

## Sipariş Teslim Tarihi Problemi İçin Çok Kriterli ve Çok Yöntemli Karar Destek Sistemi Önerisi\*

Cemal Aktürk<sup>1</sup>

Sevinç Gülseçen<sup>2</sup>

### Öz

Siparişe göre üretim yapan firmalar, müşterilerinden gelen siparişleri hangi tarihte teslim edeceklerini belirleyerek müşterilerine teslim tarihi teklifinde bulunurlar. Müşterilerin beklentisinden daha geç bir tarih verilmesi durumunda firmalar siparişin iptali veya müşteri kaybı durumlarıyla karşılaşabilmektedir. Bu çalışmada müşteri memnuniyetini ve firmanın önceliklerini dengeleyebilmek için teslim tarihi belirleme problemini çok kriterli bir karar yapısı olarak ele alan bir karar destek modeli önerilmiştir. Önerilen modelde kullanıcı, teklif havuzundaki siparişleri tek arayüzde 6 karar modeli ile sıralayarak, her farklı sıralama modeli için siparişlere teslim tarihi atamasını gerçekleştirmektedir. Karar destek modeli 6 model için belirli bir planlama ufkunda teslim tarihi verilen siparişlerden ne kadar gelir elde edileceğini göstererek, pazarlama birimi yöneticilerine gelir yaklaşımına dayanarak karar verme kolaylığı sağlamaktadır. Yapılan çalışmada, teslim tarihi problemi çok kriterli bir karar yapısı ile modellenerek, 6 farklı yöntem ile aynı uygulama yazılımında kullanıcıya karar desteği sağlayan ilk çalışma olduğu için teslim tarihi literatürüne de katkı sağlanmıştır.

### Anahtar Kelimeler

Karar destek sistemleri • Çok kriterli karar modelleri • Siparişe göre üretim • Teslim tarihi

### A Multi-Criteria, Multi-Method Decision Support System for the Order Delivery Date Problem

### Abstract

Make-to-order firms determine order delivery dates based on information provided by the customers and accordingly present their delivery date bids to customers. If a delivery is not made by the expected date, the company may face order cancellation or the customer's refusal to pay. In this study, a decision support model, which deals with the problem of determining the delivery date, was proposed, and involves using a multi-criteria decision structure to balance customer satisfaction and organizational priorities. In the proposed model, the user assigns an order delivery date for each sorting model by sorting the orders in the bid pool of six decision models embedded into one interface. The proposed decision support model facilitates decision-making by utilizing six methods, based on the revenue approach of marketing managers, to determine how much revenue will be generated from orders with delivery dates within a specific period. In this study, the delivery date problem was modeled using a multi-criteria decision structure and contributes to delivery date literature by being the first study to develop a decision support system for users within the same application software, but with six different methods.

### Keywords

Decision support systems • Multi-criteria decision models • Make-to-order • Delivery date

\* Bu çalışma 17-20 Ekim 2017 tarihinde İstanbul Üniversitesinde düzenlenen 4. International Management Information Systems Conference'ta (IMISC2017) sözlü bildiri olarak sunulmuş, özet bildiri olarak yayımlanmıştır.

1 Sorumlu yazar: Cemal Aktürk (Dr. Öğr. Üyesi), Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kilis Türkiye. Eposta: cakturk@kilis.edu.tr

2 Sevinç Gülseçen (Prof. Dr.), İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul Türkiye. Eposta:sevincg@yahoo.com

**Atf:** Aktürk, C. ve Gülseçen, S. (2018). Sipariş teslim tarihi problemi için çok kriterli ve çok yöntemli karar destek sistemi önerisi. *Istanbul Management Journal*. Advance Online Publication. <http://dx.doi.org/10.26650/imj.2018.29.84.0004>

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. Siparişe göre üretim yapan işletmeler için ürün fiyatı ve sipariş teslim tarihi kritik kararlardır. Bu kararların etkin şekilde verilmesi hem firmanın amaçları hem de müşteri memnuniyeti açısından oldukça önemlidir. Siparişe göre 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 siparişlerine çok geç teslim tarihi teklif eder. Bu durum müşteri kaybına ve dolayısıyla pazardaki payında azalmaya sebebiyet verir. Bu sebeple teslim tarihine etki eden tüm faktörlerin firma politikası ve öncelikleri doğrultusunda optimum bir dengede tutulması, işletmenin karlılığı, müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakati açısından oldukça önemlidir. Üretime alınacak siparişleri sıralarken, kapasitenin ve hammaddenin uygunluk durumuna ek olarak müşterinin yıllık sipariş miktarı, siparişin parasal tutarı, müşterinin sadakat durumu, pazardaki payı ve talep ettiği teslim tarihi gibi kriterler de etkili olabilmektedir. Bazı firmalar bu kriterlerden sadece birkaçına göre değerlendirme yaparken bazıları hiçbir kriteri göz önünde bulundurmaz. Ancak bütün bu faktörler siparişlerin teslim tarihini belirlemede ve ürün fiyatlarında önemli bir etkiye sahip olduğu için birlikte ele alınması gereken bir konudur.

