

# **BİR PROJEYE AİT KISITLILIKLARIN HER YIL FARKLI OLMASI DURUMUNDA PROJENİN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE DEĞERLENDİRİLMESİ\***

Murat BAY\*

## **Abstract**

*Evaluating of project use to linear programming when project's constraints show diversity every year: Many industry problem want to reach the best result used to limited source. "the best result" mean of either maximization of profit or minimization of cost. Constraints of Project can change every year. Wallet of Project mean of either further two machines, tools, installments, vehicles choose through n number or two and further Projects choose through n number Project. This paper is showed how Project evaluating use to linear programming when every year project's constraints show diversity.*

**Key Words:** Project Choose, Variable Constraints, Product Wallet.

## **Özet**

*Birçok endüstri problemi sınırlı kaynakları kullanarak mümkün olan en iyi sonuca ulaşmak ister. "en iyi sonuçla" kastedilen genellikle ya kârın maksimizasyonu veya maliyetlerin minimizasyonudur. Bir projenin kısıtlılıkları her yıl değişebilir. Proje portföyü ile kastedilen ya ikiden çok makine, alet, edevat, tesisat, taşıt 'ın n adet arasından seçimi veya iki ve daha fazla projenin n adet proje arasından seçimidir. Bu çalışmada bir projeye ait kısıtlılıkların her yıl farklı olması durumunda projenin doğrusal programlama ile nasıl değerlendirileceği gösterilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Proje Seçimi, Değişken Kısıtlar, Ürün Portföyü.

\* Yüksek Lisans tez özettir.

\* Araş. Gör. Selçuk Üniversitesi, Karaman İİBF.

## **1. Giriş**

Ulusal ekonomi sektörlerden, sektörler işletmelerden oluşur. Ulusların ekonomik kaynakları kısıtlıdır. Ulusların ulusal rekabet çerçevesinde başarılı olabilmeleri için iktisadi varlıklarını optimal kullanmaları ve gerçekleştirilecek yatırımların geri dönüş oranlarının maksimum olması gerekir (OKKA,2003:4).

Örneğin, 1950 yılında Türkiye'nin kişi başına milli geliri 200\$, Japonya'nın ise 134 \$. 2005 yılında Türkiye'nin kişi başına milli geliri 5000\$ iken Japonya da 36627.4\$ dır. Bunun anlamı Japonlar eldeki imkânlarını Türklere göre çok daha verimli, ekonomik kullanmışlardır (BABACAN,2005), (TÜZMEN,2003), (İGEME,2006).

Yatırım projeleri; sermaye, personel, yer, üretim dizaynı, enerji, zaman, ulaşım vb. kısıtlılık şartları altında gerçekleştirilir. Her proje kendini maksimize edecek şartları bünyesinde taşır.

İşletmenin kaynaklarının kıt olması, işletme için sağlanacak faydanın maksimum kılınması problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu problemin çözümü için kaynakların optimum kullanılması gereklidir (YILMAZ,1997:18-19).Burada öncelikle yatırım ve proje kavramı üzerinde durulacaktır.

Yatırım kavramı; muhtelif açılardan tarif edilebilir. Meselâ **milli ekonomi açısından yatırım**; mevcut sermaye malları ve donatım stokuna belirli bir dönemde, mesela bir yılda, yapılan net ilavelerdir. Yatırım milli ekonominin varlıklar stokuna bir fabrika, tesis, okul, kütüphane,gemi... gibi bir varlığın veya değer (eğitim,sağlık yatırımları gibi) ilâvesi şeklinde gerçekleşir. Eğer mevcut bir tesisin el değiştirmesi söz konusu ise bu milli ekonomi açısından yatırım değil bir plasmandır (TEZER,1990:30).

Eski bir fabrikanın, tesisin vb.'nin hisse senetlerinin el değiştirmesi plasman sayılmakta; milli ekonomiye bir katkısı olmamaktadır. Buna karşılık yeni bir fabrikanın hisse senetlerinin alınması ise milli ekonomi açısından bir yatırımdır, çünkü milli ekonomiye bir fabrika ilavesi gerçekleşmiştir.

Yatırım **işletmeler açısından** farklı anlamlar taşır. Bir firma bir yıldan çok bir süre için, gelir getirmek amacıyla, elindeki finansal imkanları kullanıyorsa yatırım yapıyor demektir. Bu yatırımın yeni veya eski olması önemli değildir. Firmaya bir yılın ötesinde getiri sağlaması yeterlidir. Eğer sağlanacak getirilerin süresi bir yılı geçmiyorsa bu yatırım değil "gelir harcaması" dır. Mesela stoklara, personele yapılan harcamalar gibi. Bunlarında etkin yapılması projenin getiri oranının artmasını sağlar.

İşletme açısından menkul değerlere yapılan yatırım İngilizce "investment" tabiri ile ifade edilir. Türkçe de ise bu işlem "yatırım" kavramı ile açıklanır.

azaltırsa bu yatırım diğer yatırımın tamamlayıcısıdır .

Eğer işletme elindeki fonları makine-teçhizat, binalar, tesisler, gemiler, gibi fiziki varlıklara yatırıyor bu da Türkçe'de yatırım olarak ifade edilir ve İngilizce "capital budgeting" (sermaye bütçelemesi) 'nin konusudur (REILY,1986:5).

Bu çalışmada yatırım tabiri ile fabrika, tesis,bina v.b. fiziki varlıklara yapılan harcamaları ifade edeceğiz ve bu çalışma, bu tip yatırımlar üstünde durmuştur.

