

EŞ ANLI ÜRETİM VE YATIRIM PROGRAMLARININ DÜZENLENMESİ İLE İLGİLİ BİR DENEME ÇALIŞMASI

Zekai YILMAZ*

1. GENEL AÇIKLAMALAR

Yatırım problemlerinin üretim teorisi ile sıkı ilişkisi mevcuttur. Bu ilişki, nakit hareketlerinin yatırım projelerine tahsis edilmesinin çoğunlukla mümkün olamamasından kaynaklanmaktadır. Çünkü gelir ve maliyet ayrımında ve tahsisinde, öncelikle yatırım projesi ile üretilen mamuller etkili olmaktadır. Bu artık üretim programlarının yatırım programları sonucu ortaya çıkmayacağı anlamına gelmektedir. Gerek üretim tekniği ve gerekse pazarlama programı sonucu işletme hem üretim çeşidini, hem de üretim miktarını genişletmek isteyebilir. Bu şekildeki kapasite genişletme programlarının sonucu yatırım ihtiyacı doğabilir. Dolayısıyla üretim ve yatırım programlarının eş anlı olarak tespit edilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu türdeki problemlerin çözümü için de büyük ölçüde üretim teorisi ile ilgili modellerden yararlanılma sözkonusu olmaktadır¹.

Bu modellerin üretim süreçlerine yönelmesi halinde, çoğu kez finansman problemleri de ihmal edilmektedir. Çünkü yatırım fonksiyonunda üretim teorisi ile ilgili ifadeler uygun bir şekilde yer alırken, finansman ile ilgili ifadelerle yer verilmemektedir. Bu nedenle de amaç fonksiyonunda nakit giriş ve çıkışları genellikle yer almamaktadır. Bunun yerine daha çok üretim süreçlerine uygun olan ve sebep sonuç ilişkisine göre bulunan büyüklükler, nitekim üretimle ilgili gelirler ve harcamaların dikkate alınması doğru olmaktadır. Bunlar, üretime bağlı gelirler ve maliyetler, zamana bağlı (üretim seviyesinin değişmesinden bağımsız) olan gelirler ve maliyetler olarak ayrılabilir. Nakit giriş ve çıkışları veya gelir ve maliyetler konusundaki tartışmalara girmeden, bu tür modellerin amaçları bugünkü değerlerin maksimizasyonu olmayıp, daha çok iskonto edilmiş ve planlanan dönem üzerinden toplam üstelerin veya hesaplanan kârların veya katkı paylarının maksimizasyonuna yöneliktir. Bu konuda aşağıda bir model oluşturulmaya çalışılıp, bir örnekle açıklanacaktır.

* Doç. Dr.; Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğretim Üyesi.

1 Kern, W.; Investitionsrechnung, Stuttgart 1974, s. 288 ve takip eden sayfalar.

2. ÜRETİM MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Modelin oluşturulabilmesi için herşeyden önce problemin tanımlanması ve varsayımların belirlenmesi gerekecektir. Bu aşamalardan sonra model oluşturulmasına geçilecektir.

2.1. Problemin Formüle Edilmesi

$t = 1, 2, 3, \dots, t$ dönemlerini kapsayan bir planlama dönemi için optimum yatırım ve üretim programları aranacaktır. Optimum için amaç büyüklüğü, $t = 0$ planlama dönemine indirgenen satış gelirleri ile maliyetler arasındaki fark dönem kârlarıdır. Üretim programı, mamul türüne ve miktarına göre kodlanacaktır. Ayrıca zaman içerisinde, örneğin ihtiyaç kaydırılması veya ertelenmesi gibi değişiklikler de ortaya çıkabilir. Bu değişiklikleri, üreticinin makina parkının yapısında ortaya çıkabilecek ertelemeler ve yatırım şartlarında meydana gelebilecek değişikliklerle açıklamak mümkündür.

