

ESKİŞEHİR İKTİSADİ VE TİCARİ İLİMLER AKADEMİSİ

ESKİŞEHİR
İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi
Kütüphanesi

Demirbaş No. : 18272
Tasnif No. su : 5/324
Kitabın Gel'ş Ta. :

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA METODU İLE ÜRETİM PLANLAMASI VE BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE UYGULAMA.

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
Merkez Kütüphane

Dr. Musa Şenel

ESKİŞEHİR
İKTİSADİ VE TİCARİ İLİMLER AKADEMİSİ

Demirbaş No. : 9425
Tasnif No. su : 5/324

— Doçentlik Tezi —
1972

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
GİRİŞ	1
A) Karar Verme Ameliyesi	2
a) Problemin Belirlenmesi	2
b) Çözümde Etkili Olan Faktörlerin ve Sınırlandırmaların Belirlenmesi	3
c) Verilerin Toplanması, Güven Sınırlarının Belirlenmesi ve Karar Alanının Daraltılması	3
d) Alternatiflerin Belirlenmesi	4
e) Karar İçin Temel Olan Çözümün Seçimi	4
B) Kantitatif Tekniklerin İşletme Kararlarındaki Yeri	5
C) Kantitatif Tekniklerin Amaçları ve Metodları	7
a) Kantitatif Tekniklerin Amacı	7
b) Kantitatif Tekniklerin Metodları	8

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL PROGRAMLAMANIN TEMEL ESASLARI

A) Doğrusal Programlama Nedir?	12
B) Doğrusal Programlamanın Uygulanma Şartları	13
C) Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması	15
a) Problemin Tanıtılması	15
b) Matematik Modelin Kurulması	15
aa) Modelin Değişkenlerinin Belirlenmesi	16
bb) Modelin Genel Olarak Gösterilmesi	17
cc) Modelin Parametrelerinin Belirlenmesi	18
D) Simplex Metodu	22
a) Belirtisiz ve Suni Değişkenlerin Belirlenmesi	22
b) İlk Simplex Tablosunun Düzenlenip İncelenmesi	25
c) Simplex Metodu ile Çözümün Yapılması	27
aa) Kâr Maksimizasyonu Modellerinin Simplex Metodu ile Çözümü	27
bb) Masraf Minimizasyonu Modellerinin Simplex Metodu ile Çözümü	30
d) Simplex Metodunda Bozulma	30

İKİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL PROGRAMLAMANIN BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMASI İÇİN UYGULANMASI

A) İşletmenin Üretim Departmanla- riyle Bunlarda Yapılan İşlemler	34
a) Vatka Departmanı	34
b) Tarak Departmanı	35
c) Cer Departmanı	35
d) Fıtil Departmanı	35
e) İplik Departmanı	36
f) Düzeltme Departmanı	36
g) Dokuma Departmanı	37
B) Birinci Model	37
a) Problemin Belirlenmesi	37
b) Modelin Değişkenleri ile, Bunlar Arasındaki İlginin Belirlenmesi	39
c) Modeldeki Bağlantılara Belirtisi ve Suni Değişkenlerin Eklenmesi	41
d) Birinci Simplex Tablosunun Düzenlenmesi	43
e) Objektif Fonksiyonun Belirlenmesi	44
f) Simplex Metodu ile Çözümün Yapılması	44
aa) İlk Adım	44
bb) İkinci Adım	50
cc) Üçüncü Adım	54
dd) Dördüncü Adım	56

g) Bulunan Çözümünden, İşlenecek Üretim Tekniğinin ve Makinaların Çalışma Sürelerinin Belirlenmesi	58
C) İkinci Model	59
a) Problemin Belirlenmesi	60
b) Modelin Değişkenleri ile, Bunlar Arasındaki Matematik Bağlantıların Kurulması	62
c) Modeldeki Bağlantılara Belirtisiz ve Sani Değişkenlerin Eklenmesi	63
d) Birinci Simplex Tablosunun Düzenlenmesi	64
e) Objektif Fonksiyonun Belirlenmesi	64
f) Simplex Metodu ile Çözümün Yapılması	65
aa) İlk Adım	65
bb) İkinci Adım	68
cc) Üçüncü Adım	73
dd) Dördüncü Adım	75
g) Bulunan Çözümünden, İşlenecek Üretim Tekniğinin ve Makinaların Çalışma Sürelerinin Belirlenmesi	75
D) Üçüncü Model	78
a) Değişkenler ile, Bunlar Arasındaki İlginin Belirlenmesi	80
b) Simplex Metodu ile Çözümün Yapılması	81
aa) İlk Adım	82
bb) İkinci Adım	85
cc) Üçüncü Adım	88
dd) Dördüncü Adım	90
c) Bulunan Çözümünden, Makinaların Çalışma Sürelerinin Belirlenmesi	92

G İ R İ Ő

Sanayileşmenin gelişmesine paralel olarak, işletmelerde geniş ölçüde makinalaşmaya yer verilmiş; özellikle üretim alanında teknik bilgilere verilen önem sürekli olarak artmıştır. Makinaların etkili bir biçimde kullanılması ve bunların insan unsuruna göre ayarlanması, ancak teknik bilgilere dayanılarak gerçekleştirilebilir. Özellikle yalınlaştırma ve standartlaştırma; fabrika içinin yerleştirilmesi ve kapasite ayarlanması gibi faaliyetlerin başarılanması için ileri bir teknik bilgiye ihtiyaç vardır (1).

20 inci yüzyılın başlarında işletme yöneticileri, belirli bir konuda karar verebilmek için iş tecrübelerine ve teknik bilgilerine dayanırlardı. Günümüzün işletme yöneticileri ise, karar verirken iş tecrübelerinin ve teorik bilgilerinin yanısıra, kantitatif tekniklerden de geniş ölçüde yararlanırlar (2). Meselâ, incelememizde model olarak aldığımız pamuklu dokuma fabrikasında, pamuktan dokumaya kadar; votka, tarak, oer, fitil ve iplik olmak üzere beş üretim departmanı vardır. Eğer bu fabrikanın yöneticisi, düzenleştirmeyi sağlayamazsa,

(1) OLUÇ, MEHMET; İşletme Organizasyonu ve Yönetimi; Sermet Matbaası; İstanbul 1963; s. 13-14.

(2) CHARLES, D. FLAGEL HUGINS, WILLIAM H.; ROY, NOBERT H.; Operation Research and System Engineering; The John Hopkins Press; Baltimore 1964; s. 365-366.

bir bölümün işi, diğer bir bölümün işine bağlı olduğundan ve her bölüm kendi işinin bitiminden sorumlu bulunduğundan, daha sonraki bölümlerin işleri aksayabilir. Şu halde, yöneticinin iyi bir kapasite ayarlaması yaparak düzenleştirmeyi sağlaması gerekir. İyi bir kapasite ayarlamasını iş tecrübesinden ve subjektif esaslardan hareket ederek yapmak çok güçtür. İşte bu noktada, karar verme durumunda olan yönetici kantitatif tekniklerin yardımını ister. Buna benzer işletme problemlerinin çözümünde daima kantitatif tekniklerden yararlanılır.

Kantitatif tekniklerin, işletme yöneticilerine karar vermede nasıl yardımcı olduklarını açıklayabilmek için, karar verme ameliyesinin kısaca açıklanmasında yarar vardır.

A) K a r a r V e r m e A m e l i y e s i :

Karar verme kendine özgü bir idarî ameliyedir. Sevk ve İdare biliminde "problem çözme" deyimini "karar verme" olarak bilir (3). Genel bir kavram olan problem çözme, problemin ne olduğunun ve çözümlenerek sonucunun bulunması anlamını taşır. Karmaşık bir ameliye olan karar vermeyi beş basamakta inceleyeceğiz.

a) Problemin Belirlenmesi:

Problemin belirlenmesi, ilk ve en önemli safhadır. Karar verme ameliyesinin en önemli safhası, hakkında karar verilecek

(3) GAVETT, J. WILLIAM; Production and Operations Management; Horcourt, Brace and World Inc.; New York 1968; s. 16-17.

AKÜN, FARUK; İstihsal İdaresi Modern Teknikleri; Teknik Üniversite Matbaası; İstanbul 1969; s. 35.

doğru soruyu belirlemektir. İşletme problemlerinin bir tek çözümü yoktur. En iyi çözüm, her birinin kendine özgü riski bulunan ve her birisi tek başına birer çözüm olan çeşitli alternatifler arasından seçilenidir. Bu safhada, alternatifler arasından seçilecek doğru cevabın verilmesini gerektiren doğru sorunun belirlenmesi gerekir (4).

b) Çözüme Etkili Olan Faraziyelerin veya Sınırlandırmaların Belirlenmesi:

Organizasyonun esas amaçları ve politikaları nelerdir? Bu politika ve amaçlar esas çözüme etkili olabilirler mi? Otorite seviyesi nasıldır? Problemi çözen, kendi otoritesinden yararlana-
cak mıdır? Bu kararı vermek için önceden kabul edilmiş faraziyeler var mıdır? Kabul edilen faraziyeler çözüme nasıl katılacaktır? Bu soruların cevapları kesinlikle verilirse, çözümü etkileyen veya sınırlayan faraziyeler belirlenmiş olur (5).

c) Verilerin Toplanması, Güven Sınırlarının Belirlenmesi ve Karar Alanının Daraltılması:

İşletme biliminde, karar verme ameliyesi içerisinde yalnızca, "verileri toplamak" deyimi vardır. Fakat, "söz konusu durumda, veri olarak neler kabul edilecektir? Verilerin doğruluk ve konu ile ilgi dereceleri nedir?" gibi sorulara tam bir cevap verilmemektedir.

(4) BRABB, GEORGE J.; Quantitative Management; Holt, Rinehart and Winston Inc.; New York 1968; s. 4-5.

(5) BRABB, GEORGE J.; A.g.e., s. 5-6.

TOSUN, KEMAL; Sevk ve İdare; İstanbul 1961; s. 545 ve sonrası.

Doğal bilimlerde, elde edilen verilerin güven dereceleri yüksek olduğu için, karar verme alanı dardır. Fakat, gerçek hayatta karşılaşılan işletme problemlerinde, karar verme alanı geniştir. Karar verme durumunda olan yönetici, elinde bulunan verilerin güven derecelerini belirler ve böylece karar verme alanını sınırlar. Başka bir deyişle, yönetici elinde bulunan verilerden güven dereceleri yüksek olanları alır ve bu bilgilerin ışığı altında kararını verir (6).

d) Alternatiflerin Belirlenmesi:

Elde edilen verilerden çeşitli alternatifler meydana getirilir. Bu alternatiflerin her birisi, kendi başına birer çözümdür. Bulunan alternatiflerin her birinin kendine özgü risk derecesi, yararı, sakıncası ve güven derecesi vardır. Alternatiflerin güven derecelerinin karşılaştırılması için test yapılır. Test sonunda, güven dereceleri yüksek olan alternatifler seçilir. Bu alternatifler arasından seçim yapacak yöneticinin, alternatifleri ve bunların ne anlama geldiğini çok iyi bilmesi gerekir.

e) Karar İçin Temel Olan Çözümün Seçimi:

Bu safhada, bir önceki safhada bulunan alternatifler arasından seçim yapılır. Seçim yapılırken, işletmedeki insan unsuru ile, işletme dışındaki grupların (halk, devlet ve diğer işletmeler) davranışları da göz önüne alınır. İşletmedeki insan unsuru tarafından benimsenmiş ve anlaşılmış olan karar, en etkili olanıdır. İnsan

(6) BRABB, GEORGE J.; A.g.e., s. 6.

O' DONNELL AND KOONTZ; Principles of Management of Managerial Functions; Mc Graw-Hill; New York 1968; s. 153.

unsurunun verilen karar karşısındaki davranışlarının belirlenmesi için, güvenilir bir soruşturma tekniğinin uygulanması gerekir (7).

B) K a n t i t a t i f T e k n i k l e r i n İ Ő l e t -
m e K a r a r l a r ı n d a k i Y e r i :

Daha önce genel olarak incelenen karar ameliyesinin her safhasında, verilerin uygunluğunu ve rasyonelliğini belirlemek için, kantitatif tekniklerin yardımı istenir. Karar verme ameliyesinin en önemli özelliklerinden birisi, kararın zamanında alınmasıdır. Bu bakımdan karar verme durumunda bulunan yönetici, kendisine kısa zamanda gözle görülebilen sonuçlar veren tekniklerin yardımına ihtiyaç duyar (8).

Günümüzde işletme yöneticilerinden, geçmişe göre, çok daha çarpışık durumlar için karar vermeleri istenir. Meselâ, bir işletmenin üretiminin plânlanması istenirse, çeşitli departmanlarda aşağıdaki faaliyetlere yer verilecektir:

a) Üretim Departmanı:

Bu departmanda güdülen amaç, üretim hacminin maksimum; üretim masraflarının minimum kılınmasıdır. Üretim yapılırken, ham maddeler arasındaki ikâme oranlarından yararlanılarak masraf minimizasyonu yapılabilir. Ayrıca, üretim departmanlarında bulunan makinelerin her çeşit mamulün bir biriminin üretimi için kullanılı-

(7) DRUCKER, PETER F.; Management Science and Manager; Management Science; Volume I - 1954; s. 116-117.

(8) GÜLÇÜR, FAZIL; İşletmelerde Faaliyet Araştırmaları; Berksoy Matbaası; İstanbul 1966; s. 7.

BRABB, GEORGE J.; A.g.e., s. 7.

LEVY, F.K.; Adaption in the Production Process; Management Science, Vol. II - 1965; s. 152-153.

dıkları zaman ve dolayısıyla birim maliyetleri farklı olabilir. Bu gibi durumlarda, belirli miktarda mamulün minimum masrafla (veya maksimum kâr sağlayacak şekilde) üretimi için, izlenecek üretim tekniğinin belirlenmesi istenir. Bir işletmede çeşitli üretim yapılıyorsa, bu üretim için birçok makina ve ham madde kullanılacaktır. İş tecrübesinden yararlanılarak izlenecek üretim tekniğini bulmak çok güçtür. Bu gibi işletme kararlarında, verilerin analizinde istatistik metodlardan; alternatifleri bulmak ve son çözüme varmak için de, kantitatif bir teknik olan doğrusal programlama (uzun devreli problemlerde doğrusal olmayan programlama) metodundan yararlanılır.

b) Pazarlama Departmanı:

Pazarlama departmanında amaç, satış hacminin maksimum; birim başına düşen satış masrafını minimum kılmaktır. Ayrıca, bu departmanda işletmede, geçmişte elde edilen verilerin analizi ile talep tahminleri yapılır. Bu tahminler yapılırken istatistik metodlarından yararlanılır. Bunun yanı sıra, satış miktarları ile üretim arasındaki bağlantıdan yararlanarak, işletmenin stok politikası da kantitatif tekniklerle belirlenir.

c) Personel Departmanı:

Bu departman, personelin düzenli bir şekilde çalışması ve produktivitenin artırılması amacını güder. Kantitatif teknikler yardımıyla produktivite hesapları yapılır (9).

(9) DANTZIG, GEORGE B.; Thoughts on Linear Programming and Automation; Management Science; Volume 3 - 1957; s. 131-132-133.

WEINWURM, ERNEST H.; Limitation of Scientific Method in Management Science; Management Science, 1965 II; s. 225-226.

GÜLÇÜR, FAZIL; A.G.E., s. 259.

Verilecek kararlarda, kantitatif teknikler işletme yöneticilerine bir noktaya kadar yardımcı olur. Ayrıca, son çözüme varabilmek için, kantitatif tekniklerle bulunan çözüme, işletmedeki insan unsurunun davranışlarının da eklenmesi gerekir. Meselâ, yapılacak bir işgücü plânlamasında, işletmede uygulanan kantitatif teknik, işçilerin mevsimlik çalıştırılması sonucunu verebilir. Karar verme durumunda olan yöneticinin mevsim başında işe alınıp, mevsim sonunda işten çıkarılan işçilerin morallerinin bozulacağını göz önüne alarak, işgücü miktarını mümkün olduğu kadar sabit tutup, diğer faktörler arasından seçim yapması faydalı olur (10).

Daha önce değindiğimiz işletme departmanlarının, kendi bünyelerinde verilecek bir çok kararlar olduğu gibi, bütün departmanları ilgilendiren kararların verilmesi zorunluğu da olabilir. Böyle kararların alınmasında, mutlaka kantitatif tekniklere başvurmak gerekir.

C) K a n t i t a t i f T e k n i k l e r i n A m a ç l a r ı v e M e t o d l a r ı :

a) Kantitatif Tekniklerin Amacı:

İşletme yöneticisi, daha önce de belirtildiği gibi, kantitatif teknikleri birer amaç olarak kullanır. Bu nedenle, kantitatif tekniklerle varılacak sonuçların, işletme yöneticisinin kararlarının yerini aldığı söylenemez. Bu teknikler yöneticiye, daha etkili ve daha belirli bir karar verme bakımından yol gösterici olur.

Kantitatif tekniklerin başta gelen amacı, yöneticilere doğru çözüme varabilmeleri için, gerekli olan alternatifleri göstermektir.

(10) ACKOFF, RUSSEL L.; SASIENI MAURICE W.; Operation Research; John Wiley and Son.; London 1968; s. 2-3.

KIRCHER, PAUL; Management Planning and Control; Management Science; Volume 3 - 1956; s. 3-4.