Her yatırım bir projeye bağlıdır. *Proje*; özel bir planı, dizaynı, yatırımı ifade eder, yani proje ekonomik ve teknik yapılabilirliğe sahip bir yatırımı ifade eder (DOUGLAS,1987:579).

## **2.Yatırım Değerlendirilmesi**

### **Projelerinin**

Proje seçiminde özellikle üzerinde durulması gereken beş önemli nokta bulunmaktadır. Bunlar, proje önerisinin bir yenilik getirmesi, kullanılabilirliği, yararlılığı, araştırma kapasitesine uyumluluğu ve maliyetidir (BARUTÇUGİL,1988:56).

Bir projenin öncelikli hedefleri; (DEMİR ve GÜMÜŞOĞLU,1994:168)

-Yeni bir üretim veya hizmet kapasitesi kurmak,

-Üretimi artırmak yani kapasiteyi genişletmek,

-Yönetim ve üretimde maliyet giderlerini aşağıya çekmek,

-Yeni pazarlar kazanmak,

-Müşteri hizmetlerini iyileştirmek,

-Rakiplerin önlemlerine karşı koymak, şeklinde sıralayabiliriz.

Yatırım projeleri, nakit akımlarının bağımlı ve bağımsız olmalarına göre, bağımsız yatırımlar ve bağımlı yatırımlar olarak ikiye ayrılabilir. *Bağımsız yatırımlar*; Bir yatırım projesinin nakit akımları, diğer yatırım projelerinin kabul veya reddinden etkilenmiyorsa, bu yatırım projesine bağımsız yatırım projesi denilir.

Özellikle firmalar her yıl ne kadar yatırım yapacaklarını “sermaye bütçelemesiyle” belirler. Firmalar planlarında ve hedeflerinde önümüzdeki yıl şu kadar milyon,milyar,...liralık yatırım yapacağız. Bu durumda bağımsız projeler verimliliklerine göre sıralanırlar ve en verimli olanlarından başlamak üzere sermaye bütçesinin tavanına ulaşıncaya kadar, yani planlanan yatırım tutarına ulaşıncaya kadar seçilerek yatırım portföyü oluşur (OKKA,2000:239).

Modernizasyon yatırımları, firmaların, daha çok maliyet tasarrufu sağlamak, üretim kalitesini yükseltmek amacıyla yaptıkları yatırımları kapsar. Modernizasyon yatırımları ile yenileme yatırımları arasındaki fark, yenileme yatırımlarında gaye, mevcut üretim kapasitesini devam ettirmek olduğu halde,

modernizasyon yatırımlarında gaye, maliyet tasarrufu sağlamak ve üretim kalitesini yükseltmektir (CEYLAN,1995:218).

Bir yatırım projesi eğer mevcut sistemi yenileştirme,tevsil,ilave yatırım mahiyetindeyse bu taktik bir yatırımdır. Eğer bir firma, şahıs kurum kendi yatırım alanı dışında bir yatırım yapıyorsa bunlara stratejik yatırım denir. Mesela bir gıda şirketinin uçak imalatına karar vermesi gibi (BIERMAN ve SMIDT,1975:88).

Yatırım projeleri başka bakış açılarına göre de yeniden sınıflandırılabilir. Örneğin enerji, makine, tarım, hizmet... yatırım projeleri gibi. Bu projelerin müşteriye yönelik, kendilerine özgü, belirli bir hedefi gerçekleştirmeye yönelik olması ve nakit akımlarını, proje süresi, sermaye maliyeti gibi müşterek unsurlara sahip bulunmalarındır.

### **2.1.Yatırım Projesinin Unsurları**

Bir yatırım projesi nakit akımlarının, paranın zaman değerinin, zamanın ve hurda değerinin bir fonksiyonudur. Yani, Yatırım projesi=f(nakit akımları, sermaye maliyeti, hurda değer,zaman) yazılabilir.

*Nakit akımları*: Nakit çıkışları ve nakit girişleri olarak ikiye ayrılır. Yatırım tutarını ifade eden nakit çıkışları proje gerçekleştirilinceye kadar yatırım tutarını (C) ifade eder. Bu tutar da ikiye ayrılır: sabit yatırım kısmı (C<sub>1</sub>) ve işletme sermayesi bölümü (C<sub>2</sub>). Bu durumda bir projeye ait yatırım tutarı: (OKKA,2000:144-162,477).

$$C=C_1+C_2 \quad (1)$$

yazılabilir. Burada C, yatırım projesinin tamamlandığı, t<sub>0</sub>, dönemini ifade eder. Geçmiş yıllarda yapılan harcamaların, sermaye maliyeti %i ile t<sub>0</sub> dönemi değerleri bulunarak C hesaplanır.

*Sermaye maliyeti*; projeye tahsis edilen sermayenin maliyetini (%i) gösterir. Proje öz sermaye ve yabancı sermaye ile finanse edilir. i değeri bize projeye tahsis edilen sermayenin ağırlıklı

ortalama sermaye maliyetini ifade eder. Yani:

$$i = i_1 w_1 + i_2 w_2 + \dots + i_n w_n \quad (2)$$

yazılabilir. Burada  $w_i$  her bir kaynağın yüzde oranını,  $i_n$  de her bir kaynağın maliyetini gösterir.

