

YAPAY SINİR AĞLARI İLE TESLİM TARİHİ BELİRLEME

Adil Baykasoğlu

Gaziantep Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 27310, Gaziantep

Lale Özbakır

Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri

Özet: Sıfır stok, tam zamanında üretim gibi yeni üretim yönetimi yaklaşımları, çizelgeleme problemleri için teslim tarihlerinin doğru belirlenmesinin önemini ortaya çıkarmıştır. Pazar şartları, değişen tüketici talepleri, ürün ömrünün kısalması, maliyetleri düşürme yönünde rekabet baskısı işletmeler için sıfır stokla çalışma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Sıfır stok kavramı, işlerin teslim tarihlerine mümkün olduğu kadar yakın zamanda tamamlanmasını ifade etmektedir. Bu amaçla çizelgeleme sistemleri için etkin ve gerçekçi teslim tarihi belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Teslim tarihlerinin belirlenmesi için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Çizelgeleme sisteminde yer alan işlerin özellikleri (işlem süreleri, operasyon sayıları), yapay sinir ağlarının girdilerini oluşturmuştur. Belirli bir çizelgeleme verisi ile öğretilen yapay sinir ağları, test verileri ile denenmiştir. Elde edilen sonuçlar, işlerin mevcut çizelgeleme sistemindeki akış süreleri ile karşılaştırılarak, iki veri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ağ yapıları, ara katman sayıları, ara katmanlardaki nöron sayıları gibi farklı yapay sinir ağı parametreleri ile deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Aynı veriler üzerinde, teslim tarihi belirleme denklemleri elde etmek amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar yapay sinir ağı sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Teslim Tarihi Belirleme, Yapay Sinir Ağları, Çizelgeleme*

DUE DATE DETERMINATION BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract: The importance of determining the effective due dates for scheduling problems has emerged by novel production management systems such as zero inventory and just in time production. Market conditions, variable customer demands, reduced product life and competitive pressure have stimulated the necessity of zero inventory concepts for production systems. The zero inventory concepts mean that jobs are to be completed as close to their due dates. The paper provides a different approach to determine effective and realistic due dates for scheduling systems. With this approach, artificial neural network structure is used to assign accurate due dates. Characteristics of jobs in scheduling systems (process times, number of operations) are designed as input variables for neural network structure. Neural network has trained and tested by using scheduling data. Due dates determined by weights of neural network are compared with actual flow times of jobs in scheduling system by calculating the correlation coefficients. Network structures, layers and number of neurons constitute the parameters of neural network model. Correlation coefficients for different levels of these parameters are calculated and analyzed. Also, linear and non linear regression analyzes are applied to form due date equations. The resultant values of correlation coefficients for these two approaches are compared.

Keywords: *Due Date Determination, Artificial Neural Networks, Scheduling*

1. Giriş

Çizelgeleme problemlerine girdi olan teslim tarihlerinin belirlenmesi, yeni stok yönetimi tekniklerinin (sıfır stok, tam zamanında üretim) uygulanması ile büyük önem kazanmış ve son 20 yıldır araştırmacıların çalışmalarının odağı haline gelmiştir. Günümüz rekabet ortamında, siparişleri en kısa zamanda tamamlamak, stoku azaltmak, güvenilir ve doğru teslim zamanlarını belirlemek ile doğrudan ilişkilidir. Bunu gerçekleştirmek de atölye seviyesinde, iyi bir çizelgeleme ve teslim tarihi yönetimi ile mümkündür. Teslim tarihleri, dışarıdan müşteri tarafından veya çizelgeleme sistemi tarafından belirlenebilir. Teslim tarihleri dışarıdan belirlendiğinde, çizelgeleme sistemi bu tarihlere uyabilmek için iş önceliklerini ve akışı belirlemek üzerine çalışır. Çizelgeleme sistemi tarafından belirlenen teslim tarihleri ise genellikle atölyenin yoğunluğunu, üretim sisteminin kapasitesini ve işin içeriğini yansıtır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, atölye çizelgeleme için bir çok sezgisel yaklaşımla, statik teslim tarihi belirleme kuralı geliştirilmiştir. Konu ile ilgili detaylı bir literatür çalışması Gordon, Proth ve Chu (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak bu statik kurallar, sistemin mevcut kapasitesini göz ardı ettiklerinden, gerçekçi

