

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERP UYGULAMASINDA TESLİM TARİHİ
BELİRLEME İŞLEMİNİN UZMAN SİSTEMLE
ÇÖZÜLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meliha EREN

Enstitü Anabilim Dalı : **BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**
Tez Danışmanı : **Dr. Öğretim Üyesi Serap KAZAN**

Ocak 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ERP UYGULAMASINDA TESLİM TARİHİ
BELİRLEME İŞLEMİNİN UZMAN SİSTEMLE
ÇÖZÜLMESİ

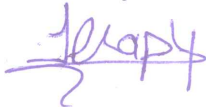
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meliha EREN

Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 03/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Serap
KAZAN
Jüri Başkanı



Doç.Dr. Nilüfer
YURTAY
Üye



Dr. Öğretim Üyesi
N. Berna TEŞNELİ
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Meliha EREN

07.01.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Serap KAZAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Yapılan çalışmada firma olanaklarını kullanmam konusunda izinlerini esirgemeyen Federal Elektrik Yatırım ve Ticaret A.Ő. Genel Müdür Yardımcısı sayın Mehmet Mesut NURDOĞAN'a, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın Cevdet TÜRKMEN'e ve çalışmayı beraber yürüttüğümüz sayın Serpil OYAR'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 2.

KULLANILAN İMALAT KAVRAMLARI	5
2.1. Üretim	5
2.2. Üretim Türleri	6
2.2.1. Sürekli üretim	6
2.2.2. Aralıklı üretim	6
2.3. Üretim Kapasitesi	6
2.4. Siparişe Göre Üretim	6
2.5. Stok İçin Üretim	7
2.6. Envanter	7
2.6.1. Hammadde ve yarı mamuller	7
2.6.2. Nihai mamuller	8
2.7. Satış Tahminleri	8
2.8. Tedarik Süresi	8

2.9. Ana Üretim Çizelgesi	8
2.10. Kullanılabilir Stok (ATP)	8
2.11. Eş Kod Ürün	8
2.12. Teste Hazır Ürün	9
2.13. Teste Edilmiş Ürün	9
2.14. Kritik Hammadde	9
2.15. Hat Yüğü.....	9

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Yapay zeka	10
3.2.2. Yapay zekanın bileşenleri	10
3.2.3. Uzman sistemler	11
3.2.3.1. Uzman sistemin genel yapısı	11
3.2.3.2. Kurallar tabanı	12
3.2.3.3. İşçi bellek	13
3.2.3.4. Çıkarım mekanizması (kural yorumlayıcısı)	13
3.2.3.5. İleri zincirleme	15
3.2.3.6. Açıklama sistemi	15

BÖLÜM 4.

TESLİM TARİHİ BELİRLEME İŞLEMİ UYGULAMASI	17
4.1. Kural Tabanı	17
4.2. Sonuç Çıkarma Mekanizması	20
4.3. Çalışma Bulguları	24

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	30
KAYNAKLAR	32

ÖZGEÇMİŞ	35
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AÜÇ	: Ana üretim çizelgesi
ATP	: Available to promise
ERP	: Enterprise resource planning
US	: Uzman sistemler
YZ	: Yapay zeka

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Bir uzman sistemin genel yapısı	12
Şekil 3.2. Uzman sistemin genel yapısı	12
Şekil 3.3. İleriye zincirleme	15
Şekil 4.1. Hat kapasiteleri ile üretim süreleri tanımlama ekranı	21
Şekil 4.2. Mevcut kaynakların tüketim hesabı	22
Şekil 4.3. Teslim tarihi verilmemiş siparişler için teslim tarihi belirleme hesabı ..	23
Şekil 4.4. Teslim tarihi hesaplama ekranı	24

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	18.06.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi	25
Tablo 4.2.	11.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi	26
Tablo 4.3.	17.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi	28
Tablo 4.4.	18.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi	29

ÖZET

Anahtar kelimeler: Uzman Sistemler, Teslim Tarihi Belirleme, Kullanılabilir Stok

İmalat yapan işletmelerin en büyük problemlerinden biri ürünlerini pazarlamada yaşadıkları sıkıntılardır. Günümüz rekabet şartlarında bir müşteriden sipariş alabilmek ve siparişin devamlılığını sağlayabilmek pazarlamanın en önemli hedefidir. Müşteri, talep ettiği özellikteki ürünlerle ilgili sipariş kararı verirken: ürünlerin fiyatı, ödeme şartları gibi kriterlerin yanı sıra ürünün ne zaman teslim edileceği bilgisiyle de ilgilenmektedir. Verilen teslim tarihi geç olursa siparişi dolayısıyla müşteriyi kaçırmaya söz konusu olabilir. Buna karşın müşteriyi kaçırmamak adına zaten dolu olan kapasitenin üzerinde yeni bir sipariş alarak verilen erken teslim tarihi kısa vadede siparişi almanızı sağlasa bile, söz verilen teslim tarihine uyulamadığında uzun vadede müşteri memnuniyetsizliğine dolayısıyla müşteri kaybına sebep olacaktır.

Bu çalışmada alçak gerilim şalt malzeme üreten Federal Elektrik Yat. ve Tic. A.Ş. firmasında bir uzman tarafından verilen teslim tarihi kararının, bilgisayar programı ile belirlenmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle uzmanla yapılan çalışma ile karar kriterleri belirlenmiş, ardından bu karar kriterlerine göre bir yazılım hazırlanmıştır. Son olarak sistemde t anında gelen siparişler için program çalıştırılıp sonuçlar kaydedilmiş, ardından uzmanın teslim tarihi verme işleminden sonra bilgisayarın bulduğu sonuçlar ile uzmanın belirlediği sonuçlar karşılaştırılıp başarı yüzdesi saptanmıştır.

SOLUTION OF THE PROCESS OF DETERMINING DELIVERY DATE IN AN ERP APPLICATION WITH AN EXPERT SYSTEM

SUMMARY

Keywords: Expert Systems, Determining Delivery Date, Available to Promise

One of the biggest problems of manufacturing enterprises is having difficulties in marketing their products. In today's competitive conditions, the most important goal of marketing is to take orders from a customer and to ensure the continuity of the order. When deciding the orders of the products with the requested properties, the customers are interested not only in the price of the products, or in the payment terms, but also interested in the delivery date status of the goods. In case of late delivery date, missing the order, hence the customer, may occur. On the other hand, even though promising an early delivery date, over an already full-capacity in order not to miss the customer, secures the gain in the short term; not keeping the delivery date promise will cause first the customer dissatisfaction and then, customer loss as a long term result.

In this study, the decision of the delivery date which is already given by an expert in Federal Electric Yat. ve Tic. A.Ş., a company producing circuit breaker, is intended to be determined by the computer program. In this context, first of all, the decision criteria were determined by working together with the expert, then a software was developed according to these decision criteria. Lastly, the program was run for orders within the period of a t time and the results were recorded. Then, after delivery date decisions of the expert, both results were compared and the success rate was determined.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İmalat yapan işletmelerde müşteriden gelen sipariş taleplerinin en kısa zamanda teslim edilmesi hedeflenir. Teslim tarihini erken verebilmek için piyasanın taleplerinin öngörülebilmesi gerekir. Bunun için iyi bir planlamaya ihtiyaç duyulur. Yapılacak planlamanın ilk kısmı pazar araştırması oluşturmaktan ikinci kısmı ise bu ihtiyaçlara göre üretim programı oluşturmaktan geçer. İyi bir satış tahmini, yapılacak üretim programının da isabetli olmasını sağlayacaktır. Bu çalışmanın konusu üretim programı hazırlandıktan sonrasını yani var olan bu üretim programına göre müşteriden gelen kesin ya da teklif talebinin ne zaman teslim edileceğine karar verilmesi aşamasını kapsamaktadır.

Müşteri talepleri pazarlama ekibi tarafından sisteme girildiğinde gelen taleplerin teslim tarihlerinin belirlenmesi işlemi, üretim planlamadaki bir uzman tarafından gerçekleştirilmektedir. Yeni müşteri talebi geldiğinde uzman teslim tarihini belirlerken kabaca şu adımları takip eder: talep edilen ürün stokta var mı, varsa daha önce başka müşteriye söz verilmiş mi, verilmiş ise hazırlanmış üretim programında var mı, varsa buradan siparişe dönüştürülebilir. Üretim programında yoksa hat kapasitesi ne kadar, kapasite yetiyorsa eldeki kritik satın alma malzemelerinin stoğu var mı, varsa bu mevcut stok başka müşteri için ayrılmış mı, ayrılmış ise yeniden satın alındığında ne kadar sürede temin edilebilir v.b. kriterler incelenerek müşteriye ne zaman teslim edileceği bilgisi tespit edilmektedir.