Burada  $n$ , yatırımın *ekonomik ömrünü* gösterir. Yani yıllık eşdeğer kârın maksimum olduğu veya yıllık eşdeğer masrafın minimum olduğu yıl “ekonomik ömür” olarak kabul edilir. *Hurda değer* (HD) ise yatırımın sona erdiği yıldaki net değeridir.

Bir yatırım projesi, ya yeni bir yatırım kapsamındadır veya kullanılmakta olan eski bir yatırımı yenilemek amacıyla yapılır (OKKA,1982:5). Nakit çıkışları ise ilk yatırım tutarı başlığı altında incelersek; yeni bir yatırım halinde nakit çıkışları: ön araştırma giderleri, arazi ve bina giderleri, ana fabrika ve donatım giderleri, yardımcı işletmeler donatım ve makine giderleri, ulaştırma tesisleri ve yolları, makine ve donatım taşıma giderleri, gümrük vb. Vergi ve harçlar, montaj giderleri, vergiden sonraki tecrübe ve faaliyet giderleri, öngörülmeyen ve projenin özelliğinden dolayı ortaya çıkan bazı giderler daha bulunabilir ki bunları da diğerleri başlığı altında toplamak gerekir. Bir makinenin yenilenmesi için onun çalışmaz duruma gelmiş olması gerekmez verimli olduğu tepe noktasından düşmeye başladığı anda itibaren gündeme gelir yani amaç ortalama maliyetini en aşağı seviyede tutmaktır (ŞAHİN,2000:144).

Yenileme yatırımlarında bir nakit çıkış yoludur. İşletme sermayesine yapılacak yatırım tutarı ise; yatırım projesine ait sabit sermaye malları yatırım tutarı  $C_1$  belli olduktan sonra sıra bu projeye ait işletme sermayesinin tahminine  $C_2$  gelir. İşletme sermayesi ile ekonomik ömürleri bir yıldan daha az olan aktiflere (kasa, bankalar, stoklar, müşteriler, yatırım gayesiyle alınmayan hisse senedi

ve tahviller vb.) yapılan yatırım tutarını anlarız. Bunlar kısa ömürlü olup devir hızı yüksek olan aktiflerdir

Bir yatırım projesinin nakit girişleri esas itibarıyla projenin ekonomik ömrü boyunca mal ve hizmet satışından kazandığı satış gelirlerinden oluşur (BERANEK,1963:463)

Bu nakit girişleri:

- 1-Projenin normal amacında kullanılmasıyla sağladığı nakit girişleri,
- 2-İçsel ve dışsal tasarruflar sebebiyle sağladığı nakit girişleri,
- 3-Vergi ve teşvik tasarrufları sebebiyle sağladığı nakit girişleri,
- 4-Amortismanlar ve tükenme payları,
- 5-Hurda değerden ibarettir.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan metotlar kısıtlılık dikkate alınmadığında nakit akımları bazında değerlendirildiğinde NBD, NGD, YENH, Kİ, İKO, GÖS metodu olarak sıralayabiliriz (PARK,1997:202)(NEWMAN,1988:337)(KASNER,1979:121)(TAYLOR,1980:312)(SMITH,1973:412)(THUESENveFABRYCKY,1964:205)(KLEINFELD,1986:85)(RIGSveWEST,1986:79)(WHITEve diğerleri,1989:142)(REISWAN,1971:45).

### **3.Tek Proje ve Kısıtlılıkların Yıllara Göre Farklı Olması Durumu ve Hipotetik Bir Örnek Proje Çalışması**

Projeye ait kısıtlılıklar yıllara göre aynı olmayıp değiştiğinde, değişen yıllara göre optimal net kârı verecek üretim kombinasyonları ve buna göre projenin, net nakit akımları farklı olacaktır. Bu durumda projenin nakit akımlarını ve getiri oranını etkileyecektir.

Hipotetik bir örnek: Güneş Oto Parçaları A.Ş. Karatay sanayinde 5 adet oto parçası üretecek, ekonomi ömrü 10 yıl, yatırım tutarı 145 milyar lira, hurda değeri vergiden sonra 40 milyar lira olan yatırım projesini gerçekleştirmek istesin. Yatırım tutarının 100 milyar lirası sabit

sermaye yatırımlarıdır. Sermaye maliyeti      Proje ile ilgili diğer bilgiler tablo 1’de  
%30 dur.      verildiği gibi olsun:

**Tablo 1- Projenin yıllara göre kârlılık durumları**

Kârlılık Mamuller	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 yıl
X <sub>1</sub>	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9TL
X <sub>2</sub>	2	2	2	2.1	2.1	2.1	2.4	2.4	2.4	2.4TL
X <sub>3</sub>	1.7	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1TL
X <sub>4</sub>	2	2	2	2.2	2.2	2.2	2.5	2.5	2.5	2.5TL
X <sub>5</sub>	1.8	1.8	1.8	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3TL

Projenin yıllara göre enerji kısıtları ise tablo 2’ de ki gibi olsun.

