

8053

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ İŞLETME FAKÜLTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE
LINEER PROGRAMLAMA İLE ÜRETİM PLANLAMASI

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Yöneten : Prof. Dr. Güneş Gençyılmaz

ŞENOL GÜNSEL

Enstitü No : 87-1696

İstanbul-1990

Ö N S Ö Z

Genel olarak Lineer Programlama problemi, sınırlayıcı koşullar adı verilen lineer veya eşitsizlikler grubu ile birlikte amaç denklemi adı verilen değişkenlerin lineer bir fonksiyonunu optimize etmeyi (maksimize veya minimize) gerektirmektedir. Optimizasyon, kabaca eldeki olanaklar içinde en iyi davranışın nitelenmesi veya belli sınırlamalar içinde amacın en iyi şekilde yerine getirilmesidir.

Esas iki ana kavramdadır:

1-) Teknik Sınırlamalar

2-) Ekonomik amaç

Bu iki durum matematiksel olarak doğrusal fonksiyonlarla ortaya konduğunda problem Doğrusal Programlama ile çözümlenir.

Bu çalışmada, Lineer Programlamayı, Tekstil Edirne fabrikasında Üretim Planlaması yapılmasında kullandım. Bu yüzden çalışmamın pratik yönü teknik yönünden daha fazladır. Lineer Programlama modeli tesis için oluşturulmuş, çözümlenmesi ise QSB adlı paket program ile yapılmıştır.

Bu çalışmada veri olarak, birim ürün maliyetleri, birim karlar, pratik ve teorik makina kapasiteleri kullanılmış, çeşitli kabuller yapılmıştır. Maliyet ve kar olayı değişken olduğundan ürün bileşimi ve karlar zamanla değişebilir. Ancak bu değişiklikler anında modele girerek her zaman

doğru sonuçların alınması yönünden çalışmanın kalıcı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmamda, bana yol gösteren değerli hocam Prof.Dr. Sn. Günes Gençyılmaz'a, tezimin uygulamasını yaptığım Tekstiplik Edirne Tesisleri'nin Müdürü Sn. Mehmet Savaş'a, İdari Planlama Kısım Şefi Sn. Nurettin Yanıkçı'ya ve değerli çalışma arkadaşım Endüstri Mühendisi Sn. Sevil Arıcanlı'ya teşekkür ederim.

Şenol GÜNSEL

Edirne, Ocak 1998

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

BÖLÜM- I

ÜRETİM HAKKINDA GENEL BİLGİ VE SORUNUN ORTAYA KONMASI

(1-18)

- | | |
|---|-------|
| 1-) Polimer Üretim Kısım | 1-6 |
| 2-) İplik Üretim Kısım | 6-9 |
| 3-) Muss İplik Üretim Kısım | 9-12 |
| 4-) İplikle ilgili Kullanılan Terimler ve
Anlamları | 12-15 |
| 5-) İşletmede Üretim Planlaması ile ilgili
Sorunlar ve Bunların LP ile Çözümleri . | 15-18 |

BÖLÜM- II

LİNEER (DOĞRUSAL) PROGRAMLAMA

(19-37)

- | | |
|---|-------|
| 1-) Giriş ve Tanım | 19-20 |
| 2-) Doğrusal Programlama Varsayımları | 20-22 |
| 3-) Doğrusal (Lineer) Programlama Çalışması | 22 |
| 1-) Modelin Kurulması | 22 |
| 2-) Modelin Çözülmesi | 22 |
| 2.1 Grafik Çözüm Tekniği | 22-23 |
| 2.2 Simpleks Çözüm Tekniği | 23-25 |
| 4-) Eşitsizlik Tipleri ve Çözüm | 25-37 |

BÖLÜM- III

TESİSTE LİNEER PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI VE ÇÖZÜMLENMESİ

(37-60)