Çalışma hem stoğa hem de siparişe üretim yapan alçak gerilim şalt malzeme üreticisi olan Federal Elektrik Yat. ve Tic. A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir. Firma kendi bünyesinde geliştirdiği ERP programını kullanmaktadır. Yapılan çalışma mevcut

ERP sistemine gömülü çalışmaktadır, dolayısıyla işletmenin veri tabanını kullanmaktadır. Uzmanla yapılan çalışma sonunda karar kriterleri belirlenmiş ardından bu kriterlere göre yazılım hazırlanmıştır. Son olarak çalışmanın belirlediği tarihler ile uzmanın aldığı kararlar karşılaştırılmıştır.

Müşteri taleplerinin en kısa sürede teslim edilmesiyle ilgili literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bir kısmı iyi bir planlama yapılmasını bir kısmı da kaynakları en uygun şekilde paylaştırmayı hedeflemiştir.

Jie Zhang ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada, gelen müşteri siparişlerini üretecek bir simülasyon deneyi hazırlayarak, daha karlı müşteri siparişlerine kullanılabilir stoğu rezerv edecek şekilde dinamik rezervasyon ile hesaplama yapmış sonrasında ortalama toplam karlılığı hesaplamıştır. Buna göre toplam karın farklı rezervasyon miktarlarında bir seviyeye kadar yükselip bir tepe değerinden sonra belirli bir seviyeye düştüğü gözlenmiştir, bunun sebebi kritik kaynağın sürekli daha karlı müşteri için saklanması olduğu vurgulanmıştır [1].

Jose M. Framinan ve Paz Perez Gonzalez (2016), yaptıkları çalışmada satış tahminleri ile üretim kapasitesine bakarak kullanılabilir stok seviyesi belirlemiştir. Sonraki aşamada simülasyon programı yardımıyla müşteri siparişleri üretilmiş ve belirlenen kullanılabilir stok miktarlarının siparişleri karşılama doğruluğu hesaplanmıştır. Sonuç olarak da müşteriye ayrılan kullanılabilir stok miktarının sınırlandırılrsa bile tahminin doğruluğuna olan bağımlılığın giderilemediği vurgulanmıştır [2].

Ludwig Dumetz ve ark. (2017), kereste endüstrisini baz alarak yaptıkları çalışmada, hem standart hammadde satışı hem de müşteriye özel ürün satışlarını içeren sektör için farklı sipariş kabul politikalarını karşılaştırmışlardır. ERP'ye entegre edilmiş bir simülasyon deneyi ile yapılan çalışmada düşük talep yoğunluğunda kapasite bazlı

üretimin uygun olduğunu buna karşın yüksek talep yoğunluğunda ise kullanılabilir stok miktarlı çalışmanın daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir [3].

Ching Hua ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada ortak bileşene sahip ürün gruplarına gelen siparişlerin karşılanması için bileşene optimum eşik seviyesi belirlemekten ve karlılığı düşük olan sipariş için bu eşik seviyesinin altına inildiği anda siparişin red edilmesini içeren matematiksel bir model öngörmüşlerdir [4].

Masoud Rabbani ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada ilk olarak müşteriler tanımlı kriterlere göre önceliklendirilmiş, ardından öncelikli siparişin yetişmesi için fazla mesai yapılması öngörüsüyle mevcut siparişlerin teslim tarihlerine göre sıralanarak genetik algoritma yardımıyla montaj hatlarına iş yüklerini dağıtmışlardır [5].

Changkyu Park ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada siparişe üretim yapan Kore'deki bir elektrik motoru firmasında üretim hat kapasiteleri göz önüne alınarak sezgisel algoritma yardımıyla teslim tarihi belirleyen destek sistemi oluşturmuşlardır [6].

M. Ebadian ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada teslim tarihi belirleme politikası için sipariş önceliklendirme, fiyat belirleme, montaj hatlarının yeni siparişlere göre planlanması ile tedarikçi seçimi dahil tüm aşamaları kapsayan bir model önermişlerdir [7].

Elgar Fleisch ve Stephen G. Powell (2001), yaptıkları çalışmada tedarik zincirinde oluşabilecek müşteri teslim tarihi gecikmelerinin sebeplerini, dar boğazları ortaya koymak adına bir simülasyon hazırlayarak, gecikmelerin ortalamalarını, maksimum değerlerini ölçmüş ve karar vericilere değerli bir veri sağlamayı hedeflemiştir [8].

S.H. Chung ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada dağıtık çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Buna göre montaj hatlarına yapılacak işlerin, bakım faaliyetlerinin yerleştirilmesi işlemlerinde genetik algoritmayı baz alan bir yaklaşım kullanmışlar, ardından yeni yöntemin klasik yöntemlerle kıyaslandığında performans olarak daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir [9].

Wen Yang ve Richard Y.K. Fung (2014), yaptıkları çalışmada sipariş kabulü/seçimi teslim tarihi atama ve üretim çizelgelemesi olarak üç ana konuyu içeren probleme monolitik ve hiyerarşik olmak üzere iki farklı yöntemle uygulama yapıp ardından yöntemleri kıyaslamışlardır. Buna göre hiyerarşik çözümün yani kapasite ve teslim tarihi bazlı yaklaşımın acil olan müşteri siparişleri için daha uygun olduğu acil olmayan siparişler için ise kar maliyet kıyaslaması yapan monolitik çözümün daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır [10].

Hosang Jung (2012), yaptığı çalışmada tedarik zincirlerindeki üretim ve ulaşım belirsizlikleri ile toplam maliyetler ve ağırlıklarını içeren altı farklı performans ölçülerini dikkate alan bir bulanık mantık yöntemi geliştirmiştir [11].

Chi Bin Cheng ve Chao Jung Cheng (2011), yaptıkları çalışmada ihale karar sürecinde teklif fiyatlandırılması ile teslim tarihi belirleme işlemlerini genetik algoritma yardımıyla mevcut kapasitelere göre belirleyen bir yöntem geliştirmişlerdir [12].

Bu çalışmada, bir işletmede uzman tarafından verilen teslim tarihi kararlarının bilgisayar programı ile belirlenmesi sağlanmıştır. Bölüm 2’de kullanılan üretim terimleri, Bölüm 3’de yazılımda kullanılan teknik yöntem, Bölüm 4’de teslim tarihi belirleme uygulaması, Bölüm 5’de tartışma ve sonuçlar açıklanmıştır.

BÖLÜM 2. KULLANILAN İMALAT KAVRAMLARI

2.1. Üretim

İnsanın birincil ve ikincil ihtiyaçlarını karşılayabilecek çok sayıda mal ve hizmetler vardır. Bunlardan ancak çok küçük bir kısmı doğada veya çevrede hazır bir biçimde bulunur. İhtiyaçları giderebilen mal ve hizmetlerin hemen hemen tümü, insan emeği (işgücü) ve sermaye gibi faktörlerin doğal kaynaklara, (doğa, hammadde) uygulanması sonucu elde edilir. İşte doğal kaynaklara sermaye ve insan emeği uygulanması işlemine "üretim" adı verilir. Örneğin, ağaç bir doğal kaynaktır, tek başına veya olduğu gibi, çoğu durumlarda, insan ihtiyacını karşılamaz. Ancak insan emeği ağacı bazı makine ve yardımcı maddelerle işleyerek insan ihtiyacını gideren masa, dolap, kapı ve benzeri gibi mamuller biçimine dönüştürülebilir. Yine toprak bir doğal kaynaktır. Tek başına insanları doyuracak buğdayı veremez. Buğdayın elde edilmesi için toprak yanında insan emeğine, tohuma, çeşitli ilaçlara ve toprağı sürüp eken makinelere (sermayeye) ihtiyaç vardır.

Üretimde amaç, insan ihtiyaçlarının karşılanması veya tatmin edilmesidir. Bu nedenle, mal ve hizmetlerin üretilmesi dışında, depolanması, taşınması ve satılması da, insan ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olduğu için, üretim faaliyeti kapsamına girebilir. Bu açıdan üretim, "insan ihtiyaçlarını gideren mal ve hizmetleri elde etmek amacıyla yapılan her türlü çaba veya faaliyet" olarak da tanımlanabilir [13].

2.2. Üretim Türleri

2.6.1. Sürekli üretim

Sürekli üretimde, tek mamul ya da çok az sayıda mamul türü üretilir. Genellikle tek mamul üretildiğinden üretim sırasında yapılmakta olan işlerde uzmanlaşma sağlanır. Bu üretim türünde üretim faaliyetleri zaman içerisinde sürekli bir akış biçiminde yerine getirilmektedir. Ayrıca üretim sırasında sürekli olarak aynı işler aynı sıralama çerçevesinde yapıldığından, büyük miktarlarda üretimde bulunabilme olanağı vardır. Üretim hızı oransal olarak yüksek olduğundan bu sistemde stok düzeyinin yüksek tutulmasına gerek görülmez ve dolayısıyla maliyetlerde azalma olur [14].