**Tablo 2. Projenin yıllara göre enerji kısıtları**

Enerji YILLAR	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Toplam Kapasite	
1	2	3	3	1	5	≤ 50.000	
2		2	3	3	1	5	≤ 50.000
3		2	3	3	1	5	≤ 50.000
4		3	2	2	1	4	≤ 54.000
5		3	2	2	1	4	≤ 54.000
6		3	2	2	1	4	≤ 54.000
7		1	1	1	2	2	≤ 55.000
8		1	1	1	2	2	≤ 55.000
9		1	1	1	2	2	≤ 55.000
10		1	1	1	2	2	≤ 55.000

Projenin yıllar göre hammadde kısıtları tablo 3’ de sunulmuş:

**Tablo 3 Projenin yıllara göre hammadde kısıtları**

Hammadde YILLAR	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Toplam Kapasite
1	2	2	3	2	3	≤ 49.000
2	2	2	3	2	3	≤ 49.000
3	2	2	3	2	3	≤ 49.000
4	5	4	4	4	1	≤ 53.000
5	5	4	4	4	1	≤ 53.000
6	5	4	4	4	1	≤ 53.000
7	3	2	2	2	3	≤ 54.000
8	3	2	2	2	3	≤ 54.000
9	3	2	2	2	3	≤ 54.000
10	3	2	2	2	3	≤ 54.000

Projenin yıllar göre personel kısıtları tablo 4’deki gibi olsun.

**Tablo 4. Projenin yıllara göre personel kısıtları.**

Personel YILLAR	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Toplam Kapasite
1	2	2	2	2	1	≤ 45.000
2	2	2	2	2	1	≤ 45.000
3	2	2	2	2	1	≤ 45.000
4	1	1	2	2	1	≤ 49.000
5	1	1	2	2	1	≤ 49.000
6	1	1	2	2	1	≤ 49.000
7	1	2	3	2	3	≤ 52.000

8	1	2	3	2	3	≤ 52.000
9	1	2	3	2	3	≤ 52.000
10	1	2	3	2	3	≤ 52.000

Proje ilk 3 yıl, ikinci 3 yıl ve son 4 yıl olmak üzere dönemler olarak ele alınması ve analiz edilmesi, kısıtlılıklar ve kâr sebebiyle, uygundur. Bu durumda;

İlk üç yıl için amaç fonksiyonu:

$$Z_{MAX} = 1.5X_{11} + 1.5X_{12} + 1.5X_{13} + 2X_{21} + 2X_{22} + 2X_{23} + 1.7X_{31} + 1.7X_{32} + 1.7X_{33} + 2X_{41} + 2X_{42} + 2X_{43} + 1.8X_{51} + 1.8X_{52} + 1.8X_{53}$$

Enerji kısıtları:

$$2X_{11} + 3X_{21} + 3X_{31} + 1X_{41} + 5X_{51} \leq 50.000$$

$$2X_{12} + 3X_{22} + 3X_{32} + 1X_{42} + 5X_{52} \leq 50.000$$

$$2X_{13} + 3X_{23} + 3X_{33} + 1X_{43} + 5X_{53} \leq 50.000$$

Hammaddede kısıtları:

$$2X_{11} + 2X_{21} + 3X_{31} + 2X_{41} + 3X_{51} \leq 49.000$$

$$2X_{12} + 2X_{22} + 3X_{32} + 2X_{42} + 3X_{52} \leq 49.000$$

$$2X_{13} + 2X_{23} + 3X_{33} + 2X_{43} + 3X_{53} \leq 49.000$$

Personel kısıtları:

$$2X_{11} + 2X_{21} + 2X_{31} + 2X_{41} + 1X_{51} \leq 45.000$$

$$2X_{12} + 2X_{22} + 2X_{32} + 2X_{42} + 1X_{52} \leq 45.000$$

$$2X_{13} + 2X_{23} + 2X_{33} + 2X_{43} + 1X_{53} \leq 45.000$$

yazılır ve problem winQSB programı yardımıyla aşağıda çözülmüş:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X11	0	1,5000	0	-0,5000	at bound	-M	2,0000
2	X12	0	1,5000	0	-0,5000	at bound	-M	2,0000
3	X13	0	1,5000	0	-0,5000	at bound	-M	2,0000
4	X21	9.250,0000	2,0000	18.500,0000	0	basic	2,0000	2,3556
5	X22	9.250,0000	2,0000	18.500,0000	0	basic	2,0000	2,3556
6	X23	9.250,0000	2,0000	18.500,0000	0	basic	2,0000	2,3556
7	X31	0	1,7000	0	-0,7000	at bound	-M	2,4000
8	X32	0	1,7000	0	-0,7000	at bound	-M	2,4000
9	X33	0	1,7000	0	-0,7000	at bound	-M	2,4000
10	X41	12.250,0000	2,0000	24.500,0000	0	basic	1,5429	2,0000
11	X42	12.250,0000	2,0000	24.500,0000	0	basic	1,5429	2,0000
12	X43	12.250,0000	2,0000	24.500,0000	0	basic	1,5429	2,0000
13	X51	2.000,0000	1,8000	3.600,0000	0	basic	1,0000	3,0000
14	X52	2.000,0000	1,8000	3.600,0000	0	basic	1,0000	3,0000
15	X53	2.000,0000	1,8000	3.600,0000	0	basic	1,0000	3,0000
	Objective Function		(Max.) =	139.800,0000	(Note: Alternate Solution Exists!!)			
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	E1	50.000,0000	<=	50.000,0000	0	0	31.500,0000	74.500,0000
2	E2	50.000,0000	<=	50.000,0000	0	0	31.500,0000	74.500,0000
3	E3	50.000,0000	<=	50.000,0000	0	0	31.500,0000	74.500,0000
4	H1	49.000,0000	<=	49.000,0000	0	0,4000	45.000,0000	57.222,2200

Üretim miktarları aşağıdaki tablo 5' de görülmektedir.