- | | |
|--|-------|
| 1-) Ürün Çeşitlerinin Oluşturulması | 37-40 |
| 2-) Kısıt ve Değişkenlerin Oluşturulması . | 40-50 |

i-) (a_{ij}) Katsayılarının oluşturulması	40-45
ii-) (B_i) Katsayılarının oluşturulması	45-49
iii-)(c_j) Katsayılarının oluşturulması	49
3-) Başlangıç Tablosu	50-54
4-) İterasyonlar	54-55
5-) Optimum Çözüm	56
6-) Optimum Çözüme Giren Ürünler ve Miktarları .	57
7-) Duyarlılık Analizleri	58-59
8-) Karlı Hale Geçiren Satış Fiyat Listesi	60
9-) Sonuç	61

KAYNAKÇA

BÖLÜM-I

ÜRETİM HAKKINDA GENEL BİLGİ VE SORUNUN ORTAYA
KONMASI



1b) POLİMER ÜRETİM KISMI

Hammedde olarak kullanılan, kaprolaktamın polimerize edilerek, iplik şeklinde çekilebilecek bir yapıya kavuşturulduğu kısımdır. Bu kısımdaki ana kademeler;

1. HAM MADDE : İplik akım şemasında da görülebileceği gibi ham madde olarak petrol ürünlerinden elde edilen kaprolaktam kullanılır.

Bu madde İzmit'teki Petkim fabrikasından veya dış ülkelerden gelir. Petkim kaprolaktamının bir torbası 30 kg. olup, polietilen torba ve kraft kağıt torbalara sarılmış olarak gelir. Genellikle 1 torba 25 kg. olup, 1 palet 40 veya 50 torbadan oluşmaktadır. Gelen kaprolaktamın saflığı ve standartlara uygunluğu kimya laboratuvarında yapılan analizler sonucu saptanır.

2. ERİTME KAZANI : Toz (pul) halindeki katı kaprolaktam, torbaları yırtılmak suretiyle kazana dökülür ve kazanın dış cidarlarında dolaşan 110°C sıcaklıktaki buharla ergitilir. Kazana hava girişini önlemek için, ayrı bir hattan azot girişi vardır. Azot vermekten amaç: kaprolaktamın ve daha sonraki aşamalarda polimerin, hava ile temasını (oksidasyonunu) önlemektir. Aksi takdirde hava ile temas ederek okside olan kaprolaktam veya polimer iplik çekme esnasında kopar.

Eritme kazanında sıvılaşan kaprolaktam, pompalar vasıtasıyla reaktöre gönderilir. Reaktöre girmeden önce içine,

matlaştırmayı sağlamak için titandieksit, polimerin belli zincir uzunluklarında (aynı viskozitede) olması içinde a-
setik asit katılır.

Titandieksit ve asetik asit bir dozaj pompası vasıtasıyla verilirler.

3. REAKTÖR : Yaklaşık olarak 11 metre uzunluğunda 1 metre genişliğinde çelik bir boru olup, üstten giren kaprolaktam alttan polimer şeklinde çıkar. Polimerleşme işleminin olması için reaktör devamlı şekilde difül yağının buharları ile ısıtılır. Reaktörde kimyasal bir işlem sonucu giren kaprolaktamın yapısı değişmekte ve polimerizasyon sonucu iplik şeklinde çekilebilecek bir şekle gelmektedir. Kaprolaktam zincirin bir halkası olarak düşünülürse, reaktörde polimerizasyon sonucu bu halkalar birbirine katılmakta ve 150-200 halkalı zincir uzunluğunda kimyasal bir bileşik (polimer veya kimya diliyle polikaprolaktam) meydana gelmektedir. Reaktöre giren kaprolaktamın hepsi polimerizasyon olayına girmez. % 10 kadarı polimerize olmadan kalır. Geri kalan bu maddeye ekstrak denir.
4. KESME MAKINASI : Reaktörün alt kısmından pompalar vasıtasıyla alınan sıvı polimer, bir düzeden geçirilerek soğuk su teknesine verilir. Burada soğuyan ve katılaştıran fitil şeklindeki polimer, kesme makinasında kesilerek küçük parçacıklar (cips) haline getirilir ve ekstraksiyon kolonuna verilir.

