

SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

ÖRNEKLER

(MODEL KURMA,
ÇÖZÜM, YORUM)

doğrusal programlama

Ek 2: Esin 1984, Sayfa 34, Örnek 2.2'ye Ek

Sistemik Özet

Makineler	Malzemeler				Makine kapasitesi (b) (saat/hafta)	
	A	B	C	D		
	Malzemelerin işlem süreleri (a) (saat)					
M1	4	2	4	2	200	
M2	2	10	2	8	800	
M3	4	6	8	2	500	
Satış (TL/adet)	50	67	40	30	-	
Maliyet (TL/adet)	45	60	32	26	-	
Gelir (c) (TL/adet)	5	7	8	4	-	
Karar Değişkeni (Ür. Mikt.)	Simgesi	X1	X2	X3	X4	-
	Birimi	Adet	Adet	Adet	Adet	
	Türü	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	-

Ek bilgi: Üretim Dönemi: Hafta

Problem türü: Doğrusal Programlama (Pozitif)

doğrusal programlama

Model: Doğrusal Programlama Modeli

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{\text{maks}} = 5X_1 + 7X_2 + 8X_3 + 4X_4$$

Kısıtlar:

$$4X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 2X_4 \leq 200$$

$$2X_1 + 10X_2 + 2X_3 + 8X_4 \leq 800$$

$$4X_1 + 6X_2 + 8X_3 + 2X_4 \leq 200$$

Pozitiflik Koşulu:

$$X_1 \geq 0 \quad (\text{pozitif})$$

$$X_2 \geq 0 \quad (\text{pozitif})$$

$$X_3 \geq 0 \quad (\text{pozitif})$$

$$X_4 \geq 0 \quad (\text{pozitif})$$

DP Optimum çözüm sonucu:

$$X_1 = 0 \text{ adet} \quad \text{A miktarı}$$

$$X_2 = 62.625 \text{ adet (?) } \quad \text{B miktarı}$$

$$X_3 = 9.375 \text{ adet (?) } \quad \text{C miktarı}$$

$$X_4 = 015.625 \text{ adet (?) } \quad \text{D miktarı}$$

(Tamsayı olması gerekirmi ?) (Tamsayılı D. P.)

$$Z_{\text{maks}} = 596.875 \text{ TL (haftada)}$$

doğrusal programlama

Ek 3: Esin 1984, Sayfa 36, Örnek 2.3'e Ek

Sistemik Özet

Oyuncak Çeşidi	Makineler			Kar (c) (TL/adet)	Karar Değişkeni (Üretilecek Miktar)		
	M1	M2	M3		Simgesi	Birimi	Türü
	İşlem süreleri (a) (saat)						
Fatoş	2	1	1	4	X1	Adet	Tamsayı
Zeyno	1	1	3	6	X2	Adet	Tamsayı
Mk.Kap.(b)(saat)	70	40	90	-	-	-	
Ek bilgi: Üretim Dönemi: ? (Belirtilmemiş)							
Problem türü: Tamsayılı Doğrusal Programlama							

doğrusal programlama

Model: Tamsayılı DP Modeli

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{\text{maks}} = 4X_1 + 6X_2$$

Kısıtlar:

$$2X_1 + X_2 \leq 70$$

$$X_1 + X_2 \leq 40$$

$$X_1 + 3X_2 \leq 90$$

Pozitiflik Koşulu:

$$X_1 \geq 0 \quad (\text{tamsayı})$$

$$X_2 \geq 0 \quad (\text{tamsayı})$$

Tamsayılı DP Optimum çözüm sonucu:

$$X_1 = 15 \text{ adet} \quad (\text{Fatoş})$$

$$X_2 = 25 \text{ adet} \quad (\text{Zeyno})$$

$$Z_{\text{maks}} = 210 \text{ TL}$$

doğrusal programlama

Ek 4: Esin 1988, Sayfa 36, Örnek 2.4'e Ek

Sistemik Özet

		Şampuan Çeşidi		Hazırlama Süresi (Saat) (b)
		A	B	
Şişeleme İşlemi (Saat) (a)		4/1000	3/1000	200
Kar (TL/şişe) (c)		9	7	
Karar Değişkeni	Simge	X_1	X_2	
	Birim	adet	adet	
	Tür	Tamsayı	Tamsayı	
Ek Bilgi		a) A şampuanının üretimi için 60.000 şişelik hammadde var		
		b) B şampuanının üretimi için 60.000 şişelik hammadde var		
		c) Mevcut şişe sayısı (kapasite) 60.000 adet		
Problem Türü		Tamsayılı Doğrusal Programlama		

doğrusal programlama

Model : Tamsayılı D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$Z_{\text{maks}} = 9 X_1 + 7 X_2$$

