

BİR SİMÜLASYON YAZILIMI İÇİN ESNEK İŞ AKIŞ PLANI EDİTÖRÜ GELİŞTİRİLMESİ VE İŞLEMLERİN GANTT ŞEMASINDA ÇİZELGELENMESİ

**Halil İbrahim KORUCA, Gültekin ÖZDEMİR, Erdal AYDEMİR ve Muhammed
ÇAYIRLI***

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi 23360 Isparta
*Keçiborlu Meslek Yüksekokulu, Süleyman Demirel Üniversitesi 32700 Keçiborlu Isparta

koruca@mmf.sdu.edu.tr, gultekin@mmf.sdu.edu.tr, aydemir@mmf.sdu.edu.tr, cayirli@sdu.edu.tr

(Geliş/Received: 03.02.2009 ; Kabul/Accepted: 02.11.2009)

ÖZET

Nesne tabanlı programlamanın gelişmesi ile simülasyonu yapılacak olan sistemlerin verileri bilgisayar ortamına daha fazla doğrulukta aktarılmakta ve simülasyon tekniğinin verimli kullanılması sağlanmaktadır. Bu çalışma ile üretim sistemlerinin simülasyonunda; ürün veya süreçlere ait işlemlerin iş akış planı çizimi ile ifade edilebilmesini sağlayacak bir modülün Faborg-Sim simülasyon yazılımına entegrasyonu hedeflenmiştir. Böylece karmaşık olan sistemlerin analizi ve tasarımında kolaylıklar sağlandığı düşünülmektedir. Ayrıca, simülasyon sonuçlarının Gantt şeması üzerinde çizelgelemesi, incelenen sistem ve geliştirilebilecek alternatif yapı model değişimlerinin daha iyi gösterilebilmesi bakımından önemlidir. Gerçekleştirilen çalışma, “Fabrika Organizasyonu, Üretim Sistemi Yapılandırma ve Performans Ölçmeye Yönelik Simülasyon Yazılımı Geliştirilmesi (Faborg-Sim)” TÜBİTAK-MAG araştırma projesi kapsamında sistem verilerinin ve iş süreçlerinin modellenmesine imkan verecek esnek iş akış editörü modülü geliştirmeyi ve gerçek zamanlı Gantt şeması çizelgeleme gösterimini içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, esnek iş akış editörü, Gantt şeması, çizelgeleme, Faborg-Sim.

DEVELOPMENT OF FLEXIBLE WORK FLOW PLANNING EDITOR FOR SIMULATION SOFTWARE AND OPERATIONS SCHEDULING ON GANTT CHARTS

ABSTRACT

System information can be transferred into computer environment with more accuracy than ever before and simulation can be used efficiently with the development of object oriented programming. It is important integration of system data into the software by using work flow plan drawings with scheduling of simulation results on a Gantt diagram when searching alternative structure and flow organizations in simulation of production systems. In this study, a flexible work flow editor is developed to model system data and work processes and to draw real time Gantt diagrams as a part of the research project of “Development of Simulation Software for Facility Organizing, Production System Structuring, and Performance Measuring (Faborg-Sim)” which is supported by TUBITAK-MAG.

Keywords: Simulation, flexible work flow planing editor, Gantt Charts, scheduling.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Üretim sistemlerini etkileyen parametre sayısı oldukça fazla olduğundan üretim sistemlerinin genellikle karmaşık yapıları oldukları kabul edilmektedir. Karmaşıklığın azaltılabilmesi; ölçülebilir ve müdahale edile-

bilir parametre sayısını arttırmakla sağlanabilir. Bu aşamada simülasyon tekniği, gerçek hayat süreçlerinin ve/veya sistemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesine ve analizine imkan vermektedir [1-2]. Bununla birlikte simülasyon; organizasyon süreçlerinin animasyon ile gösterimini mümkün kılmakta

ve iş akışlarının takibini sağlanmaktadır. Optimizasyon modelleri dahil bir çok matematiksel model gerçek sistem dinamiklerini tam olarak yansıtamazken, simülasyon gerçek sistemin dinamiklerini yansıtabilme kabiliyetine sahiptir [3]. Simülasyon, hem daha az süre hem de daha az maliyet ile yapılabildiğinden tercih edilmektedir. Simülasyon araştırmasında gerekli bilgiler/veriler hazır bulundurulmakta, sistem sınırları kesin olarak tanımlanmaktadır. Modelin doğru oluşturulması kaliteli sonuç elde edilmesini ve sistem ile ilgili karar vermeyi doğrudan etkilemektedir.