Önceki çalışmalara bakıldığında; 1967 yılında ilk çalışma, teslim tarihini tahmin etmek amacıyla iş akış sürelerini hesaplayan metotlardan oluşmuştur (Conway ve ark., 1967). Bir sipariş karışımı içerisinde en uygun olanları seçmek amacıyla yapılan çalışma Senju ve Toyoda (1968) tarafından 1968 yılında lineer programlama metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Vig ve Dooley 1991’de teslim tarihi atamaya 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. Wein ve Chevalier (1992) teslim tarihi müzakerelerini modelleyerek çalışmalarında, kısmi bir gecikme yüzdesi sınırlamasıyla ortalama teslim sürelerini minimize etmeyi hedeflemişlerdir (Wein ve Chevalier, 1992). Philipoom tarafından 1992 yılında yapılan çalışmada “order review / release (ORR)” yani “sipariş gözden geçirme / bırakma” kavramıyla karşılaşılmıştır. Bu zamana kadarki çalışmalarda gelen her siparişin kabul edileceği varsayıldığından siparişi reddetme durumları hiç göz önüne alınmamıştır. Philipoom (1992), çalışmasında bir siparişi reddederek müşterinin başka tedarikçilerden siparişini temin etmesinin, müşteriye geç sipariş 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. Duenyas (1995) tarafından 1995 yılında, teslim tarihi ve fiyat konusunda farklı tercihleri olan birkaç müşteri

sınıfı için siparişleri sıralayan ve teslim tarihi atayan bir çalışma yapılmıştır. Acil bir siparişi kabul etmenin maliyetini karışık tamsayı programlama modeli ile hesaplayan bir çalışma 1996 yılında Wu ve Chen tarafından yapılmıştır. Moodie 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 (Moodie, 1999). Talep yönetimi ile ilgili birçok çalışması bulunan Moodie, 1999 yılında yaptığı 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 oldukça faydalı olduğunu göstermiştir. 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. Keskinocak ve arkadaşları (2001) ise “acil teklif” durumunu taktim ederek müşteri sipariş talebine verilecek fiyat tekliflerinde siparişin acilen talep edilmesi durumunda yani teslim süresi hassasiyeti olduğu durumlarda fiyatlandırma politikasının değişerek yüksek gelir getirici siparişlerin acil olarak üretilebileceğini göstermişlerdir. Sonraki yıllarda, müşterilerin beklentilerine, coğrafi farklılıklarına göre aynı ürünler için farklı fiyat politikaları kullanarak talep, fiyat, kapasite, teslim süresi gibi kısıtlar altında maksimum işletme karına ulaşabilmek için bir formülizasyon çalışması yapılmıştır (Charnsirisakskul ve ark., 2006). Ebadian ve Zorzini isimli araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarda gelen siparişleri kar ve pazar paylarına göre yüksek öncelikli ve düşük öncelikli siparişler olarak 2 gruba ayırmışlardır (Ebadian, 2007; Zorzini ve ark., 2006). Pibernik ve Yadav (2008), müşterileri yüksek öncelikli ve normal olmak üzere 2 sınıfa ayırıp, yüksek öncelikli müşterilere kapasite rezervinin hem bu müşterilerin taleplerinin karşılanmasını hem de işletmenin genel kapasite kullanım oranını arttırdığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada kar maksimizasyonuna dayalı amaç fonksiyonunda siparişlerden elde edilen toplam gelirden toplam gecikme maliyetinin farkını alarak işletmenin nasıl daha karlı duruma geçebileceğine dikkat çekilmiştir (Rom ve Slotnick, 2008). Patil tarafından “Müşteri memnuniyetine odaklı dinamik teslim tarihi teklifi politikasının” müşteri memnuniyeti ve net kar açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Patil, 2010). Chaharsooghi ve arkadaşlarının (2011) çalışmasında sınırlı bir üretim kapasitesi ve stokastik talep fonksiyonu altında çok periyotlu siparişe göre üretim yapılan işletmelerde; dinamik olarak fiyat, teslim süresi seçimi ve müşterilerin gruplandırılmasındaki esnekliğin işletme performansını arttırdığına dikkat çekilmiştir. Khatai ve arkadaşlarının (2011) sunduğu modele göre, daha fazla siparişi yerine getirmenin fiilen şirketin kârını düşürdüğünü ve ürün satış fiyatını ayarlamayı gerektirdiği gösterilmektedir. Guhlich ve arkadaşları tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada, gelir yönetiminde kar maksimizasyonu sağlayabilmek amacıyla, siparişe göre montaj yapan işletmeler için bir talep yönetim modeli öne sürülmektedir. Çalışmada öne sü-

rülen model ile karlı bulunan siparişler kendi teslim tarihleri ile kabul edilmekte, karlı bulunmayan siparişler ise reddedilmektedir (Guhlich ve ark., 2015).

2016 yılında yapılan bir diğer çalışmada tek makineli üretim ortamında gecikme ile ilgili maliyetlerin en aza indirilmesi sorunu araştırılmıştır. Problemin çözümünde formüller karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama ve karışık tamsayı programlama yöntemleri kullanılarak çözülmüştür (Assarzagdegan ve Barzoki, 2016). Shabtay ve arkadaşları (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 arkadaşları (2016), dört gerçek üretici firmanın geribildirim verileri üzerinde istatistiksel hesaplamalar yaparak şirketlerin kullandığı teslim tarihi performans kriterleri olan gecikme, göreceli gecikme, zamanlama güvenirliliği gibi özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkilerini analiz etmiştir. Demir ve arkadaşları (2016) entegre süreç planlama, çizelgeleme ve teslim tarihi atama problemi üzerinde çalışmışlardır. Aynı problem için Demir ve Erden (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise genetik algoritmanın en iyi çözümü sunduğu vurgulanmıştır. Samarghandi ve Behrooz (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. 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. 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 (Low ve ark., 2016). Li ve Chen (2017) tarafından geliştirilen polinom-zaman algoritması ile tek makineli planlama ortamında teslim tarihi atama problemine bir çözüm önerilmektedir. 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 arkadaşları (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 makededeki 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 ark., 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 arkadaşları (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. Drwal (2017) ise yaptığı çalışmada tek makina çizelgeleme problemi için teslim tarihlerinin tam olarak bilinmediği durumlarda, geç kalan işlerin sayısını minimize etmeyi amaçlamıştır. 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.

