

TEK MODELLİ STOKASTİK U TİPİ MONTAJ HATTININ DETERMINİSTİK Dengeleme Teknikleri Kullanılarak Dengelenmesi ve Benzetimi: ARÇELİK A.Ş.'DE BİR UYGULAMA

Selçuk Kürşat İşleyen, Ömer Faruk Baykoç
Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06570, Ankara

Özet: Bu çalışmada Arçelik Bulaşık Makinası İşletmesi montaj hattı Ağpak ve Gökçen tarafından geliştirilen U-COMSOAL metodu ile, deterministik olarak dengelenmiştir. Dengelenen hattın davranışlarını incelemek amacıyla benzetim çalışması yapılmış, alternatifler geliştirilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

BALANCING AND SIMULATING OF SINGLE MODEL STOCHASTIC U-TYPE ASSEMBLY LINE BY USING DETERMINISTIC BALANCING TECHNIQUES: A CASE STUDY IN ARÇELİK COMPANY

Abstract: In this study assembly line in ARÇELİK washing machines factory has been balanced with U-COMSOAL method which is developed by Ağpak and Gökçen. To investigate the behavior of balanced line, a simulation study has been done, alternatives have been developed and their results have been discussed.

1. Giriş

Montaj hatları, bir ürünün montajı, bir çok parça bileşen ve alt montajın bir araya getirildiği ve bunların üzerinde birtakım işlemlerin yapıldığı yerlerdir. Bir montaj hattının temel özelliği iş parçalarının bir istasyondan diğer bir istasyona hareket etmesidir.

U tipi hat yerleşiminde, makineler U şeklinde ve işlem sıralarına göre yerleştirilirler. Operatörler hattın içinde çalışırlar ve bir operatör hattın girişini ve çıkışını denetleyebilir. Ürün akışı ve operatörün hareketi saat yönünde veya tersinde olabilir. Bir birim ürün hattın çekildiğinde yeni malzeme hatta giriş yapar. Tamamlanan ürün hattın çıkmadan hatta malzeme girişi olmaz. Üründe veya makinelerde meydana gelen problemlerde hat hızlı bir şekilde durdurulabilir.

Geleneksel hat dengeleme problemi ile U hattı dengeleme problemi arasındaki anahtar fark görevlerin atanmasıyla ilgilidir. Geleneksel hat dengeleme probleminde atanabilir görevler kümesindeki bir yada birkaç (ya da tüm) görev(ler), öncülleri daha önceden atanmış görevler içinden seçilerek ilgili istasyona atanırken, U hattı dengeleme probleminde, atanabilir görevler kümesi öncülleri atanmış görevler kümesi ile ardılları atanmış görevler kümesinin birleşiminden oluşur. İstasyona atanacak görevler bu kümeden seçilecektir.

2. Uygulama Çalışması

Montaj hattı dengeleme problemleri, hangi tip olursa olsun –geleneksel veya U tipi – NP-Hard yapıdadırlar Miltenburg (1), Sparling ve Miltenburg (2). Uygulama çalışmasında Ağpak ve Gökçen (3) tarafından geliştirilen U-COMSOAL metodu örnek problemin deterministik olarak dengelenmesinde kullanılmıştır. Bir sonraki adım da Freeman ve Jucker (4)'nin çalışmalarında önerdikleri çevrim zamanında belli oranlarda değişiklik yapılması ve hattın yeniden dengelenmesi görüşü temel alınarak yeni çevrim zamanları tespit edilmiş ve hat yeniden dengelenmiş ve simülasyon çalışması yapılmıştır. Sistemin simülasyon modelinin kurulmasının nedeni, literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmının genellikle U tipi montaj hatlarının sadece dengelenmesiyle ilgili olması, dengelenen bir U tipi montaj hattının davranışlarının ne olacağına dair önemli bilgiler sağlayan bir yaklaşımın bulunmamasıdır.

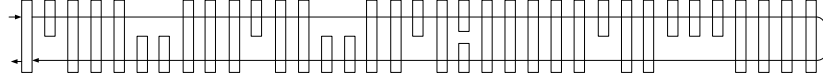
Uygulama çalışması Ankara Sincan Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi'nde gerçekleştirilmiştir. Arçelik Bulaşık Makinesi İşletmesi'nde Montaj-1 ve Montaj-3 olmak üzere 2 adet montaj hattı bulunmaktadır. Her iki hat yerleşim kısıtından dolayı U şeklinde yerleştirilmiştir. Montaj-1'de belirli modeller üretilmekte ve günlük 200 adet üretim yapılmaktadır. İşletme için önem taşıyan hat Montaj-3 olup çeşitli modeller üretilmekte ve günlük 900 adet üretim yapılmaktadır. Uygulama çalışmasında baz alınan model Smart modelidir. Montaj -3 hattı toplam otuzdokuz işçinin bir işgünü boyunca toplam sekiz saat (28800 sn) çalıştığı otuzdokuz iş istasyonundan oluşmaktadır. Montajın tamamlanabilmesi için yapılması gereken iş sayısı 183 dür.

