

Yatırım Projelerinde Kaynak Dağıtım Analizi

Bahman Alp RENÇBER*

Özet

Bu çalışmanın amacı, yatırım projelerinde kaynak dağıtımının incelenmesidir. Yatırım projelerinde kaynak dağıtım, kaynakların yeterli olma ve sınırlı (kıt) olma durumlarına göre iki ayrı bölümde ele alınmıştır. Kaynakların yeterli olduğu durumlarda yatırım projeleri analizinde kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Fakat kaynakların sınırlı olduğu durumlarda klasik değerlendirme metotları bu amaca ulaşmaya imkan tanımazlar. Bu durumda karşımıza çıkan kısıtlılık hallerini de gözönüne alan ve optimum sonuçlar verecek bazı metotların kullanılması kaçınılmaz olacaktır. Doğrusal programlama bu metotlardan birisidir. Doğrusal programlamadan yararlanarak yatırım projeleri arasında optimum kaynak dağıtım sağlanmış olacaktır. Bu çalışmada ; kaynakların yeterli ve sınırlı olduğu durumlarda yatırım projelerine tahsis edilmesi gereken kaynak miktarları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yatırım projeleri, kaynak dağıtım, doğrusal programlama.

Analysis of Resource Distribution in Investment Projects

Abstract

The purpose of this study is to examine the source distribution for investment projects. Resource allocation for investment projects is considered in two separate parts according to nsufficient resources and limited (scarce). Methods used for the analysis of investment projects, where resources are adequate, are described in this study. However, in the case where resources are limited, conventional assessment methods do not allow to reach these purposes. Consequently, it will be inevitable to use some methods, which consider limitations occurred and give optimum results. Therefore, linear programming is one of these methods. Optimal allocation of resources between investment projects is provided by using linear programming. In this study, the amounts of the resources, which must be allocated to investment projects in the case where resources are sufficient and limited available, were analyzed.

* Yrd. Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü, Gölbaşı / Ankara, 06830, bahman@gazi.edu.tr

Key Words: Investment Projects, Resource Allocation, Linear Programming.

1. Giriş

Günümüzde modern şirketlerde finansal yöneticilerin rolü devamlı olarak değişmektedir. Bu yöneticilerin sorumlulukları, şirketlerin genel gelişmesi yönünde giderek artmakta ve daha hayati bir önem taşımaktadır. 1950'lere kadar finans yöneticisinin temel görevi, finansal kayıtların hatasız tutulması, raporların hazırlanması ve firmanın ihtiyaç duyduğu fonları sağlamak olduğu halde günümüzde, finansal yöneticinin firmanın temel amaçlarına ulaşmayı sağlayıcı finansal politika ve stratejileri saptamak, bu politika ve stratejilere uygun programlar hazırlamak, programların uygulanmasını gerçekleştirmek ve uygulama sonuçlarını kontrol etmek gibi önemli görevler yüklenmiş bulunmaktadır (Van Horne, 1982: 1). Çağdaş firma yöneticisi: (1) firmada gereksinim duyulan fonların toplam miktarını saptamak, (2) bu fonların çeşitli iktisadi değerler (varlıklar) arasında dağıtımını yapmak ve (3) firmanın amacı açısından en iyi finanslama bileşimini saptamaktır. Finans yöneticisinin görevleri arasında artık firmanın gereksinim duyduğu kaynakların sağlanması yanında kaynakların kullanımı, kaynakların çeşitli ekonomik faaliyetlere dağıtımını daha çok önem taşımaktadır (Akgüç, 1982: 1).

