çalışma boyunca bu sonuç hiç değişmemiştir. Modellerin toplam işlem süresi 231,473.18 milisaniye olarak hesaplanmış olup bu süre 3.85 dakikaya denk gelmektedir. Modellerin sipariş işlem sürelerinin ortalaması ise 613.22 milisaniye olarak ölçülmüştür.

**Tablo 4.57:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (Milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 1357.20                   | 54                    | 25.13                                    |
| Doğrusal Fonk.2 | 220787.18                 | 54                    | 4088.65                                  |
| FCFS            | 1232.40                   | 64                    | 19.25                                    |
| EDD             | 156.00                    | 62                    | 2.51                                     |
| Moora           | 1107.60                   | 54                    | 20.51                                    |
| Ağırlıklı Moora | 1544.40                   | 54                    | 28.60                                    |
| Moora RN        | 5288.40                   | 49                    | 107.92                                   |
| <b>Toplam</b>   | <b>231473.18</b>          | <b>Ortalama</b>       | <b>613.22</b>                            |

Sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla türetilmiş verilerin 7 günlük bir periyot ve günde 24 saat mesai kapasitesiyle çalıştırıldığı ancak bakım planlamasının ihmal edildiği durumda elde edilen toplam sipariş tutarları ve ortalama sipariş tutarlarını Tablo 4.58’den incelemek gerekirse; en büyük toplam sipariş tutarı değerinin 5.111.979,01 TL ile Moora RN modeline ait olduğu görülmektedir. Genel bulgulara dikkat edildiğinde doğrusal fonksiyon1 başarılı bir performans sergilediğinde onunla çarpıma giren Moora modelinin Ağırlıklı Moora versiyonu da iyi bir sonuç vermektedir. Bir başka ifade ile Ağırlıklı Moora modelinin performansı doğrusal fonksiyon1 modelinin performansına bağlıdır.

Modellerin toplam sipariş tutarlarının ortalaması 4.344.897,21 TL olarak hesaplanmış olup FCFS ve EDD bu ortalamanın altında kalmıştır. En düşük toplam sipariş tutarı 3.465.981,07 TL ile EDD modeline aittir. Modellerin sipariş başına ortalama sipariş tutarları incelenecek olursa en büyük ortalama sipariş tutarı 104.326,10 TL ile Moora RN modeline aittir.

Ortalama sipariş tutarların ortalaması ise 79.164,52 TL olarak hesaplanmış olup EDD ve FCFS modelleri 55.902,92TL ve 56.449,75 TL ortalama sipariş tutarı değerleri ile ortalamanın altında kalmıştır.

**Tablo 4.58:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş (Adet) | Sayısı | Toplam Tutarı         | Sipariş Ortalama Tutarı | Sipariş |
|-----------------|----------------|--------|-----------------------|-------------------------|---------|
| Doğrusal Fonk.1 |                | 54     | 4.636.346,81 ₺        | 85.858,27 ₺             |         |
| Doğrusal Fonk.2 |                | 54     | 4.636.346,81 ₺        | 85.858,27 ₺             |         |
| FCFS            |                | 64     | 3.612.783,78 ₺        | 56.449,75 ₺             |         |
| EDD             |                | 62     | 3.465.981,07 ₺        | 55.902,92 ₺             |         |
| Moora           |                | 54     | 4.433.157,03 ₺        | 82.095,50 ₺             |         |
| Ağırlıklı Moora |                | 54     | 4.517.685,95 ₺        | 83.660,85 ₺             |         |
| Moora RN        |                | 49     | 5.111.979,01 ₺        | 104.326,10 ₺            |         |
| <b>Ortalama</b> |                |        | <b>4.344.897,21 ₺</b> | <b>79.164,52 ₺</b>      |         |

Türetilmiş verilerin sipariş kriteri baskın katsayılarla 7 gün ve 24 saatlik bir kapasite için bakım planlamasını ihmal ederek uygulama yazılımında çalıştırılması sonucu elde edilen bulguların ekran görüntüsü Şekil 4.25'te gösterilmiştir.

| SIPARIŞ KAYIT                                                 |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|--------|------------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| SIPARIŞ SIRALAMA                                              |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
| DOĞRUSAL1 DOĞRUSAL 2 FCFS EDD MOORA AĞIRLIKLIL MOORA MOORA RN |             |                 |                            |                  |        |                  |               |                                |                  |
| İŞLETME ADI                                                   |             | İŞLETME3_BAKIM  |                            | BAŞLANGIÇ ZAMANI |        | 20.11.2017.07.00 |               | PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) |                  |
| İŞLEM SÜRELERİ (ms)                                           |             | 231473.1893     |                            | 1357.2           |        | 220787.18        |               | 1232.4                         |                  |
|                                                               |             | 156             |                            | 1107.6           |        | 1544.4           |               | 5288.4093                      |                  |
| TÜM MODELLER                                                  |             | DOĞRUSAL FONK.1 |                            | DOĞRUSAL FONK.2  |        | FCFS             |               | EDD                            |                  |
|                                                               |             | MOORA           |                            | AĞR. MOORA       |        | MOORA RN         |               |                                |                  |
| SIPARIŞ NO                                                    | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI      | MIKTAR | BİRİM            | ÖRÜN ADI      | BİF FİY                        |                  |
| 1                                                             | 334         | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 58368  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.13                           | DOĞRUSAL FONK. 1 |
| 2                                                             | 335         | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.73                           | DOĞRUSAL FONK. 2 |
| 3                                                             | 336         | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 63360  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.98                           | FCFS             |
| 4                                                             | 337         | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 57000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.00                           | 3,612,783.78     |
| 5                                                             | 338         | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 112320 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.02                           | EDD              |
| 6                                                             | 339         | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 32724  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.29                           | 3,465,981.07     |
| 7                                                             | 340         | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 68500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           | MOORA            |
| 8                                                             | 341         | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 39000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.04                           | 4,433,157.03     |
| 9                                                             | 342         | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 21000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.67                           | AĞIRLIKLIL MOORA |
| 10                                                            | 343         | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 45500  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.60                           | 4,517,685.95     |
| 11                                                            | 344         | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 77640  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.21                           | MOORA RN         |
| 12                                                            | 345         | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 67680  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.40                           | 5,111,979.01     |
| 13                                                            | 346         | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 108000 | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 1.12                           |                  |
| 14                                                            | 347         | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 38016  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.59                           |                  |
| 15                                                            | 348         | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B...    | 95000  | METREKARE        | DOKUMASIZ ... | 0.41                           |                  |

**Şekil 4.25:** Türetilmiş Veri 7 Gün 24 Saat Meseide Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

Türetilmiş verilerin 7 gün ve 12 saat günlük mesai saati ile bakım planlamasının ihmal edildiği durumda sipariş kriterinin baskın olduğu ağırlık katsayılarıyla çalıştırılmasından elde edilen model işlem süreleri Tablo 4.59’da, model sipariş getirileri ise Tablo 4.60’da gösterilmektedir.

Tablo 4.59 incelendiğinde sipariş başına işlem süresi en kısa olan model 5.37 milisaniye ile EDD, ikinci model ise 5.67 milisaniye ile FCFS modeli olmuştur. EDD ve FCFS’nin hızları birbirine çok yakın olarak hesaplanmıştır. En yavaş model ise sipariş başına 1645.46 milisaniye işlem süresi harcayan doğrusal fonksiyon2 modeli olmuştur. Tüm modellerin toplam işlem süresi 50,169.69 milisaniye olarak ölçülmüştür.

**Tablo 4.59:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki İşlem Süreleri ve Sipariş Sayıları (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | İşlem Süresi (Milisaniye) | Sipariş Sayısı (Adet) | Sipariş Başına İşlem Süresi (Milisaniye) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 2480.4                    | 23                    | 107.84                                   |
| Doğrusal Fonk.2 | 37845.66                  | 23                    | 1645.46                                  |
| FCFS            | 187.2                     | 33                    | 5.672                                    |
| EDD             | 156                       | 29                    | 5.379                                    |
| Moora           | 3057.6                    | 28                    | 109.2                                    |
| Ağırlıklı Moora | 3151.2                    | 27                    | 116.71                                   |
| Moora RN        | 3291.6                    | 25                    | 131.664                                  |
| <b>Toplam</b>   | <b>50169.69</b>           | <b>Ortalama</b>       | <b>303.13</b>                            |

Tablo 4.60’daki toplam sipariş tutarları incelendiğinde en fazla sipariş gelirini 2.890.561,50 TL ile Moora RN modeli önermektedir. Buna en yakın ikinci en yüksek toplam sipariş tutarları ise 2.552.827,61 TL ile doğrusal fonksiyonlara aittir. En düşük sipariş gelirini 1.374.495,16 TL ile FCFS modeli önermiştir. Toplam sipariş tutarlarının ortalaması 2.050.413,76 TL olarak hesaplanmış olup Moora RN ve doğrusal fonksiyonlar dışında kalan modeller bu ortalamanın altında kalmıştır. Her modelin ortalama sipariş tutarları incelendiğinde Moora RN modeli 115.622,46 TL ile en yüksek ortalama sipariş tutarına sahip model olarak hesaplanmıştır. En düşük ortalama sipari tutarı ise 41.651,37 TL ile FCFS modeline aittir. Tüm modellerin sipariş başına ortalama sipariş tutarlarının ortalaması ise 79.625,48 TL olarak hesaplanmış olup, Moora RN ve doğrusal fonksiyonlar dışında kalan modeller bu ortalama değerinin altında kalmışlardır.