2.6.2. Aralıklı üretim

Aralıklı üretim sistemi birden çok ve çeşitli çıktısı bulunan ve talebin düzensiz olduğu üretim sistemlerinde uygulanan üretim biçimidir [15].

2.3. Üretim Kapasitesi

Kapasite; saatte, günde, haftada, ayda, yılda veya daha başka zaman aralıklarında şu kadar kişi vb. gibi belli bir zaman aralığındaki çıktı miktarı olarak tanımlanması daha doğrudur [15].

2.4. Siparişe Göre Üretim

Siparişe göre üretim yalnız aralıklı üretim sistemlerine uygun üretim biçimidir. Siparişe göre üretimde, hammadde yarı ürün ve son ürün stok düzeyleri en aza indirilmiş olup stoklara yapılan yatırım en azda tutulur.

Siparişe göre üretimin sakıncaları her bir siparişin üretim sistemi içinde tek tek ele alınmasıdır. Ayrıca işlerin zamanlamasında belirsizlik nedeniyle işgücünün planlanması da güçleşir. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için, sipariş usulü

çalışan işletmeler standart parça ve yarı ürünleri boş zamanlarında üretmek yolunu seçerler. Siparişler alındığında bu şekilde oluşan stoklardan yararlanılır. Bu durum stok düzeyini ve stok yatırımını artırmakla birlikte iki uç durum arasında bir denge oluşturur [15].

2.5. Stok İçin Üretim

Stok için üretmenin, imalat dengesi ve talebe kısa sürede cevap verme gibi yararları bulunur. Buna karşın stok yatırımının büyüklüğü ise en önemli sakıncayı oluşturur. Stok için üretim ise sürekli üretimin yanında aralıklı üretim sistemlerinin de zaman zaman kısmen uygulandığı bir üretim tarzıdır [15].

2.6. Envanter

Literatürde “stok” ya da “malzeme” olarak da anılan envanter, en genel anlamıyla işletmenin sahip olduğu varlıkların tümüdür [16].

Envanter Çeşitleri:

- Hammadde ve yarı mamuller
- Üretim sürecinde olan malzemeler
- Nihai mamuller
- Dağıtım envanteri
- Bakım onarım ve işletme parçaları
- Tüketilemeyen malzemeler
- İdari ve güvenlik malzemeleri

2.6.1. Hammadde ve yarı mamuller

Tüm üretim süreçlerinin ilk aşaması olan temin süreçlerini destekleyen “Tedarik Lojistiği” bölümünde işletmelerdeki envanter yöneticileri hammadde ve yarı mamulleri üretimin aksamamasını sağlayacak ve ürünün maliyetini minimize edecek

şekilde temin etmeye çalışırlar. Bu bölümde işletmenin ilgilendiği envanter türü hammadde ve yarı mamullerdir [16].

2.6.2. Nihai mamuller

Bu sınıftaki işletme envanteri toptancılara, perakendecilere veya doğrudan müşterilere teslim hazır üretim süreci tamamlanmış ürünlerdir [16].

2.7. Satış Tahminleri

Tahmin gelecekteki bir zaman süresi için bir veya çeşitli mamuller için talep seviyesini saptamak demektir [17].

2.8. Tedarik Süresi

Bir siparişin verildiği zaman ile malların teslim alındığı zaman arasında genellikle bir süre vardır. Bu süreye tedarik süresi ya da temin süresi denir [18].

2.9. Ana Üretim Çizelgesi

Stoğa ya da müşteriye yapacakları üretimi planlamak amacıyla oluşturulan genellikle haftalık hazırlanan çizelgeye Ana Üretim Çizelgesi (AÜÇ) denir [19].

2.10. Kullanılabilir Stok (ATP)

Kullanıma hazır söz (ATP), bir firmanın müşteri siparişlerini istenen tarihe kadar hazırlayıp hazırlayamayacağını belirleyen miktardır [20].

2.11. Eş Kod Ürün

Bu terim birbirinin yerine dönüşebilecek ürünleri ifade etmektedir. Müşteri tarafından talep edilen ürün envantere mevcut değilse ama envantere mevcut başka

bir üründen az bir işçilikle çevrilebiliyorsa iki ürün birbirinin eş kodu olarak adlandırılmıştır.

2.12. Teste Hazır Ürün

Elektrik malzemelerinin sahip olduğu özelliklere göre belli testleri sağlaması gerekir. Henüz test edilmemiş montajı tamamlanmış mamul envanterine teste hazır ürün denilmektedir.

2.13. Test Edilmiş Ürün

Test edilmiş ancak paketlenmemiş mamul envanterine test edilmiş ürün denmektedir.

2.14. Kritik Hammadde

Tedarik süresinin uzunluğundan dolayı takip edilmesi istenen hammadde envanterlerine kritik hammadde denmektedir.

2.15. Hat Yüğü

Açık imalat siparişlerinin üretileceği iş istasyonunda oluşturduğu iş yüküne denir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

İlgili çalışma, Federal Elektrik Yat. ve Tic. A.Ş. bünyesinde geliştirilen ERP sistemine gömülü çalışacak şekilde hazırlanmıştır. Yazılım MSSQL Server 2005 veritabanı ve Delphi programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.6.1. Yapay zeka

Yapay zeka (YZ) adı ilk defa 1956 yılında ABD’de “Makine Zekası” konferansında ortaya konmuş bir kavramdır. YZ; insanların birbirlerinde zekice olarak kabul ettikleri davranışlara sahip bilgisayarların yapılmasıyla ilgili bilgisayar bilimleri alt alanıdır [21].

3.6.2. Yapay zekanın bileşenleri

YZ’nin değişik boyutlarını inceleyen birçok yaklaşım vardır, bunlardan bazıları:

- Uzman Sistemler
- Yapay Sinir Ağları
- Genetik Algoritma
- Endüktif öğrenme
- Açıklamalı tabanlı öğrenme
- Benzerliğe dayanan öğrenme
- Veri tabanlı muhakeme

- Model tabanlı muhakeme
- Geometrik Muhakeme
- Dağıtılmış yapay zeka, v.b. [21].

3.6.3. Uzman sistemler

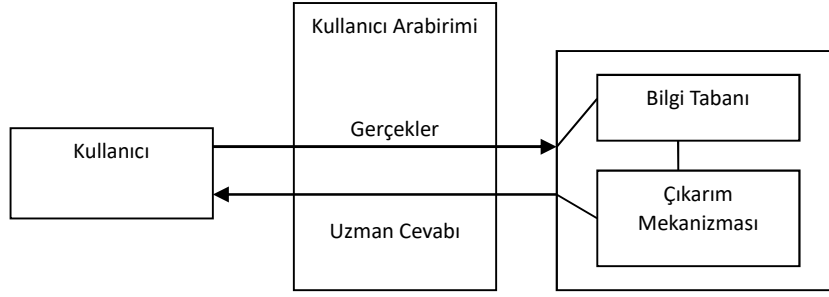
Uzman sistem, problem çözmeye ya da tavsiyede bulunma amacıyla bazı uzmanlık konularının bilgisini ve nedenlerini sunan bilgisayar programıdır [22].

Uzman sistemler herhangi bir karmaşık sistemde, uzman bir kişinin yaptığı işleri yapabilen bir bilgisayar programıdır. Bu sistemlere danışma niteliği taşıyan analiz sınıflandırma yapabilen, teşhis koyabilen vb. uzmanlık talep eden işler yapabilen bilgisayar programları sınıfları da denebilir [21].

3.2.3.1. Uzman sistemin genel yapısı

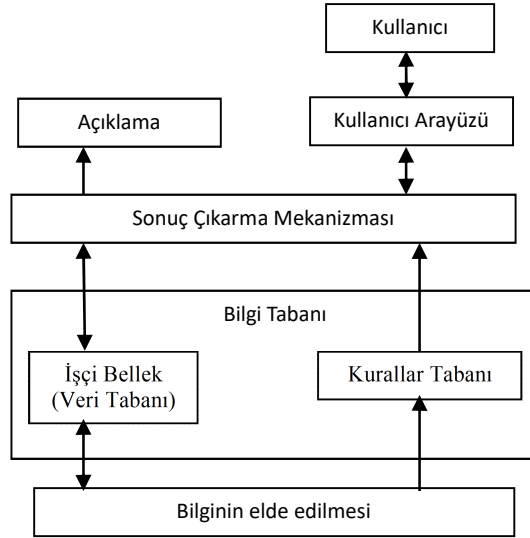
US'lerin bir uzman gibi davranabilmesi için belli konulardaki problemleri çözebilecek bilgiye sahip olması gerekir. Bir US verdiği kararları ve davranış tarzını herhangi bir yolla gerçek uzman gibi açıklayabilmelidir.