Kısıtlar :

$$\text{Hazırlama Süresi : } 4/1000 X_1 + 3/1000 X_2 \leq 200$$

$$\text{A Hammadde : } X_1 \leq 60.000 *$$

$$\text{B Hammadde : } X_2 \leq 60.000 *$$

$$\text{Şişe Kapasitesi : } X_1 + X_2 \leq 60.000$$

* : Gereksiz kısıtlar çıkarılabilir.

Pozitiflik koşulu :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

doğrusal programlama

Ek 5: Esin 1988, Sayfa 37, Örnek 2.5'e Ek

Sistemik Özet

Atölyeler	Mallar			Kapasite (Saat/ay) (b)	
	Ceket	Etek	Elbise		
	İşlem zamanı (saat/adet) (a)				
A1	2	1	2	200	
A2	3	2	4	150	
A3	1	1	1	180	
Kar (TL/adet) (c)		40	30	20	
Karar Değişkeni	Simge	X_1	X_2	X_3	
	Birim	adet	adet	adet	
	Tür	Tamsayı	Tamsayı	Tamsayı	
Ek Bilgi	Üretim periyodu : Ay				
Problem Türü	Tamsayılı Doğrusal Programlama				

doğrusal programlama

Model : Tamsayılı D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$Z_{\text{maks}} = 40 X_1 + 30 X_2 + 20 X_3$$

Kısıtlar :

$$A1 : 2 X_1 + X_2 + 2 X_3 \leq 200$$

$$A1 : 3 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3 \leq 150$$

$$A1 : X_1 + X_2 + X_3 \leq 180$$

Pozitiflik koşulu :

$$X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0, \quad X_3 \geq 0$$

doğrusal programlama

Ek 6: Esin 1988, Sayfa 41, Örnek 2.8'e Ek

Sistematiik Özet

Vitamin	İçerik			Günlük Gereksinim (mgr) (b)
	Süt (mgr/Lt)	Et (mgr/kg)	Yumurta (mgr/adet)	
	İşlem zamanı (saat/adet) (a)			
A	1	1	1	1
B	5	80	10	10
C	100	10	8	50
Kar (c)	1400 (TL/Lt)	10.000 (TL/kg)	250 (TL/adet)	
Karar Değişkeni	Simge	X_1	X_2	X_3
	Birim	(Lt/gün)	(kg/gün)	(adet/gün)
	Tür	Pozitif	Pozitif	Pozitif
Ek Bilgi	Üretim periyodu : Gün			
Problem Türü	Doğrusal Programlama (Pozitif)			

doğrusal programlama

Model : D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$Z_{\min} = 1400 X_1 + 10.000 X_2 + 250 X_3$$

Kısıtlar :

$$A : X_1 + X_2 + X_3 \Rightarrow 1$$

$$B : 5 X_1 + 80 X_2 + 10 X_3 \Rightarrow 10$$

$$C : 100 X_1 + 10 X_2 + 8 X_3 \Rightarrow 50$$

Pozitiflik koşulu :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0$$

Optimum Çözüm (Kısıtlar \Rightarrow için)

$$X_1 = 0,4375 \text{ Lt/gün} \quad X_2 = 0 \text{ kg/gün} \quad X_3 = 0,7813 \text{ adet/gün} \quad Z_{\min} = 807,8125 \text{ TL}$$

Optimum Çözüm (Kısıtlar = için)

$$X_1 = 0,4558 \text{ Lt/gün} \quad X_2 = 0,0326 \text{ kg/gün} \quad X_3 = 0,5116 \text{ adet/gün} \quad Z_{\min} = 1091,628 \text{ TL}$$