**Tablo 4.60:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai İle Modellerin Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Önerdiği Sipariş Gelirleri (Sipariş Kriteri Baskın).

| Model Adı       | Sipariş Sayısı (Adet) | Toplam Sipariş Tutarı | Ortalama Sipariş Tutarı |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Doğrusal Fonk.1 | 23                    | 2.552.827,61 ₺        | 110.992,50 ₺            |
| Doğrusal Fonk.2 | 23                    | 2.552.827,61 ₺        | 110.992,50 ₺            |
| FCFS            | 33                    | 1.374.495,16 ₺        | 41.651,37 ₺             |
| EDD             | 29                    | 1.700.772,31 ₺        | 58.647,32 ₺             |
| Moora           | 28                    | 1.558.550,44 ₺        | 55.662,52 ₺             |
| Ağırlıklı Moora | 27                    | 1.722.861,66 ₺        | 63.809,69 ₺             |
| Moora RN        | 25                    | 2.890.561,50 ₺        | 115.622,46 ₺            |
| <b>Ortalama</b> |                       | <b>2.050.413,76 ₺</b> | <b>79.625,48 ₺</b>      |

Türetilmiş verilerin 7 günlük periyotta günde 12 saat mesai ile bakım planlaması ihmal edilerek sipariş kriterinin baskın olduğu katsayılarla çalıştırılmasıyla elde edilen uygulama yazılımı ekran görüntüsü Şekil 4.26’da gösterilmektedir.

| SIPARIŞ NO | MÜŞTERİ ADI | GELİŞ TARİHİ    | TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ | İŞLETME ADI   | MIKTAR | BİRİM     | ORON ADI      | BİF FİY |
|------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------|-----------|---------------|---------|
| 1          | 334         | 18.10.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 58368  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.13    |
| 2          | 335         | 21.10.2017 0... | 05.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.7     |
| 3          | 336         | 16.10.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 63360  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.9     |
| 4          | 337         | 03.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 57000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 5          | 338         | 06.11.2017 0... | 04.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 112320 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.0     |
| 6          | 339         | 31.10.2017 0... | 22.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 32724  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 7          | 340         | 02.11.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 68500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |
| 8          | 341         | 06.11.2017 0... | 29.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 39000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.0     |
| 9          | 342         | 16.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 21000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 10         | 343         | 09.11.2017 0... | 08.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 45500  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.6     |
| 11         | 344         | 21.10.2017 0... | 09.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 77640  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.2     |
| 12         | 345         | 11.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 67680  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.4     |
| 13         | 346         | 02.11.2017 0... | 07.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 108000 | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 1.1     |
| 14         | 347         | 02.11.2017 0... | 25.11.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 38016  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.5     |
| 15         | 348         | 04.11.2017 0... | 02.12.2017 0...            | İŞLETME3_B... | 95000  | METREKARE | DOKUMASIZ ... | 0.4     |

| Model            | Toplam Sipariş Tutarı |
|------------------|-----------------------|
| DOĞRUSAL FONK. 1 | 2.552.827,61          |
| DOĞRUSAL FONK. 2 | 2.552.827,61          |
| FCFS             | 1.374.495,16          |
| EDD              | 1.700.772,31          |
| MOORA            | 1.558.550,44          |
| AĞIRLIKLI MOORA  | 1.722.861,66          |
| MOORA RN         | 2.890.561,50          |

**Şekil 4.26:** Türetilmiş Veri 7 Gün 12 Saat Mesai ile Bakım Planlamasının İhmal Edildiği Durumdaki Ekran Çıktısı (Sipariş Kriteri Baskın).

#### 4.3.12. Türetilmiş Veri Setinin Uygulama Bulgularının Karşılaştırılması

Türetilen veriler çalışmada 7 gün 24 saat işgücü kapasiteleri ile araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları, karar modelindeki müşteri ve sipariş ana kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak 0.5

değerleriyle kullanıldığı katsayılar ve müşteri – sipariş ana kriterlerinin araştırma katsayılarının sipariş kriteri baskın olacak şekilde yer değiştirilerek kullanıldığı sipariş kriteri baskın katsayıları ile uygulamada çalıştırılmıştır. Aynı senaryolar için bakım planlarını ihmal ederek türetilen veriler birer kez daha çalıştırılarak bulgular kayıt altına alınmıştır.

Türetilen verilerle ilgili önceki başlıklarda paylaşılan bulgular her bir katsayı kullanımı için hangi modelin daha fazla gelir getirdiğini belirlemek amacıyla Tablo 4.61’de özet tabloda gösterilmiştir. Öncelikle Tablo 4.61’de aynı kapasite için her satırdaki maksimum değer kenarlık içerisinde belirtilmiştir. Daha sonra farklı ağırlık katsayıları arasındaki en büyük toplam sipariş gelirini öneren modelin çıktısı olan toplam sipariş tutarı koyu renk ile gösterilerek 7 gün 12 saat ve 24 saat mesailerde hangi ağırlık katsayılarını kullanmanın daha fazla geliri hangi model ile önerdiği bulgularına ulaşılmıştır. Bakım planı dahil ve hariç olmak üzere aynı kapasite için Tablo 4.61 incelenecek olursa;

Bakım planının ihmal edildiği 7 gün ve günde 12 saatlik mesai senaryosu için;

Araştırma katsayıları kullanımında en fazla gelirin 4.433.157,03 TL ile Moora modelinden elde edilebileceği, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanılması durumunda en fazla gelirin yine 4.433.157,03 TL ile Moora modelinden elde edileceği, sipariş kriterinin baskın katsayılarla kullanım durumunda ise en fazla gelirin 4.636.346,81 TL ile doğrusal modellenden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Bakım planının ihmal edildiği 7 günlük bir planlama periyodunda günde 12 saatlik mesai ile en fazla sipariş gelirini doğrusal fonksiyon modellerinden sipariş kriterinin baskın olduğu ağırlık katsayıları ile kullanıldığında elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

Bakım planının dahil edildiği 7 gün ve günde 12 saatlik mesai senaryosu için;

Araştırma katsayılarının kullanımında en fazla gelirin 3.627.350,21 TL ile Moora modelinden elde edilebileceği, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanılması durumunda en fazla gelirin yine 3.627.350,21 TL ile Moora modelinden elde edileceği, sipariş kriterinin baskın katsayılarla kullanım durumunda ise en fazla gelirin 4.091.049,29 TL ile doğrusal fonksiyon2 modelinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Bakım planının dahil edildiği durumda 7 gün ve günde 12 saatlik mesai ile elde edilen kapasite için en fazla sipariş gelirinin doğrusal fonksiyon2 modelinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

Bakım planının ihmal edildiği 7 gün ve günde 21 saatlik mesai senaryosu için;

Araştırma katsayılarının kullanılması durumunda en fazla sipariş gelirin 5.175.435,51 TL ile Moora RN modelinden elde edileceği, müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanılması durumunda en fazla gelirin yine Moora RN modelinden 5.158.554,11 TL olarak elde edilebileceği, sipariş kriterinin baskın katsayılarla kullanılması durumunda ise en fazla gelirin yine Moora RN modelinden 5.111.979,01 TL olarak elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

Bakım planının ihmal edildiği durumda 7 gün ve günde 24 saatlik mesai ile oluşan kapasite için en fazla sipariş gelirleri kullanılan katsayılara bağlı olmaksızın Moora RN modeliyle önerilmiştir.

Bakım planlaması dahil edildiğinde 7 gün ve günde 24 saatlik mesai senaryosu için;

Araştırmadan elde edilen ağırlık katsayıları ile müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı olarak kullanılması durumlarında en fazla sipariş gelirin 4.353.515,80 TL ile Moora RN modelinden elde edileceği, sipariş kriterinin baskın olarak kullanılması durumunda ise yine en fazla gelirin 4.675.502,41 TL ile Moora RN modelinden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Bakım planının dahil edildiği durumda 7 gün ve günde 24 saatlik mesai ile oluşan kapasite için en fazla sipariş gelirleri kullanılan katsayılara bağlı olmaksızın Moora RN modeliyle önerilmiştir.

Tablo 4.61'in sonuçları özetlenecek olursa;

7 günlük bir planlama süresi için 24 saat günlük mesai ile çalışılması durumlarında bakım planı dahil edildiğinde de edilmediğinde de en iyi gelirin karar modellerinden Moora RN modeliyle elde edilebileceği anlaşılmıştır. Günlük mesai saati 12 saat olarak çalıştırılan senaryolarda ise doğrusal fonksiyon2 modeli, Moora RN modelinden daha başarılı olmuştur. Bu durum, artan sipariş sayısı veya veri büyüklüğü karşısında Moora RN modelinin daha iyi bir performans gösterdiğini göstermektedir.

