

KAÇIRILAN TESLİM ZAMANI PERFORMANSI İÇİN BİR BENZETİM ÇALIŞMASI

Şerafettin Alpay, Nihat Yüzügüllü

Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 26030, Bademlik, Eskişehir

Özet: Bu çalışmada ortalama mutlak sapma ve ortalama kareli sapma cinsinden tariflenen “Kaçırılan Teslim Zamanı” bir performans ölçütü olarak ele alınmış ve dinamik, rassal, çok makineli atölye tipi üretim ortamlarında (job shops) kaçırılan teslim zamanı performansının iyileştirilmesine yönelik bir benzetim çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, dört farklı (biri yeni önerilen) sevk etme kuralı (dispatching rule), iki durağan ve üç dinamik teslim zamanı atama modeli (due date assignment model) ve sık kullanılan iki atölye yükü ele alınmıştır. Sonuçlar üç faktörlü varyans çözümlemesi yardımıyla analiz edilmiştir. Buna göre önerilen sevk etme kuralının diğer kurallara göre, dinamik teslim zamanı atama modellerinin de durağan modellere göre daha iyi kaçırılan teslim zamanı performansı sağladıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Dinamik Atölye Tipi Üretim Ortamı Çizelgeleme, Teslim Zamanı Atama, Sevk etme Kuralları, Benzetim*

A SIMULATION STUDY FOR MISSED DUE DATE PERFORMANCE

Abstract: In this study, missed due dates in terms of mean absolute lateness and mean squared lateness, have been used as a performance criterion and a simulation study has been performed to improve the missed due date performance in dynamic, stochastic, multi machines job shop environments. In the study, four different dispatching rules (one is proposed) with two static and two dynamic due date assignment models and two frequently used shop load ratios have been used. All pre-results have been analyzed by using ANOVA. The final results show that the proposed dispatching rule is better than other rules and dynamic due date assignment models are better than static counterparts for missed due date performance.

Keywords: *Dynamic Job Shop Scheduling, Due Date Assignment, Dispatching Rules, Simulation*

1. Giriş

Günümüz rekabetçi dünyasında, örgütlerin, müşterilerinin isteklerine zamanında cevap verebilmeleri, sahip oldukları çizelgeleme sisteminin teslim zamanı performansına bağlıdır. (Udo, 1994).

Tam zamanında üretim felsefesinde olduğu gibi, bugün bir çok örgütte işlerin belirlenen teslim zamanlarından önce veya sonra bitirilmesi arzu edilmemektedir. Gecikmenin ekonomik anlamı çoğunlukla gecikme cezaları ve müşteri iyi niyeti kaybı gibi teslim zamanlarını karşılayamamaktan kaynaklanan maliyetlerle ilgili iken, erkenlik de bitmiş ürün stoğunun artması ile sonuçlanacağından tercih edilmemektedir. (Cheng ve Jiang, 1998).

Nispeten az sayıda literatür çalışması kaçırılan teslim zamanı performansı üzerine odaklandığından, bu çalışmada, sevk etme kuralları ve teslim zamanı atama modelleri olarak adlandırılan iki önemli karar faktörünün dinamik atölye tipi üretim ortamı çizelgelemesinde kaçırılan teslim zamanı performansını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Kaçırılan teslim zamanı performansı için, ortalama mutlak sapma ve ortalama kareli sapma iki temel ölçüt olarak seçilmiştir.

2. Problemin Çözümünde Kullanılan Yöntem : Benzetim

Dinamik atölye tipi üretim ortamlarında yapılacak işlerin sayısı zaman eksenini boyunca değişkenlik göstermektedir. İşler, üretim sistemine rassal olarak sürekli girip çıkarlar (Cheng and Gupta, 1989). Dinamik atölye tipi üretim ortamlarına ilişkin analitik modeller geliştirilmeye çalışılmış, ancak küçük boyutlu modellerin bile çözümünün oldukça karmaşık olduğu sonucuna varılmıştır (Ramasesh, 1990). Böylece dinamik atölye tipi üretim ortamının çözümlemesine ilişkin uygulanabilir tek çözüm yolu olarak benzetim kalmaktadır (Cheng and Gupta, 1989).