Eş anlı (simutan) düzenlenen çok dönemli yatırım ve üretim programlarında, önce bir taraftan yatırım projeleri arasındaki, diğer taraftan üretim programları arasındaki zaman açısından yatay (aynı zaman içerisindeki) ilişkiler dikkate alınmaktadır. Ayrıca bu şekildeki bir programlama, farklı zamanlardaki yatırım faaliyetleri ve tasfiyeler arasındaki dikey zamanlı ilişkiler de hesaba katılacaktır. Nihayet modelde sözkonusu olabilecek üretim süreçlerinin de gerçeğe uygun olarak çok aşamalı olmasına gayret edilecektir².

Genel program için açık kararlar, yatırım yapma ve tasfiye ile tesislerin varlığı ve yararlanılması konusunda olmak üzere iki açıdan ele alınacaktır. Bu şekilde tanımlanan kapsamlı bir görevin bilgiye ihtiyacı, klasik metodlarla sergilenen problemlere kıyasla dikkati çekecek kadar fazla olduğu teşhis edilmektedir. Burada tanımlanan karar modelinin aşağıdaki sayılabilecek bilgilere ihtiyacı vardır.

- Planlama döneminin uzunluğu,
- Mevcut tesislerin türü, sayısı, geriye kalan ömrü ve geriye kalan toplam ömrü esnasında potansiyel olarak elde edilebilecek tasfiye geliri,
- Maksimum ekonomik ömürle (onarımla yapılmaksızın) halihazırda ve gelecekteki tüm yatırım imkânları,
- Yatırımla ilgili tüm bilgileri,
 - yatırım tutarı,
 - halihazırdaki ve gelecekteki tasfiye gelirleri,
 - tedarik edilmiş ve muhtemelen tedarik edilecek tesislerin kullanımı dolayısıyla sabit maliyetler, şeklinde sıralamak mümkündür.
- Bütün üretimle ilgili bilgiler de,
 - mamullerin gerekli aşamalarının uygulanması için gerekli değişken maliyetlerden,
 - mevcut kullanım şeklinde çıktı oranları,

2 Hax, H.; Investionstheorie, Würzburg-Wien, 1976, s. 62 ve takibeden sayfalar; Kern, W.; Grundzüge der Investitionsrechnung. Stuttgart 1976, s. 94.

- mamullerin dönemler itibariyle fiyatlarından meydana gelmektedir.
- Tesislerin muhtemel farklı kullanım şekillerine bağlı olan kapasite sınırları,
- Mamullerin dönemler itibariyle azami satış miktarları,
- Dönemler itibariyle yatırım amacının gerçekleştirilebilmesi için yeni kullanılabilen finansman imkânları,
- Döner değerlerin mamul maliyetlerine bağlı olarak finansmanı için gerekli sermaye ihtiyacı,
- "i" harfi ile sembolize edilen faiz oranı veya $q = 1 + i$ ile formüle edilen buna eşdeğer faiz faktörü.

2.2. Önemli Varsayımlar

Problemin formüle edilmesinde önemli varsayımlar olarak aşağıdaki ilişkiler ve şartlar karşımıza çıkması mümkündür:

- Etki faktörleri arasındaki tüm ilişkiler, doğrusal fonksiyonla ifade edilecektir.
- Yatırım projeleri, birbirinden bağımsızdır (aralarında hiç bir ilişki yoktur).
- Yatırım projeleri, gerekirse çok sayıda mamul türlerinin üretilmesi için kullanılması mümkündür.
- Üretim süreçleri çok aşamalıdır.
- Çeşitli aşamalardaki mamul işleminin sırası, maliyete etkisi yoktur. Daha doğrusu sıra takip problemi yok kabul edilecektir.
- Stokların oluşturulması, sadece bir dönem içerisinde mümkündür. Buna karşılık dönemden döneme geçişte veya dönem sonunda stokların ortaya çıkması mümkün değildir. Bir dönem içinde ortaya çıkan üretim stokları dönem sonunda tasfiye edilecektir.
- Mamul fiyatları, efektif satış miktarlarına bağlı değildir, mamullerin hepsi üretim dönemi içerisinde satılacaktır.
- Satış sınırları kesin ve katıdır (pazarlama politikası ile ilgili araçların kullanımını, satış sınırlarını genişletebilir. Ancak böyle bir yaklaşım modelin genişletilmesini de beraberinde getirmektedir).
- Yatırım faaliyetleri (tasfiyede dahil olmak üzere), genellikle dönem başında yapılacaktır.
- Tasfiyeler, tahmin edilen ekonomik ömrün sona ermesinden önce yapılabilir. Tasfiyeler, en erken yatırımın yapılmasını takip eden dönemden sonra olabilir.
- Gelir fazlalıkları veya üsteleri, sabit bir oran ile dönem içerisinde artmaktadır.
- Yatırımın finansmanı, mevcut finansman kaynaklarının bir fonu aracılığı ile yapılacağı önceden verilmiştir.

2.3. Model Formüle Edilmesi

Modelin amaç fonksiyonu, iskonto edilmiş dönem kârlarının toplamı

maksimum kılınacak şekilde formüle edilebilir³. Bu durumda kârlar, aşağıdaki beş unsurdan (her biri $t = 0$ dönemine iskonto edilmiş) elde edilecektir.

- Tüm dönemlerdeki mamul satış gelirlerinden,
 - İlgili dönemlerin tüm değişken maliyetlerinin tamamı düşülecek,
 - Dönemler itibariyle tespit edilecek sabit maliyetler düşülecek,
 - Planlama döneminde yer verilmeyen yatırım tutarları düşülecek, çünkü tesisler muhtemelen $0 < t < T$ döneminde tedarik edilecek ve bu arada kullanılacaktır.
 - Tüm dönemlerde elde edilen tasfiye gelirlerinin toplamı ilave edilecek.
- Buna göre amaç fonksiyonunu aşağıdaki şekilde formüle edebiliriz.

$$\text{Brüt Kâr} = \sum_m \sum_t^T d_m X_{mt} q^{T-1} - \sum_r f_r \sum_{t=1}^{T-1} z_{rt} q^{T-1} \rightarrow \text{Maksimum}$$

İleride örneğimizde de görüleceği gibi dönemler itibariyle katkı payları değişmiyor ise, bir yıllık katkı paylarından yıllık yatırım tutarı eşdeğerinin ve yıllık sabit giderlerin düşülmesi ile toplam brüt kâr bulunacaktır. Bu şekildeki amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$\text{Brüt Kâr} = \sum_m d_m X_m - \sum_r f_r \sum_{t=1}^{T-1} z_r \cdot \frac{q^n (q-1)}{q^n - 1} \rightarrow \text{Maksimum}$$

- d_m = m mamulünün katkı payı veya kârı
 X_{mt} = m mamulünün t. dönemdeki miktarı
 X_m = m mamulünün miktarı
 q = faiz faktörü
 f_r = r yatırım projesinin tutarı
 z_{rt} = her dönemdeki (t) r yatırım projesinin sayısı
 z_r = r yatırım projesinin sayısı

$$\frac{q^n (q-1)}{q^n - 1} \text{ sermaye kurtarma (itfa) faktörü}$$

Kapasite sınırları, gerçekleştirilecek bir üretim programının bulunması amacıyla kapasite yüklenmelerinin ulaşabileceği üst sınırları ifade etmektedir. Bu sınır hiç bir zaman aşılamayacağından, kapasite kullanımında bu sınıra dikkat etmek gerekir. "m" mamul tipi ile kapasite yüklenmesi, e_{mr} ile sembolize edilen bir birim mamulün tesislerde üretimi için gerekli kapasite kullanım katsayıları ile