**Tablo 5. Projeyi maksimize edecek ilk üç yıl için üretim miktarları.**

Yıllar	X <sub>1</sub> / br	X <sub>2</sub> / br	X <sub>3</sub> / br	X <sub>4</sub> / br	X <sub>5</sub> / br
1		9250		12250	2000
2		9250		12250	2000
3		9250		12250	2000

Net kâr win QSB programı sonucunda 139 800 bulunur.

Sonraki 3 ve 4 yılların çözümüne geçmeden önce ilk 3 yılın sonuçlarının duyarlılık analizleri aşağıda sunulmuştur:

**Net kâr için duyarlılık analizi yapılırsa,** reduced cost değeri değişkenin

temel değişken olması için yani çözüme girmeyen X<sub>11</sub> birinci mamul birinci yıl,

X<sub>12</sub> birinci mamul ikinci yıl, X<sub>13</sub> birinci mamul üçüncü yıl ve X<sub>31</sub> üçüncü mamul 1. yıl, X<sub>32</sub> üçüncü mamul 2.yıl, X<sub>33</sub> üçüncü mamul 3. yıl değişkenlerinin çözüme girmesi için amaç fonksiyonu olan kâr katsayısında yapılacak artış miktarıdır. Bu durumda X<sub>11</sub>, X<sub>12</sub>, X<sub>13</sub> 'de

0.5 ,  $X_{31}$ ,  $X_{32}$ ,  $X_{33}$  'de 0.7 kâr katsayısında artış olmalıdır. **Kısıtlar için duyarlılık analizi yapılırsa:** kısıtın shadow price veya gölge fiyatı, söz konusu kısıtın sağ taraf değerinin 1 br çoğaltılması durumunda, en iyi (optimum) amaç fonksiyon değerinin ne kadar arttığını gösterir. Win QSB tablosunda 49000 olan

hammadde kısıdının 49001 olduğunda kâr fonksiyonunun değeri 0.4, personel kısıdının 45001 olması durumunda kâr fonksiyonu 0.6 artar. 6 yıl olduğu için kâr fonksiyonunun değeri 139 803 olur.

Projenin amortisman miktarı tablo 6'da hesaplanmıştır.

**Tablo 6. Hızlandırılmış amortisman uygulandığında yıllık ayrılacak amortismanlar**

Yıllar	Sabit Kıymetin Kalan Değeri	Amortisman Oranı	Yıllık Ayrılan Amortisman
0	100 . 10 <sup>9</sup>	%20	-
1	100	%20	20 . 10 <sup>9</sup>
2	80	%20	16
3	84	%20	12.8
4	51.2	%20	10.24
5	40.96	%20	8.2
6	32.76	%20	6.55
7	26.21	%20	5.24
8	20.97	%20	4.20
9	16.77	%20	3.35
10	13.42	%20	13.42

**Tablo 7. Projenin ilk üç yıl için nakit akımları**

Yıllar	Yatırım tutarı 10 <sup>9</sup>	Net kâr	Amortismanlar 10 <sup>9</sup>	Toplam nakit akımı 10 <sup>9</sup>
0	145			
1		139.800	20	159.8
2		139.800	16	155.8
3		139.800	12.8	152.6

$$NBD_1 = - \left[ \frac{46.9}{(1+0.3)} + \frac{46.9}{(1+0.3)^2} + \frac{46.9}{(1+0.3)^3} \right] + \left[ \frac{159.8}{(1+0.3)} + \frac{155.8}{(1+0.3)^2} + \frac{152.6}{(1+0.3)^3} \right] = 199.39$$

**İkinci 3 yıl için amaç fonksiyonu:**

$$Z_{MAX} = 1.8X_{14} + 1.8X_{15} + 1.8X_{16} + 2.1X_{24} + 2.1X_{25} + 2.1X_{26} + 1.9X_{34} + 1.9X_{35} + 1.9X_{36} + 2.2X_{44} + 2.2X_{45} + 2.2X_{46} + 1.4X_{54} + 1.4X_{55} + 1.4X_{56}$$

