

Problem 1

Bir firma ürettiği ürünlerin satışlarını arttırmak amacıyla dijital pazarlama araştırması yapmaktadır. Araştırma sonunda 3 farklı sosyal medya kanalında her bir reklamdan ortalama olarak etkilenen kişi sayıları, bu ortamlardaki reklam koşulları ve maliyetleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Reklam Ortamı	Reklam Etkisi	Reklam Maliyeti	Reklam Koşulları
A PLATFORMU	750 kişi/sn	150 pb/sn	En az 10 sn
B PLATFORMU	800 kişi/sn	200 pb/sn	En az 12 sn
C PLATFORMU	840 kişi/sn	240 pb/sn	En az 15 sn

Firmada dönemlik min 300000kişiye ulaşılması hedeflendiğine göre maliyet minimum olacak şekilde her ortamda ne kadar reklam yapılması gerektiğine ilişkin karar modelini geliştiriniz.

a)X1:Dönemlik A platformunda yayınlanan reklam(sn)

X2:Dönemlik B platformunda yayınlanan reklam(sn)

X3:Dönemlik C platformunda yayınlanan reklam(sn)

Karar modeli

$$\text{MIN } z = 150x_1 + 200x_2 + 240x_3$$

$$750x_1 + 800x_2 + 840x_3 \geq 300000$$

$$x_1 \geq 10$$

$$x_2 \geq 12$$

$$x_3 \geq 15$$

Modelin Standartlaştırılmış Hali

$$\text{Min } z - 150x_1 - 200x_2 - 240x_3 = 0$$

$$-750x_1 - 800x_2 - 840x_3 + s_1 = -300000$$

$$-x_1 + s_2 = -10$$

$$-x_2 + s_3 = -12$$

$$-x_3 + s_4 = -15$$

Başlangıç Simpleks Tablosu

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	çözüm
Z	-150	-200	-240	0	0	0	0	
s1	-750	-800	-840	1	0	0	0	-300000
S2	-1	0	0	0	1	0	0	-10
S3	0	-1	0	0	0	1	0	-12
S4	0	0	-1	0	0	0	1	-15
Oran	0.2	0.25	0.28					

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	0	40	72	0.2	0	0	0	60000
X1	1	1.06	1.12	-0.0013	0	0	0	400
S2	0	1.06	1.12	-0.0013	1	0	0	390
S3	0	-1	0	0	0	1	0	-12
S4	0	0	-1	0	0	0	1	-15

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	0	40	0	0.2	0	0	436.8	61080
X1	1	1.06	0	-0.0013	0	0	1.12	383.2
S2	0	1.06	0	-0.0013	1	0	1.12	373.2
S3	0	-1	0	0	0	1	0	-12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	15

Optimal Çözüm Tablosu

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	çözüm
Z	0	0	0	0.2	0	40	72	61560
X1	1	0	0	-0.0013	1	1.067	1.12	370.4
S2	0	0	0	-0.0013	0	1.067	1.12	360.4
X2	0	1	0	0	0	-1	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	15

Dönemlik yayınlanan reklamların A platformunda 370 birim, B platformunda 12 birim, C platformunda 15 birim olması durumunda 61560 pb maliyetle min maliyet elde edilmektedir.

b)Firma B ve c platformlarında toplamda en az 30 birimlik reklam yayınlamanın sonuçlarını araştırmak istemektedir.

$$X2+x3 \geq 30$$

$$-x2-x3+s5 = -30$$

Birim matris oluşturmak için iki satır toplanır.

Optimal Çözüm Tablosu

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	çözüm
Z	0	0	0	0.2	0	40	72	0	61560
X1	1	0	0	-0.0013	1	1.067	1.12	0	370.4
S2	0	0	0	-0.0013	0	1.067	1.12	0	360.4
X2	0	1	0	0	0	-1	0	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	0	15

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	çözüm
Z	0	0	0	0.2	0	40	72	0	61560
X1	1	0	0	-0.0013	1	1.067	1.12	0	370.4
S2	0	0	0	-0.0013	0	1.067	1.12	0	360.4
X2	0	1	0	0	0	-1	0	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	0	15
S5	0	-1	0	0	0	0	-1	1	-15
S5	0	-1	-1	0	0	0	0	1	-30

Birim matris oluşturmak için iki satırı toplarız.

Temel	X1	X2	X3		S4	S5	çözüm
Z	0	0	0		72	0	61560
X1	1	0	0		1.067	1.12	370.4
S2	0	0	0		1.067	1.12	360.4
X2	0	1	0	0	0	-1	12
X3	0	0	1	0	0	-1	15
S5	0	0	0	0	0	-1	-3

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	çözüm
Z	0	0	0	0.2	0	0	32	0	61560
X1	1	0	0	-0.0013	1	0	0.053	0	357.4
S2	0	0	0	-0.0013	0	0	0.053	1	357.2
X2	0	1	0	0	0	0	1	-1	15
X3	0	0	1	0	0	0	-1	0	15
S3	0	0	0	0	0	1	1	-1	3

A platformunda 367 birim B platformunda 15 birim c platformunda 15 birim reklam yayınlanması halinde istenen koşul sağlanmıştır ve minimum maliyet 61560 para birimi olarak bulunmuştur.

c)Şirket reklam için ayrılan bütçeyi 200000 pb ye indirilmesi durumunda sonuçları araştırmak istemektedir.