Yapılan çalışmada, firmaların pazarlama politikaları çerçevesinde teslim tarihi problemini çok kriterli bir karar yapısı olarak göz önünde bulundurarak, hem müşteri memnuniyetini koruyacak hem de işletme gelirlerini belirli bir dengede tutacak entegre karar modelleri tasarlanmıştır. Klasik karar destek sistemlerine nazaran çok kriterli karar yapılarıyla tasarlanan karar destek sistemleri; farklı yöntemlerle probleme çözüm sunarken, interaktif olarak kriterlerin değerlerini veya kriter ağırlıklarını değiştirerek sonuçları analiz etme imkanı vermektedir (Jelassi ve ark., 1985). Tasarlanan karar modellerinde kullanılacak kriterler ve bu kriterlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs/Ahp) yöntemi kullanılarak uzman görüşlerinden elde edilmiştir. Daha sonra ilgili kriterlerin kullanıldığı karar destek sistemi C#.net ortamında geliştirilmiştir. Önceki çalışmalara bakıldığında teorik çalışmalardan ileri gitmeyen, son kullanıcıların kullanabileceği bir arayüze sahip olmayan modeller görülmektedir. Yapılan çalışmada önerilen karar modelleri karşılaştırmalı şekilde çalıştırılabilecek bir ürün haline getirilmiş ve son kullanıcıların kullanabileceği bir ürün olarak programlanmıştır.

Ayrıca geliştirilen uygulama yazılımı sayesinde, pazarlama birimi yöneticilerine sipariş tekliflerini kesinleştirmeden önce havuzda bulunan siparişlerin sıralamasını analiz ederek firmanın karlılığını ve pazardaki rekabet gücünü arttırabilecek kararlar almayı kolaylaştıracak bir iş süreci önerilmiştir. Önerilen sipariş sıralama süreci, dünya çapında yaygın olarak kullanılan SAP, Dynamics gibi kurumsal kaynak planlaması (ERP) yazılımlarındaki süreçlerde bile mevcut olmadığı için geliştirilen yazılım veri içe aktarma ve veri dışı aktarma özellikleri ile ERP yazılımları ile entegre kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.

## Yöntem

### Karar Modeli

Yapılan çalışmada, Türkiye’de kalkınmada öncelikli TRC1 bölgesindeki tekstil sektörünün ihtiyaçları baz alınarak uygulama geliştirilmiştir. Bölgede hızla büyüyen ve yüksek teknolojik bir altyapıya sahip olan dokumasız kumaş üretici firmalarının

satış pazarlama birimi yöneticileri ile yapılan yüz yüze görüşmelerde uzman görüşleri sorularak sipariş sıralamasında etkili faktörler olarak aşağıdaki kriterler belirlenmiştir.

Müşteri açısından; müşterinin yıllık siparişlerinin toplam cirosu, yıllık toplam sipariş miktarı, firma ile kaç yıldır düzenli şekilde ticari faaliyetlerde bulunduğu kriterleri siparişlerin sıralamasının değişmesinde etkili bulunmuştur. Ek olarak bir siparişin toplam gelirinin siparişin sırasının değişmesinde etkili olacağı anlaşılmıştır. Bu kriterler baz alınarak 1, 2 ve 3 nolu denklemlerde gösterilen doğrusal bir fonksiyon olarak karar modeli ortaya çıkarılmıştır. 1 numaralı denklem, sipariş sıralamasına etki eden müşteri kriterlerini ifade etmektedir. Denklemlerdeki “i” değişkeni her bir sipariş kaydını, X değişkenleri ise kriterleri ifade eder. X<sub>1</sub>; müşterinin yıllık cirosunu, X<sub>2</sub>; müşterinin yıllık sipariş miktarını, X<sub>3</sub>; müşteri ile çalışılan yıl sayısını ifade etmektedir. Kriterlerin önündeki w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub> ve w<sub>3</sub> ise bu kriterlerin kararda ne kadar etkili olacağını belirten ağırlık katsayılarıdır ve toplam ağırlık katsayıları 1’e eşit olmalıdır. 2 numaralı denklemde gösterilen X<sub>4</sub> kriteri, karar modelinde bir sipariştan elde edilecek toplam geliri yani siparişin toplam tutarını ifade eder. Ana fonksiyon olarak 3 numaralı denklem ile gösterilen amaç fonksiyonu müşteri ve sipariş kriterlerinin belirli oranda ağırlıklandırılması ile elde edilir ve sipariş sıralama kararında her bir sipariş kaydı için bu fonksiyon değerinin maksimizasyonu amaçlanmaktadır.

$$M(i) = w_1 \cdot X_1 + w_2 \cdot X_2 + w_3 \cdot X_3 \quad (1)$$

$$S(i) = X_4 \quad (2)$$

$$F(i) = W_1 \cdot M(i) + W_2 \cdot S(i) \quad (3)$$

### Veri Toplama ve Verilerin Analizi

Karar modelinde gösterilen w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub> ile W<sub>1</sub> ve W<sub>2</sub> ağırlık katsayıları ilgili kriterlerin önem derecelerini bildirmektedir. Bu katsayıların değerlerini belirlemek için bölgede ilgili sektörde aktif faaliyet gösteren 9 firmadan 6’sının satış ve pazarlama birimi yöneticileriyle görüşülmüştür. Katılımcılara, Saaty’nin 1-9 ölçekli AHP tekniği ile hazırlanan ve Tablo 1’de gösterilen anket yüz yüze uygulanarak yöneticilerden kriterlerin önem dereceleri belirtmeleri istenmiştir (Saaty, 1980). Burada kullanılan değerlendirme ölçeğine göre 9 kesin önemli, 7 çok kuvvetli derecede önemli, 5 kuvvetli derecede önemli, 3 biraz daha fazla önemli, 1 ise eşit derecede önemli anlamında kullanılır. İkili olarak yapılan kriter karşılaştırmalarında her iki kriter aynı öneme sahip ise “1” değeri, sağ taraftaki kriter daha önemli ise önem derecesine göre sağdaki değerler, sol taraftaki kriter daha önemli ise soldaki değerlerden önem derecesinin belirtilmesi istenmiştir. AHP anket sorularına verilen yanıtlar her bir anket için tutarlılık testinden geçirilerek kontrol edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda tutarlılık indisi değeri 0.05 değerinden küçük çıkmıştır. Microsoft Excel programında her

bir katılımcının verdiği yanıtlardan gerekli normalizasyon işlemi ve hesaplamalar sonrasında kriterlerin önem dereceleri yani ağırlık katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo 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)

### İhtiyaç Analizi ve Veritabanı Tasarımı

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 (metre/dk), planlamanın başlatılacağı zaman, planlama periyodu gün sayısı gibi üretim ortamıyla ilgili değişkenler parametrik olarak girilebilmektedir ve birden fazla işletme tanımı yapılabilmektedir.

