

SİPARİŞ TESLİM ZAMANININ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE BULUNMASI
VE
BİR İŞLETME ÖRNEĞİNE UYGULANMASI

Mustafa Erginli
Yüksek Lisans Tezi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Temmuz - 2006

**SİPARİŞ TESLİM ZAMANININ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE BULUNMASI
VE
BİR İŞLETME ÖRNEĞİNE UYGULANMASI**

Mustafa Erginli

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Prof. Dr. Alim IŞIK

Temmuz - 2006

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mustafa ERGİNLİ'nin YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı SİPARİŞ TESLİM ZAMANININ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE BULUNMASI ve BİR İŞLETME ÖRNEĞİNE UYGULANMASI başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir

13/07/2006

- Üye : Prof.Dr. Alim IŞIK
Üye : Doç.Dr. Kaan ERARSLAN
Üye : Yrd.Doç.Dr. Rüştü GÜNTÜRKÜN

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**SİPARİŞ TESLİM ZAMANININ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE BULUNMASI
VE
BİR İŞLETME ÖRNEĞİNE UYGULANMASI**

Mustafa Erginli

Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2006

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Alim IŞIK

ÖZET

Bu çalışmada, küçük ve orta boy işletmelerin aldıkları siparişlerin teslim zamanını hesaplamaya yardımcı olmak amacıyla, Delphi 7 programlama dilinde BDST (Bilgisayar Destekli Sipariş Takip) isimli bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Programda; siparişler, stok kontrol, kapasite ve üretim planı modülleri hazırlanmış ve alt modüllerle aralarındaki ilişkiler kurulmuştur.

Hazırlanan program, Kütahya ilinin Simav ilçesinde battaniye üretimi yapan küçük ölçekli bir işletmede deneme amacıyla uygulanmıştır. Uygulamada, öncelikle fabrikanın üretim akışı şeması çıkartılmış, bu akış şemasından yararlanılarak BDST için gerekli olan fabrika bilgileri programa girilmiştir.

BDST, daimi sipariş alan işletmelerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Sipariş geldiğinde sipariş modülü devreye girmektedir. Her sipariş kalemi girilirken program arka planda stok modülünü çalıştırır ve sipariş alınan ürünün stokta olup olmadığını kontrol eder. Ürün depoda var ise; mevcut miktar bu sipariş kalemi için ayrılır. Eğer mevcut miktar yetersizse, ne kadar üretilmesi gerektiği program tarafından hesaplanır ve siparişin üretilen miktarının, mevcut kapasite ile zamanında üretilip üretilmeyeceğinin analizi “Kapasite Analiz” modülü ile yapılır. Kapasite analiz modülü, daha önce kullanıcı tarafından bilgisayara girilmiş olan işgücü ve makine kapasitelerini tarayarak, mevcut siparişin ne kadar zamanda üretilbileceğini işlem modülündeki bilgileri alarak CPM (Critical Path Method) metodunu kullanarak bulur. Program, siparişin tüm kalemleri için bu analizi yaparak, siparişin bitirilebilme zamanını gün, hafta, ay veya yıl bazında kullanıcıya rapor eder. Bu işlemlerden sonra üretim planı modülü ile her bir sipariş kalemi için, seçilen zaman dilimi bazında üretim planı hazırlanır. İstenirse, sipariş alınan ürün için gerekli olan malzeme listesi, iş merkezlerindeki işlemlerin mevcut, dolu ve boş kapasiteleri; kapasiteler dolu ise ne kadar süre sonra boşalabileceği, siparişin hangi aşamada olduğu bilgileri ayrıntılı şekilde alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Teslim zamanı tespiti, Üretim planlama, Kapasite planlama, Stok kontrol, Bilgisayar destekli üretim planlama.

COMPUTING ORDER DELIVERY TIME BY COMPUTER PROGRAMMING
AND
A CASE STUDY

Mustafa Erginli
Industry Engineering, Master's Thesis, 2006
Advisor: Prof. Dr. Alim IŞIK

SUMMARY

In this study, the software namely Computer Aided Order Control CAOC has been developed by using Delphi 7 programming language for computing order delivery time. The software consists of orders, stock control, and capacity and production plan modules. Finally, the relations between them have been established by submodules.

The application of CAOC has been implemented in a factory which produces blankets in a district in Simav, Kütahya. Firstly, the production layout has been observed. Then the factory information needed for CAPP has been entered to the program to benefit from the production layout.

CAOC has been designed for continuous orders. The ordering module works if there is an order. When an order is entered to the program, the stock module works and checks if the order is available in the stock. If the product is available in the store, the required amount is reserved for this item. If the product is insufficient in the store, the software calculates how much of the order could be produced and also analyzes by "Capacity Analyze Module" whether the product could be produced with available capacity. This program also detects the labor, power waiting time and the capacity of machines entered to the system by the user and analyzes and calculates whether the product can be produced on time by using Critical Path Method (CPM). The program analyzes all of the ordered items and reports final time as day, week, month or year for the user. After those processes mentioned above, production plan is made for each of the ordered items on the base of the selected time. Finally, the detailed material list, capacities of departments, order state can be followed for the ordered product if it is required.

Keywords: Computing Delivery Time, Production planning, Capacity planning, Stock control, Computer aided production planning.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmada bana her konuda büyük yardımını esirgemeyen Sayın Prof.Dr. Alim IŞIK hocama, anlayıő ve sabır gösteren eőime ve Girginoğlu ailesine teőekkürü bir borç bilirim.

Mustafa ERGİNLİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel.....	10
1.2. Problemin Tanımı ve Çalışmanın Amacı.....	15
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	17
3. MATERYAL VE METOT.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Metot.....	22
3.2.1. Veri derleme ve veri girişi.....	22
3.2.2. Programın yapısı ve akış diyagramı	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Program Giriş Modülü.....	30
4.2. Bilgi Girişleri Menüsü	31
4.2.1. Firma kartları modülü.....	31
4.2.2. Stok kartı bilgileri modülü	32
4.2.3. Sipariş bilgileri modülü.....	32
4.2.4. İş merkezleri modülü.....	39
4.2.5. İşlem tanımları modülü.....	40
4.2.6. Üretim aşamaları tanımı modülü	41
4.2.7. Diğer tanımlar modülü	41
4.3. Raporlar Menüsü	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR DİZİNİ	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1. Üretim planlama ve kontrol sistemi	12
3. 1. Battaniye üretimi akış şeması.....	21
3. 3. WinQSB programı veri giriş ekranı görüntüsü	27
3. 4. WinQSB programı çözümlenmiş en eken, en geç tamamlanma zamanları ve kritik yol ekran görüntüsü.....	28
4. 1. BDST programı girişi ekran görüntüsü.....	30
4. 2. Firma kartları modülü ekran görüntüsü.....	31
4. 3. Stok kartı bilgileri modülü ekran görüntüsü	32
4. 4. Sipariş bilgileri modülü ekran görüntüsü.....	33
4. 5. Yeni sipariş (^F3) tuşu ekran görüntüsü	33
4. 6. Ekle (F3) tuşu ekran görüntüsü.....	34
4. 7. Kapasite yetersizliğinde çıkan bilgi ekran görüntüsü	34
4. 8. Liste (F10) tuşu ekran görüntüsü	35
4. 9. Analiz (F11) tuşu ekran görüntüsü.....	35
4. 10. Üretim planı ekle tuşu ekran görüntüsü	36
4. 11. Üretim planı göster tuşu ekran görüntüsü	36
4. 12. İhtiyaç listesi tuşu ekran görüntüsü.....	37
4. 13. Kapasite tuşu ekran görüntüsü	37
4. 14. Sipariş durumu tuşu ekran görüntüsü.....	38
4. 15. İş merkezleri modülü örnek ekran görüntüsü.....	40
4. 16. İş tanımları modülü ekran görüntüsü	40
4. 17. Üretim aşamaları tanımı modülü ekran çıktısı	41
4. 18. Diğer tanımlar modülü ekran görüntüsü	42
4. 19. Firma listesi ekran görüntüsü	42
4. 20. Stok listesi ekran görüntüsü	43
4. 21. Açık siparişler listesi ekran görüntüsü	43
4. 22. Kapalı siparişler listesi ekran görüntüsü	43
4. 23. Kur programı ekran görüntüsü	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. İşletmenin işgücü ve makine kapasiteleri ile tek kişilik battaniye için birim zaman gereksinimleri	23
3. 2. WinQSB programında kullanılan harflerin BDST programındaki karşılıkları	27

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Günümüz rekabet ortamında, işletmelerin rakiplerine göre daha kaliteli ve daha hızlı bir üretimi gerçekleştirmeleri giderek önem kazanmaktadır. Alınan bir mal veya hizmet siparişinin ne zaman biteceğinin sipariş alınır alınmaz bilinmesi, üretime yön verilmesi ve müşteri ilişkileri açısından büyük önem taşımaktadır. Siparişin ilgili yere teslimi için geçen sipariş teslim süresi, siparişi oluşturan süreçlerin zamanı ile ilgilidir. Bu süreçlerin bitirilebilme süresi ne kadar kısa ise siparişin teslim süresi de o kadar azalacaktır. Üretim sürecinin uzaması aşağıdaki sonuçlara yol açmaktadır[11]:

1. Yapılmakta olan işlerin artması,
2. Uzun periyotlu kalıplaşmış üretim çizelgelerinin zorlanması ve bu çizelgeler için yeni şanslar aranması,
3. Uzun süreç zamanlarına karşı üretim stoklarının ve tahmin hatalarının artması,
4. Uzun beklemlerden dolayı görev koordinasyonunun çok zor olması ve sonucunda değişkenliğin artması,
5. Ürünün kalitesi ve tatmini hakkındaki bilginin eksik kullanımı ile üretim arasındaki zamanın artmasından dolayı alt eniyileme çabalarının artması,
6. Müşteri ihtiyaçlarının değişimine geç ayak uydurulmasından dolayı rekabet gücünün azalması.

Süreç uzunluğunun azaltılması için aşağıdaki üç strateji takip edilebilir[11]:

1. Proje programındaki çeşitli görevler birbirleri ile çakıştırılır. Çakıştırmanın anlamı; bu görevlerin beraber aynı zamanlarda yürütülmesidir.
2. Çeşitli görevler çözümlenir ve paralel işleyecek şekilde yerleştirilir.
3. Bazı görevler elemine edilir ve duraklama zamanları azaltılır.

Yönetim araştırmalarının çoğunluğu üretim sistemlerini, *siparişe dayalı üretim* (MTO- Make To Order) ve *stoğa dayalı üretim* (MTS- Make To Stock) olarak nitelendirmektedir. MTO sistemleri, tamamen müşteri istekli ve pahalı ürünler sunar. Burada, üretim planlama siparişin tamamlanmasına ve performans ölçümlerine odaklanmıştır. MTS sistemlerinde ise çeşitlilik azdır ve ürünler genellikle daha ucuzdur. Burada genel amaç, talebi tahmin etmek ve tahmin edilen talebi karşılamaktır[20].

İşletmeler, kendileri için gerekli olan bilgileri temin etmek durumundadır ve yaşanan ortamdaki hızlı değişim ve hareketlilik, doğru bilgiye en kısa sürede ulaşmayı zorunlu kılmaktadır. Çünkü yöneticiler işletmenin faaliyetlerini devam ettirebilmesi için karar almak zorundadırlar ve karar almak için de doğru bilgi gereklidir. Bilginin elde edilme süresi çok önemlidir. Üretim yapan bir işletmede bir ürün için gerekli olan parçanın stokta olmadığı bilgisinin zamanında alınamaması, o ürünün zamanında teslim edilemeyip zarar edilmesine neden olacaktır. Bu nedenle, üretimin bir plana dayalı olarak yürütülmesinin ve hızlı bilgi akışının sağlandığı bilgisayar sistemlerinden yararlanılmasının önemi büyüktür.

Klasik kontrol yöntemlerinden yeterli derecede verim alınamaması, hızlı gelişen teknolojilerden yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Çünkü gelişen teknolojilerin ortaya koyduğu daha hassas işlemler ve artan tasarruf zorunluluğu, bilim adamlarını ve araştırmacıları bu yönde çalışmaya itmiştir.

Sipariş teslim zamanının bulunması, siparişi oluşturan süreçlerin uzunluklarına ve dolayısıyla üretim planlamasına bağlıdır.

Üretim planlama, üretim yapan bir işletme için, üretimin başından sonuna kadar çok büyük önem taşımaktadır. Üretimin çeşitli aşamalarında değişik kararların belki de anlık olarak alınması gerekmekte, aksi durumda üretimde aksamalar meydana gelmekte, bu da büyük maddi zararlarla sonuçlanabilmektedir. Talep tahminlerinden ürün hakkında geri dönen istek ve şikâyetlere kadar her adımdaki her bir işlem için, yöneticilerin zamanında bilgi sahibi olması gereklidir.