ÖRNEK 2.8 (\geq MODEL) OPTİMUM ÇÖZÜM VE YORUMU

	14:28:18		Friday	October	18	2002		
	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	X1	0,4375	1.400,0000	612,5000	0	basic	125,0000	3.125,0000
2	X2	0	10.000,0000	0	8.717,1880	at bound	1.282,8130	M
3	X3	0,7813	250,0000	195,3125	0	basic	112,0000	1.302,6420
	Objective Function		(Min.) =	807,8125				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	1,2188	\geq	1,0000	0,2188	0	-M	1,2188
2	C2	10,0000	\geq	10,0000	0	14,3750	7,7174	62,5000
3	C3	50,0000	\geq	50,0000	0	13,2813	8,0000	200,0000

AZALAN GELİR-ARTAN MALİYET:

- X2 çözüme girmemiş (et), girmesi istenirse Zmin 8717,188 TL/kg artacaktır.

ARTAN KAPASİTE-AŞILAN HEDEF:

- Kısıt 1 için (günde en az 1 mg A vitamini) 0,218 mg fazlalık var

GÖLGE FİYAT:

- Kısıt 2 için: Günlük B vitamini hedefi 1 birim azaltılırsa (9 mg), Zmin 14.3 TL azalır.
- Kısıt 3 için: Günlük c vitamini hedefi 1 birim azaltılırsa (49 mg), Zmin 13.3 TL azalır.

ÖRNEK 2.8 (= MODEL) OPTİMUM ÇÖZÜM VE YORUMU

	14:52:35		Friday	October	18	2002		
	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	X1	0,4558	1.400,0000	638,1395	0	basic	-M	M
2	X2	0,0326	10.000,0000	325,5814	0	basic	-M	M
3	X3	0,5116	250,0000	127,9070	0	basic	-M	M
	Objective	Function	(Min.) =	1.091,6280				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	1,0000	=	1,0000	0	-1.297,4420	0,5849	1,2188
2	C2	10,0000	=	10,0000	0	138,7132	7,7174	46,6667
3	C3	50,0000	=	50,0000	0	20,0388	8,0000	94,0000

Bu modelde Zmin daha yüksektir (Modeli \geq kurmak daha düşük maliyetli sonuç vermekte)

- Bu çözümde az da olsa et var, diğerinde yoktu
- Bu modelde her 3 vitamin hedefi tam karşılanıyor, ilkinde a vitamini gereksinimden biraz fazlaydı

GÖLGE FİYAT:

- Kısıt 1 için: Günlük A vitamini hedefi 1 birim arttırılırsa (2 mg), Zmin 1297,4 TL azalır (ilk modeldeki gibi)
- Kısıt 2 için: Günlük B vitamini hedefi 1 birim azaltılırsa (9 mg), Zmin 138.7 TL azalır.
- Kısıt 3 için: Günlük c vitamini hedefi 1 birim azaltılırsa (49 mg), Zmin 20 TL azalır.

doğrusal programlama

Ek 7: Esin 1988, Sayfa 41, Örnek 2.9'e Ek

Sistematiik Özet

Yatırım Alanları	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Toplam Yatırım (birim)	
Faiz Hadleri (%) (c)	6	5	7	8	10	9		
Karar Değişkeni	Simge	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	100
	Birim	TL	TL	TL	TL	TL	TL	
	Tür	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	
Ek Bilgi	a) Y_1 ve Y_2 toplamı, toplam yatırımın en az %40'ı olmalı							
	b) Y_3 ve Y_4 toplamı, toplam yatırımın %35'inden fazla olmamalı							
	c) Y_5 ve Y_6 toplamı, toplam yatırımın %35'inden fazla olmamalı							
	Üretim periyodu : Belirtilmemiş							
Problem Türü	Doğrusal Programlama (Pozitif)							

doğrusal programlama

Model : D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$Z_{\text{maks}} = 6 X_1 + 5 X_2 + 7 X_3 + 8 X_4 + 10 X_5 + 9 X_6$$

Kısıtlar :

$$X_1 + X_2 \Rightarrow 40$$

$$X_3 + X_4 \Rightarrow 35$$

$$X_5 + X_6 \Rightarrow 35$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 100$$