Genel anlamda yatırım belirli kaynaklarla belirli mal ve hizmetlerin üretimine ilişkin faaliyetlerin tümüdür. Başka bir deyişle, yatırım gelecekte bir kazanç sağlamak amacı ile peşin bir maliyete katlanmaktır. Bir ülkede ekonomik gelişmenin şartlarında birisi yatırımların rasyonel bir şekilde en verimli alanlara yapılmasıdır. Üretim faktörlerinin verimli kullanımı, en uygun zamanda en ekonomik ve gerekli yatırımların seçimiyle mümkündür. Kalkınmanın temel felsefesi kârlı ve verimli yatırım alanlarına kaynakların hesaplı bir şekilde tahsisidir. Kalkınma planlarının bu temel hedefi, yatırım projelerinin bütün tekniklerinin bilinmesi ve uygulanması ile gerçekleşir (Tatar, 1993: 23).

2. Yöntem

Yatırım projelerine kaynak dağıtımını; kaynakların yeterli olma ve sınırlı (kıt) olma durumları olmak üzere iki bölüm altında toplanarak incelenmiştir.

2.1. Yatırım Projeleri İçin Ayrılan Kaynağın Yeterli Olma Durumu

Kaynağın yeterli olduğu durumlarda yatırım projelerinin ekonomik analizi aşağıdaki yöntemlerden yararlanılarak yapılmaktadır;

2.1.1. Net Şimdiki Değer yöntemi (Net Present Worth, NPW)

Bir projenin net şimdiki değeri aşağıdaki formülden elde edilmektedir;

$$NPW = -C_0 + A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} + \frac{H}{(1+i)^n} \quad (\text{Yıllık net gelirleri eşit ise})$$

$$NPW = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+i)^t} + \frac{H}{(1+i)^n} \quad (\text{Yıllık net gelirleri farklı ise})$$

Formüllerde:

- C_0 : Projenin yatırım maliyeti
- A : Eşit yıllık net gelirler
- Q : Farklı yıllık net gelirler
- H : Proje hurda değeri
- n : Proje ekonomik ömrü
- i : İskonto oranı.

Net şimdiki değer yöntemi ile yatırım projelerinin kabul veya red edilmesi koşulu aşağıda verilmiştir:

Eğer, $NPW \geq 0$ ise proje kabul edilir.

Eğer, $NPW < 0$ ise proje red edilir.

2.1.2. Yıllık Eşdeğer Maliyet yöntemi (Equivalent Uniform Annual Cost, EUAC)

Yıllık Eşdeğer Gelir yöntemi (Equivalent Uniform Annual Benefit, EUAB)

Bir yatırım projesinin yıllık eşdeğer maliyeti, projenin yıllık gideri ve yatırım maliyetinin bir yılda yapılan bölümünün toplamına eşittir. Bu yöntemler çeşitli projeler arasında en ekonomik projeyi seçebilmek için tüm projelerin yıllık eşdeğer maliyeti hesaplanır. En az yıllık eşdeğer maliyetli proje en ekonomik proje olarak çeşitli projeler arasından seçilir. Bu yöntem yıllık eşdeğer maliyet yöntemi olarak tanınmış olmasına rağmen, çeşitli yatırım projeleri bu yöntemden yararlanarak “yıllık eşdeğer gelir yöntemi” adı altında analiz edilebilmektedir.

Yatırım projelerinde yıllık eşdeğer maliyet ve yıllık eşdeğer gelir aşağıdaki formüllerden elde edilir;

$$EUAC = C_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + c$$

$$EUAB = A + H \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

Formüllerde :

EUAC : Yıllık eşdeğer maliyet

EUAB : Yıllık eşdeğer gelir

C_0 : Projenin yatırım maliyeti

c : Yıllık giderler

A : Eşit yıllık net gelirler

H : Proje hurda değeri

i : İskonto oranı.