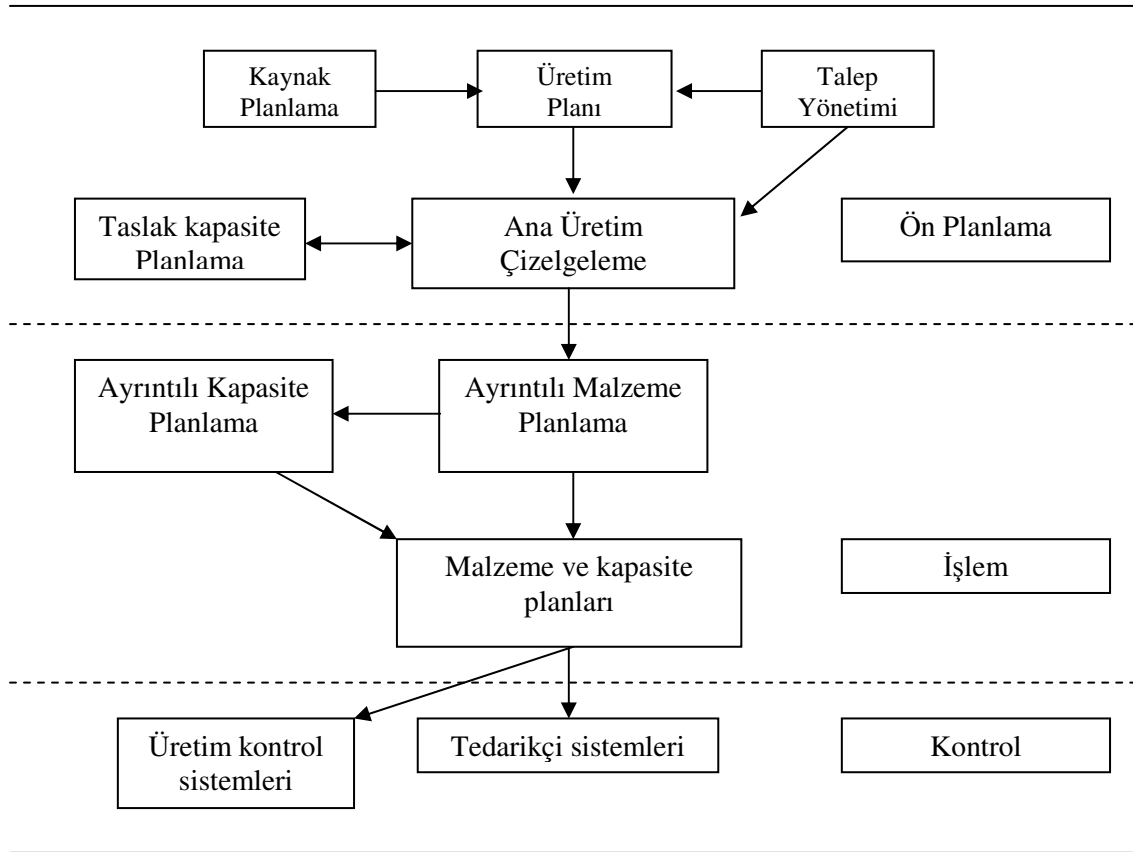
Üretim planlama, gelecekteki üretim faaliyetlerinin ve miktarlarının sınırlarını ve düzeylerini belirleyen bir fonksiyondur. Üretim yönetimi ise, işletmenin mevcut kaynaklarını rasyonel kullanarak istenilen kalitede ürünün üretilebilmesi konusunda karar alma işlemidir [29].

Üretim planlaması; belirli mal ya da hizmetlerin ilerideki üretimleri için gerekli tüm olanakların saptanması, sağlanması ve düzenlenmesini kapsar [6]. Üretim planlamanın amacı; üretimin aksamadan düzen içinde yürümesini, gereksiz faaliyetlerin elenmesini ve üretime ilişkin her türlü faaliyetin birbiriyle uyum içinde olmasını sağlamaktır. Bu amaçlara uygun olarak tüm üretimin miktar, kalite, yer, zaman ve çalışacak insan gücü bakımından planlanması gerekir.

Geleneksel olarak üretim planlaması; ana üretim çizelgeleme, üretim programlama, kapasite planlama ve siparişin piyasaya verilmesi olmak üzere dört aşamadan oluşur[1]. Uygulamada temel amaç; düşük stok seviyesi, yüksek üretim etkinliği ve teslim tarihine uyacak

iyi bir çizelgeleme yapmaktır. Bu amaçları etkin bir programlama sisteminde birleştirmek için, son yıllarda benzetim teknikleri ve yapay zekâ tekniklerinden de yararlanılmaktadır [29].

Bir üretim planlama ve kontrol sisteminin ana bileşenleri ve bunlar arasındaki ilişkiler Şekil 1.1.'de verilmiştir[26].



Şekil 1. 1. Üretim planlama ve kontrol sistemi [26]

Şekilde de görüldüğü gibi, üretim planlama ve kontrol sistemi; ön planlama, işlem ve kontrol ana bölümlerinden oluşmaktadır. Üretim planlamanın aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir [13].

1. Talep tahminleri yapılır, yani siparişler belirlenir,
2. Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir,
3. Satış miktarları tahmin edilir,
4. Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir,
5. Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur,

6. Üretilmesi gereken miktar dönem dilimlerine dağıtılır.

Bu aşamalardan en önemlisi gerekli siparişin alınması ya da mevcut üretim sistemine uygun talebin tahmin edilmesidir. Belirli bir kalite düzeyinde ulaşılmış ve Pazar payını yakalamış olan birçok işletme için alınan siparişin öngörülen zaman dilimi içinde teslim edilerek pazarın devamlılığının sağlanması ön planda tutulmalıdır. Bu nedenle, siparişe dayalı üretim yapan birçok işletme için sipariş teslim zamanının belirlenerek üretimin buna göre programlanması büyük önem taşımaktadır. Bu sorunun çözümü ise bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak bu amaca yönelik bir yazılımın geliştirilmesine bağlıdır.

Yukarıda da görüldüğü gibi, bir üretim planlama faaliyeti için ön şart, talep tahminidir. Çünkü üretilecek ürünlere ait talebin şekli, planlama faaliyetini sınırlandırabilmekte ve üretim planlaması döneminin süresini etkileyebilmektedir. Talep tahmini, planlanan dönem içinde işletmenin ne kadar süre faaliyette bulunacağını saptamaya yardımcı olur. Talep tahmin teknikleri, planlama periyodunun her dönemindeki mal veya hizmet talebinin niceliğinin kestiriminde kullanılır. Çoğu kaynakta talep tahmin tekniklerine ilişkin detaylı bilgilere yer verilmektedir [6, 23, 4 ve 22].

Ana üretim çizelgesinin temel iki girdisi, müşteri siparişleri ve ürün satış tahminleridir. Girdiler işletmeye özgü olmalıdır ve gerekirse ölçülebilir birim veya miktar cinsine dönüştürülmelidir [28]. Çizelgeleme, bir işletme için önemli bir aktivitedir. Düşük maliyetli ve kısa zamanlı iyi bir çizelgeleme yapılması kolay bir iş değildir. Çünkü gerçek işletme sorunları çok karmaşıktır ve kesin çözümleri yoktur [15].

Üretim planlaması için önemli bir diğer kavram ise işletmenin üretim kapasitesidir. Kapasite, işletmenin belirli bir zaman dilimi içinde üretebileceği mal veya hizmet miktarı olarak tanımlanır. Kapasite, özellikle yeni bir tesis kurulmadan önce belirlenmesi gereken en önemli stratejik işletme kararları arasında yer alır [27].

Üretim planlamada iş programları genellikle görsel olan çubuk (Gant) diyagramı ile yapılmaktadır. Bu metot, bazı hallerde faydalı olmasına rağmen, faaliyetlerin birbirine göre mantık bağlantılarını göstermekten yoksundur. Her ne kadar çok karışık olmayan projelerde kullanılabilmesine rağmen, hangi faaliyetin bitmesi gereken sürede bitip bitmeyeceğini, yatırımın toplam süresini hangi faaliyetlerin etkilediğini, en ekonomik sürenin nasıl bulunacağını, toplam üretim süresinin kısaltılmasıyla maliyeti arasındaki bağlantının nasıl değişeceğini cevaplarını verememektedir. Bu eksikliklerin giderilmesi amacıyla değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılacak olan CPM (Critical Path Method) kritik yol yöntemidir.

CPM' de faaliyetler önemli bir yere sahiptir. Faaliyet, üretilecek olan ürünü elde etmek için kullanılan ara işlemlerdir. Her faaliyetin bir yapılabilme zamanı, yani tamamlanma süresi vardır. Faaliyetin zaman birimi, sonuçların doğru hesaplanabilmesi için hep aynı tipte olmak zorundadır. Bir faaliyetin tamamlanma süresi o faaliyetin başladığı andan bitinceye kadar geçen zaman aralığıdır. Faaliyetler, başlangıcı ile bitişi arasına birer daire çizilerek ve bu iki daire arasına faaliyetin ne olduğu yazılarak gösterilirler.

CPM ile program yapılırken, aşağıdaki temel kontrol sorularının cevaplanması gerekir[5]:

- Hangi faaliyetler bu faaliyetten bağımsız olarak yapılabilir ve bu faaliyetin başlamasından evvel bitirilmelidir,
- Hangi faaliyetler bu faaliyete paralel olarak başlayabilir,
- Faaliyetin bitmesinden sonra başlayacak olanlar hangileridir.

CPM metodunda hazırlanmış programlar aşağıdaki sorulara cevap verecek şekilde hesaplanırlar[5]:

- Ürünü elde etmek için gerekli toplam süre ne kadardır?
- Hangi faaliyetler toplam süreyi direkt olarak etkiler ve bunların tamamlanma sürelerinde yapılacak değişiklikler toplam süreyi nasıl etkiler?
- Toplam süreyi sabit tutabilmek için hangi faaliyetler belirli bir zamanda başlayıp belirli bir zamanda bitmelidir?
- Belirli bir zamanda bitirilme zorunluluğu olmayan faaliyetler hangileridir?
- Faaliyetlerin, programın müsaade ettiği zaman aralıkları ne kadardır?
- Hazırlanmış bir iş programında yukarıdaki soruların cevaplarını hangi tesirler bozar?

CPM' de en erken tamamlanma zamanlarının hesaplanmasında bir düğüm noktası ele alınır. Hesaplama sırası ilk faaliyetten başlayarak yapılır. Bu noktanın en erken tamamlanma süresi, kendinden önceki en erken tamamlanma süresine kendine kadarki geçen faaliyet zamanı eklenerek bulunabilir. Eğer bu düğüm noktasında birden fazla faaliyet bitiyorsa; bu düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı, her bir faaliyet için hesaplanan en erken tamamlanma zamanının en büyüğüdür.

En geç tamamlanma zamanı bulunurken ise faaliyetler sondan başa doğru takip edilirler. n düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanı, bir sonraki düğüm noktasına ait en geç tamamlanma

zamanından iki düğüm noktası arasındaki faaliyetin süresi çıkarılarak elde edilir. Bir düğüm noktasına birden fazla faaliyet geliyorsa, bunlardan en küçüğü o düğüm noktasında biten faaliyetlerin ve dolayısıyla o düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanını verir.

Bir şebekenin ilk ve son düğüm noktalarında en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirine eşit ve ilk düğüm noktasında bunlar zamanla sıfır olmalıdır.

Bu işlemlerden sonra ürünün kritik bitim zamanının bulunması işlemi gelir. Bu işleme kritik yol bulma denir. Bir faaliyetin kritik olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir[5]:

- Faaliyetin en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirine eşit olan iki düğüm noktası arasında olmalıdır.
- Faaliyetin başlangıç noktasının tamamlanma zamanına faaliyet süresi eklenirse, faaliyetin bitiş noktasının tamamlanma zamanı elde edilmelidir.

1.2. Problemin Tanımı ve Çalışmanın Amacı

Günümüzde, üretim yapan küçük ve orta ölçekli işletmelerin bir bölümü üretimlerini takip ederken genellikle elle hesaplama yöntemleri kullanmakta, bilgisayarın gücünden yararlanmamaktadırlar. Bilgisayar kullanan işletmelerin bir bölümü de, üretim yönetimi konusunda yazılmış programlarının çok pahalı olması nedeniyle, ya programı satın alamadıkları için bilgisayarı bu amaçla kullanamamakta ya da ucuz, genel amaçlı paket programları kullanmaktadırlar. Bu tür paket programlar ise, genellikle her işletmeye uymamaktadırlar.