3 Jacob, H.; *Die Planung des Produktionsund des Absatzprogramms*, Industriebetriebslehre in programmierter Form, Band II: Planung und Planungsrechnungen, Wiesbaden 1972, s. 193 ve takip eden sayfalar; Schmidt, R.B.; *Unternehmungsinvestitionen, Strukturen, Entscheidungen*, Kalkale, Reinbek bei Hamburg 1975, s. 124 ve takip eden sayfalar.

dönemin X_{mt} üretim miktarı çarpılmak ve bu çarpım işlemi her "r" tesis tipi ve "m" mamul türü için tekrarlanarak, bunların toplanması suretiyle bulunacaktır. İlk dönemde mevcut tesislerle üretim yapılacağından, $t = 1$ döneminde kapasite ile ilgili sınırlayıcı şart aşağıdaki şekilde yazılacaktır.

$$\sum e_{mr} \cdot X_{mt} \leq P_r \quad (\text{tüm } r \text{ ve } t = 1 \text{ için})$$

Bu sınırlayıcı şartta P_r , bütün r tipindeki tesislerin kapasitelerini ifade etmektedir. İkinci dönemden itibaren muhtemel bir kapasite genişletilmesi sözkonusu olmaktadır. Bu durumda "r" tipindeki bir yatırım projesinin özel kapasitesi π ile sembolize edilirse, bir dönemde ilave olarak yapılan yatırımın kapasitesi $\pi \cdot z_{rt}$ çarpımına eşit olmaktadır. τ döneme kadar toplam kapasite genişletilmesi, bu zamana kadar yapılan yıllık tüm genişletmelerin toplamı ile hesaplanmaktadır ($\tau = 1$ 'den $\tau = t - 1$ 'e kadar toplam).

$$\sum_m e_{mr} \cdot X_{mt} \leq P_r + \sum_{\tau} \pi_r \cdot z_{rt} \quad (\text{bütün } r \text{ ve } t = 2, 3, \dots, T)$$

Finansman sınırlamaları ile her kısmi dönemde kullanılabilir Q_t sermayesinin dönemsel f_{rt} yatırım tutarı tarafından aşılması sağlanacaktır. Bunun da aşağıdaki eşitsizlik yardımıyla ifade edilmesi mümkündür.

$$\sum_r f_{rt} \cdot z_{rt} \leq Q_t \quad (t = 1, 2, 3, \dots, T - 1)$$

Nihayet model, X_{mt} ve z_{rt} değişkenleri için *negatif olmama* ve gerekirse *tam sayı şartları* ile tamamlanacaktır.

3. ÜRETİM MODELİNE AİT BİR ÖRNEK

Bir işletmenin pazarlama programına kabul edilmek üzere 1'den 4'e kadar mamul türü sözkonusudur. Bu mamulardan her biri çok sayıda parçalardan meydana gelmektedir. Hem bütün mamullerin, hem de bütün parçaların işletme dışından satın alınması mümkündür. Her parça, mamul üretimine kadar çok sayıda üretim aşamalarından (i sayıda makineler) geçmektedir. Burada ortaya çıkabilecek birim başına değişir maliyet birinci tablonun 6. satırında, birim başına kapasite kullanımı (üretim katsayısı) aynı tablonun 2'den 5'e kadarki satırlarında yer almaktadır. Ayrıca tabloda mamullerin montajı için birim başına değişken maliyetleri (satur 8), parçaların ve mamuller işletme dışından satın alınması halinde değişken maliyetler (satur 7 ve 9), net satış fiyatı (satış fiyatından, örneğin satış masrafları vb. gibi henüz başka bir şekilde düşülmemiş değişken maliyetlerin düşülmesi ile elde edilir) ve satış miktarları ile ilgili sınırlar verilmiştir.