### Uygulama Yazılımının Tasarımı ve Kodlanması

Veritabanına tanımlanan tabloların veri giriş çıkış işlemleri için Müşteri, İşletme, Bakım, Sipariş ve Parametre formları tasarlanmıştır. Müşteri ve sipariş gibi çoklu kayıtların hazır bir Excel dosyasından içe aktarımının yapılabilmesi ve elde edilen sonuçların dışa aktarılabilmesi için Excel içe aktar/ dışa aktar fonksiyonları kodlanmıştır. Yapılan arayüz tasarımında, kullanıcının kolaylıkla yazılımı kullanabilmesi için sadelik ve basitlik ilkelerine uyulmuştur. Bu doğrultuda, tek bir ekrandan farklı 6 yöntemin çalıştırılarak her bir yöntemin sonucu olan toplam gelirin tek ekranda karşılaştırılabilir olarak izlenebilmesi sağlanmıştır. Şekil 1’de uygulama yazılımının sipariş kaydı, Şekil 2’de ise sipariş sıralama işlemlerinin ekran görüntüsü gösterilmektedir. Sipariş kayıt formunda her bir sipariş kaydı “Yeni Kayıt” ve “Kaydet” komutları kullanılarak girilebilmektedir. Veriler daha önce bahsedildiği üzere Excel dosyasından toplu olarak da aktarılabilir. Sipariş sıralama fonksiyonunda Şekil 2’de görülebileceği üzere Doğrusal1, Doğrusal2, Fcfs, Edd, Moora ve Ağırlıklı Moora yöntemleri tek tek çalıştırılabileceği gibi hepsini çalıştır butonu ile tek seferde tüm yöntemler çalıştırılabilmektedir. Bu yöntemlerden Doğrusal1 ismindeki fonksiyon (3) numaralı

denkleme belirtilen amaç fonksiyonunun her bir sipariş kaydı için çalıştırılarak, bu fonksiyon değerine göre sipariş kayıtlarını büyükten küçüğe sıralayarak elde edilir. Doğrusal2 fonksiyonunda da aynı işlemler gerçekleştirilir. Ek olarak siparişte müşteriler tarafından talep edilen teslim tarihleri var ise, sıralama sonrası bir düzeltme fonksiyonu uygulanmaktadır. Bu düzeltme fonksiyonunda, mevcut sıralamada tüm kayıtlar talep edilen teslim tarihine ve sistem tarafından atanan teslim tarihine göre kontrol edilerek, siparişlerin erken veya geç olma durumuna göre sınıflandırılır. Ayrıca erken ve geç kalma durumunun gün sayısı hesaplanmaktadır. Örneğin talep edilen tarihten daha erken bir tarih hesaplanan bir sipariş için +2 gün, talep edilenden daha geç tarih üretilen bir sipariş için -3 gün gibi sonuçlar üretilmektedir. Daha sonra sondan geriye doğru sipariş kayıtları kontrol edilerek, geç kalan siparişlerle kendisinden önce üretilecek erken olarak nitelenen siparişler içerisinde erken siparişin talep tarihini geciktirmeyecek şekilde gerekli kontroller yapılarak, siparişlerin sırası değiştirilir. Yeniden teslim tarihi tüm siparişler için atanır. Bu şekilde mevcut tarih esnekliklerinin tamamı her bir döngüde tekrar edilerek kayıtların el verdiği ölçüde bir optimizasyon işlemi yapılmış olur.