olmayan teslim tarihleri belirlemektedirler. Ragatz ve Mabert (1984) farklı teslim tarihi belirleme kurallarını doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizi ile belirleyerek karşılaştırmışlardır. Chang (1997) ağırlıklandırma yaklaşımını benimseyerek regresyon denklemleri yerine yapay sinir ağlarını kullanmıştır. Baykasoğlu, Özbakır ve Sönmez (2002a), esnek atölye çizelgeleme problemlerinde teslim tarihlerinin belirlenmesine ilişkin tabu aramaya dayalı yeni bir yaklaşım ortaya koymuşlardır.

2. Yapay Sinir Ağları

Genel anlamda yapay sinir ağları (YSA), beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir bilgi işleme sistemidir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. YSA sistemi, paralel yapıda pek çok basit bilgi işleme birimlerinden oluşur. Bu birimlerin fonksiyonları, aralarındaki bağlantıları kurmak üzere önceden belirlenir. Bu sistemler, adaptasyon ve öğrenme kabiliyetlerinin yanı sıra, farklı yapıda girdilerle bilgi işleme özelliklerine de sahiptirler.

2.1. Teslim Tarihi Belirlemede YSA Uygulaması

50 iş 15 makineden oluşan örnek bir esnek atölye çizelgeleme test probleminin (Özbakır, 2004), Baykasoğlu, Özbakır ve Sönmez (2002b) tarafından ortaya konulan çok objektifli tabu aramaya dayalı yazılım ile çözümü sonucunda elde edilen; *işlerin operasyon sayısı, işlerin işlem zamanları, işlerin akış zamanları*. bilgileri YSA'ya girdi teşkil etmiştir. Oluşturulan 200 ışık verinin, 150'si YSA'da öğrenme amacıyla kullanılmıştır. Kalan 50 iş verisi, test amacıyla kullanılmıştır. Test verisinin hedef akış zamanları ile YSA tarafından belirlenen teslim tarihleri için Pearson çarpım moment korelasyon katsayısının kareleri (R^2) hesaplanmıştır.

YSA Girdileri :

$$T = \{x0, x1\}$$

$$x0 = \text{İşin toplam işlem zamanı} (p_j = \sum_{i=1}^{o_j} p_{ij}), x1 = \text{İşin operasyon sayısı} (o_j), x2(\text{Hedef değerler}) = j. \text{şin}$$

sistemdeki akış zamanı (F_j), $f_j = j$. iş için YSA tarafından belirlenen teslim tarihi

Problemin YSA modellemesinde, 7 farklı ağ yapısı ve ayrıca YSA'nın etkin öğrenme algoritmalarından biri olan Delta-Bar-Delta (De Veaux, Ungar, 1997, Sarle, 1994) öğrenme algoritması kullanılmıştır. YSA modelinde kullanılan parametreler Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. YSA parametreleri

Parametreler	Düzeyleri
Ara Katman Sayısı	1, 2, 3
Ara Katmandaki Nöron Sayısı*	1, 2, 4
Ağ Yapısı Çeşitleri	Multilayer Perceptron, Generalised Feedforward, Modular Network, Jordan/Elman, Self-Organizing Map, Principal Component Analysis, Recurrent Network
Epoch Sayısı	10,000

Transfer fonksiyonu olarak, gerçekleştirilen denemelerde bu problem yapısı için diğer transfer fonksiyonlarına göre daha iyi sonuç veren, ara katman için Linearsigmoidaxon, çıkış katmanı için ise Linearaxon transfer fonksiyonları kullanılmıştır.

Yapılan denemeler sonucu epoch sayısı 10,000'den fazla belirlendiğinde sonuçlarda iyileşme görülmemiş, aksine aşırı öğrenme gerçekleştiğinden hata oranı yükselmiştir. Daha düşük epoch sayısı verildiğinde ise öğrenme gerçekleşmemiştir.

Ara katman sayısı 1, 2 ve 3 olarak belirlenmiş, ara katmandaki nöron sayısı ise girdi değişken sayısı, yarı ve iki katı olarak alınmıştır.