**Tablo 4.61:** Türetilmiş Verilerin Toplam Sipariş Tutarlarının Çeşitli Kapasitelerde Modellere ve Bakım Durumuna Göre Karşılaştırılması.

| Kapasite                    | Kullanılan Katsayılar                     | Doğrusal Fonksiyon1 | Doğrusal Fonksiyon2 | Fcfs         | Edd          | Moora        | Ağırlıklı Moora | Moora RN            |
|-----------------------------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|---------------------|
| 7 gün. 12 saat. Bakım Hariç | Araştırma Katsayıları                     | 3.798.518,56        | 3.798.518,56        | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.048.355,79    | 2.828.081,91        |
| 7 gün. 12 saat. Bakım Hariç | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 4.106.499,58        | 4.106.499,58        | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.251.538,84    | 2.890.561,50        |
| 7 gün. 12 saat. Bakım Hariç | Sipariş Kriteri Baskın                    | <b>4.636.346,81</b> | <b>4.636.346,81</b> | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.517.685,95    | 2.890.561,50        |
| 7 gün. 12 saat              | Araştırma Katsayıları                     | 2.881.509,16        | 3.046.471,71        | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.162.347,39    | 2.074.101,03        |
| 7 gün. 12 saat              | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 3.360.016,23        | 3.512.442,62        | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.590.159,63    | 2.170.017,06        |
| 7 gün. 12 saat              | Sipariş Kriteri Baskın                    | 3.971.328,75        | <b>4.091.049,29</b> | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.705.348,43    | 2.170.017,06        |
| 7 gün. 24 saat. Bakım Hariç | Araştırma Katsayıları                     | 3.798.518,56        | 3.798.518,56        | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.048.355,79    | <b>5.175.435,51</b> |
| 7 gün. 24 saat. Bakım Hariç | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 4.106.499,58        | 4.106.499,58        | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.251.538,84    | 5.158.554,11        |
| 7 gün. 24 saat. Bakım Hariç | Sipariş Kriteri Baskın                    | 4.636.346,81        | 4.636.346,81        | 3.612.783,78 | 3.465.981,07 | 4.433.157,03 | 4.517.685,95    | 5.111.979,01        |
| 7 gün. 24 saat              | Araştırma Katsayıları                     | 2.881.509,16        | 3.046.471,71        | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.162.347,39    | 4.353.515,80        |
| 7 gün. 24 saat              | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 3.360.016,23        | 3.512.442,62        | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.590.159,63    | 4.353.515,80        |
| 7 gün. 24 saat              | Sipariş Kriteri Baskın                    | 3.971.328,75        | 4.091.049,29        | 3.032.738,00 | 3.021.756,63 | 3.627.350,21 | 3.705.348,43    | <b>4.675.502,41</b> |

Bakım planının dahil edilip edilmemesi durumunda sipariş sayısındaki değişimini gösteren veriler Tablo 4.62’de gösterilmiştir. Tablo 4.62 incelendiğinde doğrusal fonksiyon1 ve doğrusal fonksiyon2 modellerinde bakım planı dahil edilmediği durumlarda 6 ile 8 arasında değişen sayılarda daha fazla siparişin işleme alınabildiği görülmüştür.



FCFS ve EDD modellerinde uygulanan farklı katsayılardan etkilenen bir değişim olmadığı için kapasite de sabit olduğundan bakım planı dahil edilmediği durumlarda sırasıyla 8 ve 10 adet daha fazla sipariş işlenebileceği gösterilmiştir. Moora modeli katsayı değişiminden etkilenmediği için bakım planı dahil edilmediği durumlarda 7 sipariş fazladan işlenebileceğini göstermiş olup, ağırlıklı moora modeli doğrusal fonksiyon1 ile çarpıldığı ve katsayılardan etkilendiği için moora modelindeki sipariş sayısı değişiminden farklı olarak 8 adet siparişi fazladan işleyebileceğini göstermiştir.

**Tablo 4.62:** Türetilmiş Verilerin Sipariş Sayılarının Model ve Bakım Planı Durumuna Göre Karşılaştırılması.

| Kapasite                    | Kullanılan Katsayılar                     | D.F.1 | D.F.2 | Fcfs | Edd | Moora | Ağr. Moora | Moora Rn |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|------|-----|-------|------------|----------|
| 7 gün, 24 saat              | Araştırma Katsayılarıyla                  | 52    | 53    | 56   | 52  | 47    | 50         | 43       |
| 7 gün, 24 saat, Bakım Hariç | Araştırma Katsayılarıyla                  | 59    | 59    | 64   | 62  | 54    | 58         | 49       |
| 7 gün, 12 saat              | Araştırma Katsayılarıyla                  | 20    | 21    | 26   | 21  | 19    | 19         | 18       |
| 7 gün, 12 saat, Bakım Hariç | Araştırma Katsayılarıyla                  | 27    | 29    | 33   | 29  | 28    | 28         | 25       |
| 7 gün, 24 saat              | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 49    | 50    | 56   | 52  | 47    | 47         | 43       |
| 7 gün, 24 saat, Bakım Hariç | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 57    | 57    | 64   | 62  | 54    | 55         | 49       |
| 7 gün, 12 saat              | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 20    | 21    | 26   | 21  | 19    | 19         | 19       |
| 7 gün, 12 saat, Bakım Hariç | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı | 28    | 29    | 31   | 29  | 28    | 28         | 25       |
| 7 gün, 24 saat              | Sipariş Kriteri Baskın                    | 46    | 47    | 56   | 52  | 47    | 46         | 45       |
| 7 gün, 24 saat, Bakım Hariç | Sipariş Kriteri Baskın                    | 54    | 54    | 64   | 62  | 54    | 54         | 49       |
| 7 gün, 12 saat              | Sipariş Kriteri Baskın                    | 17    | 18    | 26   | 21  | 19    | 19         | 19       |
| 7 gün, 12 saat, Bakım Hariç | Sipariş Kriteri Baskın                    | 23    | 23    | 33   | 29  | 28    | 27         | 25       |

Tablo 4.63'te türetilmiş verilerin 7 gün ve günlük 24 saatlik mesai ile çeşitli katsayılarla bakım planı dahil ve dahil olmadan çalıştırıldığı durumlardaki modellerin sipariş başına harcadığı işlem süreleri gösterilmektedir. Tablo 4.63 incelendiğinde hem araştırmadan elde edilen ağırlık katsayılarının kullanıldığı durumda, hem müşteri ve sipariş kriterlerinin eşit ağırlıklı kullanıldığı durumda hem de sipariş kriterinin baskın olarak kullanıldığı durumda bakım planı teslim tarihi atamasına dahil edilmediği durumlarda her model için sipariş başına düşen işlem süresinde azalmalar gerçekleşmiştir.

Koyu renkle gösterilen işlem süreleri aynı katsayı ve kapasite için sadece bakım planının dahil edilmediğinde aynı sipariş kayıtlarının işlenmesinde harcanan birim işlem süresini göstermekte, bir üst satırdaki ilgili süre değerinden daha düşük olduğu için de koyu renkle gösterilmektedir.

Aynı katsayılarla aynı planlama periyodunda ve günlük mesai saatinde modeller sadece değişken olarak bakım planının dahil edilip edilmemesine göre Tablo 4.63'deki gibi değişen sayılarda sipariş kaydını işlemişlerdir. Tablo 4.62'de görülebileceği gibi mevcut verilerde bakım planı olmasına rağmen bakım planının siparişleri işlemeye dahil edilmediği durumlarda her model daha fazla siparişi işleyebileceğini bu bakım planını görmezden geldiği için önermiştir.

Tablo 4.63'teki modellerin ortalama sipariş başına harcadığı işlem süreleri Tablo 4.62 ile ilişkilendirilecek olursa ortaya şöyle bir durum çıkmaktadır. Bakım planı dahil edilmediğinde daha fazla sipariş kaydını işleyeceğini öneren modeller, bu işlemler sırasında her bir siparişe teslim tarihi ataması yaparken o zaman aralığında herhangi bir bakım kaydı olup olmadığını sorgulamamış, bakım sürelerini işlem bitiş zamanlarına eklememiş olduğu için bakım planı göz ardı edildiğinde sipariş sayısının artmasına rağmen sipariş başına harcanan ortalama işlem süresi kısalmıştır.

Tüm modellerin Tablo 4.63'ün en sağında gösterilen ortalama işlem sürelerinin de bakım planlamasının dahil edilmediği durumlarda ciddi düşüş gösterdiği ve uygulamanın hız kazandığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.63:** Türetilmiş Verilerin Sipariş İşlem Sürelerinin (milisaniye) Model ve Bakım Planı Durumuna Göre Karşılaştırılması.