SIPARIŞ NO	MÜŞTERİ ADI	GELİŞ TARİHİ	TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ	İŞLETME ADI	MIKTAR	BİRİM	ÖRÜN ADI	BİRİM FİYAT	TUTARI	HESAPLANAN ÜRETİM SÜRESİ (gün)	
9	16	HONDA	17.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	9781.81818...	METRE	ÖRÖN16	2.8	10000	195.64
41	37	GEÇÖR PLAS...	28.02.2017...	24.03.2017...	SPL5	15700	METRE	ÖRÖN5	4.9	30000	314
15	28	SELÇÜK	08.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	13163.6363...	METRE	ÖRÖN12	4	20000	263.27
75	32	ATAK	28.02.2017...	22.03.2017...	SPL5	14290.9090...	METRE	ÖRÖN16	4.4	30000	285.82
80	39	ATAK	28.02.2017...	25.03.2017...	SPL5	16263.6363...	METRE	ÖRÖN7	5.1	30000	325.27
77	23	GEÇÖR PLAS...	28.02.2017...	19.03.2017...	SPL5	11754.5454...	METRE	ÖRÖN7	3.5	20000	235.09
78	25	ATAK	28.02.2017...	19.03.2017...	SPL5	12318.1818...	METRE	ÖRÖN9	3.7	20000	246.36
4E	24	AKCANLAR	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	12036.3636...	METRE	ÖRÖN8	3.6	20000	240.73
7E	16	HONDA	28.02.2017...	17.03.2017...	SPL5	9781.81818...	METRE	ÖRÖN16	2.8	10000	195.64
7C	34	KAPLAN	28.02.2017...	23.03.2017...	SPL5	14854.5454...	METRE	ÖRÖN2	4.6	30000	297.09
1E	17	VW	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	10063.6363...	METRE	ÖRÖN1	2.9	10000	201.27
71	36	KURT KUMAŞ	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	15418.1818...	METRE	ÖRÖN4	4.8	30000	308.36
7C	18	OPEL	28.02.2017...	17.03.2017...	SPL5	10345.4545...	METRE	ÖRÖN2	3	20000	206.91
6E	27	KAPLAN	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	12881.8181...	METRE	ÖRÖN11	3.9	20000	257.64
7C	34	KAPLAN	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	14854.5454...	METRE	ÖRÖN2	4.6	30000	297.09
67	20	KAPLAN	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	10909.0909...	METRE	ÖRÖN4	3.2	20000	218.18
6E	25	ATAK	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	12318.1818...	METRE	ÖRÖN9	3.7	20000	246.36
4E	40	FORD	28.02.2017...	25.03.2017...	SPL5	16545.4545...	METRE	ÖRÖN8	5.2	30000	330.91
6E	18	OPEL	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	10345.4545...	METRE	ÖRÖN2	3	20000	206.91
6E	27	KAPLAN	28.02.2017...	20.03.2017...	SPL5	12881.8181...	METRE	ÖRÖN11	3.9	20000	257.64
33	30	GEÇÖR PLAS...	28.02.2017...	21.03.2017...	SPL5	13727.2727...	METRE	ÖRÖN14	4.2	20000	274.55
61	29	KURT KUMAŞ	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	13445.4545...	METRE	ÖRÖN13	4.1	20000	268.91
3E	31	AKCANLAR	28.02.2017...	22.03.2017...	SPL5	14009.0909...	METRE	ÖRÖN15	4.3	20000	280.18
5E	36	KURT KUMAŞ	28.02.2017...	24.03.2017...	SPL5	15418.1818...	METRE	ÖRÖN4	4.8	30000	308.36
3E	28	SELÇÜK	28.02.2017...	21.03.2017...	SPL5	13163.6363...	METRE	ÖRÖN12	4	20000	263.27
3E	26	FORD	28.02.2017...	20.03.2017...	SPL5	12600	METRE	ÖRÖN10	3.8	20000	252
5E	20	KAPLAN	28.02.2017...	18.03.2017...	SPL5	10909.0909...	METRE	ÖRÖN4	3.2	20000	218.18
5E	22	KURT KUMAŞ	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	11472.7272...	METRE	ÖRÖN6	3.4	20000	229.45
5E	38	AKCANLAR	28.02.2017...	28.02.2017...	SPL5	15981.8181...	METRE	ÖRÖN6	5	30000	319.64

Şekil 1. Sipariş kaydı ekran görüntüsü.



Şekil 2’de gösterilen FCFS (First Come First Served) yöntemi siparişleri geliş sırasına göre herhangi bir işlem yapmadan aynı sırada üretecek şekilde sıralayarak teslim tarihi vermeyi gerçekleştirir. EDD (Early Due Date) metodu ise siparişlerin talep edilen bir teslim tarihi varsa önce talep tarihi en erken olanı üretecek şekilde sıralama ve tarih atama işlemi gerçekleştirir. MOORA (Multi Objective Optimization on basis of Ratio Analysis) maksimize ya da minimize edilecek çok amaçlı bir kriter yapısında kriterlerin birbirlerine olan oranına göre hesaplamalar yaparak her bir alternatif için elde edilecek normalize değerlerin sıralanması tekniğine dayanan kolay ve güvenilir matematiksel işlemlerden oluşan bir yöntemdir (Karande, 2012). Ağırlıklı MOORA yöntemi, her bir alternatifi belirli bir önem katsayısı ile çarparak yapılan sıralamayı ifade eder. Uygulama yazılımında, önerilen doğrusal karar modelinden elde edilen ve her bir sipariş kaydı için hesaplanan (3) numaralı denklemdeki amaç fonksiyonu değeri, ağırlıklı MOORA yönteminde aynı alternatifleri önceliklendirmek için katsayı olarak kullanılmıştır. Bu sayede önerilen doğrusal modeldeki karar modeli entegre olarak MOORA yöntemiyle de kullanılarak kullanıcıya karar desteği sağlarken alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir.