Pozitiflik koşulu :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0$$

ÖRNEK 2-10, YÜZDE MODEL SONUÇ VE YORUMU

	15:16:57		Friday	October	18	2002		
	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	X1	40,0000	6,0000	240,0000	0	basic	5,0000	8,0000
2	X2	0	5,0000	0	-1,0000	at bound	-M	6,0000
3	X3	0	7,0000	0	-1,0000	at bound	-M	8,0000
4	X4	25,0000	8,0000	200,0000	0	basic	7,0000	10,0000
5	X5	35,0000	10,0000	350,0000	0	basic	9,0000	M
6	X6	0	9,0000	0	-1,0000	at bound	-M	10,0000
	Objective Function		(Max.) =	790,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	40,0000	>=	40,0000	0	-2,0000	30,0000	65,0000
2	C2	25,0000	<=	35,0000	10,0000	0	25,0000	M
3	C3	35,0000	<=	35,0000	0	2,0000	25,0000	60,0000
4	C4	100,0000	=	100,0000	0	8,0000	75,0000	110,0000

AZALAN GELİR:

- X2 çözüme girerse Zmaks 1 birim azalacaktır

ARTAN KAPASİTE:

- Kısıt 2 kapasitesi 10 birim artmıştır (<=35 idi, % 25 olmuş)

GÖLGE FİYAT:

- Kısıt 1 kapasitesi 1 birim arttırılırsa (>= 40 idi, 41 olursa), Zmaks 2 birim azalır.
- Kısıt 3 kapasitesi 1 birim arttırılırsa (<= 35 idi, 36 olursa), Zmaks 2 birim artar.
- Kısıt 4 kapasitesi 1 birim arttırılırsa (= 100 idi, 101 olursa), Zmaks 8 birim artar.

doğrusal programlama

Amaç fonksiyonuna kar oranı 0.06 olarak girilirse:

	16:26:03		Friday	October	18	2002		
	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	X1	40,0000	0,0600	2,4000	0	basic	0,0500	0,0800
2	X2	0	0,0500	0	-0,0100	at bound	-M	0,0600
3	X3	0	0,0700	0	-0,0100	at bound	-M	0,0800
4	X4	25,0000	0,0800	2,0000	0	basic	0,0700	0,1000
5	X5	35,0000	0,1000	3,5000	0	basic	0,0900	M
6	X6	0	0,0900	0	-0,0100	at bound	-M	0,1000
	Objective	Function	(Max.) =	7,9000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	40,0000	>=	40,0000	0	-0,0200	30,0000	65,0000
2	C2	25,0000	<=	35,0000	10,0000	0	25,0000	M
3	C3	35,0000	<=	35,0000	0	0,0200	25,0000	60,0000
4	C4	100,0000	=	100,0000	0	0,0800	75,0000	110,0000

doğrusal programlama

ÖRNEK 2-10, TL MODEL, SONUÇ VE YORUMU

$$Z_{maks} = 0.06X_1 + 0.05X_2 + 0.07X_3 + 0.08X_4 + 0.10X_5 + 0.09X_6$$

$$X_1 + X_2 \geq 1600000$$

$$X_3 + X_4 \leq 1400000$$

$$X_5 + X_6 \leq 1400000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 4000000$$

16:33:51		Friday	October	18	2002			
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	X1	1.600.000,0000	0,0600	96.000,0000	0	basic	0,0500	0,0800
2	X2	0	0,0500	0	-0,0100	at bound	-M	0,0600
3	X3	0	0,0700	0	-0,0100	at bound	-M	0,0800
4	X4	1.000.000,0000	0,0800	80.000,0000	0	basic	0,0700	0,1000
5	X5	1.400.000,0000	0,1000	140.000,0000	0	basic	0,0900	M
6	X6	0	0,0900	0	-0,0100	at bound	-M	0,1000
Objective	Function	(Max.) =	316.000,0000					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	1.600.000,0000	>=	1.600.000,0000	0	-0,0200	1.200.000,0000	2.600.000,0000
2	C2	1.000.000,0000	<=	1.400.000,0000	400.000,0000	0	1.000.000,0000	M
3	C3	1.400.000,0000	<=	1.400.000,0000	0	0,0200	1.000.000,0000	2.400.000,0000
4	C4	4.000.000,0000	=	4.000.000,0000	0	0,0800	3.000.000,0000	4.400.000,0000