Bir üretim sisteminde bulunan personeller, iş istasyonları (makinalar), müşteri siparişleri, iş akış planları (ürünler), işlemler ve gerekli diğer üretim kaynakları simülasyon modellerinin temel elemanlarını oluşturur. Çevrim süresi, personel ve iş istasyonları kullanım oranları, kuyruk istatistikleri, siparişlerin tamamlanma oranları/teslim kabiliyetleri ve toplam maliyet gibi performans ölçütleri simülasyon sonunda tahmin edilmekte ve bu sonuçlara göre organizasyon yapılarının yeniden düzenlenmesi, süreçlerin etkinliği ve verimliliğin artırılması sağlanmaktadır.

Sistem modelleme ve simülasyon yazılım araçları genelde matematiksel model ile işlem sırasına göre kod yazılarak kullanılmaktadırlar. Artık günümüzde bu tür yazılımlarda nesne tabanlı görsel programlama dillerinin gelişmesiyle; ürün merkezli işlem tabanlı iş akış planlarına göre modellenmektedir. Simülasyon yazılımları; yerleşim planlarının, iş ortamı ve çalışma bölümlerinin de gösterilebildiği üç boyutlu (3-D) modellemeye doğru geliştirilmektedir.

Yapılan çalışmada, üretim sistemlerinin simülasyonuna yönelik Faborg-Sim yazılımı projesinin bir modülü olan "Esnek İş Akış Planı Editörü" oluşturulması ve işlemlerin Gantt şeması çizelgelenmesi amaçlanmaktadır. Esnek iş akış planı editörü ile incelenen sistem iş akış planlarının ağ yapısı şeklinde ifade edilmesi, işlemler arasındaki seri ve paralel bağlantıların oluşturulması ve gösterimi sağlanmaktadır. Ayrıca iş akış planında tanımlanan işlemler için parametre değerlerinin veri girişine imkân vermektedir. Bu yönleriyle esnek iş akış planı editörü sistem içinde yer alan süreçlerin detaylı biçimde yazılımda tanımlanmasını ve kullanıcıya şematik gösterimini sağlayabilmektedir. Simülasyon koşumu esnasında iş akış planları üzerinde yer alan işlemlerin çalışanlara göre Gantt şemasında çalışma/işleme durumlarının gösterilmesi de çalışmanın ikinci kısmını oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE RESEARCH)

Literatürde simülasyon yönteminin; genellikle dolaşım süresi, tamamlanma zamanı, kapasite kullanımı gibi performans ölçme kriterlerinin bazı durumlarda maliyet faktörü ile birlikte değerlendirilmesi ve geliştirilen alternatif sistemlerin karşılaştırılması gibi

üretim sistemlerinin tasarımı ve analizinde kullanıldığı görülmektedir.

Davis ve Kanet tarafından yapılan çalışmada, bir üretim sisteminde iş istasyonlarının çizelgelenmesi ve üretim ortamındaki erken ve geç tamamlanacak işlerin planlanmasına yönelik interaktif grafik yaklaşım ile Gantt şeması çizebilen bir çizelgeleme yazılımı geliştirilmiştir [4]. Kompleks üretim sistemlerinde değişken ve detaylı iş akış planları ile modelleme yapabilen, simülasyon sonuçlarının kalitesine ve güvenilirliğini test eden OSIM yazılımı Zülch vd. tarafından geliştirilmiştir Yazılım, alüminyum üretimi yapan bir işletmede iş akış planlarına göre test edilmiştir [5].