5. EXTRAKSIYON : Extraksiyon,, uygun bir çözücü (çözücü olarak genellikle su kullanılır) kullanmak suretiyle, bir karışım-
dan istenilen maddenin ayrılması olayıdır. Bizdeki ekstrak-
siyonun amacı, cipsin içerisinde bulunan polimerize olmuş
% 10 kadar maddenin (ektrak) cipsin içersinden ayrılmasıdır.
Extraksiyon kolonu yaklaşık 12 metre uzunluğunda, 1 metre
çapında çelik bir boru olup, içi cips ile doldurulmuştur.
Bir taraftan üst kısımdan cips girerken, diğer taraftanda
extraksiyon kolonunun altından -giren cips miktarı kadar-
cips çıkmakta, böylece extraksiyon kolonunun içi daima cips
ile dolu bulunmaktadır. Kolon buhar ile ısıtılır.
Extraksiyon kolonuna alt kısımdan sürekli olarak belli miktar-
larda demineralize (demi) su verilir. Alt taraftan giren su
extraksiyon kolonunun üst kısmına yavaş yavaş çıkar ve bura-
dan da bir taşıma borusu vasıtasıyla extraksiyon kolonunu
terkeder.
Böylece, üst taraftan giren cips yavaş yavaş alt tarafa doğ-
ru, ilerlerken alt taraftan giren demi suda yavaş yavaş üst
tarafa doğru çıkar. Bu şekilde cips ile demi suyun teması
neticesinde, cipsin içersinde bulunan polimerize olmuş
maddeler (ektrak) eriyerek suyun içersine karışmakta ve su
ile beraber atılmaktadır..
Extraksiyon işleminin sonunda cipsin içindeki % 10 kadar ext-
rakın % 9.5 kadarı sıcak su ile atılır. % 0.4-0.5 kadar ext-
rak cips ile birlikte kurutucuya (trocknere) girer.

6. KURUTUCU (TROCKNER) : Ekstraksiyon kolonunun altından alınan cipsler pompa vasıtasıyla önce süzülme silolarına gönderilir. Süzülme silolarında, suları süzülen cipsler, buradan döner kurutuculara alınır.

Fazla su ipliğe zarar verdiğinden cips içersindeki suyun (nemin) belli bir değerde olması lazımdır. Bu nedenle kurutma işlemi yapılır.

Süzülme silosunda toplanan yaklaşık 9 ton cips kurutucuya alınır ve yaklaşık 24 saat kurutucunun döndürülmesi ve bu esnada kurutucunun etrafından sıcak yağ delastırılması neticesinde belirli bir nem değerine kadar kurutulur. Kurutma esnasında oluşan su buharları devamlı olarak vakum pompaları vasıtasıyla emilir. Daha sonra bir yoğuşturucuda tekrar yoğuşturularak sıvı hale getirilirler. Yoğuşturulamayan buharlar dış havaya verilirler.

Kurutma işlemi sonunda kurutucuya (trockner'e) azot gazı verilerek kurutucu içindeki vakum (düşük basınç) kırılır. (Atmosfer basıncına getirilir.) Ve kimya laboratuvarına numune verilir.

Alınan numune içersindeki su (nem) miktarı standart değerler içerisinde ise cips azot gazı ile istenilen siloya sevk edilir.

7. SİLOLAR : Tesiste 1 adet karıştırma silosu (60 ton), 1 adet N-66 cips silosu (35 ton), 1 adet DSM cips silosu (35 ton), 1 adet deşe silosu (12 ton), 1 adet yedek silo (35 ton) ve ikisi LOY sistemini, ikisi POY sistemini besliyen 4 adet üretim silosu bulunmaktadır.

Cipsin silolara sevk edilmesiyle polimer üretim kısmının görevi bitmiş olur. Polimer üretim bölümünün çeşitli kademelerinde kimya lab. tarafından numune alınarak proses akışının standartlara uygunluğu kontrol edilir.