Çoğu küçük ve orta ölçekli işletmede işlemler, elle yapılmaktadır. Bu durum, zaman açısından önemli gecikmelere yol açmaktadır. Örneğin; stokla ilgili bir bilgi istendiğinde, depoya gidilip eğer hazır bilgi varsa öğrenilmekte, hazır bilgi yok ise gerekli bilgi sayım yolu ile alınabilmektedir. Benzer şekilde, alınan bir siparişin müşteri tarafından istenen zamanda teslim edilip edilmeyeceği veya ne zaman bitirilebileceği de kaba bir tahminle belirlenebilmektedir. Ayrıca, işletmelerin üretim kapasitesinin siparişe ne derecede uygun olduğu, eksik veya açık kapasite olup olmadığı bilinmemektedir. Sipariş olmadığı zaman, geçmiş dönem verileri kullanılarak belirli bir zaman dilimi için gereken talep tahmin edilememektedir. Bu nedenle, bu problemlerin çözümünde kullanılabilecek bir programın yazılarak bu tür işletmelerin kullanımına sunulmasının önemi büyüktür.

Bu çalışmada; özellikle küçük ve orta ölçekli üretim işletmelerinde, hem üretimin bir program içinde gerçekleştirilmesini hem de denetimin daha hızlı yapılabilmesini sağlayarak alınan siparişlerin teslim zamanının hesaplanması için bir bilgisayar programının yazılarak, bir işletme ölçeğinde çalıştırılıp geçerliliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca kullanıcıya siparişin ne durumda olduğu ve iş merkezlerinin kapasite durumunu bildirilerek siparişin

takibinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Program özellikle alınan bir sipariş için kapasitelerin yeterli olup olmadığını, kapasite yetersiz ise bu siparişin ne zaman üretime girebileceğini iş merkezleri bazında gün olarak analiz etmekte ve ayrıntılı sonuçları kullanıcıya sunmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Özellikle bilgisayar destekli üretim planlamasına yönelik olarak son yıllarda yapılan çalışmalar kronolojik sırayla aşağıda özetlenmiştir.

Loos ve Ollweyer [15], üretim planlama ve programlamanın sanayi işletmelerine uygulamasında bilgi sistemlerinin kullanımının giderek yaygınlaştığını belirtmişler, bir sanayi işletmesinde bütünlük çözüm sunan CAPISCE adlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Bu programda kısa dönemli üretim kontrolü için birleşik bir modül yapısı üzerine kurulmuştur.

Cunha ve ark. [3], üretim planlama ve prosesin değerlendirilmesi üzerine geliştirdikleri metodolojide, bilgisayar destekli üretim ortamında karar verme konusu üzerinde durmuşlardır.

Azevedo ve Sousa [1], dağılmış üretim sistemlerinde sipariş planlamayı desteklemek amacıyla bileşen tabanlı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Bu çalışmada; siparişlerden, dünyanın herhangi bir yerindeki müşterilerden gelen ve dağılmış üretim ağı boyunca tanımlanan üretim planlama görevlerine yönelik tasarlanmış dağılmış bilgi sistemine değinilmiştir.

Raine ve ark. [18], bütünlük üretim planlama ve programlama çalışmasında karışık atölyelerde organize edilmiş üretim sistemlerine değinmişler. Çalışmada, öncelikle benzer tip organizasyonların temel kısıtlarını vermişler, daha sonra karar destek sistemlerinin amaçlarını ifade etmişlerdir.

Oh ve Karimi [16], seri üretim yapan işletmelerde üretim planlaması için için yeni ve iyileştirilmiş bir yöntem sunmuşlardır. Çalışmada, öncelikle verilen karmaşık problemi, parti büyüklüğü ve programlama olarak iki parçaya bölerek incelemişlerdir. Ardında da detaylandırılmış işlem çizelgeleri elde etmek için verilen işlemlerin sıralanmasını ele almışlar ve alt problemlerin çözümü için etkili sezgisel algoritmalar geliştirmişlerdir.

Starbek ve Grum [21], işletmelerdeki siparişlerin kontrolü amacıyla yaptıkları çalışmada; bir çok bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sistemlerinin satıldığını ve mevcut bilgi sistemleri ile entegre edildiğini, fakat deneyimler sonucunda bu sistemlerin kapalı üretim planlama ve geri bildirim döngüsüne sahip olmadıklarından dolayı beklenen sonuçları vermediğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, siparişlerin yönetimi, koordinasyonu ve kontrolünü sağlayan bir sistemi içerecek şekilde temel bir üretim planlama ve kontrol sistem modelini geliştirmişlerdir. Siparişlerin takibini kolaylaştırmak amacıyla CONTROL adını verdikleri bir bilgisayar programını geliştirmişlerdir.

Kingsman [12], üretim planlama sistemlerinde dinamik kapasite planlaması için giriş-çıkış iş yükü kontrolünü yapan bir model geliştirmiştir. Bu çalışmada, üretim bölümündeki iş merkezlerine girişteki kuyruk uzunluklarının kısa tutulması temel prensip alınmış, bu amaçla bu kuyruk kontrolleri; öncelikli işler, iş ayırma, iş kabulü ve iş giriş seviyeleri olarak dört gruba bölmüş ve giriş-çıkış kontrolünün uygulanması için matematiksel bir model geliştirmiştir.

Viens ve ark. [25], bir işletmede karar destek sistemleri yardımıyla üretim planlama için tasarım ve uygulama metodolojisi geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, her sistemin tasarım ve uygulama için bir metodolojiye sahip olduğu belirtilmiş, bu yaklaşımın temel avantaj ve kısıtları açıklanmıştır. Metodolojinin her aşamasındaki kritik noktalar verilip bazı çözümler geliştirilmiştir.

Enns [7], yığın üretim ortamında kesin olmayan talep tahmininin MRP performansına etkilerini araştırmış, bu amaçla, tahmin hatası için stok dengeleme güvenliği ve genişletilmiş planlama zamanının kullanımına değinmiştir. Ayrıca, planlama süresinin ve güvenlik stoku artırımının ürün teslim performansına etkilerini ele almıştır.

Donald ve ark. [19], planlama, programlama ve kontrol sistemleri üzerine bir çalışma yapmış, proses endüstrisinde karar vermeyi desteklemek için bu fonksiyonların temel sorunları ve benzerlikleri ile ilgili teknik bilgileri vermişlerdir.

Gnomi ve ark. [8], karışık modelli çok seviyeli üretim sistemlerinin üretim planlaması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada; çok periyotlu talep, kesin olmayan çoklu üretim ve kapasite kısıtlı çok seviyeli üretim sistemlerinde parti büyüklüğü ve programlama problemlerinin çözümleri üzerinde durulmuştur.

Tsai ve Sato [24], hızlı üretim planlama ve kontrol sistemleri üzerine yaptıkları çalışmada; planlama, programlama, alım ve üretim kontrolü konularını ele almışlar, hızlı üretim planlama ve kontrol sisteminin, siparişte olduğu gibi, rekabet ortamında da önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Kusar ve ark. [14], üretim planlama ve kontrolün temel işlevinin şu soruya cevap vermek olduğunu belirtmişlerdir: Başlangıç ve bitiş zamanı belirlenmiş bir siparişin işlemlerinin ne zaman başlayacağı ve bir siparişin önceden belirlenmiş rotadaki iş merkezlerine ne zaman ulaşacağı? Üretim planlama ve kontrolü aşağıdaki beş aşamaya ayırmışlardır:

1. Aktif müşteri siparişlerinin ve siparişin talep tahminlerinin üretim planının belirlenmesi.

2. Malzeme gereksinimlerinin; siparişlerin üretim planını, duraklamaların yapısı ve ayrıntılı malzeme verilerinin ile malzeme stoklarının envanteri göz önüne alınarak hesaplanması.
3. Bu adımda siparişler ikiye ayrılır. Eğer sipariş için gerekli olan malzeme fabrikada üretilen ise üretilir. Direk satınalma ile temin edileceklerde ise temin yoluna gidilir.
4. Siparişlerin üretimi için üç safhalık plan yapılmalıdır: İlk safhada, siparişi elde etmek için gerekli olan işlemleri içeren üretim programı, siparişin yapısı ile ilgili temel veriler ve işlemlerin referans başlama zamanları göz önüne alınarak hazırlanır. Programın amacı, işlem süreçlerinin elverişli kapasite gözetilerek başlangıç ve bitiş zamanlarını belirlemektir. İkinci safhada, kaba kapasite programı mevcut kapasite verilerine dayanarak yapılır. Kaba kapasite programının amacı, kapasite yükleme profilini çıkarmak ve gerekli ayarlamaları ve/veya kapasite düzeltmelerini yapmaktır. Son safha esnasında en iyi kapasite programı yapılır.
5. Üretim planlama ve kontrolün son aşamasında üretim zamanları ve siparişin kontrolü yapılır.

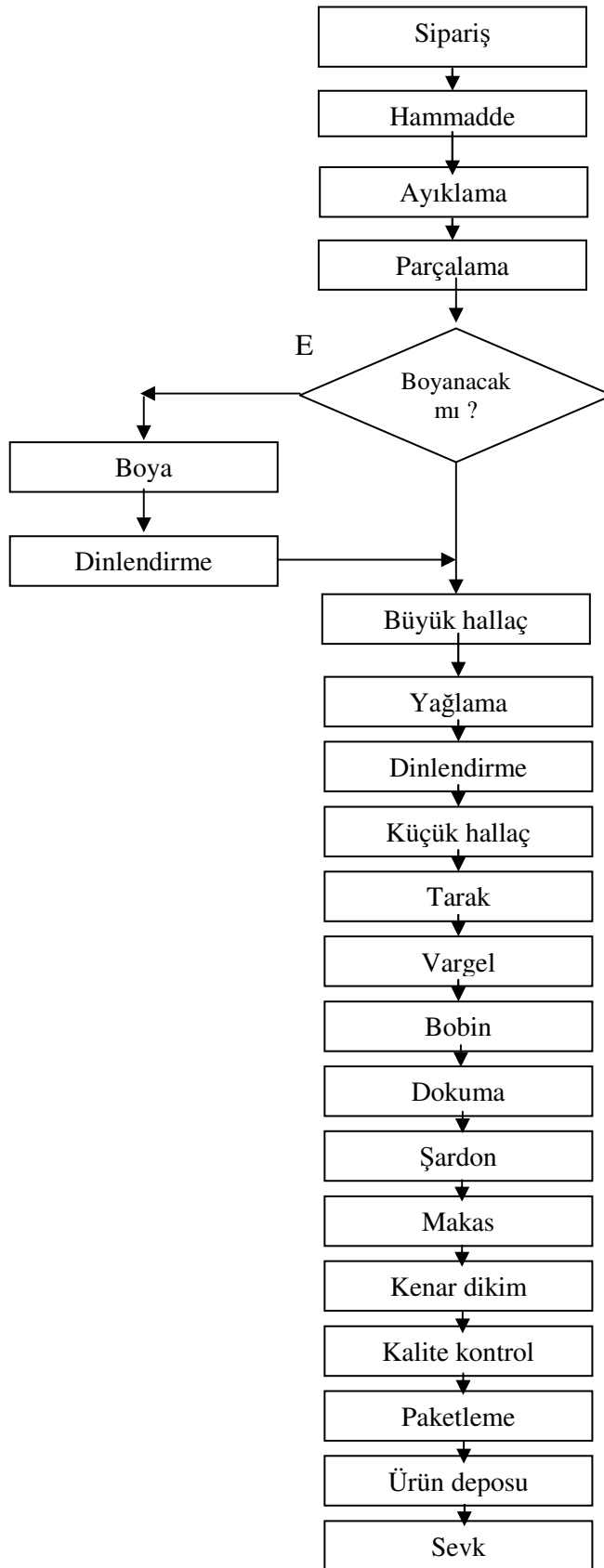
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Sipariş teslim zamanının bulunması amacıyla yazılan program (BDST, Bilgisayar Destekli Sipariş Takibi), Kütahya ilinin Simav ilçesinde kurulmuş olan Girginoğlu Battaniye Fabrikası verileri kullanılarak adı geçen işletme koşullarında uygulanmıştır. Bu işletme, 1987 yılında bir aile şirketi olarak kurulmuş ve kuruluş yıllarında, yurt dışındaki büyük bir battaniye fabrikasından satın aldığı ikinci el makinelerle battaniye üretimine başlamıştır. Bu yıllarda, ülkede battaniye üreten fabrikanın az sayıda olması ve teknolojinin yaygın olmaması nedeniyle, işletme kendini, kısa bir süre içinde yurt genelinde tanıtmıştır. İşletme, üretim kapasitesini arttırmak amacıyla 1992 yılında 3 adet makine daha satın almıştır. Önceleri yurt içine pazarlama yapan işletme, 1995 yılından itibaren müşteri portföyüne Güney Afrika, Ürdün ve Amerika'yı da eklemiştir. İşletme, battaniyenin mevsimlik olması nedeniyle, üretiminin büyük bir kısmını, yaz sonu ve kış aylarında yapmaktadır.