Ayrıca, bu teknikler yöneticinin önceden göremediği bazı alternatiflerin önemlilik derecelerini göstererek onu uyarır (11).

b) Kantitatif Tekniklerin Metodları:

İşletmelerde karar verme ameliyesine yardımcı olan kantitatif teknikler, müsbet bilimlerden matematik, fizik, kimya ve istatistik metodlardan yararlanılarak uygulanır. Bu bakımdan, kantitatif tekniklerin kendilerine özgü metodları yoktur. Bunların da metodları, müsbet bilimlerin metodları olan analiz ve sentezdir (12).

Kantitatif tekniklerde karar ameliyesi matematik bir model ile belirlenir. Model, karar için gerekli olan alternatifleri ve bunların karara etkilerini rakamlarla gösterir. O halde, burada model kurmanın safhalarına incelemek gerekir.

Modeli kurmak için genellikle şu safhalar izlenir:

aa) Problemin Belirlenmesi:

Bu safhada problemin ne olduğu ve hangi unsurlardan meydana geldiği belirlenir. Bu unsurlar, modele girecek statik ve dinamik değişkenler ile, bunlarla ilgili sınırlandırmalar ve yan şartlardır. Ayrıca, kurulacak modelin amacı ve sınırları da belirlenir.

bb) Modelin Kurulması:

Bu safhada daha da detaya inilir. Bir önceki safhada belirlenen değişkenler arasındaki ilgi, genel bir model içerisinde göster-

(11) MARTIN E. W. Jr.; Mathematic for Decision Making; Richard D. Irwin; Ontario 1969; s. 1-2-3.

(12) SAATY, THOMAS L.; Mathematical Methods of Operation Research; Mc Graw-Hill; New York 1959; s. 185.

rilir. Harflerle gösterilen parametreler yardımıyla, değişkenler arasındaki matematik bağlantılar kurulur. Ayrıca, modelin amacını gösteren fonksiyon da genel olarak belirlenir (13).

cc) Modelin Parametrelerinin Belirlenmesi:

İşletme problemlerinde parametreler şu şekillerde belirlenirler:

- aaa) İşletmede, bulunan zaman, kalite, ham madde ve maliyet standartları,
- bbb) Üretime katılan üretim faktörlerinin bileşim oranlarını gösteren teknik katsayılar,
- ccc) Geçmişte elde edilen verilerin analizi ile bulunan sonuçlar,
- ddd) Kurulan model için, yapılan ölçümlerden elde edilen veriler (14).

Modeldeki değişkenler ve bunlar arasındaki ilgi ayrıntılı bir biçimde incelenmişse, modelin çözümü güçleşirse de, çıkacak sonuç daha güvenilir olur. Eğer model çok basit ise, basitleştirme işlemi bazı değişkenleri yok farzedilerek yapıldığı için, çıkan sonuçta

(13) DRUCKER, PETER F.; Management Science and Manager; Management Science; Volume I - 1954; s. 124-125.

(14) MILLER, DAVID W.; The Logic of Quantitative Decisions; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1969; s. 16-17.

BOEMAN E. H.; FETTER R.B.; Analysis for Production and Operations Management; Richard D. Irwin; Ontario 1967; s. 134-136.

bütün değişkenlerin etkisi olmayacaktır. Bu bakımdan, çıkan sonuç pek güvenilir olmaz. O halde, güvenilir bir model kurmak için, etkili olabilecek bütün değişkenleri çözüme katmak gerekir (15).

dd) Bu safhada model çözümlür ve rakamlarla ifade edilen bir sonuç bulunur.

Buraya kadar yapılan işlemlerde, sentez metodu kullanılır, yani, veriler toplanır, model kurulur ve bir çözüme varılır. Çözüm yapıldıktan sonra da çıkan sonuçtan bir analiz yapılır. Analiz sonucunda, verilen karar ile ilgili görev ve sorumluluklar belirlenerek, modele kalitatif etkenler de eklenir. Böylece genel bir çözüme varılır.

Çalışmamızda, işletmelerde karar verme durumunda olan yöneticiye yardımcı bir teknik olan doğrusal programlamayla, bir tekstil işletmesinde üretim plânlanması yapılmıştır.

Birinci bölümde; doğrusal programlama tekniğinin ne olduğu, uygulanma şartları ve çözüm metodu olan "simplex", incelenmiştir. Doğrusal programlama geniş bir konudur. Bu konu yerli ve yabancı kaynaklarda geniş şekilde incelenmiştir. Bu bakımdan, birinci bölümde doğrusal programlamadan kısaca söz edilmiştir.

(15) WAGNER, HARVEY M.; Principles of Operation Research; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1969; s. 16-17.

BIERMAN, HAROLD; BONINI, CHARLES; HAUSMAN, WARREN H.; Analysis for Business Decisions; Richard D. Irwin; Ontario 1969; s. 1-2-3-4.

İkinci bölümde, model olarak alınan tekstil işletmesinin departmanlarıyla, buralarda üretimle ilgili ne gibi işlemler yapıldığı incelenmiştir. Üretimi plânlanan işletmenin votka, tarak ve cer departmanlarında pamuğun işlenmesi için, uygulanan üretim tekniğinde alternatif yoktur. Bundan dolayı, söz konusu departmanlardaki üretimle ilgili işlemler modellere alınmamıştır. İplik, dokuma ve iplik düzeltme (bobin) departmanlarında bulunan makinaların kapasiteleri, bir birim üretim için kullanıldıkları zaman ve değişen birim maliyetleri farklıdır. Bazı mamullerin talepleri sınırlı olduğu için, bunların üretimi modellerde sınırlandırılmıştır. Departmanlarda bulunan her makinanın belirli bir birimin üretimi için, bir dakikalık çalışma maliyetleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada, kurulan modellerin parametreleri belirlenen zaman ve maliyet standartlarından yararlanılarak bulunmuştur.

Dokuma departmanında, üretilen her çeşit mamulün metre ağırlığı ve dolayısıyla kullanılan atkı ve çözümlü ipliği oranları da değişiktir. Araştırmada, birer metrelik dokuma birimleri gözönüne alınıp, parametreler buna göre belirlenmiştir.

İşletmenin bu dört departmanında, her çeşit mamul için, nasıl bir üretim tekniği uygulanacağı maksimum kâr (minimum masraf) sağlayacak şekilde doğrusal programlama tekniği ile hesaplanmıştır. Kurulan modellerde, kısa devreler gözönüne alınmıştır.

B İ R İ N C İ B Ö L Ü M

DOĞRUSAL PROGRAMLAMANIN TEMEL ESASLARI

A) Doğrusal Programlama Nedir ?

Bir matematikçiye doğrusal programlamanın ne olduğu sorulursa, alınacak cevap, "doğrusal bazı limitler altında bir fonksiyonun maksimum veya minimum kılınma tekniğidir" olacaktır. Aynı soru bir iktisatçıya sorulursa, "doğrusal programlamanın hudutlu imkânların dağıtımında kullanılan bir teknik" olduğu cevabı alınacaktır. İşletme iktisadında ise, doğrusal programlama, önceden belirlenmiş bir amacın, meselâ, minimum masraf veya maksimum kârın, gerçekleştirilmesini sağlayan bir tekniktir. Başka bir deyişle, işletmecinin çeşitli alternatifler arasından seçim yapıp karar vermesi için, yararlanacağı teknik doğrusal programlama olacaktır (1).

(1) GÖNENLİ, ATILLA; Doğrusal Programlama; Sevk ve İdare Dergisi Özel Bası 3; s. 1.

EDISON, R. T.; Operational Research in Management; The English Universities Press; London 1962; s. 159.

O' DONNELL and KOONTZ; A.g.e., s. 171.

B) Bir Modelin Doğrusal Programlamayla Çözülebilmesi İçin, Modelde Bulunması Gereken Şartlar :

Bir modelin doğrusal programlama tekniği ile çözülebilmesi için, modelde aşağıdaki şartların bulunması gerekir.

a) Modelin unsurları rakamla ifade edilebilmelidir. Bu özellik matematik modellerin en önemli şartıdır. Doğrusal programlama, rakamla ifade edilemeyen (kalitatif) unsurları içine alan modellerin çözümünde kullanılamaz.

b) Değişkenler arasında alternatif seçim mümkün olmalıdır.

Objektif fonksiyondaki şartı gerçekleştirilebilmek için, üretim faktörleri ve üretim teknikleri arasında bir seçim yapılabilmelidir. Meselâ, yalnızca bir makineye veya insan emeğine ihtiyaç gösteren üretim tekniklerinde, seçim yapılması mümkün olmadığından, doğrusal programlama uygulanamaz (2).

c) Değişkenler arasında kurulan bağlantıların, lineer olması gerekir.

Lineerlik denince, modelde bulunan bütün eşitlik ve eşitsizliklerin içindeki değişkenlerin, birinci dereceden olması ve bu ifadelerin grafiklerinin bir yüzeyi göstermesi anlaşılır. Bu özellik doğrusal programlamaya uygulanırsa, her değişkenin başındaki katsayının sabit ve değişkenin birinci dereceden olması gerektiği sonucuna varılır.

(2) FRAZER, J. RONALT; Applied Linear Programming Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1968; s. 4.

KAUFMANN, ARNOLD; Methode and Models of Operations Research; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1963; s. 26-27-28.

Meselâ, (A) malının bir biriminin üretilmesi için (4) dakikalık bir zamana ihtiyaç varsa, bu maldan (100) birim üretebilmek için (400) dakika zamana ihtiyaç olacaktır. Burada, zaman ile miktar arasındaki ilgi doğrusaldır. Eğer, (A) malının üretiminde kullanılacak makinanın (400) dakikalık kullanılacak zamanı varsa, aradaki ilgi,

$$4 A = 400$$

şeklinde olacaktır. Herhangi bir nedenle, herhangi bir birimin üretimi, diğer birimlerin üretiminden daha az veya çok zaman almışsa, bu modelde doğrusallık şartı gerçekleşmemiş olur.

Yukarıda misâl olarak verilen işletmede, (A) malı ile birlikte (B) malı da üretiliyorsa, bunun bir biriminin üretimi için (2) dakikalık bir zamana ihtiyaç varsa, aradaki bağlantı,

$$4 A + 2 B = 400$$

şeklinde dir. Bu bağlantının, ikili koordinat sisteminde, geometrik ifadesi bir doğrudur (3).

d) Doğrusal programlamanın uygulanacağı işletme problemi kısa devreli olmalıdır.

(3) GIUSEPPE, M. FERRERO dı ROCCOPERRERA; Operations Research Models; South-Western Publishing Com.; Chicago 1964; s. 296.

GARR, CHARLES R.; HOWE CHARLES W.; Quantitative Decisions Procedures in Management and Economics; Mc Graw-Hill; New York 1964; s. 129 ve sonrası.

MAGEE JOHN F.; Production Planning and Inventory Control; Mc Graw-Hill; New York 1968; s. 149.

Doğrusal programlamanın en önemli şartı olan doğrusallık, ancak kısa devrede gerçekleşebilir. Meselâ, kâr maksimizasyonu problemlerinde, fiyatlar ancak kısa devrede sabit olabilir. Eğer uzun bir devre ele alınıp, doğrusal programlama tekniği uygulanırsa, doğrusallık şartı gerçekleşmeyeceğinden çıkan sonuç yanlış olur. Çünkü, uzun devrede fiyatlar çeşitli etkenlerle değişebilir (4).

Ayrıca, işletmeler uzun devrede makinalarını yenileyebilirler veya başka bir üretim tekniğiyle üretim yapabilir. Uzun devrede, azalan masraflar kanunu gereğince, belirli bir süre masraflar azalır ve bir noktadan sonra masraflar yükselmeye başlar. Bu gibi hallerde, değişkenler arasındaki ilgi doğrusal değildir. Demek ki, uzun devreyi kapsayan modellerin çözümünde doğrusal olmayan programlama teknikleri kullanılmalıdır (5).

C) Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması :

Doğrusal programlama modelinin kurulabilmesi için aşağıdaki sıra izlenir.

a) Problemin Tanıtılması :

Elde edilen veriler ve standartlar (zaman, ham madde ve maliyet) tanıtılır. İzlenecek üretim teknikleri ve bu tekniklerin her birinin uygulanmasıyla üretilebilecek mamullerin birim maliyetleri (veya bir birimin satışından sağlanacak kâr) hesaplanır. Ayrıca, üretilecek mamullerin talep miktarları da belirlenir.

(4) MILLER, DAVID W.; A.g.e., s. 265-266.

(5) KAUFMANN, ARNOLD; Methods and Models of Operations Research; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1963; s. 26-27.

DANTZIG, GEORGE B.; Adı geçen makale; s. 131.

b) Matematik Modelin Kurulması:

Giriş bölümünde açıklandığı gibi, bu safhada aşağıdaki işlemler yapılır.

aa) Modelin Değişkenlerinin Belirlenmesi:

İşletme problemlerine doğrusal programlama modellerinde, genellikle üretim hacmi, makinelerin çalışma zamanları, üretimde kullanılan ham madde miktarları ve üretim için yapılan masraflar değişken olarak alınır. Değişkenleri belirlerken özellikle şu noktalara dikkat etmek gerekir:

aaa) Üretimde yapılan her değişiklik (üretim tekniği, maliyet v.s.) modele yeni değişkenler getirir. Meselâ, bir (A) malı hem bir numaralı makinadan hem de iki numaralı makinadan geçmek suretiyle üretiliyorsa, kabul edilen değişken, bu iki makinanın bir birim için harcadıkları zaman ile sınırlı olacaktır. Eğer, bir (B) malı bir veya iki numaralı makinadan yalnızca biri ile üretiliyorsa, bu durumda (B) malı için iki değişken (B_1 ve B_2) almak gerekir. Bu değişkenlerden B_1 , birinci makinanın bu malın üretimi için kullanıldığı zamanla, B_2 ise, ikinci makinanın bu malın üretimi için kullanıldığı zamanla sınırlıdır.

bbb) Değişkenler için kabul edilen ölçüler aynı olmalıdır. Meselâ, bir değişken için zaman birimi olarak saat alınmışsa, diğer değişkenler için de aynı ölçü alınmalıdır. Aksi halde, modelin çözümünden çıkacak sonuç yanlış olur (6).

(6) STARR, M. K.; Modular Production—a new Concept; Harvard Business Review; Vol. 43 (1965); s. 131-140.

FRAZER, J. RONALT; A.g.e., s. 85-86.

bb) Modelin Genel Olarak Gösterilmesi:

Genel olarak modele girecek değişkenler X_1, X_2, \dots, X_n ile, değişkenler arasındaki bağlantıları kuran parametreler ise, $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1j}, \dots, a_{mn}$ şeklinde gösterilir. Ayrıca, verilmiş olan sabit değerler (makina kapasiteleri ve ham madde miktarları gibi) b_1, b_2, \dots, b_n ile gösterilir. Değişkenler arasındaki bağlantılar genel olarak;

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2j} X_j + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

$$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3j} X_j + \dots + a_{3n} X_n \leq b_3$$

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mj} X_j + \dots + a_{mn} X_n \leq b_n$$

şeklinde gösterilirler. Bu bağlantılardaki değişkenler pozitif veya sıfır olabilirler, ama negatif olamazlar.

Doğrusal programlama modellerinde değişkenler arasında kurulan diğer bir denklemde objektif fonksiyondur. Modelin bütün değişkenleri bu denklemde yer alır. Objektif fonksiyon, modelde maksimum veya minimum kılınması istenen bağlantıdır ve genel olarak,

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$

şeklinde gösterilir (7).

(7) FABRYCKY, W. J.; TONGENSEN, PAUL E.; Operations Economy; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1966; s. 414-415.

DANTZIG, GEORGE B.; Linear Programming and Extensions; Princeton University Press; New Jersey 1963; s. 34-35.

cc) Modelin Parametrelerinin Belirlenmesi:

Bir önceki şıkta genel olarak gösterilen parametrelerin, üretimle ilgili işleme modellerinde, ne şekilde belirleneceklerini misallerle açıklamakta yarar görülmüştür. Parametreler aşağıda açıklandığı şekillerde belirlenirler.

aaa) Üretimde kullanılan makinaların, bir birim üretim için çalışmaları gereken zaman ile, toplam kullanılabilir makina zamanı arasındaki ilişkiden yararlanılarak bazı parametreler belirlenir.

Misal: A malı bir işletmenin iki üretim departmanından geçmek suretiyle üretilmektedir. Birinci departmanda iki makina vardır. (A) malı birinci departmandaki makinalardan birisi ile üretilmektedir. Bu departmanda, bir birim (A) malı üretimi için, birinci makina 2 saat, ikinci makina 3 saat çalışmaktadır. İkinci departmanda da iki makina vardır. Birinci departmandan geçen (A) malı, ikinci departmanın makinalarının birinden geçmek suretiyle üretilmektedir. İkinci departmanda, bir birim (A) malı üretimi için, birinci makina 4 saat, ikincisi ise 6 saat çalışmaktadır. Birincisi departmanda bulunan makinalardan birincisinin 80 saat, ikincisinin 90 saat kullanılabilir zamanları vardır. İkinci departmandaki makinalardan birinin 100 saat, diğerinin ise 110 saat kullanılabilir zamanı vardır. Buna göre, gerekli olan değişkenler ile, bunlar arasındaki ilgiyi bulalım.

Bu üretimin, dört çeşit üretim tekniği vardır. Her teknikle üretilecek mamul miktarı bir değişkenle gösterileceği için, değişkenler X_1 , X_2 , X_3 ve X_4 olacaktır. Her değişkenin ne anlama geldiği şu şekilde açıklanır:

X_1 , birinci departmanın birinci makinası ile, ikinci departmanın birinci makinasında üretilen (A) malı miktarıdır.

X_2 , birinci departmanın birinci makinası ile, ikinci departmanın ikinci makinasında üretilen (A) malı miktarıdır.

X_3 , birinci departmanın ikinci makinası ile, ikinci departmanın birinci makinasında üretilen (A) malı miktarıdır.