Bunlardan en önemli olanlar;

a. Reaktöre giren laktamda asetik asit ve titandioksit tayini.

b. Reaktör çıkışında alınan cipsde viskozite, oksidasyon ve ekstrakt tayini.

c. Kurutucudan (treckner'den) sonra alınan cipste viskozite, nem (su), ekstrakt ve titandioksit tayini.

Viskozite tayini, oluşan polimer zincirinin (polimerin) çok önemli bir karakteristiği olup, polimerin akışkanlığı ve molekül ağırlığı ile ilgilidir. Her 4 saatte bir kontrol edilen viskozitenin hep aynı veya birbirine yakın çıkması polimerizasyonun iyi olduğunu gösterir.

Birbirinden farklı çıkması ise, oluşan polimerin akışkanlık ve molekül ağırlığının zaman zaman farklı olduğunu gösterir ki bu durum iplik çekme esnasında kopuğa veya kopukların artmasına neden olabilir.

2-) İPLİK ÜRETİM KISMI

8. EKSRUDER : Cipsin ergitilerek tekrar sıvılaştırıldığı yerdir. Silolardan gelen cips, titraşimli berular vasıtasıyla ara silolara, buradan da exruderlere gelir. Exruder içerisindeki helozen biçimli döner mil ve elektrikli ısıtıcılar sayesinde eritilen ve sıkıştırılan cips berular vasıtasıyla balkenlere gelir. Bu beruların etrafında polimer eriyiğın soğumasını önlemek için sıcak difül buharları delastırılır.

LOY sisteminde 3 adet eksruder olup, bunlardan herbiri 2 balkeni besler.

POY sisteminde ise, 2 adet exruder olup, bunlardan herbiri 1 balkeni beslemektedir.

9. BOBİNAJ : Yağ taşlarından geçen ipliğın, klavuzlardan geçirilerek, bobin halinde sarıldığı kısımdır.

LOY sisteminde; 6 adet balken vardır.

Her balkende, 6 pozisyon,

Her pozisyonunda, 8 düze,

Her düzede, 1 bobine bağlı olduğundan:

1 balkende, 6 x 8 : 48 bobin,

6 balkende, 6 x 48 : 288 bobin vardır.

POY sisteminde ise; 2 adet balken vardır.

Her balkende, 4 pozisyon,

Her pozisyonunda, 4 düze,

Her düzede 4 bobin olduğundan,

1 balkende, $4 \times 4 \times 4 : 64$ bobin,

2 balkende, $2 \times 64 : 128$ bobin mevcuttur.

İplik bobine sarılmaya başladıktan belli bir süre sonra bobin büyür ve belli bir büyüklüğe (ağırlığa) ulaşınca durdurularak bobinler çıkarılır.

Bir balkenden, belli bir süre sonunda elde edilen bu 48 bobine 1 DOFF denir.

11. KONDÜSYONE : Bobinajdan çıkan arabalara asılmış bobinler belli bir süre, klimatize edilmiş (belli bir sıcaklığı ve belli bir nemi olan) bir ortamda bekletilirler. Bekletmekten amaç, ipliğin alabileceği daha bir miktar nemin dengeli (düzenli) bir şekilde havadan alınması içindir.

İplik kondüsyonede yeterli zaman beklemez veya kondüsyonenin klima şartları (sıcaklık ve nem) bozulma gösterirse, yine düzensiz bir biçimde su (nem) akışı olur ki bu da ipliğin kalınlığının farklı oluşuna (uster hatası) neden olur.

12. ÇEKME-BÜKME : Amaç, ipliğin çekilerek belli bir kalınlığa (denye) ve belli bir mukavemet, genleşme değerine getirilmesidir. Çekme-bükme makinalarında iplik belli bir oranda çekilerek (çekim oranı) uzunluğunun 3-3.3 katı uzatılır.

