

İMALAT HATLARINI ANALİZ EDEN BİR YAZILIMIN GELİŞTİRİLMESİ VE DENENMESİ I

Fatih ÖCAL*, Can ÇOĞUN**

Bu çalışmada, kısmi ve tam otomasyonlu iş akış hatlarının genel karakteristiklerini analiz edebilen bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım, talaşlı imalatta yaygın kullanılan torna, freze, matkap, taşlama tezgahları ve montaj istasyonlarından oluşturulan imalat hatlarının analizini yapmaktadır.

Yazılıma, akış hattında imal edilecek parçanın işlem göreceği tezgah bilgileri girilmekte, tanımlanacak her operasyon için tezgah hazırlık ve parça işleme süreleri program tarafından hesaplanabilmektedir. Hesaplanan bu veriler kullanılarak imalat hattı için kritik çevrim süresi ve diğer istatistiksel bilgilere erişilebilmekte ve bu bilgiler yardımıyla ortalama üretim süresi, imalat hızı, imalat hattı verimi ve parça maliyeti hesaplanabilmektedir.

Geliştirilen yazılımın denemesi için endüstride imalatı yapılan ve imalat safhaları bilinen çeşitli parçalar kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

Anahtar sözcükler: Akış hatları, otomasyon, otomasyonlu iş akış hatları, bilgisayarla tümleşik imalat.

In this study, a software is developed to analyze general characteristics of production lines with partial and full automation. The developed software is capable to analyse the production line composed of turning, milling, drilling, and grinding machines and assembly stations.

The information about the machine tools, which are necessary for the workpart operations, is entered to the software, and for each individual operation described, the preparatory times and machining (cutting) time are calculated by the software. The average production time, production rate, line efficiency and cost per part can be calculated by means of the calculated ideal cycle time and some other statistical information.

Various types of machine parts, which are selected from the real production in which their production stages are known, are used to test the developed software and successful results are obtained.

Keywords: Production lines, automation, automated production lines, computer integrated manufacturing.

* Makina Yüksek Mühendisi, Erkunt A.Ş

** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık

Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

GİRİŞ

İmalat akış hatları konusunda yetmişli yıllarda yapılan çalışmaların öncüleri sayılan Phillips ve Slovik [1], yedi iş istasyonu bulunan bir manuel hattın modelinin geliştirilmesinde GERTS tipi simülasyon dili kullanmışlardır. Aynı konuda çalışan Phillips ve Pritsker [2] GERTS simülasyon dilini kullanarak imalat olasılıklarını incelemişler ancak geliştirilen bilgisayar simülasyonu modelinin yapısı ve işleyişi hakkında kısıtlı bilgi vermişlerdir. Hanifin'in [3] GPSS simülasyon dili kullandığı çalışmasında, Chrysler fabrikasındaki transfer hattında hat boyunca üç ara depolama alanının (buffer storage zone) kullanımının imalata etkisi ve değişik takım değiştirme sürelerinin ortalamasının hat verimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu ilk kişisel adımların ardından yazılım şirketleri hat simülasyonu ile ilgili kullanıcıların istekleri doğrultusunda birçok yazılım dili geliştirme ve paket program hazırlama çalışmalarına girmişlerdir. Bunlardan bazıları GPSS/H, GPSS/Word, SIMAN, SIMSCRIPT II.5, SIMFACTORY II.5, SLAM II, SLAMSYSTEM şeklinde sıralanabilir.

Son yıllarda yapılan imalat hatlarının simülasyonuna yönelik çalışmaların birinde Haddock [4], Rensselaer Politeknik Enstitüsünde geliştirilen bir adaptif simülasyon jeneratörünün yapısını tanıtmıştır. Bu simülatör zeki bilgi giriş modülleri ile desteklenmiş ve bu sayede değişik imalat sistemlerinin çıktı, hassasiyet ve optimizasyon analizlerinin yapılması mümkün olmuştur. Jeneratörün optimizasyon modülü, hattın en çok etkilendiği parametreleri tespit ederek verimin en üst seviyeye çıkarılmasını sağlayabilmektedir. Fujii ve Sugimura [5] imalat sistemlerinin simülasyonu üzerine yaptıkları çalışmalarında dağıtık simülasyon (distributed simulation) sistemlerinin, büyük çaplı imalat sistemlerinin sanal ortamda simüle edilmesinde en etkili teknik olduğunu vurgulamışlardır Gong [6], monitör tüpü üreten bir fabrikada otomatik akış hattının kontrol sisteminin tasarımı ile ilgili çalışmasında kontrol için geliştirilen modellemede dört basamaklı bir analiz yardımıyla hattın tezgah ve ekipman seviyesindeki kontrolünün mümkün olabileceğini ifade etmiş ve küçük bir uygulama ile model özelliklerini açıklamıştır. Homem-de Mello ve arkadaşları [7], tarafından yapılan simülasyon çalışmasında geliştirilen modelin diğer çalışmalara üstünlüğü imalatta görülen geçiş durumlarının (transient conditions) hesaba katılmasıdır. Bu gayeyle Monte Carlo simülasyon metodu esaslı "örnek yol araştırması" (sample path) mantığına dayanan bir optimizasyon tekniği kullanılmıştır. Kavuşturucu ve Gupta [8] yaptıkları simülasyon çalışmasında ara stok alanı kullanan ve belirgin bir stokastik davranışı bulunmayan tezgahlardan (unreliable machines) oluşan imalat akış hatlarının analizi ile ilgili analitik bir metod geliştirmişlerdir. Modellemede açık sıralama ağ sistemi (open queuing networks) kullanılarak hattın kısımlara ayrıştırılması, izolasyonu (gruplandırılması) ve genişletilmesi denenmiştir. T-testi kullanılan araştırmada uygulanan metodun akış hattı parametrelerinin farklı değerleri için hassas ve güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir Dengiz ve Akbay [9] elektronik parça üreten bir fabrikada 13 istasyonlu bir üretim hattında, pull ve push sistemlerinin parça üretimi üzerine etkileri konusunda simülasyon çalışmaları yapmışlardır. Çalışmalarında, önerilen bir pull sistemi yardımıyla imalat hızının artırılabilirliği gösterilmiştir. Modellemelerinde regrasyon tipi meta model analizi kullanmışlar ve analitik modelleme ve simülasyon sonuçlarının tutarlı olduğunu göstermişlerdir.

