

ÜRETİM SİSTEMİ SİMÜLASYONU VE LASTİK SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI

Ömer Uner, Celal Özkale, Zerrin Aladağ

Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 41040, Kocaeli

Özet: Pek çok yaşayan sistemin analitik olarak ifade edilmesi çok zordur ve sadece simülasyon ile temsil edilmesi ekonomiktir. Analitik yöntemlerde ortaya konulamayan esneklik, simülasyon yoluyla sağlanabilmektedir. Ayrıca önerilerin gerçekleştirilmesini sistemin işleyişine engel olmaksızın mümkün kılar. Yaşayan sistem hakkında nicel olarak ; çok sayıda önerinin çok düşük bir maliyetle denenmesi mümkündür. Her ne kadar diğer yöntemlere göre problem çözmede çok uzun süreli süreçleri gerektirse de sistemi bir bütün olarak ele alabilmemiz ve dinamiklerini algılayabilmemiz yönünden çok daha etkin bir yoldur. Büyük boyutlu üretim sistemlerinde çok zahmetli ve uzun süreli bir çalışma gerektireceği eleştirisi, PROMODEL gibi ; nesneye yönelik programlama yapılabilen yazılımların gelişmesi sayesinde günden güne azalmaktadır. Belirsizliklerin olduğu; ancak incelendiğinde; bu belirsizliklerin stokastik olarak ifade edilebildiği üretim sistemlerinin bir bütün olarak sistem yaklaşımıyla tanımlanmasında analiz edilmesinde ve çözümlenmesinde simülasyon yöntemi önemli katkılar sağlar. Bu çalışmada; belirsiz karar ortamına sahip; karmaşık ve büyük bir üretim sistemi, olasılıkların atanabildiği bir yapıya yani risk ortamına taşınmıştır. Çalışma genelinde; yaşayan sistemin PROMODEL yazılımıyla bilgisayar simülasyonu yapılarak sisteminin gerçekte var olan darboğaz sorunları tanımlanmış, analiz edilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : *Üretim Sistemi Simülasyonu, Promodel*

Abstract: It is usually difficult to present an existing system with analytic models and it is cost effective to express with simulation models. Simulation can provide flexibility that can not be obtained with analytical methods. Moreover you can test the existing system without stopping it. Using simulation is an effective way to comprehend dynamic and stochastic systems. Although simulation can require long time to modeling, improving of software such as PROMODEL shorts the time needed. Simulation makes a good deal of contribution in systematic description and analysis of production systems where the existing uncertainties can be expressed stochastically. In this study an uncertain, complicated and comprehensive production system is moved to a risk environment where possibilities can be attached. Generally the study defined the difficulties that the system is undergoing. It attempts to describe them by computer modeling of the all the existing system through PROMODEL software. Eventually the bottleneck problems are analyzed and some solutions are offered.

Keywords : *Production System Simulation, Promodel*

1. Giriş

Simülasyon teorik yada gerçek bir sisteme ait modelin tasarlanması, sistem davranışının farklı tasarım, koşul ve stratejiler altında izlenmesi, sonuçların analiz edilmesi ve yorumlanması sürecidir.

Simülasyonla modellemenin en büyük uygulama alanlarından biri olan üretim sistemleri simülasyonu, ilk faydalandığı 1960'lı yılların başından bu güne kadar çok önemli gelişmeler göstermiştir. Bilgiye ulaşmanın çok kolay, rekabetin çok yoğun olduğu günümüz koşullarında, işletmelerin ayakta kalabilmesi ve gelişebilmesi için tüketici ihtiyaçları ve diğer değişikliklere hızlı ve düşük maliyetli karşılık vermesi gereklidir. İşletmelerin bu rekabete dayanması ve gerekli esnekliği gösterebilmesi için üretim olanaklarının performansı arttıracak şekilde yeniden dizayn edilmesi, gerekli geliştirmelerin yapılması gerekir. Önemli olan nokta gerekli değişikliklerin hızlı ve düşük maliyetli olarak gerçekleştirilmesidir. Sistemin ne gibi değişiklik veya yeniliğe ihtiyaç duyduğunu, yapılacak geliştirmelerin ne gibi sonuçlar vereceğini analiz etmede simülasyon yöntemi çok uygun bir yöntemdir.

2. Simülasyondan Faydalanılan Üretim Konuları

Üretim sistemlerinde simülasyonun kullanım amacını Law (1999) üç grupta toplamıştır:

- Ekipman ve personel ihtiyacı (makine, taşıma araçları, ara-stok alanları sayıları, büyüklükleri ve yerleri ile işgücü ihtiyacı ve yatırım maliyetleri konuları gibi.),

- Performans değerlendirme (üretim miktarı, çevrim süresi ve darboğaz analizi gibi.),
- Operasyonel konuların değerlendirilmesi (üretim çizelgeleme, stok kontrol, kalite kontrol gibi.)