İşletmede günde 8 saat çalışılmakta ve 50 dk lık yemek arası ve 20 dk lık çay molası verilmektedir. Hedeflenen üretim oranı 900 birim/gün dür.

1 günde toplam verimli zaman = $8*60dk - (50dk + 20dk) = 410dk = 24600$ sn/gün dür.

Çevrim zamanı (C) = $24600 / 900 = 27,3$ sn olarak belirlenmiştir.

Öncelik kısıtları ve çevrim zamanı dikkate alınarak ve U-COMSOAL algoritması kullanılarak dengelenen hat ve U tipi yerleşim, aşağıdaki şekil 1’de görülmektedir. Şekilde dikdörtgenler istasyonları, onların üzerindeki rakamlar ise istasyon numaralarını belirtir.



Şekil 1 : Arçelik U tipi Yerleşim

Tablo 1 : U-Comsoal Algoritması Sonucu Bulunan İstasyon Zamanları

İst. No	İstasyon Zam. (Sn)	İst. No	İst. Zam. (Sn)	İst. No	İst. Zam. (Sn)
ist 1	27,2	ist 13	25,9	ist 25	26,5
ist 2	26,6	ist 14	26,5	ist 26	27,2
ist 3	27,1	ist 15	27,1	ist 27	26,9
ist 4	27,3	ist 16	27,3	ist 28	27,3
ist 5	27,3	ist 17	27,3	ist 29	27,3
ist 6	27,3	ist 18	27	ist 30	26,9
ist 7	27	ist 19	26,7	ist 31	27,1
ist 8	26,2	ist 20	27,2	ist 32	27,23
ist 9	27	ist 21	27,3	ist 33	27,1
ist 10	27,3	ist 22	26,5	ist 34	26,9
ist 11	27,1	ist 23	27,3	ist 35	26,9
ist 12	27	ist 24	27,2	ist 36	27

Mevcut sistemde 39 istasyonla yapılan montaj işlemleri, U-hattı yerleşim tipinde, deterministik sürelerle dengelenince istasyon sayısı 36’ya düşmüştür. Ancak sistemde yapılan incelemeler sonucunda istasyon zamanları bazında 1,5 saniyelik sapmalar gözlenmiştir. 36 istasyonla günlük 900 birim üretim hedefine ulaşıp ulaşılamayacağını kararını vermek için benzetim çalışması yapılmasına karar verilmiştir.

Benzetim çalışması ARENA 6.00.02 versiyonlu simülasyon programıyla yapılmıştır.

Benzetim modelinin varsayımları :

Bir üretim günü için verimli zaman 24600 saniyedir. Montaj hattı tek modelli bir üretim hattıdır. İstasyon zamanlarının değişkenliği sistemin rassallık kaynaklarını oluşturmaktadır. İstasyon bazında 1,5 saniyelik sapmalar gözlenmiş ve istasyon zamanları normal dağılım olarak tespit edilmiştir. İstasyonlar arası transfer zamanı istasyon zamanlarına eklenmiştir. Hatta, herbirinde bir işçinin çalıştığı 36 istasyon mevcuttur. İstasyonlar arası tampon mevcut değildir (Ara stok yoktur). Eğer herhangi bir istasyonda, gecikme meydana gelirse, geciken iş bitene kadar tüm hat durdurulmaktadır. İstasyonlar için üç durum söz konusudur. İşleme (processing), boş bekleme (starved), bloklanma (blocked). Herbir alternatif için başlangıç denemeleri 20 seçilmiş ve yapılan analiz sonucu 20 alternatifin kafi geldiği sonucuna varılmıştır

2.1. Alternatiflerin geliştirilmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi

Uygulama çalışmasında hedeflenen ürün miktarı günlük 900 birimdir. Hedeflenen ürün miktarına ulaşabilmek amacıyla çevrim zamanları birbirinden farklı 4 alternatif geliştirilmiş, her alternatif için simülasyon çalışması yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Hat dengesi için çevrim zamanı 27.3 saniye alındığı ve istasyon zamanlarından sapmaların 1.5 saniye olduğu durum alternatif 1 olarak seçilmiştir.