Üretimin yapıldığı fabrika 1400 m² kapalı ve 650 m² açık olmak üzere toplam 2050 m²'lik bir alan üzerinde kurulmuştur. Ürettiği battaniyeler battal boy (en büyük boy), çift kişilik ve tek kişilik olmak üzere üç çeşittir. Yıllık üretim kapasitesi, ortalama olarak 47000 adettir. Bu miktarın %60'ı battal boy, %30'u çift kişilik, %10'u ise tek kişilik battaniyedir. Fabrikada, 3 vardiya vardır ve toplam 40 kişi 20'şerli gruplar halinde çalışmaktadır. Yaz aylarında siparişlerin azalmasına bağlı olarak vardiya sayısı teke düşmektedir.

Fabrikanın, battaniye yapımında kullanılan hammaddesi, İstanbul ve Gaziantep ağırlıklı olmak üzere Türkiye'nin çeşitli şehirlerden gelen ve akrilik olarak isimlendirilen ipliklerdir. Fabrikaya karışık renklerde gelen hammadde, üretime girmeden önce, çalışanlar tarafından renklerine göre ayrılır. Ayrıştırılan hammadde, kesim motoru kullanılarak küçük parçalara ayrıldıktan sonra, Şekil 3.1'de görüldüğü gibi üretim sistemine girmektedir. İstenilen rengin elde edilmesi için boyanması gereken hammadde boyaya gönderilirken, istenilen renkteki hammadde büyük hallaç (parçalama) makinesine gönderilir ve burada daha da küçük parçalara ayrılır. Boyadan gelen akrilik ise, akriliği yumuşatmak amacıyla önce dinlendirme odalarına alınarak dinlendirilir. Dinlendirilen akrilik, büyük hallaca gönderilerek diğer parçalarla birlikte karıştırılıp kayganlık kazanması için, yağ odalarında yağlanır ve yağı emmesi için dinlendirilir.



Şekil 3. 1. Battaniye üretimi akış şeması

Yağlanıp dinlendirilen akrilik, daha sonra küçük hallaca verilerek çok daha küçük parçalara ayrılır. Küçük hallaçtan çıkan akrilik, büküme hazırlanmak üzere tarak makinesine verilir. Tarak makinesi, akrilikte var olan pislikleri temizlerken, akriliğin bükülerek kaba iplik haline gelmesini sağlar. Taraktan çıkan akrilik, vargel makinesine verilir. Bu makine, akriliği ince ip haline dönüştürerek masır adı verilen makaralara sarar. Masırlar, dolunca, çalışanlar tarafından buradan alınarak dokumada kullanılacak hale getirilmek üzere bobin makinesine takılır. Bobin makinesi, masırlardaki iplikleri, üretim için gerekli olan ve bobin denen iplik yumağı şekline dönüştürmektedir. İşlemeye hazır hale gelen bobinler, renklerine göre gruplandırılarak yarı mamul deposunda biriktirilir. Yarı mamul deposundaki bobinler renk ve miktar olarak üretim için yeterliyse, buradan alınarak dokuma tezgâhlarına takılır.

İncelenen fabrikada yapılan üretim, büyük oranda makine ağırlıklıdır ve üretim kapasitesi makinelerin kapasitesine bağlıdır. İşgücünün üretime katkısı ise makinelere göre daha azdır. Fabrikada, on adet dokuma tezgâhı vardır. Bunlardan altı tanesi battal boy, üç tanesi çift kişilik ve bir tanesi de tek kişilik battaniye dokuyabilmektedir. Battaniye üretebilmek için, fabrikada üretilen bobin dışında, çözü ipe ve desen kartı da gereklidir. Çöz ipe genellikle Uşak ilinden sağlanmaktadır. Battaniyenin deseni ise müşteri tarafından sipariş verilirken belirlenmektedir. Deseni battaniyeye aktarmak için, Uşak ilinde hazırlanan desen kartları kullanılmaktadır. Dokunan battaniyeler, tüyendirilmek için önce şardon adı verilen makineye, ardından da tüylerinin eşit boyda kesilmesi için makasa gönderilir. Makastan, tüyleri eşit miktarda kesilip çıkan battaniyeler, ek yerlerinden ayrılarak kenar dikimi için dikim işçilerinin bulunduğu bölüme gelerek kenarları dikilir. Buradan, kalite kontrol bölümüne giden battaniyeler, çeşitli üretim hatalarına karşı kontrol edilir ve onay alanlar ürün deposunda paketlenirler. Üretimi tamamlanıp paketlenmiş olan battaniyeler, belirli miktarlara ulaştıkça sevk edilir.

3.2. Metot

3.2.1. Veri derleme ve veri girişi

Programın, işletme verilerine göre çalıştırılabilmesi için, Şekil 3.1’de verilen işlem akışına uygun olarak, **işlem tanımları modülü** için gerekli birim makine ve işgücü sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla; seçilen işletme örneğinde, *doğrudan ölçüm yöntemiyle* toplanan ve işletme kayıtları kullanılarak derlenen veriler, her birisi 3.5 kg olan tek kişilik bir battaniye üretimi için Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. İşletmenin işgücü ve makine kapasiteleri ile tek kişilik battaniye için birim zaman gereksinimleri

İşgücü/Makine	Kapasite		Birim Zaman Gereksinimi (dakika/adet)	İşgücü Sayısı (kişi)
	kg/saat	kg/dakika		
Ayıklama	168	2.800	1.250	2.0
Parçalama (Makas)	1248	20.800	0.168	1.0
Boya	1002	16.700	0.210	0.0
Dinlendirme	6000	100.000	0.035	0.0
Büyük Hallaç	750	12.500	0.280	0.5
Yağlama	1500	25.000	0.140	0.5
Dinlendirme	3000	50.000	0.070	0.5
Küçük Hallaç	500	8.330	0.420	0.5
Tarak	700	11.670	0.300	3.0
Vargel	1200	20.000	0.175	3.0
Bobin	560	9.333	0.375	2.0
Dokuma	482	8.027	0.436	1.0
Şardon	225	3.750	0.933	1.0
Makas	105	1.750	2.000	1.0
Kenar Dikim	122	2.033	1.722	2.0
K.Kontrol ve Paketleme	210	3.500	1.000	2.0
TOPLAM			9.514	20

Çizelgede de görüldüğü gibi, toplam 20 işçinin çalıştığı işletmede *tek kişilik bir battaniye için* yaklaşık **9.5** dakikalık makine ve işgücü süresi gerekmektedir. Alınan siparişin karşılanması için gerekli sürenin hesaplanmasında bu birim zaman gereksinimi dikkate alınmıştır. Çizelgedeki veriler 3.5 kg olan tek kişilik battaniye için hesaplanmıştır. İşletmenin ürettiği 4.6 kg battal boy ve 4.1 kg iki kişilik battaniye cinsleri için de aynı yaklaşımla birim zaman gereksiniminin hesaplanıp programa girilmesi mümkündür.

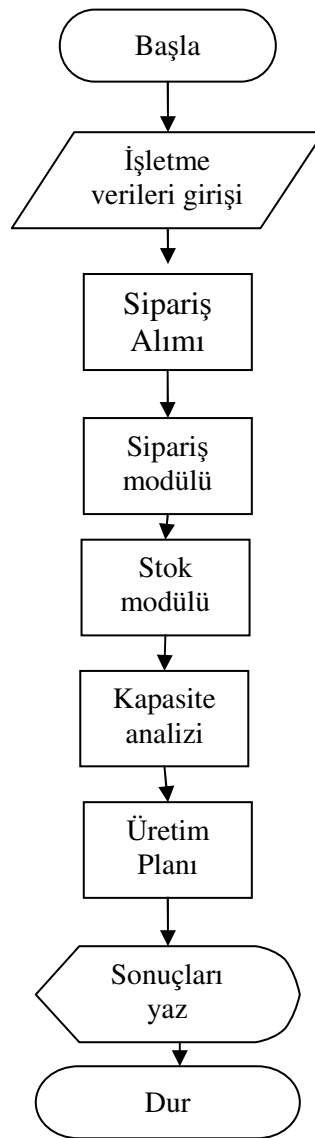
3.2.2. Programın yapısı ve akış diyagramı

Küçük ve orta ölçekli işletmelerde sipariş teslim zamanının bulunması amacıyla kullanılmak üzere, Borland Delphi 7.0 programlama dili [17,2 ve 30] kullanılarak bir bilgisayar programı yazılmıştır. Bu programlama dilinin seçilmesindeki amaç, dilin kullanıcıya görsel, modüler ve yapısal bir ortam sunmasıdır. Ayrıca, yazılan kodlar ve yapılan tasarımlar istenildiğinde çok hızlı bir şekilde değiştirilebilmektedir.

Program yazılırken, güncellemelere açık olması için modüler şekilde tasarıma özen gösterilmiştir. Program, GNU lisansı ile dağıtılan Firebird veritabanını kullanmaktadır. Bu veri tabanı, pahalı ve gerçek anlamda bir veritabanı ile aynı özellikleri ücretsiz olarak sunmaktadır.

Firebird veritabanı Oracle, Informix, Sysbase, SQL Server gibi veritabanlarının küçültülmüş hali gibidir. Veri bütünlüğü (Transaction), depolanmış prosedür (Stored Procedure), tetikleyici (Trigger) ve körsır (Cursor) gibi veritabanı yönetim sistemlerinde kullanılan programlanabilir öğeleri içeren Firebird aynı zamanda ağ ortamında istemci-sunucu (Client-Server) mimarisi ile çalışmaktadır.

BDST (Bilgisayar Destekli Sipariş Takibi) adı verilen programın yazılmasında kullanılan akış diyagramı Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3. 2. BDST programı akış şeması

Şekilde de görüldüğü gibi, programa öncelikle **işletme verileri** (sipariş, stok, işlem kartları vb.) girilmektedir. Alınan sipariş programa girişi **sipariş modülü** kullanılarak yapılmaktadır.

Sipariş için gerekli olan ürün bileşenleri, istenirse liste halinde ekran veya yazıcıdan alınabilir. İstendiğinde, üretim için gerekli malzeme ihtiyaç listesi de görülebilmektedir. Ayrıca, mevcut malzeme stoklarının kullanılıp kullanılmayacağı da sorulur. Eğer; evet cevabı alınırsa, ürün için kullanılan tüm alt stokların miktarları bloke edilir. Buradaki bloke etme, gereken miktar stokta görünecek, ancak başka bir sipariş için kullanılamayacak anlamındadır. İhtiyaç listesi hazırlanırken ürünün stok kartındaki bileşen modülü kullanılmaktadır. Kullanıcı tarafından ürünün stok kartına girilen birim malzeme gereksinimleri, ihtiyaç listesi hazırlanırken tek tek taranır ve gerekli hesaplamalar yapıp ekranda gösterilir. İhtiyaç listesinde ürün adı, stok adı, birimi, üretim için gereken miktarı, depodaki mevcut miktar, ihtiyaç miktarı, temin türü ve süresine ilişkin bilgiler yer alır.

Stok modülü; doğrudan girilen sipariş miktarına göre stok kontrolünü yapar. Talebi karşılayacak miktarda ürün stokta varsa, bu miktarın sevke hazırlanmasını bildirir. Eğer stoktaki ürün miktarı talebi karşılamada yetersiz ise, ne kadar üretim yapılması gerektiğini hesaplar.

Bu hesaplamalardan sonra, üretilecek olan ürün miktarının, mevcut kapasite ile zamanında üretilip üretilmeyeceği, **kapasite analizi modülü** ile (Analiz F11) belirlenir. Analiz modülü; daha önce kullanıcı tarafından programa girilmiş olan işgücü ve makine kapasitelerini tarar. Tarama sonucunda mevcut siparişin üretilecek miktarını, birim üretim zamanını, toplam üretim zamanını, kullanılan vardiya sayısını, günlük mesai saatini, girilen vardiya sayısı için tek tek üretim zamanını, seçili vardiya ile siparişin ne kadar zamanda üretileceğini kullanıcıya ekranda gösterir. Sipariş alınan miktar, eğer zamanından önce biterse, sipariş teslim tarihine kadar geçecek sürede üretilebilecek olan ürün miktarını kullanıcıya ekranda gösterir. Böylece, sipariş teslim zamanına kadar üretilecek miktara yeni pazar bulunması için kullanıcıyı uyarır. Eğer, alınan siparişin üretiminin tamamlanması sipariş teslim tarihinden sonra gerçekleşecek ise, yetismeyecek miktar için çözümler sunar. Bu amaçla; öncelikle vardiya sayısı kontrol edilerek vardiya sayısının artırılması önerilir ve bu artırmanın yeterli olup olmadığı kontrol edilerek kullanıcıya bildirilir. Eğer, vardiya sayısının artırılması yetersiz kalırsa, üretimin diğer işletmelere fason olarak yaptırılabilceğini veya teslim tarihinin kaç gün süreyle ötelenebileceğini belirtir.

