

TEK AŞAMALI HAZIRLIK ZAMANLI PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN DOĞRUSAL HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ

Dr. Bahar ÖZYÖRÜK*
Prof.Dr.Serpil EROL**

ÖZET

Bu makalede çok ürünlü tek aşamalı bir üretim sisteminde üretilecek parti büyüklüklerinin belirlenmesi için bir hedef programlama modeli kullanılmıştır. Hedef programlama modeli literatürden alınan hazırlık zamanlarını da içeren örnek bir problem üzerinde denenmiştir. Modelin çözümü sonucunda her ürün için üretilecek parti büyüklüğü bulunmuş, hangi dönemde üretim yapılacağı belirlenmiştir. Bunların yanı sıra, amaçlar için verilen öncelik sırası değiştirilerek, alternatif öncelik sıraları oluşturulmuştur. Bu öncelikler için problem tek tek çözümlere uygulanabilir alternatif çözümler elde edilmiştir. Alternatif çözümlerin toplu olarak incelenmesiyle bunların arasından, işletme yönetimi açısından kabul görecektir, uygulanabilir en iyi üretim planı belirlenmiştir.

Parti büyüklüğü, Hedef programlama

1.GİRİŞ

Üretim planlama çalışmasıyla bir veya daha fazla ürün için toplam üretim maliyetini minimum yapacak şekilde parti büyüklükleri belirlenmeye çalışılır. Toplam üretim maliyeti, hazırlık maliyetleri, üretim ve stokta tutma maliyetleri toplamından oluşmaktadır. Literatürde parti büyüklüğü problemin çözümü için 1958 de Wagner ve Whitin'in çalışmalarıyla başlayan optimal ve bir çok sezgisel yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar Gupta ve Keung'un 1990'da Maes, Mc Clain ve Wassenhove'un 1991'de yine Maes ve Wassenhove'un 1991'de yapmış oldukları çalışmalarda detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Parti büyüklüğü problemleri ile ilgili çalışmalar, karşılaşılan toplam maliyeti minimum yapacak şekilde (tek amaçlı), kapasite kısıtlı yada pek çok çalışmada olduğu gibi kapasite kısıtsız, tek aşamalı veya çok aşamalı, sistemler için yapılmıştır. Oysa günümüzün hızla değişen dinamik ortamında tek bir amacın değil birden

* Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanı.

** Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

fazla amacın, hatta birbiriyle çelişen amaçların aynı anda gerçekleştirilmesi durumuyla karşı karşıya bulunmaktayız. Bu noktada tek bir amacın ele alındığı klasik optimizasyon yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple birden fazla amacın aynı anda ele alınıp incelendiği çok amaçlı bir yaklaşım günümüzde üretimle ilgili kararların verilmesi problemlerine daha iyi cevap verecektir. Özyörük ve Erol 1997 de parti büyüklüğü problemlerinin çözümünde hedef programlama modelinin uygulanabileceğini iki amaçlı bir sistem üzerinde göstermişlerdir. Aynı araştırmacılar 1998 yılında bir deney tasarımı çalışması yaparak ürün sayısının iki ile on arasında değiştirildiği durum için geliştirdikleri modeli çalıştırmışlar ve uygulanabilir sonuçlar elde etmişlerdir. Araştırmacılar 2000 yılında yapmış oldukları çalışmada parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için geliştirilen modelin kapasite kısıtı altında nasıl çözümler vereceğini göstermek amacıyla kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemlerine uygulamışlardır. Aynı araştırmacılar 2001 yılında yapmış oldukları bir çalışmada ürün sayısını değiştirirken amaç sayısında üç ve altı olması durumunda modelin nasıl çözümler verdiğini göstermişlerdir. Bu makalede daha önce araştırmacılar tarafından geliştirilen hedef programlama modeli, ürün sayısının üç olduğu dönem sayısının altı olduğu literatürden alınan bir örnek üzerinde denenmiştir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak, model büyük kapasite kullanımına sebep olan hazırlık zamanlarını da dikkate alınmıştır. Her planlama döneminde her ürün için hazırlık süreleri değişkendir. Bu durum için model üç tane amacı aynı anda gerçekleştirecek biçimde kurularak çözümü yapılmıştır. Gerçekleştirilmek istenen amaçlar için öncelik sıraları değiştirilerek 3! kadar (= 6 tane) farklı çözüm yapılmış her bir alternatif çözümün uygulanabilir çözümler olduğu gösterilmiştir.

2. HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ

Hedef programlamada mümkün olduğu kadar bütün hedeflere en iyi şekilde ulaşılmak istenir. Bu nedenle belirlenen her hedefin tek tek ele alınıp onların elde edilememesi ölçüsüyle ilgilenilir. Hedefler arasındaki sapmaların kısıtlamalar kümesine uygun olarak minimize edilmesine çalışılır. (Ignizio 1982)

Uygulanan hedef programlama modelinde kullanılan varsayımlar, notasyonlar ve öncelik sırasıyla gerçekleştirilmek istenen amaçlar aşağıda verildiği gibidir.

2.1. Varsayımlar

1. Her dönemde her bir ürüne olan talep biliniyor
2. Her bir ürün için işlem zamanları ve minimum hazırlık zamanları biliniyor
3. Her dönemdeki üretim kapasitesi biliniyor
4. Dönem başında ve dönem sonunda elde stok bulunmadığı varsayılıyor

2.2. Notasyonlar

i : ürün sayısı $i = 1, 2, \dots, N$

t : Planlama dönem uzunluğu $t = 1, 2, \dots, T$

X_{it} : t döneminde i ürününün üretim miktarı

I_{it} : t döneminde i ürününün stokta tutulan miktarı

d_{it} : t döneminde i ürününe olan talep miktarı

R_{it} : t döneminde i ürününü üretmek için gereken işlem zamanı

ST_{it} : t döneminde i ürünü için gereken hazırlık zamanı

K_t : t dönemindeki üretim kapasitesi

$MinST_{it}$: t döneminde i ürünü için hesaplanan minimum hazırlık zamanı

B : Pozitif büyük bir sayı

$\delta(X_{it})$: Binary değişken (eğer t döneminde i ürünü üretiliyorsa 1, aksi durumda

0 değerini alır.)

2.3. Ulaşılmak istenen hedefler

Her dönem için,

1. Hazırlık zamanlarının hesaplanan min. hazırlık zamanlarına eşit olması hedefi (P1)

$$ST_{it}\delta(X_{it}) = MinST_{it}$$

2. Taleplerin tam olarak karşılanması hedefi (P2)

$$X_{it} = d_{it}$$

3. Kapasitesinin tam kullanımı hedefi (P3)

$$\sum ST_{it}\delta(X_{it}) + R_{it}X_{it} \leq K_t$$

2.4. Sistem Kısıtları

1. Parti büyüklüğü kısıtı

$$\delta(x_{it}) = \begin{cases} 0, & X_{it} = 0 \text{ için} \\ 1, & X_{it} > 0 \text{ için} \end{cases}$$

2. Stok denge denklemi

$$I_{it} = I_{it-1} + X_{it} - d_{it}$$

3. Binary değişken özelliği

$$X_{it} \leq B. \delta(x_{it})$$

(Tüm modelde $i=1,2,\dots,N$ $t=1,2,\dots,T$)

Yukarıda $P1 \gg P2 \gg P3$ öncelikleri ile gerçekleştirilmesi istenen hedefler sapma değişkenlerinin ilave edilmesi ile hedef programlama modeline dönüştürülerek aşağıda verilmiştir.

1. Hedef kısıtı : (P1)

$$S_{it} \delta(X_{it}) + N_k - P_k = \text{Min} ST_{it} \quad N_k : \text{Birinci hedef düzeyinin altında erişim.}$$

P_k : Birinci hedef düzeyinin üstünde erişim.

2. Hedef kısıtı: (P2)

$$X_{it} + N_m - P_m = d_{it} \quad N_m : \text{İkinci hedef düzeyinin altında erişim.}$$

P_m : İkinci hedef düzeyinin üstünde erişim.

