

Yapım İşlerinde Kaynak Dengeleme Problemleri İçin Sezgisel Yöntemlerin Uygulanması

Nursultan OROZBAEV, Tayfun DEDE*

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61000 Trabzon

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Aralık 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Kaynak dengeleme problemleri
Optimizasyon
İnşaat proje

ÖZET

Yapım işlerinde kaynak kullanımında büyük farklılıklar ile ilgili zorluklardan kaçınmak için projede kaynak dengeleme gerekmektedir. Bu çalışmada kaynakların kısıtlı olmasından dolayı karşılaşılan problemlerin çözümü incelenmektedir. Faaliyetlerin aksamadan gerçekleştirilebilmesi için doğru kaynağın, doğru zamanda istenilen miktarda hazır olması gerekmektedir. Faaliyetlerde gerçekleştirilen kaynak çakışması önemli bir problemdir. Projenin tamamlanması için gerekli zamanı en aza indirmek için yürütme sürecinin en uygun parametresini ve göstergelerini (tüm çalışmaları başlatmak ve tamamlamak için erken ve geç tarihler, uygun zaman rezervleri, vb.) belirlemek gerekir. Bu çalışmanın özgünlüğü kaynak dengeleme problemi için Jaya yöntemini kullanmaktır. Projelerin karmaşıklığı nedeniyle, kaynak tahsisi ve tesviye, temel olarak optimum çözümleri garanti edemeyen buluşsal prosedürler kullanılarak çözülen iki ayrı alt problem olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle, iş aktiviteleri ağının optimizasyonu, mevcut sınırlamaları göz önünde bulundurularak, kompleksin minimum uygulama süresini veya her tür kaynağın dağıtımını gerçekleştirmek için ağın kademeli olarak iyileştirilmesini ifade eder. Çoğu zaman, ağ grafikleri ilk önce "zaman" parametresi tarafından, kısıtlamaları dikkate almadan optimize edilir ve belirtilen zaman sınırına ulaşıldığında, kaynakların dağıtımını ayarlamaya başlarlar. Bireysel kaynak türleri için ayarlama sırası, her birinin özel koşullarına bağlı olarak belirlenir. Çoğu zaman, kaynak optimizasyonu zaman- iş gücü kaynakları, zaman- maddi kaynaklar ve zaman- nakit masrafları şeklinde yapılmaktadır. Bu çalışmada jaya algoritması dikkate alınarak MATLAB bilgisayar programla dili yardımıyla bir bilgisayar programı geliştirilmektedir.

ARTICLE INFO

History:

Received: December 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

Resource leveling problems
Optimization
Construction project

ABSTRACT

Resource leveling is necessary for the construction works to avoid the difficulties associated with large differences in resources. In this study, the solution for the problems encountered due to limited resources is examined. To carry out the activities without interruption, the right resource should be available in the right amount at the right time. Resource overlap in activities is an important problem. In order to minimize the required time to complete the project, it is necessary to identify the most appropriate parameters and indicators of the execution process (to start and complete all work possible earliest and late dates, appropriate time reserves, etc.). The originality of this study is to address the resource leveling problem with jaya heuristic methods. Due to the complexity of the projects, resource allocation, and settling, basically addressed as two separate sub-problems that are solved using procedures that cannot guarantee optimal solutions. For this reason, the optimization of the business activities network, considering current limitations, it expresses the gradual improvement of the complex's minimum (instruction) implementation time or distribute on of all kind of resources. Most of the time, at first network graphs optimized by the "time" parameter without considering limitations, and when the specified time limit is reached, the allocation of resources is adjusted. The order of individual resource adjustment is determined based on the specific condition of each resource. Usually, resource optimization is performed by

time-labor resources, time- material resources and time-financial expenses. In this study, a computer program is developed by using MATLAB computer program by considering jaya heuristic methods.

1. Giriş

Proje yönetimi, sınırlı kaynakların kullanıldığı, faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde koordinasyon ve entegrasyon sürecidir. Kaynakları kendi teslim edilebilirlerine bağlamak ve onları tüm projeye birleştirmekten ibarettir. Kaynak yönetimi, proje yönetiminin temel bir unsurudur kaynak yönetimi, projenin zamanında ve maliyette tamamlanmasını ve kalitenin önceden tanımlandığı şekilde olmasını sağlar. Aslında, proje çizelgeleme problemleri, uygulayıcıların çizelgeleme sürecinde uğraştıkları, özellikle projenin öngörülen üretim süresini arttırmadan en verimli kaynak tüketimini sağlamaları gerektiğinde, en önemli sorunlardan biridir (Hegazy 1999).