Günümüzde bilgisayar simülasyonu, araştırmacılar için imalat hatlarının ve diğer üretim sistemlerinin çözümünde kullanılan yaygın ve etkili bir yardımcı haline gelmiştir.

Bu çalışmada, Clipper 5.2 programlama dili kullanılarak, bir imalat akış hattının kritik çevrim süresini (ideal cycle time), parça başına ortalama üretim süresini, üretim hızını, hat verimini ve üretilen parça maliyetini belirlemede kullanılacak bir yazılım geliştirilmiştir. Bu makalede sunulan çalışmanın diğer simülasyon çalışmalarından en önemli farkı imalat hattı simülasyonunun en önemli girdileri olan tezgah hazırlık ve parça işleme sürelerinin en ince ayrıntısına kadar yazılım tarafından hesaplanabilmesidir. Diğer hat simülasyon çalışmalarında bu süreler tahmini olarak girilmekte ve analizler bu değerlere göre yapılmaktadır. Tezgah hazırlık ve parça işleme sürelerinin gerçek imalat koşulları için hazırlanmış tablolar ve formüller yardımıyla bulunuyor olması, modellemede kullanılacak süre ve maliyet unsurlarının da daha isabetli ve gerçekçi olmasını sağlamaktadır.

OTOMASYONLU İMALAT AKIŞ HATLARININ ANALİZİ

Genel Terminoloji ve Analiz

Bir akış hattının performansı üç temel özellik ile değerlendirilebilir. Bunlar: ortalama üretim hızı, akış hattının verimi ve imal edilen parçanın maliyetidir [10]. Aşağıda sunulan ve çalışmada kullanılan analiz tekniği ara stoklama kapasitesi olmayan parça bazında imalat yapan (discrete part production) ve eş zamanlı (senkron), transfer sistemli akış hatları (Detroit tipi) için geçerlidir.

Analize başlamak için hattın işletimi ile ilgili birtakım temel varsayımların belirtilmesi gerekmektedir. Örneğin, bir eş zamanlı akış hattında (synchronous transfer line), parçalar ilk istasyona gelir, işlenir ve düzenli aralıklarla diğer istasyonlara taşınır. Bu aralık, hattın ideal (teorik) çevrim süresi olan T_c 'yi tanımlar. T_c , iş parçasının işlenebilmesi ve transfer edilebilmesi için en fazla sürenin harcadığı iş istasyonundaki süredir. Farklı iş istasyonlarındaki işlem sürelerinin farklı olması doğaldır. Bu durumda, diğer iş istasyonlarına göre daha kısa sürede işlem yapan istasyonların işledikleri parçalar, bir sonraki istasyona transferleri öncesinde daha uzun süre beklemek zorunda kalacaktır (Şekil 1). Bölüm 3'te, iş istasyonlarında parçaların işlenmesine esas olan "İşleme Zamanı" ile ilgili detaylı bilgiler sunulmuştur.

Hattaki bozukluklardan ve arızalardan dolayı, gerçek ortalama üretim süresi olan T_p , ideal çevrim süresinden daha uzun olacaktır. İmalat hattındaki istasyonlardan herhangi birinde arıza meydana geldiğinde, tüm hattın durduğu varsayılmaktadır. Arıza meydana geldiği zaman, T_d , problemi bulmak ve arızayı gidermek için çevrim başına gerekli ortalama durma süresidir (average down time). Bir hattın durmasına sebebiyet verecek birden fazla neden varsa, farklı nedenler T_{d_j} sembolüyle belirtilebilir. Burada j indisi arızanın sebebinin (örneğin takım kırılması, takım eskimesi, bozuk parça malzemesi, vb.) ayırt etmektedir. j sebebinden dolayı her çevrimde meydana gelebilecek olan arıza sıklığı (frekans) F_j ile gösterilir. F_j 'nin T_{d_j} ile çarpımı, j sebebinden kaynaklanan ortalama hat durma süresini verir. Hat durmasında tek faktör etkiliyse ortalama üretim süresi olan T_p aşağıdaki gibi hesaplanır (Şekil 1).

Şekil 1. T_c ve T_p 'yi Oluşturan Faktörler

(1)