Makinalara yapılacak yatırımın tutarları (f_r), bunların muhtemel ekonomik ömürleri (n_i), % 10 faiz üzerinden sabit yatırımın yıllık eşdeğer masrafı (YED) ve makinaların kullanılmasına bağlı olarak yıllık sabit maliyetler (F_r), makinaların kapasiteleri (P_r) (zaman birimi olarak ifade edilecek), tablo 2'de verilmiştir. Yatırım için mevcut sermaye 10.000.000.— TL. dir.

Tablo: 1
Üretim ve Pazarlama Şartları İle İlgili Veriler

1	MAMULLER		1		2		3		4		
	Mamul Parçaları		1	2	1	2	1	2	1	2	3
Kapasite kullanımı											
2	Tesis 1		5	4	7	2	4	3	6	8	—
3	Tesis 2		2	—	4	1	2	5	1	—	5
4	Tesis 3		1	2	9	—	3	4	2	—	3
5	Tesis 4		3	1	2	3	1	4	7	3	1
6	Değişken maliyet. (k)		150	110	450	200	180	240	450	350	220
7	İşletme dışından alınan parçaların değişir maliyeti (satın alma fiyatı) ($G_m w$)		220	180	420	270	310	250	560	350	290
8	Montaj maliyeti (k_w)		50		120		100		250		
9	Mamul satın alma maliyeti (A_m)		430		790		680		1700		
10	Net satış fiyatı		570		880		920		1820		
11	Pazarlama sınırı		4800		8000		22000		7000		

Tablo: 2
Yatırımla İlgili Veriler

Makina Tipi	Yat. Tut. (f_r)	Ek. Ömür (n_i)	Yıllık Eşdeğer Masraf (YED)	Sabit Mas. (F_r)	Kapasite Sınırı (P_r)	
1	250.000	4	78.750	20.000	15.000	ZB
2	300.000	5	79.200	45.000	22.500	ZB
3	330.000	6	75.900	25.000	13.500	ZB
4	225.000	5	59.400	40.000	16.500	ZB

1 ZB, üç dakika tutmaktadır.

Bu şartlar altında kârı maksimum yapan bir pazarlama, üretim ve yatırım programlarının düzenlenmesine imkan veren bir doğrusal programlama modelinin düzenlenmesi ve bu modelin çözümünün yapılması gerekecektir. Burada amaç fonksiyonu düzenlenirken, yıllık gelirler ve maliyetler iskonto edilmeden yıllık katkı payı bulunacak ve buradan da yatırım tutarının sermaye itfa faktörü ile çarpımından elde edilen yıllık sabit masraf eşdeğeri ve diğer yıllık ortaya sabit masraflar düşülecektir. Böylece brüt kâr bulunacaktır. Diğer sınırlayıcı şartla da daha önce tanımlanan şekilde hesaplanacaktır.

Amaç Fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Brüt Kâr} = & 570 (X_1 + Y_1) + 880 (X_2 + Y_2) + 920 (X_3 + Y_3) + 1870 (X_4 + Y_4) - \\ & 50 X_1 - 120 X_2 - 100 X_3 - 250 X_4 - 430 Y_1 - 790 Y_2 - \\ & 680 Y_3 - 1700 Y_4 - 150 X_{11} - 110 X_{12} - 450 X_{21} - 200 X_{22} - \\ & 180 X_{31} - 240 X_{33} - 450 X_{41} - 350 X_{42} - 220 X_{43} - 220 Y_{11} - \\ & 180 Y_{12} - 420 Y_{21} - 270 Y_{22} - 310 Y_{31} - 250 Y_{32} - 560 Y_{41} - \\ & 450 Y_{42} - 290 Y_{43} - 78750 Z_1 - 79200 Z_2 - 75900 Z_3 - \\ & 59400 Z_4 - 20000 Z_1 - 45000 Z_2 - 25000 Z_3 - 40000 \\ & Z_4 \rightarrow \text{Maksimum} \end{aligned}$$