| Kapasite                           | Kullanılan Katsayılar                            | D.F.1      | D.F.2        | Fcfs      | Edd       | Moora      | Ağr. Moora | Moora Rn   | Ortalama Süre |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------------|
| 7 gün, 24 saat                     | Araştırma Katsayılarıyla                         | 63         | 18481        | 21        | 24        | 82         | 65         | 40         | 2682          |
| <b>7 gün, 24 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Araştırma Katsayılarıyla</b>                  | <b>21</b>  | <b>4624</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>24</b>  | <b>19</b>  | <b>97</b>  | <b>684</b>    |
| 7 gün, 12 saat                     | Araştırma Katsayılarıyla                         | 167        | 2950         | 21        | 25        | 177        | 190        | 231        | 537           |
| <b>7 gün, 12 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Araştırma Katsayılarıyla</b>                  | <b>102</b> | <b>2143</b>  | <b>6</b>  | <b>6</b>  | <b>135</b> | <b>124</b> | <b>158</b> | <b>382</b>    |
| 7 gün, 24 saat                     | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı        | 70         | 16071        | 19        | 20        | 74         | 69         | 38         | 2337          |
| <b>7 gün, 24 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı</b> | <b>60</b>  | <b>14097</b> | <b>17</b> | <b>17</b> | <b>65</b>  | <b>59</b>  | <b>86</b>  | <b>2057</b>   |
| 7 gün, 12 saat                     | Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı        | 196        | 3867         | 34        | 27        | 232        | 244        | 297        | 700           |
| <b>7 gün, 12 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Müşteri ve Sipariş Kriteri Eşit Ağırlıklı</b> | <b>108</b> | <b>2579</b>  | <b>10</b> | <b>6</b>  | <b>164</b> | <b>121</b> | <b>132</b> | <b>446</b>    |
| 7 gün, 24 saat                     | Sipariş Kriteri Baskın                           | 71         | 14960        | 27        | 26        | 83         | 72         | 44         | 2183          |
| <b>7 gün, 24 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Sipariş Kriteri Baskın</b>                    | <b>25</b>  | <b>4089</b>  | <b>19</b> | <b>3</b>  | <b>21</b>  | <b>29</b>  | <b>108</b> | <b>613</b>    |
| 7 gün, 12 saat                     | Sipariş Kriteri Baskın                           | 183        | 2567         | 30        | 29        | 218        | 221        | 197        | 492           |
| <b>7 gün, 12 saat, Bakım Hariç</b> | <b>Sipariş Kriteri Baskın</b>                    | <b>108</b> | <b>1645</b>  | <b>6</b>  | <b>5</b>  | <b>109</b> | <b>117</b> | <b>132</b> | <b>303</b>    |

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. SONUÇLAR

Siparişe göre üretim yapan firmalar, bir ürün siparişini kesinleştirmek amacıyla sadece ürünün fiyatı için değil aynı zamanda ürünün hangi tarihte teslim edileceği için de müşterilerle pazarlık ederler. Çünkü siparişe göre üretim yapan firmalarda genellikle ürünler müşterilerin istediği özelliklere göre üretilmektedir ve müşteri talebini karşılamak için maliyet unsuru olduğundan dolayı stokta ürün bulundurmazlar. Bu sebeple de müşterilerin taleplerini ancak üretim yaparak karşılayabilirler. Her müşteri talebini üretim yaparak karşılarken, üretim planlaması ve kapasitenin de doğru kullanılması firmanın karlılığı ve amaçları bakımından çok önemlidir.

Yapılan tez çalışmasında siparişlerin sıralanması için gelir yaklaşımının seçilmesi, siparişlerden elde edilecek toplam gelirin işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi ve amaçlarına ulaşabilmesi için önemli bir gösterge olmasıdır. Geçmiş çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların siparişleri sıralamada gelir yaklaşımına önem verdiği ve FCFS yönteminin gelir yaklaşımına karşı hep başarısız olduğu görülmüştür. Car ve Duenyas (1997) gelen bir müşteri siparişini, gelir getirisine göre kabul veya reddetmek gerektiğini savunmuştur. Lewis ve Slotnick (2000), siparişleri sıralarken birim iş başına elde edilecek net geliri hesaplayarak karı maksimize etmeyi amaçlamıştır. Keskinocak ve diğ. (2001), “acil sipariş teklifi” durumunu çalışarak yüksek gelir getirecek siparişlerin olması durumunda bunların acilen üretilebileceğini göstererek sipariş gelirinin sıralamaya etki ettiğini vurgulamıştır. Slotnick ve Morton (2005) ise yapılan tez çalışmasındaki gibi siparişleri bir havuzda biriktirerek bu havuzdan toplam geliri ve karı en yüksek yapacak siparişlerin seçildiği bir üretim tesisini modellemiştir. Deng ve diğ. (2008) ise siparişleri gelirlerine göre sınıflandırarak gelen her siparişin FCFS’ye göre işleme alınırsa işletmenin düşük kapasiteli siparişlerle verimsizleşeceğini vurgulamıştır. Oğuz ve diğ. (2010) de bir siparişleri sıralarken toplam sipariş gelirlerini maksimize etmeyi amaçlamışlardır. Guhlic ve diğ. (2015) de gelir yaklaşımını baz alarak siparişe göre montaj yapan işletmeler için bir talep yönetim modeli öne sürmüştür. Guhlic ve diğ. (2015)’nin öne sürdüğü algoritmanın performansı FCFS’den daha iyi sonuçlar vermiştir. Yapılan tez çalışmasında da FCFS sürekli düşük gelir getiren siparişleri önererek işletmenin kapasitesini hantallaştırmış verimliliği ve karlılığı düşürmüştür. Önerilen doğrusal fonksiyonlar ve moora modelleri her zaman FCFS’den daha iyi sonuçlar üreterek daha yüksek gelirler vadetmiştir. 27 defa farklı senaryolarda

çalıştırılan uygulama yazılımında modellerin performansına bakılacak olursa, bazı durumlarda birden fazla en iyi toplam sipariş tutarını öneren modellerin de bulunmasına karşın modellerin performans durumu aşağıdaki gibidir.

- Moora RN modeli oniki defa en fazla toplam sipariş gelirini vadetmiştir.
- Doğrusal Fonksiyon2 modeli onbir defa en fazla toplam sipariş gelirini önermiştir.
- Doğrusal Fonksiyon1 modeli ise altı defa en fazla toplam sipariş tutarını doğrusal fonksiyon2 ile birlikte önermiştir.
- Moora modeli beş defa en iyi toplam sipariş gelirini vadetmiştir.
- Ağırlıklı Moora modeli bir defa en iyi sipariş gelirini vadetmiştir.
- Buna karşın FCFS ve EDD modelleri hiçbir durumda en fazla toplam sipariş gelirini önermemiş olup genelde ortalama toplam sipariş tutarlarının bile altında kalan tutarları önermiştir.
- Doğrusal fonksiyon2 modelinin doğrusal fonksiyon1'den daha iyi sonuçlar verdiği durumlarda optimize etmeye uygun sipariş kayıtlarının olduğu ve optimizasyonun amaca doğru bir şekilde hizmet ettiği sonucuna varılmıştır.

Önceki çalışmalara bakıldığında, yapılan tez çalışması da bir işletmenin siparişlerini sıralarken toplam gelir getirisini performans göstergesi olarak kullanıldığında çeşitli yöntemlerle siparişleri sıralamanın işletmenin gelirini arttıracak gösterilmiştir. Ayrıca bulgular incelendiğinde FCFS yönteminin önceki çalışmaların sonuçlarına uygun olarak yapılan tez çalışmasında da en başarısız yöntem olduğu, siparişleri FCFS yöntemine göre sıralamanın işletmelere gelir kaybı yaşatacağı gösterilerek yapılan çalışmanın gelir yaklaşımı ve sipariş sıralama literatürüyle uyumlu sonuçlar göstererek bu alana katkı sağladığı gösterilmiştir.

Buradan yola çıkılarak bir üretim işletmesinin kapasite planlamasının işletmenin verimliliği için hayati öneme sahip olduğu çıkarımında bulunulabilir. Yapılan çalışmada, üretim planlamasına esas olan müşteri siparişlerinin belirli karar modelleriyle sıralanarak üretime alındığında, kapasitenin gelir açısından daha verimli kullanılabileceği gösterilmiştir. Genelde üretim işletmelerinin çoğu siparişleri ya geldiği sıraya göre ya da müşterilerin talep ettiği tarihe

göre erkenden geç tarihe doğru üretmeyi tercih etmekte ya da çokça satılan ürünleri kapasitenin boş olduğu durumlarda üretim stokta bulundurarak acil ihtiyaçları bu yolla karşılamayı seçmektedir. Yapılan tez çalışmasında geliştirilen uygulama ve karar verme yöntemleri ile firmaların gelen siparişleri geliş sırasına göre veya müşteri talep tarihine göre erken talep edenden daha geç talep edene göre üretmesinin, belirli kriterlerle siparişleri sıralayarak üretmesinden daha az gelir getireceği gösterilmiştir.

Tez çalışmasında elde edilen bulgularla gösterildiği gibi, siparişleri karar modelleri içerisinde belirli kriterlere göre sıralayıp kapasiteyi bu sıraya göre doldurmanın FCFS ve EDD yöntemlerinden daha fazla geliri işletmeye vadedebileceği çeşitli üretim senaryolarının uygulama yazılımında çalıştırılmasıyla gösterilmiştir. Bu kapsamda bakıldığında yapılan tez çalışmasında önerilen karar destek modeli, problemi sıralamada kullandığı kriterler ile çok kriterli bir karar yapısıyla ele alan yeni bir yaklaşımdır ve sipariş sıralama, teslim tarihi belirleme problemleri için son kullanıcı olarak satış ve pazarlama birimi yöneticilerinin kullanabileceği bir uygulama geliştirilmiş olmasıyla da yapılan ilk çalışmadır.

Bu çalışmada ana amaç siparişe üretim yapan firmaların müşterilerle bir siparişi kesinleştirirken fiyat ve teslim tarihi konularında pazarlık yapma görevini gerçekleştiren satış pazarlama birimi yöneticilerine karar desteği sağlamak ve bu karar desteğini sağlarken ilgili yöneticiye firmanın gelirlerini arttırabilecek yol ve yöntemleri sunmaktır. Bir satış pazarlama birimi tez çalışmasında geliştirilen uygulamayı kullanarak siparişleri 7 yöntemle göre sıralayarak her bir sıralamada ne kadarlık geliri firmasına kazandırabileceğini öğrenebilecek, seçeceği bir yöntemin sıralanmış siparişlerine göre müşterilerine teslim tarihi verebilecektir. Çünkü uygulamada verilen teslim tarihleri, gerçekçi işletme koşullarını baz alarak yapılan hesaplamalardan oluşmaktadır. Geliştirilen uygulamada kullanıcılar işletmelerinin üretim hızlarını ve her üretim öncesi ne kadarlık bir hazırlık süresi harcadığını ortalama hazırlık süresi olarak tanımlayarak üretim sürelerinin gerçekçi bir yaklaşımla hesaplandığını görebilmektedirler.