Kuruca vd. konvansiyonel imalat atölyesi ile esnek imalat sistemi esasına göre düzenlenmiş bilgisayar kontrollü (CNC) tezgahlardan oluşan imalat hücreleri, simülasyon ile iş akış planlarına göre bir imalat ve montaj simülasyon programında modelleyerek, zamanında teslim edilebilir sipariş oranları, tezgah kapasite kullanım oranları ve birim ürün maliyetleri açısından değerlendirmişlerdir [6].

Çok-ajanlı sistem ekipmanı ve karınca kolonileri optimizasyonu ile dinamik atölye çizelgeleme problemlerine bir çözüm üretmek Gantt şeması ile sonuçları gösteren farklı bir yazılım ise Kang vd. tarafından geliştirilmiştir [7].

Literatür araştırmasında görüldüğü gibi üretim sistemlerinin analizinde simülasyon yönteminin kullanılmasında iş akış planı tabanlı editör vasıtasıyla simülasyona geçiş durumu ve Gantt şeması kullanımı üzerine birkaç çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda üretim çizelgeleme problemlerinin çözümü görsel olarak verilmektedir. Bunun dışındaki çalışmalar yeni bir yöntem geliştirmek yerine mevcut ticari simülasyon yazılımları ile yapılan analizlerden oluşmaktadır. Bu makalenin literatüre katkısı; geliştirilen modülün esnekliğe ve görselliğe sahip olmasıdır.

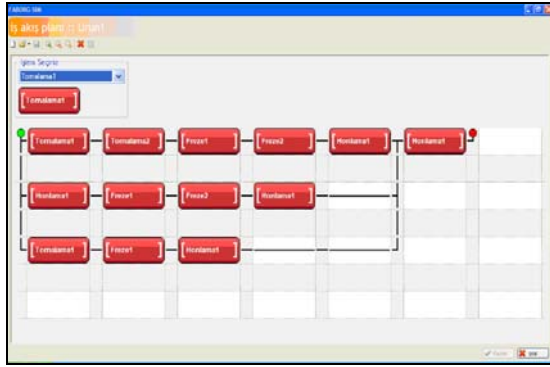
3. ESNEK İŞ AKIŞ PLANI EDITÖRÜ (FLEXIBLE WORK FLOW PLAN EDITOR)

Faborg-Sim yazılımının esnek iş akış planı editörü modülünün geliştirilmesinde önemli olan nokta; müşteri siparişi bilgisine göre işlem adımlarını simüle edecek yapının oluşturulmasıdır. Bu işin gerçekleştirilebilmesi için veritabanı kullanarak veriler arasında gerekli olan anahtar bağlantıların tanımlanması gerekmektedir. Editör aynı zamanda, iş akış planı üzerindeki işlemlerin yanlış bağlantılarında ve bağlantısız işlemlerde ve de hatalı sistem verilerini test ederek kullanıcıyı uyarılmaktadır. Çok büyük modeller ve uzun iş akış planlarında bu uyarılar modelleme süresini kısaltmaktadır. Faborg-Sim simülasyon koşumu süresince tanımlanmış bu veri bağlantılarını ve sistem ilişkilerini modellenmiş sistem konfigür-

rasyonu altında eş zamanlı değerlendirerek sistemi simüle edebilecektir.

3.1. Komponent Geliştirme (Component Development)

Geliştirilen esnek iş akış planı komponenti ile her bir ürün için gerekli işlemleri kapsayan iş akış planları modellenebilmektedir. Ayrıca iş akışını oluşturan işlemler ile ilgili işlem adı, işlem süresi, hazırlık zamanları, işlemler arası geçiş süreleri, öncelik sırası, iş istasyonu ataması gibi verilerin iş akışı üzerinden sisteme girişi sağlanmaktadır. Faborg-Sim yazılımında olduğu gibi esnek iş akış planı editörü komponenti geliştirme sürecinde de Microsoft Visual Studio 2005 C# Nesne Tabanlı Görsel Programlama Dili kullanılmaktadır. Örnek bir ürün için iş akışı planı editörü ekran görüntüsü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Faborg-Sim Esnek İş Akış Planı Editörü; Örnek Bir İş Akış Planı (Faborg-Sim Flexible Work Flow Plan Editor; An Example of Work Flow Plan)