Tablo 2 : Alternatif 1

Çevrim Zamanı	27,3 Sn
Hat Dengesi Çevrim Zamanı	27,3 Sn
Bulunan İstasyon Sayısı	36
Hedeflenen Ürün Miktarı (Günlük)	900 Birim
Gerçek Çıktı Miktarı	884 Birim
Hedeften Sapma	16 Birim

Birinci alternatif de hedeflenen çıktı miktarına ulaşamadığı görülmüş ve çevrim zamanı 27 saniyeye indirilerek hat yeniden dengelenmiş ve simulasyon modeli kurulmuştur.

Hat dengesi için çevrim zamanı 27 saniye alındığı ve istasyon zamanlarından sapmaların 1.5 saniye olduğu durum alternatif 2 olarak seçilmiştir.

Tablo 3 : Alternatif 2

Çevrim Zamanı	27,3 Sn
Hat Dengesi Çevrim Zamanı	27 Sn
Bulunan İstasyon Sayısı	37
Hedeflenen Ürün Miktarı (Günlük)	900 Birim
Gerçek Çıktı Miktarı	895 Birim
Hedeften Sapma	5 Birim

Tablo 4 : Alternatif 3

Çevrim Zamanı	27,3 Sn
Hat Dengesi Çevrim Zamanı	26,8 Sn
Bulunan İstasyon Sayısı	37
Hedeflenen Ürün Miktarı (Günlük)	900 Birim
Gerçek Çıktı Miktarı	897 Birim
Hedeften Sapma	3 Birim

İkinci alternatifimizde 5 birimlik sapma mevcut olduğu için denge çevrim zamanı 26,8 saniyeye çekilmiş ve model yeniden kurulmuştur. Bu da alternatif 3 durumudur

Alternatif 3 'te de hedefe ulaşamadığı görülmüş ve denge çevrim zamanı 26,6 saniyeye indirilerek model yeniden kurulmuştur. Bu ise son alternatif olan alternatif 4'ü belirlemektedir.

Tablo 5 : Alternatif 4

Çevrim Zamanı	27,3 Sn
Hat Dengesi Çevrim Zamanı	26,6 Sn
Bulunan İstasyon Sayısı	37
Hedeflenen Ürün Miktarı (Günlük)	900 Birim
Gerçek Çıktı Miktarı	900 Birim
Hedeften Sapma	Yok

Hedefe ulaşıldığı halde denge çevrim zamanı 26,4 saniyeye çekilmiş ve hat tekrar dengelenmiştir. Sonuçta 38 istasyon bulunmuştur. Ancak 38 istasyon oluşması istenmediğinden bu noktada durulmuştur

3. Sonuç ve Öneriler

Sonuçlardan alternatif 4'ün hedeflenen çıktı miktarına tam olarak ulaştığını görmekteyiz. Mevcut sistemde 39 istasyonla gerçekleştirilen montaj işlemleri, öncelik ilişkileri dikkate alınarak ve deterministik zamanlarla U hattı yerleşim biçiminde yeniden dengelendiğinde 900 birim çıktı miktarı için gereken istasyon sayısı 36 olarak bulunmuştur. Ancak yapılan simulasyon çalışması sonucu 36 istasyonlu yerleşimde, istasyonlarda meydana gelen işlem (processing), bloklanma (blocked), ve boş beklemeler (starved) tespit edilmiş, hedeflenen miktara ulaşmanın imkansız olduğu görülmüştür. Hedefe ulaşmak için 3 alternatif çevrim zamanı belirlenmiş ve hat yeniden dengelenmiştir. Alternatifler için tekrar simülasyon çalışması yapılmış ve sonuçların analiziyle mevcut sistemde 39 olan istasyon sayısı, 37'ye düşürülmüş denge çevrimi 27,3 saniyeden 26,6 saniyeye indirilmiştir.

Kaynaklar

Miltenburg, J., "U-shaped production lines : A review of theory and practice", *International Journal of Production Economics*, 70, 201-204, (2000)

Sparling, D. and Miltenburg, J., "The mixed-model U-line balancing problem", *International Journal of Production Research*, 36 (2), 485-501, (1998)

Ağpak, K., Gökçen, H., "U tipi montaj hatlarının dengelenmesi için bir sezgisel metot : Düzenlenmiş COMSOAL (U-COMSOAL)", *Endüstri Mühendisliği*, 12 (2), 23-32, (2001)

Freeman, D.R., Jucker, J.V., "The line balancing problem", *AIIE Transactions*, 18 (6), 361-364, (1967).