3. Üretimde Kullanılan Simülasyon Yazılımları ve Gelişimi

Yapılan ilk bilgisayar simülasyonlarında genellikle, FORTRAN genel amaçlı programlama dili kullanılmıştır. Daha sonra PASCAL ve C programlarına doğru bir yönelme olmuştur. (Bateman vd., 1997).

Model kurmayı kolaylaştıran süreç SIMSCRIPT ve GPSS gibi simülasyon dillerinin ortaya çıkmasıyla başlamıştır. Simülasyon için programlama dillerinin kullanımı ile modellerin geliştirilmesi kod yazımı ile gerçekleştirilir. Bu sayede büyük ölçüde modelleme esnekliği sağlanabiliyor olsa da çoğunlukla öğrenilmesi ve kullanılması zordur. Bu nedenle programcılık bilgisine ihtiyaç duymayan model elemanlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri otomatik olarak hazır yapılar içerisinde sunan özel amaçlı simülasyon paket programları ortaya çıkmıştır.

Günümüzde özellikle simülasyon için üretilmiş olan paket programları Law (1999) iki gruba ayırmıştır; Genel amaçlı simülasyon paket programları ve uygulama alanına yönelik paket programlar. Genel amaçlı simülasyon paket programlarına örnek olarak Arena, AweSim, Extend, GPSS/H, Micro Saint, MODSIM III, SIMPLE++, SIMUL8, SLX ve Taylor verilebilir. Uygulama alanına yönelik paket programlar üretim, sağlık, hizmet vb. sektörlerle yönelik olabilir. Arena Packaging Edition, AutoMod, AutoSched, Extend + MFG, Promodel, QUEST, Taylor Enterprise Dynamics Logistics Suite, ve WITNESS üretime yönelik programlardan bazılarıdır.

4. Üretim Sistemleri Simülasyonunda İstatistik

Simülasyon deneylerinin tasarımı ve analizinde yaşayan sistemdeki tesadüf sel yapıların modele doğru tanıtılması önemlidir. Üretim sistemlerinin tesadüf selliğinin bazı kaynakları şunlardır: 1)Ham madde, yarı mamul veya mamullerin sistem içerisindeki belirli mevkilere gelişleri, 2)İşlem, montaj veya kontrol zamanları, 3)Arızalar arası ve tamir süreleri, 4)Yükleme-boşaltma süreleri, 5)Bakım süreleri.

Yukarıdaki tesadüf sellik kaynakları için ortalama değer almak, sistemin tesadüf selliğini dolayısıyla dinamik yapısını tanımlamış olmaz. Bunu önlemek için sistemdeki tüm tesadüf sellik kaynakları uygun olasılık dağılımlarıyla ifade edilmelidir.

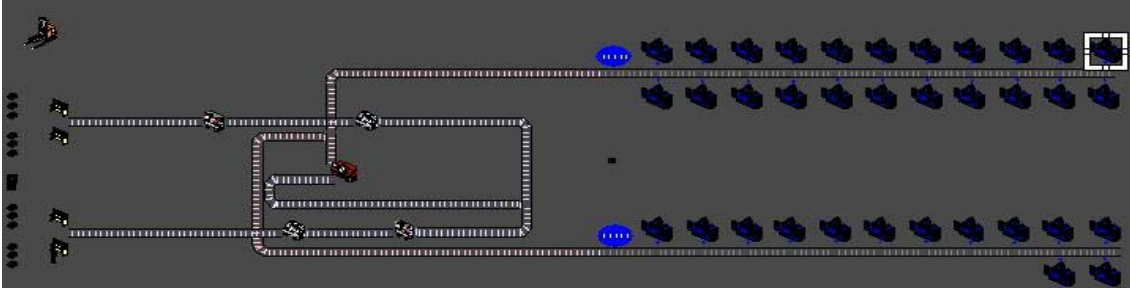
Simülasyon girdilerinin stokastik yapısı nedeniyle kurduğumuz modelin çıktılarını gerçek sistemin bir tahminidir. Analistin istatistiksel olarak doğru (küçük bir değişkenlikle) tahmin yapabilmesi için şunlar belirlenmelidir: 1)Her simülasyonun koşum uzunluğu, 2)Bağımsız koşumların sayısı, 3)Başlangıç koşullarındaki yanlıtıcılığı ortadan kaldıran ısınma periyodu (warm-up) uzunluğu.

5. Lastik Sektöründe Simülasyon Uygulaması ve Sonuç

Uygulamada belirsizliklerinin stokastik olarak ifade edilebildiği akış tipi bir lastik üretim sistemi modellenmiştir. Ele alınan üretim sisteminde ham lastiğin pişirilmesi, ürün kontrolü ve ambarlanması yapılmaktadır. Mevcut sistem Şekil 1'de görülmektedir. Sistemde ham lastikleri pişiren 35 pres makinesi, lastik üzerindeki artıkları temizleyen Otomatik Budama makinesi, lastik dengesini ölçen 2 denge-ölçme makinesi ve lastik kortları arasındaki açıklığı ölçen 2 açık-kord makinesi bulunmaktadır. Kontrol ve paletleme işlemlerini 3 operatör gerçekleştirmektedir. Ayrıca bir forklift paletlere yüklenen lastikleri ambara taşımaktadır.