2.1.3. İç Verim Oranı yöntemi (Rate of Return, ROR)

Bir yatırım projesinin iç verim oranı, projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı net gelirlerin şimdiki değerini yatırım maliyetine eşitleyen bir orandır. Başka bir tanıma göre; iç verim oranı, projenin yıllık eşdeğer maliyetini, yıllık eşdeğer gelirine eşitleyen bir orandır. Yani iç verim oranı yatırım projelerinde aşağıdaki eşitlikleri sağlamaktadır;

$$a) C_0 = P$$

$$C_0 = \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+i)^t} + \frac{H}{(1+i)^n} \quad (\text{Yıllık net gelirleri eşit olmayan projelerde})$$

$$C_0 = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} + \frac{H}{(1+i)^n} \quad (\text{Yıllık net gelirleri eşit olan projelerde})$$

$$b) EUAB = EUAC$$

$$A + H \frac{1}{(1+i)^n - 1} = C_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + c$$

Bu yöntemle bir projenin kabul veya red edilme koşulları aşağıda verilmiştir;

Eğer $ROR \geq MARR$ ise, proje kabul edilir.

Eğer $ROR < MARR$ ise, proje red edilir.

Yukarıda MARR projenin minimum çekici verim oranını (Minimum Attractive Rate of Return, MARR) göstermektedir.

2.1.4. Fayda / Maliyet Oranı yöntemi (Benefit / Cost ratio, B/C)

Bu yöntemle yatırım projelerinin fayda/maliyet oranı iki şekilde elde edilmektedir;

$$a) B/C = \frac{P_B}{P_C}$$

$$b) \quad B/C = \frac{EUAB}{EUAC}$$

Formüllerde;

P_B : Proje gelirlerinin şimdiki değeri,

P_C : Proje giderlerinin şimdiki değerini göstermektedir.

Fayda/Maliyet oranı yöntemiyle bir projenin kabul veya red edilme koşulları aşağıda verilmiştir:

Eğer $B/C \geq 1$ ise, proje kabul edilir.

Eğer $B/C < 1$ ise, proje red edilir.

2.1.5. Yatırımı Geri Ödeme Süresi yöntemi (Payback Period, P.P.)

Bir yatırım projesinin geri ödeme süresi, projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı yıllık net gelirlerin, yatırım maliyetini karşılaması için geçmesi gereken zaman olarak tanımlanır. Yıllık net gelirlerin eşit olup olmadığına göre geri ödeme süresi iki şekilde hesaplanmaktadır.

a) Eğer yıllık net gelirler eşit ise, yatırımı geri ödeme süresi aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$P.P. = \frac{C_0}{A}$$

b) Eğer yıllık net gelirler eşit değilse, bu durumda gelirleri yatırım maliyetini karşılayıncaya dek toplamak suretiyle projenin geri ödeme süresi hesap edilir. Bu yöntemle tahsis edilen sermayeyi en kısa sürede geri ödeyen proje en ekonomik proje olarak çeşitli projeler arasından seçilir.

Yukarıda belirtilen yöntemler bir projenin kabul veya reddi konusunda kullanılır. Bu yöntemler projenin kârlı olup olmadığını ve hangi projenin daha kârlı olduğunu konusunda bilgi verir.

2.2. Yatırım Projeleri İçin Ayrılan Kaynağın Yeterli Olmama Durumu

Bu durumda daha önce belirtilen yöntemler (NPW, EUAC ,ROR, B/C, P.P.) amaca ulaşmaya imkan tanımazlar. Dolayısıyla eldeki mevcut kaynakları çeşitli projeler arasında dağıtabilmek için doğrusal programlamanın kullanılması büyük kolaylık sağlamaktadır. Doğrusal programlama her projeye ait kısıtlılıkları dikkate alarak çeşitli projeler arasından en iyi dağıtım optimum bir şekilde yapabilmektedir.