Çekme-bükme makinalarına (rieter makinaları) yüklenen 3 deff'a (3 x 4 : 12)araba) 1 KRILL denir. Rieter makinasında daha bir arabalık boş yer kalır ki buraya da küçük bobinlerin bulunduğu arabalar konur. Çekme-bükme makinalarında her bobinden denyesine göre 4 veya 5 kops elde edilir. İlk elde edilen kopslardan 24 tenesi (3 deff olduğuna göre her defftan 8 adet) kalite kontrolu yapılmak üzere fizik (tekstil) laboratuvarına gönderilir. Bu aşamadan sonra kops ipliğinin bir kısmı satılmak üzere paketlemeye, bir kısımda muss iplik yapılmak üzere Scragg CS-12 tipi muss iplik makinalarına gönderilir.

13. PAKETLEME : Çekme-bükme makinalarından çıkan ve kalitesi belli olan kopslar ağırlıklarına göre belli kutulara konarak piyasaya gönderilirler.

3-) MUSS İPLİK ÜRETİM KISMI

14. MUSS MAKİNALARI :

A) SCRAGG CS-12 TİPİ : Bu makinaya iplik, Çekme-Bükme aşamasından sonra, kops olarak gelir. Burada amaç, ipliğe daha geniş hacimli bir görünüm (yün görünümü), daha fazla uzama ve daha fazla elastikiyet kazandırmaktır.

Belli sıcaklıktaki fırınlardan geçen ipliğe yalancı(suni) bir büküm vermek suretiyle bu işlem gerçekleştirilir.

Fırın ısılarındaki düzensizlikler iplikte boyamadan sonra görülebilen hatalara neden olurlar.

Muss makinalarında iplik iki kat yapılır. Yani 2 koptan çıkan iplik, tek bir bobine sarılır.

Her makineden çıkan (1 takım) musslaşmış ipliklerden fizik lab.'a numune alınarak, çorap örülür ve hatalı olan pozisyonlar tespit edilir.

B) SCRAGG DCS 1200-A TİPİ : Bu makinalar bobinajdan çıkan ipliğin hem çekme işlemini hem de tekstüre (muss) işlemini birlikte yapar. Diğer bir deyişle, Çekme-Bükme (Rieter) ve scragg CS-12 makinalarının ayrı ayrı yaptığı işlemleri bu makinalar bir tek işlem halinde yaparlar.