doğrusal programlama

Ek 8: Müh. Matematiği, Sayfa 6, Örnek 3'e Ek

Sistematiik Özet

Bitkiler	Net Gelir (TL/ha)	Su İhtiyacı (L/s/ha)	Karar Değişkeni		
			Simge	Birim	Tür
Buğday	20.000	0,4	X_1	ha	Pozitif
Ş.Pancarı	40.000	1,2	X_2	ha	Pozitif
Patates	35.000	0,8	X_3	ha	Pozitif
Yonca	32.000	1,3	X_4	ha	Pozitif
Sebze	50.000	0,9	X_5	ha	Pozitif
Fasulye	38.000	1,0	X_6	ha	Pozitif
Su Kapasitesi (Lt/s)		50			
Ek Bilgi	a) Buğday \leq 27 ha				
	b) Ş.Pancarı \leq 10 ha				
	c) Yonca + Fasulye \leq 13 ha				
	d) Patates + sebze \leq 13 ha				
Problem Türü	Doğrusal Programlama (Pozitif)				

doğrusal programlama

MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ SAYFA 6 ÖRNEK 3 ÇÖZÜM SONUCU VE YORUMU

	16:42:01		Friday	October	18	2002		
	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	X1	4,0000	20.000,0000	80.000,0000	0	basic	0	38.000,0000
2	X2	10,0000	40.000,0000	400.000,0000	0	basic	20.000,0000	M
3	X3	0	35.000,0000	0	-15.000,0000	at bound	-M	50.000,0000
4	X4	0	32.000,0000	0	-6.000,0000	at bound	-M	38.000,0000
5	X5	13,0000	50.000,0000	650.000,0000	0	basic	35.000,0000	M
6	X6	13,0000	38.000,0000	494.000,0000	0	basic	32.000,0000	M
	Objective	Function	(Max.) =	1.624.000,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	38,3000	<=	50,0000	11,7000	0	38,3000	M
2	C2	40,0000	<=	40,0000	0	20.000,0000	36,0000	63,0000
3	C3	4,0000	<=	27,0000	23,0000	0	4,0000	M
4	C4	10,0000	<=	10,0000	0	20.000,0000	0	14,0000
5	C5	13,0000	<=	13,0000	0	18.000,0000	0	17,0000
6	C6	13,0000	<=	13,0000	0	30.000,0000	0	17,0000

doğrusal programlama

OPTİMUM ÇÖZÜM:

Buğday	X1	4 ha
Ş.Pancarı	X2	10 ha
Patates	X3	0
Yonca	X4	0
Sebze	X5	13 ha
Fasulye	X6	13 ha
TOPLAM		40 ha

Zmaks : 1 624 000 TL

AZALAN GELİR:

- Patates ve Yonca çözümde yok ama çiftçi mutlaka yetiştirmek isterse 1 ha patates yetiştirdiğinde 15 000 TL ve 1 ha yonca yetiştirdiğinde 6 000 TL gelirinde azalma olur.

İKİNCİ OPTİMUM ÇÖZÜM YOKTUR

ARTAN KAPASİTE:

- Su kapasitesinin (50 l/s) 11.7 l/s'si artmıştır.
- Buğdaya ayrılan alan olan 27 ha kapasitenin 4 ha'ına buğday ekilmiş, 23 ha kapasite kullanılmamıştır
- Diğer kapasitelerin tamamı kullanılmıştır. 40 ha çiftliğin tamamı ekilmiştir.

doğrusal programlama

GÖLGE FİYAT:

- Çiftlik alanı 40 ha idi, bu alan 1 birim arttırılabilirse gelir 20 000 TL artacaktır.
- Şekerpancarı ekim alanı 10 ha ile sınırlandırılmıştır, bu 1 birim arttırılırsa (11 ha) gelir 20 000 TL artacaktır.
- Yonca ve fasulye ekim alanı 13 ha ile sınırlandırılmıştır, bu 1 birim arttırılırsa (14 ha) gelir 18 000 TL artacaktır.
- Patates ve sebze ekim alanı 13 ha ile sınırlandırılmıştır, bu 1 birim arttırılırsa (14 ha) gelir 30 000 TL artacaktır.

ÖNERİLER:

- Öncelikle patates ve sebze ekim alanı sınırı yükseltilmelidir.
- Daha sonra yonca ve fasulye ekim alanı sınırının yükseltilmesi düşünülebilir.