3. Deney Tasarımı Ve Benzetim Çalışması

Bu deney ortamında hipotetik bir atölye tipi üretim ortamı ele alınarak benzetim deneyleri oluşturulmuş ve 5 farklı teslim zamanı atama modeli, 4 farklı sevk etme kuralı ile 2 farklı atölye yükünde

test edilmiştir. Ele alınan teslim zamanı atama modelleri, sevk etme kuralları, atölye yükleri aşağıda verilmiştir.

3.1 Teslim zamanı atama modelleri

- i. TWK (Toplam iş içeriği) : Teslim zamanları toplam işlem süresi cinsinden hesaplanır.
- ii. NOP (İşlem sayısı) : Teslim zamanları iş üzerinde yapılacak işlem sayıları cinsinden hesaplanır.
- iii. JIQ (Kuyruktaki işler) : Teslim zamanları iş rotası üzerindeki kuyruklarda bulunan işlerin toplam sayısı cinsinden hesaplanır.
- iv. JIS (Sistemdeki işler) : Teslim zamanları sistemdeki işlerin toplam sayısı cinsinden hesaplanır.
- v. Önerilen teslim zamanı atama modeli : Teslim zamanlarının belirlenmesinde etkisi olduğu düşünülen iş ve işlem çevresiyle ilgili sekiz farklı karakteristiğe bağlı olarak önerilen teslim zamanı atama modeli.

3.2 Sevk etme kuralları

Bu deney ortamında kullanılan sevk etme kuralları aşağıda verilmiştir.

- i. FIFO (ilk giren ilk çıkar)
- ii. SPT (En küçük işlem süresi)
- iii. S/OPN : Bu kurala göre, bir makine boşaldığında, makine kuyruğunda servis bekleyen işlerden, kalan bolluğu kalan işlem sayısına oranı en küçük olan iş önce seçilir. Dinamik bir kuraldır (Chang, 1997).
- iv. CR+OPNSLK: Bu çalışmada önerilen, teslim zamanı temelli dinamik sevk etme kuralı (Alpay, 2003)

3.3 Atölye kullanımı

%90 ve %50 yüklü atölye ortamları olmak üzere iki farklı seviye atölye kullanımı ele alınmaktadır (Chang, 1997).

3.4 Deney tasarımı

Yukarıda belirtilen teslim zamanı atama modelleri ile sevk etme kurallarını ilgili atölye yüklerinde sınamak amacıyla tam faktöryel deney tasarımı yapılmış ve deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneysel süreç izleyen bölümde anlatılmaktadır.

3.4.1 Deneysel süreç

Ele alınan faktörler teslim zamanı atama modelleri, sevk etme kuralları ve atölye kullanımınıdır. Bu çalışmada tüm faktör seviyeleri arasındaki etkileşimi gözlemlemek amacıyla 3 faktörde tam faktöryel deney tasarımı yapılmıştır. Sonuçlardaki değişkenliği en küçükleme amacıyla her bir faktör-seviye kombinasyonu için 5 bağımsız tekrar gerçekleştirilmiştir (Chang, 1997). Böylece yapılacak deney sayısı $5*4*2=40$ olup, benzetim modelinin toplam çalıştırılma sayısı da $40*5=200$ olmuştur.

4 Sonuçlar ve Çözümlemesi

Elde edilen sonuçlar üç faktörlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalama Mutlak Sapma (MAL) ve Ortalama Kareli Sapma (MSL) ölçütleri için yapılan varyans analizi (ANOVA) sonuçları aşağıdaki Tablo 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir..

Tablo 3.1 – MAL ölçütü için varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
TZA Kurah	4	37132.81	9283.20	620.86	0.000
Sevk etme Kur.	3	39486.99	13162.33	880.29	0.000
Yük Oranı	1	348856.61	348856.61	23331.34	0.000
TZA Kur.*Sevke. Kur.	12	17332.22	1444.35	96.60	0.000
TZA Kur.*Yük O.	4	25955.84	9488.96	433.98	0.000
Sevke. Kur.*Yük O.	3	29435.43	9811.81	656.21	0.000
TZA Kur.*Sevke. Kur.*Yük O.	12	14360.64	1196.72	80.04	0.000
Hata	160	2392.36	14.952		
Toplam	199	514952.90			