3. Hedef kısıtı : (P3)

$$\sum ST_{it} \delta(X_{it}) + R_{it} X_{it} + N_n - P_n = K_t \quad N_n : \text{Üçüncü hedef düzeyinin altında erişim}$$

P_n : Üçüncü hedef düzeyinin üstünde erişim

Ulaşılmak istenen hedefler için verilen öncelik sırası dikkate alınarak minimize yapılacak sapma değişkenleri belirlenmiş ve amaç fonksiyonu aşağıdaki biçimde oluşturulmuştur.

$$\text{Min } Z = N_k + P_k, N_m + P_m, P_n$$

(Tüm modelde $i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T, k = 1, 2, \dots, i \times t,$

$m = 1, 2, \dots, i \times t, n = 1, 2, \dots, t$)

Bu hedef programlama modelinde ilk önce birinci öncelikli amaç optimize edilmeye çalışılmış elde edilen çözüm sonucu kısıtlara ilave edilmiştir. Daha sonra yüksek öncelikten düşük önceliğe doğru sıralanan amaçlar tek tek ele alınarak aynı çözüm yöntemi tekrarlanmıştır.

3. ÖRNEK PROBLEM

Kısıtlı parti büyüklüğü probleminin hedef programlama modeli olarak ifade edilmesinden sonra üç ürlü ,altı dönemli tek aşamalı kısıtlı parti büyüklüğü problemi çözülmüştür. Problemlerle ilgili işlem zamanları, minimum hazırlık zamanları , her bir ürüne ilişkin talep verileri, her dönemin üretim kapasitesi Tablo 1.'ve Tablo 2'de verilmiştir.

$P1, P2, P3$ öncelik seviyeli hedef programlama modeli $3! = 6$ farklı öncelik seviyesi oluşturularak karar vericilerin uygulanabilir alternatif

seçenekleri görmesi sağlanmıştır. Problem HLINDO paket programı yardımı ile çözülmüş olup, elde edilen sonuçlar Tablo 3’de çözümlerle ilgili değerlendirme Tablo 4.’de verilmiştir

Tablo 1. İşlem zamanı verileri

ürün	1	2	3
işlem zamanı(saat)	0.05	0.06	0.07

Tablo 2. Dönemler itibariyle ürünlere ilişkin veriler

Dönem	Hazırlık zam.(saat)			Min. hazırlık zam.(saat)			Talep			Kap.(saat)
	1.ür.	2.ür.	3.ür.	1.ür.	2.ür.	3.ür.	1.ür.	2.ür.	3.ür.	
1	24	14	34	22	13	28	2000	2100	1500	420
2	26	15	30	22	13	27	6500	500	1000	480
3	20	17	34	18	15	30	500	2000	1500	260
4	25	15	34	23	13	30	1500	800	500	260
5	26	15	30	21	13	27	5000	4500	3000	480
6	20	17	34	18	14	29	3500	2000	2000	220

4. ÇÖZÜM SONUÇLARI

Tablo 3. Çözüm sonuçları

Çözüm Sırası	Çözüm Değerleri			Çözüm Sonuçları			İterasyon sayıları		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Z1	Z2	Z3	0	0	488	-	-	-
2	Z1	Z3	Z2	0	0	0	93	312	1012
3	Z2	Z3	Z1	0	488	0	-	-	-
4	Z2	Z1	Z3	0	0	488	-	-	-
5	Z3	Z2	Z1	0	0	0	137	1012	312
6	Z3	Z1	Z2	0	0	0	137	186	290

Çözüm tabloları incelendiğinde elde edilen çözümlerden ikinci, beşinci, altıncı sıradaki çözümlerin birbiriyle aynı ve diğer çözümlerden daha iyi uygulanabilir çözümler olduğu görülmektedir. Bu çözümlerde gerçekleştirilmek istenen üç amaçta tam ulaşılmıştır. Bu sıralar içinden hangi alternatif sıranın daha iyi olduğuna karar verebilmek için bu çözümlere kaç iterasyonda ulaşıldığına baktığımızda

ikinci sıra çözümüne 1. öncelikte 93
2. öncelikte 312
3. öncelikte 1012 iterasyonda
beşinci sıra çözümüne 1. öncelikte 137
2. öncelikte 1012
3. öncelikte 193 iterasyonda

- altıncı sıra çözümüne
1. öncelikte 137
 2. öncelikte 186
 3. öncelikte 290 iterasyonda ulaşıldığı görülür

Burada elde edilen alternatif çözümler içinden en düşük iterasyon sayısına 6. sıra çözümünün sahip olduğu görülmektedir. Bu çözümün uygulanmasının yönetim açısından daha uygun olduğu açıktır. Burada elde edilen çözüm sonuçları detaylandırılarak hangi dönemde hangi üründen ne miktarlarda üretim sorusuna cevap bulunmuş olacaktır.