Doğrusal programlamanın matematiksel modeli üç bölümden oluşmaktadır (Esin, 1988: 27-28).

a) Amaç fonksiyonu

Amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilir.

$$Z_{\max/\min} = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n = \sum_{j=1}^n C_jx_j$$

Bu modelde;

C_1, C_2, \dots, C_n : Bir faaliyetin kâr veya maliyeti

X_1, X_2, \dots, X_n : Faaliyetler (değişkenler)

b) Kısıtlayıcı fonksiyonlar;

Kısıtlayıcı fonksiyonlar aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot & \cdot & \end{array}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_m$$

Modelde:

b_1, b_2, \dots, b_m : Çeşitli faaliyetlerde kullanılan kaynaklar.

$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn}$: Çeşitli kaynaklardan çeşitli faaliyetlere tahsis edilen miktar.

c) Pozitif kısıtlama

Doğrusal programlama gerçek işletme problemlerinde uygulandığı için değişkenlerin negatif olması kesinlikle söz konusu olamaz. Yani;

$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$ olur.

2.2.1. Doğrusal Programlamamdan Yararlanarak Yatırım Projelerinde Kaynak Dağıtımını İle İlgili Bir Uygulama.

İki yatırım projesi değerleri tablo 1'de verilmiştir. Projelerin sağlayacağı kârlar yıllık yüzdeler olarak, ayrıca projelerin risk dereceleri yatırımcı tarafından 0 ile 10 arasında belirlenmiştir. Bilindiği gibi günümüzde firmanın amacı bugünkü değerini maksimum kılmaktır. Doğrusal programlama modeli kapsamında kar bu anlamda kullanılmaktadır. Yatırımcı kârını maksimum yapabilmek için her bir projede ne miktar yatırım yapması gerekmektedir?

Bu amacın gerçekleşmesi için aşağıdaki kısıtlar yatırımcı tarafından göz önüne alınmıştır.

- 1- Projelerin risk dereceleri % 3'ten büyük olmamalıdır.
- 2- Projelerin ortak ömürleri 6 yıldan uzun olmamalıdır.

Tablo 1: Yatırım Projelerine Ait Değerler

Yatırım Projeleri	Yıllık Kâr (%)	Risk Derecesi (%)	Ekonomik Ömür (Yıl)
Proje A (X_1)	10	2	8
Proje B (X_2)	15	4	4

Modelde A projesi X_1 ve B projesi X_2 olarak alınmıştır.

Çözüm:

Yatırımcı karını maksimum yapabilmek için her bir projede ne miktar yatırım yapması gerektiğini doğrusal programlama ile bulmaya çalışalım.

Bunun için önce matematiksel modelin (amaç fonksiyonu, kısıtlayıcı fonksiyonlar ve pozitif kısıtlama) oluşturulması gerekmektedir. Yatırım projeleri için matematiksel model aşağıda verilmiştir;

Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{\max} = 10x_1 + 15x_2$$

Kısıtlayıcı fonksiyonlar:

$$\begin{aligned} 8x_1 + 4x_2 &\leq 6 && \text{projelerin ekonomik ömür kısıtı} \\ 2x_1 + 4x_2 &\leq 3 && \text{projelerin risk derecesi kısıtı} \end{aligned}$$

Pozitif kısıtlama:

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Simpleks yöntemi ile problemin çözümü için eşitsizlikler eşitlik haline dönüştürülür. Bunun için aylak değişkenlerden yararlanılır. Çözümde aylak değişkenler X_3 ve X_4 şeklinde gösterilmiştir. Aylak değişkenler kaynaklardan arta kalan miktarı gösterir. Çözümde eşitsizlikler aşağıdaki şekilde eşitlik haline dönüştürülmüştür;

$$8x_1 + 4x_2 + x_3 = 6$$

$$2x_1 + 4x_2 + x_4 = 3$$

Eşitsizlikler eşitlik haline dönüştürüldükten sonra elde edilen denklemlerin matrisi yazılır. Hangi değişkenler birim matrisi oluşturuyor ise, o değişkenler ilk simpleks tablosunda Temel değişken vektör (T.D.V.) sütununda yer alır. Eşitliklerin matris gösterimi aşağıda verilmiştir;