X_4 , birinci departmanın ikinci makinası ile, ikinci departmanın ikinci makinasında üretilen (A) malı miktarıdır.

Değişkenler arasında bağlantılar;

$$2 X_1 + 2 X_2 \leq 80$$

$$2 X_3 + 3 X_4 \leq 90$$

$$2 X_1 + 4 X_3 \leq 100$$

$$6 X_1 + 6 X_4 \leq 110$$

şeklinde gösterilir.

bbb) Üretim faktörlerinin bileşim oranları olan teknik üretim katsayıları yardımıyla değişkenler arasındaki ilgiyi kuran parametreler belirlenir (8).

(8) BALOFF, N.; Estimating the Parameters of the Startup Model an Ampirical Approach; J. Industrial Eng.; Vol. 18, No. 4; s. 248-249.

Teknik üretim katsayıları, izlenen üretim tekniğine ve üretilen malın kalitesine göre değişir. Parametrelerin üretim katsayılarından yararlanılarak nasıl belirleneceklerini bir misal ile açıklayalım.

Misal: Bir işletme (A) ve (B) olmak üzere, iki çeşit mal üretmektedir. (A) ve (B) mallarının üretimi için izlenmesi mümkün iki üretim tekniği vardır. Üretim teknikleri ile, söz konusu malların birer biriminin satışından elde edilebilecek kâr miktarları aşağıda gösterilmiştir.

	<u>I. Teknik</u>	<u>II. Teknik</u>	<u>I. Teknik</u>	<u>II. Teknik</u>	<u>Kapasite</u>
İşgücü (saat)	40	40	40	40	600
Hammadde X	8	6	4	3	140
Hammadde Y	4	5	11	16	120
Her birinden Elde Edilen Kâr	6	5,5	9	8	
Değişkenler	X_1	X_2	X_3	X_4	

Yukarıda gösterilen faktörler arasında optimum bileşimi bularak maksimum kâr elde edebilmek için, kurulacak doğrusal programlama modelinde, değişkenler arasındaki bağlantılar şu şekilde gösterilir (9).

(9) WAGNER, HARVEY M.; The Simplex Method; Management Science; Volume, 6 - 1958; s. 191.

$$40 X_1 + 40 X_2 + 40 X_3 + 40 X_4 \leq 600$$

$$8 X_1 + 6 X_2 + 4 X_3 + 2 X_4 \leq 140$$

$$4 X_1 + 5 X_2 + 11 X_3 + 16 X_4 \leq 120$$

ccc) Objektif Fonksiyonun Parametrelerinin Belirlenmesi:

Objektif fonksiyon, modelde bulunan bütün değişkenleri içinde bulundurur. Bu fonksiyonda parametreler, işletme problemlerinin gayerine göre değişir. Eğer, model masraf minimizasyonu yapmak gayeriyle kurulmuşsa, objektif fonksiyondaki değişkenlerin katsayıları, değişkenlerin birer biriminin maliyeti olacaktır. Kâr maksimizasyonu problemlerinde ise, değişkenlerin birer biriminden elde edilen kâr, değişkenlerin katsayıları olur (10). Meselâ, bir önceki şıkta verilen modelin objektif fonksiyonu,

$$Z = 6 X_1 + 5,5 X_2 + 9 X_3 + 8 X_4$$

olarak bulunur.

Objektif fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesiyle, doğrusal programlama modelinin değişkenleri arasındaki ilgi kurulmuş ve ilk tablo düzenlenmiş olacaktır.

(10) FRAZER, J. RONALT; A.g.e., s. 88-89.

ALCALAY, J. A.; BUFFA E. S.; A Proposal for a General Model of a Production System, John Wiley and Sons, London 1966; s. 38-39.

D) Simplex Metodu :

Simplex metodu, objektif fonksiyonu maksimum veya minimum kılacak optimum çözüme, basamak basamak yaklaştıran bir tekrarlı ameliyesidir. Her tekrarlı, problemi tasvir eden eşitsizliklerle, objektif fonksiyonu biri birine yaklaştırır. Tekrarlı sayısı sabit değildir. Tecrübeler göstermiştir ki, tekrarlı sayısı ile, modeldeki eşitsizliklerin sayısı hemen hemen eşittir. Bu kaide tam olarak doğru olmamakla beraber, tekrarlıların sayısı hakkında yaklaşık bir bilgi verir (11).

Simplex metodu ile doğrusal programlama problemlerini çözerken aşağıdaki sıra izlenir:

a) Belirtisiz (slack) ve suni (artificial) değişkenlerin belirlenmesi:

Simplex metodunu uygulayabilmek için, doğrusal programlama modelinde bulunan eşitsizliklere birer değişken ekleyerek veya çıkararak eşitlik haline getirmek gerekir. Modeldeki eşitsizlikler gerçek durumu göstermelerine rağmen, eşitsizliklerle cebirsel işlem yapmak güç olduğundan, bunlara birer değişken eklemek veya çıkarmak suretiyle eşitlik şekline getirmek gerekir.

Modelde genel olarak üç çeşit bağlantı bulunabilir.

aa) $a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$ şeklindeki eşitsizlikleri eşitlik şekline getirmek için, birer değişken eklemek gerekir. Bu eklenen değişkenlere belirtisiz (slack) değişken denir. Belirtisiz değişkenlerin objektif fonksiyondaki katsayıları sıfırdır. Bu değişkenler diğer değişkenler gibi çözüme girer, fakat

(11) FRAZER, J. RONALD; A.g.e., s. 90-91.

LOOMBA, N. PAUL; Linear Programming; Mc Graw-Hill; New York 1964; s. 151-156.

bunların değerleri hayali üretimi veya kullanılmayan kapasiteleri ve hammadde miktarlarını gösterirler. Eğer son çözümden belirtisiz değişkenler varsa, yönetici bunların aylak kapasite veya hayali üretim olduğunu anlayacaktır (12).

bb) $a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n = b_1$ şeklinde bağlantılar da modelde bulunabilir. Meselâ, makineler tam kapasite ile çalıştırılıyorsa, üretimde bir hammadde sınırlı miktarda kullanılıyorsa, bu gibi durumlarda değişkenler arasında kurulan bağlantı eşitlik şeklinde olacaktır.

Eşitlik şeklinde olan bağlantılara, suni (artificial) değişkenler eklenir. Bu değişkenler son çözümden yer almazlar. Suni değişkenleri son çözümden çözüm dışı bırakmak için, bunların objektif fonksiyondaki katsayıları, masraf minimizasyonu modellerinde (M), kâr maksimizasyonu modellerinde (-M) olarak alınır. (M), modeldeki kâr veya maliyetlerden çok büyük bir değerdir. Suni değişkenlerin son çözümden çözüm dışı bırakılmasıyla, değişkenler arasında kurulan eşitlik bozulmayacaktır (13).

(12) LOHMANN, M. R.; MEZ, JOHN F.; Analysis for Production Management; Richard and Irwing; New York 1957; s. 97.

(13) LLEWELLYN, ROBERT W.; Linear Programming, Mc Graw-Hill; New York 1964; s. 149.

Bu konuda daha geniş bilgi için bkz, WAGNER, M. HARVEY; A Two-Phase Method for Simplex Tableau; Operation Research; Volume, 4 - 1956; s. 443-448.

METZGER, ROBERT J.; Mathematical Programming; John Wiley and Sons; New York 1963; s. 91.

cc) $a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \geq b_1$ şeklindeki eşitsizlikleri, eşitlik şekline getirmek için iki değişken eklenir. Bu değişkenlerden birisi, katsayısı (+ 1) ve objektif fonksiyondaki katsayısı M olan (kâr maksimizasyonu modellerinde -M) suni değişkendir. Bu değişken optimum çözümde bulunmayacak ve,

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n = b_1$$

şartını koruyacaktır. İkincisi, katsayısı (- 1) ve objektif fonksiyondaki katsayısı (0) olan bir belirtisiz değişkendir. Bu değişken yardımıyla da,

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n > b_1$$

şartı korunacaktır.

Meselâ, $A + B \geq 100$ olan bir eşitsizlik, eşitlik şekline getirilirse,

$$S_1 - S_2 + A + B = 100$$

denklemini buluruz (14).

(14) SCHELLENBERGER, ROBERT F.; Managerial Analysis; Irwing Inc.; Lomewood 1969; s. 245 ve sonrası.

FRAZER, J. RONALT; A.g.e., s. 104-105.

FABRYCKY, W. J.; TONGENSEN PAUL E.; A.g.e., s. 415-416-417.

LORMANN, M. R.; MEZ JOHN M.; Production Management; Richard and Irwing, 1957; s. 96-97-98.

b) İlk Simplex Tablosunun Düzenlenip İncelenmesi:

Modelin değişkenleri arasında kurulan eşitsizliklere, belirtisiz ve suni değişkenlerin eklenmesiyle bulunan denklemlerin katsayıları bir tablo haline getirilirse, ilk simplex tablosu bulunur. Bu tablonun şekli ve incelenmesi simplex metodu ile çözümün yapılması bakımından önemlidir.

İlk simplex tablosunun genel şekli aşağıda görüldüğü gibidir.

C_1	0	0	0 ... 0	M	C_1	C_2 ... C_n	
h_1	S_1	S_2	S_3 ... S_i	S_m	X_1	X_2 ... X_n	b_i
0	S_1	1	0	0 ... 0	a_{11}	a_{12} ... a_{1n}	b_1
0	S_2	0	1	0 ... 0	a_{21}	a_{22} ... a_{2n}	b_2
0	S_3	0	0	1 ... 0	a_{31}	a_{32} ... a_{3n}	b_3
.
.
0	S_i	0	0	0 ... 1 ... 0	a_{i1}	a_{i2} ... a_{in}	b_i
.
M	S_m	0	0	0 ... 0 ... -1	a_{m1}	a_{m2} ... a_{mn}	b_n

(1) (2)

Tabloda gösterilen sıraları ve sütunları şu şekilde açıklayabiliriz:

aa) C_1 , değişkenlerin objektif fonksiyondaki katsayılarını gösteren sıradır. Genel olarak, suni değişkenlerin eklendiği bağlantıların katsayıları tablonun son sıralarında gösterilir. Suni değişken-

lerin objektif fonksiyondaki katsayıları, kâr maksimizasyonu modellerinde ($-M$), masraf minimizasyonu modellerinde (M) olarak alınacağı önce açıklanmıştı. Belirtisiz değişkenlerin objektif fonksiyondaki katsayıları sıfırdır. Tablonun başında, yukarıdan aşağıya yazılan belirtisiz (varsa suni) değişkenler, hayali üretimi gösterdiklerinden, bunlara "üretim değişkeni" de denir.

bb) Tablonun sonunda görülen b_i vektörü, modelin sınırlayıcı şartları olan sabit sayıları gösterir. Bu sayılar, çözümün başlangıcında hiç üretim yapılmadığı zaman kullanılabilir makina kapasitelerini, sınırlı hammadde miktarlarını ve bazı hallerde sınırlı üretim miktarlarını gösterir.

cc) Tablonun (2) numaralı bölümünde, modelin esas değişkenlerinin katsayıları gösterilir. Bu katsayılara, "teknik üretim" katsayıları denir ve genel olarak (a_{ij}) şeklinde ifade edilir. Teknik üretim katsayıları, bir birim üretim için gerekli üretim faktörleri miktarını gösterirler. (2) numaralı bölümde gösterilen her kolon, kendi başında bulunan değişkenin formülünü verir. Başka bir deyişle, her kolon başında bulunan değişkenin bir biriminin üretimi için gerekli üretim faktörleri miktarını gösterir. Mesela, X_1 değişkeninin formülü,

$$X_1 = a_{11} S_1 + a_{21} S_2 + \dots + a_{m1} S_m$$

şeklinde yazılır (15).

(15) FRAZER, RONALD J.; A.g.e., s. 35.

LOHMANN, M. R.; MEZ JOHN F.; A.g.e., s. 93-94.

ROCCA, FERRERA GIUSEPPE M. FERRERO dı; A.g.e., s. 510.

WAGNER, HARVEY M.; Adı geçen makale; s. 193.

c) Simplex Metodu İle Çözümün Yapılması:

Daha önce doğrusal programlama modellerinin esasını teşkil eden değişkenler ile, bunlar arasındaki matematik bağlantılar incelenmişti. Modelde, genel olarak, bilinmeyen sayısı (n) , denklem sayısı ise (m) ile gösterilir. Gramer teoremine göre, $m = n$ olduğu zaman modelin bir çözümü vardır. $n > m$ olduğu durumlarda, (m) sayıda (X) i alıp, $(n-m)$ sayıda (X) ' e sıfır değeri verilebilir. Böylece modeldeki denklemler gurubu içinden daha küçük bir grup seçilmiş olur ki, burada denklem sayısı bilinmeyen sayısına eşittir. Bu grubun çözülmesiyle bulunan çözüme "mümkün çözüm" denir. Simplex metodunda her adım sonunda bir mümkün çözüm elde edilir. Mümkün çözümler arasından objektif fonksiyonu maksimum (veya minimum) yapan çözüme "optimal çözüm" denir (16).

Simplex metodu, kâr maksimizasyonu ve masraf minimizasyonu modellerinde farklı uygulanır. Bu bakımdan önce kâr maksimizasyonu ve sonra da masraf minimizasyonu modellerinde simplex metodunun nasıl uygulanacağı aşağıda açıklanmıştır.

aa) Kâr maksimizasyonu modellerinin simplex metodu ile çözümü:

Kâr maksimizasyonu modellerinin simplex metodu ile çözümünde aşağıdaki sıra izlenir.

aaa) Çözüme girecek yeni vektörün (yeni üretim değişkeninin) seçimi:

Simplex tablosunda gösterilen $X_1, X_2, X_3 \dots + X_n$ esas değişkenlerinden hangisinin üretim değişkeni *olduğuna bulmak için* (b_i)

(16) KILIÇBAY, AHMET; Ekonometri; Sermet Matbaası, İstanbul 1965; s. 362-363.

GÜLÇUR, FAZIL; Bu konuda daha geniş bilgi için Bkz. A.g.e., s. 262-263.

bulmak için, bu değişkenlerin alternatif kârları bulunur ve bunlar mukayese edilir. En büyük alternatif kârı sağlayan değişken, üretim değişkeni olarak alınır. Her değişken için alternatif kâr şu şekilde bulunur: Simplex tablosunda bir değişkenin bir biriminin üretilmesi için gerekli üretim faktörleri miktarı, bu değişkenin kolonunda gösterilmiştir. Sözs konusu değişkenin üretilmesiyle, üretim için kullanılan üretim faktörleri diğer bir değişkenin üretiminden alıkonmaktadır. Bu alıkonmadan dolayı bir kayıp olacaktır. Değişkenin kolonundaki teknik üretim katsayıları, tablonun başında yukarıdan aşağı yazılan üretim değişkenlerinin katsayılarıyla çarpılıp, bulunan değerler toplanırsa, üretim faktörlerinin diğer bir değişkenin üretiminden alıkonmasından dolayı meydana gelecek kayıp bulunur. Bu durum genel olarak,

$$e_i = h_i \cdot a_{ij}$$

formülü ile gösterilir. Her değişkenin alternatif kârı,

$$k_i = C_i - e_i$$

formülü ile belirlenir. (k_i) nin en büyük pozitif değer aldığı değişken, yeni üretim değişkeni olarak ele alınacaktır. Başka bir deyişle, işletme alternatif kârı en yüksek olan mamulden üretebileceği kadar üretecektir.

bbb) Birinci Şıkta Belirlenen Vektörle Yer Değiştirecek Vektörün Belirlenmesi:

Simplex tablosunun sonunda bulunan (b_i) değerleri, sıra ile, birinci şıkta belirlenen değişkenin kolonundaki

katsayılara bölünürse, çıkan değerler, işletmenin söz konusu mamulün üretimine girişmesi halinde, bu mamulden ne kadar üretebileceğini gösterir. Bu durum genel olarak,

$$g_i = \frac{b_i}{a_{ij}}$$

formülü ile gösterilir. Bulunan değerlerden en küçük pozitif olanı, bu mamulün üretilebilecek maksimum miktarını gösterir. Belirlenen üretim miktarının karşısında bulunan üretim değişkeninin vektörü ile, birinci şıkta belirlenen değişkenin vektörü yer değiştirecektir (17).

bbb) Yeni Teknik Üretim Katsayılarının Hesaplanması:

İki vektörün yer değiştirmesiyle, tablonun içinde bulunan teknik üretim katsayıları da değişir. Birinci şıkta belirlenen yeni üretim değişkeninin, kendi kolonundaki teknik üretim katsayılarından, denklemi yazılır. Bu denklemden, söz konusu değişkenin üretim miktarı için limit olan üretim değişkeninin eşiti bulunur. Limit değişkenin eşiti, diğer değişkenlerin denklemlerinde yerine koyulur ve her değişken için yeni bir denklem bulunur. Bulunan denklemlerin katsayıları, yeni teknik üretim katsayılarıdır. Bu katsayılar bir tablo haline getirilerek, bir sonraki simplex tablosu bulunur (18).

(17) WAGNER, HARVEY M.; Principles of Management Science; Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1970; s. 94-95.