3.2. Uygulamalı Esnek İş Akış Planı Örnekleri (Flexible Work Flow Plan Examples in Applications)

İş akış editörünü esnek hale getiren nokta; paralel ve/veya seri işlem tanımlamalarında herhangi bir sınırlamanın olmaması ve iş akışını oluşturan işlemler

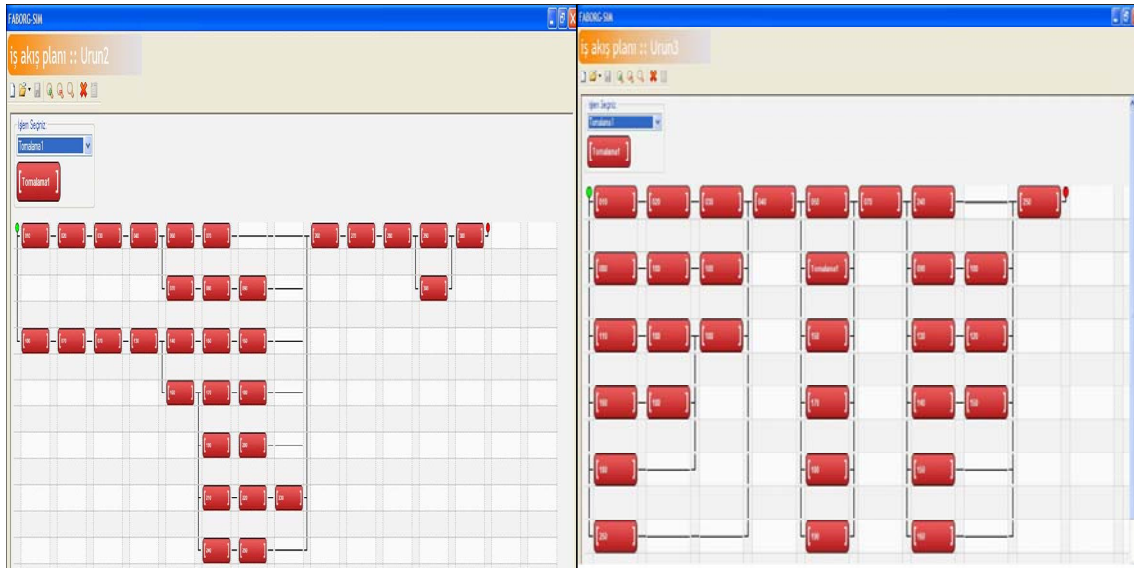
ile ilgili işlem adı, işlem süresi, hazırlık zamanları, işlemler arası geçiş süreleri, öncelik sırası, iş istasyonu ataması gibi verilerin iş akışı üzerinden sisteme veri girişine imkân vermesidir. Şekil 2’de iki farklı iş akış planı örnek olarak gösterilmiştir.

Yazılım, belirli anahtar verilerle sisteme gelen siparişlere ve konfigürasyona göre sistemi bir bütün olarak değerlendirmektedir. İşlemler, simülasyon koşum süresi boyunca esnek iş akış planı editöründeki işlem sırası ve bağlantılarına göre ilgili işlemin atandığı iş istasyonunda gerçekleştirilmektedir.