$B^{-1}.b=$

-0.0013	1	1.067	1.12
-0.0013	0	1.067	1.12
0	0	-1	0
0	0	0	-1
00			
-10			
-12			
-15			

220.396
230.396
12
15

$$C_{BV} \cdot B^{-1} \cdot b =$$

0.2	0	40	72
0000			
10			
12			
15			

41560

d) Şirket 10000 para birimlik bütçeyle hangi platformda ne kadar reklam yayınladığında max kişiye ulaşacağını araştırmak istemektedir.

$$B^{-1} \cdot b =$$

-0.0013	1	1.067	1.12
-0.0013	0	1.067	1.12
0	0	-1	0
0	0	0	-1
0			
-10			
-12			
-15			

-26.604

-16.604

12

15

$$C_{BV} \cdot B^{-1} \cdot b =$$

0.2	0	40	72
000			
10			
12			
15			

3560

Optimal Çözüm Tablosu

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	çözüm
Z	0	0	0	0.2	0	40	72	3560
X1	1	0	0	-0.0013	1	1.067	1.12	-26.604
S2	0	0	0	-0.0013	0	1.067	1.12	-16.604
X2	0	1	0	0	0	-1	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	15

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	çözüm
Z	153.84	0	0	0.2	0	40	72	3555.9
S1	-769.2	0	0	1	-769.2	-820	-861.5	20.5
S2	-1	0	0	0	1	2.13	2.24	-10
X2	0	1	0	0	0	-1	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	15

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	çözüm
Z	0	0	0	0.2	153.84	367.68	72	7500
S1	0	0	0	1	-1538	-2358	-2584	7712
X1	1	0	0	0	-1	-2.13	-2.24	10
X2	0	1	0	0	0	-1	0	12
X3	0	0	1	0	0	0	-1	15

A platformunda 10 birim, B platformunda 12 birim, C platformunda 15 birim yayınlanarak 10000para birimi bütçeyle 7500 kişiye ulaşılabilir.

Problem 1 Lingo Çözümü

a) MIN =150*x1+200*x2+240*x3;

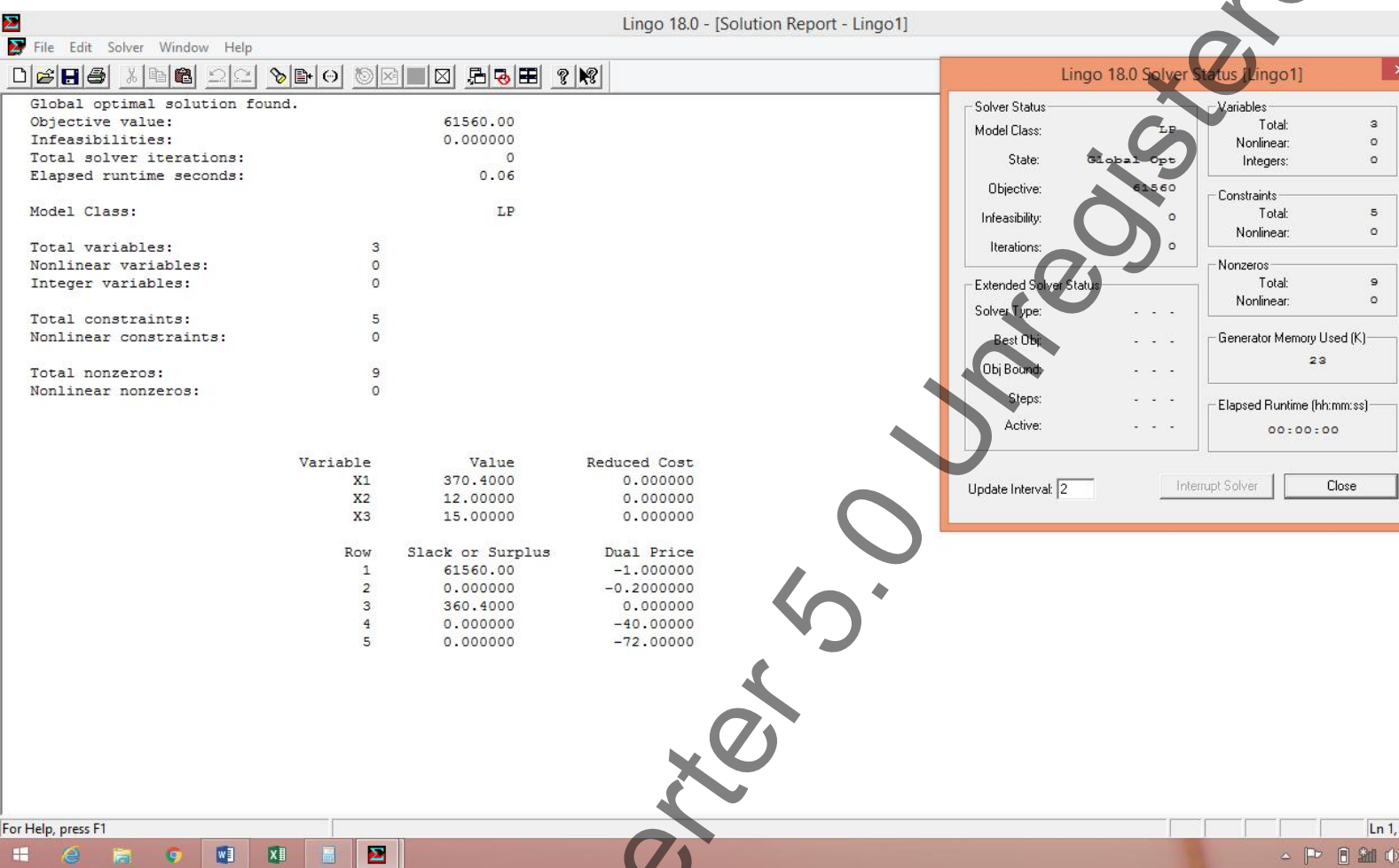
750*x1+800*x2+840*x3>=300000;