(18) THROSBY, C. D.; Elementary Linear Programming; Random House Inc.; New York 1970; s. 199-200.

ccc) Yeni üretim değişkenlerinin değeri bulunur:

Yeni Üretim Değerleri;

$$S_1 = b_1 - \varepsilon_i \cdot a_{1j}$$

$$S_2 = b_2 - \varepsilon_i \cdot a_{2j}$$

$$S_3 = b_3 - \varepsilon_i \cdot a_{3j}$$

$$S_i = \varepsilon_i$$

$$S_n = b_n - \varepsilon_i \cdot a_{nj}$$

formülleri ile bulunur. Bu değerler, seçilen üretimin yapılmasından sonra geriye kalan atıl kapasite ve kullanılmayan hammadde miktarlarını gösterir (19).

ddd) Önce açıklanan işlemlere, bütün değişkenler için, $(C_i - e_i)$ farkı negatif oluncaya kadar devam olunur. Her değişken için $(C_i - e_i)$ farkı negatif olunca optimum çözüme varılır.

(19) FRAZER, J. RONALT; A.g.e., s. 37.

MC GARRAH, ROBERT E.; A.g.e., s. 73-74.

GAVETT, J. W.; A.g.e., s. 454-474.

bb) Masraf Minimizasyonu Modellerinin Simplex Metodu İle
Çözümü:

Masraf minimizasyonu modelleri simplex metodu ile iki yoldan
çözülür.

aaa) Kâr maksimizasyonu modellerinin çözümünde açıklandığı
şekilde, her değişken için $(C_1 - e_1)$ farkı bulunur. Bu farka, mas-
raf minimizasyonu modellerinde "alternatif maliyet" denir. Alterna-
tif maliyeti en küçük olan değişken üretim değişkeni olarak alınır.
 $(C_1 - e_1)$ farklarının hepsi, pozitif veya sıfır olunca optimum çözüm
bulunmuş olur.

bbb) Modelin objektif fonksiyonunun katsayılarının işareti
değiştirilir. Ayrıca, modeldeki teknik üretim katsayılarının da işa-
retleri değiştirilir. Bu değişiklik sonucunda, modeldeki eşitsizlik-
ler yön değiştirir. Böylece, model bir kâr maksimizasyonu modeli
şekline getirilmiş olur. Çözüm, kâr maksimizasyonu modellerinde yapıldığı
gibidir (20).

d) Simplex Metodunda Bozulma (Degeneracy):

Simplex metodu ile çözüm yapılırken $(C_1 - e_1)$ farklarından
birden fazlası pozitif ve en büyük değeri alabilir. Bu gibi durum-
larda, birden fazla değişken çözüme aynı anda üretim değişkeni ola-
rak giriyor demektir. Burada değişkenlerden herhangi birisi alınır
ve çözüme devam edilir.

(20) THROSBY, C. D.; A.g.e., s. 55-56.

FABRYCKY, W. J., TONGENSEN PAULE; A.g.e., s. 409.

WAGNER, HARVEY M.; A.g.e., s. 97-98.

Ayrıca, simplex metodunda bozulma, çözümden çıkarılacak değişkenin belirlenmesi halinde de meydana gelir. Çözüm yapılırken, (bbb) şıkında belirlenen (g_i) lerden birden fazlası, yeni üretim değişkeni için limit değer olabilir. Bu gibi durumlarda hangi değişkenin önce çözümden çıkarılacağına karar vermek için şu sıra izlenir:

1) Tablonun sol tarafında, en başta bulunan belirtisiz değişkenin kolonundaki değerler, sırasıyla, $(C_i - e_i)$ farkı en büyük olan değişkenin kolonundaki teknik katsayılara oranlanır.

2) Bulunan oranlardan en küçüğünün karşısında bulunan değişken çözümden çıkarılır.

Misal: Üç çeşit mal için, belirlenen değişkenler ile, bunlar arasındaki bağlantılar aşağıda gösterilmiştir.

$$Z_{\max} = 22 X + 30 Y + 25 Z$$

$$2 X + 2 Y \leq 100$$

$$2 X + Y + Z \leq 100$$

$$X + 2 Y + 2 Z \leq 100$$

$$X \geq 0 \quad Y \geq 0 \quad Z \geq 0$$

Simplex metodunun ilk basamağı olan "ilk simplex" tablosu düzenlenmiş ve bunun için, $(C_i - e_i)$ farkları ile (g_i) değerleri hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

C_i	0	0	0	22	30	25		
	S_1	S_2	S_3	X	Y	Z	b_i	θ_i
$0 S_1$	1	0	0	2	2	0	100	$\frac{100}{2} = 50$
$0 S_2$	0	1	0	2	1	1	100	$\frac{100}{1} = 100$
$0 S_3$	0	0	1	1	2	2	100	$\frac{100}{2} = 50$
$C_i - e_i$				22	30	25		

Tabloda (Y) değişkeninin altındaki ($C_i - e_i$) farkı en büyük olduğu için, bu değişken üretim değişkeni olarak çözüme girecektir. Bu değişken için hesaplanan (θ_i) değerleri tablonun sonunda, yukarıdan aşağıya gösterilmiştir. Burada, (Y) ile yer değiştirecek iki değişken vardır. (S_1) in kolonundaki değerler, (Y) nin kolonundaki teknik üretim katsayılarına oranlanırsa,

$$S_1 \text{ sırası için, } \frac{1}{2}$$

$$S_3 \text{ sırası için, } \frac{0}{2}$$

oranları bulunur. Bu oranlardan en küçüğü ($\frac{0}{2}$) olduğundan, (S_3) değişkeni çözümden çıkarılacak, onun yerine (Y) değişkeni üretim

değişkeni olarak geçecektir. Eğer, bozulma durumu ilk hesaplamada ortadan kaldırılamamışsa, aynı işlemler tekrarlanır (21).

(21) CHIANG ALPHA C.; Fundamental Methods of Mathematical Economics; Mc Graw-Hill; New York 1957; s. 616.

MC GARRAH ROBERT E.; A.g.e., s. 67-68.

CARR CHARLES R.; HOWE CHARLES W.; Quantitative Decisions Procedures in Management; Mc Graw-Hill; New York 1964; s. 129 ve sonrası.

LOOMBA N. PAUL; A.g.e., s. 157-158.

GARVIN WALTER W.; Linear Programming; Mc Graw-Hill; New York 1960; s. 209-210.

CHARNES A.; COOPER W. W.; Management Models and Industrial Applications of Linear Programming; s. 413.

İKİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL PROGRAMLAMANIN BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMASI İÇİN UYGULANMASI

Doğrusal programlamanın, işletmelerde karar verme durumunda olan yöneticiye yardımcı bir teknik olduğu ve uygulanma şartları birinci bölümde açıklanmıştır. Bu bölümde ise, doğrusal programlama yardımıyla bir tekstil işletmesinde üretim plânlanacaktır.

Uygulamanın yapıldığı işletmede, zaman etüdü yapılmış ve üretilecek her çeşit mamul için gerekli standart makina zamanları, işçi zamanları ve standart maliyetler belirlenmiştir. İncelemizde, bu etüdün sonuçlarından yararlanılarak, çeşitli mamullerin üretimleri doğrusal programlama tekniği ile plânlanmıştır.

A) İşletmenin Üretim Departmanlarıyla, Bunlarda Yapılan İşlemler:

Problemin daha iyi belirlenmesi için, işletmenin departmanlarıyla, bunlarda ne gibi işlemlerin ^{yapıldığını} açıklanmasında yarar vardır.

Pamuklu dokuma işletmelerinde, pamuk genel olarak aşağıda açıklanan departmanlardan geçerek iplik haline gelir. İplik, dokuma departmanında dokunur.

a) Votka Departmanı:

Bu departmana balye halinde gelen pamuk, votka makinalarından geçirilerek içinde bulunan yabancı maddelerden kısmen arınır

ve votka denen geniş pamuk şeritleri haline getirilir. Votka departmanında, pamukların işlenmesinde kullanılan makineler arasında seçim söz konusu değildir. Çözgü ve atkı ipliklerinin üretiminde kullanılan pamukların kaliteleri ve dolayısıyla fiyatları farklıdır. Votka departmanında, üretilecek ipliğin cinsine göre makineye verilen pamukların belirli birimlerinin maliyeti de belirlenir.

b) Tarak Departmanı:

Votka departmanından gelen pamuk şeritleri, bu departmanda bulunan tarak makinelerinde taranır. Tarama sonucunda, pamuk içindeki kısa elyaflar ve votka departmanında temizlenememiş yabancı maddelerden arınır. Pamuk tarak makinasından ince şeritler halinde çıkar. Bu şeritlere "tarak şeridi" denir.

c) Cer Departmanı:

Taraktan gelen şeritlerin içindeki pamuğun dağılımını gösteren "düzensüzlük katsayısı" yüksektir. Şeritler bu departmanda birleştirilip çekime tabi tutulur. Çekim sonucunda, düzensüzlük katsayısı küçülür ve pamuk içinde karışık durumda bulunan pamuk elyafları düzelir. Bu departmanda pamuğun işlenmesi yönünden makineler arasında seçim söz konusu değildir.

d) Fitol Departmanı:

Cerden gelen pamuk şeritleri, bu departmanda bükülerek fitil haline getirilir. Bu departmanda fitile numara verilmeye başlanır (1). Fitile, üretilecek ipliğin cinsine göre numara verilir (2).

(1) Tekstil endüstrisinde, pamuğun şerit veya iplik içindeki dağılımını gösteren $V = \frac{C}{Y} \cdot 100$ formülü ile belirlenen katsayıya "düzensüzlük katsayısı" denir.

(2) İpliğin veya fitilin numarası $\frac{\text{uzunluk}}{\text{ağırlık}}$ oranıdır.

Meselâ, dokumada kullanılacak atkı ve gözgü ipliklerinin üretiminde kullanılacak fitiller numara bakımından farklıdır. Hattâ, dokunacak dokumanın çeşidine göre, atkı ve gözgü ipliklerinin üretiminde kullanılacak fitillerin numaraları da değişiktir.

Fitil departmanında bulunan makinalar sırasıyla A_1 , A_2 , A_3 , ve A_4 olarak gösterilmektedir. A_1 ve A_2 makinaları eski tip makinalardır. Bu bakımdan süratli üretim yapan makinalardır. Fitiller, numaralarına göre, bu makinaların ikisinden veya yalnızca birinden geçmek suretiyle üretilmektedir. Her makinanın bir dakika çalışmasının işletmeye maliyeti sadece değişen maliyet yönünden hesaplanmıştır (3).

e) İplik Departmanı:

Bu departmanda, fitil departmanından gelen fitiller, daha ince bükülerek iplik haline getirilir. İplik departmanında bulunan makinalar sırasıyla, B_1 , B_2 , B_3 ve B_4 olarak gösterilirler. Her makinada ancak bir veya iki çeşit iplik üretilmektedir.

f) Düzeltme Departmanı:

Bu departmanda iplikler, numaralarına göre, düzeltme makinasının iki keskin bıçağı arasından geçer ve üzerindeki pürüzler temizlenir. Böylece, dokumada meydana gelebilecek hatalar önlenir. Bu departmanda C_1 , C_2 , C_3 ve C_4 ile gösterilen dört makina vardır. Her makina yapılan ayarlama ile, her çeşit ipliğin düzeltmesinde kullanılabilir.

(3) Üretim hacminin değişmesiyle orantılı olarak artıp, azalan maliyet giderlerine, değişen maliyet giderleri denir. Söz konusu işletmede, bazı makinalarda iki, bazılarında ise üç kişi çalışmaktadır. Ayrıca, her iki makinayı bir ustabaşı kontrol etmektedir. Her makinanın bir saat çalışması için gerekli enerji miktarı da bellidir. Makinanın bir dakikalık çalışma maliyeti (değişen maliyet yönünden), bir saatlik işçilik ve enerji maliyeti tutarının (60) a bölünmesiyle bulunmuştur.

g) Dokuma Departmanı:

Bu departmanda işletmenin farklı üretim yapan ve aynı zamanda kapasiteleri farklı olan (20) dokuma makinası vardır. İşletme bu makinaların hepsini tam kapasite ile çalıştırmamaktadır. Makinaların çalışma süreleri, talepler gözönüne alınarak ayarlanır.

Her çeşit dokuma için gerekli atkı ve çözümlü iplikleri arasındaki oranlar değişiktir. Ayrıca, dokumaların birer metrelerinin gram olarak ağırlıkları da farklıdır.

B) Birinci Model:

a) Problemin Belirlenmesi:

İşletmenin bir çeşit dokuma için haftalık üretimi (1000) metre olarak plânlanmıştır. Makinaların kullanılabilir zamanları, önce (1000) metre söz konusu dokumanın üretimi için, geri kalan zamanlar ise, başka bir üretim için kullanılacaktır.

Çer departmanında farklı üretim tekniği olmadığından, model kurulurken fitil departmanından bağlanmıştır.

Fitil departmanında, söz konusu dokumanın üretiminde kullanılacak fitillerin üretimi A_1 ve A_2 makinalarında yapılacaktır. Atkı ipliklerinin üretiminde kullanılacak fitiller A_1 ve A_2 makinalarının ikisinden de geçmek suretiyle üretilmektedir. Çözümlü ipliklerinin üretiminde kullanılacak iplikler ise, yalnızca A_2 makinasında üretilmektedir.

İplik departmanında da, bu dokumanın üretiminde kullanılacak iki makina vardır. Bu makinalar B_1 ve B_2 dir. Atkı ve çözümlü ipliklerinin üretimi, B_1 veya B_2 den biri ile yapılmaktadır.

Düzeltilme departmanında, gelen ipliklerin düzeltilmesinde C_1 ve C_2 makinaları kullanılacaktır. Atkı iplikleri sadece C_2 makinası kullanılacaktır. Çözümlü iplikleri ise, C_1 veya C_2 den yalnızca birinden geçmektedir.

Dokuma departmanında, bu dokumanın üretiminde kullanılacak yalnızca bir makina vardır.

Atkı ve çözümlü ipliklerinin (100) er gramı için makinaların standart çalışma zamanları (dakika) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Ayrıca, birer dakikalık çalışma maliyetleri de gösterilmiştir.

MAKİNALAR	(100) Gram Atkı İp.	(100) Gram Çözümlü İp.	Makinaların birer dakikalık çalışma maliyetleri
A_1	4	-	0,10 TL.
A_2	1	3	0,30 TL.
B_1	6	2	0,20 TL.
B_2	2	3	0,15 TL.
C_1	-	6	0,05 TL.
C_2	4	4	0,25 TL.

Fıtil, iplik ve düzeltilme departmanlarında her makinanın (8880) dakika kullanılabilir zamanı vardır (4).

(4) İşletme, günün (24) saatinde de üretimde bulunmaktadır. Makinaların bakım için ayrılan zamanları ile, duraklamalar gözönüne alınarak (8880) dakikalık zaman belirlenmiştir.

Atkı ipliklerinin üretiminde kullanılan pamuğun fitil departmanına gelinceye kadar, işlenmesi için yapılan giderler de içinde olmak üzere, (100) gramının maliyeti (1,00) TL. olarak belirlenmiştir. Çözümlü ipliklerinin üretiminde kullanılan pamuğun ise, (100) gramının fitil departmanına gelinceye kadar, aynı yoldan hesaplanan maliyeti (2,00) TL. sıdır.

Söz konusu dokumanın bir metresinin dokunması için, (100) gram atkı, (200) gram çözümlü ipliğine ihtiyaç vardır. Dokuma departmanında bu dokumanın üretimi için bir tek makina kullanıldığından, hangi yoldan üretim yapılırsa yapılsın, maliyet yönünden bir değişiklik olmaz. Bu bakımdan dokuma departmanı için değişen maliyeti işleme almağa lüzum görülmemiştir. Dokuma makinasına, bir birim zaman aralığı içerisinde (10) birim çözümlü ve (2) birim de atkı ipliği verilmektedir. Bu departmanda, söz konusu dokumanın üretimi için ayrılmış (40) saat kullanılabilir zaman vardır.

b) Modelin Değişkenleri İle, Bunlar Arasındaki İlginin Belirlenmesi:

Çözümlü ipliklerinin (100) gramını değişken olarak (Y) ile, atkı ipliklerinin (100) gramını değişken olarak (X) ile gösterilmiştir. Bu duruma göre, bir birim uzunluktaki dokuma için, bir birim atkı ve iki birim çözümlü ipliğine ihtiyaç olduğu anlaşılır.

(X) in üretimi iki, (Y) nin üretimi ise, dört yoldan yapılmaktadır. Her yoldan üretilen ipliklerin (100) gramlık miktarları birer değişken ile gösterilmiştir. Bu durum aşağıdaki tabloda açıkça gösterilmiştir.

<u>Değişken</u>	<u>Üretim İçin İzlenen Yol</u>
X_1	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_1 \rightarrow C_2$
X_2	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$
Y_1	$A_2 \rightarrow B_1 \rightarrow C_1$
Y_2	$A_2 \rightarrow B_1 \rightarrow C_2$
Y_3	$A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_1$
Y_4	$A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$

Değişkenlerin (100) gramlık miktarları için maliyetler hesaplanırsa:

$$X_1 = 1,00 + 4 (0,10) + 1 (0,30) + 6 (0,20) + 4 (0,25) = 3,90$$

$$X_2 = 1,00 + 4 (0,10) + 1 (0,30) + 2 (0,15) + 4 (0,25) = 3,00$$

$$Y_1 = 2,00 + 3 (0,30) + 2 (0,20) + 6 (0,05) = 3,60$$

$$Y_2 = 2,00 + 3 (0,30) + 2 (0,20) + 4 (0,25) = 4,30$$

$$Y_3 = 2,00 + 3 (0,30) + 3 (0,15) + 6 (0,05) = 3,65$$

$$Y_4 = 2,00 + 3 (0,30) + 3 (0,15) + 4 (0,25) = 4,35$$

sonuçları bulunur.

Üretimde kullanılan makineler ile, bunların üretimi için belirlenen değişkenler arasındaki matematik bağlantılar aşağıda gösterilmiştir.