Şekil 3.1.'de US'nin temel yapısı gösterilmektedir. Kullanıcı ile sıkı temasta çalışan US kullanıcıdan gerçekleri ve diğer bilgileri almakta ve kendisinin çıkarım mekanizmasını kullanarak bilgi tabanının çıkarabildiği sonuçları kullanıcıya aktarmaktadır. Görüldüğü gibi bir US iki temel bileşenden çıkarım mekanizması ile bilgi tabanından oluşmaktadır. Kullanıcının sistemle teması için kullanıcı arabirimi US'nin diğer bir önemli ögesidir [21].



Şekil 3.1. Bir uzman sistemin genel yapısı [21]

Bir US'in daha detaylı yapısı Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Uzman sistemin genel yapısı [21]

3.2.3.2. Kurallar tabanı

“Eğer - o halde” yapıları üretici kurallar (production rules) oluştururlar ve her bir kural iki kısımdan oluşur. Birincisi varsayım (Antecedent) “ve”, “veya” vs. gibi mantık bağlaçları ile birleşmiş elementer cümlelerden oluşur. İkincisi ise sonuç (Consequent), kurallardan ileri gelen çözümü veya yerine getirilecek eylemi gösteren bir veya birkaç cümleden oluşmaktadır [21].

Örnek:

Eğer mikroorganizmanın rengi Gramm'a göre gram-negatif ise
ve organizma bakteri çubuğu ise,
ve mikroorganizma anaerob koşullarda büyümüşse,
o halde mikroorganizma bakteroideldir.

Nitelik-Nesne-Değer üçlüsünde bu kurallar aşağıdaki gibi olacaktır [21].

NİTELİK	NESNE	DEĞER
Eğer Gramm'a göre renk	Mikroorganizma	Gram-Negatif
ve (Dur)	Mikroorganizma	Bakteri çubuğu
ve Büyüme Koşulları	Mikroorganizma	Anaerobik
o halde (Dur)	Mikroorganizma	Bakteroidel

3.2.3.3. İşçi bellek

Sistemin diğer önemli bir kısmı işçi bellek veya veri tabanıdır. Bu bellekte o anki durumu tasvir eden gerçekler (facts) topluluğu ve belirli bir ana kadar elde edilmiş nitelik-değer çiftleri depolanmaktadır [21].

3.2.3.4. Çıkarım mekanizması (Kural yorumlayıcısı)

Elde olan bilgilerden yeni bir bilgi elde etmek için kullanılan yöntem genelde çıkarım (interface) olarak adlandırılır. Çıkarım için kullanılan birçok yöntem mevcuttur:

- Tümdengelim (deduction) : Genelden özele getirme
- Tümevarım (induction) : Özel durumlardan genele getirme
- Sezgisel (intuition) : İçgüdüye dayalı bir yöntem
- Heuristik (heuristic) : Deneye dayalı bir yöntem; Deneme ve yanılma yöntemi
- Benzerlik (analogy): Diğer durumlarla benzerlik aramakla sonuca varılması

- Monotonik olmayan (nonmonotonic) : Yeni sanıklık olduğunda önceki bilginin doğru olmadığının ortaya çıkarılması
- Geriye doğru (abduction) : Doğru sonuçtan geriye akıl yürüterek bu sonuçlara vardırabilen iddiaların elde edilmesi
- Bilgi eksikliği (default) : Özel bilginin olmadığı durumda genel ya da ortak bilginin kabulü

Çıkarım için kullanılan çeşitli mantıksal yaklaşımlardan en yaygın olarak bilineni Modus ponensdir [21].

Örnek:

A: Isı sıfırın altındadır.

B: Eğer ısı sıfırın altında ise, o halde sular donar.

Verilen gerçek: Isı sıfırın altındadır.

Sonuç: Sular donmuştur.

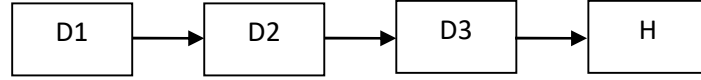
Görüldüğü gibi çıkarım mekanizmasının görevi bilgi tabanını yorumlama ve kontroldür. Hangi durumda kuralların uygulanacağını belirlenmesi yani bilgi tabanının kullanılması ancak çıkarım mekanizması aracılığıyla olur. Çıkarım mekanizması bilgi tabanındaki özel bilgiyi kullanıp mantık yürütme işini çeşitli yöntemlerle yapabilir. Kullanılan yöntem çıkarım mekanizmasına adını da verir [21].

Bunlar;

- Geriye doğru zincirleme (backward chaining)
- İleriye doğru zincirleme (forward chaining)
- Tümevarım (induction)
- Hipotetik akıl yürütme (hypothetical reasoning)
- Nesneye yönelik (object oriented) akıl yürütme
- Dinamik kural değişimi (dynamic rule modification)

3.2.3.5. İleri zincirleme

İleriye doğru zincirleme yönteminde eğer D1 delili kanıtlanırsa D2 ye geçilir ve bu da kanıtlanırsa D3 e geçilir. Bu delilinde doğru olduğu durumda H hipotezinin doğru olduğu sonucuna varırız.



Şekil 3.3 İleriye zincirleme [21]

İleriye doğru zincirleme doğrulanmış bazı bulgularla başlatılır. Yukarıda verilen örnekte Gram-negatif değerinin ölçümüyle başlanması gibi. İleriye doğru zincirleme yöntemi bir kurala ait bir koşul cümlesiyle başlayan ve eylem kurallarını harekete geçiren ve ileriye doğru kurallar zinciri ile çalışan işlerde kullanılır [21].

Örnek:

Hareket halindeyken arabanın motoru aşırı ısınır, bunun sonucunda aşağıdaki kuralları belirlemek mümkündür.

Kural 1: Eğer motor çok ısınmışsa, o halde motor durur.

Kural 2: Eğer motor durursa, o halde para harcanmasına ve eve geç dönülmesine sebep olur.

Başlangıç durumunda kontrol edilecek işlem motorun ısısıdır motor fazla ısındığı an 1. kural gerçekleşecek ardından da 2. kural gerçekleşecektir [21].

3.2.3.6. Açıklama sistemi

US'lerin önemli bir kısmı alınmış kararların açıklanması alt sistemidir. Bu alt sistem problemin çözümüne ait kullanıcının sorduğu sorulara cevap verebilmelidir. Çoğunlukla bu sorular “nasıl”, “niçin” ve “neden” şeklindedir. Örneğin doktor teşhisini kanın kimyevi analizini yapan bir bilgisayar sisteminden alınan sonuçlara göre yapmış olsun. Analiz sonucunda da hastanın karaciğerinin bozuk olduğu ve demir maddelerini iyi özümlemediği sonucuna varsın. Bu durumda hasta, sistemin

neden bu sonuca vardığını bilmek isteyecektir. Bilgi sisteminin sonuca nasıl vardığına dair kullanıcının sorusuna cevaplar verdiği kısma açıklama alt sistemi denir [21].

BÖLÜM 4. TESLİM TARİHİ BELİRLEME İŞLEMİ UYGULAMASI

4.1. Kural Tabanı

Uzmanla yapılan çalışmalara göre karar kriterleri belirlenmiştir. Bunlara bağlı kalınarak oluşturulan kurallar aşağıda verilmiştir.

i: Teslim tarihi verilmiş siparişlerin sayısı

j: Teslim tarihi atanmamış siparişlerin sayısı

M: *j*. Siparişin miktarı

NMb: Paketlenmiş ürün bakiyesi

Eb: Eş kod ürün bakiyesi

TEb: Test edilmiş ürün bakiyesi

THb: Teste hazır ürün bakiyesi

Gk: Siparişteki ürünün kapasite grubu

y: Teslim tarihi atanmış siparişlerin hattaki yükü (miktersal)

k: Kapasite grubunda tanımlı olan günlük üretim miktarı

Gu: Üretim miktarına karşılık gelen varsayılan üretim günü

Mt: Müşteri talep türü kesinleşmiş sipariş ya da teklif (1 ise sipariş, 0 ise teklif)

Yi: Sipariş türü yurtiçi/yurtdışı (1 ise yurtiçi , 0 ise yurtdışı)

N: Numune sipariş

Tk: Kapasite için belirlenen üretim süresi(gün cinsinden)

T: *j*. Sipariş için belirlenen teslim süresi(gün cinsinden)

Hb: Kritik hammadde bakiyesi

Hs: Kritik hammadde satın alma sipariş miktarı

Hst: Kritik hammadde satın alma siparişinin teslim süresi

Ht: Kritik hammadde tedarik süresi

Hk: Kritik hammadde kullanım miktarı

Hg : Kritik hammadde geliş süresi

$$y = \sum_{i=1}^i m \quad m \in Gk \quad (4.1)$$

Alçak gerilim şalt malzeme üreticisi Gk ile temsil edilen ürün grubu üretsin, bu ürün grubunun kapasite miktarı K ile temsil edilsin. Teslim tarihi atanmış t süre zarfındaki Gk ürün grubuna ait ürünlerin oluşturduğu yük y ile temsil edilsin. Gk kapasite grubundaki m sipariş miktarlarının toplamı hat yükünü verir.