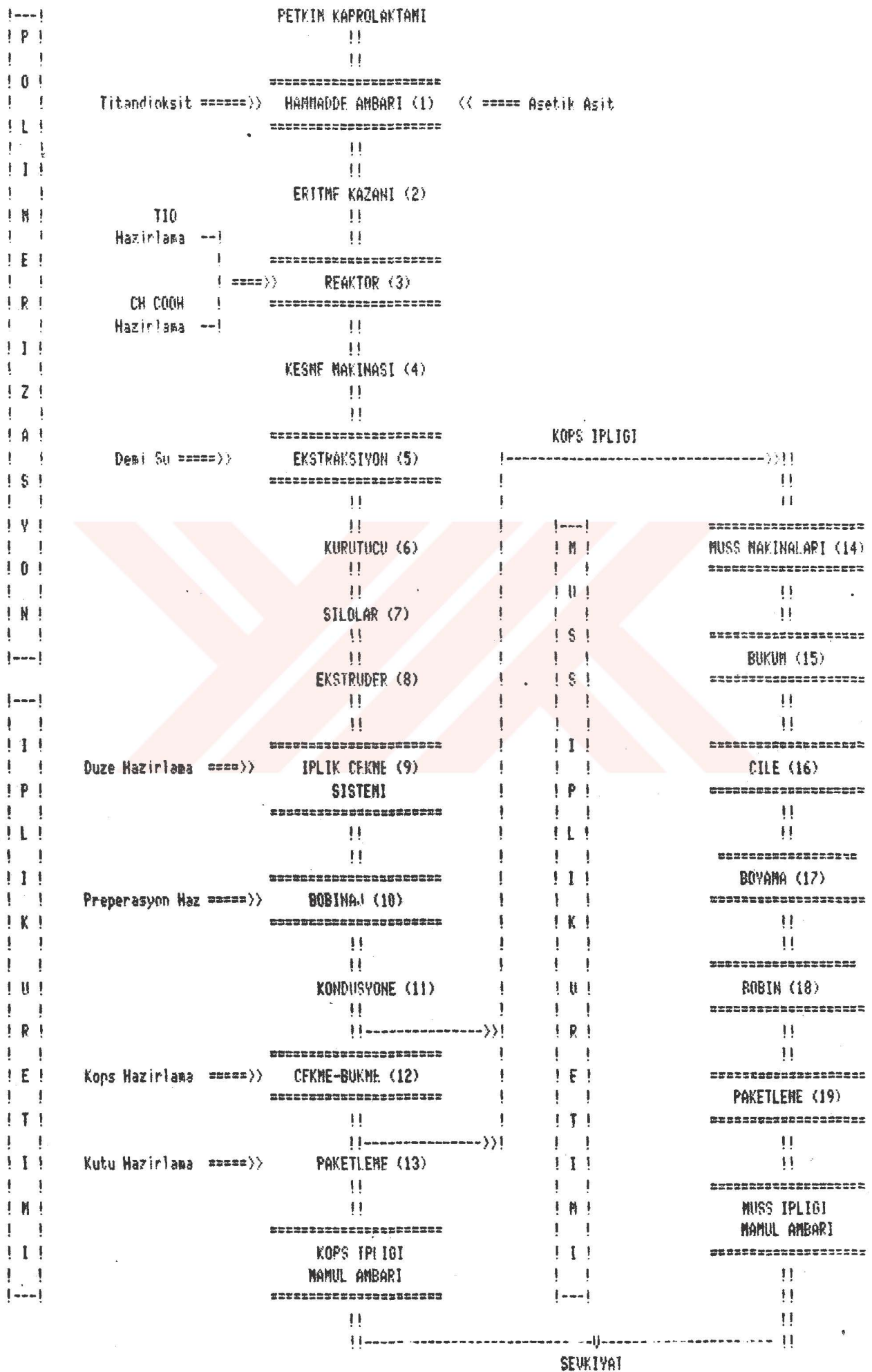
15. BÜKÜM : Muss makinelerinden çıkan ipliğe, büküm makinelerinde büküm verilir.

Büküm vermekten amaç, muss makinelerinde iki kat yapılmış ipliğin ayrılmaması ve elabilecek kapiler kopuklarının iplik içersine gizlenmesidir.

16. 17. 18. 19. ÇİLE-BOYAHANE-BOBİN-PAKETLEME : Büküm makinelerinde çıkan bobinlere sarılmış iplikler düzgün bir şekilde boyanabilmesi amacıyla çilelere sarılır ve çile halinde boyahanede boyandıktan sonra tekrar çileden bobin yapılır. Bobin yapılırken ipliğe % 3.5-4 kadar harman yağı verilir.

Bobine sarılan renkli iplikler ayırım yapılarık paketleneye verilir. Paketlemede üzerine naylon geçirilerek kutulara konulduktan sonra piyasaya gönderilir.

Şekil-I : AKIS SENASI



4-) İPLİK ÜRETİMİ İLE İLGİLİ KULLANILAN TERİMLER VE ANLAMLARI

Monomer: Hammadde olarak kulanalan kaprolaktama verilen isim.

Polimer: Çok sayıda monomerin biraraya gelmesiyle oluşan bilesik.

Cips: Polimerizasyon (poli) kısmında kaprolaktamın polimerleştirilmesi ile elde edilen küçük piring tanecikleri şeklindeki parçalar.

Ekstrakt: Kaprolaktamın reaktörde polimerize edilmesinden sonra polimerleşmiyerek cipsin içerisinde kalan maddedir. Polimerleşmemiş bu madde, cipslerin su ile yıkanması sonucu (ekstraksiyon işlemi) atılır.