X1>=10;

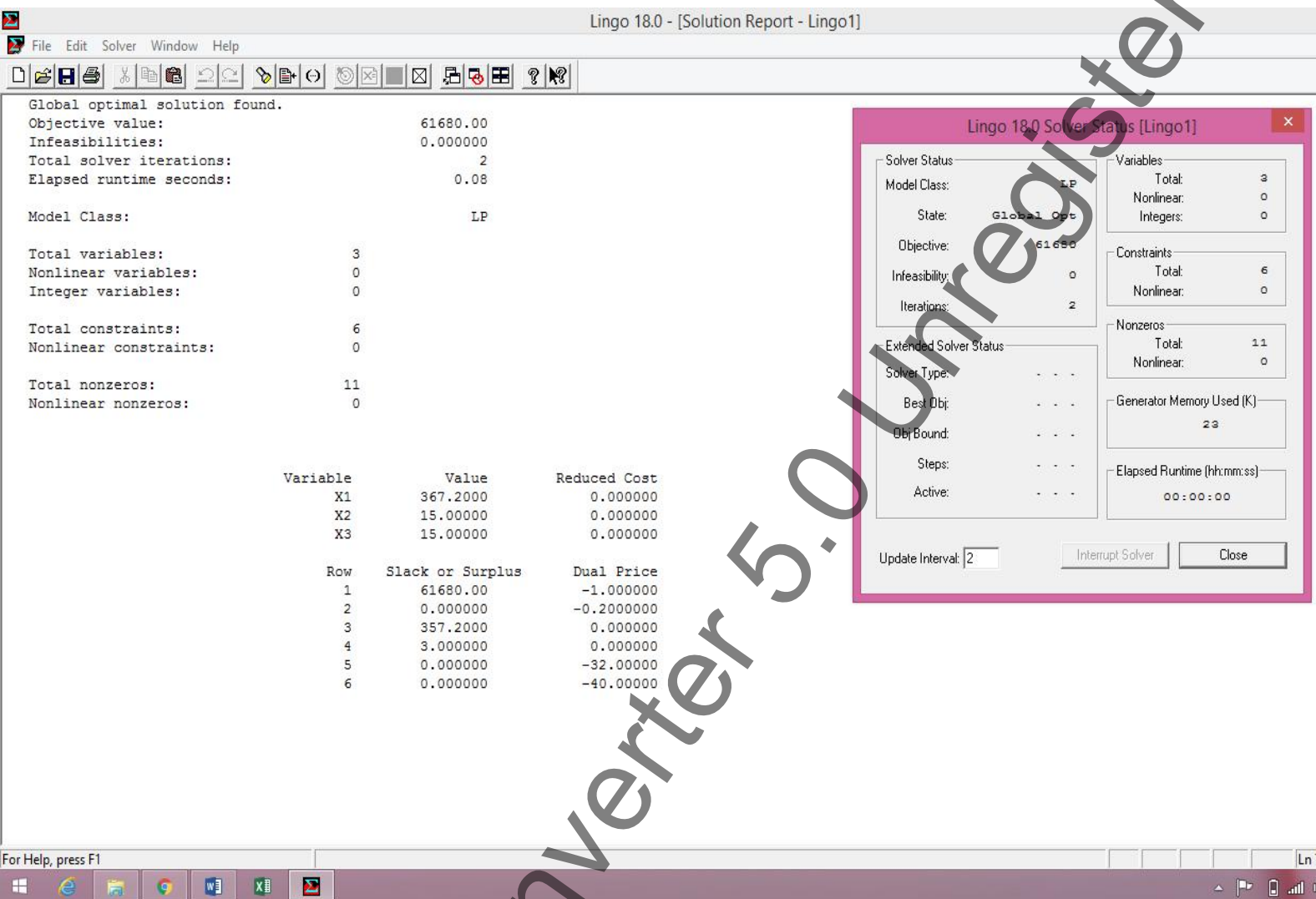
X2>=12;