$$Tk = Gu + y/k \quad k \in Gk \quad (4.2)$$

Gk ürün grubuna ait ortalama üretim günü Gu ile temsil edilsin. k ise o ürün grubunda tanımlı olan günlük üretim adedi olsun. Denklem 4.2'deki y/k o hattaki kaç günlük iş beklediğini gösterir.

$$\begin{aligned} \text{Eğer } M < NMB \text{ ve } Yi=1 \text{ o halde } T=2 \\ \text{Eğer } M < NMB \text{ ve } Yi=0 \text{ o halde } T=30 \end{aligned} \quad (4.3)$$

Paketlenmiş ürün bakiyesi müşteri sipariş miktarını karşılıyorsa yurtiçi için 2 gün yurtdışı için 30 gün teslim süresi verilir.

$$\begin{aligned} \text{Eğer } M < Eb \text{ ve } Yi=1 \text{ o halde } T=5 \\ \text{Eğer } M < Eb \text{ ve } Yi=0 \text{ o halde } T=30 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Eş kod ürün bakiyesi müşteri sipariş miktarını karşılıyorsa yurtiçi için 5 gün yurtdışı için 30 gün teslim süresi verilir.

$$\begin{aligned} \text{Eğer } M < TEb + THb \text{ ve } Yi=1 \text{ o halde } T=7 \\ \text{Eğer } M < TEb + THb \text{ ve } Yi=0 \text{ o halde } T=30 \end{aligned} \quad (4.5)$$

Teste hazır ve test edilmiş ürün bakiyeleri toplamı müşteri sipariş miktarını karşılıyorsa yurtiçi için 7 gün yurtdışı için 30 gün teslim süresi verilir.

Eğer $N=1$ ve $Y_i=1$ ve $H_b > M \cdot H_k$ o halde $T=5$

Eğer $N=1$ ve $Y_i=0$ ve $H_b > M \cdot H_k$ o halde $T=10$ (4.6)

Numune siparişleri için hat yüküne bakılmadan yurtiçi için 5 iş günü yurtdışı için 10 gün içinde teslim edilmesi istenir. Kritik hammadde stoğu yettiği sürece teslim tarihi atanır.

Eğer $Mt=1$ o halde $y=y+M/k$ (4.7)

Kesin müşteri siparişi için teslim tarihi belirleniyorsa bu sipariş miktarının oluşturduğu yük sonraki kalemlerin değerlendirilmesi için toplam yüke eklenir. Kesin sipariş değilse eklenmeyecektir.

Eğer $M \cdot H_k < H_b$ o halde $T=T_k$ (4.8)

Kritik hammadde bakiyesi yetiyorsa geriye kapasite için belirlenen üretim süresi kalacaktır bu da siparişin teslim süresini verir.

Eğer $H_b < M \cdot H_k$ ve $M \cdot H_k - H_b < H_s$ o halde $H_g = H_{st}$ (4.9)

Kritik hammadde bakiyesi yetmiyorsa bu kez tedarikçiye açılmış satın alma sipariş miktarı müşteri sipariş miktarını karşılıyor ise kritik hammadde geliş süresi olarak kritik hammadde satın alma siparişinin teslim süresi alınır.

Eğer $H_s < M \cdot H_k - H_b$ o halde $H_g = H_t$ (4.10)

Kritik hammadde bakiyesi de müşteri sipariş miktarı için yeterli gelmedi bu durumda kritik hammadde geliş süresi olarak kritik hammadde tedarik süresi alınır.

$$\text{Eğer } T_k < H_g \text{ o halde } T = H_g \text{ Değilse } T = T_k \quad (4.11)$$

Denklem 4.2’de kapasite için belirlenen üretim süresi kritik hammadde geliş süresi ile kıyaslanır hangisi daha büyükse o süre sipariş için belirlenen teslim süresidir.

4.2. Sonuç Çıkarma Mekanizması

Hesaplamaya başlamadan önce ürün gruplarına göre hesaplamının nasıl çalışması gerektiği ile hat kapasiteleri kullanıcı tarafından hesaplama başlatılmadan önce tanımlanmış olması gerekir (Şekil 4.1.).

Müşteri teklif ve kesin sipariş talepleri sisteme satış/pazarlama ekibi tarafından girildiğinde herhangi bir t anında teslim tarihi belirleme programı çalıştırılır. Program tüm sevk edilmemiş kalan siparişleri alarak hesaplamaya başlar hesaplamının başında tüm sevk edilmemiş siparişler için kritik hammadde stokları, hammadde siparişleri tespit edilir. Ardından ürün grubunun teslim tarihi atanmış siparişleri için yük hesabı yapılır. Teslim tarihi atanmış siparişler için kritik hammadde stokları, siparişleri hat kapasiteleri tüketilir böylece kalan kaynaklar teslim tarihi atanmamış siparişler için kullanılabilir. Akış diyagramı Şekil 4.2.’deki gibidir.

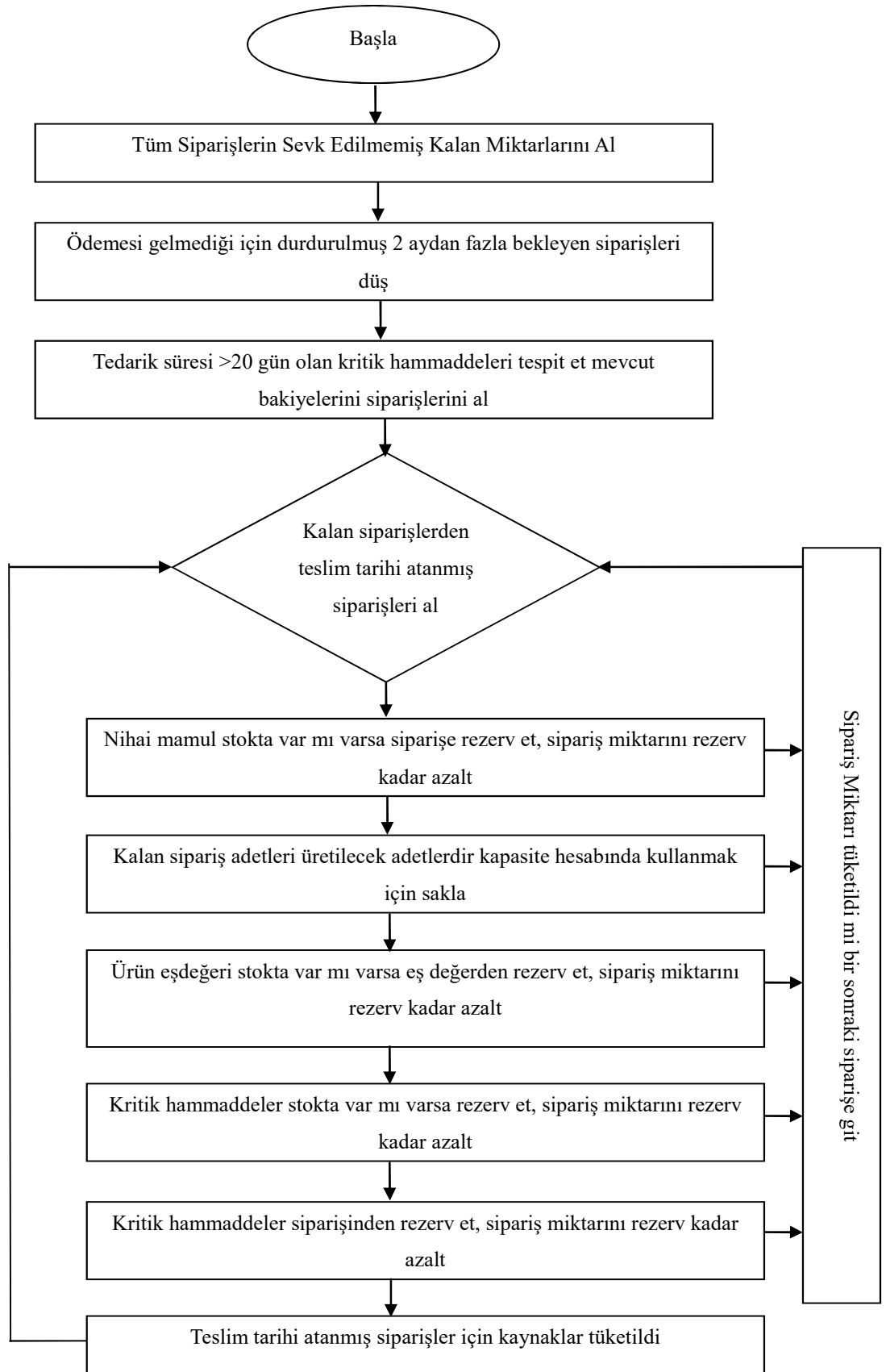
Teslim tarihi atanmış siparişler için kaynaklar tüketildikten sonra teslim tarihi verilmemiş siparişler, birlikte sevk edilecek kalemlere göre ya da sipariş tutarına göre sıralanarak teslim tarihi atama işlemine başlanır. Akış diyagramı Şekil 4.3.’deki gibidir.

