

KOBİ'lerin Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Çözümünde Kullanılabilecek Bir Arayüz

Mesut Cemil İŞLER^a, Bilal TOKLU^b, Veli ÇELİK^c

a-Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İnönü Bulv. No:42 Emek/Ankara, mesutcemilisler@gmail.com

b- Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06570 Ankara, btoklu@gazi.edu.tr

c- Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, 71450 Kırıkkale, vcelik@kku.edu.tr

Abstract— In this study, an interface at the Microsoft Excel was projected with Decision Support System Approach for the KOBİ which the Isler et al.'s[1] study. This interface could be used easily other SMEs which have similar scheduling problems. Furthermore this interface has a characteristic that can be developed/transformed for SMEs' different scheduling problems.

Index Terms—Scheduling, Interface, Earliness/Tardiness, Learning Effect, Integer Programming.

Özet— Bu çalışmada İşler ve diğerlerinin[1] çalışmalarında uygulama yapılan KOBİ için Karar Destek Sistemi (KDS) yaklaşımıyla Microsoft Excel'de bir arayüz tasarlanmıştır. Benzer probleme sahip diğer KOBİ'lerdeki kullanıcıların gerekli verileri kolayca girerek çözüm sonuçlarını alabildikleri bu arayüz genel kullanıma açık ve farklı kullanımlar için geliştirilebilecek/dönüştürülebilir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler—Çizelgeleme, Arayüz, E/G tamamlanma, Öğrenme etkisi, Tamsayı programlama.

I. GİRİŞ

Günümüzde birçok endüstri alanında akış tipi üretim yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, akış tipi çizelgeleme problemi, üzerinde dikkatle durulan bir problem olmuştur. Permütasyon akış tipi çizelgeleme problemi, tüm makinelerde bir işin işlem sırasının aynı olduğu, m makine ($j=1,2,\dots,m$) üzerinde belli işlem sürelerine sahip n işin ($i=1,2,\dots,n$) çizelgelenmesinden oluşur. Akış tipi çizelgeleme problemleri birleşik eniyileme problemi özelliğindedir ve NP-zor problem sınıfındadır[2].

Pek çok üretim tesisinde, üretim birimi (işçi veya makine) tarafından aynı veya benzer faaliyetlerin sürekli tekrarlanması sonucu öğrenmeye bağlı olarak üretim işleminde gelişme kaydedilir. Böylece bir ürün sıralamada ne kadar geç çizelgelenirse üretim zamanı o kadar kısalmır. Bu, literatürde öğrenme etkisi olarak bilinmektedir[3,4].

Öğrenme etkisi çizelgelemede ilk kez Biskup tarafından 1999'da incelenmiştir. Biskup, bir kalemin üretiminin tekrar sayısının bir fonksiyonu olarak üretim zamanındaki azalma yansımalarını öğrenme süreci olarak kabul etmiştir. Biskup, tek makineli problemler üzerinde çalışmış ve akış zamanlarının minimizasyonunu ve ortak teslim tarihinden sapmalarının ağırlıklı toplamının minimizasyonunu amaç fonksiyonları olarak ele almıştır[5,6].

Bir tam zamanında çizelgeleme yapısında, erken biten işler teslim tarihlerine kadar üreticinin elinde kalır. Bu da ürünün bozulmasından kaynaklanan maliyetler ile depolama

veya sigorta gibi maliyetleri beraberinde getirir. Buna ilaveten, biten mal stoku dolaylı olarak fırsat maliyeti taşıyan verimsiz bir yatırımdır. Diğer yandan, teslim tarihlerinden sonra tamamlanan işler müşteri tatminsizliğine, sözleşme cezalarına, satış kayıplarına veya itibar kaybına yol açar. Bu nedenle, ideal bir çizelge için tüm işler teslim tarihlerinde tamamlanmalıdır[7].

Çoğu araştırmacı, ortak teslim tarihli problemleri, birçok ürünün tek bir müşterisinin olduğu durumu veya bir montaj ortamında aşamalarda gecikmelerden kaçınmak için montaj bileşenlerinin aynı zamanda hazır olma gerekliliği durumunu temsil eden problem olarak ifade etmektedirler. Farklı teslim tarihlerine izin veren daha genel bir model ve bu tür problemlere ait çözümler, ortak teslim tarihli problem çözümlerinden belirgin şekilde farklılık gösterir. Atölye tipi veya siparişe göre üretim yapan imalat sistemlerinde genelde, müşteri ve tedarikçi arasındaki anlaşmaya bağlı olarak belirlenen farklı teslim tarihleri yaklaşımı kullanılmaktadır[8,9].