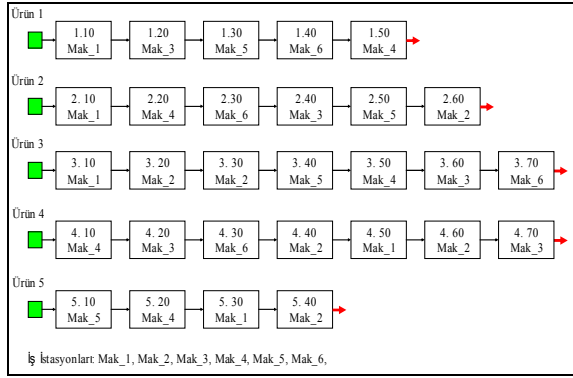
3.3. İş Akış Planları ve İşlemlerin Gantt Şemasında Çizelgenmesi (Scheduling with Work Flow Plans and Operations on a Gantt Chart)

Faborg-Sim Gantt şeması farklı ürünlerden oluşan müşteri siparişlerini her bir ürün için farklı renkte çizerek üretim kaynaklarının simülasyon periyotları boyunca iş istasyonlarının kullanımda oldukları ve ne zaman hangi işlemi gerçekleştirdiklerini zaman çizelgesi üzerinde göstermektedir. Modellenen bir üretim sistemi için tüm müşteri siparişlerinin incelenen zaman periyodu/aralığı tamamlandığında simülasyon koşumu durmakta ve her bir iş istasyonu zaman çizelgesi boyunca işlemleri Gantt şeması üzerinde çizilebilmektedir. Şekil 3’te verilen örnekte, 5 ürünlü 6 makineli örnek bir üretim sistemi için iş akış planları verilmektedir. İşlemlerin süreleri, iş istasyonu, geçiş süresi, başlama ve bitiş süreleriyle ilgili bilgiler ise Tablo 1’de verilmiştir.

Bahsedilen örnek üretim sisteminde iş istasyonları arası geçiş sürelerinin olmadığını varsayarak yapılan “En Kısa İşlem Süresi” öncelik kurallı simülasyon koşumu sonucu oluşan Gantt şeması Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 2. Esnek İş Akış Editörü ile Oluşturulan İş Akış Modelleri (Work Flow Models Created by Flexible Work Flow Editor)



Şekil 3. Örnek üretim sistemi için ürün iş akışları (Product Work Flows for An Example Production System)

Veritabanı aracılığıyla, ürün iş akışları ile sistem verilerini bir arada simülasyon süresi boyunca değerlendirildiğinden dolayı, incelenen sistem için farklı konfigürasyonlar ile değişik Gantt şemaları elde etmek mümkün olmaktadır. Geçiş süreli ya da öncelik kuralı gibi düzenlemeler simülasyon sonucunu ve süresini etkilemektedir. Şekil 5'te örnek üretim sistemi için "Geçiş Süreli" ve "En Uzun İşlem Süresi" öncelik kurallarından elde edilen Gantt şemaları verilmiştir.

Esnek iş akış planlarının oluşturulabileceği bir editörün geliştirilmesi, bu editörün simülasyon ile bağlantısı ve simülasyon sonuçlarının somut olarak Gantt şeması ile gösterilebilmesi Faborg-Sim yazılımına esneklik ve işlevsellik kazandırmaktadır.

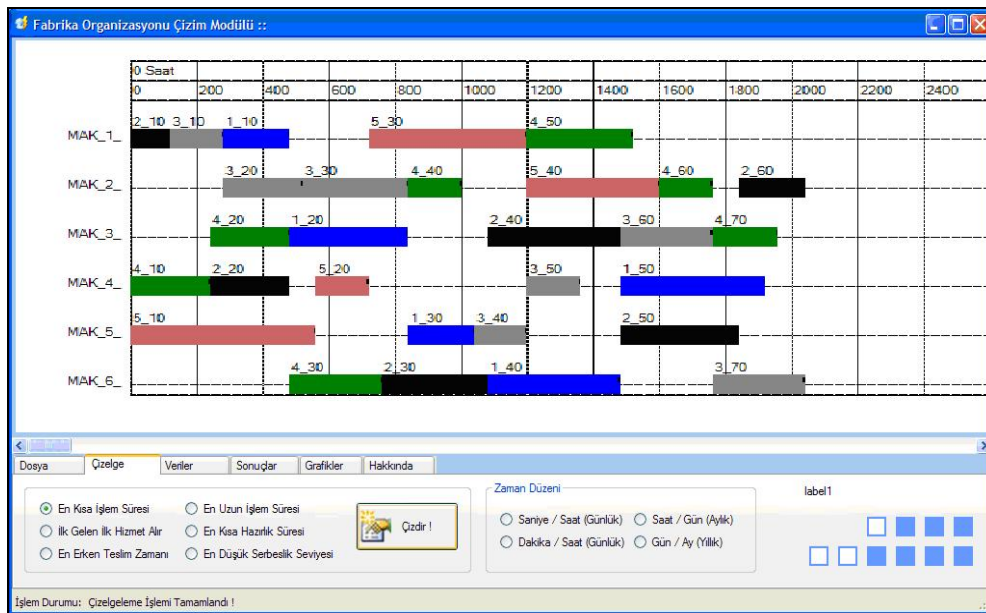
4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Üretim sistemlerinin simülasyonunda; "Esnek İş Akış Planı Editörü" ve nesne tabanlı bir yazılım çalışması gerçekleştirilerek, iş akışını oluşturan işlemler ile ilgili işlem adı, işlem süresi, hazırlık zamanları, işlemler arası geçiş süreleri, öncelik sırası, iş istasyonu