Tablo 3.2 – MSL ölçütü için varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
TZA Kuralı	4	4454251773	1113562943	35.49	0.000
Sevk etme Kur.	3	3.684 10 ¹⁰	12279429978	391.32	0.000
Yük Oranı	1	6.517 10 ¹⁰	65165196731	2076.70	0.000
TZA Kur.*Sevke. Kur.	12	3338204019	278183668.3	8.87	0.000
TZA Kur.*Yük O.	4	4134932130	1033733032	32.94	0.000
Sevke. Kur.*Yük O.	3	3.662 10 ¹⁰	12207744365	389.04	0.000
TZA Kur.*Sevke. Kur.*Yük O.	12	3216306307	268025525.6	8.54	0.000
Hata	160	5020668143	31379175.90		
Toplam	199	1.588 10 ¹¹			

Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'deki sonuçlar, her üç karar faktörünün, MAL ve MSL ölçütleri üzerinde %5 anlam seviyesinde istatistiksel olarak etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca tüm karar faktörlerinin ikili etkileşimleri de istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Bu aşamada, hem MAL, hem de MSL performansı üzerinde en iyi performansı sağlayacak teslim zamanı atama modeli ile sevk etme kuralının belirlenmesi amacıyla, farklı atölye yüklerinde teslim zamanı atama modelleri ile sevk etme kurallarının ortak etkilerine ilişkin grafikler incelenmiştir

Sonuçlar, düşük yük oranında en iyi MAL performansını, tüm sevk etme kurallarıyla, önerilen teslim zamanı atama modelinin sergilediğini göstermektedir. Diğer yandan, önerilen teslim zamanı atama modeliyle kullanılacak en iyi sevk etme kuralı da CR+OPNSLK sevk etme kuralıdır. Yük oranındaki artış bu sonuçları değiştirmemektedir. Önerilen teslim zamanı atama modeli, MAL ölçütünde olduğu gibi, MSL ölçütünde de en iyi performansı sağlayan modeldir. Yüksek yük oranında bu performansta azalma gözlenmektedir. CR+OPNSLK sevk etme kuralı, diğer sevk etme kurallarına kıyasla önerilen teslim zamanı atama modeli ile kombinasyonda önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Ancak yüksek yük oranında üç nolu sevk etme kuralının performansı CR+OPNSLK kuralının performansına giderek yaklaşmaktadır.

Yapılan çözümleme sonuçları Tablo 3.3'de özetlenmiştir. Tablo 3.3'deki teslim zamanı atama modelleri, her bir sevk etme kuralı için, en iyi performansı verenden daha kötüye göre sıralanmışlardır.

Tablo 3.3- MAL ve MSL ölçütlerine ilişkin karşılaştırmalar

FIFO	SPT	S/OPN	CR+OPNSLK
Önerilen	Önerilen	Önerilen	Önerilen
JIQ	TWK	JIQ	JIQ
NOP	JIQ	JIS	JIS
JIS	NOP	NOP	NOP
TWK	JIS	TWK	TWK

Sonuçlar, önerilen teslim zamanı atama modelinin, diğer teslim zamanı atama modellerinden istatistiksel olarak daha üstün olduğunu göstermektedir. JIQ modeli önerilen modelden sonra ikinci en iyi model konumundadır. JIS modeli ise teslim zamanı bağımlı sevk etme kuralları ile iyi çalışmasına rağmen durağan kurallar ile kötü sonuçlar üretmiştir.

Önerilen CR+OPNSLK sevk etme kuralı ortalama değerlerde, yine, diğer kurallara göre daha iyi performans sergilemiştir. Bu performans, MAL ölçütü üzerinde de istatistiksel olarak onaylanmıştır. Ancak, MSL ölçütü dikkate alındığında S/OPN sevk etme kuralının performansından istatistiksel olarak farklı çıkmamıştır.

Kaynaklar

- Alpay, Ş., EURO/INFORMS Joint International Meeting,, July, İSTANBUL, 2003
- Chang, F.C.R., A study of factors affecting due date predictability in a simulated dynamic job shop, *Journal of Manufacturing Systems*, 13(6), 393-400, 1997.
- Cheng, T. C. E. and Gupta, M. C., Survey of scheduling research involving due date determination decisions, *European. Journal of Operations Research*, 38, 156-166, 1989.
- Cheng, T.C.E. and Jiang, J., Job shop scheduling for missed due dates performance, *Computers and Industrial Engineering*, vol 34, No 2, 297-307, 1998.
- Ramasesh, R., Dynamic job shop scheduling: a survey of simulation research, *OMEGA*, 18, 43-57, 1990
- Udo, J.G., A Simulation study of due date assignment rules in a dynamic job shop, *Journal of Operations Research Society*, 45(12), 1425-1435, 1994.