E/G literatüründeki problemlerde rastlanan diğer önemli farklılık ise, amaç fonksiyonunda kullanılan ceza maliyet fonksiyonlarının tipini içerir. Araştırmacılar tarafından çalışılan bu maliyet fonksiyonları temel olarak dört grupta incelenebilir. Bunlar, işe bağımlı erken tamamlanma ve gecikme maliyeti, eşit olmayan ceza maliyeti, eşit ceza maliyeti ve işe bağımlı oranlanabilen ceza maliyeti olarak sınıflandırılabilir. Maliyet fonksiyonunun belirlenmesinde erken tamamlanma ve gecikme için farklı ceza maliyet fonksiyonlarının belirlenmesi yaklaşımı daha gerçekçi olacaktır. Çünkü çoğu zaman gecikme ve erken tamamlanma aynı oranda arzu edilmeyebilir[10].

Günümüzde bilgisayar ve bilgisayar destekli bilgi sistemleri büyük önem kazanmıştır. Bilgisayar destekli bilgi sistemleri, yönetim kararlarında karşılaşılan problemlerin çözümünü kolaylaştırmakta, zamanı kısaltmaktadır[11].

Literatürdeki yapılan çalışmalarda KOBİ'lerin çizelgeleme problemlerinin çözümü için Matematiksel Modeller kurulmakta ve bu modellerde bilgisayar paket programları yardımıyla kodlanarak çözdürülmektedir. Bu çalışmada İşler ve diğerlerinin[1] çalışmalarında uygulama yapılan KOBİ için örnek olarak KDS yaklaşımıyla çalışabilen KOBİ'deki kullanıcıların da rahatlıkla ele alınacak problemlerini çözdürülebileceği LINGO paket programıyla Microsoft Excel'de bir arayüz tasarlanmıştır. Tasarlanan arayüz benzer çizelgeleme problemleri için kullanılabilir ve farklı tip problemlerin çözümüne yönelik kullanımlar için geliştirilebilir niteliktedir.

II. İKİ MAKİNE ÖĞRENME ETKİLİ AKIŞ TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN TAM SAYILI PROGRAMLAMA MODELİ

İşler ve diğerleri çalışmalarında Medikal 2000 A.Ş.'deki çizelgeleme problemini ele almışlar ve bu ve benzer nitelikteki KOBİ problemleri için geliştirdikleri tamsayılı programlama modeli aşağıdaki gibidir[1,12-13]:

Amaç Fonksiyonu:

$$\min \sum_{j=1}^n (\alpha_j E_j + \beta_j T_j) \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$C_{j,2} = d - E_j + T_j \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$C_{1,2} = \sum_{i=1}^n (P_{i,1} * x_{i,j}) + \sum_{i=1}^n (P_{i,2} * x_{i,j}) + I_{1,2} \quad \text{ve} \quad C_{1,1} = \sum_{i=1}^n (P_{i,1} * x_{i,j}) + I_{1,1} \quad j=1,2,\dots,n \quad (3)$$

$$C_{j,1} = C_{j-1,1} + I_{j-1,1} + \sum_{i=1}^n (P_{i,1} * x_{i,j} * j^{a_1}) \quad j=1,2,\dots,n \quad (4)$$

$$C_{j,2} = C_{j,1} + W_{j,2} + \sum_{i=1}^n (P_{i,2} * x_{i,j} * j^{a_2}) \quad j=1,2,\dots,n \quad (5)$$

$$I_{j,1} + \sum_{i=1}^n [P_{i,1} * x_{i,j+1} * (j+1)^{a_1}] + W_{j+1,2} = W_{j,2} + \sum_{i=1}^n (P_{i,2} * x_{i,j} * j^{a_2}) + I_{j,2} \quad j=1,2,\dots,n \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1 \quad j=1, 2, \dots, n \quad (7)$$

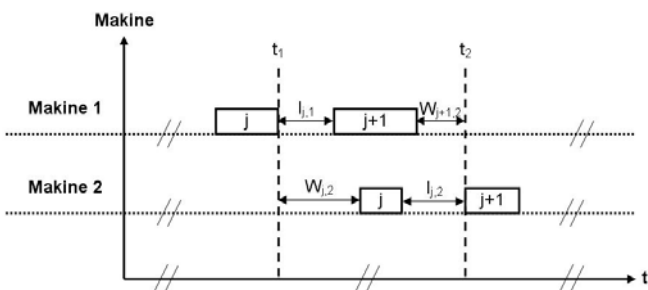
$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} = 1 \quad i=1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$I_{j,k} \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n; k=1, 2$$

$$W_{j,2} \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$E_j, T_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$$