<u>MAKİNALAR</u>	<u>DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ MATEMATİK BAĞLANTILAR</u>
A ₁	$4 X_1 + 4 X_2 \leq 8880$
A ₂	$1 X_1 + 1 X_2 + 3 Y_1 + 3 Y_2 + 3 Y_3 + 3 Y_4 \leq 8880$
B ₁	$6 X_1 + 2 Y_1 + 2 Y_2 \leq 8880$
B ₂	$2 X_2 + 3 Y_3 + 3 Y_4 \leq 8880$
C ₁	$6 Y_1 + 6 Y_3 \leq 8880$
C ₂	$4 X_1 + 4 X_2 + 4 Y_2 + 4 Y_4 \leq 8880$

Dokuma departmanında, bir birim zaman içerisinde, iki birim (Y) dokuma ameliyesine verildiğinden, bu değişkenin katsayısı (0,5) olacaktır. Ayrıca, bir birim zaman içerisinde (10) birim (X) dokuma ameliyesine verildiğinden, bu değişkenin katsayısı da (0,1) olacaktır. O halde değişkenler arasındaki matematik bağlantı,

$$0,1 X_1 + 0,1 X_2 + 0,5 Y_1 + 0,5 Y_2 + 0,5 Y_3 + 0,5 Y_4 \leq 2400$$

olarak belirlenir.

(1000) metre dokuma için (1000) birim (X)' e ve (2000) birim (Y)' e ihtiyaç vardır. Bu yüzden,

$$1 X_1 + 1 X_2 = 1000$$

$$1 Y_1 + 1 Y_2 + 1 Y_3 + 1 Y_4 = 2000$$

denklemleri kurulur.

c) Modeldeki Bağlantılara Belirtisiz (slack) ve Suni (artificial) Değişkenlerin Eklenmesi:

Fıtil, iplik ve düzeltme departmanlarıyla ilgili bağlantılar, birinci bölümde açıklandığı gibi, birinci tip eşitsizlik-

lerdir. Bu bakımdan, bu eşitsizliklere katsayıları (+ 1) ve maliyetleri (0) olan birer belirtisiz değişken eklenecektir.

0

$$S_1 + 4 X_1 + 4 X_2 = 8880$$

0

$$S_2 + 1 X_1 + 1 X_2 + 3 Y_1 + 3 Y_2 + 3 Y_3 + 3 Y_4 = 8880$$

0

$$S_3 + 6 X_1 + 2 Y_1 + 2 Y_2 = 8880$$

0

$$S_4 + 2 X_2 + 3 Y_3 + 3 Y_4 = 8880$$

0

$$S_5 + 6 Y_1 + 6 Y_3 = 8880$$

0

$$S_7 + 0,1 X_1 + 0,1 X_2 + 0,5 Y_1 + 0,5 Y_2 + 0,5 Y_3 + 0,5 Y_4 = 8880$$

Modelin son iki bağlantısı birer eşitlik olduğu için, bunlara, katsayıları (+ 1) ve maliyetleri (M) olan birer suni değişken eklenecektir (5).

M

$$S_8 + 1 X_1 + 1 X_2 = 1000$$

M

$$S_9 + 1 Y_1 + 1 Y_2 + 1 Y_3 + 1 Y_4 = 2000$$

(5) Bu konuda, gerekli açıklamalar birinci bölümde yapılmıştır.

d) Birinci Simplex Tablosunun Düzenlenmesi:

Simplex metodunun ilk basamağı, çözüme girecek değişkenlerin katsayılarını bir tablo şeklinde göstermektir. Kolonların başına, bütün değişkenler ve bunların maliyetleri yazılır. Sütunların başına ise, yukarıdan aşağıya, belirtisiz (varsa suni) değişkenler ve yanlarına da maliyetleri yazılır.

Önceki sayfalarda gösterilen değişkenler arasındaki bağlantıların katsayılarından TABLO 1.1 düzenlenmiştir. Bu tablonun sıralar ve sütunlar itibariyle incelenmesi, tablonun mahiyetinin ne olduğu hakkında daha iyi bilgi verecektir.

aa) TABLO 1.1' in Sıralar İtibariyle İncelenmesi:

Hiç üretim yapılmadığı zaman, tablonun başında yukarıdan aşağıya doğru yazılan belirtisiz ve suni değişkenler, makinaların kullanılmayan kapasiteleri ile, kullanılmayan hammadde miktarlarını gösterir. Meselâ, hiç üretim yapılmadığı zaman, (A_1) makinasında kullanılmayan zaman $S_1 = 8880$ dakika olacaktır.

S_8 ve S_9 değişkenlerinin ölçüsü gramdır. Hiç dokuma üretimi yapılmadığı zaman, (1000) birim (X) ve (2000) birim (Y) kullanılmadan kalacaktır.

bb) Tablonun Sütunlar İtibariyle İncelenmesi:

Tabloda her sütun, kendi başında bulunan değişkenin bir biriminin üretimi için, gerekli olan üretim faktörleri miktarını gösterir. Başka bir deyişle, her sütun, başında bulunan değişkenin formülünü verir. Meselâ, (X_1) değişkenin formülü,

$$X_1 = 4 S_1 + 1 S_2 + 6 S_3 + 4 S_6 + 0,1 S_7 + 1 S_8$$

şeklinde yazılır. Bu formül, bir birim (X_1) üretim için, 4 dakika

A_1 makinası zamanına, 1 dakika A_2 makinası zamanına, 6 dakika B_1 makinası zamanına, 4 dakika da C_2 makinası zamanına ihtiyaç olduğunu gösterir. Ayrıca, denklemden anlaşılacağı gibi, bir birim X_1 in dokuma makinasında kullanılan zamanı 0,1 dakika ve bir metre dokuma için de bir birim X_1 ' e ihtiyaç vardır.

e) Objektif Fonksiyonun Belirlenmesi:

Masraf minimizasyonu problemlerinde, objektif fonksiyondaki değişkenlerin katsayıları, bu değişkenlerin bir biriminin maliyeti- dir. TABLO 1.1 de, değişkenler ile, bunların maliyetleri gösterilmiştir. Objektif fonksiyon,

$$Z_{\min} = 3,90 X_1 + 3,00 X_2 + 3,60 Y_1 + 4,30 Y_2 + 3,65 Y_3 + 4,35 Y_4$$

şeklinde gösterilir. Burada amaç, bu fonksiyonu minimum yapan değerleri bulmaktır.

f) Simplex Metodu ile Çözümün Yapılması:

Simplex metodunun, bir tekrarlama ve yaklaştırma ameliyesi olduğu birinci bölümde açıklanmıştı. Bu tekrarlamalar yapılırken, her adımda bir tablo düzenlenerek durum açıklanacaktır.

aa) İlk Adım:

Çözüme girecek yeni üretim değişkeninin belirlenmesi için, her değişkenin $(C_i - e_i)$ farkı hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	$\frac{X_1}{3,90}$	$\frac{X_2}{3,00}$	$\frac{Y_1}{3,60}$	$\frac{Y_2}{4,30}$	$\frac{Y_3}{3,65}$	$\frac{Y_4}{4,35}$
e_i	M	M	M	M	M	M
$e_i - e_i$	$(3,90-M)$	$(3,00-M)$	$(3,60-M)$	$(4,30-M)$	$3,65-M$	$(4,35-M)$

Burada (M), maliyetlerin hepsinden büyük bir değerdir. O halde, (3,00-M) değeri, en küçük negatif değer olur. İşletme, (X_2) malından üretildiği kadar üretmelidir. Bu durum şöyle açıklanabilir: Bir birim (X_1) malının alternatif maliyeti (3,90-M) dir. Aynı şekilde, bir birim (X_2) malının alternatif maliyeti (3,00-M), bir birim (Y_2) nin alternatif maliyeti (3,60-M), bir birim (Y_2) nin alternatif maliyeti (4,30-M) dir. Burada en az alternatif maliyet (3,90-M) değeri ile (X_2) değişkeninde olduğu için, bu değişken üretim değişkeni olarak çözüme alınacaktır.

Tablonun sonunda, yukarıdan aşağıya, görülen değerler, makinelerin kapasiteleri ile hammadde miktarlarını göstermektedir. Bu değerler (X_2) kolonunda bulunan teknik üretim katsayılarına bölünürse, bulunan sayılar, işletmenin sadece (X_2) malı üretiminde bulunduğu zaman, bu maldan ne kadar üretebileceğini gösterir.

$$S_1' \text{ in tamamı } (X_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{4} = 2220 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{1} = 8880 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{2} = 4440 \text{ birim,}$$

$$S_5' \text{ in tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{4} = 2220 \text{ birim,}$$

$$S_7' \text{ nin tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{2400}{0,1} = 24000 \text{ birim,}$$

$$S_8' \text{ in tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1000}{1} = 1000 \text{ birim,}$$

$$S_9' \text{ un tamamı } (X_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

(X_2) malı üretilecektir. En küçük pozitif değer olan (1000), S_8' in, (X_2) nin üretim miktarı için limit değişken olduğunu gösterir.

0 halde, (X_2) değişkeni ile (S_8) değişkeni yer değiştirecek ve böylece (X_2) değişkeni üretim değişkeni olacaktır.

Bu duruma göre, yeni üretim değişkenleri;

$$S_1 = 8880 - (1000 \cdot 4) = 4880$$

$$S_2 = 8880 - (1000 \cdot 1) = 7880$$

$$S_3 = 8880 - (1000 \cdot 0) = 8880$$

$$S_4 = 8880 - (1000 \cdot 2) = 6880$$

$$S_5 = 8880 - (1000 \cdot 0) = 8880$$

$$S_6 = 8880 - (1000 \cdot 4) = 4880$$

$$S_8 = X_2 = 1000$$

$$S_9 = 2000 - (1000 \cdot 0) = 2000$$

değerlerini alırlar.

T A B L O 1.1

(Birinci Model için, İlk Simplex Tablosu)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	M S_8	M S_9	3,90 X_1	3,00 X_2	3,60 Y_1	4,30 Y_2	3,65 Y_3	4,35 Y_4	
OS_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	8880
OS_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	8880
OS_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	2	2	0	0	8880
OS_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	3	8880
OS_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	8880
OS_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4	0	4	0	4	8880
OS_7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	2400
OS_8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1000
OS_9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	2000

(X_2) değişkeni ile (S_8) değişkeninin yer değiştirmesiyle, TABLO 1.1 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Değişen teknik katsayılar hesaplanarak, ikinci simpleks tablosu düzenlenir. Yeni teknik katsayıları veren denklemler aşağıda gösterilmiştir.

$$X_2 = 4 S_1 + S_2 + 2 S_4 + 4 S_6 + 0,1 S_7 + S_8$$

denklemden, (S_8) değişkeninin eşiti,

$$S_8 = X_2 - 4 S_1 - S_2 - 2 S_4 - 4 S_6 - 0,1 S_7$$

olarak bulunur. Bu değer, diğer değişkenlerin denklemlerinde yerine konursa;

$$X_1 = 4 S_1 + S_2 + 6 S_3 + 4 S_6 + 0,1 S_7 + S_8 = X_2 + 6 S_3 - 2 S_4$$

$$Y_1 = 3 S_2 + 2 S_3 + 6 S_5 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$Y_2 = 3 S_2 + 2 S_3 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$Y_3 = 3 S_2 + 3 S_4 + 6 S_5 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$Y_4 = 3 S_2 + 3 S_4 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9$$

denklemleri bulunur. Bu denklemlerin katsayıları bir tablo haline getirilirse, TABLO 1.2 de görülen ikinci simpleks tablosu bulunur.

T A B L O 1.2

(Birinci Model için, İkinci Simplex Tablosu)

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	0 S ₇	M S ₈	M S ₉	3,90 X ₁	3,00 X ₂	3,60 Y ₁	4,30 Y ₂	3,65 Y ₃	4,35 Y ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4880
0 S ₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	7880
0 S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	2	2	0	0	8880
0 S ₄	0	0		1	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	3	3	6880
0 S ₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	8880
0 S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4880
0 S ₇	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2300
3,00 X ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1000
M S ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	2000

TABLO 1.2 nin İncelenmesi:

Tablonun üst sırasında bulunan değişkenler ve bunların maliyet değerleri, TABLO 1.1' deki gibidir. (S_8) değişkeni ile (X_2) değişkeni yer değiştirmiştir. Yeni üretim değişkenleri $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, X_2$ ve S_9 olarak belirlenmiştir. Tabloya yeni üretim değişkeni olarak giren (X_2) nin başındaki değer (3,00) dir.

bb) İkinci Adım:

TABLO 1.2 nin üst sırasında bulunan değişkenler için ($c_i - e_i$) farkları hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	S_8	X_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
c_i	M	3,90	3,60	4,30	3,65	4,35
	+ 3,00	+ 3,00	+ M	+ M	+ M	+ M
$c_i - e_i$	(M-3,00)	0,90	(3,60-M)	(4,30-M)	(3,65-M)	(4,35-M)

Burada en küçük negatif değer (3,60-M) olduğundan, (Y_1) üretim değişkeni olarak alınacaktır. Başka bir deyişle, işletme yalnızca (Y_1) malı üretirse, üretim maliyeti en düşük olacaktır. TABLO 1.2 nin sonunda, yukarıdan aşağıya gösterilen değerler, (Y_1) değişkeninin altında görülen kolondaki teknik üretim katsayılarına bölünürse bulunan değerler, işletmenin yalnızca (Y_1) malı üretiminde bulunduğu zaman, üretim miktarını gösterir. Bu değerler aşağıda hesaplanarak gösterilmiştir.

$$S_1' \text{ in tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{7880}{3} = 2660 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{2} = 4440 \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{6880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_5' \text{ in tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{6} = 1480 \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_7' \text{ nin tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{2300}{0,5} = 4600 \text{ birim,}$$

$$X_2' \text{ nin tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{1000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_9' \text{ un tamamı } (Y_1) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{1} = 2000 \text{ birim,}$$

(Y_1) üretilecektir. Burada en küçük pozitif değer olan (1480), (S_5) ' in, (Y_1) ' in üretim miktarı için, limit değişken olduğunu gösterir. O halde, (Y_1) değişkeni ile S_5 değişkeni yer değiştirecektir.

Yeni üretim değişkenleri $S_1, S_2, S_3, S_4, Y_1, S_6, S_7, X_2$ ve S_9 olarak belirlenmiştir. (Y_1) ile (S_5) in yer değiştirmesiyle, TABLO 1.2 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Değişen teknik üretim katsayılarını veren denklemler;

$$Y_1 = 3 S_2 + 2 S_3 + 6 S_5 + \frac{1}{2} S_7 + 8 S_9$$

$$S_5 = \frac{1}{6} Y_1 - \frac{1}{2} S_2 - \frac{1}{6} S_3 - \frac{1}{12} S_7 - \frac{1}{6} S_9$$

$$X_1 = 6 S_3 - 2 S_4 + X_2$$

$$Y_2 = 3 S_2 + 2 S_3 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$Y_3 = 3 S_2 + 3 S_4 - 3 S_3 + Y_1$$

$$Y_4 = 3 S_2 + 3 S_4 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$S_8 = -4 S_1 - S_2 - 2 S_4 - 4 S_6 - 0,1 S_7 + X_2$$

olarak bulunur.

Yeni üretim değişkenlerinin değerleri;

$$S_1 = 4880 - (1480 \cdot 0) = 4880$$

$$S_2 = 7880 - (1480 \cdot 3) = 3440$$

$$S_3 = 8880 - (2 \cdot 1480) = 5920$$

$$S_4 = 6880 - (1480 \cdot 0) = 6880$$

$$S_5 = Y_1 = 1480$$

$$S_6 = 4880 - (1480 \cdot 0) = 4880$$

$$S_7 = 2300 - (1480 \cdot 0,5) = 1560$$

$$X_2 = 1000 - (1480 \cdot 0) = 1000$$

$$S_9 = 1480 - (1480 \cdot 1) = 520$$

olarak hesaplanır.

Daha önce gösterilen denklemlerin katsayıları ve üretim değişkenlerinin hesaplanan değerlerinden TABLO 1.3 düzenlenmiştir.

TABLO 1.3, birinci model için üçüncü simplex tablosudur. Tablo incelenirse, teknik üretim katsayılarının, TABLO 1.2 ye göre değiştiği görülür.