Ayrıca örneklem olarak seçilen dokumasız kumaş üreticileri için üretim hattının hızını ve dolayısıyla kapasitesini de etkileyen ürünlerin gramaj özelliğini de uygulamada tanımlayarak düşük gramajlı ürünlerin üretim hattından hızlı geçmesi, yüksek gramajlı ürünlerin sabit üretim kapasitesi altında daha yavaş üretilmesi gerçeği, geliştirilen uygulamanın hesaplamalarında da göz önünde bulundurulmuştur. Gerçekçi bir kapasite yönetimi için gerçek hayatta işletmelerin

Üretim hattında meydana çıkabilecek arıza veya planlı bakım verilerinin uygulama yazılımında yer alan bakım planlaması bölümüne kaydedildiğinde, üretim kapasitelerinin hesabında işletmede önceden kayıtlı bakım süreleri göz önünde bulundurularak ilgili süreler kapasitede boş geçilmektedir. Bu uygulama da önceki çalışmaların hiçbirinde teslim tarihi belirlerken veya sipariş sıralaması işlemlerinde göz önünde bulundurulmamış olup yapılan tez çalışması bu yönüyle de diğer formül çalışmalarından hem daha gerçekçi hem daha yenilikçidir.

Geliştirilen uygulama yazılımı bir pazarlama yöneticisine veya işletme sahibine birçok kriteri değiştirerek çeşitli senaryolar durumunda elde edebileceği gelirleri sunması dolayısıyla da oldukça etkilidir ve karar vermeye çok yardımcı bir sistemdir. Bir pazarlama birimi yöneticisi ürününü daha erken bir tarihe isteyen bir müşteri için sistemin önerdiği sıradan daha üst bir sırada yani daha erken bir tarihte yer almasını sağlamak amacıyla o müşteri siparişinde farklı ürün fiyatlarını deneyerek müşterinin sıralamasındaki değişimi ve dolaylı olarak ürün teslim tarihindeki değişimi gözlemleyebilir. Bu sayede ürünü “şu tarihte istiyorsanız, şu kadar fiyata alabilirsiniz.” şeklinde farklı tekliflerde bulunabilmektedir. Bir başka yönden bakıldığında siparişe acil ihtiyacı olmayan bir müşteri için daha geç bir tarihe ancak daha düşük bir fiyata rn verme teklifinde bulunulabilir. Bu durum gerçek hayatta oldukça önemlidir. Çünkü müşteriler ürünleri talep ettikleri tarihlerde almak isterken üretici firmalar, ürünlerini bu tarihlere yetiştirmeye çalışmaktadır. Bazı müşteriler üretici firmaların söz verdiği tarihte ürününü teslim edeceğinden emin oldukları için güven duyduğu üreticiden ürününü daha yüksek fiyata almayı göze alabilmektedir. Çünkü müşteri, talep ettiği ürünün istediği tarihte eline ulaşacağını bilmekte kendi üretim veya satış planını da bu doğrultuda yapabilmektedir. Ancak gerçek piyasada aynı ürünleri çok daha ucuz fiyata sunan ancak söylediği tarihlere yetiştiremeyen güvensiz tedarikçiler de bulunmaktadır. Geliştirilen uygulamanın bu tür durumlarda her iki türdeki üreticiye de faydası bulunmaktadır. rnlerini gerçekçi bir tarihte üreten firmalara çeşitli simülasyonlarda bulunma imkanı sunabilecek olan uygulama yazılımı, söz verdiği tarihe ürünlerini yetiştiremeyen firmalara ise gerçekçi bir teslim tarihi hesabıyla ilgili pazardaki müşterilerini korumayı ve rekabet avantajı kazanmalarını sağlayabilecektir.

Siparişlerin sıralanması olayına bir iş süreci olarak bakıldığında hali hazırda işletmeler gelen siparişleri üretim planındaki uygun bir yere yerleştirerek üreticiye teslim tarihi vermektedir. Ancak siparişleri belirli bir sayıya ulaşana kadar bir havuzda bekleterek, firmanın gelecek üretimlerini planlarken bu havuzdaki siparişleri geliştirilen uygulama yazılımıyla sıralaması ve

seçeceği bir yöntemin sırasına göre üretim planına dahil etmesi aynı zamanda siparişe üretim yapan firmaların pazarlama birimleri için yeni bir iş süreci önermektedir. Bu şekilde gelen siparişler belirli bir sipariş sayısına ulaşınca kadar bekletilerek, belirli bir planlama periyodu için uygulama yazılımında çalıştırılarak müşteriye firmanın kendi seçtiği yöntemin sıralamasına göre teslim tarihi verilebilir. Bunun firmaya kazandıracağı avantajlar ise; kapasitesini daha doğru yönetme, ileriye daha iyi görebilme, siparişlerden elde edeceği gelirleri arttırırken müşterilerine vereceği teslim tarihlerine sadık olarak kendi pazar payını daha da sağlamlaştırma ve arttırma gibi imkânlar kazanmasıdır.

Bir firma sahibi, işletmenin kapasitesiyle ilgili çeşitli kararlar almak amacıyla geliştirilen uygulamayı kullanabilecektir. Örnek vermek gerekirse, uygulamada tanımlanan üretim hızını yani üretim kapasitesini farklı senaryolar için arttırarak veya azaltarak sipariş sıralamada üretilebilecek sipariş sayılarındaki ve elde edilebilecek sipariş gelirlerindeki değişimi gözlemleyebilecektir. Aynı şekilde günlük mesai saat sayısını değiştirerek yani ek vardiya çalıştırarak belirli bir planlama süresi için sipariş gelirlerini ne kadar arttırabileceğini, gelir artışının vardiya artışında ortaya çıkacak personel maliyetine göre kazanç getirip getirmeyeceği gibi durumları uygulama yazılımından karar desteği olarak öğrenebilecektir. Geliştirilen uygulama yazılımı olabildiğince esnekliğe sahiptir. Firma, pazar günü mesai yapıp yapmayacağına kadar uygulamada belirterek ilgili günün kapasitede yer alıp almamasını sağlayabilmektedir. Ayrıca karar modelinde kullanılan ağırlık katsayıları son derece esnek olarak uygulama içerisinde değişime açık bırakılmıştır. Araştırmadan elde edilen uzman görüşleri, farklı senaryolar için değişikliğe tabi tutularak uygulama yazılımında ağırlık katsayıları değiştirilip sipariş sıralama işlemleri yeniden gerçekleştirilmiştir. Bu özellik bir firmaya herhangi bir işletmede kendi istediği ağırlık katsayılarına göre karar modelini kullanma imkanı sunmaktadır. Ayrıca firmalar aynı işletmeyi farklı isimlerle tanımlayarak siparişlerini tüm işletmelere kaydedip farklı ağırlık katsayıları ile çalıştırdığında hangisinden ne kadarlık bir gelir elde edebileceğini de gözlemleyebilecektir.

Uygulama yazılımı birden fazla işletme tanımlamaya ve toplu veri aktarımına uygun şekilde tasarlanmıştır. Firmalar kendi kullandıkları kurumsal kaynak planlama yazılımlarından sipariş kayıtlarını bu uygulama yazılımına aktararak ikinci kez veri girişinde zaman kaybetmemiş olacak ve dışa aktar - içe aktar özellikleri ile iki farklı yazılımı birbirine entegre gibi kullanabileceklerdir. Ayrıca Sanayi 4.0 kapsamında firmaların mevcut otomasyonlarına tam



entegre edilmeye uygun olarak geliştirilen uygulama yazılımı, talep edilen bir kurumsal kaynak planlaması yazılımı ile eşzamanlı çalışacak şekilde tam entegrasyon amacıyla güncellenebilir. Bu sayede firmanın kurumsal kaynak planlaması yazılımından alınan siparişler, firma tarafından önceden belirlenecek olan belirli bir sayıya ulaştığı zaman, geliştirilen uygulama yazılımı otomatik olarak çalıştırılarak en fazla gelir vadeden yöntemin sıralaması otomatik olarak yine kurumsal kaynak planlaması üzerindeki üretim planına aktarılabilir.