Şekil 1. Kısıt 6'nın grafik gösterimi[1,12-13]

Amaç fonksiyonu (1) genel teslim tarihinden ağırlıklı sapma cezalarının minimizasyonunu ifade etmektedir. Kısıtlardan ilki (2) işlerin erken ve geç tamamlanma değerlerini hesaplar. İkinci kısıt fonksiyonu (3) ilk sırada çizelgelenen işin ikinci makinede tamamlanma zamanının, 1 ve 2 makinelerindeki işlem sürelerine bağlı olduğunu ifade

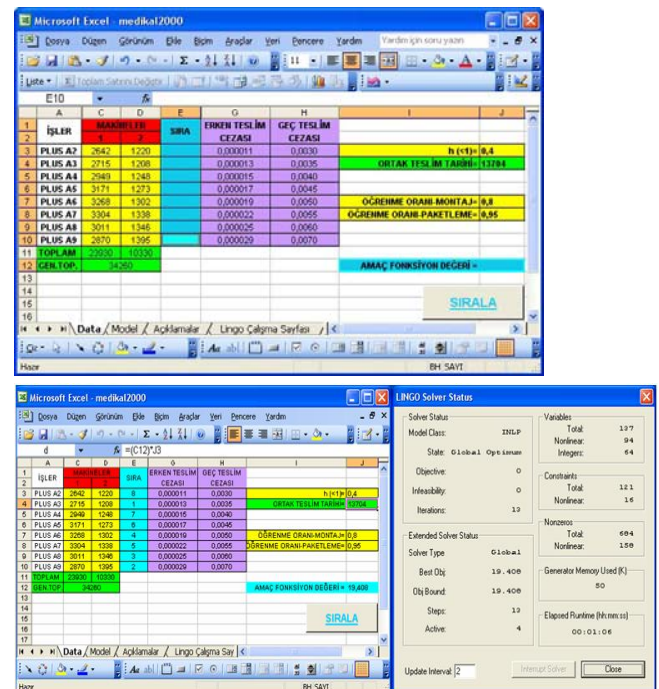
etmektedir (Öğrenme etkisi ikinci sırada çizelgelenen işle beraber görüleceğinden) ve özellikle problemlerin kısıtlandırılmış versiyonlarında ihtiyaç duyulmaktadır. (4)'teki kısıt işlerin birinci makinede tamamlanma zamanlarını hesaplar. (5)'teki kısıt işlerin ikinci makinede tamamlanma zamanlarını hesaplar. (6) kısıtı değişkenlere yönelik problemin fiziksel kısıtlarını ifade etmektedir. Bu fiziksel kısıtı daha iyi anlamak için Şekil 2 incelenebilir. Bu şekil t₁ (j. işin makine 1'deki tamamlanma zamanı) ve t₂ (j+1 pozisyonundaki işin makine 2'de başlama zamanı) arasındaki aylak, bekleme ve işlem süreleri arasındaki ilişkiyi gösteren gantt şemasıdır. (7) ve (8) kısıtları her bir pozisyona sadece bir işin atanmasını sağlar. Diğer kısıtlar değişkenler için pozitif değer almayı ve x_{ij} için 0,1 değerlerinden birini almayı sağlarlar[1,12-13].

III. ARAYÜZ

Microsoft Excel'de hazırlanan arayüz kullanıcıya verileri girmesi ve sonuçları görmesi için KDS yaklaşımıyla oluşturulmuş bir ortamdır. Bu arayüz, "Data, Model ve Açıklamalar" çalışma sayfalarından oluşmaktadır. "Data" sayfası arayüz olarak kullanılan asıl sayfadır. "Model" sayfasında matematiksel modelin LINGO paket programına aktarılabilmesi için gerekli kodlar bulunmaktadır[14-15].

Bu arayüz kullanım kolaylığı açısından farklı veriler için farklı renklerde tasarlanmış ve bu arayüzde hangi renklerin hangi tip veriler için nasıl doldurulacağı ve arayüzün çalışır duruma nasıl getirileceği "Açıklamalar" sayfasında belirtilmiştir.