SİPARİŞ KAYIT	SİPARİŞ SIRALAMA	DOĞRUSAL 1	DOĞRUSAL 2	FCFS	EDD	MOORA	AĞIRLIKLIL MOORA				
Siparişleri Sıralanacak İşletmeyi Seçün İŞLETME ADI SPL5											
PLANLAMA BAŞLANGIÇ ZAMANI 16.03.2017.08.00											
PLANLAMA PERİYODU (GÜN SAYISI) 7											
HEPSİNİ ÇALIŞTIR											
DOĞRUSAL 1 DOĞRUSAL 2 MOORA											
FCFS EDD AĞIRLIKLIL MOORA											
SİPARİŞ NO	MÜŞTERİ ADI	GELİŞ TARİHİ	TALEP EDİLEN TESLİM TARİHİ	İŞLETME ADI	MİKTAR	BİRİM	ORDIN ADI	BİRİM FİYAT	TUTARI	HESAPLANAN ÖRETIM SÜRESİ (gk)	
1	16	HONDA	17.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	9781.81818181818	METRE	ORDIN16	2.8	10000	195.64
2	17	VW	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	10063.6363636364	METRE	ORDIN1	2.9	10000	201.27
3	19	FORD	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	10627.2727272727	METRE	ORDIN3	3.1	20000	212.55
4	21	SELÇUK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	11190.9090909091	METRE	ORDIN5	3.3	20000	223.82
5	23	GEÇÖR PLASTIK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	11754.5454545455	METRE	ORDIN7	3.5	20000	235.09
6	26	FORD	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	12600	METRE	ORDIN10	3.8	20000	252
7	28	SELÇUK	08.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	13163.6363636364	METRE	ORDIN12	4	20000	263.27
8	30	GEÇÖR PLASTIK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	13727.2727272727	METRE	ORDIN14	4.2	20000	274.55
9	32	ATAK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	14290.9090909091	METRE	ORDIN16	4.4	30000	285.82
10	33	FORD	01.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	14572.7272727273	METRE	ORDIN1	4.5	30000	291.45
11	35	SELÇUK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	15136.3636363636	METRE	ORDIN3	4.7	30000	302.73
12	37	GEÇÖR PLASTIK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	15700	METRE	ORDIN5	4.9	30000	314
13	39	ATAK	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	16263.6363636364	METRE	ORDIN7	5.1	30000	325.27
14	17	VW	28.02.2017 0...	17.03.2017 0...	SPL5	10063.6363636364	METRE	ORDIN1	2.9	10000	201.27
15	19	FORD	28.02.2017 0...	17.03.2017 0...	SPL5	10627.2727272727	METRE	ORDIN3	3.1	20000	212.55
16	21	SELÇUK	28.02.2017 0...	18.03.2017 0...	SPL5	11190.9090909091	METRE	ORDIN5	3.3	20000	223.82
17	24	AKCANLAR	28.02.2017 0...	19.03.2017 0...	SPL5	12036.3636363636	METRE	ORDIN8	3.6	20000	240.73
18	26	FORD	28.02.2017 0...	20.03.2017 0...	SPL5	12600	METRE	ORDIN10	3.8	20000	252
19	28	SELÇUK	28.02.2017 0...	21.03.2017 0...	SPL5	13163.6363636364	METRE	ORDIN12	4	20000	263.27
20	30	GEÇÖR PLASTIK	28.02.2017 0...	21.03.2017 0...	SPL5	13727.2727272727	METRE	ORDIN14	4.2	20000	274.55
21	31	AKCANLAR	28.02.2017 0...	22.03.2017 0...	SPL5	14009.0909090909	METRE	ORDIN15	4.3	20000	280.18
22	33	FORD	28.02.2017 0...	23.03.2017 0...	SPL5	14572.7272727273	METRE	ORDIN1	4.5	30000	291.45
23	35	SELÇUK	28.02.2017 0...	24.03.2017 0...	SPL5	15136.3636363636	METRE	ORDIN3	4.7	30000	302.73
24	37	GEÇÖR PLASTIK	28.02.2017 0...	24.03.2017 0...	SPL5	15700	METRE	ORDIN5	4.9	30000	314
25	40	FORD	28.02.2017 0...	25.03.2017 0...	SPL5	16545.4545454545	METRE	ORDIN8	5.2	30000	330.91
26	24	AKCANLAR	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	12036.3636363636	METRE	ORDIN8	3.6	20000	240.73
27	40	FORD	28.02.2017 0...	28.02.2017 0...	SPL5	16545.4545454545	METRE	ORDIN8	5.2	30000	330.91
28	22	KURT KUMAŞ	28.02.2017 0...	18.03.2017 0...	SPL5	11472.7272727273	METRE	ORDIN6	3.4	20000	229.45

Şekil 2. Sipariş sıralama ekran görüntüsü.

## Bulgular

Satış pazarlama birimi yöneticileriyle yapılan yüz yüze AHP anketine verilen yanıtlardan elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 2’de gösterilmiştir. Uzman görüşü kapsamında grup kararı olarak değerlendirme yapabilmek için, katılımcıların belirttiği

önem derecelerinin geometrik ortalaması alınarak ortak bir görüş elde edilmesi amaçlanmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlarda; yıllık sipariş miktarı kriterinin ağırlığı 0.49090796, yıllık ciro kriterinin ağırlığı 0.307536, çalışılan yıl sayısının ağırlığının ise 0.2015563 olarak hesaplanmıştır. Bu ağırlık katsayılarının toplamı 1'e eşittir. Karar modelinin ana hiyerarşisindeki müşteri kriterlerinin toplam ağırlığı ile sipariş tutarının ağırlığını hesaplamak için yapılan AHP anketinden elde edilen bulgular da Tablo 3'de gösterilmektedir. Tablo 3'e bakıldığında müşteri kriterleri karar modelinde 0.779974946 ağırlığına sahiptir. Sipariş tutarı ise 0.22002505 ağırlığındadır.

Tablo 2  
Müşteri Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize Değerleri

Firma	w1 Sipariş Miktarı	w2 Yıllık Ciro	w3 Çalışılan Yıl Sayısı
F1	0.24	0.691	0.069
F2	0.76	0.16	0.079
F3	0.691	0.24	0.069
F4	0.24	0.069	0.691
F5	0.14	0.143	0.714
F6	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>0.3565058</b>	<b>0.223338</b>	<b>0.146373649</b>
<b>Normalize Geometrik Ort.</b>	<b>0.49090796</b>	<b>0.307536</b>	<b>0.2015563</b>

Tablo 3  
Müşteri ve Sipariş Tutarı Kriterlerinin Ağırlık Katsayıları ve Normalize Değerleri

Firma	W1 Müşteri Kriteri	W2 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 Ortalama</b>	<b>0.779974946</b>	<b>0.22002505</b>

Yapılan çalışmada, Şekil 2'de görülebileceği üzere "SPL5" isminde bir işletmeye ait 50 sipariş kaydı ile 16.03.2017 tarihinde saat 08:00 itibariyle başlaması planlanarak 7 günlük bir planlama için karar destek sistemi çalıştırılmıştır. Bulguların elde edildiği üretim ortamının kısıtlarını ve özelliklerini belirtmek amacıyla işletme tanımlamaları formunda SPL5 işletmesi için şu parametreler tanımlanmıştır: Üretim kapasitesi: 28 kg/dk, üretim hattı genişliği 1.6 metre, üretimler arası ortalama hazırlık süresi:20 dakika, günlük mesai saat sayısı: 8 saat, Pazar günleri mesai: hayır. Metrekare olarak alınan sipariş miktarları üretim hattı genişliğine bölünerek üretilecek siparişin miktarı metreye çevrilir ve hattın hızı (kapasitesi) metre cinsinden olduğu için sipariş miktarını hat kapasitesine bölerek dakika cinsinden ilgili siparişin üretim işlem süresi hesaplanır. İşlemler neticesinde sonuç ekranının Şekil 2'de görülebileceği üzere Doğrusal1 ve Doğrusal2 yöntemlerinin sonuçları işletmeye 41.000 TL gelir elde edilebileceğini göstermektedir. Doğrusal1 ve Doğrusal2'nin yaptığı sipariş sıralamasına göre 7 günlük

zamanda 15 müşteri siparişinin üretilebileceği, üretilecek siparişlerin bitiş zamanları her bir yöntemin adıyla gösterilen sekmelerde ayrıntılarıyla verilmektedir.