**Enerji kısıtları:**

$$3X_{14} + 2X_{24} + 2X_{34} + 1X_{44} + 4X_{54} \leq 54.000$$

$$3X_{15} + 2X_{25} + 2X_{35} + 1X_{45} + 4X_{55} \leq 54.000$$

$$3X_{16} + 2X_{26} + 2X_{36} + 1X_{46} + 4X_{56} \leq 54.000$$

**Hammadde kısıtları:**

$$5X_{14} + 4X_{24} + 4X_{34} + 4X_{44} + 1X_{54} \leq 53.000$$

$$5X_{15} + 4X_{25} + 4X_{35} + 4X_{45} + 1X_{55} \leq 53.000$$

$$5X_{16} + 4X_{26} + 4X_{36} + 4X_{46} + 1X_{56} \leq 53.000$$

**Personel kısıtları:**

$$1X_{14} + 1X_{24} + 2X_{34} + 2X_{44} + 1X_{54} \leq 49.000$$

$$1X_{15} + 1X_{25} + 2X_{35} + 2X_{45} + 1X_{55} \leq 49.000$$

$$1X_{16} + 1X_{26} + 2X_{36} + 2X_{46} + 1X_{56} \leq 49.000$$

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X14	0	1,8000	0	-1,3467	at bound	-M	3,1467
2	X15	0	1,8000	0	-1,3467	at bound	-M	3,1467
3	X16	0	1,8000	0	-1,3467	at bound	-M	3,1467
4	X24	0	2,1000	0	-0,3267	at bound	-M	2,4267
5	X25	0	2,1000	0	-0,3267	at bound	-M	2,4267
6	X26	0	2,1000	0	-0,3267	at bound	-M	2,4267
7	X34	0	1,9000	0	-0,5267	at bound	-M	2,4267
8	X35	0	1,9000	0	-0,5267	at bound	-M	2,4267
9	X36	0	1,9000	0	-0,5267	at bound	-M	2,4267
10	X44	10.533,3300	2,2000	23.173,3300	0	basic	1,8500	5,6000
11	X45	10.533,3300	2,2000	23.173,3300	0	basic	1,8500	5,6000
12	X46	10.533,3300	2,2000	23.173,3300	0	basic	1,8500	5,6000
13	X54	10.866,6700	1,4000	15.213,3300	0	basic	0,5500	8,8000
14	X55	10.866,6700	1,4000	15.213,3300	0	basic	0,5500	8,8000
15	X56	10.866,6700	1,4000	15.213,3300	0	basic	0,5500	8,8000
Objective	Function	(Max.) =	115.160,0000					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	E4	54.000,0000	<=	54.000,0000	0	0,2267	13.250,0000	182.000,0000
2	E5	54.000,0000	<=	54.000,0000	0	0,2267	13.250,0000	182.000,0000
3	E6	54.000,0000	<=	54.000,0000	0	0,2267	13.250,0000	182.000,0000
4	H4	53.000,0000	<=	53.000,0000	0	0,4933	13.500,0000	89.571,4300

Üretim miktarları aşağıdaki tablo 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 8- Projeji maksimize edecek ikinci üç yıl için üretim miktarları.**

Yıllar	X <sub>1</sub> / br	X <sub>2</sub> / br	X <sub>3</sub> / br	X <sub>4</sub> / br	X <sub>5</sub> / br
4				10533.3	10866.6
5				10533.3	10866.6
6				10533.3	10866.6

Net kâr win QSB sonucunda 115 160 bulunur.

**Net kâr için duyarlılık analizi:** reduced cost değeri üç yıl boyunca optimum amaç fonksiyonuna (kâr fonksiyonuna) girmeyen X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> mamullerinin çözüme girmesi için kâr

katsayılarında X<sub>1</sub>'in 1.3467 , X<sub>2</sub>'nin 0.3262 , X<sub>3</sub>'ün 0.5297 artış olması gerekir. **Kısıtlar için duyarlılık analizi:** enerji ve hammadde kısıtlarının shadow price değeri toplamı 2.16 dır ve net kâr 115 162,16 bulunur.

**Tablo 9 Projenin ikinci üç yıl için nakit akımları.**

Yıllar	Yatırım tutarı 10 <sup>9</sup>	Net kâr 10 <sup>9</sup>	Amortismanlar 10 <sup>9</sup>	Toplam nakit akımı 10 <sup>9</sup>
4		115.160	10.24	125.4
5		115.160	8.2	123.36
6		115.160	6.55	121.71

$$NBD_2 = - \left[ \frac{46.9}{(1+0.3)^4} + \frac{46.9}{(1+0.3)^5} + \frac{46.9}{(1+0.3)^6} \right] + \left[ \frac{125.4}{(1+0.3)^4} + \frac{123.36}{(1+0.3)^5} + \frac{121.71}{(1+0.3)^6} \right] = 63.57$$

**Son 4 yıl için amaç fonksiyonu:**

$$Z_{MAX} = 1.9X_{17} + 1.9X_{18} + 1.9X_{19} + 1.9X_{110} + 2.4X_{27} + 2.4X_{28} + 2.4X_{29} + 2.4X_{210} + 2.1X_{37} + 2.1X_{38} + 2.1X_{39} + 2.1X_{310} + 2.5X_{47} + 2.5X_{48} + 2.5X_{49} + 2.5X_{410} + 1.3X_{57} + 1.3X_{58} + 1.3X_{59} + 1.3X_{510}$$

Enerji kısıtları:

$$1X_{17} + 1X_{27} + 1X_{37} + 2X_{47} + 2X_{57} \leq 55.000$$

$$1X_{18} + 1X_{28} + 1X_{38} + 2X_{48} + 2X_{58} \leq 55.000$$

$$1X_{19} + 1X_{29} + 1X_{39} + 2X_{49} + 2X_{59} \leq 55.000$$

$$1X_{110} + 1X_{210} + 1X_{310} + 2X_{410} + 2X_{510} \leq 55.000$$

Hammadde kısıtları:



$$3X_{17} + 2X_{27} + 2X_{37} + 2X_{47} + 3X_{57} \leq 54.000$$

$$1X_{17} + 2X_{27} + 3X_{37} + 2X_{47} + 3X_{57} \leq 52.000$$

$$3X_{18} + 2X_{28} + 2X_{38} + 2X_{48} + 3X_{58} \leq 54.000$$

$$1X_{18} + 2X_{28} + 3X_{38} + 2X_{48} + 3X_{58} \leq 52.000$$

$$3X_{19} + 2X_{29} + 2X_{39} + 2X_{49} + 3X_{59} \leq 54.000$$

$$1X_{19} + 2X_{29} + 3X_{39} + 2X_{49} + 3X_{59} \leq 52.000$$

$$3X_{110} + 2X_{210} + 2X_{310} + 2X_{410} + 3X_{510} \leq 54.000$$

$$1X_{110} + 2X_{210} + 3X_{310} + 2X_{410} + 3X_{510} \leq 52.000$$

Personel kısıtları:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X17	1.000,0000	1,9000	1.900,0000	0	basic	1,2500	3,7500
2	X18	1.000,0000	1,9000	1.900,0000	0	basic	1,2500	3,7500
3	X19	1.000,0000	1,9000	1.900,0000	0	basic	1,2500	3,7500
4	X110	1.000,0000	1,9000	1.900,0000	0	basic	1,2500	3,7500
5	X27	0	2,4000	0	-0,1000	at bound	-M	2,5000
6	X28	0	2,4000	0	-0,1000	at bound	-M	2,5000
7	X29	0	2,4000	0	-0,1000	at bound	-M	2,5000
8	X210	0	2,4000	0	-0,1000	at bound	-M	2,5000
9	X37	0	2,1000	0	-1,3250	at bound	-M	3,4250
10	X38	0	2,1000	0	-1,3250	at bound	-M	3,4250
11	X39	0	2,1000	0	-1,3250	at bound	-M	3,4250
12	X310	0	2,1000	0	-1,3250	at bound	-M	3,4250
13	X47	25.500,0000	2,5000	63.750,0000	0	basic	2,4000	3,8000
14	X48	25.500,0000	2,5000	63.750,0000	0	basic	2,4000	3,8000
15	X49	25.500,0000	2,5000	63.750,0000	0	basic	2,4000	3,8000
16	X410	25.500,0000	2,5000	63.750,0000	0	basic	2,4000	3,8000
17	X57	0	1,3000	0	-2,4500	at bound	-M	3,7500
18	X58	0	1,3000	0	-2,4500	at bound	-M	3,7500
19	X59	0	1,3000	0	-2,4500	at bound	-M	3,7500
20	X510	0	1,3000	0	-2,4500	at bound	-M	3,7500
	Objective Function		(Max.) =	262.600,0000				

Üretim miktarları aşağıdaki tablo 10’da gösterilmiştir.

**Tablo 10. Projeyi maksimize edecek son dört yıl için üretim miktarları.**

Yıllar	X <sub>1</sub> / br	X <sub>2</sub> / br	X <sub>3</sub> / br	X <sub>4</sub> / br	X <sub>5</sub> / br
7	1000			25500	
8	1000			25500	
9	1000			25500	
10	1000			25500	

Win QSB sonuçlarına göre net kâr 262 600 bulunur.

**Net kâr için duyarlılık analizi:** reduced cost değeri, X<sub>2</sub> , X<sub>3</sub> , X<sub>5</sub> mamullerinin optimum kâr fonksiyonunda çözüme girmesi yani temel değişken

olması için kâr katsayılarında X<sub>2</sub> ‘de 0.1 , X<sub>3</sub> ‘de 1.3250 , X<sub>5</sub> ‘de 2.4500 artış olmalıdır. **Kısıtlar için duyarlılık analizi:** hammadde ve personel kısıtlarının shadow price değeri toplamı 5 dir ve net kâr 262 605 bulunur.

**Tablo 11. Projenin son 4 yıl için nakit akımları.**

Yıllar	Yatırım tutarı 10 <sup>9</sup>	Net kâr 10 <sup>9</sup>	Amortismanlar 10 <sup>9</sup>	Toplam nakit akımı 10 <sup>9</sup>
7		262.600	5.24	267.84
8		262.600	4.20	266.8
9		262.600	3.35	265.95
10		262.600	13.42	276.02
10	Hurda değer			40

$$NBD_3 = - \left[ \frac{46.9}{(1+0.3)^7} + \frac{46.9}{(1+0.3)^8} + \frac{46.9}{(1+0.3)^9} + \frac{46.9}{(1+0.3)^{10}} \right] + \left[ \frac{267.84}{(1+0.3)^7} + \frac{266.8}{(1+0.3)^8} + \frac{265.95}{(1+0.3)^9} + \frac{276.02}{(1+0.3)^{10}} + \frac{40}{(1+0.3)^{10}} \right] = 102.34$$

$$NBD_1 + NBD_2 + NBD_3 = 199.39 + 63.57 + 102.34 = 365.310 \cdot 10^9$$

Buraya kadar 3, 3 ve 4 yıllık olmak üzere ayrı ayrı NBD' ler

hesaplanıp toplanmış ve  $365.310 \cdot 10^9$  hesaplanmıştır. 10 yıl boyunca tek hesapta da aynı sonuca ulaşılar.

$$NBD = -145 + \left[ \left( \frac{159.8}{(1+0.3)} + \frac{155.8}{(1+0.3)^2} + \frac{152.6}{(1+0.3)^3} \right) + \left( \frac{125.4}{(1+0.3)^4} + \frac{123.36}{(1+0.3)^5} + \frac{121.71}{(1+0.3)^6} \right) + \left( \frac{267.84}{(1+0.3)^7} + \frac{266.8}{(1+0.3)^8} + \frac{265.95}{(1+0.3)^9} + \frac{276.02}{(1+0.3)^{10}} + \frac{40}{(1+0.3)^{10}} \right) \right] = 365.310 \cdot 10^9$$

$$NGD = 5036.108 \cdot 10^9$$

$$YENH = 118.164 \cdot 10^9$$

$$K\dot{I}_1 = 1.39$$

$$\dot{I}KO = \%39$$

$$G\ddot{O}S_1 = 10 \text{ ay } 8 \text{ gün}$$

$$G\ddot{O}S_2 = 1 \text{ sene } 3 \text{ ay}$$

Bu sonuçlara göre projenin NBD' si  $365.310 \cdot 10^9$ , NGD=  $5036.108 \cdot 10^9$ , YENH=  $118.164 \cdot 10^9$ ,  $K\dot{I}_1 = 1.39$ ,  $\dot{I}KO = \%39$  olduğundan proje kârlı bir projedir. Ana para 10 ay 8 gün, faizleri 4 ay 22 gün de ödenecektir ve 8 yıl 9ay şirket için çalışmaktadır.