Bu arayüzde gerekli veriler girilip "SIRALA" butonuna basıldığında buna bağlı makro ile LINGO paket programı otomatik olarak çalışır, "Model" sayfasındaki kodları ve "Data" sayfasındaki verileri kullanarak problemin çözümü bulunur, hangi işin kaçınıcı sırada yapılacağı "SIRA" sütununda ve bu sıralamanın global maliyeti "AMAÇ FONKSİYON DEĞERİ" karşısında görülür[14-15].



Şekil 2. Arayüz (İşler vd. çalışmalarındaki KOBİ için)

IV. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada KDS yaklaşımıyla çalışabilen KOBİ'deki kullanıcıların da rahatlıkla problemlerini çözdürebilmeleri amacıyla Microsoft Excel'de bir arayüz tasarlanmıştır. Tasarlanan bu arayüz örnek olarak İşler ve diğerlerinin[1] çalışmalarında uygulama yapılan KOBİ için ayrıca oluşturulmuştur.

Tasarlanan arayüz kullanıcılara görsellikte beraber kolayca verileri girerek çizelgeleme sonuçlarını alabilmelerini sağlamaktadır.

Tasarlanan arayüz benzer çizelgeleme problemleri kullanımına açık ve farklı tip problemlerin çözümüne yönelik kullanımlar için geliştirilebilecek niteliktedir.

Sonuç olarak bu makalede ele alındığı gibi, KOBİ'lerin problemlerinin çözümlerini kolaylaştırıcı bilimsel temelli her türlü çalışmalar, teorik literatürle sanayi uygulamalarını birleştirecek ve sanayi işletmelerinin özellikle KOBİ'lerin gelişimine önemli katkılar sunacaktır.

V. KAYNAKLAR

1-İşler M.C., Toklu B., Çelik V. ve Ersöz S., Öğrenme Etkili Tam Zamanında Çizelgeleme Problemi ve KOBİ'de Uygulama, *Int. J. Eng. Research&Development*, 1(2), 29-33, 2009.

2-Yağmahan B. ve Yenisey M.M., Akış tipi çizelgeleme problemi için KKE parametre eniyileme, *İTÜ Dergisi*, 5 (2), 133-141, 2006.

3-Biskup D., A State-Of-The-Art Review on Scheduling with Learning Effects, *European Journal Of Operational Research*, 188, 315-329, 2008.

4-Yelle L.E., The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey, *Decision Science*, 10, 302-328, 1979.

5-Biskup D., Single-Machine Scheduling with Learning Considerations, *European Journal Of Operational Research*, 115, 173-178, 1999.

6-Eren T. ve Güner E., Öğrenme Etkili Akış Tipi Çizelgelemede Ortalama Akış Zamanının En Küçüklenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19, 119-124, 2004.

7-Baker K.R., Elements of sequencing and scheduling, Dartmouth College, Hanover, 1997.

8-Toksarı M.D. and Güner E. Parallel machine earliness/tardiness scheduling problem under the effects of position based learning and linear/nonlinear deterioration, *Computers&Operations Research*, 36 (8), 2394-2417, 2008.

9-Toksarı M.D. and Güner E., The common due-date early/tardy scheduling problem on a parallel machine under the effects of time-dependent learning and linear and nonlinear deterioration, *Expert Systems with Applications*, 37, 92-112, 2010.

10-Lauff V. and Werner F., Scheduling with Common Due Date, Earliness and Tardiness Penalties for Multimachine Problems: A Survey, *Mathematical and Computer Modelling*, 40 (5-6), 637-655, 2004.

11-Çetinyokus T. ve Gökçen H., Borsada Göstergelerle Teknik Analiz İçin Bir Karar Destek Sistemi, *Gazi Üniv. Müh. Fak. Der.*, 17 (1), 43-58, 2002.

12-İşler M.C., Çelik V. ve Toklu B., İki Makine Akış Tipi Çizelgelemede Ortak Teslim Tarihinden Mutlak Sapmaların En Küçüklenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Kabul Edilmiş Makale, 2009.

13-Sakuraba C.S., Ronconi D.P. and Sourd F., Scheduling in a two-machine flowshop for the minimization of the mean absolute deviation from a common due date, *Computers&Operations Research*, 36 (1), 60-72, 2009.

14-Lingo User's Guide, Lindo Systems Inc., Chicago, IL, 1999.

15-Sakallı Ü.S. ve Birgören B., Döküm Sanayiinde Üretim Planlama İçin Doğrusal Programlama Arayüzü, *YAEM2004*, 154-156, 2004.