Çıkarım mekanizmasının sonucunun gösterildiği, açıklama sistemi kullanıcı arayüz örneği Şekil 4.4.’de verilmiştir. Şekil 4.4.’de verilen “Termin Belirleme” modülünde “Ekranı Getir” butonuna basıldığında teslim tarihi belirleme hesaplaması çalıştırılarak kullanıcıya sonuçları listelenmektedir. İlgili ürünün üzerindeyken o ürüne ait hesaplama detayı alt kısımda kullanıcıya gösterilmektedir.

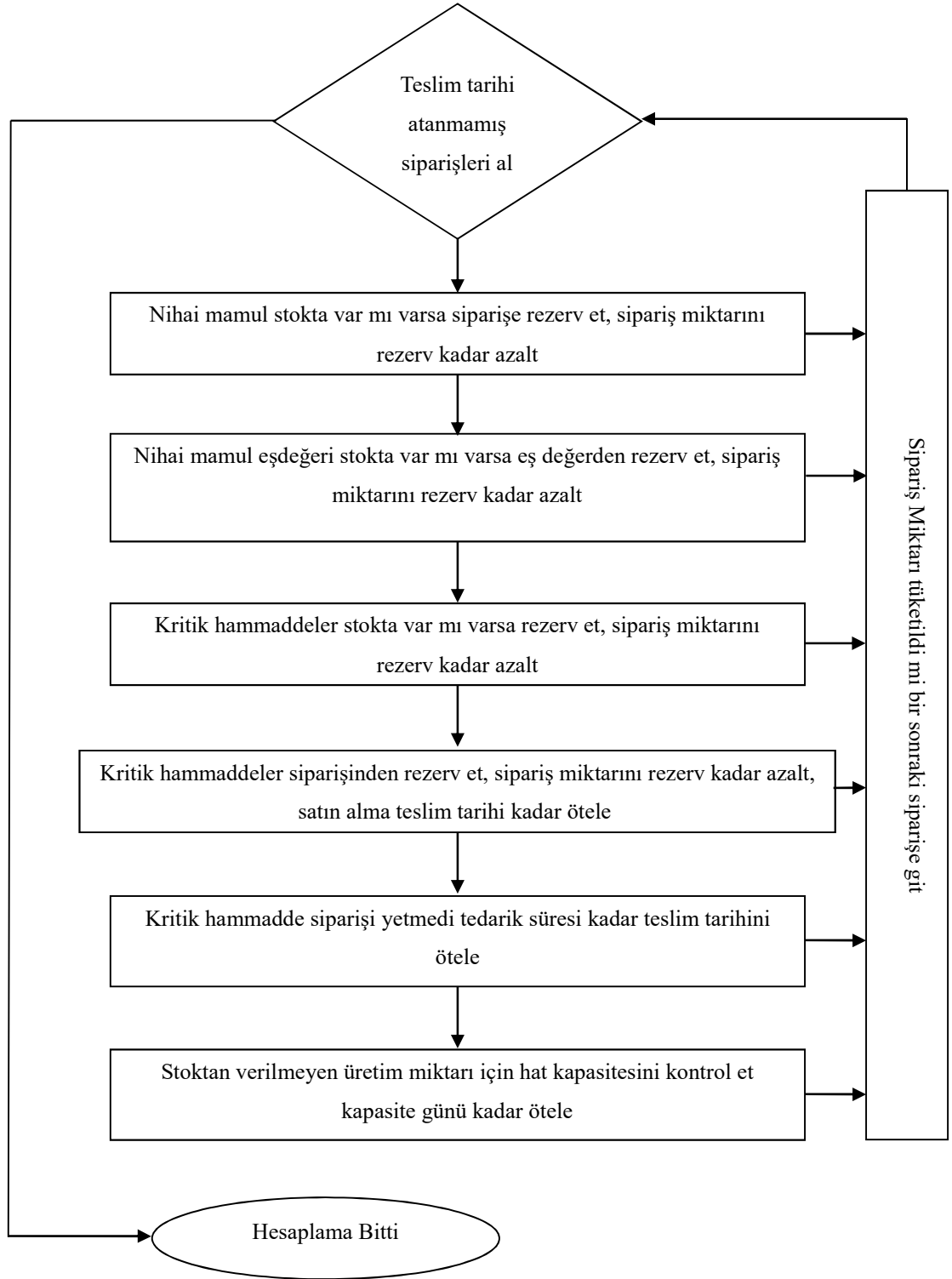
Şekil 4.4.'de F21 ürün grubuna ait iki adet ürün için hesaplama sonucu gösterilmiştir. Buna göre F21 125A 40°C ürün için alt kısımdaki açıklamaya bakıldığında nihai mamul stoğunun mevcut olduğu ve ürünün iki gün içinde teslim edilebileceği sonucuna ulaşıldığı görülebilmektedir.

Kapasite Varsayımları Tanımlama (FEDERALERP)							
Ürün Grubu	Ürün Tipi 1	Kapasite Grubu	Günlük Kapasite (Kapasite Grup Bazı)	Günlük Adet	Bileşen Kontrol et	Kapasite Durdurum ayarları A)	
A%					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
A.G. KONT.	FC-AG	FC-AG	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKIM TRAFOSU	FAT	FAT	200	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKIM TRAFOSU	MAT	FAT	200	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-AB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-AKM		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-DGB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-ENV		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-UB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	ACB-YK		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	EC-D		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F10-AB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F10-AKM		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F10-D		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-AB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-AKM		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-ATS		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-DGB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-ENV		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-YK		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F101E-YV		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AKSESUAR	F11-AB		0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Şekil 4.1. Hat kapasiteleri ile üretim süreleri tanımlama ekranı



Şekil 4.2. Mevcut kaynakların tüketim hesabı



Şekil 4.3. Teslim tarihi verilmemiş siparişler için teslim tarihi belirleme hesabı