Program, siparişin bitiş tarihini bulmak için CPM metodunu kullanır. Programdaki işlem tanımları modülünde veri girilirken CPM metodunun aşağıda açıklanan kriterler göz önüne alınmıştır:

- Hangi faaliyetler bu faaliyetten bağımsız olarak yapılabilir ve bu faaliyetin başlamasından evvel bitirilmelidir,
- Hangi faaliyetler bu faaliyete paralel olarak başlayabilir,
- Faaliyetin bitmesinden sonra başlayacak olanlar hangileridir.

İşlem modülünde girilen bilgilerden sonra, en erken tamamlanma zamanlarının hesaplanmasına başlarken; işlem modülünde ilk işlem olarak işaretlenmiş faaliyetin birim gereksinim süresi ele alınır. Kendinden sonraki faaliyetin en erken tamamlanma zamanı, bu faaliyetin en erken tamamlanma zamanına sonraki faaliyetin süresi eklenerek bulunur. Eğer bir düğüm noktasında birden fazla faaliyet bitiyorsa; bu düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı, her bir faaliyet için hesaplanan en erken tamamlanma zamanının en büyüğü alınarak hesaplanır.

En geç tamamlanma zamanı bulunurken ise faaliyetler sondan başa doğru gelinerek takip edilirler. Bir faaliyetin en geç tamamlanma zamanı hesaplanırken, bir sonraki faaliyete ait en geç tamamlanma zamanından bu faaliyetin süresi çıkarılmıştır. Bir düğüm noktasında birden fazla faaliyet birleşiyorsa, bu faaliyetlerin süresinin en küçüğü o düğüm noktasında biten faaliyetlerin ve dolayısıyla o düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanı olarak ele alınmıştır.

Kritik yolu hesaplanırken; ilk ve son faaliyetlerin en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirine eşit ve ilk faaliyette bunların zamanlarının sıfır olmasına dikkat edilmelidir. Faaliyetin başlangıç noktasının tamamlanma zamanına faaliyet süresi eklenirse, faaliyetin bitiş noktasının tamamlanma zamanı elde edilmelidir. Bu kısıtlar program tarafından kontrol edilerek CPM metodu kullanılarak siparişin tamamlanma zamanı elde edilir.

BDST programı tarafından kullanılan CPM metodu ile elde edilen sonuçların doğruluğunun kontrol edilmesi amacıyla, WinQSB programının PERT/CPM alt modülüne, Çizelge 3.1' deki veriler girilmiş ve BDST programı ile aynı sonuca varıldığı görülmüştür. WinQSB programındaki veri girişleri aşağıdaki Şekil 3.3' de gösterildiği gibidir:

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		1.25
2	B	A	0.168
3	C	B	0.21
4	D	C	0.035
5	E	B,D	0.28
6	F	E	0.14
7	G	F	0.07
8	H	G	0.42
9	I	H	0.3
10	J	I	0.175
11	K	J	0.375
12	L	K	0.436
13	M	L	0.933
14	N	M	2
15	O	N	1.722
16	P	O	1

Şekil 3. 3. WinQSB programı veri giriş ekranı görüntüsü

Şekil 3.3' de kullanılmış olan harflerin karşılıkları Çizelge 3.2 'de açıklanmıştır:

Çizelge 3. 2. WinQSB programında kullanılan harflerin BDST programındaki karşılıkları

Harf	BDST Programındaki karşılığı
A	Ayıklama
B	Parçalama (Makas)
C	Boya
D	Dinlendirme
E	Büyük Hallaç
F	Yağlama
G	Dinlendirme
H	Küçük Hallaç
I	Tarak
J	Vargel
K	Bobin
L	Dokuma
M	Şardon
N	Makas
O	Kenar Dikim
P	Kalite Kontrol ve Paketleme

WinQSB programında Şekil 3.3' deki veriler sonucunda elde edilen çözümlenmiş en erken, en geç tamamlanma zamanları ile kritik yol Şekil 3.4' de gösterilmiştir:

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish
A	Yes	1.25	0	1.25	0	1.25
B	Yes	0.168	1.25	1.418	1.25	1.418
C	Yes	0.21	1.418	1.628	1.418	1.628
D	Yes	0.035	1.628	1.663	1.628	1.663
E	Yes	0.28	1.663	1.943	1.663	1.943
F	Yes	0.14	1.943	2.083	1.943	2.083
G	Yes	0.07	2.083	2.153	2.083	2.153
H	Yes	0.42	2.153	2.573	2.153	2.573
I	Yes	0.3	2.573	2.873	2.573	2.873
J	Yes	0.175	2.873	3.048	2.873	3.048
K	Yes	0.375	3.048	3.423	3.048	3.423
L	Yes	0.436	3.423	3.859	3.423	3.859
M	Yes	0.933	3.859	4.792	3.859	4.792
N	Yes	2	4.792	6.792	4.792	6.792
O	Yes	1.722	6.792	8.514	6.792	8.514
P	Yes	1	8.514	9.514	8.514	9.514
Project	Completion	Time	=	9.51	minutes	
Number of	Critical	Path(s)	=	2		

Şekil 3. 4. WinQSB programı çözümlenmiş en erken, en geç tamamlanma zamanları ve kritik yol ekran görüntüsü.

Şekil 3.4' den de görüldüğü gibi; proje tamamlanma süresi 9.51 dakikadır. Bu sonuç Çizelge 3.1' de gösterilmiş olan toplam değer ile aynı sonucu vermektedir.

Stokta bulunan ürün miktarı, alınan sipariş veya hesaplanan talep miktarını karşılayacak düzeyde değil ise, üretilecek ürün miktarının seçilecek üretim dönemine paylaştırılması için **üretim planı modülü** çalıştırılır. Bu modül; kullanıcı tarafından girilecek planlama dönemini ve zaman tipi, siparişteki her ürün için dönem başı, dönem sonu stoku ve toplam satış miktarı verilerine göre her zaman dilimindeki üretim miktarını hesaplar. Zaman dilimlerine göre üretim miktarının hesaplanmasında, aşağıdaki genel eşitlikten yararlanılmıştır [10, 9].

$$R = \frac{S_2 - S_1 + F}{N} \quad (3.1)$$

Burada;

- R = Zaman dilimi başına üretim miktarı,
- S₁ = Dönem başındaki stok miktarı,
- S₂ = Dönem sonunda bulunması istenen stok miktarı,
- F = Dönem içindeki satış miktarı,
- N = Dönem içindeki zaman dilimi sayısıdır.

Kapasite tuşu ile ilgili sipariş alındıktan sonra bu sipariş için gerekli olan işlemlerin o anki kapasiteleri mevcut, dolu ve boş olarak ekranda gösterilir. Bu kapasiteler ilgili sipariş kapasitelerdir. Diğer bir deyişle, yeni siparişe açık kapasitelerdir.

Sipariş durumu tuşu ile ilgili siparişin işlem gördüğü iş merkezindeki işleminin bitip bitmediği görülebilir ve istenirse siparişin bu işlemdeki durumu değiştirilebilir.

Programın çıktısı, ekran veya yazıcıdan alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. İstendiğinde, ürün verilen ve malzeme alınan firma listesi, stok listesi, açık (üretimi devam eden) ve kapalı (üretimi tamamlanıp sevki yapılan) siparişlere ilişkin raporlar alınabilir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Program Giriş Modülü

BDST programı, ilk çalıştırıldığında elde edilen ekran çıktısı Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4. 1. BDST programı girişi ekran görüntüsü

Şekilde de görüldüğü gibi, program girişi ana modülü içinde; *bilgi girişi*, *raporlar* ve *çıkış* olmak üzere üç menü yer almaktadır. Bu menüler ve menüler içinde yer alan modüller sırasıyla aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

4.2. Bilgi Girişleri Menüsü

Bilgi girişi menüsü; firma kartları, stok bilgileri, sipariş bilgileri, talep tahmini, iş merkezleri, işlem tanımları, üretim aşamaları tanımı ve günlük mesai saati ve vardiya sayısının tanımlandığı diğer tanımlar modüllerinden oluşmaktadır.

4.2.1.Firma kartları modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan ilk modül olan firma kartları modülü ekran görüntüsü Şekil 4.2’de verilmiştir.

Şekil 4. 2. Firma kartları modülü ekran görüntüsü

Şekilde de görüldüğü gibi; firma kartları modülünde firmanın adı, yetkilileri, adresi, telefonları ve faksı, vergi dairesi, vergi numarası, firma tipi ve risk oranı alanları mevcuttur. Buradaki firma tipi, çalışılan firmanın müşteri mi yoksa satıcı mı olduğunu belirtmek için kullanılır. Satıcı firma, fabrikanın hammadde, yardımcı malzeme vs. aldığı firmaları temsil ederken, müşteri firma, fabrikanın ürünlerini sattığı firmaları temsil eder. Risk oranı, çalışılan firmanın ne kadar güvenli olduğunu gösteren bir ölçüdür. Güvenilirliğin, sıfırdan başlayan ve ikiye kadar artan üç derecesi vardır. Risk oranı, firma kartındaki firmayla ilgili sipariş ve parasal durumlarda ne kadar dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektedir.

4.2.2.Stok kartı bilgileri modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan ikinci modül olan stok kartı bilgileri modülü ekran görüntüsü Şekil 4.3’de verilmiştir.

Stok Adı	Stok Kodu	Gereken Miktar
AKRİLİK MAVİ	AK0002	3
AKRİLİK SİYAH	AK0001	2
ETİKET	AK0001	1
İPLİK	Nİ0001	10
PAKET ÇANTASI (BASKILI)	Nİ0001	1

Şekil 4. 3. Stok kartı bilgileri modülü ekran görüntüsü

Şekilde de görüldüğü gibi, stok kartı bilgileri modülü; firmanın ürettiği ürünlerin ve üretimde kullandığı hammadde, yarı mamul vb. gibi girdilerin programa tanıtılmasını sağlar. Bu modülde; stok adı, stok kodu, birimi, stok tipi, temin türü, temin süresi, bileşenin olup olmadığı ve ürünü stoka eklemek için ekleme yap alanları bulunur. Modülde, ürünle ilgili giren (üretilen), çıkan (satılan), kalan (mevcut) ve blokeli miktar alanları, sipariş modülünde işlem yapıldıkça otomatik olarak doldurulur. Buradaki blokeli miktar, stokta mevcut olan, fakat başka bir sipariş için kullanılamayacak miktarı gösterir. Stok modülü, diğer modüllerle entegre çalışan bir modüldür.

4.2.3.Sipariş bilgileri modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan üçüncü modül olan sipariş bilgileri modülü ekran görüntüsü Şekil 4.4’de verilmiştir.

Şekilde de görüldüğü gibi, sipariş bilgileri modülü; alınan siparişlerin girildiği bölümdür. Bu modülde müşterinin adı, adresi, sipariş ve teslim tarihi bilgileri girilmektedir. Ayrıca, bu modülde; yeni sipariş (^F3), başlık düzelt (^F5), ekle (F3), sil (F4), sipariş sil (^F4), önceki sipariş (Pg Up), sonraki sipariş (Pg Dn), liste (F10), analiz (F11), üretim planı ekle,

üretim planı göster, malzeme ihtiyaç listesi, kapasite ve sipariş durumu tuşları (butonları) bulunmaktadır. Bu tuşlardan önemli bulunan bazılarına ilişkin ekran görüntüleri Şekil 4.4,...,4.14’de verilmiştir.