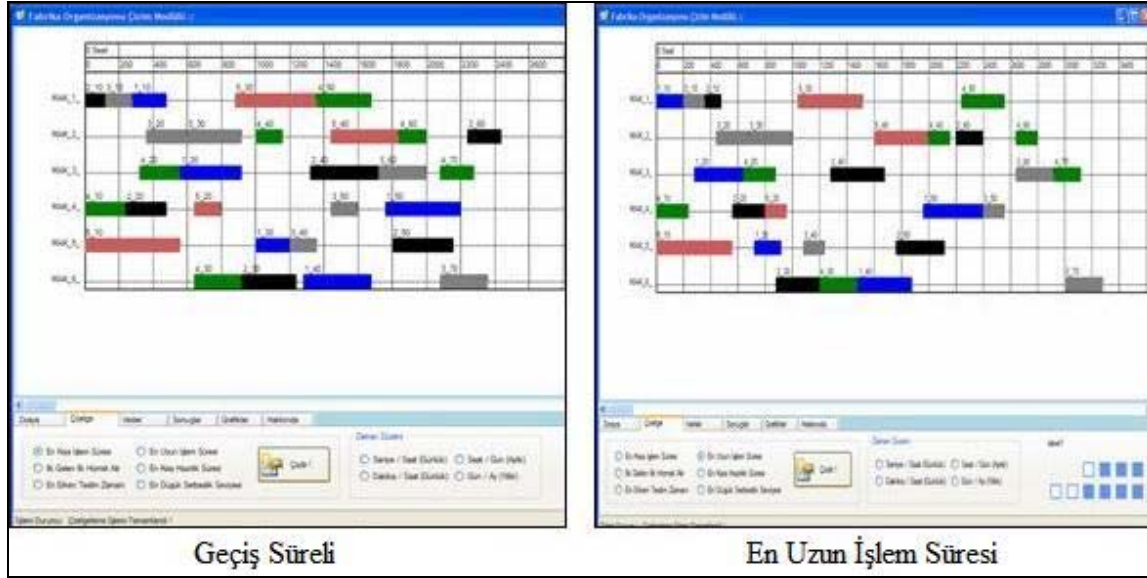
Tablo 1. Örnek Üretim Sistemi İçin İşlem ve Sistem Verileri (Operation and System Data for An Example Production System)