Yapılan tez çalışması ile sipariş sıralama ve çizelgeleme problemi literatüründen farklı olarak problem, çok kriterli karar yapısı olarak ele alınmıştır. Siparişler belirli kriterler yardımı ile doğrusal fonksiyon ve Moora yöntemleri ile sıralanıp, teslim tarihleri bu sıralamaya göre belirlenmiştir. Teslim tarihi literatüründen farklı olarak çok kriterli karar verme teknikleri ile yapılan sipariş sıralamalarından belirli bir periyot için elde edilebilecek toplam sipariş gelirleri, uygulama yazılımı ile kullanıcıya karar desteği olarak sunulmuştur. Genelde sayısal analiz ve formülasyon çalışmalarından oluşan çizelgeleme problemleri literatürüne, uygulama yazılımı seviyesinde son kullanıcının kullanabileceği bir karar destek sistemi önerilerek ilgili literatüre farklı bir bakış açısı kazandırmak hedeflenmiştir. Geliştirilen uygulama yazılımında kullanılan veriler TRC1 bölgesinde faaliyet gösteren dokumasız kumaş üretici firmalar için uyarlanan kapasite hesabına göre farklı veri setleri için çalıştırılmış ve veri seti kısıtında elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

Geliştirilen uygulama yazılımında karar yöntemlerinde kullanılan ağırlık katsayıları uzman görüşlerinden elde edilerek kullanılmıştır. Daha sonra uzman görüşlerinden elde edilen ağırlık katsayıları farklı senaryolar için değişikliğe tabi tutulup yeni senaryolarda kullanılmıştır. Sonraki yapılacak çalışmalarda belirli bir veri seti için en fazla geliri vadedecek ağırlık katsayıları genetik algoritma, yapay sinir ağları gibi çeşitli yapay zeka yöntemleri kullanılarak yapılacak optimizasyon çalışmalarıyla hesaplanabilir ve uygulama yazılımlarına bu yapay zeka yöntemleri kazandırılabilir.

Yapılan tez çalışmasında ürünlerin tek bir işletmeden üretilerek hazır hale geldiği varsayılmıştır. Gelecek çalışmalarda birden fazla işletmelerde üretilen ürünler için farklı iş istasyonlarından geçme durumları göz önünde bulundurularak işlem sürelerinin hesaplama yöntemleri güncellenebilir.

Geliştirilen uygulama yazılımı örneklem olarak dokumasız kumaş sektörünün üretim hattı özelliklerine ve verilerine göre çalıştırılmıştır. Uygulama yazılımı daha farklı sektörler için de çalıştırılarak farklı durum çalışmaları yapılabilir. Daha özel sektörler için uygulama yazılımı geliştirilerek aynı yöntemlerin kullanılması sağlanabilir.

Geliştirilen uygulama yazılımı C# programlama dilinde Microsoft Visual Studio.Net platformunda Windows (masaüstü) uygulaması olarak geliştirilmiştir. Benzer şekilde aynı yöntemler farklı platformlarda veya web tabanlı olarak geliştirilebilir.



## KAYNAKLAR

- Aspvall, B., Flåm, S. D., & Villanger, K. P., 1995, Selecting among scheduled projects, *Operations research letters*, 17(1), 37-40.
- Assarzadegan, P., Rasti-Barzoki, M., 2016, Minimizing sum of the due date assignment costs, maximum tardiness and distribution costs in a supply chain scheduling problem, *Applied Soft Computing*, 47, 343-356.
- Attri, R., Grover, S., 2014, Decision Making Over The Production System Life Cycle: Moora Method, *International Journal Of System Assurance Engineering And Management*, 5(3), 320-328.
- Baker, K. R., Trietsch, D., 2015, Trading off due-date tightness and job tardiness in a basic scheduling model, *Journal of Scheduling*, 18(3), 305-309.
- Brauers, W. K. M., 2013, Multi-Objective Seaport Planning By Moora Decision Making, *Annals Of Operations Research*, 206(1), 39-58.
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K., 2010, Project Management By Multimoora As An Instrument For Transition Economies, *Technological And Economic Development Of Economy*, 16(1), 5-24.
- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K., Peldschus, F., & Turskis, Z., 2008, Multi-Objective Decision-Making For Road Design, *Transport*, 23(3), 183-193.
- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T., 2008, Multi-Objective Contractor's Ranking By Applying The Moora Method, *Journal Of Business Economics And Management*, 9(4), 245-255.
- Brauers, W. K., & Zavadskas, E. K., 2006, The Moora Method And Its Application To Privatization In A Transition Economy, *Control And Cybernetics*, 35, 445-469.
- Büyüközkan, G., Göçer, F., 2017, An Extension Of Moora Approach For Group Decision Making Based On Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Numbers In Digital Supply Chain, *In Fuzzy Systems Association And 9th International Conference On Soft Computing And Intelligent Systems (Ifsa-Scis)*, 2017 Joint 17th World Congress Of International (Pp. 1-6). Ieee.
- Caniyilmaz, E., Benli, B., & Ilkay, M. S., 2015, An Artificial Bee Colony Algorithm Approach For Unrelated Parallel Machine Scheduling With Processing Set Restrictions, Job Sequence-Dependent Setup Times, And Due Date, *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 77(9-12), 2105-2115.
- Carr, S., Duenyas, I., 2000, Optimal admission control and sequencing in a make-to-stock/make-to-order production system, *Operations research*, 48(5), 709-720.

- Chaharsooghi, S. K., Honarvar, M., & Modarres, M., 2011, A multi-stage stochastic programming model for dynamic pricing and lead time decisions in multi-class make-to-order firm, *Scientia Iranica*, 18(3), 711-721.
- Chakraborty, S., 2011, Applications Of The Moora Method For Decision Making In Manufacturing Environment, *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 54(9), 1155-1166.
- Charnsirisakskul, K., Griffin, P. M., & Keskinocak, P., 2004, Order selection and scheduling with leadtime flexibility, *IIE transactions*, 36(7), 697-707.
- Charnsirisakskul, K., Griffin, P. M., & Keskinocak, P., 2006, Pricing and scheduling decisions with leadtime flexibility, *European Journal of Operational Research*, 171(1), 153-169.
- Chen, C. S., Mestry, S., Damodaran, P., & Wang, C., 2009, The capacity planning problem in make-to-order enterprises, *Mathematical and computer modelling*, 50(9), 1461-1473.
- Chen, X., Sim, M., Sun, P., & Zhang, J., 2008, A linear decision-based approximation approach to stochastic programming, *Operations Research*, 56(2), 344-357.
- Conway, R. W., Maxwell, W. L., & Miller, L. W., 1967, Theory of scheduling. *Courier Corporation*.
- Çakar, T., Köker, R., & Canay, O., 2015, A new neuro-dominance rule for single-machine tardiness problem with double due date. *Neural Computing and Applications*, 26(6), 1439-1450.
- Çakar, T., Köker, R., & Canay, O., 2015, A New Neuro-Dominance Rule For Single-Machine Tardiness Problem With Double Due Date, *Neural Computing And Applications*, 26(6), 1439-1450.
- Demir, H. I., Cil, I., Uygun, O., Simsir, F., & Kokcam, A. H., 2016, Process Planning And Weighted Scheduling With Wnoppt Weighted Due-Date Assignment Using Hybrid Search For Weighted Customers, *International Journal of Science and Technology*, 2(1).
- Demir, H. I., Cil, I., Uygun, O., Simsir, F., & Kokcam, A. H., 2016, Process Planning And Weighted Scheduling With Wnoppt Weighted Due-Date Assignment Using Hybrid Search For Weighted Customers, *International Journal of Science And Technology*, 2(1).
- Demir, H. I., Uygun, O., Cil, I., Ipek, M., & Sari, M., 2015, Process Planning and Scheduling with SLK Due-Date Assignment where Earliness, Tardiness and Due-Dates are Punished, *Journal of Industrial and Intelligent Information*, 3(3).
- Demir, H. İ., & Erden, C., 2017, Solving process planning and weighted scheduling with WNOPPT weighted due-date assignment problem using some pure and hybrid meta-heuristics, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 210-222.
- Deng, H., Wang, Q., Leong, G. K., & Sun, S. X., 2008, The usage of opportunity cost to maximize performance in revenue management, *Decision Sciences*, 39(4), 737-758.

- Drwal, M., 2017, Robust Scheduling To Minimize The Weighted Number Of Late Jobs With Interval Due-Date Uncertainty, *Arxiv Preprint Arxiv*, 1708.03252.
- Duenyas, I., 1995a, Single facility due date setting with multiple customer classes, *Management Science*, 41(4), 608-619.
- Duenyas, I., & Hopp, W. J., 1995b, Quoting customer lead times, *Management Science*, 41(1), 43-57.
- Easton, F. F., & Moodie, D. R., 1999, Pricing and lead time decisions for make-to-order firms with contingent orders, *European Journal of operational research*, 116(2), 305-318.
- Ebadian, M., Rabbani, M., Jolai, F., Torabi, S. A., & Tavakkoli-Moghaddam, R., 2008, A new decision-making structure for the order entry stage in make-to-order environments, *International Journal of Production Economics*, 111(2), 351-367.
- Erkoç, A. G. M. F., Huysal, K., & Yarman, B. S., 2012, Öğrenme Yönetim Sistemleri (Öys) İçin Bir Karar Verme Modeli, *3. International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 26-28 April, 2012 Antalya-Türkiye
- Ersöz, F., & Atav, A., 2011, Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Moora Yöntemi, *YAEM2011 Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresi*, 05-07 Temmuz 2011, Sakarya Üniversitesi, s: 78, 87.
- Faratin, P., Sierra, C., & Jennings, N. R., 1998, Negotiation decision functions for autonomous agents, *Robotics and Autonomous Systems*, 24(3-4), 159-182.
- Gerns, R., & van Foreest, N. D., 2013, Order acceptance and scheduling policies for a make-to-order environment with family-dependent lead and batch setup times, *International Journal of Production Research*, 51(3), 940-951.
- Gharehgozli, A. H., Rabbani, M., Zaerpour, N., & Razmi, J., 2008, A comprehensive decision-making structure for acceptance/rejection of incoming orders in make-to-order environments, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(9-10), 1016-1032.
- Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C., 1998, A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming, *International journal of production economics*, 56, 199-212.
- Gordon, V. S., & Strusevich, V. A., 2009, Single machine scheduling and due date assignment with positionally dependent processing times, *European Journal of Operational Research*, 198(1), 57-62.
- Guhlich, H., Fleischmann, M., & Stolletz, R., 2015, Revenue management approach to due date quoting and scheduling in an assemble-to-order production system, *OR Spectrum*, 37(4), 951-982.
- Gupta, S. K., Kyparisis, J., & Ip, C. M., 1992, Note—Project selection and sequencing to maximize net present value of the total return, *Management Science*, 38(5), 751-752.