Sınırlayıcı Şartlar

Kapasite Sınırları

$$\begin{aligned} 5X_{11} + 4X_{12} + 7X_{21} + 2X_{22} + 4X_{31} + 3X_{32} + 6X_{41} + 8X_{42} &\leq 15000 Z_1 \\ 2X_{11} + 4X_{21} + X_{22} + 2X_{31} + 5X_{32} + X_{41} + 5X_{43} &\leq 22500 Z_2 \\ X_{11} + 2X_{12} + 9X_{21} + 3X_{31} + 4X_{32} + 2X_{41} + 3X_{43} &\leq 13500 Z_3 \\ 3X_{11} + 2X_{13} + 2X_{21} + 3X_{22} + X_{31} + 4X_{32} + 7X_{41} + 3X_{42} + X_{43} &\leq 16500 Z_4 \end{aligned}$$

Pazarlama Sınırları:

$$\begin{aligned} X_1 + Y_1 &\leq 4800 \\ X_2 + Y_2 &\leq 8000 \\ X_3 + Y_3 &\leq 22000 \\ X_4 + Y_4 &\leq 7000 \end{aligned}$$

Miktar Sınırlamaları: \

$$\begin{aligned} X_{11} + Y_{11} = X_1 & ; & X_{12} + Y_{12} = X_1 \\ X_2 + Y_{21} = X_2 & ; & X_{22} + Y_{22} = X_2 \\ X_{31} + Y_{31} = X_3 & ; & X_{32} + Y_{32} = X_3 \\ X_{41} + Y_{41} = X_4 & ; & X_{42} + Y_{42} = X_4 \\ X_{43} + Y_{43} = X_4 & & \end{aligned}$$

Finansman Sınırı

$$250.000 Z_1 + 300.000 Z_2 + 330.000 Z_3 + 225.000 Z_4 \leq 10.000.000$$

Negatif Olmama Şartları

$$X_j \geq 0 \quad Y_j \geq 0 \quad Z_i \geq 0$$

Örneğimiz bilgisayarda çözümlenerek, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

(1) İşletmenin,

1. tip makinadan 15 tane,

2. tip makinadan 4 tane,
 3. tip makinadan 8 tane,
 4. tip makinadan 8 tane,
 temin etmesi gerekmektedir.

- (2) İşletmenin üretim ve pazarlama programı aşağıdaki tabloda tespit edilen şekilde olacaktır.

Tablo: 3
 Üretim ve Pazarlama Programlarının Çözüm Sonuçları

MAMULLER	1		2		3		4		
	1	2	1	2	1	2	1	2	3
İşletme içinde parça üretimi	788	4778	—	8000	22000	—	7000	7000	5889
İşletme dışı parça alımı	4000	—	8000	—	—	22000	—	—	1111
İşletmede monte edilen mamuller	4778	—	8000	—	22000	—	—	7000	—
Hazır alınan mamuller	22	—	—	—	—	—	—	—	—
Pazarlama programı	4800	—	8000	—	22000	—	7000	—	—

- (3) Yukarıda açıklanan yatırım ve üretim-pazarlama programları yardımıyla işletme 11.207.110.— TL. ile maksimum kâr sağlamaktadır.

4. SONUÇ

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi modelin bilgi ihtiyacı klasik modellere kıyasla daha fazladır. Ayrıca model kısmi bir modeldir. Nitekim amaç fonksiyonunda finansman programına yer verilmemekte, sadece yatırım ve pazarlama, üretim programlarına yer verilmektedir. Finansman programının da amaç fonksiyonu kapsamına alınması modelin bilgi ihtiyacını daha da artıracaktır. Aynı zamanda model daha karmaşık hale gelecek ve modelin çözümünde bazı sorunlar çıkabilir. Bu şekildeki eş anlı problem çözümü yöneticinin karar almasını kolaylaştırmakta, hızlandırmakta ve karar sonuçları daha isabetli olmaktadır.