Sipariş Bilgileri

Sipariş No: 1 **Yeni Sipariş ^F3** **Başlık Düzelt ^F5** **AÇIK**

Adı: SERTER A.Ş. **ONAYLANDI**

Adresi: MERTER/İSTANBUL

Sipariş Tarihi: 08.11.2005

Teslim Tarihi: 12.12.2005

KODU	CİNSİ	BİRİM	MİKTAR	MEVCUT	ÜRETİLECEK
TK0001	TEK KİŞİLİK MAVİ-SİYAH BATTANİYE	ADET	5,025	25	5,000

Ekle F3 **Sil F4** **Sip.Sil ^F4** **Önceki Pg-Up** **Sonraki Pg-Dn** **Liste F10** **Analiz F11** **ÜP Ekle** **ÜP Göster** **İ.Liste** **Kapasite** **Sipariş Duru...** **Çıkış Esc**

Şekil 4. 4. Sipariş bilgileri modülü ekran görüntüsü

YENİ SİPARİŞ GİRİŞİ

Adı: **Adresi**

Adı: CRAFTCELL CO. Adresi: NEW YORK / AMERİKA

SERTER A.Ş. MERTER/İSTANBUL

Sipariş Tarihi: 15.08.2006

Teslim Tarihi: 15.08.2006 Müşteriye Teslim Tarihi: 15.08.2006

Açıklama:

Onay: ONAYLANMADI

Durum: AÇIK

Çıkış Esc **Tamam F2**

Şekil 4. 5. Yeni sipariş (^F3) tuşu ekran görüntüsü

Şekil 4.5 ^F3 tuşu, gelen ve çalışılan müşterileri, sipariş, teslim ve müşteri teslim tarihlerini, siparişin alınışı sırasında gerekli olan açıklamaları, siparişin onaylanıp onaylanmadığı ile siparişin devam edip etmediğini belirten durumunu ekrana getirir.

STOK ADI	KODU	BİRİM
BATTAL 3 RENKLİ MKS BATTANI	B0001	ADET
TEK KİŞİLİK MAVİ-SARI BATTAN	TK0002	ADET
TEK KİŞİLİK MAVİ-SİYAH BATTAN	TK0001	ADET

Şekil 4. 6. Ekle (F3) tuşu ekran görüntüsü

Aşağıdaki işlemlerde bu sipariş için kapasite doludur.

İşlem Adı : AYIKLAMA
Gerekli Kapasite (Adet) : 2,892
Gerekli Zaman (Gün): 1
Bu işlemin en erken başlayabilme zamanı : 23.05.2006

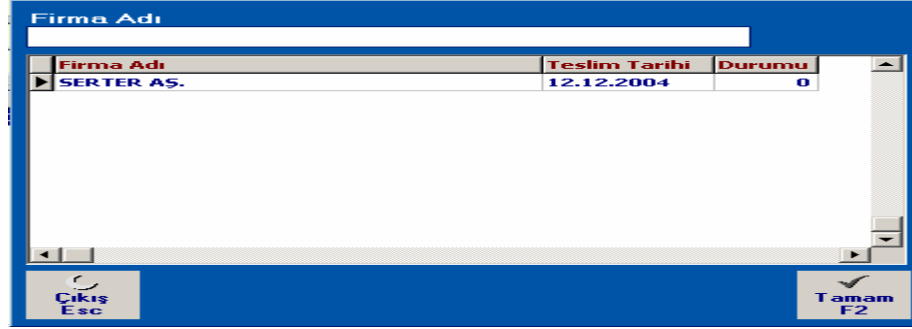
İşlem Adı : MAKAS
Gerekli Kapasite (Adet) : 9,804
Gerekli Zaman (Gün): 6
Bu işlemin en erken başlayabilme zamanı : 28.05.2006

İşlem Adı : KENAR DİKİM
Gerekli Kapasite (Adet) : 7,939
Gerekli Zaman (Gün): 4
Bu işlemin en erken başlayabilme zamanı : 26.05.2006

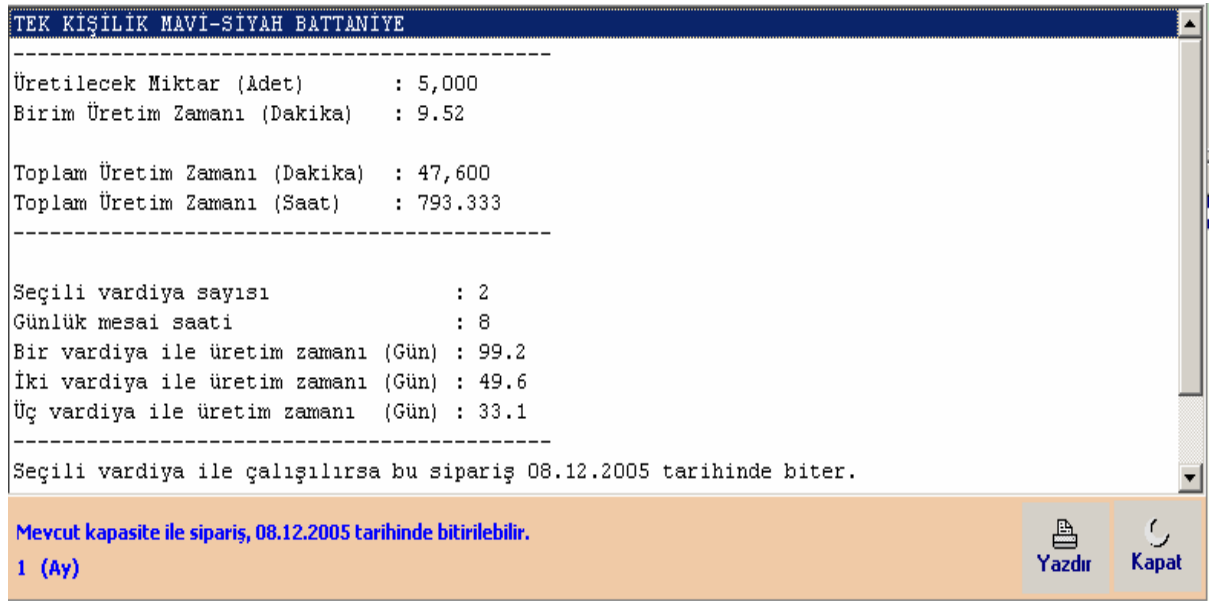
Şekil 4. 7. Kapasite yetersizliğinde çıkan bilgi ekran görüntüsü

Şekil 4.7'deki ekran görüntüsü, alınan sipariş için fabrikadaki iş merkezlerinin kapasitelerinin yeterli olup olmadığını, yetersiz olanların ise ne zaman yeterli olacağını kapasite modülünden yararlanarak hesaplar ve ekranda gösterir. Bu ekran görüntüsünü veren modül

sipariş kalemi eklenince hemen devreye girmektedir. Modül her bir sipariş kalemi için ayrı ayrı işlem yapmaktadır.



Şekil 4. 8. Liste (F10) tuşu ekran görüntüsü



Şekil 4. 9. Analiz (F11) tuşu ekran görüntüsü

Şekil 4.9, alınan sipariş miktarının stokta olmayan kısmını işlem tanımlarındaki gerekli bilgilerden CPM metodu, üretim aşamaları modülünü, seçili vardiya sayısı ve günlük mesai saatini de dikkate alarak hesaplamaktadır. Sonuç olarak ekrana sipariş için fabrikadaki birim üretim zamanı-toplam üretim zamanı, seçili vardiya sayısı, günlük mesai saati siparişin bitiş tarihi bastırılır. Ayrıca siparişin zamanında bitip bitmemesi ile ilgili tavsiye ve yorumlar ekranın devamına program tarafından eklenir.

Dönem 08.11.2005 12.12.2005

Zaman Tipi HAFTALIK

Çıkış Esc

Başla

Şekil 4. 10. Üretim planı ekle tuşu ekran görüntüsü

Siparişin üretim planı günlük, haftalık ve aylık olarak yapılabilir. Bunun için öncelikle siparişin üretim dönemi ve zaman tipi seçilmelidir. Daha sonra başla tuşuna tıklanarak üretim planı yapılabilmektedir.

Dönem Başı 08.11.2005 Dönem Sonu 12.12.2005

Kapat

ÜRÜNLER

Açıklama	Miktar	Mevcut	Üretilcek
TEK KİŞİLİK MAVİ-SİYAH BATTANI	5,025	25	5,000

Ön Bilgiler

Dönem Başı Stok (S1) 25 Dönem Sonu Stok (S2) 100

Toplam Satış (F) 5,025 Zaman Birimi Sayısı (N) 5 (HAFTA)

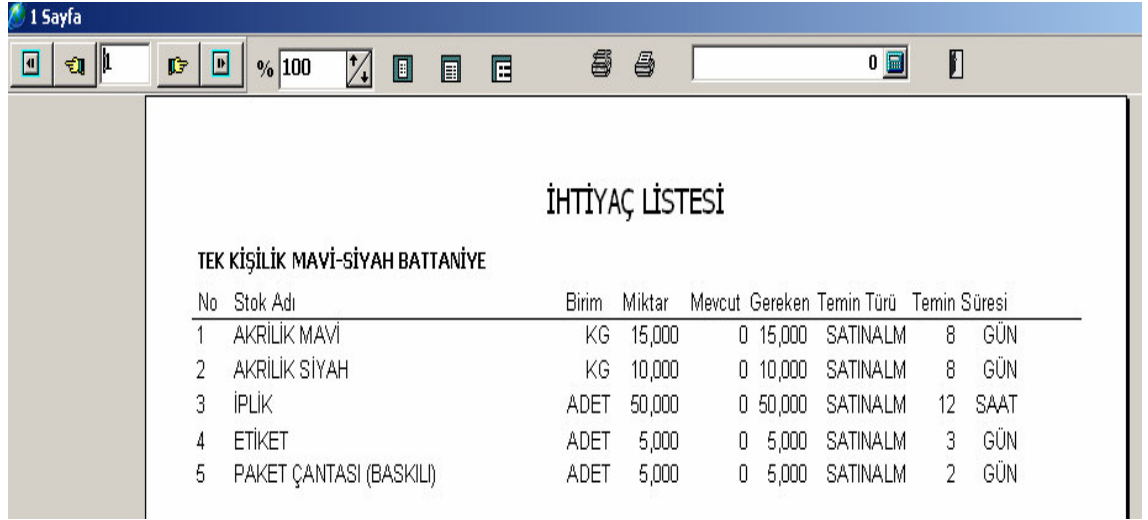
Planla

ÜRETİM PLANI (HAFTA)

Hafta	Satış Miktarı	Üretim Miktarı	Stok Miktarı
1	800	1020	245
2	800	1020	465
3	1200	1020	285
4	1100	1020	205
5	1100	1020	125

Şekil 4. 11. Üretim planı göster tuşu ekran görüntüsü

Üretim planının yapılabilmesi için Şekil 4.11' de ekran görüntüsü verilen modül kullanılmaktadır. Üretim planının yapılabilmesi için gerekli olan dönem başı-dönem sonu stok, toplam satış ya da dönemsel gönderilecek parça sipariş miktarı ile gerekli zaman birimi girilmelidir. Daha sonra planla tuşu ile üretim planı gerçekleştirilebilir. Planlama sonucu ekranın alt tarafında gösterilir.



No	Stok Adı	Birim	Miktar	Mevcut	Gereken	Temin Türü	Temin Süresi
1	AKRİLİK MAVİ	KG	15,000	0	15,000	SATINALM	8 GÜN
2	AKRİLİK SİYAH	KG	10,000	0	10,000	SATINALM	8 GÜN
3	İPLİK	ADET	50,000	0	50,000	SATINALM	12 SAAT
4	ETİKET	ADET	5,000	0	5,000	SATINALM	3 GÜN
5	PAKET ÇANTASI (BASKILI)	ADET	5,000	0	5,000	SATINALM	2 GÜN

Şekil 4. 12. İhtiyaç listesi tuşu ekran görüntüsü

Siparişe başlanmadan önde siparişi oluşturan stok kalemlerinin gereken miktarları, stokta olup olmadıkları, olmayanların ne kadar sürede temin edileceği ihtiyaç listesi tuşu ile bulunabilir. Bu bilgileri elde etmek amacı ile program stok modülünü kullanır. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.12' de olduğu gibi ekranda gösterilir.



No	AÇIKLAMA	Aylık Kapasite (kg)	Dolu Kapasite (kg)	Boş Kapasite (kg)	Boş Kapasite (Adet)
1	AYIKLAMA	64,512.00	17,500.00	47,012.00	13,432.00
2	PARÇALAMA (MAKAS)	479,232.00	17,500.00	461,732.00	131,923.43
3	BOYA	384,768.00	17,500.00	367,268.00	104,933.71
4	BOYADAN GELENİ DİNLENDİRME	2,304,000.00	17,500.00	2,286,500.00	653,285.71
5	BÜYÜK HALLAÇ	288,000.00	17,500.00	270,500.00	77,285.71
6	YAĞLAMA	576,000.00	17,500.00	558,500.00	159,571.43
7	YAĞDA DİNLENDİRME	1,152,000.00	17,500.00	1,134,500.00	324,142.86
8	KÜÇÜK HALLAÇ	192,000.00	17,500.00	174,500.00	49,857.14
9	TARAK	268,800.00	17,500.00	251,300.00	71,800.00
10	VARGEL	460,800.00	17,500.00	443,300.00	126,657.14
11	BOBİN	215,040.00	17,500.00	197,540.00	56,440.00
12	TEK KİŞİLİK DOKUMA TEZGAHI	185,088.00	17,500.00	167,588.00	47,882.29
13	ŞARDON	86,400.00	17,500.00	68,900.00	19,685.71
14	MAKAS	40,320.00	17,500.00	22,820.00	6,520.00
15	KENAR DİKİM	46,848.00	17,500.00	29,348.00	8,385.14
16	KALİTE KONTROL VE PAKETLEME	80,640.00	17,500.00	63,140.00	18,040.00

Şekil 4. 13. Kapasite tuşu ekran görüntüsü

İş merkezlerinin aylık, o anki dolu ve boş kapasitelerini kapasite modülünden yararlanarak hesaplanır ve Şekil 4.13' deki ekran görüntüsü ile ekrana basılır.