Diğer yöntemlere bakılacak olursa Fcfs yönteminin siparişleri işletmeye geldiği sıraya göre yapacağı plan ile 7 çalışma günü içinde 18 siparişi tamamlayarak 36.000 TL tutarında gelir elde edilebileceği ve sıralı siparişlerin ayrıntılı listesi Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 3'teki Fcfs özelinde modellerin sıralama çıktıları incelendiğinde, her model adıyla belirtilen sekmede sıralı siparişlerin sipariş numarası, ilgili müşteri adı, ürün adı ve miktarı gibi siparişe ait bilgiler sunulmaktadır. Ek olarak ilgili sipariş için sistem tarafından hesaplanan teslim tarihi gün, ay, yıl, saat ve dakika cinsinden sunulmaktadır. Kullanıcılar seçeceği sıralı sipariş listesine bakarak, her bir sipariş için müşteriye teslimat süresini de ekleyerek teslim tarihi sunma imkanı bulacaklardır.

SİPARİŞ KAYITLARI GİRİŞ FORMU								
SİPARİŞ KAYIT	SİPARİŞ SIRALAMA	DOĞRUSAL1	DOĞRUSAL 2	FCFS	EDD	MOORA	AĞIRLIKLIL MOORA	MOORA RN
	Sipariş No	Müşteri Adı	Ürün Adı	Miktar	Birimi	Hesaplanan Teslim Tarihi	Geliş Tarihi	
▶ 1	470	M1	ORON1	50000	METREKARE	16.03.2017 08:31:00	28.02.2017 00:00:00	
2	471	M30	ORON2	80000	METREKARE	16.03.2017 10:45:00	28.02.2017 00:00:00	
3	472	M32	ORON3	25000	METREKARE	16.03.2017 11:41:00	04.02.2017 00:00:00	
4	473	M1	ORON5	35000	METREKARE	16.03.2017 13:01:00	28.02.2017 00:00:00	
5	474	M32	ORON7	30000	METREKARE	16.03.2017 13:59:00	28.02.2017 00:00:00	
6	475	M30	ORON10	37500	METREKARE	16.03.2017 16:33:00	28.02.2017 00:00:00	
7	476	M1	ORON12	70000	METREKARE	16.03.2017 21:53:00	28.02.2017 00:00:00	
8	477	M32	ORON14	80000	METREKARE	17.03.2017 01:04:00	28.02.2017 00:00:00	
9	478	M7	ORON16	48500	METREKARE	17.03.2017 02:16:00	28.02.2017 00:00:00	
10	479	M32	ORON1	67000	METREKARE	17.03.2017 03:48:00	28.02.2017 00:00:00	
11	480	M1	ORON3	44500	METREKARE	17.03.2017 05:04:00	28.02.2017 00:00:00	
12	481	M32	ORON5	34000	METREKARE	17.03.2017 06:06:00	28.02.2017 00:00:00	
13	482	M1	ORON7	65000	METREKARE	17.03.2017 07:54:00	28.02.2017 00:00:00	
14	483	M1	ORON10	75000	METREKARE	17.03.2017 10:09:00	28.02.2017 00:00:00	
15	484	M32	ORON12	94000	METREKARE	17.03.2017 12:53:00	28.02.2017 00:00:00	
16	485	M1	ORON14	48000	METREKARE	17.03.2017 14:30:00	28.02.2017 00:00:00	
17	486	M1	ORON16	50300	METREKARE	17.03.2017 16:11:00	28.02.2017 00:00:00	
18	487	M1	ORON1	15720	METREKARE	17.03.2017 17:02:00	28.02.2017 00:00:00	
19	488	M32	ORON3	23500	METREKARE	17.03.2017 18:04:00	28.02.2017 00:00:00	
20	489	M1	ORON5	45400	METREKARE	17.03.2017 20:01:00	28.02.2017 00:00:00	
21	490	M1	ORON7	59500	METREKARE	17.03.2017 21:25:00	28.02.2017 00:00:00	

Şekil 3. Sipariş sıralama ekran görüntüsü.

Siparişlerin en erken teslim tarihine göre üretilmesine göre yapılan Edd sıralamada ise örnek verilere göre 16 sipariş üretilerek 36.000 TL tutarında bir gelir elde edilebilecektir. Moora yöntemini kullanarak yapılan sipariş sıralamasında belirtilen periyotta 17 sipariş üreterek 39.000 TL, Doğrusal1 yönteminde kullanılan modeldeki amaç fonksiyonu ile çarpılarak önem derecesi verilen Ağırlıklı Moora yöntemiyle yapılacak sıralama ile 16 sipariş üretiminden 40.000TL tutarında gelir elde etmek mümkündür.