Vizkozite: Polimerizasyonda oluşan polimerin akışla ilgili bir özelliğidir.

Trockner: Islak cipsleri kurutmak için kullanılan döner kurutucudur.

Titandioksit: Polimere matlık sağlamak için ilave edilen maddedir. Bu madde olmazsa polimer (iplik) parlak olur.

Ekstruder: Katı cipslerin eritildiği makinalardır. Isıtma işlemi elektrikle yapılır. Tesiste 5 ekstruder vardır.

Balken: Ekstruderde eritilen cipslerin (polimerin) iplik şeklinde çekilebilmesini sağlayan sistemdir. Loy sisteminde 6 balken, pov sisteminde 2 balken vardır.

Pozisyon: Bir bütünü oluşturan kısımlardan her birine pozisyon denir. Örneğin spinnerei'da loy sisteminde bir balkende 6 pozisyon, Foy sisteminde ise bir balkende 4 pozisyon vardır. Örneğin Rieter (Çekme-Bükme) makinalarında 156 pozisyon vardır.

Düze: Erimiş polimerin (cipsin) iplik haline dönüştürülmesini sağlayan ve çok sayıda küçük deliklerden oluşan yuvarlak metal bir parçadır. Bu parçanın üzerinde kum ve metal filtreler bulunur.

Loy sisteminde 1 pozisyonda 8 düze

Poy sisteminde 1 pozisyonda 16 düze vardır.

Denye: İpliğin 9000 metresinin gram olarak ağırlığıdır. Örneğin 70 denye denirse ipliğin 9000 metresinin 70 gram olduğu anlaşılır. Numarası küçük olan iplik ince, numarası büyük olan iplik daha kalındır.

Kops İpliği: Bobinler halindeki naylon ipliğin çekilerek, üzeri kılıfla kaplı bir boruya sarılması ile oluşan iplik türüdür.

LOY Sistem: Makinadaki iplik hızı en fazla 1200 mt/dk'da olan sistemdir. Bu sistemden elde edilen ipliğin kullanılabilmesi için hemen (en fazla 1-2 gün içinde) çekilmesi (kullanılması) gerekir.

POY Sistemi: Makinadaki iplik hızı 4000-4500 mt/dk olan sistemdir. Buradan elde edilen bobinler uzun süre bekletilebilir. Yada direkt olarak satılabilir.

Deşe: Cips ve iplik üretimi sırasında elektrik kesilmesi veya diğer nedenlerle elde edilen fire maldır.

Harman Yağı: Beyaz veya boyalı muss iplikler bobine sarılırken ipliğe verilen yağdır.

N-6 (Naylon-6) İpliği: Kaprolaktamdan elde edilen polimerden yapılan iplik.

N-66 (Naylon-66) ipliği: Hammaddesi kaprolaktam olmayan, aksine deđisik kimyasal maddeler olan, polimerden elde edilen ipliktir.



5-)İŞLETMEDEKİ ÜRETİM PLANLAMA İLE İLGİLİ SORUNLAR VE
BUNLARIN LİNEER PROGRAMLAMA İLE ÇÖZÜMLERİ :

Tekstiplik Edirne Tesislerinde üretim planlaması yapılmaktadır. Her yılın başında sipariş ve tecrübeye dayalı olarak İmalat Programı yapılmaktadır. Daha sonra yıl içinde İstanbul'daki İhracat Planlama Departmanı tarafından, gelen siparişlere, fabrikadaki o andaki kapasiteye ve eldeki stoklara göre Edirne'ye fax ile üretim emirleri gönderilmektedir. Üretim emirlerinde, üretilecek malın cinsi, miktarı ve teslim tarihi yazılmakta, üretim buna göre ayarlanmaktadır. Değişken piyasa koşullarında, araya siparişler girmekte yada verilen siparişler iptal edilmektedir. Bu durum mevcut imalat programında aksamalara yol açmaktadır. Bunun yanında, işletme ürün çeşidi olarak 70 Denye ve onun türevlerine uygun olarak kurulmuştur. 70 Denye , diğer denyelere göre, gerek kapasite, gerekse kalite açısından daha avantajlıdır. Bu durumda, işletmede 70 Denye çalışılmasının toplam karı maksimize edeceği herkesçe bilinmektedir. Ancak piyasa koşullarında 20,40,90,140 ve 210 denye siparişleride alınmaktadır. Bu siparişleri almak, işletmenin genel karlılığını ne ölçüde etkiliyecektir? Bu tür bir sipariş kabul edildiğinde, ne kadar kardan zarar edilmiştir? Lineer Programlama diliyle optimumluktan uzaklaşmanın maliyeti nedir?