DENEME:

- Patates ve sebze ekim alanı sınırı 13 ha'dan 25 ha'a çıkartılırsa Zmaks: 1 840 000 TL olur.

doğrusal programlama

Model : D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$Z_{\text{maks}} = 20.000 X_1 + 40.000 X_2 + 35.000 X_3 + 32.000 X_4 + 50.000 X_5 + 38.000 X_6$$

Kısıtlar :

$$0,4 X_1 + 1,2 X_2 + 0,8 X_3 + 1,3 X_4 + 0,9 X_5 + 1,0 X_6 \leq 50$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 40$$

$$X_1 \leq 27$$

$$X_2 \leq 10$$

$$X_4 + X_6 \leq 13$$

$$X_3 + X_5 \leq 13$$

Pozitiflik koşulu :

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0, X_5 \geq 0, X_6 \geq 0$$

Optimum Çözüm

$$X_1 = 4 \text{ ha}, X_2 = 10 \text{ ha}, X_3 = 0 \text{ ha}, X_4 = 0 \text{ ha}, X_5 = 13 \text{ ha}, X_6 = 13 \text{ ha}$$

$$Z_{\text{maks}} = 1.624.000 \text{ TL}$$

doğrusal programlama

Ek 10: Müh. Matematiği, Sayfa 12, Örnek 8'ya Ek

Sistemik Özet

İşletme Bitki	1			2			3			Gelir (TL/ha)	Maksimum Ekim Alanı (ha)	Gerekli Sul. Suyu (m ³ /ha)
	Karar Değişkenleri											
	Sim	Br.	Tür	Sim	Br.	Tür	Sim	Br.	Tür			
A	X₁	ha	Pztf	X₄	ha	Pztf	X₇	ha	Pztf	16000	2800	6000
B	X₂	ha	Pztf	X₅	ha	Pztf	X₈	ha	Pztf	12000	3200	4800
C	X₃	ha	Pztf	X₆	ha	Pztf	X₉	ha	Pztf	4000	1200	3600
İşletme Ekim Alanı (ha)	1600			2400			1200			-	-	-
İşletme Su Kapasitesi (x10 ⁶ m ³)	1,80			2,40			1,08			-	-	-
Ek Bilgi	a) Her üç işletmede de ekilen alan yüzdesinin eşit olmalı											
	b) Bitkilerin herhangi bir bileşimi herhangi bir işletmede yetiştirilebilir											
	c) Üretim dönemi : Bir yetiştirme mevsimi											
Problem Türü	Doğrusal Programlama (Pozitif)											

doğrusal programlama

Model : D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

$$\mathbf{Zmaks} = 16000 (X_1+X_4+X_7) + 12000 (X_2+X_5+X_8) + 4000 (X_3+X_6+X_9)$$

Kısıtlar :

$$X_1+X_4+X_7 \leq 2800 \text{ ha} \quad (\text{A Bitkisi ekim alan kısıtı})$$

$$X_2+X_5+X_8 \leq 3200 \text{ ha} \quad (\text{B Bitkisi ekim alan kısıtı})$$

$$X_3+X_6+X_9 \leq 1200 \text{ ha} \quad (\text{C Bitkisi ekim alan kısıtı})$$

$$X_1+X_2+X_3 \leq 1600 \text{ ha} \quad (\text{1. işletmenin ekim alan kısıtı})$$

$$X_4+X_5+X_6 \leq 2400 \text{ ha} \quad (\text{2. işletmenin ekim alan kısıtı})$$

$$X_7+X_8+X_9 \leq 1200 \text{ ha} \quad (\text{3. işletmenin ekim alan kısıtı})$$

$$6000X_1+4800X_2+3600X_3 \leq 1,80 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad (\text{1. işletmenin su kapasitesi kısıtı})$$

$$6000X_4+4800X_5+3600X_6 \leq 2,40 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad (\text{2. işletmenin su kapasitesi kısıtı})$$

$$6000X_7+4800X_8+3600X_9 \leq 1,08 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad (\text{3. işletmenin su kapasitesi kısıtı})$$

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3}{1600} = \frac{X_4 + X_5 + X_6}{2400} = \frac{X_7 + X_8 + X_9}{1200}$$