Kaynak dengeleme problemi, yeterli kaynak bulunduğu ortaya çıkar ve kaynak kullanımı düzenindeki dalgalanmaları azaltmak için gereklidir. Bu dalgalanmalar çok istenmeyen bir durumdur çünkü yüklenici için çoğu kez emek, kullanım ve finansal zorluklar ortaya çıkarırlar. Programlama amacı, kaynak gereksinimlerini mümkün olduğunca tekdüze yapmak veya bazı durumlarda istenen tekdüze olmayan kaynak dengeleme eşleştirmelerini sağlamaktır. Kaynak tesviyesinde, kaynak limiti yoktur ve süreç, sadece mevcut değişkenler içindeki kritik olmayan aktiviteleri değiştirerek gerçekleştirilir. Orijinal kritik yolun proje süresi sabit kalır (Sonmez 2012).

Kaynak dengeleme için sayısız analitik yöntem geliştirilmiştir, bunların hemen hepsi doğada sezgiseldir. Bu sezgisel yöntemlerin örnekleri (Burgess, A. R., and Killebrew 1962). Bu yöntemlerin temel fikri, kritik olmayan etkinlikleri, bazı kurallara göre sistematik bir düzende kaydırmaktır. Sezgisel yöntemler çok büyük projeleri ele alabilir, ancak sağladıkları çözüm mutlaka optimum değildir (Rao 1976).

Kaynak dengeleme problemini optimizasyonla çözmek için çok az çalışma yapılmıştır (Antill ve Woodhead, 1990). Tüm olası çözümlerin tam

numaralandırmasını kullanan bir model (Ahuja 1976) tarafından sunulmuştur. Model, mevcut değişkenleri içindeki tüm olası faaliyet kombinasyonlarını numaralandırarak dönemler arası kaynak değişikliklerini en aza indirir. Ancak, sayı olarak Kaynak dengeleme problemlerini optimizasyon kaldırabilecek verimli algoritmaların geliştirilmesi ile, kaynak dengeleme optimizasyon modeli verimli bir şekilde çözülebilir. Kaynak dengeleme problemleri bu optimizasyon işlemi sadece kritik olmayan faaliyetlerin başlangıç tarihini kısıtlamaları göz önüne alarak değiştirerek gerçekleştirir. Kaynak dengeleme problemi NP-Tam (NP-complete) zorluk derecesine sahip bir problemdir. Problemin büyüklüğü artınca çözüm uzayının genişliği çok daha hızlı biçimde artar ve çözüm süresi uzar.

2. Jaya algoritması ile problemin optimize edilmesi

Jaya algoritmasındaki temel ilke rastgele oluşturulan bir başlangıç popülasyonla başlayarak, en iyi çözüme doğru ilerlemek ve en kötü çözümden kaçınmaktır (Rao 2016). En iyi çözüm, amaç fonksiyonunun minimum veya maksimum değerini tasarım değişkenlerinin kombinasyonu olarak tanımlanır. Yöntemin avantajı, yalnızca genel kontrol parametrelerinin gerekli olmasıdır.

Problemin amaç fonksiyonu iş aktivitelerinde kaynak sayısını minimuma indirmektedir. CPM ağı oluşturularak aktivitenin toplam zamanı belirlenmiştir. Minimum kaynak miktarı, aktivitelerin başlangıç ve bitiş zamanları bu çalışmada ele alınan optimizasyon probleminin kısıtlarıdır.

3. Sayısal Örnekler

3.1 15 aktiviteli iş planlaması

Proje 15 aktiviteden oluşmaktadır. Problemden: aktivite sayısı, önceki aktivite, süre, normal iş gücü ve minimum iş gücü verilmektedir. Örneğin 10 nolu aktivite 7 nolu aktivite bitmeden başlamamakta ve günlük kaynak sayısı 4, toplamda 10 gün sürmektedir.

sonrası kaynak kullanım durumu mavi renk ile işaretlenmiştir. Şekilden görüleceği üzere optimize edilmiş olan mavi kaynak kullanım durumu kırmızı renk ile gösterilen optimize edilmemiş kaynak kullanımından daha azdır. Bu azaltma kaynakların dengelenmesi ile elde edilmiştir.