## Tartışma ve Sonuç

Siparişe göre üretim yapan işletmelerde; müşteri siparişlerini herhangi bir kriter uygulamaksızın, geldiği sıraya göre üretip vermek işletmenin kaynaklarını verimli kullanmayı engellemektedir. Yapılan çalışmada kullanılan örnek verilerden de görüleceği üzere Fcfs yöntemi diğer yöntemlerden daha fazla siparişi üretmeyi vadetmesine rağmen, önerdiği siparişlerden gelecek gelir diğer yöntemler arasında en az tutarda kalmıştır. Bu durum işletme kaynaklarının ve kapasitenin düşük gelirli siparişlerle hantallaştırılması sonucunu doğuracaktır. Benzer şekilde siparişleri sadece talep edilen tarihe göre üretmenin işletme kapasitesini verimli kullanmaya bir katkı sağlamadığı Edd yöntemi çıktılarıyla görülmüştür. Buna karşın kolay matematiksel hesaplamaları ile Moora yönteminin Fcfs ve Edd yöntemlerine göre daha performanslı bir sıralama yaparak işletmeye daha fazla gelir kazandırabileceği anlaşılmıştır. Ek olarak Doğrusal1 yöntemiyle her bir sipariş için hesaplanan ve sıralamada kullanılan amaç fonksiyonu değerlerinin, Ağırlıklı Moora yönteminde ilgili siparişler için bir önem katsayısı olarak kullanıldığı durumda Doğrusal1 ve Doğrusal2 yöntemlerine yakın gelir elde edilebileceği izlenmiştir.

Yapılan çalışmada, tekstil sektörünün önemli bir paydası olan dokumasız kumaş alt sektörünün araştırmada belirttiği ağırlık katsayılarına göre müşteri siparişlerini sıralamanın ve bu sıraya göre yapılacak bir planlamanın önerilen doğrusal yöntemle en fazla gelir getireceği anlaşılmaktadır. Ek olarak aynı ağırlıklarla kullanılan Moora yöntemiyle bile önerilen doğrusal modele yakın tutarda bir gelir getireceği gösterilmiştir.

İşletmeler, satış-pazarlama birimlerinde önerilen karar destek sistemini kullanarak gelen siparişleri doğrudan üretim planına dahil etmek yerine, siparişleri bir havuzda biriktirip önerildiği gibi sıralayarak ne kadarlık gelir elde edebileceğini analiz edebilir. Daha fazla gelir vadeden sıralı siparişleri seçmek, işletmelerin karlılığını ve müşteri memnuniyetini arttırarak amaçlarına ulaşmasını kolaylaştırır. Yapılan çalışma ile teslim tarihi problemi literatüründe daha çok formül çalışmaları şeklinde yapılan bilimsel çalışmalara ek olarak yöneticilerin kullanabileceği bir ürün önerilmiştir. Ayrıca sonraki çalışmalar için farklı bir bakış açısı ile yeni bir temel oluşturulmuştur.

Yapılan çalışmada önerilen karar modeli, hiyerarşik olarak müşteri ve sipariş kriterlerinden oluşmaktadır. Uygulama sektörü olarak dokumasız kumaş üreten işletmeler seçilmiştir. Ancak karar modelinin diğer sektörleri de kapsayacak şekilde uygulanabilmesi, geliştirilip genelleştirebilmesi için ürünün talep miktarı, stok miktarı, birim karı / maliyeti gibi ürün ile ilgili bazı kriterler de yeni bir alt fonksiyon olarak modele eklenebilir. Mevcut çalışmada ürünlerin tek bir işletmede üretilip tamamlandığı varsayılmıştır. Sonraki çalışmalarda ürüne bağlı kriterlere ek olarak işletme ortamı da esnetilebilir. Bu amaçla birden çok işletmede belirli bir sıra ile üretim işlemlerine tabi tutulan, montaj vb. üretim ortamları için de karar destek sisteminin algoritma yapısı sonraki çalışmalarda geliştirilebilir. Ayrıca karar modelinde kullanılan ağırlık katsayıları Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve yüz yüze anket yöntemi ile belirlenmiştir. Farklı bir çalışma önerisi olarak Genetik

algoritma ve Yapay Zeka gibi teknikler kullanılarak, ağırlık katsayılarının optimum değerlerini hesaplayan uygulamalar da yenilikçi çalışmalar olarak literatüre kazandırılabilir.

### Kaynakça/References

- 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.
- 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.
- Charnsirisakskul, K., Griffin, P. M., & Keskinocak, P. (2006). Pricing and scheduling decisions with leadtime flexibility. *European Journal of Operational Research*, 171(1), 153–169.
- Conway, R. W., Maxwell, W. L., & Miller, L. W. (1967). *Theory of scheduling*. Courier Corporation.
- Demir, H. İ., 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), 1–19.
- 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.
- 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., & Hopp, W. J. (1995). Quoting customer lead times. *Management Science*, 41(1), 43–57.
- Duenyas, I. (1995). Single facility due date setting with multiple customer classes. *Management Science*, 41(4), 608–619.
- 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.
- 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.
- Jelassi, M. T., Jarke, M., & Stohr, E. A. (1985). Designing a generalized multiple criteria decision support system. *Journal of Management Information Systems*, 1(4), 24–43.
- 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.
- 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.
- 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). <http://dx.doi.org/10.1299/jamdsm.2016jamdsm0042>
- 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*. Advance Online Publication. <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.07.008>
- 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*, Article ID 6124734. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6124734>
- Lödging, H., & Piontek, A. (2017). The surprising effectiveness of earliest operation due-date sequencing. *Production Planning & Control*, 28(5), 459–471.
- Moodie, D. R. (1999). Demand management: The evaluation of price and due date negotiation strategies using simulation. *Production and Operations Management*, 8(2), 151.
- Moodie, D. R. (1999). Due date demand management: negotiating the trade-off between price and delivery. *International Journal of Production Research*, 37(5), 997–1021.
- 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.
- 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.
- Pibernik, R., & Yadav, P. (2008). Dynamic capacity reservation and due date quoting in a make to order system. *Naval Research Logistics*, 55(7), 593–611.
- Rom, W. O., & Slotnick, S. A. (2009). Order acceptance using genetic algorithms. *Computers & Operations Research*, 36(6), 1758–1767.
- Saaty Thomas, L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- 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.
- Vig, M.M. & Dooley, K. J. (1991). Dynamic rules for due-date assignment. *International Journal of Production Research*, 29, 1361–1377.
- Wein, L. M., & Chevalier, P. B. (1992). A broader view of the job-shop scheduling problem. *Management Science*, 38(7), 1018–1033.
- 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.
- 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.
- 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.