X3>=15;

end



b)MIN =150*x1+200*x2+240*x3;
750*x1+800*x2+840*x3>=300000;
X1>=10;
X2>=12;
X3>=15;
x2+x3>=30;
end



d) MIN=150*x1+200*x2+240*x3;

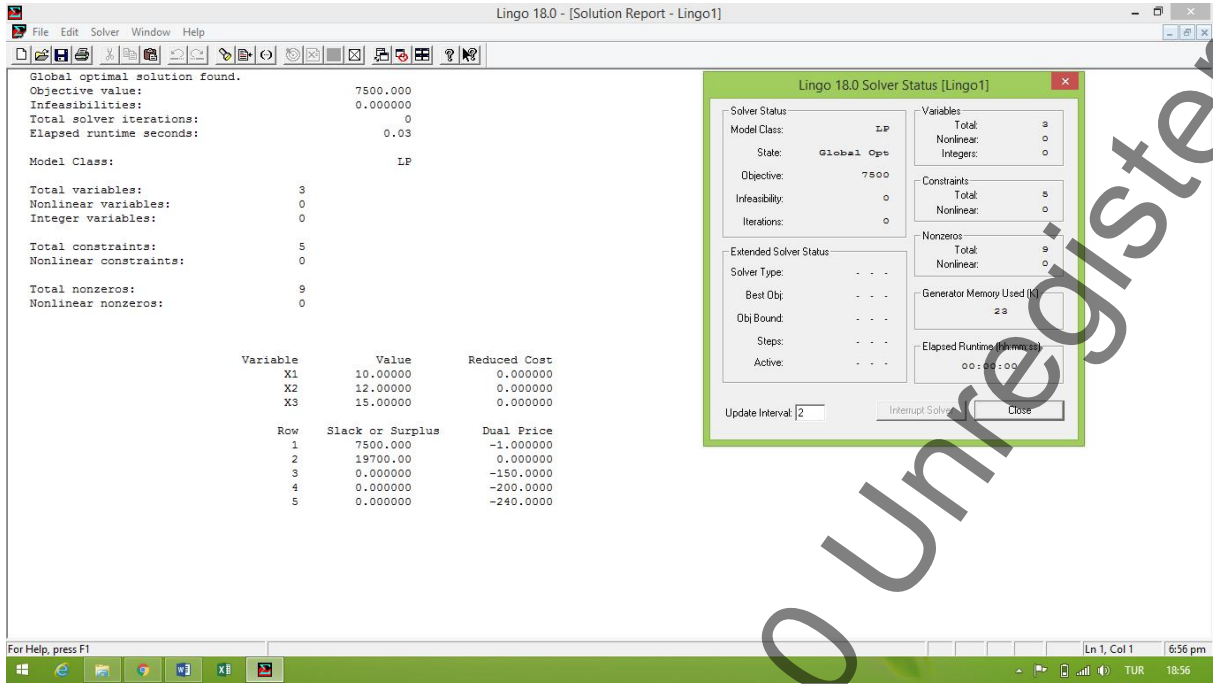
750*x1+800*x2+840*x3>=10000;

X1>=10;

X2>=12;

X3>=15;

End



Problem 2

Bir işletmede A sınıfı B sınıfı C sınıfı olmak üzere 3 kalite mal üretimi yapılmaktadır. Günde a kalite için en fazla 900, b kalite için en fazla 600 birime yeterli hammadde temin edilmektedir. Üretimde kullanılan aynı özellikte 6 makine olup üretim planlamadan gelen plana göre her makine günde 20 saat çalışabilmektedir. 1 birim a kalite için 1, B kalite için 2 ve C kalite için 4 saat makina zamanı gerekmektedir. Malların kalite düzeylerine göre karları 150, 120, 100 para birimdir. İşletme yönetimi bu bilgilere dayanarak üretim programı yapmak istemektedir.

a) Karar modelini geliştiriniz ve çözünüz.

X1: A sınıfı kaliteden üretilecek miktar

X2: B sınıfı kaliteden üretilecek miktar

X3: C sınıfı kaliteden üretilecek miktar

$$\text{MAXZ} = 150X_1 + 120X_2 + 100X_3$$

$$X_1 + 2X_2 + 4X_3 \leq 6 \cdot 20$$

$$X_1 \leq 900$$

$$X_3 \leq 600$$

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

Başlangıç Simpleks Tablosu

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	ÇÖZÜM
Z	-150	-120	-100	0	0	0	
S1	1	2	4	1	0	0	120
S2	1	0	0	0	1	0	900
S3	0	0	1	0	0	1	600

Optimal Çözüm Tablosu

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	ÇÖZÜM
Z	0	180	500	150	0	0	18000
X1	1	2	4	1	0	0	120
S2	0	-2	-4	-1	1	0	780
S3	0	0	1	0	0	1	600

A sınıfı kaliteden 120 birim üreilmesi halinde 18000 para birimiyle max kar elde edilecektir.

b) Üretim planlama 2. Ve 3. üründen en az 25 birim üretilecek şekilde yeni bir planlama yapmak istemektedir.