Sipariş No	İşlem No	İş İstasyonu	İşlem Süresi	Geçiş Süresi	Başlama Zamanı	Bitiş Zamanı
			Sn	Sn	Sn	Sn
Ürün 1	01.10	Mak 1	50	0	0	50
	01.20	Mak 3	90	20	70	160
	01.30	Mak 5	50	20	180	230
	01.40	Mak 6	100	20	250	350
Ürün 2	01.50	Mak 4	110	20	370	480
	02.10	Mak 1	30	0	0	30
	02.20	Mak 4	60	20	50	110
	02.30	Mak 6	80	20	130	210
	02.40	Mak 3	100	20	230	330
	02.50	Mak 5	90	20	350	440
Ürün 3	02.60	Mak 2	50	20	460	510
	03.10	Mak 1	40	0	0	40
	03.20	Mak 2	60	20	60	120
	03.30	Mak 2	80	0	120	200
	03.40	Mak 5	40	20	220	260
	03.50	Mak 4	40	20	280	320
Ürün 4	03.60	Mak 3	70	20	340	410
	03.70	Mak 6	70	20	430	500
	04.10	Mak 5	60	0	0	60
	04.20	Mak 3	60	20	80	140
	04.30	Mak 6	70	20	160	230
	04.40	Mak 2	40	20	250	290
Ürün 5	04.50	Mak 1	80	20	310	390
	04.60	Mak 2	40	20	410	450
	04.70	Mak 3	50	20	470	520
	05.10	Mak 5	140	0	0	140
Ürün 5	05.20	Mak 4	40	20	160	200
	05.30	Mak 1	120	20	220	340
	05.40	Mak 2	100	20	360	460

ataması gibi parametrelerin işlemler üzerinden tanımlanabilmesi yönünde bir işlevsellik sağlanmaktadır. Esnek iş akış planı ile simülasyon yazılımı arasında ilişkili, veritabanı oluşturularak yazılıma entegre edilmiştir. Simülasyon sonuçlarının görsel olarak ifade edilmesi aşamasında ise, kullanıcıya her bir üretim kaynağı hakkında somut bir fikir verebilmesi ve darboğazların oluşumunun izlenmesi için Gantt şeması üzerinden her bir periyot ayrı ayrı görülebilmektedir.



Şekil 4. En Kısa İşlem Süresi Öncelik Kurallı Çizelgeleme (The Shortest Processing Time Priority-Rule Based Scheduling)



Şekil 5. Simülasyon Destekli Farklı Gantt Şemaları (Different Gantt Charts Created by Using Simulation)

Esnek iş akış planı editörü ile organizasyon yapılarının düzenlenmesi, iş süreçlerinin analizi ve modellenmesi için üzerinde çalışmakta olan Faborg-Sim yazılımına ve karar verici konumundaki kullanıcıya kolaylık, esneklik ve işlevsellik sağlanmıştır. Ayrıca Faborg-Sim yazılımı; yeni yöntem ve uygulamaları kapsayacak şekilde geliştirilmeye devam etmektedir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında, Gantt şeması ve müşteri siparişleri ilişkileriyle sistemin performansının ölçülmesine yönelik modülün geliştirilmesi hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma, TÜBİTAK MAG 104-M-377 nolu Araştırma Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. TÜBİTAK'a projeye sağladıkları destekten dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Banks J., Carson J. S., Nelson B. L., Nicol D. M., **Discrete-Event System Simulation**, Printice Hall 3rd Edition, 2001.

2. Law A. M., Kelton W. D., **Simulation Modeling and Analysis**, McGraw-Hill, 2nd Edition, 1991.
3. Ingalls, R.G.. Introduction to Simulation, **Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference**, 7-16, 2002.
4. Davis J. S., Kanet J. J., Production Scheduling: An Interactive Graphical Approach, **Journal of Systems Software**, 38, 155-163, 1997.
5. Zülch G., Jonsson U., Fischer J., Hierarchical Simulation of Complex Production Systems By Coupling Of Models, **Int. J. Production Economics**, 77, 39 – 51, 2002.
6. Kuruca H. İ., Sütçü A., Aydemir E., Atölye Tipi İmalat İle İmalat Hücrelerinin Simülasyon Destekli Karşılaştırılması, **5.Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu**, İstanbul Kültür Üniversitesi, 22-23 Eylül 2006.
7. Kang K., Zhang R. F., Yang Y. Q., MAS Equipped with Ant Colony Applied into Dynamic Job Shop Scheduling, **ICIC 2007**, LNAI 4682, pp. 823–835, 2007.