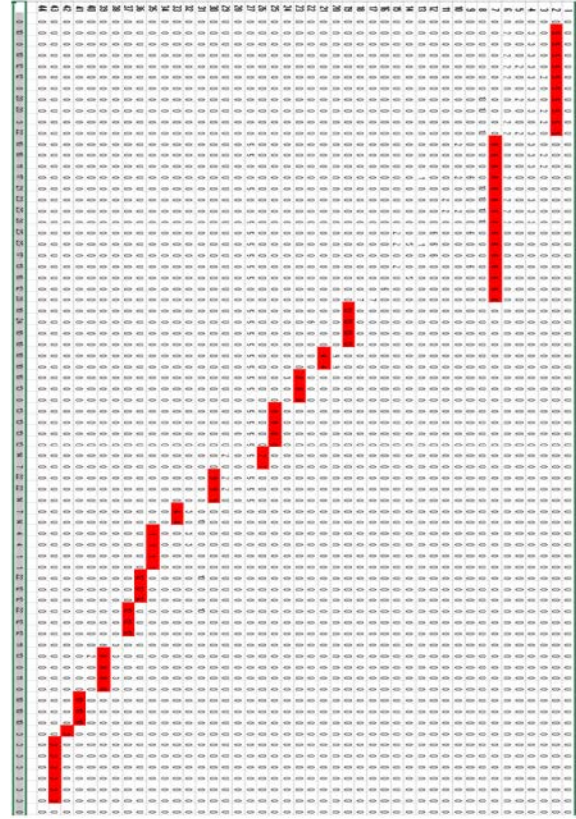
3.2 44 aktiviteli iş planlaması

Proje 44 aktiviteden oluşmaktadır. Probleme: aktivite sayısı, önceki aktivite, süre, normal iş gücü ve minimum iş gücü aşağıdaki tabloda verilmektedir. Probleme 2-7-19-21-23-25-26-30-33-35-36-37-39-40-41-42-43 nolu aktivitelerin oluşturduğu hat kritik yoldur. Yukarıda problem 1 de yazıldığı gibi 12 nolu aktivite 4-5-11 aktiviteler bitmeden önce yapılmaz. 41 nolu aktivite yapılması için 38-39-40 aktivite işlemleri bitmesi gerekmektedir. CPM yöntemi ile elde edilen hesaplamalara göre proje süresi 72 gündür.

Tablo 4. 44 aktiviteli kaynak denge problemi verileri.

dv	pre activity			time of activity	resource	min.res
1				1	0	0
2	1			10	5	5
3	1			5	2	2
4	1			15	3	3
5	1			3	2	2
6	1			10	2	2
7	2			15	6	6
8	3			7	10	10
9	5			3	6	6
10	5			3	2	2
11	5			2	2	2
12	4	10	11	3	6	6
13	10			2	1	1
14	8	12		2	5	5
15	12	13		3	2	2
16	14			1	6	6
17	15			1	7	7
18	16			1	7	7
19	7	9	17	4	13	13
20	15	18		2	9	9
21	19			2	4	4
22	20			1	6	6
27	6			25	5	5
28	23			3	6	6
29	23			3	2	2
30	26			3	9	9
31	30			3	10	10
32	30			3	3	3
33	27	29	30	2	4	4
34	32			1	0	0
35	33			4	1	1
36	34	35		3	12	12
37	36			3	12	12
38	28	31	37	3	3	3
39	28	31	37	5	8	8
40	36			1	2	2
41	38	39	40	3	10	10
42	41			1	3	3
43	42			6	3	3
44	43			1	0	0