Pozitiflik koşulu :

$$\begin{matrix} \geq & & \geq & & \geq & & \geq & & \geq & & \geq & & \geq & & \geq \\ X_1 & 0, & X_2 & 0 & X_3 & 0 & X_4 & 0, & X_5 & 0 & X_6 & 0 & X_7 & 0, & X_8 & 0 & X_9 & 0 \end{matrix}$$

doğrusal programlama

Ek 9-a : Müh. Matematiği, Sayfa 9, Örnek 6'ya Ek
Sistemik Özet

Bitkiler	Toplam Su İhtiyacı (m ³ /da)								Birim Fiyat (TL/kg)	Verim (kg/da)	Karar Değişkeni		
	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim			Simge	Birim	Tür
Pamuk I	-	-	-	147	420	400	190	-	440	275	X ₁	da	Pozitif
Çeltik	-	-	248	340	400	376	295	-	320	400	X ₂	da	Pozitif
Kavun	-	-	-	185	330	270	-	-	100	3000	X ₃	da	Pozitif
Meyve	-	57	127	257	336	294	200	96	120	2400	X ₄	da	Pozitif
Hububat	83	160	-	-	-	-	-	-	160	400	X ₅	da	Pozitif
Mısır II	-	-	-	150	320	445	315	-	50	3000	X ₆	da	Pozitif
Susam II	-	-	-	155	315	337	210	-	670	100	X ₇	da	Pozitif
Pamuk II	-	-	-	55	210	400	280	86	450	200	X ₈	da	Pozitif
Baklagil II	-	-	-	215	480	395	190	-	180	250	X ₉	da	Pozitif
Şebekeye çekilebilecek su (x10 ⁶ m ³)	180	330	250	120	80	85	105	80					
Ek Bilgi	a) Toplam alan 300.000 da, b) Sulama alanında Pamuk I, Çeltik, Kavun, Meyve ve Hububat 1. ürün olarak ekilmektedir. c) Mısır, Susam, Pamuk II, Baklagil ise hububatın yerine 2. ürün olarak ekilebilmektedir, d) Meyve ekim alanı 6500 dekadır, e) Susam en fazla 300 ton üretilebilir, f) Hububat ekim alanı %50'yi aşmamalıdır.												
Problem Türü	Doğrusal Programlama (Pozitif)												

doğrusal programlama

Model : D. P. Modeli

Amaç fonksiyonu :

(c) : Verim (kg/da) x Birim Fiyat (TL/kg)

$$c_1 = 275 \times 440 = 121.000 \text{ TL/da} \quad c_2 = 400 \times 320 = 128.000 \text{ TL/da} \quad c_3 = 3000 \times 100 = 300.000$$

$$c_4 = 2400 \times 120 = 288.000 \text{ TL/da} \quad c_5 = 400 \times 160 = 64.000 \text{ TL/da} \quad c_6 = 3000 \times 50 = 150.000$$

$$c_7 = 100 \times 670 = 67.000 \text{ TL/da} \quad c_8 = 200 \times 450 = 90.000 \text{ TL/da} \quad c_9 = 250 \times 180 = 45.000$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Zmaks} = & 121000 X_1 + 128000 X_2 + 300000 X_3 + 288000 X_4 + 64000 X_5 + 150000 X_6 \\ & + 67000 X_7 + 90000 X_8 + 45000 X_9 \end{aligned}$$

Kısıtlar :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 300.000 \text{ da (Birinci ürün ekim alan kısıtı)}$$

$$X_6 + X_7 + X_8 + X_9 \leq X_5 \text{ (İkinci ürün ekim alan kısıtı)}$$

$$X_4 = 6.500 \text{ da (Meyve ekim alan kısıtı)}$$

$$X_7 \leq 3000 \text{ da}^* \text{ (Susam ekim alan kısıtı)} \quad * : \text{ Verim : } 100 \text{ kg/da ise } 300 \text{ ton } 3000 \text{ da'dan alınır.}$$

$$X_5 \leq 150.000 \text{ da}^{**} \text{ (Hububat ekim alan kısıtı)} \quad ** : 300.000 \text{ da'ın } \%50\text{'si}$$

$$83 X_5 \leq 180 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{***} \text{ (Mart ayı su kısıtı)} \quad *** : 83 \text{ m}^3/\text{da} \times \text{da} = X_5 \text{ m}^3$$

$$57 X_4 + 160 X_5 \leq 330 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (Nisan ayı su kısıtı)}$$

$$248 X_2 + 127 X_4 \leq 250 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (Mayıs ayı su kısıtı)}$$

$$147 X_1 + 340 X_2 + 185 X_3 + 257 X_4 + 150 X_6 + 155 X_7 + 55 X_8 + 215 X_9 \leq 120 \times 10^6 \text{ m}^3$$