Tablo 1'de yer alan parametrelerin bütün kombinasyonları için Neurosolutions 4 programı ile 63 farklı öğrenme gerçekleştirilmiştir. Modelin amacı hatayı en aza indiren giriş değişkenleri için en uygun

ağırlıkları bulmaktır. Tablo 2’de parametrelerin bütün kombinasyonları sonucunda, test verisi ile elde edilen en iyi R^2 değerini veren parametreler yer almaktadır.

Tablo 2. NN den elde edilen en iyi R^2 değeri

Ara Katman Sayısı	Ara K. Nöron Sayısı	Ağ Yapısı	R^2
2	2	Generalized Feedforward	0,8051

2.2. Teslim Tarihi Belirlemede Regresyon Analizi

Regresyon, bir bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki bağıntıyı bulmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

50×15 ’lik test problemi için, f teslim tarihlerinin (bağımlı değişken), x_0 ve x_1 bağımsız değişkenleri (işlem zamanları, operasyon sayıları) ile arasındaki ilişkinin tespit edilebilmesi için SPSS 11 paket programı kullanılmıştır. Test verilerinin işlem zamanı ve operasyon sayısı bilgileri kullanılarak elde edilen doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon denklemleri ve R^2 değerleri Tablo 6.3’te görülmektedir. En yüksek R^2 korelasyon katsayısı, Tablo 3’te yer alan 3. denklem ile, 0,78 olarak hesaplanmıştır. En düşük R^2 değerleri ise ilk iki doğrusal regresyon denklemleri ile 0,71 olarak elde edilmiştir.

Tablo 3. Regresyon denklemleri

Regresyon Denklemi	R^2
$f=1.93x_0+88x_1$	0,71
$f=1.93x_0+100.94268905x_1-151.57$	0,71
$f=-0.00366x_0^2-2.7x_1^2+7.9x_0+110.36x_1-2173.06$	0,78
$f=-0.00366x_0^2-2.64x_0-0.001x_0x_1+7.89x_1^2+109.8462105x_1-2172.77$	0,77

3. Sonuç

Günümüz rekabet şartlarında, çizelgeleme sistemleri tarafından teslim tarihlerinin doğru belirlenmesinin müşteri memnuniyeti ve maliyetler açısından büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak, çalışmada teslim tarihlerinin etkin bir biçimde belirlenmesine ilişkin bir YSA uygulaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar regresyon analizleri sonuçları ile karşılaştırılmıştır. YSA ve regresyon analizleri ile teslim tarihlerinin belirlenmesi sonucunda elde edilen Pearson korelasyon katsayıları göz önüne alındığında, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizleri aynı girdi değişkenleri ile YSA’dan daha düşük bir R^2 değeri ortaya koymuştur. Bu sonuç, uygun parametreler ile (ara katman sayısı, nöron sayısı, ağ yapısı, öğrenme algoritması, transfer fonksiyonları) YSA’nın teslim tarihi belirlemede etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

- Baykasoğlu, A., Özbakır, L., Sönmez, A.İ.**, Determining Optimal Due Dates in Earliness-Tardiness Flexible Job Shop Scheduling, Proceedings of 2nd International Conference on Responsive Manufacturing, Gaziantep, pp.775-781, 26-28 June 2002a.
- Baykasoğlu, A., Özbakır, L., Sönmez, A.İ.**, Dil Teorisi ve Tabu Arama Yaklaşımı ile Esnek Çok Objektifli Atölye Çizelgeleme Problemlerinin Modellenmesi ve Çözümü, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği XXIII. Ulusal Kongresi, İstanbul, s.52, 3-5 Temmuz 2002b.
- Chang, F.R.**, A Study of Factors Affecting Due-date Predictability in A Simulated Dynamic Job Shop, Journal of Manufacturing Systems, 13(6), 393-400, 1997.
- De Veaux, R., Ungar, L.H.**, Brief Introduction to Neural Networks, Technical Report, Data Mining Group, Department of Computer and Information Science, University of Pennsylvania, 1-28, 1997.
- Gordon, V., Proth, J. M, Chu, C.**, A Survey of the State-of-the-Art of Common Due Date Assignment and Scheduling Research, European Journal of Operational Research, 139, 1-25, 2002.
- Özbakır, L.**, Çok Objektifli Esnek Atölye Çizelgeleme Problemlerinin Sezgisel Yöntemlerle Modellenmesi, Analizi Ve Çözümü, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, *Doktora Tezi*, 2004.