$$x_2 + x_3 \geq 25$$

$$-x_1 - x_2 + s_4 = -25$$

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	ÇÖZÜM
Z	0	180	500	150	0	0	0	18000
X1	1	2	4	1	0	0	0	120
S2	0	-2	-4	-1	1	0	0	780
S3	0	0	1	0	0	1	0	600
S4	0	-1	-1	0	0	0	1	-25

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	ÇÖZÜM
Z	0	0	320	150	0	0	180	13500
X1	1	0	2	1	0	0	2	70
S2	0	0	-2	-1	1	0	-2	830
S3	0	0	1	0	0	1	0	600
X2	0	1	1	0	0	0	-1	25

A sınıfı kaliteden 70 birim , B sınıfı kaliteden 25 birim üretilmesi halinde 13500 para birimiyle max kar elde edilecektir.

c) Makina sayısını 50 ye çıkararak üretim kapasitesini arttırmak isteyen işletme makine alımına yatırım yapılması halinde üretimin nasıl etkileneceğini araştırmak istemektedir.

B⁻¹.b

1	0	0	1000	1000
-1	1	0	900	-100
0	0	1	600	600

C_{BV}B⁻¹b

150	0	0	1000	150000
			900	
			600	

Optimal Tablo

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	ÇÖZÜM
Z	0	180	500	150	0	0	150000
X1	1	2	4	1	0	0	1000
S2	0	-2	-4	-1	1	0	-100
S3	0	0	1	0	0	1	600

TEMEL	X1	X2	X3	S1	S2	S3	ÇÖZÜM
Z	0	0	140	60	90	0	141000
X1	1	0	0	0	1	0	900
x2	0	1	2	0.5	-0.5	0	50
S3	0	0	1	0	0	1	600

Makine kapasitesi arttırıldığında A sınıfı kaliteden 900 birim, B sınıfı kaliteden 50 birim üretilerek 141000 para birimlik kar elde edilmektedir.