$$\begin{bmatrix} 8 & 4 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Görüldüğü üzere x_3 ve x_4 değişkenleri birim matrisi oluşturmuştur. Dolayısıyla bu değişkenler ilk simpleks tablosunda "temel değişken vektör" sütununda yer alacaktır. Aylak değişkenler amaç fonksiyonunun değerini etkilememesi için sıfır katsayı ile amaç fonksiyonuna eklenir. Yani;

$$Z_{\max} = 10x_1 + 15x_2 + 0x_3 + 0x_4$$

Bu aşamadan sonra simpleks tablosu çizilir. Optimum çözüme ulaşıncaya dek tabloların çizilmesine devam edilir. Simpleks tablolarının tekrar edilmesi anahtar sütun ve anahtar satırların belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Anahtar sütun bir sonraki tabloda hangi değişkenin temel değişken vektöre gireceğini gösterir. Anahtar satırda bir sonraki kademedeki hangi değişkenin temel değişken vektöründen çıkacağını belirler.

3. Bulgular ve Yorumlanması

Modelin çözümü Lindo hazır paket programı ile yapılmıştır. Doğrusal programlama teknikleri grafiksel yöntem, simpleks yöntemi, cebirsel yöntem, matris yöntemi ve ulaştırma modelleri olmak üzere beş yöntemden oluşmaktadır. Modelin çözümünde simpleks yönteminden yararlanılmıştır. Simpleks yönteminin en önemli özelliği değişken sayısı fazla olan problemlerde kolaylıkla uygulanabilir olmasıdır. Simpleks yöntemiyle yapılan çözümün tabloları aşağıda verilmiştir;

Tablo 2: 1. Kademe Simpleks Tablosu

C_B	C_j	10	15	0	0	B
	T.D.V.	x_1	x_2	x_3	x_4	
0	x_3	8	4	1	0	6
0	x_4	2	4	0	1	3
Z_j		0	0	0	0	0

← Anahtar Satır

$C_j - Z_j$	10	15	0	0	0
-------------	----	----	---	---	---



Anahtar
Sütun

Tablo 3: 2. Kademe Simpleks Tablosu

C_B	C_j	10	15	0	0	B
	T.D.V.	X_1	X_2	X_3	X_4	
0	X_3	6	0	1	-1	3
15	X_2	1/2	1	0	1/4	3/4
$C_j - Z_j$		5/2	0	0	-	-45/3

Anahtar
Satır

Anahtar
Sütun

Tablo 4: 3. Kademe Simpleks Tablosu

C_B	C_j	10	15	0	0	B
	T.D.V.	X_1	X_2	X_3	X_4	
10	X_1	1	0	1/6	-1/6	1/2
15	X_2	0	1	-1/2	-1/3	1/2
$C_j - Z_j$		0	0	-5/12	-10/3	-50/4

Simpleks yönteminde herhangi bir kademede " $C_j - Z_j$ " satırındaki unsurların tümü sıfır veya negatif değer olduğu zaman optimum çözüme ulaşılır. Görüldüğü gibi 4. Simpleks tablosunda " $C_j - Z_j$ " satırındaki bütün unsurlar sıfır veya negatif değerlere dönüşmüştür. Dolayısıyla optimum çözüme ulaşılmıştır. Bu durumda değişkenlerin miktarı en son sütundan elde edilir. Yani;

$$X_1 = 1/2$$

$$X_2 = 1/2$$

$$X_3 = 0$$

$$X_4 = 0$$

X_1 ve X_2 değişkenlerin değerlerinden görüldüğü gibi yatırımcı karını maksimum yapabilmek için A projesine % 50 ve B projesine de % 50 yatırım yapmalıdır. Böyle bir yatırımın kârı $50/4$ birim olmaktadır. Bu değer hem 4. Simpleks tablosunun en son hücrelerinden okunabilmekte ve hem de değişkenlerin değerinin amaç fonksiyonunda yerine konulması ile elde edilmektedir. Yani;