İşlem Adı	Durumu	Bitiş Tarihi
AYIKLAMA	Bitti	21.05.2006
PARÇALAMA (MAKAS)	Bitti	21.05.2006
BOYA	Devam Ediyor	
BOYADAN GELENİ DİNLENDİRME	Devam Ediyor	
BÜYÜK HALLAÇ	Devam Ediyor	
YAĞLAMA	Devam Ediyor	
YAĞDA DİNLENDİRME	Devam Ediyor	
KÜÇÜK HALLAÇ	Devam Ediyor	
TARAK	Devam Ediyor	
VARGEL	Devam Ediyor	
BOBİN	Devam Ediyor	
TEK KİŞİLİK DOKUMA TEZGAHI	Devam Ediyor	
ŞARDON	Devam Ediyor	
MAKAS	Devam Ediyor	
KENAR DİKİM	Devam Ediyor	
KALİTE KONTROL VE PAKETLEME	Devam Ediyor	

Şekil 4. 14. Sipariş durumu tuşu ekran görüntüsü

Şekil 4.14' ekran görüntüsü verilen sipariş durumu modülü siparişin hangi işlemlerinin bittiğini veya devam ettiğini göstermektedir.

Şekiller incelendiğinde, aşağıdaki genel değerlendirmeler yapılabilir:

Yeni sipariş girişinde, firma kartlarından girilmiş olan firmalar içinden seçilen firmaya ilişkin siparişin alındığı ve teslim edileceği tarih, açıklama bilgileri girilmekte, sipariş onay durumu seçilmektedir. Sipariş durumu, açık (yeni sipariş) veya kapalı (tamamlanmış sipariş) otomatik olarak verilmektedir.

Ekle tuşu ile alınan yeni sipariş bileşenleri, miktarları girilerek mevcut siparişler listesine eklenmektedir. Alınan her sipariş için gerekli olan kapasiteler iş merkezlerindeki işlem kartlarındaki bilgilerden yararlanılarak program tarafından hesaplanır ve her bir iş merkezindeki işlemlerin kapasitelerinden gerektiği kadarı bu sipariş için ayrılır. Her girilen sipariş kalemi için yukarıda yapılanlar tekrar edilir. Sipariş girilirken eğer herhangi bir iş merkezindeki bir işlemin kapasitesi program tarafından yetersiz bulunursa ekrana Şekil 4.7 ' de gösterilen bilgi ekranı

getirilir. Şekilden de görüldüğü gibi; hangi işlemin adet ile gün olarak kapasitesinin yetersiz olduğu ve bu işlemin en erken hangi tarihte başlayabileceği program tarafından hesaplanır ve kullanıcıya sunulur.

Liste tuşu ile önceki siparişler dâhil tüm siparişler görülebilir ve incelenmek istenen sipariş seçilebilir.

Analiz tuşu ile seçilen sipariş ile ilgili hesaplama sonuçlarına ve bu siparişin tamamlanmasına yönelik sayısal değerlere ulaşılmaktadır.

Üretim planı ekle tuşu ile planlama yapılacak üretim döneminin başlangıç ve bitiş tarihleri ile zaman dilimi birimi girilmektedir.

Üretim planı göster tuşu ile seçilen döneme ve zaman dilimlerine ait üretim, satış ve stok miktarları elde edilmektedir. Gerekli veriler girildikten sonra, planla butonuna tıklanarak üretim planı, kullanıcı ile etkileşimli olarak hazırlanır.

İhtiyaç listesi tuşu ile seçilen sipariş ile ilgili malzemenin adı, birimi, miktarı, mevcut miktar, gereken miktar, temin türü ve süresine ilişkin bilgiler elde edilmektedir.

Kapasite tuşu ile iş merkezlerindeki aylık, dolu ve kilogram ile adet bazındaki boş kapasiteler siparişlerin durumuna göre ekranda gösterilmektedir. Bu kapasite verilerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda alınabilecek sipariş miktarı belirlenebilmektedir.

Sipariş durumu tuşu ile seçilen siparişin hangi aşamada olduğu programa girilebilir ve istendiği zaman da siparişin durumu yine bu modülden görülebilir. Bu modüldeki *Tamamla* tuşu ile istenen işlem bitirilir ve bitiriliş tarihi program tarafından otomatik olarak verilir; *İptal Et* tuşu ile bitirilen işlem eski haline getirilebilir.

4.2.4.İş merkezleri modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan beşinci modül olan iş merkezleri modülü ekran görüntüsü Şekil 4.15’de verilmiştir.

Şekilde de görüldüğü gibi, iş merkezleri modülü, fabrikadaki iş merkezlerinin programa girildiği bölümdür. Bu bölümde girilen bilgiler, işlem tanımları modülünde tanımlama verisi olarak kullanılmaktadır. Bu modülde, iş merkezi adı ve o bölümle ilgili açıklama bilgisi bulunmaktadır.

Şekil 4. 15. İş merkezleri modülü örnek ekran görüntüsü

4.2.5. İşlem tanımları modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan altıncı modül olan işlem tanımları modülü ekran görüntüsü Şekil 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4. 16. İş tanımları modülü ekran görüntüsü

Şekilde de görüldüğü gibi, işlem tanımları modülü, iş merkezlerindeki işgücü ve makinelerin tanımının, birim üretim için birim zaman gereksiniminin, gerekli işgücü miktarı ile saatlik kapasitenin programa girilmesini sağlar. Seçili olan iş merkezindeki işgücü veya makineyi tanımlamak için yeni (F3) tuşuna basılır. Bu tuş ile ortaya çıkan pencerede; işgücü

veya makine tanımı ne ise bunu belirten işlem tanımı, işlemin tipi, bir adet ürün için bu işlemde ne kadar süreye (dakika/adet) gereksinim olduğu, bu işlem için gerekli çalışan sayısı, bu işlemin saatlik üretim kapasitesi, işlemin ilk ya da son işlem olup olmadığı ile son olarak bu işlemde önce ve sonra gelen işlemler girilir. Bu veriler sipariş alındığında, siparişin durumuna göre buradan alınarak ilgili hesaplamalarda kullanılır.

4.2.6.Üretim aşamaları tanımı modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan yedinci modül olan üretim aşamaları tanımı modülü ekran görüntüsü Şekil 4.17’de verilmiştir.

İşlem Açıklaması	İşlem Tipi
HAMMADDEYİ RENKLERE AYIRMA	İŞGÜCÜ
HAMMADDE PARÇALAYICI MAKAS	MAKİNE
FASONA BOYAYA GÖNDERME	İŞGÜCÜ
BOYADAN GELENİ DİNLENDİRME	İŞGÜCÜ
BÜYÜK HALLAÇ	MAKİNE
YAĞLAMA	İŞGÜCÜ
YAĞLAMA SONRASI DİNLENDİRME	İŞGÜCÜ
KÜÇÜK HALLAÇ	MAKİNE
TARAK	MAKİNE
VARGEL	MAKİNE
BOBİN	MAKİNE
TEK KİŞİLİK DOKUMA TEZGAHI	MAKİNE
ŞARDON	MAKİNE
MAKAS (BATTANİYE YÜZEYİ)	MAKİNE
KENAR DİKİM	İŞGÜCÜ

Şekil 4. 17. Üretim aşamaları tanımı modülü ekran çıktısı

Şekilde de görüldüğü gibi, işlem tanımları modülünde girilen bilgiler, seçilen ürün cinsine göre, üretim aşamaları tanımı modülünde birleştirilir. Bu modül değişik her bir stok için diğer bir ifadeyle farklı her bir sipariş için burada bir defa olmak üzere tanımlanır ve aynı tip sipariş için gerektiğinde program tarafından buradan alınarak kapasite analizinde kullanılır.

4.2.7.Diğer tanımlar modülü

Bilgi girişleri menüsünde yer alan sekizinci modül olan diğer tanımlar modülü ekran görüntüsü Şekil 4.18’de verilmiştir.

Şekil 4. 18. Diğer tanımlar modülü ekran görüntüsü

Şekilde de görüldüğü gibi, işletmedeki günlük mesai saati ve vardiya sayısı, diğer tanımlar menü seçeneğinden girilmektedir. İşletmede, alınan sipariş için gerekli kapasiteyi bulmak için program bu değerleri kullanarak hesaplama yapar. Özellikle yetersiz ve fazla kapasite durumlarında, çözüm için vardiyaların artırımı veya azaltımı ile uygun sonuca gidilip gidilemeyeceğinin hesabında yardımcı olarak bu değerler kullanılmaktadır. Buradaki değerlerin kullanıcı tarafından değiştirilmesi tüm iş merkezlerindeki mevcut arttırılabilecek üretim kapasitelerini yeniden hesaplar.

4.3. Raporlar Menüsü

Raporlar menüsü; firma listesi, stok listesi, açık siparişler ve kapalı siparişler listelerinden oluşmaktadır. Bu listelere ilişkin ekran görüntüleri, sırasıyla Şekil 4.19,..., 4.22'de verilmiştir.

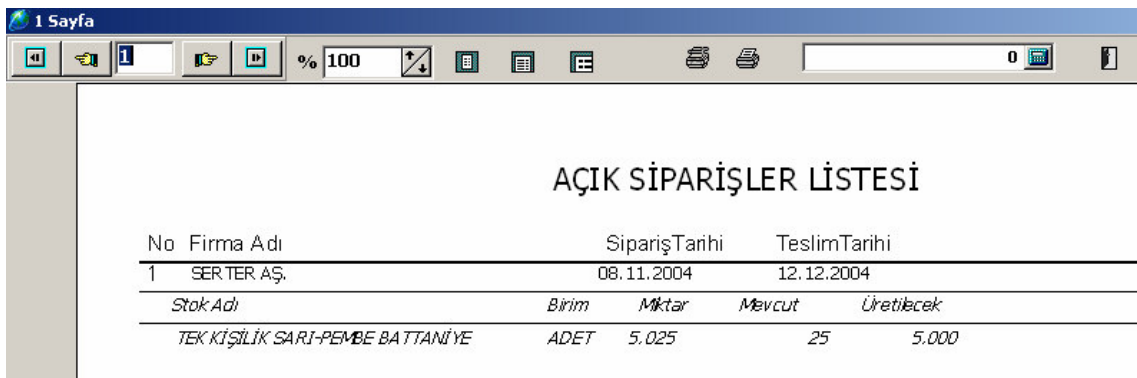
No	Firma Adı / Tipi	Yetkili	Adres
1	SERTER AŞ.	MÜŞTERİ HALİM BEY	MERTER / İSTANBUL

Şekil 4. 19. Firma listesi ekran görüntüsü



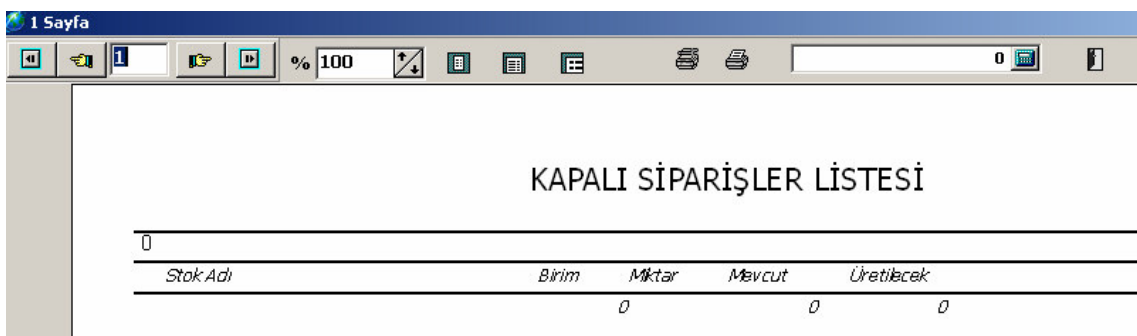
No	Stok Adı	Birim	Tipi	Temin Türü	Temin Süresi	Bloke Miktar	Kalan Miktar
1	TEK KİŞİLİK SARI-PEMBE	ADET	MAMUL	İMALAT	0	25	25
2	TEK KİŞİLİK MAVİ-SARI	ADET	HAMMADDE	İMALAT	0	0	25
3	BATTAL ÜÇ RENKLİ MKS	ADET	HAMMADDE	İMALAT	0	0	0
4	İPLİK	ADET	YRD.MALZ.	SATINALMA	12 SAAT	49.990	10
5	AKRİLİK SİYAH	KG	HAMMADDE	FASON	8 GÜN	9.939	61
6	AKRİLİK MAVİ	KG	HAMMADDE	SATINALMA	8 GÜN	15.000	0