Mevcut sistemde 5 çeşit lastik üretilmektedir. Her lastik belirli bir preste pişirildikten sonra konveyörler yardımıyla budama makinesine ulaştırılırlar. Budama makinesinde temizlenen lastikler iki hatta ayrılmış açık-kord ve denge-ölçme makinelerinde işlem gördükten sonra yine konveyörler vasıtasıyla kontrol alanlarına taşınırlar. Kontrol alanında çalışanlar tarafından elle ve gözle kontrol edilen lastiklerden kusursuz olanları paletlere yüklenir ve forklift yardımıyla ambara taşınırlar.

İşletme talebin artmasından dolayı kapasite arttırmayı düşünmektedir. Bu nedenle üretim hattına 6 pres makinesi eklenecektir. Yapılacak bu değişiklik sonrasında hattın sonunda bulunan oto. budama, denge-ölçme ve açık-kord makinelerinin verimliliklerinin nasıl etkileneceği merak edilmiştir. İşçi ile forklift verimliliklerinin hangi seviyelere ulaşacağı ve darboğaz meydana gelmemesi için gerekli makine, işçi ve forklift sayısı ile konveyör uzunlukları incelenmek istenmiştir.



Şekil 1. TBR hattı pişirme ve kontrol ünitesi yerleşim düzeni (PROMODEL gösterimi).

Pres makinelerindeki arızalar arası süreler ve tamir süreleri ile açık-kord ve kontrol hurda oranları uygun olasılık dağılımlarıyla ifade edilmiştir. Operasyon süreleri sabit bir yapıda olduğundan, bunlar için herhangi bir olasılık dağılımı tanımlanmamıştır. Böylelikle sistemin dinamik yapısını ifade etmek için arızalar ve hurda oranları tesadüfsellik kaynağı olarak kullanılmış, sistem içerisinde çalışanların ve forkliftlerin yaptığı taşımalar ile yükleme/boşaltma mantıkları da bu dinamik yapının modellenmesinde önemli rol oynamıştır.

Preslerde pişirilen lastik sayısının ve ambarlanan lastik sayısının kararlı duruma geldiği periyotlar Welch hareketli ortalama yöntemiyle belirlenmiş ve buna göre 24 saatlik bir periyot ısınma (warm-up) periyodu olarak modellenmiştir. Günde, her biri 8'er saatlik 3 vardiya (24 saat) halinde çalışan bir sistem olduğundan da simülasyon uzunluğu 48 saat olarak alınmıştır. Üretim miktarındaki 10 adet lastik hata payı ve %95 güven düzeyi ile bağımsız koşum sayısının 29 olmasının yeterli olduğu hesaplanmıştır. Merkezi limit teoremi de göz önüne alınarak 33 bağımsız koşum yapılmıştır. Elde edilen üretim miktarı değerlerinin yaşayan sistemden elde edilen verilere uygunluğu Ki-kare testiyle edilmiştir. Sonuç olarak %5 önem düzeyinde gerçek sistemin temsil edildiği hipotezi reddedilememiştir. Böylelikle mevcut sistem PROMODEL paket programı yardımıyla bilgisayar ortamına taşınmıştır.

Yeni pres alımı yapıldıktan sonraki üretim sistemi ile mevcut sistem karşılaştırıldığında yeni üretim sistemindeki oto. budama, açık-kord ve denge-ölçme makineleri ile konveyörlerin kapasitelerinin yeterli olduğu görülmüştür. Kapasite kullanım oranları karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Makine ve işçi verimlilikleri

Makine ve İşçiler	Mevcut Sistem	Yeni Sistem
	Verimlilik (%)	
Oto. Budama Mak.	43,69	54,87
Denge-ölçme1	67,31	66,75
Denge-ölçme2	69,51	72,27
Açık-kord1	81,33	85,79
Açık-kord2	51,11	86,83
Forklift	29,07	37,18
İşçi 1	89,35	70,34
İşçi 2	44,64	93,18
İşçi 3	78,33	71,06

Mevcut sistemde çalışan işçi ve forklift sayısının yeni sistem için de yeterli olduğu ve doğal olarak toplam faydalanma oranlarının arttığı Tablo 1'de görülmektedir.

Kaynaklar

Bateman, R. E. ve diğerleri, *System Improvement Using Simulation*, PROMODEL Corporation, Utah, 173 sayfa, 1997.

Law, A. M. ve McComas, M. G., *Simulation of Manufacturing Systems. Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*, Tuscon, U.S.A., pp. 56-59, 1999.

Law, A. M. ve Kelton W. D., *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw Hill Companies, U.S.A., 760 sayfa, 2000.

Saad, S. M., The Reconfiguration Issues In Manufacturing Systems. *Journal of Material Processing Technology*, Sheffield, UK, pp. 277-283, 2003.