Problem 2 Lingo Çözümü

$$\text{a) MAX} = 150 \cdot X_1 + 120 \cdot X_2 + 100 \cdot X_3;$$

$$0.8 \cdot X_1 + 0.6 \cdot X_2 + 0.4 \cdot X_3 \leq 6 \cdot 20;$$

$$X_1 \leq 900;$$

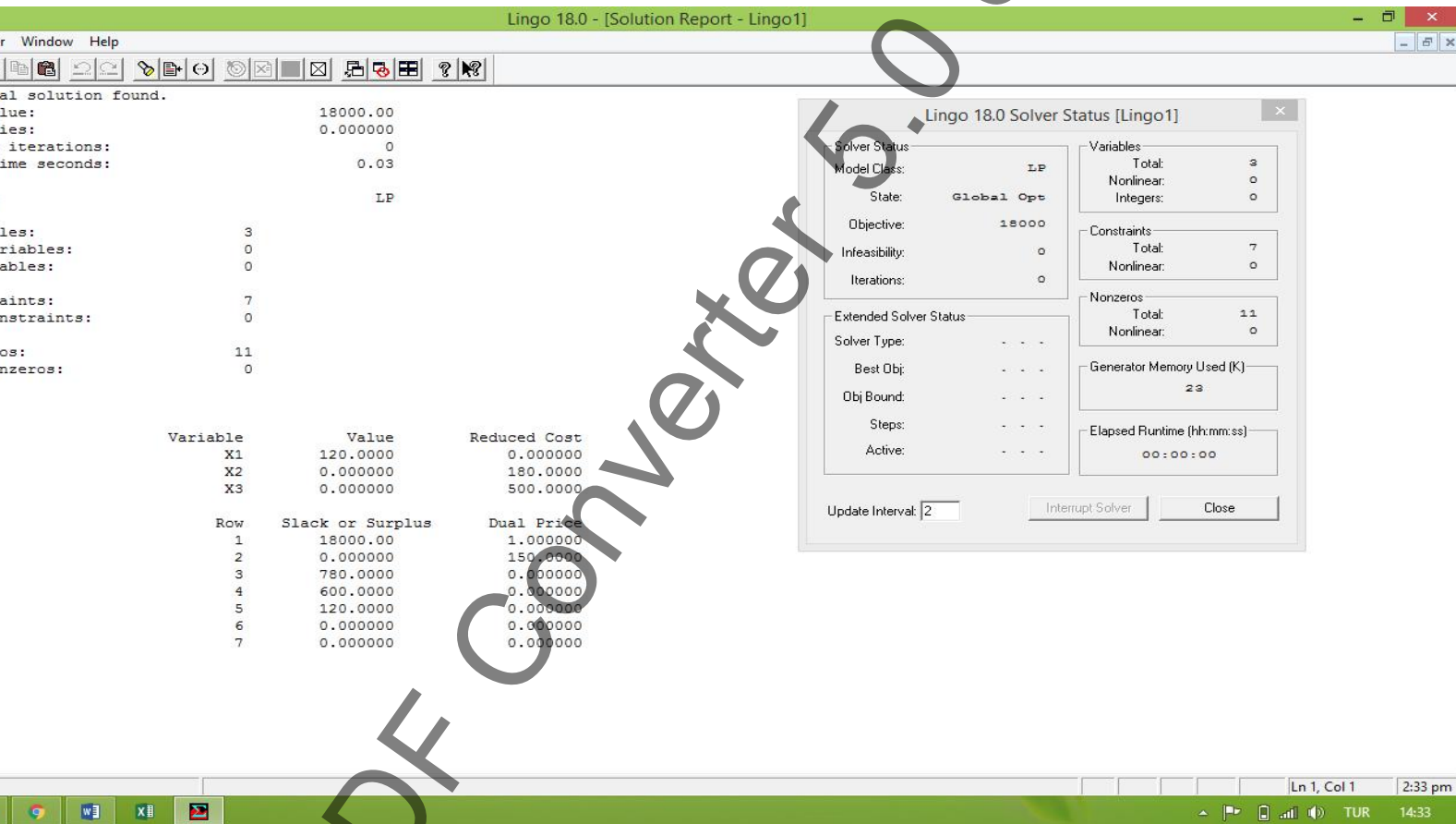
$$X_3 \leq 600;$$

$$X_1 \geq 0;$$

$$X_2 \geq 0;$$

$$X_3 \geq 0;$$

END



b) $MAX = 150 \cdot X_1 + 120 \cdot X_2 + 100 \cdot X_3$;

$1 \cdot X_1 + 2 \cdot X_2 + 4 \cdot X_3 \leq 6 \cdot 20$;

$X_1 \leq 900$;

$X_3 \leq 600$;

$X_1 \geq 0$;

$X_2 \geq 0$;

$X_3 \geq 0$;

$x_2 + x_3 \geq 25$;

END

Lingo 18.0 - [Solution Report - Lingo1]

File Edit Solver Window Help

Global optimal solution found.
Objective value: 13500.00
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 1
Elapsed runtime seconds: 0.02

Model Class: LP

Total variables: 3
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 8
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 13
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	70.00000	0.000000
X2	25.00000	0.000000
X3	0.000000	820.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	13500.00	1.000000
2	0.000000	150.0000
3	830.0000	0.000000
4	600.0000	0.000000
5	70.00000	0.000000
6	25.00000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	-180.0000

Lingo 18.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status:
Model Class: LP
State: Global Opt
Objective: 13500
Infeasibility: 0
Iterations: 1

Extended Solver Status:
Solver Type: - - -
Best Obj: - - -
Obj Bound: - - -
Steps: - - -
Active: - - -

Variables:
Total: 3
Nonlinear: 0
Integers: 0

Constraints:
Total: 8
Nonlinear: 0

Nonzeros:
Total: 13
Nonlinear: 0

Generator Memory Used (K): 23

Elapsed Runtime (hh:mm:ss): 00:00:00

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

Help, press F1 Ln 1, Col 1 3:14 pm

c) $MAX = 150 \cdot X_1 + 120 \cdot X_2 + 100 \cdot X_3$;

$1 \cdot X_1 + 2 \cdot X_2 + 4 \cdot X_3 \leq 50 \cdot 20$;

$X_1 \leq 900$;

$X_3 \leq 600$;

$X_1 \geq 0$;

$X_2 \geq 0$;

$X_3 \geq 0$;

END

Lingo 18.0 - [Solution Report - Lingo1]

Global optimal solution found.
Objective value: 141000.0
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.02

Model Class: LP

Total variables: 3
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 7
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 11
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	900.0000	0.000000
X2	50.00000	0.000000
X3	0.000000	140.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	141000.0	1.000000
2	0.000000	60.00000
3	0.000000	80.00000
4	600.0000	0.000000
5	900.0000	0.000000
6	50.00000	0.000000
7	0.000000	0.000000

Lingo 18.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status:
Model Class: LP
State: Global Opt
Objective: 141000
Infeasibility: 0
Iterations: 0

Extended Solver Status:
Solver Type: - - -
Best Obj: - - -
Obj Bound: - - -
Steps: - - -
Active: - - -

Variables:
Total: 3
Nonlinear: 0
Integers: 0

Constraints:
Total: 7
Nonlinear: 0

Nonzeros:
Total: 11
Nonlinear: 0

Generator Memory Used (K): 23

Elapsed Runtime (hh:mm:ss): 00:00:00

Update Interval: 2

Interrupt Solver Close

Ln 1, Col 1 3:22 pm

Problem 3

Bir firma yemek listesini günlük besin gereksinimleri göz önünde bulundurularak oluşturmak istemektedir. Çalışanların erkek olması yaş ,boy, kilo özellikleri göz önünde bulundurularak günlük besin gereksinimiyle ilgili yapılan araştırmalarda kilosuyla doğru orantılı olarak, her bir kilo için günde en az 5,4 gr karbonhidrat, 0,9 gr protein ve 1,2 gr yağa ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir.

Günlük ne kadar karbonhidrat, protein, yağ almalıyım?