T A B L O 1.3
(Birinci Model için, Üçüncü Simplex Tablosu)

	0	0	0	0	0	0	0	M	M	3,90	3,00	3,60	4,30	3,65	4,35	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	4880
0 S ₂	0	1	0	0	-3	0	0	-1	0	0	0	3	3	3	3	3440
0 S ₃	0	0	1	0	-2	0	0	0	0	6	0	0	2	-3	0	5920
0 S ₄	0	0	0	1	0	0	0	-2	0	-2	0	0	0	3	3	6680
3,60 Y ₁	0	0	0	0	1/6	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1480
0 S ₆	0	0	0	0	0	1	0	-4	0	0	0	0	4	0	4	4880
0 S ₇	0	0	0	0	-1/2	0	1	-0,1	0	0	0	0	0,5	0	0,5	1560
3,00 X ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1000
M S ₉	0	0	0	0	-1/6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	520

cc) Üçüncü Adım:

TABLO 1.3 ün başında gösterilen değişkenler için $(e_i - o_i)$ farkları hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	S_5	S_8	X_1	Y_2	Y_3	Y_4
o_i	0	+ M	+ 3,90	+ 4,30	+ 3,65	+ 4,35
e_i	$(-\frac{M}{6}+0,6)$	+ 3,00	+ 3,00	+ M	+ 3,60	+ M
$e_i - o_i$	$(\frac{M}{6}-0,6)$	$(M-3,00)$	+ 0,90	$(4,30-M)$	+ 0,05	$(4,35-M)$

Burada en küçük değer $(4,30-M)$ olduğu için, (Y_2) değişkeni üretim değişkeni olarak alınacaktır. TABLO 1.3 ün sonunda bulunan değerler, (Y_2) değişkeninin kolonundaki teknik üretim katsayılarına bölünürse, işletmenin bu noktada ne kadar (Y_2) malı üretebileceğini bulunur.

$$S_1' \text{ in tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{3440}{3} = 1146 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{5920}{2} = 2960 \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{6680}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$Y_1' \text{ in tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4480}{4} = 1120 \text{ birim,}$$

$$S_7' \text{ nin tamamı } (Y_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{1560}{0,5} = 3120 \text{ birim,}$$

X_2 ' nin tamamı (Y_2) üretimine ayrılırsa, $\frac{1000}{0} = \infty$ birim,

S_9 ' un tamamı (Y_2) üretimine ayrılırsa, $\frac{520}{1} = 520$ birim

(Y_2) üretilir. Burada, (520) değeri en küçük pozitif değer olduğundan, (S_9), (X_2) nin üretim miktarı için limit değişken olur. O halde, (Y_2) değişkeni ile S_9 değişkeni yer değiştirecek ve (Y_2) yeni üretim değişkeni olacaktır. (Y_2) ile (S_9) un yer değiştirmesiyle, TABLO 1.3 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler bulunarak aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_2 = 3 S_2 + 2 S_3 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9$$

$$S_9 = Y_2 - 3 S_2 - 2 S_3 - 4 S_6 - 0,5 S_7$$

$$X_1 = 6 S_3 - 2 S_4 + X_2$$

$$S_5 = -\frac{5}{2} S_2 - \frac{5}{3} S_3 - \frac{5}{12} S_7 + \frac{2}{3} S_6 + \frac{1}{6} Y_1 - \frac{1}{6} Y_2$$

$$S_8 = -4 S_1 - S_2 - 2 S_4 - 4 S_6 - 0,1 S_7 + X_2$$

$$Y_3 = 3 S_2 - 3 S_3 + 3 S_4 + Y_1$$

$$Y_4 = 3 S_2 + 3 S_4 + 4 S_6 + 0,5 S_7 + S_9 = -2 S_3 + 3 S_4 + Y_2$$

Yeni üretim değişkenlerinin değerleri;

$$S_1 = 4880 - (520 \cdot 0) = 4880$$

$$S_2 = 3440 - (520 \cdot 3) = 1880$$

$$S_3 = 5920 - (520 \cdot 2) = 4880$$

$$S_4 = 6880 - (520 \cdot 0) = 6880$$

$$Y_1 = 1480 - (520 \cdot 0) = 1480$$

$$S_6 = 4880 - (520 \cdot 4) = 2800$$

$$S_7 = 1560 - (520 \cdot 0,5) = 1300$$

$$X_2 = 1000 - (520 \cdot 0) = 1000$$

$$Y_2 = 520 = S_9$$

olarak hesaplanır. Önce bulunan denklemlerin katsayılarıyla, yeni üretim değişkenlerinin hesaplanan değerlerinden TABLO 1.4 düzenlenmiştir. TABLO 1.4 incelenirse, TABLO 1.3 de gösterilen bir çok teknik üretim katsayısının değiştiği görülür. Yeni üretim değişkenleri $S_1, S_2, S_3, S_4, Y_1, S_6, S_7, X_2$ ve Y_2 olmuştur.

dd) Dördüncü Adım:

TABLO 1.4 ün üst sırasında görülen değişkenler için $(c_1 - e_1)$ farkları hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	S_5	S_8	S_9	X_1	Y_3	Y_4
c_1	0	+ M	+ M	+ 3,90	+ 3,65	+ 4,35
e_1	- 0,9	+ 3,00	+ 4,30	+ 3,00	+ 3,60	+ 4,30
	+ 0,9	(M-3,00)	(M-4,30)	0,90	0,05	0,05

Burada bulunan değerlerin hepsi sıfırdan büyük olduğu için, bir masraf azalmasından söz edilemez. O halde optimum çözüm bulunmuş oldu. Çözümün optimum olduğu objektif fonksiyonda değişkenlerin bulunan değerleri yerlerine konularak da görülebilir.

T A B L O 1.4
(Birinci Model İçin, Dördüncü Simplex Tablosu)

	0	0	0	0	0	0	0	M	M	3,90	3,00	3,60	4,30	3,65	4,35	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	4880
0 S ₂	0	1	0	0	-5/2	0	0	-1	-3	0	0	0	0	3	0	1880
0 S ₃	0	0	1	0	-5/3	0	0	0	-2	6	0	0	0	-3	-2	4880
0 S ₄	0	0	0	1	0	0	0	-2	0	-2	0	0	0	3	3	6880
3,60 Y ₁	0	0	0	0	1/6	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1480
0 S ₆	0	0	0	0	2/3	1	0	-4	-4	0	0	0	0	0	0	2800
0 S ₇	0	0	0	0	-5/12	0	1	-0,1	-0,5	0	0	0	0	0	0	1300
3,00 X ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1000
4,30 Y ₂	0	0	0	0	-1/6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	520

birim üretilmesi gerektiği görülmektedir. Bu birimlerin üretimi için makinaların çalışma süreleri ve atıl kapasiteleri aşağıda gösterilmiştir.

	FİTİL DEPARTMANI		İPLİK DEPARTMANI		DÜZELTME DEPARTMANI	
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
K ₂	4x1000=4000	1x1000=1000	-	1000x2=2000	-	4x1000=4000
K ₁	-	3x1480=4440	2x1480=2960	-	6x1480=8880	-
K ₂	-	3x 520=1560	2x 520=1040	-	-	4x 520=2080
pp.	4000	7000	4000	2000	8880	6080
il. ap.	4880	1880	4880	6880	-	2800

C) İkinci Model :

Üretimi plânlanan pamuklu dokuma işletmesinde, yalnızca dokuma üretimi yapan işletmelere satılmak üzere, "satış ipliği" adı verilen iplikler üretilmektedir. İkinci modelde, birinci modelde söz konusu olan (1000) metre dokumanın üretiminden sonra, kullanılmayan makina kapasitelerinden yararlanılarak satış ipliği üretimi öngörülmüştür.

a) Problemin Belirlenmesi:

Birinci modelde açıklandığı gibi, pamuğun fitil departmanına gelinceye kadar işlenmesi için, izlenen üretim tekniğinde alternatif yoktur. Satış iplikleri atkı ve çözümlü olmak üzere iki çeşittir. Bu ipliklerin numaraları değişik olduğu için, üretildikleri makineler de farklıdır.

Fitil departmanında, söz konusu ipliklerin üretiminde kullanılacak fitillerin üretimi A_1 ve A_2 makinelerinde yapılmaktadır. Atkı ipliklerinin üretiminde kullanılacak fitiller A_1 ve A_2 makinelerinin ikisinden de geçmek suretiyle üretilmektedir. Çözümlü ipliklerinin üretiminde kullanılacak fitillerin üretimi ise, yalnızca A_1 makinasında yapılmaktadır.

İplik departmanında, satış ipliklerinin üretiminde B_1 ve B_2 makineleri kullanılacaktır. Atkı ve çözümlü ipliklerinin üretimi B_1 veya B_2 den biri ile yapılmaktadır.

Düzeltilme departmanında, iplik departmanından gelen satış ipliklerinin düzeltilmesinde C_2 ve C_3 makineleri kullanılacaktır. Atkı iplikleri yalnızca C_2 makinasından geçerek düzeltilmektedir. Çözümlü iplikleri ise, C_2 veya C_3 den yalnızca birinden geçmektedir.

Atkı ve çözümlü satış ipliklerinin (100)'er gramı için makinelerin standart çalışma zamanları (dakika) ve bunların birer dakikalık çalışma maliyetleri sayfa 61' de gösterilmiştir.

MAKİNALAR	(100) gram atkı ipliği üretimi için gerekli zaman	(100) gram çösgü ipliği üretimi için gerekli zaman	Makinaların birer dakikalık çalışma maliyetleri
A ₁	3	2	0,10 TL.
A ₂	1	-	0,30 TL.
B ₁	6	2	0,20 TL.
B ₂	2	3	0,15 TL.
C ₂	4	4	0,05 TL.
C ₃	-	6	0,10 TL.

Satış ipliklerinin üretiminde kullanılacak pamuğun kalitesi iyi olduğu için, maliyeti de yüksektir. Atkı ipliklerinin üretiminde kullanılan pamuğun fitil departmanına gelinceye kadar, işlenmesi için yapılan giderler de içinde olmak üzere, (100) gramının maliyeti (1,20) TL. olarak belirlenmiştir. Çösgü ipliklerinin üretiminde kullanılan pamuğun ise, (100) gramının fitil departmanına gelinceye kadar, aynı yoldan hesaplanan maliyeti (2,00) TL. sıdır.

Atkı ipliklerinin haftalık üretimi (100) gramlık 600 birim, çösgü ipliklerinin ise, haftalık üretimi (100) gramlık 1500 birim olarak plânlanmıştır. İşletmenin gayesi, bu üretimi minimum maliyetle yapabilmek için izlenecek üretim tekniğini belirlemektir.

b) Modelin değişkenleri ile, bunlar arasındaki matematik bağlantıların kurulması:

Çöşü ipliklerinin (100) gramını değişken olarak (P) ve atkı ipliklerinin (100) gramını değişken olarak (L) ile gösterilmiştir.

(L) nin üretimi iki, (P) nin üretimi ise, dört yoldan yapılmaktadır. Her yoldan üretilen ipliklerin (100) gramlık birimleri birer değişken olarak gösterilmiştir. Bu durum aşağıda açıkça görölmektedir.

<u>Değişken</u>	<u>Üretim için izlenen Yol</u>
L_1	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_1 \rightarrow C_2$
L_2	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$
P_1	$A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow C_3$
P_2	$A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow C_2$
P_3	$A_1 \rightarrow B_2 \rightarrow C_3$
P_4	$A_1 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2$

Değişkenlerin (100) gramlık miktarları için maliyetler hesaplanırsa;

$$L_1 = 1,20 + 3(0,10) + 1(0,30) + 6(0,20) + 4(0,05) = 3,20$$

$$L_2 = 1,20 + 3(0,10) + 1(0,30) + 2(0,15) + 4(0,05) = 2,30$$

$$P_1 = 2,20 + 2(0,10) + 2(0,20) + 6(0,10) = 3,40$$

$$P_2 = 2,20 + 2(0,10) + 2(0,20) + 4(0,05) = 3,00$$

$$P_3 = 2,20 + 2(0,10) + 3(0,15) + 6(0,10) = 3,45$$

$$P_4 = 2,20 + 2(0,10) + 3(0,15) + 4(0,05) = 3,05$$

sonuçları bulunur.

Üretimde kullanılan makineler ile, bunların üretimi için belirlenen değişkenler arasındaki matematik bağlantılar aşağıda gösterilmiştir.

<u>MAKİNALAR</u>	<u>MAKİNALAR ARASINDAKİ MATEMATİK BAĞLANTILAR</u>
A ₁	$3 L_1 + 3 L_2 + 2 P_1 + 2 P_2 + 2 P_3 + 2 P_4 \leq 4880$
A ₂	$L_1 + L_2 \leq 1880$
B ₁	$6 L_1 + 2 P_1 + 2 P_2 \leq 4880$
B ₂	$2 L_2 + 3 P_3 + 3 P_4 \leq 6880$
C ₂	$4 L_1 + 4 L_2 + 4 P_2 + 4 P_4 \leq 2800$
C ₃	$6 P_1 + 6 P_3 \leq 8880$

Talep miktarları için belirlenen değerlerden;

$$L_1 + L_2 = 600$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1500$$

bağlantıları kurulur.

c) Modeldeki bağlantılara belirtisiz ve suni değişkenlerin eklenmesi:

Fıtil, iplik ve düzeltme departmanlarıyla ilgili bağlantılar, birinci bölümde açıklandığı gibi, birinci tip eşitsizliklerdir. Bu bakımdan, bu eşitsizliklere katsayıları (+ 1) ve maliyetleri (0) olan birer belirtisiz değişken eklenecektir.

$$0$$
$$S_1 + 3 L_1 + 3 L_2 + 2 P_1 + 2 P_2 + 2 P_3 + 2 P_4 = 4880$$

$$0$$
$$S_2 + L_1 + L_2 = 1880$$

$$\begin{array}{l} 0 \\ S_3 + 6 L_1 + 2 P_1 + 2 P_2 \end{array} \quad = 4880$$

$$\begin{array}{l} 0 \\ S_4 + 2 L_2 + 2 P_3 + 3 P_4 \end{array} \quad = 6880$$

$$\begin{array}{l} 0 \\ S_5 + 4 L_1 + 4 L_2 + 4 P_2 + 4 P_4 \end{array} \quad = 2800$$

$$\begin{array}{l} 0 \\ S_6 + 6 P_1 + 6 P_3 \end{array} \quad = 8880$$

Modelin son iki bağlantısı eşitlik şeklinde olduğu için, bunlara katsayıları (+ 1) ve maliyetleri (M) olan birer suni değişken eklenecektir.

$$\begin{array}{l} M \\ S_7 + L_1 + L_2 \end{array} \quad = 600$$

$$\begin{array}{l} M \\ S_8 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \end{array} \quad = 1500$$

d) Birinci Simplex Tablosunun Düzenlenmesi:

Önceki sayfalarda gösterilen değişkenler arasındaki bağlantıların katsayılarından TABLO 2.1 de gösterilen tablo düzenlenmiştir. Bu tablo ikinci model için ilk simplex tablosudur.

e) Objektif Fonksiyonun Belirlenmesi:

Masraf minimizasyonu modellerinde, objektif fonksiyonda değişkenlerin katsayıları, bu değişkenlerin bir biriminin maliyetidir. İkinci model için TABLO 2.1 den objektif fonksiyon,

$$Z_{\min} = 3,20 L_1 + 2,30 L_2 + 3,40 P_1 + 3,00 P_2 + 3,45 P_3 + 3,05 P_4$$

$$+ 0 S_1 + 0 S_2 + 0 S_3 + 0 S_4 + 0 S_5 + 0 S_6 + M S_7 + M S_8$$

olarak belirlenir.

f) Simplex Metodu İle Çözümün Yapılması:

aa) İlk Adım:

Çözüme girecek yeni üretim değişkeninin belirlenmesi için, her değişkenin ($c_1 - e_1$) farkı hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	L_1	L_2	P_1	P_2	P_3	P_4
c_1	$\frac{3,20}{}$	$\frac{2,30}{}$	$\frac{3,40}{}$	$\frac{3,00}{}$	$\frac{3,45}{}$	$\frac{3,05}{}$
e_1	$\frac{M}{(3,20-M)}$	$\frac{M}{(2,30-M)}$	$\frac{M}{(3,40-M)}$	$\frac{M}{(3,00-M)}$	$\frac{M}{(3,45-M)}$	$\frac{M}{(3,05-M)}$

Burada (M), maliyetlerin hepsinden büyük bir değerdir. 0 halde, (2,30-M) değeri, en küçük negatif değer olur. En küçük alternatif maliyeti olan değişken (L_2) olduğundan, işletme bu maldan üretebildiği kadar üretmelidir. Bundan dolayı, (L_2) üretim değişkeni olarak çözüme alınacaktır.

TABLO 2.1 in sonunda, yukarıdan aşağıya makinelerin kapasitelerini ve talep miktarlarını gösteren değerler, (L_2) kolonundaki teknik katsayılara bölünürse, bulunan sayılar, işletmenin sadece (L_2) malı üretiminde bulunduğu zaman, bu maldan ne kadar üretebileceğini gösterir.

$$S_1' \text{ in tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{3} = 1623 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{1880}{1} = 1880 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{6880}{2} = 3440 \text{ birim,}$$

$$S_5' \text{ in tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{2800}{4} = 700 \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_7' \text{ nin tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{600}{1} = 600 \text{ birim,}$$

$$S_8' \text{ in tamamı } (L_2) \text{ üretimine ayrılırsa, } \frac{1400}{0} = \infty \text{ birim,}$$

(L₂) malı üretilecektir. En küçük pozitif değer olan (600), (S₇) nin, (L₂) nin üretim miktarı için limit değişken olduğunu gösterir. O halde, (L₂) değişkeni ile (S₇) değişkeni yer değiştirecek ve böylece (L₂) değişkeni üretim değişkeni olacaktır.

Bu duruma göre, yeni üretim değişkenleri;

$$S_1 = 4880 - 3 \cdot 600 = 3080$$

$$S_2 = 1880 - 1 \cdot 600 = 1280$$

$$S_3 = 4880 - 0 \cdot 600 = 4880$$

$$S_4 = 6880 - 2 \cdot 600 = 5680$$

$$S_5 = 2800 - 4 \cdot 600 = 400$$

$$S_6 = 8880 - 0 \cdot 600 = 8880$$

$$S_7 = X_2 = 600$$

$$S_8 = 1500 - 0 \cdot 600 = 1500$$

değerlerini alırlar.