Şekil 4. 20. Stok listesi ekran görüntüsü



No	Firma Adı	Sipariş Tarihi	Teslim Tarihi
1	SER TER AŞ.	08.11.2004	12.12.2004
	<i>Stok Adı</i>	<i>Birim</i>	<i>Miktar</i>
	TEK KİŞİLİK SARI-PEMBE BATTANİYE	ADET	5.025
			<i>Mevcut</i>
			25
			<i>Üretilecek</i>
			5.000

Şekil 4. 21. Açık siparişler listesi ekran görüntüsü



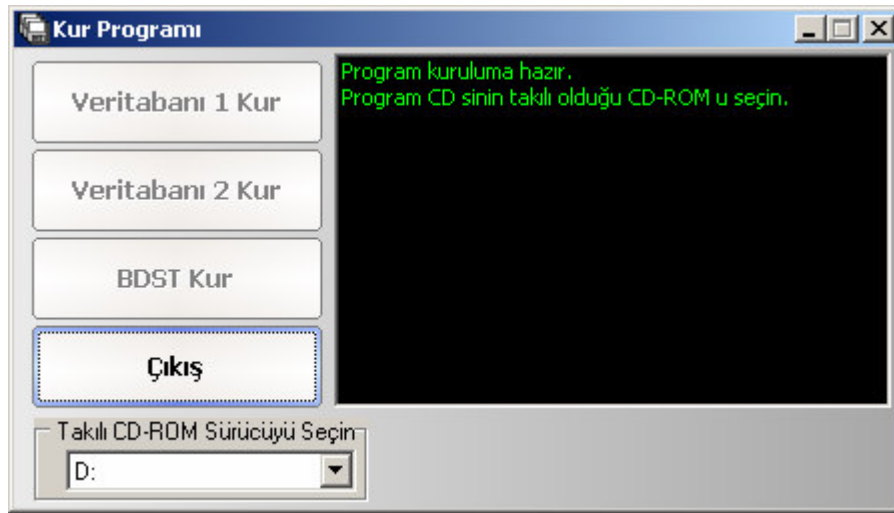
No	Stok Adı	Birim	Miktar	Mevcut	Üretilecek
0			0	0	0

Şekil 4. 22. Kapalı siparişler listesi ekran görüntüsü

Şekillerde de görüldüğü gibi, raporlar menüsünde yer alan listelere ilişkin bilgiler bulunmaktadır. İşletme, bu listeleri isterse yazılı olarak da alabilmektedir.

BDST programı en az PII-233 MMX işlemcili, 64 MB ramli, 4.3 GB sabit diskli, 800x600 çözünürlüklü monitöre sahip bir bilgisayarda çalışabilmektedir.

Programın kaynak kodları, ekteki CD' de verilmektedir. Program CD' si bilgisayarın CD-ROM sürücüsüne takılınca Şekil 4.23' de ekran görüntüsü verilen kur programı otomatik çalışacaktır.



Şekil 4. 23. Kur programı ekran görüntüsü

Eğer kur programı otomatik olarak çalışmazsa CD' de verilen *KUR. EXE* programının çalıştırılması gerekmektedir. Kur programı çalıştırılınca ekrana *Veritabanı 1 Kur*, *Veritabanı 2 Kur*, *BDST Kur* olmak üzere üç adım gelir. Öncelikle program CD' sinin takılı olduğu CD-ROM sürücüsünün seçilmesi gerekmektedir. Daha sonra adımlar sırası ile yukarıdan aşağıya doğru izlenirse program ilgili bilgisayarın sabit diskine kurulacak ve Windows masaüstüne program kısa yolu eklenecektir.

Piyasadaki mevcut yerli programlar BDST programının çok daha gelişmiş olmasıyla birlikte büyük bir program kitlesi sipariş teslim zamanı üzerinde durmamaktadırlar. BDST programına yakın olanlarda ise birden fazla sonuca giden yol olması olasılığında CPM metodu kullanılarak kritik yol bulunması durumu değerlendirilmemektedir. Ayrıca fabrikaya getirecekleri mali yük de azımsanmayacak kadar fazladır. Yine bu programlardan büyük bir kısmı fabrikanın iş merkezi kapasitelerini, siparişin yetişip yetişemeyeceğini, sipariş yetişmezse uygun çözümleri vermemektedirler.

Piyasada kullanılan en kapsamlı program genellikle büyük firmaların kullandığı yurtdışı menşeli SAP programıdır. SAP bir fabrikanın ihtiyacı olan her türlü modülü içinde

barındırmaktadır. Siparişin takip modülü, maliyetler, kapasiteler, üretim planları, iş merkezi bazında üretim takibi, malzeme ihtiyaç planlaması gibi daha fazla modül ile fabrikadaki tüm akışlar izlenebilmektedir. Bu kadar fazla modül içermesine rağmen SAP çok az fabrikada kullanılabilir. Çünkü maliyeti KOBİ'lerin yüzde doksan dokuzunun alamayacağı kadar fazladır. Ayrıca eğitimi en az üç ay, fabrikaya uyarlanması ise sekiz ay gibi bir zaman gerektirmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgisayar, bilgiler doğru girildiği zaman çabuk ve doğru sonuçlar veren bir cihazdır. Özellikle, kararların doğruluğunu ve güvenilirliğini arttırarak, karar sürecini hızlandırır ve yöneticinin zamanında karar almasını sağlar.

Bu çalışmada, bilgisayar destekli sipariş takibi (BDST) isimli bir bilgisayar programı yazılarak bir işletme ölçeğinde kullanımı sağlanmıştır. Bu program, işletme bilgileri bir kere doğru olarak yüklendiğinde, kullanıcıya zaman kazandırmakta ve işletmenin durumunu yakından izleme olanağı sağlamaktadır. Program; özellikle CPM metodunu kullanarak, seçilen bir ürünün ne kadar sürede üretilebileceği, alınan siparişin zamanında yetişip yetişmeyeceği, sipariş için üretim kapasitesinin yeterli olup olmayacağı, kapasite yetersiz ise hangi iş merkezlerindeki hangi işlemlerin dolu olduğunu ve bu işlemlerin en erken ne zaman ilgili siparişe tahsis edilebileceği gibi bilgileri kullanıcıya sunarak, kullanıcının ileriye dönük hata yapmamasına yardımcı olmaktadır.

Program bir işletme örneğinde çalıştırılarak stok, sipariş, kapasite ve planlama modülleri denenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda, elde edilen sonuçların işletme tarafından da doğrulandığı ve kabul gördüğü saptanmıştır.

Firmanın gerçek bir siparişi, sipariş modülüne girilerek kapasite analizi yapılmış ve üç vardiya ile siparişin ne zaman biteceği hesaplanmıştır.

İşletmenin 5000 adet tek kişilik mavi-siyah battaniye için gerçek bir siparişi programa girilmiştir. Elle hesaplanan sipariş bitiş tarihi programdan elde edilen bitiş tarihinden 1 gün daha fazla çıkmıştır. Bunun sebebi programa girilen verilerin en iyileştirilmiş olmasıdır. Ayrıca her iki hesaplama arasında zaman farkı da bulunmaktadır. Program hesaplamayı saniyeler içinde yaparken elle yapılan hesaplamalar farklı zamanlar almıştır. Özellikle programa birden fazla sipariş girildiğinde sipariş bitim zamanları program tarafından anında hesaplanmıştır. İşletmenin gerçek verilerinin yayınlanmasına işletme yönetimi tarafından izin verilmediğinden sayısal sonuçlar burada yayınlanamamıştır.

Programın kullanılabilirliğini arttırmak amacı ile programa maliyet modülü eklenebilir.

Özellikle, son zamanlarda yapay zekânın da gelişmesi göz önüne alınırsa, programa yapay zekâ modülü de eklenebilir. Bu tip programlarda uygulanabilecek en uygun yapay zekâ tekniklerinden birisi uzman sistemlerdir.

Uzman sistemler, özellikle konu hakkında uzman olan kişilerin görüşlerinden yararlanan bir yapay zekâ koludur. Bunun dışında, modüllerde de ayrıntılara inilebilir.

Özellikle MRP, JIT vb. gibi sistemler programa eklenirse, program her işletmeye uygulanabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] AZEVEDO, A.L., SOUSA, J.P., 2000, A component-based approach to support order planning in a distributed manufacturing enterprise, Elsevier, Portugal.
- [2] CANTU, M., 1999, Mastering Delphi 4, Sybex.
- [3] CUNHA, P.F., MESQUITA, R.M., O'KANE, J.F., 2000, A methodology for evaluation of process and production planning, Elsevier, Portugal, UK.
- [4] ÇELİKÇAPA, F.O., 1999, Üretim Planlaması, Alfa Yayınevi, İstanbul.
- [5] ÇETMELİ, E., 1982, Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT metotları, İstanbul.
- [6] DEMİR, M.H., GÜMÜŞOĞLU, Ş., 2003, Üretim Yönetimi, Beta Yayınevi, İstanbul.
- [7] ENNS, S.T., 2002, MRP performance effects due to forecast bias and demand uncertainty, Elsevier, Canada.
- [8] GNOMI, M.G., IAVAGNILIOA, R., MOSSAA, G., MUMMOLOA, G., DI LEVA, A., 2003, Production planning of a multi-sitemanufacturing system by hybrid modelling, Elsevier, Italy.
- [9] GÜVEMLİ, O., 1990, İşletmelerde Kısa ve Uzun Süreli Planlama. Bilim Teknik Yayınevi, 300 s.
- [10] IŞIK, A., 2002, Üretim Planlaması ve Kontrol Ders Notları, Kütahya.
- [11] JAN A. ELFVİNG, IRİS D. TOMMELEİN, GLENN BALLARD, 2005, Consequences Of Competitive Bidding İn Project-Based Production, Elsevier, USA.
- [12] KINGSMAN, B.G., 2000, Modelling input}output workload control for dynamic capacity planning in production planning systems, Elsevier, UK.
- [13] KOBU, B., Üretim Yönetimi, 1989, İstanbul.
- [14] KUSAR, J., BREZOVAR, J., GRUM, J., STARBEK, M., 2004, Realistic lead time scheduling of operations of orders, Elsevier, Slovenia.
- [15] LOOS, P., ALLWEYER, T., 1997, Application of production planning and scheduling in the process industries, Elsevier, Germany.
- [16] OH, H.C., KARIMI, I.A., 2001, Planning production on a single processor with Sequence - dependent setups, Elsevier, Singapore.
- [17] PALA, Z., 2003, Delphi 7 Uygulama Geliştirme Rehberi, Türkmen Kitabevi.
- [18] RIANE, F., ARTIBA, A., IASSINOVSKI, S., 2001, An integrated production planning and scheduling system for hybrid flowshop organizations, Elsevier, Belgium.
- [19] SHOBRY, D.E., WHITE, D.C., 2002, Planning, scheduling and control systems: why cannot they work together, Elsevier, USA.
- [20] SOMAN, C.A., DONK, D.P.V., GAALMAN, G., 2002, Combined make-to-order and make-to-stock in a food production system, Elsevier, Natherland.
- [21] STARBEK, M., GRUM, J., 2001, Control of the state of orders on machines, Pergamon, Slovenia.

- [22] ŞAHİN, M., 2000, Üretim Yönetimi ve Yapay Zeka.
- [23] TAHA, A.H., 2000, Yöneylem Araştırması, Literatür Yayınevi, İstanbul.
- [24] TSAI, T., SATO, R., 2004, A UML model of agile production planning and control system, Elsevier, Japan.
- [25] VICENS, E., ALEMANY, M.E., ANDRES, C., GUARCH, J.J., 2001, A design and application methodology for hierarchical production planning decision support systems in an enterprise integration context, Elsevier, Spain.
- [26] VOLLMAN, T.E., BERRY, WOHN, WHYBACK, D.C., 1997, Manufacturing Planning and Control Systems, New York: McGraw-Hill.
- [27] YAMAK, O., 1993, Üretim Yönetimi, Alfa Yayınevi.
- [28] D&D Danışmanlık, 2003, www.dved.org/index.html.
- [29] <http://www.geocities.com/akircali/index.html>.
- [30] www.melsoft.com.tr, Konfeksiyonda Üretim Planlama Bilgisayar Programı.