Termin Belirleme (FEDERALERP)																																																																																																				
Kapasite Varsayımları		Bileşen Kullanılabilirliği											Ekranı Getir																																																																																							
Sipariş	Numu nedir	Proje No	Proje Adı	Referans No	Ürün Grubu	Katalog Kodu	Ürün Adı	Miktar	Yurt içi	Ürün Tipi	Mamul Ana	Ürün K																																																																																								
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	106663		T106663	F21	9AA-TSS43-0125	F21 125A TR,25kA/415V,40 °C	3	<input checked="" type="checkbox"/>	F21	ŞALTER	9-00-111																																																																																								
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	106663		T106663	F21	9AA-TSS43-0160	F21 160A TR,25kA/415V,40 °C	5	<input checked="" type="checkbox"/>	F21	ŞALTER	9-00-111																																																																																								
												<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kapasite Ana Grubu</th> <th>Kapasite Grubu</th> <th>Miktar</th> <th>Kapasite</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>150515</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>AÇIK TİP</td> <td>AÇIK TİP</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>F01</td> <td>F01</td> <td>0</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>F111E</td> <td>F111E</td> <td>82</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>F12</td> <td>F12</td> <td>1610</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>F12N/R</td> <td>F12N/R</td> <td>185</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>F21</td> <td>F21</td> <td>405</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>F31</td> <td>F31</td> <td>358</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>F31N</td> <td>F31N</td> <td>16</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>F31R</td> <td>F31R</td> <td>1</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>F51</td> <td>F51</td> <td>31</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>F51N</td> <td>F51N</td> <td>0</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>F71</td> <td>F71</td> <td>301</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>F91E/F101E</td> <td>F91E/F101E</td> <td>644</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>FAT</td> <td>FAT</td> <td>11534</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>FHS</td> <td>FHS</td> <td>6502</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>FSF/FLS</td> <td>FSF/FLS</td> <td>3476</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>FVS</td> <td>FVS</td> <td>45771</td> <td>650</td> </tr> <tr> <td>KM</td> <td>KM</td> <td>54</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>OTO.SİG.</td> <td>OTO.SİG.</td> <td>6485,6666</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>OTO.SİG.1</td> <td>OTO.SİG.1</td> <td>18113</td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>	Kapasite Ana Grubu	Kapasite Grubu	Miktar	Kapasite			150515	0	AÇIK TİP	AÇIK TİP	0	3	F01	F01	0	300	F111E	F111E	82	3	F12	F12	1610	200	F12N/R	F12N/R	185	100	F21	F21	405	150	F31	F31	358	200	F31N	F31N	16	50	F31R	F31R	1	45	F51	F51	31	50	F51N	F51N	0	30	F71	F71	301	50	F91E/F101E	F91E/F101E	644	15	FAT	FAT	11534	200	FHS	FHS	6502	300	FSF/FLS	FSF/FLS	3476	250	FVS	FVS	45771	650	KM	KM	54	2	OTO.SİG.	OTO.SİG.	6485,6666	3000	OTO.SİG.1	OTO.SİG.1	18113	5000
Kapasite Ana Grubu	Kapasite Grubu	Miktar	Kapasite																																																																																																	
		150515	0																																																																																																	
AÇIK TİP	AÇIK TİP	0	3																																																																																																	
F01	F01	0	300																																																																																																	
F111E	F111E	82	3																																																																																																	
F12	F12	1610	200																																																																																																	
F12N/R	F12N/R	185	100																																																																																																	
F21	F21	405	150																																																																																																	
F31	F31	358	200																																																																																																	
F31N	F31N	16	50																																																																																																	
F31R	F31R	1	45																																																																																																	
F51	F51	31	50																																																																																																	
F51N	F51N	0	30																																																																																																	
F71	F71	301	50																																																																																																	
F91E/F101E	F91E/F101E	644	15																																																																																																	
FAT	FAT	11534	200																																																																																																	
FHS	FHS	6502	300																																																																																																	
FSF/FLS	FSF/FLS	3476	250																																																																																																	
FVS	FVS	45771	650																																																																																																	
KM	KM	54	2																																																																																																	
OTO.SİG.	OTO.SİG.	6485,6666	3000																																																																																																	
OTO.SİG.1	OTO.SİG.1	18113	5000																																																																																																	
<input checked="" type="checkbox"/> (Ürün Grubu = F21)												Özelleştir...																																																																																								
												559248.3 76378.1																																																																																								
Referans No	Mamul Ana Grubu	Teslim Tarihi	Teslim Süresi	Miktar	Bileşen Kodu	Açıklama	Termin Türü	Kullanım Miktarı	Bileşen Adı	Yurtiçi	Sipariş	Stok																																																																																								
	ŞALTER		0	8		Terminli Siparişlerin Eski Durdurulan Miktarı		0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	96		NM Kullanılabilir Bakiye Miktarı		0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	36		Termin Verilmiş Siparişler	005	0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	36		Toplam Termin Verilmiş Siparişler		0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	68		NM Kullanılabilir Bakiyeden kalan		0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	0		NM Termin VERİLMİŞ siparişlerin kalanı		0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
T106663	ŞALTER		0	3		Termin verilecek sipariş		0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
T106663	ŞALTER	30.05.2018	2	3		Termin verildi-Stoktan	Stok	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									
	ŞALTER		0	65		NM Kullanılabilir Bakiyeden kalan		0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																									

Şekil 4.4. Teslim tarihi hesaplama ekranı

4.3. Çalışma Bulguları

Farklı t anlarındaki hesaplanan değerlerin uzman tarafından değerlendirilerek ürün grubu bazında isabetli hesaplama sayıları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.1.'de verilen çalışmada siparişi gelen 89 adet ürün için, belirlenen teslim tarihlerinin 83 adedinin doğru hesaplandığı, buna göre başarı oranının %93 olduğu tespit edilmiştir.

Hatalı hesaplamaların sebepleri;

- FM10 ürün grubunda kapasiteye bakıldığında hesaplamaların doğru olmasına rağmen, sipariş adetlerinin çok düşük olması nedeniyle uzman daha erken teslim tarihi vermiştir.

Tablo 4.1. 18.06.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi

Ürün Grubu	Yanlış hesaplanan ürün sayısı	Doğru hesaplanan ürün sayısı	Genel Toplam
A.G.KONT	0	3	3
AÇIK TİP	0	2	2
F11/F12	0	11	11
F31/F01	0	2	2
F51	0	2	2
F71	0	1	1
F92E/F101E	0	5	5
FGR	0	2	2
FHS	0	1	1
FIR	0	2	2
FKM1	0	5	5
FM10	6	7	13
FM6	0	8	8
FMK	0	4	4
FMS	0	1	1
FV	0	2	2
FVS	0	3	3
NH	0	2	2
OTOMAT KLAVUZU	0	4	4
PAKO ŞALTER	0	4	4
PARAFUDUR	0	2	2
TERMİK RÖLE	0	7	7
TORÖİD	0	1	1
YEDEK PARÇA	0	4	4
Genel Toplam	6	83	89

Tablo 4.2.'de verilen çalışmada siparişi gelen 89 adet ürün için, belirlenen teslim tarihlerinin 78 adedinin doğru hesaplandığı, buna göre başarı oranının %83 olduğu tespit edilmiştir.

Hatalı hesaplamaların sebepleri;

- A.G.KONT ürün grubunda programsal hata sebebiyle bilgisayarın verdiği teslim tarihi erken verilmiştir.
- F11/F12 ürün grubunda hatta yaşanan fiziksel problem sebebiyle uzman daha uzun teslim tarihi vermiştir.
- F21 ürün grubunda teknik problemden dolayı uzman daha uzun teslim tarihi vermiştir.
- F82/F83E ürün grubunda kritik hammadde stoğu olarak tanımlanmamış bir satınalma malzemesinin envanterinin mevcut olmadığı ve tedarik süresi 20 günü bulacağı için uzman daha uzun teslim tarihi vermiştir.
- F92E/F101E ürün grubunda hat dolu olmasına rağmen müşteriyi geri çevirmemek adına uzman daha erken teslim tarihi vermiştir.
- AKSESUAR ürün grubunda biri F92E/F101E ürününe diğeri de F82/F83E ürün grubuna bağlandığı için bu ürün gruplarındaki sebeplerden kaynaklı sapma yaşanmıştır.

Tablo 4.2. 11.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi

Ürün Grubu	Yanlış hesaplanan ürün sayısı	Doğru hesaplanan ürün sayısı	Genel Toplam
A.G.KONT	4	13	17
AKIM TRAFOSU	0	1	1
AKSESUAR	2	10	12
F11/F12	1	9	10
F21	1	1	2
F31/F01	0	9	9
F82/F83E	1	3	4
F92E/F101E	2	5	7
FIR	0	1	1

Tablo 4.2. (Devamı)

Ürün Grubu	Yanlış hesaplanan ürün sayısı	Doğru hesaplanan ürün sayısı	Genel Toplam
FM10L	0	2	2
FM3	0	1	1
FM6E	0	2	2
GÜÇ ANALİZÖRÜ	0	1	1
MOTOR	0	4	4
NH	0	9	9
PARAFUDUR	0	1	1
TORÖİD	0	1	1
YEDEK PARÇA	0	5	5
Genel Toplam	11	78	89

Tablo 4.3.'de verilen çalışmada siparişi gelen 97 adet ürün için, belirlenen teslim tarihlerinin 91 adedinin doğru hesaplandığı, buna göre başarı oranının %93 olduğu tespit edilmiştir.

Hatalı hesaplamaların sebepleri;

- F92E/F101E ürün grubunda hat dolu olmasına rağmen müşteriyi geri çevirmemek adına uzman daha kısa teslim tarihi vermiştir.
- FM6 ürün grubunda alınan karar ile hat kapasiteleri sözel yükseltilmiş ve uzmanın daha erken teslim tarihi verdiği tespit edilmiştir.
- FMK ürün grubunda alınan karar ile hat kapasiteleri sözel yükseltilmiş ve uzmanın daha erken teslim tarihi verdiği tespit edilmiştir.
- TERMİK RÖLE ürün grubunda 15 günlük tolerans koyma kararı alındığı için uzman daha uzun teslim tarihi vermiştir.
- TROİD ürün grubunda 15 günlük tolerans koyma kararı alındığı için uzman daha uzun teslim tarihi vermiştir.

Tablo 4.3. 17.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi

Ürün Grubu	Yanlış hesaplanan ürün sayısı	Doğru hesaplanan ürün sayısı	Genel Toplam
A.G.KONT	0	16	16
AKSESUAR	0	11	11
F11/F12	0	5	5
F12R	0	1	1
F21	0	1	1
F31/F01	0	1	1
F51	0	2	2
F71	0	3	3
F92E/F101E	1	0	1
FHS	0	1	1
FM10	0	5	5
FM10L	0	1	1
FM3	0	6	6
FM6	2	18	20
FM6E	0	5	5
FMK	1	0	1
FRR	0	1	1
FV	0	1	1
MOTOR	0	2	2
NH	0	3	3
PAKO ŞALTER	0	1	1
TERMİK RÖLE	1	5	6
TOROİD	1	2	3
Genel Toplam	6	91	97

Tablo 4.4.'de verilen çalışmada siparişi gelen 41 adet ürün için, belirlenen teslim tarihlerinin 39 adedinin doğru hesaplandığı, buna göre başarı oranının %95 olduğu tespit edilmiştir.