Her alternatifin uygulanabilir çözümler ortaya koyması hedef programlama modeli ile çözüm yapmanın önemini ortaya koymaktadır.

Tablo 4. Sonuçların Değerlendirilmesi

SIRA	AMAÇLAR	DEĞERLENDİRME
1	Öncelik 1 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 3 Kapasitenin kullanımı amacı	488
2	Öncelik 1 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Kapasitenin kullanımı amacı	488
	Öncelik 3 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti
3	Öncelik 1 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Kapasitenin kullanımı amacı	488
	Öncelik 3 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
4	Öncelik 1 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 3 Kapasitenin kullanımı amacı	488
5	Öncelik 1 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Kapasitenin kullanımı amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 3 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
6	Öncelik 1 Kapasitenin kullanımı amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 2 Min haz. Zam. Amacı	Gerçekleşti
	Öncelik 3 Taleplerin karşılanması amacı	Gerçekleşti

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan bu çalışma ile hazırlık zamanlarını da içeren çok ürünlü kısıtlı parti büyüklüğü problemi hedef programlama modeli şeklinde ifade edilmiştir. Gerçekleştirilmek istenen amaçlar için en iyi öncelik sırasının bulunması ve uygulanabilir alternatif üretim planları elde edebilmek için öncelik sıraları ardışık değiştirilerek her seferinde problem tek tek çözülmüş , elde edilen çözümler içinden en iyi olan seçilmiştir. Bu yaklaşımla daha farklı sonuçların ortaya çıktığı problemlerde alternatif çözümlerin hepsinin yönetime sunulması ile yöneticilerin kararlarına açıklık ve esneklik getirilecektir. Üç amaçlı olarak bu çalışmada geliştirilen hedef programlama modeli, yöneticilerin istekleri doğrultusunda genişletilmeye uygundur.

KAYNAKLAR

1. Gupta Y.P. , Keung Y. ‘‘A Review of Multi-stage Lot-sizing Models ‘, EJOPM 10,9,1990
2. Ignizio J.P. , Linear programing in single and multiple objective sytems , Prentice Hall, Englewood Cliff New Jersey, 1982
3. Maes J., Mc Clain J.O., Van Wassenhove L.N. ‘‘Multilevel Capaciated lot sizing complexisty and L.P. based heuristics.’’ EJOR,53,1991
4. Maes J., Van Wassenhove L.N. ‘‘ Capaciated dynamic lot sizing heuristics for serial systems ‘‘ INT.J.PROD.RES. , 29,6,1991
5. Özyörük Bahar , Erol Serpil ‘‘Çok ürünlü tek aşamalı üretim sistemlerinde kısıtlı parti büyüklüğü probleminin amaç programlama formülasyonu’’ Araştırma Sempozyumu 97 , 26-27 Kasım 1997 Ankara
6. Özyörük Bahar, Erol Serpil ‘‘1998, ‘‘Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesinde Amaç Programlama Yaklaşımı ve Deneysel Bir Dizayn ‘‘ İstatistik Konferansı Bildiriler Kitabı, 283-290, 26-27 Ekim 1998 , Gazi Üniversitesi , Ankara
7. Özyörük Bahar, Erol Serpil, 2000, ‘‘ A Goal Programming Model For Determinning Lot Sizes’’, ICMIT 2000, The 2000 IEEE International conference on management of Innovation and Technology, 12-15 November 2000 Singapore, Soft copy CD Rom Proceedings.
8. Özyörük Bahar, Erol Serpil, ‘‘A Goal Programming Approach for Difference Lot Sizing Problem’’, and 28th ICC& IE (The International Conference on Computers and Industrial Engineering) , March 5-7 2001,Cocoa Beach, Florida
9. Wagner H.M. , Whitin T.’’ Dynamic Version of Economic Lot Size Model ‘‘ MNG.SCI., 5,1,1958