(L_2) değişkeni ile (S_7) değişkeninin yer değiştirmesiyle, TABLO 2.1 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

$$L_2 = 3 S_1 + S_2 + 2 S_4 + 4 S_5 + S_7$$

$$S_7 = L_2 - 3 S_1 - S_2 - 2 S_4 - 4 S_5$$

$$L_1 = 6 S_3 + L_2 - 2 S_4$$

$$P_1 = 2 S_1 + 2 S_3 + 6 S_5 + S_8$$

$$P_2 = 2 S_1 + 2 S_3 + 4 S_5 + S_8$$

$$P_3 = 2 S_1 + 3 S_4 + 6 S_6 + S_8$$

$$P_4 = 2 S_1 + 3 S_4 + 4 S_5 + S_8$$

Bu denklemlerin katsayıları bir tablo haline getirilirse, TABLO 2.2 de gösterilen ikinci simplek tablosu bulunur.

bb) İkinci Adım:

TABLO 2.2 nin üst sırasında gösterilen değişkenler için ($c_1 - e_1$) farkları hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	S_7	L_1	P_1	P_2	P_3	P_4
c_1	M	3,20	3,40	3,00	3,45	3,05
	+ 2,30	2,30	M	M	M	M
$(c_1 - e_1)$	$(M-2,30)$	0,90	$(3,40-M)$	$(3,00-M)$	$(3,45-M)$	$(3,05-M)$

T A B L O 2.2

(İkinci Model için, İkinci Simplex Tablosu)

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	M S ₇	M S ₈	3,20 L ₁	2,30 L ₂	3,40 P ₁	3,00 P ₂	3,45 P ₃	3,05 P ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	2	2	2	2	3080
0 S ₂	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1280
0 S ₃	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	2	2	0	0	4880
0 S ₄	0	0	0	1	0	0	-2	0	-2	0	0	0	3	3	5680
0 S ₅	0	0	0	0	1	0	-4	0	0	0	0	4	0	4	400
0 S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	6	0	8880
2,30 L ₂	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	600
M S ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1600

Bu tabloda en küçük negatif değer (3,00-M) olduğu için, (P_2) üretim değişkeni olarak çözüme alınacaktır. İşletme bu noktada, (P_2) malından üretebildiği kadar üretmelidir. TABLO 2.2 nin sonunda yukarıdan aşağıya gösterilen değerler (P_2) değişkeninin kolonunda bulunan teknik üretim katsayılarına bölünürse, işletmenin ne kadar (P_2) malı üretebileceği bulunur.

$$S_1' \text{ in tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{3080}{2} = 1540 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1280}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{4880}{2} = 2440 \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{5680}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_5' \text{ in tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{400}{4} = 100 \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$L_2' \text{ nin tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{600}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_8' \text{ in tamamı } (P_2) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1500}{1} = 1500 \text{ birim}$$

(P_2) malı üretilecektir. Burada (100) değeri, en küçük pozitif değer olduğundan, (S_5) , (P_2) nin üretim miktarı için limit değişken olur. O halde, (P_2) ile (S_5) yer değiştirecek ve (P_2) değişkeni yeni üretim değişkeni olacaktır.

Yeni üretim değişkenlerinin değerleri;

$$S_1 = 3080 - 2 \cdot 100 = 2880$$

$$S_2 = 1280 - 0 \cdot 100 = 1280$$

$$S_3 = 4880 - 2 \cdot 100 = 4680$$

$$S_4 = 5680 - 0 \cdot 100 = 5680$$

$$S_5 = P_2 = 100$$

$$S_6 = 8880 - 0 \cdot 100 = 8880$$

$$L_2 = 600 - 0 \cdot 100 = 600$$

$$S_8 = 1500 - 1 \cdot 100 = 1400$$

olarak hesaplanır.

(S_5) ile (P_2) nin yer değiştirmesiyle, TABLO 2.2 de görülen teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler bulunarak, aşağıda gösterilmiştir.

$$P_2 = 2 S_1 + 2 S_3 + 4 S_5 + S_8$$

$$S_5 = 1/4 P_2 - 1/2 S_1 - 1/2 S_3 - 1/4 S_8$$

$$L_1 = 6 S_3 - 2 S_4 + P_2$$

$$S_7 = - S_1 - S_2 - 2 S_4 + 2 S_3 + S_8$$

$$P_1 = 2 S_1 + 2 S_3 + 6 S_6 + S_8$$

$$P_3 = 2 S_1 + 3 S_4 + 6 S_6 + S_8$$

$$P_4 = 3 S_4 + P_2 - 2 S_3$$

Yukarıda gösterilen denklemlerin katsayılarından TABLO 2.3 de görülen simplex tablosu düzenlenmiştir.

(İkinci Model için, Üçüncü Simplex Tablosu)

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	M S ₇	M S ₈	3,20 L ₁	2,30 L ₂	3,40 P ₁	3,00 P ₂	3,45 P ₃	3,05 P ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	-1/2	0	-1	0	0	0	2	0	2	0	2880
0 S ₂	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1280
0 S ₃	0	0	1	0	-1/2	0	2	0	6	0	2	0	0	-2	4680
0 S ₄	0	0	0	1	0	0	-2	0	-2	0	0	0	3	3	5680
3,00 P ₂	0	0	0	0	1/4	0	0	0	1	0	0	1	0	1	100
0 S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	6	0	8880
2,30 L ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	600
M S ₈	0	0	0	0	-1/4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1400

oc) Üçüncü Adım:

Çözüme girecek yeni üretim değişkeninin belirlenmesi için, her değişkenin ($c_i - e_i$) farkı hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

	S_5	S_7	L_1	P_1	P_3	P_4
c_i	0	M	3,20	3,40	3,45	3,05
e_i	$(-\frac{1}{4}M+0,75)$	+ M	3,00	M	M	3,00
	$\frac{1}{4}M - 0,75$	0	0,20	$(3,40-M)$	$(3,45-M)$	0,05

Burada $(3,40-M)$ değeri diğerlerinden küçük negatif değer olduğundan, (P_1) değişkeni üretim değişkeni olarak alınacaktır.

TABLO 2.3 ün sonunda yukarıdan aşağıya gösterilen değerleri, (P_1) değişkeninin kolonunda bulunan teknik üretim katsayılarına bölünürse, işletmenin bu maldan üretebileceği miktarlar bulunur.

$$S_1' \text{ in tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{2880}{2} = 1440 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1280}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{4680}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{5680}{3} = 1860 \text{ birim,}$$

$$P_2' \text{ nin tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{100}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nin tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{8880}{6} = 1480 \text{ birim,}$$

$$S_8' \text{ in tamamı } (P_1) \text{ malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1400}{1} = 1400 \text{ birim}$$

(P₁) malı üretilecektir. En küçük pozitif değer olan (1400), (S₈) in, (P₁) in üretim miktarı için limit değişken olduğunu gösterir. O halde, (P₁) ile (S₈) yer değiştirecek ve böylece (P₁) yeni üretim değişkeni olacaktır.

Yeni üretim değişkenlerinin değerleri;

$$S_1 = 2880 - 2 \cdot 1400 = 80$$

$$S_2 = 1280 - 0 \cdot 1400 = 1280$$

$$S_3 = 4680 - 2 \cdot 1400 = 1880$$

$$S_4 = 5680 - 0 \cdot 1400 = 5680$$

$$P_2 = 100 - 0 \cdot 1400 = 100$$

$$S_6 = 8880 - 6 \cdot 1400 = 480$$

$$L_2 = 600 - 0 \cdot 1400 = 600$$

$$S_8 = 1400 = P_1$$

olarak hesaplanır.

(S₈) değişkeni ile (P₁) değişkeninin yer değiştirmesiyle, TABLO 2.3 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

$$P_1 = 2 S_1 + 3 S_4 + 6 S_6 + S_8 + 2 S_3$$

$$S_8 = P_1 - 2 S_1 - 3 S_4 - 6 S_6 - 2 S_3$$

$$S_5 = -\frac{1}{2} S_3 + \frac{1}{4} P_2 - \frac{1}{4} P_1 + \frac{3}{4} S_4 + \frac{3}{2} S_6$$

$$S_7 = -3 S_1 - S_2 + P_1 - 3 S_4 - 6 S_6$$

$$P_3 = P_1$$

$$P_4 = -2 S_3 + 3 S_4 + P_2$$

Bu denklemlerin katsayıları bir tablo haline getirilerek, TABLO 2.4 de görülen simplex tablosu bulunmuştur.

dd) Dördüncü Adım:

TABLO 2.4 de gösterilen değişkenler için $(c_i - e_i)$ farkları hesaplanarak gösterilmiştir.

	S_5	L_1	P_3	S_8	P_4	S_7
c_i	0	3,20	3,45	M	3,05	M
e_i	-0,25	3,00	3,40	3,40	3,00	-5,60
	0,25	0,20	0,05	(M-3,40)	0,05	(M+5,60)

Bulunan sonuçların hepsi pozitif olduğu için, optimum çözüm bulunmuş oldu.

g) Bulunan çözümden, işlenecek üretim tekniğinin ve makinelerin çalışma sürelerinin belirlenmesi;

TABLO 2.4 den, üretim maliyetinin minimum olabilmesi için,

$$P_1 = 1400$$

$$P_2 = 100$$

$$L_2 = 600$$

T A B L O 2.4

(İkinci Model İçin, Dördüncü Simplex Tablosu)

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	M S ₇	M S ₈	3,20 L ₁	2,30 L ₂	3,40 P ₁	3,00 P ₂	3,45 P ₃	3,05 P ₄	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	0	80
0 S ₂	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1280
0 S ₃	0	0	1	0	-1/2	0	0	0	6	0	0	0	0	-2	1880
0 S ₄	0	0	0	1	3/4	0	0	-3	-2	0	0	0	0	3	5680
3,00 P ₂	0	0	0	0	1/4	0	-3	0	1	0	0	1	0	1	100
0 S ₆	0	0	0	0	3/2	1	-6	-6	0	0	0	0	0	0	480
2,30 L ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	600
3,40 P ₁	0	0	0	0	-1/4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1400

FİTİL DEPARTMANI		İPLİK DEPARTMANI		DÜZELTME DEPARTMANI	
A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₂	C ₃
L ₂ 3 x 600 = 1800	1 x 600 = 600	-	2x600 = 1200	4x600 = 2400	-
P ₂ 2 x 100 = 200	-	2x100 = 200	-	4x100 = 400	-
P ₁ 2 x 1400 = 2800	-	2x1400 = 2800	-	-	6x1400=8400
Top. 4800	600	3000	1200	2800	8400
Atil Kap. 80 dak.	1280 dak.	1880	5680	Yok	480

birim üretilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu birimlerin üretimi için makinaların çalışma süreleri ve atıl kapasiteleri sayfa 77'de gösterilmiştir.

D) Üçüncü Model

İşletme, fitil departmanında bulunan A_2 ve A_3 , iplik departmanında bulunan B_3 , B_4 ve B_5 makinalarıyla üreteceği iplikleri, düzeltme departmanında bulunan C_3 ve C_4 makinalarından geçirerek dört çeşit dokumanın üretiminde kullanacaktır.

A_2 , A_3 , B_4 ve B_5 yeni ve süratli üretim yapan makinalardır. Bu bakımdan A_1 , A_2 ; B_1 ve B_2 makinalarıyla yapılan üretime oranla A_3 , A_4 , B_3 , B_4 ve B_5 makinalarıyla daha fazla üretim yapılabilecektir.

Ayrıca, söz konusu olan makinaların standartları aynıdır. Başka bir deyişle, bir birim pamuğun işlenmesi için aynı departmanda bulunan makinaların kullanma zamanları eşittir. Atkı ve çözgü ipliklerinin üretimleri için kullanma zamanları değişik olmakla beraber, bir metre dokuma için gerekli iplik miktarını (atkı ve çözgü) üretmek için makinaların çalıştıkları zamanlar alınmıştır. Meselâ; (B) dokumasının bir metresinin üretimi için gerekli olan ipliğin üretiminde kullanılacak fitilin üretimi için fitil departmanında 0,02 saat atkı ipliği fitili için, 0,06 saat çözgü ipliği üretimi için zaman ayrılacaktır. Sayfa 79' daki tabloda dört çeşit dokuma üretimi için gerekli makina zamanlarıyla, departmanların kullanılacak kapasiteleri gösterilmiştir.

Bu kapasiteler bir ay için ayrılmıştır.

a) Değişkenler ile, bunlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi:

Değişkenler A, B, C ve D olarak alınmıştır.

Matematik Bağlantılar;

$$0,05 A + 0,08 B + 0,04 C + 0,05 D \leq 1200$$

$$0,15 A + 0,20 B + 0,15 C + 0,10 D \leq 1800$$

$$0,03 A + 0,03 B + 0,03 C + 0,03 D \leq 1200$$

$$0,20 A + 0,30 B + 0,20 C + 0,25 D \leq 2000$$

$$B \leq 2000$$

$$C \leq 4000$$

olarak belirlenir. Modelin objektif fonksiyonu,

$$Z_{\max} = 75 A + 125 B + 150 C + 100 D$$

şeklinde yazılır.

Modelde değişkenler arasında kurulan bağlantıların hepsi birinci tip eşitsizliklerdir. O halde bu eşitsizliklere birer eşitleyen (slack) değişken eklemeyerek, eşitlik şekline getirilir.

$$S_1^0 + 0,05 A + 0,08 B + 0,04 C + 0,05 D = 1200$$

$$S_2^0 + 0,15 A + 0,20 B + 0,15 C + 0,10 D = 1800$$

$$S_3^0 + 0,03 A + 0,03 B + 0,03 C + 0,03 D = 1200$$

$$S_4^0 + 0,20 A + 0,30 B + 0,20 C + 0,25 D = 2000$$

$$S_5^0 + B = 2000$$

$$S_6^0 + C = 4000$$

b) Simplex Metodu İle Çözümün Yapılması:

aa) İlk Simplex tablosunun düzenlenmesi:

Yukarıda gösterilen denklemlerdeki değişkenlerin katsayıları bir tablo haline getirilirse TABLO 3.1 bulunur.

Bu tabloya İlk Simplex Tablosu denilir.

T A B L O 3.1

	0	0	0	0	0	0	75	125	150	100	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	A	B	C	D	
0 S ₁	1	0	0	0	0	0	0,05	0,08	0,04	0,05	1200
0 S ₂	0	1	0	0	0	0	0,15	0,20	0,15	0,10	1800
0 S ₃	0	0	1	0	0	0	0,03	0,03	0,03	0,03	1200
0 S ₄	0	0	0	1	0	0	0,20	0,30	0,20	0,25	2000
0 S ₅	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2000
0 S ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4000

bb) İlk Adım:

Önce gözümleri verilen modellerde gösterildiği gibi, değişkenlerin bir birimlerinin satışından elde edilen kâr miktarları (+) kabul edilip, bu değişkenin kolonundaki değerler, eşitleyen değişkenlerin katsayılarıyla çarpılıp bu kârdan çıkarılır.

	A	B	C	D
e_1	+75	+125	+150	+100
- (0x0,05)= 0		- (0x0,08)= 0	- (0x0,04)= 0	- (0x0,05)= 0
- (0x0,15)= 0		- (0x0,20)= 0	- (0x0,15)= 0	- (0x0,10)= 0
- (0x0,03)= 0		- (0x0,03)= 0	- (0x0,03)= 0	- (0x0,03)= 0
- (0x0,20)= 0		- (0x0,30)= 0	- (0x0,20)= 0	- (0x0,25)= 0
- (0x0) = 0		- (0x1) = 0	- (0x0) = 0	- (0x0) = 0
- (0x0) = 0		- (0x0) = 0	- (0x1) = 0	- (0x0) = 0
$e_1 - e_1$	+75	+125	+150	+100

Burada en büyük pozitif değer olan (150), bu noktada (C) değişkeninin üretim değişkeni olarak alınmasıyla, işletmenin daha çok kâr sağlayacağını göstermektedir.

TABLO 3.1 in sonunda bulunan değerler, departmanların bu üretim için kullanılacak kapasitelerini göstermektedir. Bu değerler (C) nin kolonundaki teknik katsayılara bölünürse işletmenin ne kadar (C) malı üretebileceği bulunur.

$$S_1' \text{ in tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1200}{0,04} = 30000 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1800}{0,15} = 12000 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{1200}{0,03} = 40000 \text{ birim,}$$

$$S_4' \text{ ün tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{0,25} = 8000 \text{ birim,}$$

$$S_5' \text{ in tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$S_6' \text{ nın tamamı C malı üretimine ayrılırsa, } \frac{4000}{1} = 4000 \text{ birim,}$$

(C) malı üretilecektir. Burada en küçük pozitif değer olan (4000), S_6 nın, (C) nin üretim miktarı için limit değişken olduğunu göstermektedir. O halde C ile S_6 yer değiştirecek ve X_1 yeni üretim değişkeni olacaktır.

Yeni üretim değişkenleri;

$$S_1 = 1200 - (0,04 \cdot 4000) = 1040$$

$$S_2 = 1800 - (0,15 \cdot 4000) = 1200$$

$$S_3 = 1200 - (0,03 \cdot 4000) = 1080$$

$$S_4 = 2000 - (0,20 \cdot 4000) = 1200$$

$$S_5 = 2000 - 0 = 2000$$

$$S_6 = 4000 = C$$

olarak hesaplanır.

T A B L O 3.2

	0	0	0	0	0	0	75	125	150	100	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	A	B	C	D	
0 S ₁	1	0	0	0	0	-0,04	0,05	0,08	0	0,05	1040
0 S ₂	0	1	0	0	0	-0,15	0,15	0,20	0	0,10	1200
0 S ₃	0	0	1	0	0	-0,03	0,03	0,03	0	0,03	1080
0 S ₄	0	0	0	1	0	-0,20	0,20	0,30	0	0,25	1200
0 S ₅	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2000
150 C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4000

(C) ile S₆ yer değiştirdiğinden, TABLO 3.1 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler;

$$S_6 = C - 0,04 S_1 - 0,15 S_2 - 0,03 S_3 - 0,20 S_4$$

$$A = 0,05 S_1 + 0,15 S_2 + 0,03 S_3 + 0,20 S_4$$

$$B = 0,08 S_1 + 0,20 S_2 + 0,03 S_3 + 0,30 S_4$$

$$C = 0,05 S_1 + 0,10 S_2 + 0,03 S_3 + 0,25 S_4$$

şeklinde belirlenir. Bu denklemlerin katsayıları bir tablo şeklinde gösterilirse, TABLO 3.2 bulunur.

cc) İkinci Adım:

Önce yapılan işlemler TABLO 3.2 için tekrarlanacaktır.