$$Z_{\max} = 10(1/2) + 15(1/2) = 50/4$$

Son simpleks tablosu incelendiğinde X_3 aylak değişkenine ait sütunda "C_j - Z_j" satırında $-5/12$ değeri bulunmaktadır. Bunun anlamı şöyle açıklanabilir: Projelerin ortak ömür kısıtının uzatılması durumunda her bir yıl uzatma için kâr $5/12$ birim artacaktır. Başka bir deyişle projeler için yatırımcı tarafından öngörülen 6 yıllık ortak ömür kısıtı 6 yıldan daha uzun alınması durumunda her bir yıl için kâr $5/12$ birim artacaktır.

Aynı şekilde son simpleks tablosunda X_4 aylak değişkenine ait sütunda "C_j - Z_j" satırında $-10/3$ değeri bulunmaktadır. Bunun anlamı da şöyle açıklanabilir: Projelerin risk kısıtı her bir birim risk derecesinin arttırılması durumunda elde edilecek kâr $10/3$ birim artacaktır. Başka bir deyişle projeler için yatırımcı tarafında öngörülen % 3'lük risk derecesi her bir % 1'lik artış için elde edilecek kâr $10/3$ birim artacaktır. Bu artışların üst sınırını parametrik programlama yardımı ile belirlemek mümkün olmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Görüldüğü üzere doğrusal programlamanın kullanılması kıt kaynakların dağıtımında optimum sonucu vermiştir. ($x_1 = 1/2, x_2 = 1/2$ ve $Z_{max} = 50/4$). Yani yatırımcı maksimum kâr elde edebilmek için A projesine %50 ve B projesinde %50 yatırım yapmalıdır. Bu sonuç projelerin kısıtlılık durumları göz önüne alındığında optimum çözüm olmaktadır.

Günümüzde çeşitli yatırım projeleri arasında kıt kaynakların dağıtımı büyük önem taşımaktadır. Bu amacın gerçekleşmesi için yöneylem araştırması tekniklerinden olan doğrusal programlamanın uygulanması yatırımcılar açısından büyük bir gelişme sayılmaktadır. Çünkü doğrusal programlama yatırım projelerinde mevcut tüm sınırlamalar ve koşullara göre en iyi çözümü vermektedir. Başka bir deyişle bu programlama yatırım projelerinin tüm parametrelerini dikkate alarak optimum çözüme ulaşmaktadır. Dolayısıyla sınırlı kaynakların çeşitli yatırım projeleri arasında dağıtımında doğrusal programlamanın kullanılmasına çok önem verilmelidir. Bu programlamanın kullanılması çok karmaşık ve zor görünmesine rağmen, zamanla çok basit bir teknik olduğu anlaşılacaktır. Dolayısıyla bu programlamanın kullanılması işletmeler açısından büyük faydalar sağlayacak ve sınırlı kaynakların yanlış yerlere yönlendirilmesini önleyecektir.

Kaynakça

- Akgüç, Ö. (1982). Finansal yönetimi, Formül Yayıncılık, İstanbul.
- Bussey, L. E. (1978). The Economic Analysis of Industrial Projects, Prentice-Hall.
- Esin, A. (1988). Yöneylem araştırmasında yararlanılan karar yöntemleri, Gazi Üniversitesi Yayınları, No:126, Ankara.
- Jelen, F. ve Black, H. J. (1983). Cost and optimization engineering, Mc Graw-Hill.
- Okka, O. (2000). Mühendislik ekonomisi, Nobel Yayınları, Ankara.
- Tatar, T. (1993). Yatırımların seçimi ve değerlendirme teknikleri, Gazi Üniversitesi Yayınları No:182, Ankara.
- Vaan Horne, J. (1982). Finansal yönetim ve politikaları, Çev: Osman Tekok ve Arkadaşları, Ankara.