Hatalı hesaplamaların sebepleri;

- FM6 ürün grubunda özel bir durum envanterdeki miktarı kullanmama kararı alındığı için uzmanın daha uzun teslim tarihi verdiği tespit edilmiştir.
- FM6E ürün grubunda özel bir durum envanterdeki miktarı kullanmama kararı alındığı için uzmanın daha uzun teslim tarihi verdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. 18.07.2018 tarihli hesaplama sonuçlarının ürün grubu bazında değerlendirilmesi

Ürün Grubu	Yanlış hesaplanan ürün sayısı	Doğru hesaplanan ürün sayısı	Genel Toplam
A.G.KONT	0	2	2
F11/F12	0	5	5
FIR	0	1	1
FM10	0	3	3
FM6	1	7	8
FM6E	1	1	2
KONDANSATÖR	0	15	15
TERMİK RÖLE	0	5	5
Genel Toplam	2	39	41

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kısa devre şalt malzeme üreten Federal Elektrik Yat. ve Tic. A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir. Firma üretim şekli olarak hem stoğa üretim hem de siparişe üretim yapmaktadır. Uygulama Federal Elektrik şirketinde kendi bünyesinde geliştirdiği ERP programına entegre şekilde hazırlanmıştır. Buna göre ERP programında hali hazırda takip edilen nihai ürün stokları, siparişleri, hammadde stokları, siparişleri, günlük üretim adetleri hesaplamada kaynak olarak kullanılmıştır.

Firmada ana üretim çizelgesi bir kısım müşteri siparişine bir kısım stoğa üretim yapacak şekilde oluşturulmaktadır. Satışı çok olan ya da olacağı öngörülen ürün stoğa üretilir, böylece gelen müşteri taleplerine daha hızlı cevap verilebilmesi sağlanır. Müşteri talebi satış pazarlama ekibi tarafından girildiğinde, üretim planlamada teslim tarihi atamasında görevli bir uzman siparişin ne zaman teslim edilebileceğiyle ilgili çeşitli kriterlere bakarak bir karar vermekte ve teslim tarihini belirlemektedir.

Yapılan çalışmanın amacı üretim planlamada teslim tarihi atamakla görevli çalışanın verdiği kararı bilgisayar tarafından yapılmasını sağlamaktır. Bu amaçla uzmanla yapılan görüşmeler ile karar kriterleri belirlenmiş ve ilgili program hazırlanmıştır. Daha sonra program çalıştırılmış ve bulunan sonuçlar uzman tarafından değerlendirilmiştir.

Uzman ile yapılan değerlendirmelerde hatalı kayıtlar incelenerek sapmaların başlıca sebepleri şöyle tespit edilmiştir;

- Kapasiteye bakıldığında doğru hesaplanan ancak sipariş miktarının düşük rakamlar olmasından dolayı uzmanın kendisinin karar verirken kapasite gününü dikkate almayıp daha erken bir tarihe verebileceği durumlar.

- Kapasite değerlerinin günlük geçici olarak alınan sözel kararla yükseltilmesine rağmen programın kapasite değerlerinin ykseltilmemesinden dolayı hesap gününün sapması.
- Hatlarda ya da ürünlerde yaşanan fiziksel sorunlardan dolayı yaşanan sapmalar.
- Gerek müşteriyi kaçırmamak adına gerek anlık oluşan hammadde sorunları gibi özel sebeplerden kaynaklı yaşanan sapmalar.
- Programsal hatadan kaynaklı sorunlar tespit edilmiştir.

Tespit edilen hata sebepleri ile ilgili yeni karar kriterleri oluşturarak, örneğin ilk maddeyi ele alırsak sipariş miktarı onun altında girildiğinde kapasite gününe bakmadan teslim tarihini belirleyecek şekilde program güncellenebilir, böylece daha başarılı bir sonuç elde edilmesi sağlanabilir.

Burada unutulmaması gereken bugünün şartlarında yapılan kabulün ileride değişebileceği gerçeğidir. Yani piyasa koşulları değiştikçe karar kriterlerinin güncellenmesi gerekecektir. Yazılan programın kullanılabilmesi için değişen şartlara ayak uydurması dolayısıyla güncellenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yine de oluşan her özel durum için kesin çözüm bulunamayabilir, bu sebeple manuel müdahalenin de istenebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Zhang, J., Qin, W., Wang, W., An Available-to-Promise Model for Periodical Order Promising, *Liss* 2014, 167-171, 2015.
- [2] Framinan, J. M., Perez Gonzalez, P., Available-To-Promise Systems In The Semiconductor Industry: A Review Of Contributions And A Preliminary Experiment, *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference, Spain*, 2652-2663, 2016.
- [3] Dumetz, L., Gaudreault, J., Thomas, A., Lehoux, N., Marier, P., El Haouzi, H., Evaluating order acceptance policies for divergent production systems with co-production, *International Journal of Production Research*, 55(13), 3631-3643, 2017.
- [4] Chen Ritzo, C. H., Ervolina, T., Harrison, T. P., Gupta, B., Component rationing for available-to-promise scheduling in configure-to-order systems, *European Journal of Operational Research*, 211(2011), 57-65, 2011.
- [5] Rabbani, M., Sadri, S., Manavizadeh N., Rafiei, H., A novel bi-level hierarchy towards available-topromise in mixed-model assembly line sequencing problems, *Engineering Optimization*, 47(7), 947-962, 2015.
- [6] Park, C., Song, J., Kim, J. G., Kim, I., Delivery date decision support system for the large scale make-to-order manufacturing companies: A Korean electric motor company case, *Production Planning & Control*, 10(6), 585-597, 1999.
- [7] Ebadian, M., Rabbani, M., Torabi, S. A., Jolai, F., Hierarchical production planning and scheduling in make-to-order environments: reaching short and reliable delivery dates, *International Journal of Production Research*, 47(20), 5761-5789, 2009.
- [8] Fleisch, E., Powell, S. G., The Value of Information Integration in Meeting Delivery Dates, *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 11(1), 15-30, 2001.
- [9] Chung, S. H., Chan, F. T. S., Chan, H. K., A modified genetic algorithm approach for scheduling of perfect maintenance in distributed production

- scheduling, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 22(2009), 1005-1014, 2009.
- [10] Yang, W., Fung, R. Y. K., An available-to-promise decision support system for a mult-site make-to-order production system, *International Journal of Production Research*, 52(14), 4253-4266, 2014.
- [11] Jung, H., An available-to-promise process considering production and transportation uncertainties and multiple performance measures, *International Journal of Production Research*, 50(7), 1780-1798, 2012.
- [12] Cheng, C. B., Cheng, C. J., Available-to-promise based bidding decision by fuzzy mathematical programming and genetic algorithm, *Computers & Industrial Engineering*, 61(2011), 993-1002, 2011.
- [13] http://www.ekodialog.com/isletme_ekonomisi/temel_kavramlar.html, Erişim Tarihi: 17.11.2018.
- [14] Özgen, H., İmalat Sanayii İşletmelerinde Doğrusal Ulaştırma Yöntemi İle Üretim Planlama ve Kontrol, Adana İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi, Adana, 22-23, 1976.
- [15] Yamak, O., Üretim Yönetimi Sistemsel bir Yaklaşım, Marmara Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, İstanbul, 33-86, 1999.
- [16] Keskin, M. H., Tedarik Zinciri Yönetimi Arka Planı Gelişimi ve Güncel Uygulamaları, Nobel, 78-80, 2015.
- [17] Karayalçın, M. İ., Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi El Kitabı II, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 146-209, 2014.
- [18] Acar, A. Z., Köseoğlu, A. M., Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi, Nobel, 119, 2014.
- [19] Yurtay, N., Siparişe Montaj ve Stoğa Üretim İçin İnternet Destekli Kural Tabanlı Bir Kullanılabilirlik/Yapılabilirlik Sistemi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Doktora Tezi, 2004.
- [20] Xiong, M. H., Tor, S. B., Khoo, L. P., WebATP: a Web based flexible available-to-promise computation system, *Production Planning & Control*, 14, 662-672, 2011.
- [21] Allahverdi, N., Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas yayın dağıtım, İstanbul, 1-100, 2002.

- [22] Jackson, P., Expert Systems, Addison-Wesley, 2, 1998.

ÖZGEÇMİŞ

Meliha Eren, 02.04.1979'da Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1996 yılında Beşikdüzü Atatürk Lisesi'nden mezun oldu. 1996 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nü 2000 yılında bitirdi. 2004-2018 yılları arası Federal Elektrik Yatırım ve Ticaret A.Ş. bünyesinde ERP yazılımını geliştirdi. Aynı zamanda 2016 yılında Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Sakarya Teknokent'de ERP yazılımını geliştiren Kurumsal Yazılım ve Danışmanlık firmasında proje bazlı görev almaktadır.