(Haziran ayı su kısıtı)

$$420 X_1 + 400 X_2 + 330 X_3 + 336 X_4 + 320 X_6 + 315 X_7 + 210 X_8 + 490 X_9 \leq 80 \times 10^6 \text{ m}^3$$

(Temmuz ayı su kısıtı)

$$400 X_1 + 376 X_2 + 270 X_3 + 294 X_4 + 445 X_6 + 337 X_7 + 400 X_8 + 395 X_9 \leq 85 \times 10^6 \text{ m}^3$$

(Ağustos ayı su kısıtı)

$$190 X_1 + 295 X_2 + 200 X_4 + 315 X_6 + 210 X_7 + 280 X_8 + 190 X_9 \leq 105 \times 10^6 \text{ m}^3$$

(Eylül ayı su kısıtı)

$$96 X_4 + 86 X_8 \leq 80 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (Eylül ayı su kısıtı)}$$

Poziitiflik koşulu : $\geq \quad \geq \quad \geq \quad \geq \quad \geq \quad \geq \quad \geq$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0, X_5 \geq 0, X_6 \geq 0, X_7 \geq 0, X_8 \geq 0, X_9 \geq 0$$

doğrusal programlama

MÜHENDİSLİK MATEMATİĞİ ÖRNEK 6 OPTİMUM ÇÖZÜM VE YORUMU:

	17:50:10		Friday	October	18	2002		
	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	PAMUK-1	0	121.000,0000	0	-243.363,6000	at bound	-M	364.363,6000
2	ÇELTİK	0	128.000,0000	0	-222.060,6000	at bound	-M	350.060,6000
3	KAVUN	235.806,1000	300.000,0000	70.741.820.000,0000	0	basic	218.687,5000	M
4	MEYVE	6.500,0000	288.000,0000	1.872.000.000,0000	0	basic	-M	M
5	HUBUBAT	57.693,9400	64.000,0000	3.692.412.000,0000	0	basic	0	145.312,5000
6	MISIR-2	0	150.000,0000	0	-78.848,4800	at bound	-M	228.848,5000
7	SUSAM-2	0	67.000,0000	0	-158.272,7000	at bound	-M	225.272,7000
8	PAMUK-2	0	90.000,0000	0	-60.181,8200	at bound	-M	150.181,8000
9	BAKLAGİL-2	0	45.000,0000	0	-305.424,3000	at bound	-M	350.424,3000
	Objective	Function	(Max.) =	76.306.240.000,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	TOPLAM ALAN	300.000,0000	<=	300.000,0000	0	64.000,0000	242.306,1000	392.306,1000
2	İKİNCİ ÜRÜN ALAN	-57.693,9400	<=	0	57.693,9400	0	-57.693,9400	M
3	MEYVE ALAN	6.500,0000	=	6.500,0000	0	-16.290,9100	0	238.095,2000
4	SUSAM ALAN	0	<=	3.000,0000	3.000,0000	0	0	M
5	HUBUBAT ALAN	57.693,9400	<=	150.000,0000	92.306,0600	0	57.693,9400	M
6	MART SU	4.788.597,0000	<=	180.000.000,0000	175.211.400,0000	0	4.788.592,0000	M
7	NİSAN SU	9.601.530,0000	<=	330.000.000,0000	320.398.500,0000	0	9.601.536,0000	M
8	MAYIS SU	825.500,0000	<=	250.000.000,0000	249.174.500,0000	0	825.504,0000	M
9	HAZİRAN SU	53.948.710,0000	<=	120.000.000,0000	66.051.290,0000	0	53.948.710,0000	M
10	TEMMUZ SU	80.000.000,0000	<=	80.000.000,0000	0	715,1515	49.539.000,0000	99.039.000,0000
11	AĞUSTOS SU	65.578.640,0000	<=	85.000.000,0000	19.421.360,0000	0	65.578.640,0000	M
12	EYLÜL SU	1.300.000,0000	<=	105.000.000,0000	103.700.000,0000	0	1.300.000,0000	M
13	EKİM SU	624.000,0000	<=	80.000.000,0000	79.376.000,0000	0	624.000,0000	M