#### 4.Sonuç

Projenin kârlı bir proje olup olmadığı konusunda nakit akımları çok önemlidir. Projenin nakit girişleri ne ölçüde büyük olursa projenin getiri oranı o ölçüde yüksek olur. Bu sebeple nakit girişlerinin optimum olmasını sağlayacak sistemin, kısıtlılık şartları varlığında incelenmesi önemlidir. Kısıtlılığa sahip projelerde optimizasyon sistemi uygulanmazsa elde edilecek nakit akımları optimal olmayacağı için gerçek nakit akımları

daha düşük olacak ve doğru, gerçek bir değerlendirme yapılamayacaktır.

Tek proje olduğunda, doğrusal programlama, optimal kârı verecek üretim miktarının bulunmasında kullanılır. Projeye ait kısıtlılıklar yıllara göre farklı olduğunda, değişen yıllara göre optimal net kârı verecek üretim kombinasyonları ve buna göre projenin, net nakit akımları hesaplanır. Optimal kâr ile amortismanlar nakit girişlerini vereceğinden, proje de optimal kârı verecek üretim sisteminin kurulması istenir.

Doğrusal programlamanın uygulanabilmesi için ya bir makine, alet, tesisat, taşıttan birden çok alınması gerekir veya portföyde ikiden çok proje yani n adet proje vardır. Bu durumda projeye bağlı kısıtlılıklar söz konusudur. Bu noktada lineer programlama metodunu uygulayarak kısıtlılıkları sağlayacak ve maksimum NBD, NGD,  $K\dot{I}$ , YENH, YEH veya minimum  $G\ddot{O}S'$  ü, YEM' i verecek bir portföy oluşturulmaya çalışılmıştır.

#### Kaynaklar

- BABACAN, A., ([http://www.hazine.gov.tr/GuncelDuyuru/AB\\_buyumenotu\\_31mart2006](http://www.hazine.gov.tr/GuncelDuyuru/AB_buyumenotu_31mart2006)), (30.5.2006)
- BARUTÇUGİL, İsmet S., Üretim Sistemi Ve Yönetim Teknikleri, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa, 1988, 56
- BERANEK, W., Analysis For Financial Decisions, Illinois: Richard D. Irwin. Inc., 1963, 463
- BIERMAN H., SMİDT S., The Capital Budgeting Decision Of Investment Projects, New York: Macmillan Pub. Co. Inc. 1975, 88

- CEYLAN A., İşletmelerde Finansal Yönetim, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, 1995, 218
- DEMİR M. Hulisi ve GÜMÜŞOĞLU Ş., Üretim/İşlemler Yönetimi, Beta Basım Yayın, İstanbul, 1994, 168
- EVAN J. Douglas, Managerial Economics Analysis And Strategy, 3. Baskı, Prentice Hall ,N.Y., 1987, 579
- ŞAHİN H., Yatırım Projeleri Analizi, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2000, 144
- KASNER E., Essentials Of Engineering Economics, Mc Graw Hill. N.Y.. 1979, 121
- KLEINFELD Ira H., Engineering And Managerial Economics, Holt Rinehart And Winston, N.Y. 1986, 85
- NEWMAN D.G., Engineering Economic Analysis, 3. Baskı, Engineering Pres, San Jose, CA, 1988, 337
- OKKA, O., Mühendislik Ekonomisine Giriş, Nobel Yayın Dağıtım ,Ankara, 2003, 4
- OKKA O., Mühendislik Ekonomisi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000, 239
- OKKA O., Riskli Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No:8, Doçentlik Tezi, 1982, Konya, 5
- PARK Chan S., Contemporary Engineering Economics, 2. Baskı, Addison Wesley, California, 1997, 202
- REILLY Frank K., Investment, II. Baskı, N.Y., 1986, 5
- REISWAN N.A., Managerial And Engineering Economics, Allyn And Bacon, Boston, 1971, 45
- RIGGS J.L., West T.M., Engineering Economics, Mc Graw Hill, N.Y. 1986, 79
- SMITH Gerald W.; Engineering Economy: Analysis Of Capital Expenditures, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1973, 412
- TAYLOR G.A., Managerial And Engineering Economy: Economic Decision Making, 3. Baskı, Van Nostrand, N.Y. 1980, 312
- TEZER Ö., İktisat, G.Ü.T.E.F. Matbaası, Ankara, 1990, 30
- THUESEN H.G., Fabrycky W.J., Engineering Economy, 3. Baskı, Prentice Hall, N.J. 1964, 205
- TÜZMEN, K., (<http://www.igeme.org.tr/TUR/bakis/sayi%2025/bakis2513.htm>) (30.5.2006)
- WHITE John, H. Agee A. Marvin, E. Case Kenneth, Principles Of Engineering Economics Analysis, 3. Baskı, John Wiley And Sons, N.Y.. 1989, 142
- YILMAZ, Z., Yatırım Projeleri Analizi ve Yönetimi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 1997, 18-19
- Japonya Ülke Profili, (<http://www.igeme.gov.tr>) (30.5.2006)