Cinsiyetiniz: Yaş:

Boyunuz: Kilonuz:

Aktivite:

Karbonhidrat: 487 gr 1946 Kalori
Protein: 81 gr 324 Kalori
Yağ: 108 gr 973 Kalori

1.grup bakliyat menüsü oluşturacak olan şirket bu yiyeceklerin 100 gramında bulunan besin miktarlarıyla her birinin birim fiyatları (tl/100gr) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Karbonhidrat	Protein	Yağ	Birim Fiyat
Fasulye	55.9	22.6	1.6	1,8
Nohut	56.7	19.2	6.2	1,4
Barbunya	57.0	21	1	1,9

Ortalama 80 kg ağırlığındaki çalışanlarının günlük besin gereksinimini en ucuza temin edecek şekilde karşılamak için 1. ana yemek grubunda bakliyat ağırlıklı yemekler çıkaracak olan işletme her yiyecek türünden ne kadar almalıdır?

a) Karar modelini geliştiriniz ve çözünüz.

X1: Alınacak fasulye miktarı

X2: Alınacak nohut miktarı

X3: Alınacak barbunya miktarı

Karar modeli

$$\text{Min} z = 1.8x_1 + 1.4x_2 + 1.9x_3$$

$$55.9x_1 + 56.7x_2 + 57.0x_3 \geq 5.4 \cdot 80$$

$$22.6x_1 + 19.2x_2 + 21x_3 \geq 0.9 \cdot 80$$

$$1.6x_1 + 6.2x_2 + x_3 \geq 1.2 \cdot 80$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Modelin Standartlaştırılmış Hali

$$\text{Min } z = -1.8x_1 - 1.4x_2 - 1.9x_3 = 0$$

$$-55.9x_1 - 56.7x_2 - 57x_3 + s_1 = -5.4 \cdot 80$$

$$-22.6x_1 - 19.2x_2 - 21x_3 + s_2 = -0.9 \cdot 80$$

$$-1.6x_1 - 6.2x_2 - x_3 + s_3 = -1.2 \cdot 80$$

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	Çözüm
Z	-1.8	-1.4	-1.9	0	0	0	0
S1	-55.9	-56.7	-57	1	0	0	-5.4*80
S2	-22.6	-19.2	-21	0	1	0	-0.9*80
S3	-1.6	-6.2	-1	0	0	1	-1.2*80
Oran	0.032	0.02	0.03				

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	Çözüm
Z	-0.43	0	-0.5	0.02	0	0	10.67
X2	0.98	1	1.005	-0.017	0	0	7.619
S2	-3.79	0	-1.71	-0.32	1	0	74.28
S3	4.47	0	5.23	-0.1	0	1	-48.77

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	Çözüm
Z	1.43	0	1.67	0	0	0.2	21.68
X2	0.23	1	0.125	0	0	-0.17	15.49
S2	-18	0	-18.4	0	1	-3.2	225.29
S1	-44.7	0	-52.3	1	0	-10	445.93

Nohuttan 15.49 birim alınması halinde 21.68 para birimiyle maliyet minimum olacaktır.

b) Alınacak barbunya ve fasulye miktarının toplam en az 10 birim olmasını isteyen işletme yeni şartlar altında sonucun nasıl değişeceğini araştırmak istemektedir.

$$x_1 + x_3 \geq 10$$

$$-x_1 - x_3 + s_4 = -10$$

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	1.43	0	1.67	0	0	0.2	0	21.68
X2	0.23	1	0.125	0	0	-0.17	0	15.49
S2	-18	0	-18.4	0	1	-3.2	0	225.29
S1	-44.7	0	-52.3	1	0	-10	0	445.93
S4	-1	0	-1	0	0	0	1	-10

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	0	0	0.24	0	0	0.2	1.43	36.064
X2	0	1	-0.11	0	0	-0.17	0.23	12.9
S2	0	0	-0.4	0	1	-3.2	-18	401
S1	0	0	-7.6	1	0	-10	-44.7	858
X1	1	0	1	0	0	0	-1	10

Fasulyeden 10 birim nohuttan 12.9 birim alınması halinde 36.064 para birimlik maliyetle minimum maliyet elde edilmektedir.

c) Fasulye ve barbunyadan toplam en az 10 birim alınması koşuluyla alınacak yağ oranı 1.2den 1e düşürülmesi durumunda ortaya çıkacak sonucu araştırınız.

$B^{-1} \cdot b =$

0	0	-0.17	0.23
0	1	-3.2	-18
1	0	-10	-44.7
0	0	0	-1

Negatif değer oldu

$= -6.16$

-1238

-3648

-80

Negatif değer oldu
ğundan dual çözüm yapılır.

ğundan dual çözüm yapılır.

0
$5.4 \cdot 80$
$0.9 \cdot 80$
$1 \cdot 80$

$C_{BV} B^{-1} b$

0	0	0.2	1.43
---	---	-----	------

0
$5.4 \cdot 80$
$0.9 \cdot 80$
$1 \cdot 80$

128.8

OPTİMAL TABLO

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	0	0	0.24	0	0	0.2	1.43	128.8
X2	0	1	-0.11	0	0	-0.17	0.23	-6.16
S2	0	0	-0.4	0	1	-3.2	-18	-1238
S1	0	0	-7.6	1	0	-10	-44.7	-3648
X1	1	0	1	0	0	0	-1	-80

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
-------	----	----	----	----	----	----	----	-------