	S_6	A	B	D
c_i	0	+75	+125	+100
	$-(0x-0,04)=0$	$-(0x0,05)=0$	$-(0x0,08)=0$	$-(0x0,05)=0$
	$-(0x-0,15)=0$	$-(0x0,15)=0$	$-(0x0,20)=0$	$-(0x0,10)=0$
	$-(0x-0,03)=0$	$-(0x0,03)=0$	$-(0x0,03)=0$	$-(0x0,03)=0$
	$-(0x-0,20)=0$	$-(0x0,20)=0$	$-(0x0,30)=0$	$-(0x0,25)=0$
	$-(0x0) =0$	$-(0x0) =0$	$-(0x1) =0$	$-(0x0) =0$
	$-(1x30)=-30$	$-(0x0) =0$	$-(0x0) =0$	$-(0x0) =0$
$c_i - e_i$	-30	+75	+125	+100

Tablodaki en büyük pozitif değer olan (125), bu noktada (B) nin üretim değişkeni olarak alınmasıyla, işletmenin daha fazla kâr sağlayacağını göstermektedir.

TABLO 3.2 nin sonunda bulunan değerler, (B) nin kolonundaki teknik katsayılara bölünürse, işletmenin ne miktarda (B) malı üretebileceği bulunur.

$$S_1 \text{ ' in tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{1040}{0,08} = 13000 \text{ birim,}$$

$$S_2 \text{ ' nin tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{1200}{0,20} = 6000 \text{ birim,}$$

$$S_3 \text{ ' ün tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{1080}{0,03} = 3600 \text{ birim,}$$

$$S_4 \text{ ' ün tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{1200}{0,30} = 4000 \text{ birim,}$$

$$S_5 \text{ ' in tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{1} = 2000 \text{ birim,}$$

$$C \text{ nin tamamı (B) üretimine ayrılırsa, } \frac{4000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

(D) mali üretilecektir. En küçük pozitif değer olan 2000, S_5 in (B) nin üretim miktarı için limit değişken olduğunu gösterir. O halde, (B) ile S_5 yer değiştirecek ve (B) yeni üretim değişkeni olacaktır.

Yeni üretim değişkenleri;

$$S_1 = 1040 - (0,08 \cdot 2000) = 880$$

$$S_2 = 1200 - (0,20 \cdot 2000) = 800$$

$$S_3 = 1080 - (0,03 \cdot 2000) = 1020$$

$$S_4 = 1200 - (0,30 \cdot 2000) = 600$$

$$S_5 = 2000 = B$$

$$C = 4000$$

olarak belirlenir. S_5 ile B yer değiştirdiğinde, TABLO 3.2 nin içindeki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler;

$$S_5 = B - 0,08 S_1 - 0,20 S_2 - 0,03 S_3 - 0,30 S_4$$

$$S_6 = - 0,04 S_1 - 0,15 S_2 - 0,03 S_3 - 0,20 S_4 + C$$

$$A = 0,05 S_1 + 0,15 S_2 + 0,03 S_3 + 0,20 S_4$$

$$D = 0,05 S_1 + 0,10 S_2 + 0,03 S_3 + 0,25 S_4$$

şeklinde bulunur. Bu denklemlerin katsayıları bir tablo halinde yazılırsa, TABLO 3.3 bulunur.

T A B L O 3.3

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	75 A	125 B	150 C	100 D	
0 S ₁	1	0	0	0	-0,08	-0,04	0,05	0	0	0,05	880
0 S ₂	0	1	0	0	-0,20	-0,15	0,15	0	0	0,10	800
0 S ₃	0	0	1	0	-0,03	-0,03	0,03	0	0	0,03	1020
0 S ₄	0	0	0	1	-0,30	-0,20	0,20	0	0	0,25	600
125 B	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2000
150 C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4000

dd) Üçüncü Adım:

Önce yapılan işlemler TABLO 3.3 için tekrarlanacaktır.

	<u>S₅</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
c_i	0	0	+75	+100
- (0x30)	= 0	-(0x-0,04) = 0	-(0x0,05) = 0	-(0x0,05) = 0
- (0x-0,08)	= 0	-(0x-0,15) = 0	-(0x0,15) = 0	-(0x0,10) = 0
- (0x-0,20)	= 0	-(0x-0,03) = 0	-(0x0,03) = 0	-(0x0,03) = 0
- (0x-0,03)	= 0	-(0x-0,20) = 0	-(0x0,20) = 0	-(0x0,25) = 0
- (0x-0,30)	= 0	-(25x0) = 0	-(0x0) = 0	-(0x0) = 0
- (1x25)	= -25	-(30x1) = -30	-(0x0) = 0	-(0x0) = 0
$c_i - c_i$	-25	-30	+75	+100

Tabloda görülen (+100) değeri, (D) nin üretim değişkeni olarak alınmasıyle, işletmenin daha fazla kâr elde edebileceğini gösterir.

TABLO 3.3 ün sonunda bulunan değerler, (D) değişkeninin sütununda bulunan teknik üretim katsayılarına bölünürse, işletmenin bu noktada ne kadar (D) mali üretebileceği bulunur.

$$S_1' \text{ in tamamı (D) mali üretimine ayrılırsa, } \frac{880}{0,05} = 17600 \text{ birim,}$$

$$S_2' \text{ nin tamamı (D) mali üretimine ayrılırsa, } \frac{800}{0,10} = 8000 \text{ birim,}$$

$$S_3' \text{ ün tamamı (D) mali üretimine ayrılırsa, } \frac{1020}{0,03} = 34000 \text{ birim,}$$

$$B' \text{ nin tamamı (D) mali üretimine ayrılırsa, } \frac{2000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

$$C' \text{ nin tamamı (D) mali üretimine ayrılırsa, } \frac{4000}{0} = \infty \text{ birim,}$$

(D) mali üretilecektir.

Burada en küçük positif değer olan (2400), S_4 ün, D nin üretim miktarı için limit değişken olduğunu gösterir. O halde (D) ile S_4 yer değiştirecek ve (D) yeni üretim değişkeni olacaktır.

Yeni üretim değişkenleri;

$$S_1 = 880 - (2400 \cdot 0,05) = 760$$

$$S_2 = 800 - (2400 \cdot 0,10) = 560$$

$$S_3 = 1020 - (2400 \cdot 0,03) = 948$$

$$S_4 = 2400 = D$$

$$B = 2000$$

$$C = 4000$$

değerini alacaktır. (S_4) ile (D) nin yer değiştirmesiyle, TABLO 3.3 deki teknik üretim katsayıları da değişecektir. Yeni teknik üretim katsayılarını veren denklemler;

$$S_4 = 4 D - 0,2 S_1 - 0,4 S_2 - 0,12 S_3$$

$$A = 0,01 S_1 + 0,07 S_2 + 0,006 S_3 + 0,8 D$$

$$S_5 = - 0,02 S_1 - 0,08 S_2 + 0,006 S_3 - 1,2 D + B$$

$$S_6 = - 0,07 S_2 - 0,8 D - 0,006 S_3 + C$$

şeklinde belirlenirler. Bu denklemlerin katsayıları bir tablo şekline getirilirse TABLO 3.4 bulunur.

T A B L O 3.4

	0 S ₁	0 S ₂	0 S ₃	0 S ₄	0 S ₅	0 S ₆	75 A	125 B	150 C	100 D	
0 S ₁	1	0	0	-0,20	-0,02	0	0,01	0	0	0	760
0 S ₂	0	1	0	-0,40	-0,08	-0,07	0,07	0	0	0	560
0 S ₃	0	0	1	-0,12	0,006	-0,006	0,006	0	0	0	948
100 D	0	0	0	4	-1,2	-0,8	0,8	0	0	1	2400
125 B	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2000
150 C	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4000

ee) Dördüncü Adım:

Önce yapılan işlemler TABLO 3.4 için tekrarlanacaktır.

	S_4	S_5	S_6	A
e_1	0	0	0	+ 75
- (0x-0,20)=	0	- (0x-0,02) = 0	- (0 x 0) = 0	- (0x0,01) = 0
- (0x-0,40)=	0	- (0x-0,08) = 0	- (0x0,07) = 0	- (0x0,07) = 0
- (0x-0,12)=	0	- (0x-0,006)= 0	- (0x0,06) = 0	- (0x0,006)= 0
- (4 x 100)=	400	- (100x-1,2)= 120	- (100x-0,08) = -80	- (100x0,8)= 80
- (0x125) =	0	- (125x1) = -125	- (0x125) = 0	- (0x125) = 0
- (0x150) =	0	- (0x150) = 0	- (150x1) = -150	- (150x0) = 0
$e_1 - e_1$	-400	-5	-70	-5

Bütün sonuçlar negatif olduğundan optimum çözüme varılmıy olundu. Bu durumu objektif fonksiyonda da görelim;

$$Z_{\text{MAX}} = 75 A + 125 B + 150 C + 100 D$$

TABLO 3.1 den $Z_{\text{MAX}} = 75 \times 0 + 125 \times 0 + 150 \times 0 + 100 \times 0 = 0$

TABLO 3.2 den $Z_{\text{MAX}} = 75 \times 0 + 125 \times 0 + 150 \times 4000 + 100 \times 0 = 600 000$

TABLO 3.3 den $Z_{\text{MAX}} = 75 \times 0 + 125 \times 2000 + 150 \times 4000 + 100 \times 0 = 85 0000$

TABLO 3.4 den $Z_{\text{MAX}} = 75 \times 0 + 2400 \times 100 + 125 \times 2000 + 150 \times 4000 = 1 090 000$

c) S o n u ç :

İşletmenin bu üretimi gerçekleştirebilmesi için departmanlarda, her mamul için gerekli çalışma zamanları saat olarak aşağıda gösterilmiştir.

FİTİL DEPARTMANI				İPLİK DEPARTMANI		
	<u>ATKI İP.</u>	<u>ÇÖZGÜ İP.</u>	<u>TOPLAM</u>	<u>ATKI İP.</u>	<u>ÇÖZGÜ İP.</u>	<u>TOPLAM</u>
A - 0	0	0	0	0	0	0
B - 2000	40	120	160	160	240	400
C - 4000	60	100	160	240	360	600
D - 2400	60	60	120	120	120	240
	<u>158</u>	<u>278</u>	<u>440</u>	<u>520</u>	<u>720</u>	<u>1240</u>

DÜZELTME DEPARTMANI		DOKUMA DEPARTMANI	
A - 0	0		0
B - 2000	60		600
C - 4000	120		800
D - 2400	72		600
	<u>252</u>		<u>2000</u>

S O N U Ç

Maliyet giderleri, işçi ücretlerinde ve hammadde fiyatlarında meydana gelecek yükselmelerden dolayı artacağı gibi; bu artış işgücü, makina gücü ve hammaddelerden tam olarak yararlanılamaması nedeniyle de ortaya çıkabilir. Etüdümüzde görüldüğü gibi, işçi ücretlerinde ve hammadde fiyatlarında bir artış olmadan, kantitatif bir teknik olan doğrusal programlama yardımıyla üretim teknikleri arasından seçim yapılarak üretimin maliyeti minimum kılınmıştır. Ayrıca, seçilen üretim tekniği ile makinelerin kapasitelerinden tam olarak yararlanılmış ve her üretim çeşidi için makinelerin çalışma süreleri belirlenerek çalışma kontrolü de sağlanmış bulunmaktadır.

Teknik bilgilerden yararlanarak, elinde bulunan kaynakları rasyonel bir şekilde kullanan işletmeler, giderlerini minimum yaparak, piyasada üstün bir duruma geçeceklerdir. Ayrıca, teknik bilgilerden yararlanan işletme yöneticileri, değişen şartlara göre karar verme çabukluğu kazanacaklardır.

Plânlı kalkınma dönemine girmiş bulunan memleketimizde, işletmelerin ellerinde bulunan kit kaynaklardan azami derecede yararlanarak üretim maliyetlerini minimum ve üretim hacmini maksimum yapmaları gerekir. Oysa ki, bugün işletmelerimizde hammadde ve enerjiden tam olarak yararlanılmamakta ve maliyetlerin minimum kılınması güçleşmektedir.

Bu bakımdan, elde bulunan makina ve hammaddeden optimal faydayı sağlayabilmek, kantitatif tekniklerin bir görevi olduğuna göre, bu tekniklerin işletmelerimizde kullanılması üretimin maliyetini minimuma indirecek ve böylece mikro ve makro açıdan ekonomiye önemli katkılarda bulunulacaktır.

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- AKÜN, FARUK : İstihsal İdaresi Modern Teknikleri; Teknik
Universite Matbaası; İstanbul 1969.
- ACKOFF, RUSSEL L.,
SASieni MAURICE W. : Operation Research; John Wiley and sons;
London 1968.
- ALCALAY, J. A.,
BUFFA E. S. : A Proposal for a General model of a
Production System; John Wiley and son;
London 1966.
- BRABB, GEORGE J. : Quantitative Management; Holt, Rinehart
and Winston Inc.; New York 1968.
- BOWMAN E. H.,
PETTER R. B. : Analysis for Production and Operations
Management; Richard D. Irwin; Ontario 1967.
- BIERMAN, HAROLD;
BONINI, CHARLES;
HAUSMAN, WARREN H. : Analysis for Businem Decisions; Richard
D. Irwin; Ontario 1969.
- BALOFF, N. : Estimating the Parameters of Startup
Model an Ampirical Approach; J. Industrial
Eng. ; Vol. 18, No 4; s. 248-249.

- CHARLES, D. PLACE;
HOBINS, WILLIAM H.;
ROY, ROBERT H. : Operation Research and System Engineering;
The John Hopkins Press; Baltimore 1964.
- CARR, CHARLES R.;
HOWE CHARLES W. : Quantitative Decisions Procedures in
Management and Economics; Mc Graw-Hill;
New York 1964.
- CHIANG, ALPHA C. : Fundamental Methods of Mathematical
Economics; Mc Graw-Hill; New York 1968.
- BRUCKER, PETER F. : Management Science and Manager; Management
Science; Volume 1 - 1954; s. 115-116-117.
- DANTZIG, GEORGE B. : Thoughts on Linear Programming and
Automation; Management Science; Volume 3
1957; s. 131-132.
- DANTZIG, GEORGE B. : Linear Programming and Extensions,
Princeton University Press; New Jersey 1963.
- MAGER, JOHN F. : Production Planning and Inventory Control;
Mc Graw-Hill; New York 1968.
- MARTIN, W. W. Jr. : Mathematic for Decisions Making; Richard
D. Irwin; Ontario 1969; s. 1-2-3.
- WILLER, DAVID W. : The Logic of Quantitative Decisions;
Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1969;
s. 16-17.
- O' DONNELL AND KOONTZ : Principles of Management of Managerial
Functions; Mc Graw-Hill; New York 1969;
s. 185.

- STARR, M. K. : Modular Productions - a new concept;
Harvard Business Review - Vol. 43 (1965);
s. 131-140.
- SCHELLENBERGER, ROBERT E.: Managerial Analysis; Irwing Inc.; Homewood
1969; s. 245 ve sonrası.
- THROSBY, C. D. : Elementary Linear Programming; Random
House Inc.; New York 1970.
- TOSUN, KEMAL : Sevk ve İdare; İstanbul 1961.
- WAGNER, HARVEY M. : Principles of Operation Research;
Prentice-Hall; Englewood Cliffs 1969.
- EDISON, R. T. : Operational Research in Management;
The English Universities Press; London 1962.
- FRAZER, J. RONALD : Applied Linear Programming; Prentice-Hall;
Englewood Cliffs 1968; s. 4.
- FABRYCKY, W. J.,
TONGENSEN, PAUL E. : Operations Economy; Prentice-Hall;
Englewood Cliffs 1966; s. 414-415.
- CAVETT, J. WILLIAM : Production and Operations Management;
Harcourt, Brace and World Inc; New York 1968;
s. 16-17.
- GÖNENLİ , ATILLA : Doğrusal Programlama; Sevk ve İdare Dergisi,
Özel bası 3, s. 1.
- GIUSEPPE, M. FERRERO da
ROCCO FERRERA : Operations Research Models; South - Western
Publishing Com.; Chicago 1964; s. 296.

- GARVIN WALTER W. : Linear Programming; Mc Graw-Hill;
New York 1960; s. 209-210.
- GÜLÇÜR, FAZİL : İşletmelerde Faaliyet Araştırmaları;
Berksoy Matbaası; İstanbul 1966.
- MC GARRAH, ROBERT B. : Production and Logistic Management;
John Wiley and sons; London 1963; s. 70-71.
- LEVY, F. K. : Adaption in the Production Proses; Management
Science, Vol. 11 - 1965; s. 152-153.
- LLEWELLYN, ROBERT W. : Linear Programming; Mc Graw-Hill;
New York 1964; s. 149.
- LOHMAN, M. R. ve
Arkadaşları : Analysis for Production Management;
Richard and Irwing; New York 1957; s. 97.
- LOOMBA; N. PAUL : Linear Programming; Mc Graw-Hill;
New York 1964; s. 151-156.
- MANN, WARREN H. : Analysis for Busines Decisions; Richard
D. Irwing; Ontario 1969; s. 1-2-3-4.
- METZGER, ROBERT W. : Mathematical Programming; John Wiley and
Sons; New York 1963.