Tablo 5. 44 aktiviteli problemin kaynak dengelemesi

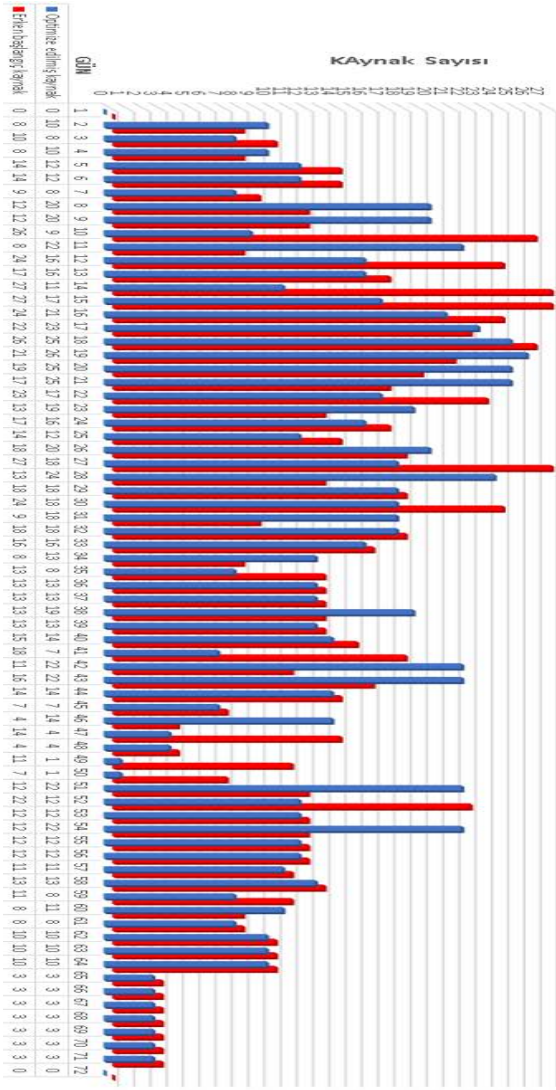


Tabloda kritik yol kırmızı renk ile işaretlenmiştir. Kritik olmayan aktivitelerin hesap bolluklarına göre kaynak dengele yapılmıştır.

Şekil 3’de optimizasyondan önceki ve sonraki sonuçlar ile karşılaştırılmaktadır. Kırmızı renk olan optimize öncesidir ve burada 14-15 ve 27 günlerdeki kaynak sayısı aşağıya inmiştir. Mavi renk olan optimize sonrası olarak belirtilmiştir. Kaynak sayısı 26 ya minimize edilmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmada literatürden alınan 15 ve 44 aktiviteli olmak üzere 2 proje incelenmiştir. Projelerin her birinin aktivite sayıları ve bağımlılık ilişkisi farklıdır. Çalışmada aktivite sayısına ve kritik olmayan aktivitelerin bolluk miktarlarına bağlı olarak arama uzayının ve problemin değiştiği görülmektedir. İncelenen problemler, aktivite sayısı ve arama uzayı büyüklüğü ile analiz edilerek, grafiklerde gösterilmiştir. Çalışmada dikkate alınan sezgisel yöntem olan Jaya ile kaynak dengeleme problemi optimize edilerek başlangıçta daha fazla gereksinim duyulan kaynaklar azaltılabilmektedir.



Şekil 3. 44 aktiviteli problem için kaynak histogramı

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye'de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği'nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE'2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Ahuja, Hira N. 1976. Construction Performance Control by Networks. New York; Toronto: Wiley.
- [2] Antill, James M, and Ronald W Woodhead. 1990. Critical Path Methods in Construction Practice. John Wiley & Sons.
- [3] Burgess, A. R., and Killebrew, J. B. 1962. "No Title." J. Industrial Engrg (Variation in

activity level on a cyclic arrow diagram): 76–83.

- [4] Harris, R. 1978. New York: John Wiley and Sons. Precedence and Arrow Networks for Construction.
- [5] Hegazy, Tarek. "Optimization of Resource Allocation and Leveling Using Genetic Algorithms." Journal of construction engineering and management 1999;125(3): 167–75.
- [6] Iranagh, Mahdi Abbasi, and Rifat Sonmez. "A Genetic Algorithm for Resource Leveling." (September): 2012;1047–54.
- [7] Rao, Singiresu S. 1976. Journal of the Operational Research Society Engineering Optimization.
- [8] Rao, R.V. "Jaya: A simple and new optimization algorithm for solving constrained and unconstrained optimization problem". International Journal of Industrial Engineering Computations, 2016;7:19-34.