- Hsu, S. Y., & Liu, C. H., 2009, Improving The Delivery Efficiency Of The Customer Order Scheduling Problem in A Job Shop, *Computers & Industrial Engineering*, 57(3), 856-866.
- Ilić, A., 2015, On the variable common due date, minimal tardy jobs bicriteria two-machine flow shop problem with ordered machines, *Theoretical Computer Science*, 582, 70-73.
- Jagan, D., Senthilvel, A. N., Prabhakar, R., & Maheswari, S. U., 2015, Analysis for Maximal Optimized Penalty for the Scheduling of Jobs with Specific Due Date on a Single Machine with Idle Time, *Procedia Computer Science*, 47, 247-254.
- Kalantari, M., Rabbani, M., & Ebadian, M., 2011, A decision support system for order acceptance/rejection in hybrid MTS/MTO production systems, *Applied Mathematical Modelling*, 35(3), 1363-1377.
- Kalibatas, D., Turskis, Z., 2008, Multicriteria Evaluation Of inner Climate By Using Moora Method, *Information Technology And Control*, 37(1).
- Kaminsky, P., Hochbaum, D., 2004, Due date quotation models and algorithms, *Handbook of Scheduling: Algorithms, Models, and Performance Analysis*, 1-34.
- Karande, P., Chakraborty, S., 2012, Application Of Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis (Moora) Method For Materials Selection, *Materials & Design*, 37, 317-324.
- Kasemset, C., Pintaruean, E., 2017, Application Of Job Sequencing Policies in Refrigerated Truck Sequencing: A Case Study. In *Industrial Engineering, Management Science And Application (Icimsa)*, 2017 International Conference On (Pp. 1-5). Ieee.
- Keskinocak, P., Ravi, R., & Tayur, S., 2001, Scheduling and reliable lead-time quotation for orders with availability intervals and lead-time sensitive revenues, *Management Science*, 47(2), 264-279.
- Khataie, A. H., Bulgak, A. A., & Segovia, J. J., 2011, Activity-based costing and management applied in a hybrid decision support system for order management, *Decision Support Systems*, 52(1), 142-156.
- Kim, J. M., Zhou, Y. D., & Lee, D. H., 2017, Priority Scheduling To Minimize The Total Tardiness For Remanufacturing Systems With Flow-Shop-Type Reprocessing Lines, *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 1-12.
- Kumar, K. K., Nagaraju, D., Gayathri, S., & Narayanan, S., 2017, Evaluation And Selection Of Best Priority Sequencing Rule in Job Shop Scheduling Using Hybrid Mcdm Technique, *In Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, (Vol. 197, No. 1, P. 012059). Iop Publishing.
- Kuroda, M., 2016, Integration of product design and manufacturing through real-time due-date estimation and scheduling systems, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 10(3).

- Kushwaha, A., & Bhuneriya, A. K., 2016, Implementation Of Fms Simulation in A Virtual Environment. System, *International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research*, 2(11), 33-46.
- Lee, I. S., & Sung, C. S., 2008, Single machine scheduling with outsourcing allowed, *International Journal of Production Economics*, 111(2), 623-634.
- Leitch, R. A., Philipoom, P. R., & Fry, T. D., 2005, Opportunity costing decision heuristics for product acceptance decisions, *Journal of Management Accounting Research*, 17(1), 95-117.
- Lewis, H. F., & Slotnick, S. A., 2002, Multi-period job selection: planning work loads to maximize profit, *Computers & Operations Research*, 29(8), 1081-1098.
- Li, M., Yao, L., Yang, J., & Wang, Z., 2015, Due date assignment and dynamic scheduling of one-of-a-kind assembly production with uncertain processing time, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 28(6), 616-627.
- Li, S. S., & Chen, R. X., 2017, Common due date assignment and cumulative deterioration scheduling on a single machine, *Engineering Optimization*, 49(6), 976-989.
- Lin, Y. K., & Huang, D. H., 2017, Reliability analysis for a hybrid flow shop with due date consideration, *Reliability Engineering & System Safety*.
- Low, C., Li, R. K., & Wu, G. H., 2016, Minimizing Total Earliness and Tardiness for Common Due Date Single-Machine Scheduling with an Unavailability Interval, *Mathematical Problems in Engineering*, 2016, Article ID 6124734, 12 pages, doi:10.1155/2016/6124734
- Low, C., Li, R. K., Wu, G. H., & Huang, C. L., 2015, Minimizing The Sum Of Absolute Deviations Under A Common Due Date For A Single-Machine Scheduling Problem With Availability Constraints, *Journal Of Industrial And Production Engineering*, 32(3), 204-217.
- Lödding, H., & Piontek, A., 2017, The surprising effectiveness of earliest operation due-date sequencing, *Production Planning & Control*, 28(5), 459-471.
- Lu, L., Liu, Z., & Qi, X., 2013, Coordinated price quotation and production scheduling for uncertain order inquiries, *IIE transactions*, 45(12), 1293-1308.
- Moodie, D. R., 1999a, Demand management: The evaluation of price and due date negotiation strategies using simulation, *Production and Operations Management*, 8(2), 151.
- Moodie, D. R., 1999b, Due date demand management: negotiating the trade-off between price and delivery, *International Journal of Production Research*, 37(5), 997-1021.
- Mor, B., Mosheiov, G., & Shabtay, D., 2013, A note: Minmax due-date assignment problem with lead-time cost, *Computers & Operations Research*, 40(8), 2161-2164.

- Moreira, M. R. A., & Alves, R. A. F., 2009, A Methodology For Planning And Controlling Workload In A Job-Shop: A Four-Way Decision-Making Problem, *International Journal Of Production Research*, 47(10), 2805-2821.
- Nandi, A., & Rogers, P., 2004, Using simulation to make order acceptance/rejection decisions, *Simulation*, 80(3), 131-142.
- Nobibon, F. T., & Leus, R., 2011, Exact algorithms for a generalization of the order acceptance and scheduling problem in a single-machine environment, *Computers & Operations Research*, 38(1), 367-378.
- Nurainun, T., Fudholi, A., Hartati, M., Yendra, R., & Kusumanto, I., 2016, A Multi Due Date Batch Scheduling Model on Dynamic Flow Shop to Minimize Total Production Cost, *Contemporary Engineering Sciences*, 9(7), 315 – 324.
- Oğuz, C., Salman, F. S., & Yalçın, Z. B., 2010, Order acceptance and scheduling decisions in make-to-order systems, *International Journal of Production Economics*, 125(1), 200-211.
- Öner-Közen, M., Minner, S., 2017, Impact Of Priority Sequencing Decisions On On-Time Probability And Expected Tardiness Of Orders in Make-To-Order Production Systems With External Due-Dates, *European Journal Of Operational Research*, 263(2), 524-539.
- Özbek, A., 2015, Akademik Birim Yöneticilerinin Moora Yöntemiyle Seçilmesi: Kırıkkale Üzerine Bir Uygulama, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(38), 1-18.
- Özçelik, G., Atmaca, H. E., 2014, Satın Alma Süreci İçin Moora Metodu İle Tedarikçi Seçimi Problemi, *III. Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon.
- Patel, J. D., Maniya, K. D., 2015, Application Of Ahp/Moora Method To Select Wire Cut Electrical Discharge Machining Process Parameter To Cut En31 Alloys Steel With Brasswire, *Materials Today: Proceedings*, 2(4-5), 2496-2503.
- Patil, R. J., 2010, Due date management to improve customer satisfaction and profitability, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(4), 273-289.
- Philipoom, P. R., Fry, T. D., 1992, Capacity-based order review/release strategies to improve manufacturing performance, *The International Journal Of Production Research*, 30(11), 2559-2572.
- Philipoom, P. R., Fry, T. D., 1999, Order review/release in the absence of adherence to formal scheduling policies, *Journal of Operations Management*, 17(3), 327-342.
- Pibernik, R., Yadav, P., 2008, Dynamic capacity reservation and due date quoting in a make-to-order system, *Naval Research Logistics (NRL)*, 55(7), 593-611.
- Raaymakers, W. H., Bertrand, J. W. M., & Fransoo, J. C., 2000, The performance of workload rules for order acceptance in batch chemical manufacturing, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(2), 217-228.