Z	-0.2	0	0.04	0	0	0	0.53	55.84
X2	0	1	0.0192	0.17	0	0	0.98	5.58
S2	0	0	2032	-0.032	1	0	-3.69	-70.64
S3	0	0	0.76	-0.01	0	1	4.47	364.8
X1	1	0	1	0	0	0	-1	-80

Temel	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	Çözüm
Z	0.33	0	0.57	0	0	0	1.43	32.45
X2	0	1	-0.097	0	0	-0.161	0.258	10
S2	0	0	-0.258	0	1	-3.09	-17.65	352
S1	0	0	-6.587	1	0	-9.145	-41	712
X1	1	0	1	0	0	0	-1	10

Yağ oranı kilogram başına 1 birime düşürüldüğünde fasulye ve nohuttan 10 ar birim alınması halinde 32.45 para birimiyle minimum maliyet elde edilecektir.

a) $\text{Min} = 1.8 \cdot x_1 + 1.4 \cdot x_2 + 1.9 \cdot x_3$;
 $55.9 \cdot x_1 + 56.7 \cdot x_2 + 57.0 \cdot x_3 \geq 5.4 \cdot 80$;
 $22.6 \cdot x_1 + 19.2 \cdot x_2 + 21 \cdot x_3 \geq 0.9 \cdot 80$;
 $1.6 \cdot x_1 + 6.2 \cdot x_2 + x_3 \geq 1.2 \cdot 80$;
 $x_1 \geq 0$;
 $x_2 \geq 0$;
 $x_3 \geq 0$;
end

Lingo 18.0 - [Solution Report - Lingo1]

1 optimal solution found.
 Objective value: 21.67742
 Solver iterations: 1
 Elapsed runtime seconds: 0.02

Class: LP

Variables: 3
 Near variables: 0
 Integer variables: 0

Constraints: 7
 Near constraints: 0

Nonzeros: 15
 Near nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	1.438710
X2	15.48387	0.000000
X3	0.000000	1.674194

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	21.67742	-1.000000
2	445.9355	0.000000
3	225.2903	0.000000
4	0.000000	-0.2252065
5	0.000000	0.000000
6	15.48387	0.000000
7	0.000000	0.000000

Lingo 18.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status
 Model Class: LP
 State: Global Opt
 Objective: 21.6774
 Infeasibility: 0
 Iterations: 1

Variables
 Total: 3
 Nonlinear: 0
 Integers: 0

Constraints
 Total: 7
 Nonlinear: 0

Nonzeros
 Total: 15
 Nonlinear: 0

Extended Solver Status
 Solver Type: - - -
 Best Obj: - - -
 Obj Bound: - - -
 Steps: - - -
 Active: - - -

Generator Memory Used (K): 23

Elapsed Runtime (hh:mm:ss): 00:00:00

Update Interval: 2

Interrupt Solver Close

Ln 1, Col 1 9:52 pm

b) $\text{Min} = 1.8 \cdot x_1 + 1.4 \cdot x_2 + 1.9 \cdot x_3$;

$$55.9 \cdot x_1 + 56.7 \cdot x_2 + 57.0 \cdot x_3 \geq 5.4 \cdot 80;$$

$$22.6 \cdot x_1 + 19.2 \cdot x_2 + 21 \cdot x_3 \geq 0.9 \cdot 80;$$

$$1.6 \cdot x_1 + 6.2 \cdot x_2 + x_3 \geq 1.2 \cdot 80;$$

$$x_1 + x_3 \geq 10;$$

$$x_1 \geq 0;$$

$$x_2 \geq 0;$$

$$x_3 \geq 0;$$

end

Lingo 18.0 - [Solution Report - Lingo1]

Global solution found.

Objective value:	36.06452
Iterations:	0.000000
Primal iterations:	2
Time seconds:	0.03

Model Class: LP

Variables:	3
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints:	8
Nonlinear:	0

Nonzeros:	17
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	23
---------------------------	----

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	00:00:00
----------------------------	----------

Variable	Value	Reduced Cost
X1	10.00000	0.000000
X2	12.90323	0.000000
X3	0.000000	0.2354839

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	36.06452	-1.000000
2	858.6129	0.000000
3	401.7419	0.000000
4	0.000000	0.2258065
5	0.000000	-1.438710
6	10.00000	0.000000
7	12.90323	0.000000
8	0.000000	0.000000

Lingo 18.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status

Model Class: LP

State: Global Opt

Objective: 36.0645

Infeasibility: 0

Iterations: 2

Extended Solver Status

Solver Type: - - -

Best Obj: - - -

Obj Bound: - - -

Steps: - - -

Active: - - -

Update Interval: 2

Interrupt Solver

Close

Ln 1, Col 1 6:23 pm

TUR 18:23

c) $\text{Min} = 1.8x_1 + 1.4x_2 + 1.9x_3$;

$55.9x_1 + 56.7x_2 + 57.0x_3 \geq 5.4 \cdot 80$;

$22.6x_1 + 19.2x_2 + 21x_3 \geq 0.9 \cdot 80$;

$1.6x_1 + 6.2x_2 + x_3 \geq 1 \cdot 80$;

$x_1 + x_3 \geq 10$;

$x_1 \geq 0$;

$x_2 \geq 0$;

$x_3 \geq 0$;

end