- Rom, W. O., Slotnick, S. A., 2009, Order acceptance using genetic algorithms, *Computers & Operations Research*, 36(6), 1758-1767.
- Samarghandi, H., Behroozi, M., 2016, An Enumeration Algorithm for the No-Wait Flow Shop Problem with Due Date Constraints, *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1803-1808.
- Sarkar, A., Panja, S. C., Das, D., & Sarkar, B., 2015, Developing An Efficient Decision Support System For Non-Traditional Machine Selection: An Application Of Moora And Moosra, *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 324-342.
- Schäfer, R., Chankov, S., & Bendul, J., 2016, What is Really “On-Time”? A Comparison of Due Date Performance Indicators in Production, *Procedia CIRP*, 52, 124-129.
- Senju, S., Toyoda, Y., 1968, An approach to linear programming with 0-1 variables, *Management Science*, B196-B207.
- Shabtay, D., Steiner, G., & Zhang, R., 2016, Optimal coordination of resource allocation, due date assignment and scheduling decisions, *Omega*, 65, 41-54.
- Shabtay, D., Steiner, G., & Zhang, R., 2016, Optimal Coordination Of Resource Allocation, Due Date Assignment And Scheduling Decisions, *Omega*, 65, 41-54.
- Slotnick, S. A., Morton, T. E., 2007, Order acceptance with weighted tardiness, *Computers & Operations Research*, 34(10), 3029-3042.
- Snoek, M., 2000, Neuro-genetic order acceptance in a job shop setting, *In Proceedings of the 7th International Conference on Neural Information Processing* (pp. 815-819).
- Şimşek, A., Çatır, O., & Ömürbek, N., 2015, Topsis ve Moora Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama, *Balikesir University Journal Of Social Sciences Institute*, 18(33).
- Tepe, S., Görener, A., 2014, Analitik Hiyerarşi Süreci ve Moora Yöntemlerinin Personel Seçiminde Uygulanması / An Implementation Of Analytic Hierarchy Process And Moora Methods On The Employee Selection. *Istanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(25), 1.
- Türe, H., Koçak, D., & Doğan, S., 2016, Multimoora Yöntemi ile Ülke Riski Değerlendirmesi, *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 824-844.
- Uygurtürk, H., 2015, Bankaların İnternet Şubelerinin Bulanık Moora Yöntemi ile Değerlendirilmesi / Evaluating İnternet Branches Of Banks Using Fuzzy Moore Method, *International Journal Of Management Economics & Business*, 11(25), 115.
- Ünal, A.N., 2005, Stratejik Karar Verme Modelleri, Doktora, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü..
- Van Foreest, N. D., Wijngaard, J., & Van Der Vaart, T., 2010, Scheduling and order acceptance for the customised stochastic lot scheduling problem, *International Journal of Production Research*, 48(12), 3561-3578.

- Vig, M. M., Dooley, K. J., 1991, Dynamic rules for due-date assignment, *International Journal of Production Research*, 29, 1361-1377.
- Wu, M. C., Chen, S. Y., 1996, A cost model for justifying the acceptance of rush orders, *International Journal of Production Research*, 34(7), 1963-1974.
- Yang, B., Geunes, J., 2007, A single resource scheduling problem with job-selection flexibility, tardiness costs and controllable processing times, *Computers & Industrial Engineering*, 53(3), 420-432.
- Yıldırım, B. F., Önay, O., 2013, Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık Ahp–Moora Yöntemi Kullanılarak Sıralanması, *İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, 24(75), 59-81.
- Yoon, S. W., Nof, S. Y., 2011, Cooperative production switchover coordination for the real-time order acceptance decision, *International Journal of Production Research*, 49(6), 1813-1826.
- Zahedi, Z., Samadhi, T., Suprayogi, S., & Halim, A., 2016, Integrated batch production and maintenance scheduling for multiple items processed on a deteriorating machine to minimize total production and maintenance costs with due date constraint, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 7(2), 229-244.
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z., 2013, Multi-Criteria Assessment Of Facades' Alternatives: Peculiarities Of Ranking Methodology, *Procedia Engineering*, 57, 107-112.
- Zhao, C., 2016, Common due date assignment and single-machine scheduling with release times to minimize the weighted number of tardy jobs, *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 33(1), 239-249.
- Zorzini, M., Corti, D., & Pozzetti, A., 2008, Due date (DD) quotation and capacity planning in make-to-order companies: Results from an empirical analysis, *International Journal of Production Economics*, 112(2), 919-933.

## EKLER

**EK 1 Türetilmiş Veriler İçin İŞLETME3\_BAKIM İşletmesinde Tanımlanan Bakım  
ve Arıza Kayıtları**

| No | İşletme Adı    | Bakım Başlangıç<br>Zamanı | Bakım<br>Süresi |
|----|----------------|---------------------------|-----------------|
| 1  | İŞLETME3_BAKIM | 26.11.2017 19:34          | 70              |
| 2  | İŞLETME3_BAKIM | 22.11.2017 19:26          | 60              |
| 3  | İŞLETME3_BAKIM | 25.11.2017 04:49          | 20              |
| 4  | İŞLETME3_BAKIM | 23.11.2017 03:25          | 90              |
| 5  | İŞLETME3_BAKIM | 23.11.2017 21:08          | 30              |
| 6  | İŞLETME3_BAKIM | 26.11.2017 19:29          | 50              |
| 7  | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26          | 80              |
| 8  | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33          | 45              |
| 9  | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17          | 25              |
| 10 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16          | 35              |
| 11 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26          | 20              |
| 12 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33          | 35              |
| 13 | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17          | 20              |
| 14 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16          | 65              |
| 15 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26          | 55              |
| 16 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33          | 20              |
| 17 | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17          | 10              |
| 18 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16          | 15              |

|    |                |                  |    |
|----|----------------|------------------|----|
| 19 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26 | 90 |
| 20 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33 | 75 |
| 21 | İŞLETME3_BAKIM | 26.11.2017 19:34 | 70 |
| 22 | İŞLETME3_BAKIM | 22.11.2017 19:26 | 60 |
| 23 | İŞLETME3_BAKIM | 25.11.2017 04:49 | 20 |
| 24 | İŞLETME3_BAKIM | 23.11.2017 03:25 | 90 |
| 25 | İŞLETME3_BAKIM | 23.11.2017 21:08 | 30 |
| 26 | İŞLETME3_BAKIM | 26.11.2017 19:29 | 50 |
| 27 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26 | 80 |
| 28 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33 | 45 |
| 29 | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17 | 25 |
| 30 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16 | 35 |
| 31 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26 | 20 |
| 32 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33 | 35 |
| 33 | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17 | 20 |
| 34 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16 | 65 |
| 35 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26 | 55 |
| 36 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33 | 20 |
| 37 | İŞLETME3_BAKIM | 24.12.2017 13:17 | 10 |
| 38 | İŞLETME3_BAKIM | 20.12.2017 03:16 | 15 |
| 39 | İŞLETME3_BAKIM | 24.11.2017 18:26 | 90 |
| 40 | İŞLETME3_BAKIM | 20.11.2017 21:33 | 75 |

**EK- 2 Gaziantep Sanayi Odası İzin Yazısı****GAZİANTEP SANAYİ ODASI**

Tarih: 21/07/2016  
Sayı : 100-12807/2302

Sayın Üyemiz,

Kilis 7 Aralık Üniversitesi bilgisayar Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü, Öğr.Gör.Cemal AKTÜRK'ün İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı anabilim dalı doktora programı kapsamında "Non-woven kumaş üreten firmaların sipariş sıralama ve teslim tarihi belirleme sorunlarının çözümü" için yürüttüğü yüz yüze anket çalışması konusunda kendisine yardımcı olmanızı rica ederim

Saygılarımla  
**Kürşat GÖNCÜ**  
Genel Sekreter



İSTASYON CAD. NO: 43 Şehitkamil/GAZİANTEP TEL:(0.342) 221 09 00 FAKS:(0.342) 230 16 82  
URL:www.gso.org.tr E-MAIL: gso@gso.org.tr

## ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Adı Soyadı       | Cemal AKTÜRK                                                             |
| Doğum Yeri       | KİLİS                                                                    |
| Doğum Tarihi     | 10.10.1985                                                               |
| Uyruğu           | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |
| Telefon          | 0 542 719 29 16                                                          |
| E-Posta Adresi   | cakturk@kilis.edu.tr                                                     |
| Web Adresi       |                                                                          |



| Eğitim Bilgileri |                         |
|------------------|-------------------------|
| Lisans           |                         |
| Üniversite       | Mersin Üniversitesi     |
| Fakülte          | Mühendislik Fakültesi   |
| Bölümü           | Bilgisayar Mühendisliği |
| Mezuniyet Yılı   | 2008                    |

| Yüksek Lisans    |                            |
|------------------|----------------------------|
| Üniversite       | Mustafa Kemal Üniversitesi |
| Enstitü Adı      | Fen Bilimleri Enstitüsü    |
| Anabilim Dalı    | Enformatik Anabilim dalı   |
| Programı         | Enformatik Programı        |
| Mezuniyet Tarihi | 05.05.2014                 |

| Doktora          |                          |
|------------------|--------------------------|
| Üniversite       | İstanbul Üniversitesi    |
| Enstitü Adı      | Fen Bilimleri Enstitüsü  |
| Anabilim Dalı    | Enformatik Anabilim Dalı |
| Programı         | Enformatik Programı      |
| Mezuniyet Tarihi | 23.02.2018               |

| Makale ve Bildiriler                                                                                                                                                                                                                    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Aktürk, C., Gülseçen, S., 2017, Teslim Tarihi Problemi ve İnovatif Bir Karar Modeli Önerisi, <i>Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi</i> , 1(2), 103-119.                                                          |  |
| Aktürk, C., Gülseçen, S., 2017, A Proposal of Multi Criteria and Multi Method Decision Support System for Order Delivery Date Problem, <i>4. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri Konferansı</i> , 17-20 Ekim 2018, İstanbul-Türkiye |  |