Sorunun Lineer Programlama Modeli ile çözümlenmesinde, optimum tablo elde edildikten sonra, çözüme girmiyen ürünlerden sipariş alındığında bu miktar bir kısıt olarak Lineer Programlama Modeline eklenebilir ve problem QSB'de çözülürülerek optimum tablodaki yeni max kar ile bu sipariş alınmadan önceki max kar karşılaştırılarak optimumluktan ne kadar uzaklaşıldığı (kardan ne kadar zarar edildiği) bulunabilir.

Bir diğer sorun; satış fiyatları listesindeki ürün çeşitleri azdır. Bükümlü muss ile bükümsüz muss'un satış fiyatları aynıdır. Bükümlü muss, büküm makinasında girdiğinden büküm ek maliyeti almakta, böylece toplam denye maliyeti yükselmekte, bükümsüz muss'la aynı fiyata satıldığından, birim karı bükümsüz muss'a göre daha az olmaktadır. Burada şu soru sorulabilir. Bükümlü muss'u karlı hale getirmek için mevcut satış fiyatına ne kadarlık bir ekleme yapılmalıdır? Soruyu genelleştirirsek, işletmede yeterince karlı olmadığı bilinen ürünleri karlı hale getiren yeni satış fiyatları nelerdir? Bu soruların cevabı Lineer Programlama ile çözülmüş, Duyarlılık analizleri yapılarak gölge fiyatlar saptanmış ve çözüme girmiyen ürünlerin (karı yetersiz ürünlerin) çözüme girmesi için eklenmesi gerekli fiyat artışları belirlenmiştir. Ayrıca, Duyarlılık Analizleri ile çözüme giren ürünlerin birim karlarının hangi sınırlar içinde kalması ile optimumluğun korunduğu saptanmıştır.

Bunun yanında bir diğer sorun; işletmenin günlük cips üretimi 11,200 kg.'dır. Bu miktar işletmenin cips ihtiyacının altındadır. Bu yüzden, Hollanda, A.B.D. , Fransa, B. Almanya'dan N6 ve N66 hazır cips ithal edilmektedir. Hazır cips maliyeti, piyasa durumuna göre değişim göstermesine rağmen, genellikle tekstiplik cipsinden daha pahalıya malolmaktadır. Burada; hangi ürünlerin tekstiplik cipsi ile hangi ürünlerin hazır cips ile yapılması daha uygundur?' sorusu sorulabilir. Bu sorunda Lineer Programlama Modelinde uygun cips kısıtlarıyla modellenmiş, yıllık (11,200x360) 4,032,000 kg.'lık cips üretimi haricindeki cips ihtiyacının uygun ürünler için istenilen miktarlarda kullanılması sağlanmıştır. Ayrıca, ürün çeşitleri oluşturulurken her ürün, 'tekstiplik cipsi ile üretilen' veya 'hazır cips ile üretilen' olmak üzere iki ürün çeşidiymiş gibi değerlendirilmiş, böylece karı maksimize eden ürün bileşiminde (optimum tabloda) hangi ürünün hangi cipsle üretilmesi gerektiği sorusunun cevabı bulunmuştur.

Şekil:1 'e bakıldığında işletme içindeki mamül ve yarı mamül hareketlerinin çok yönlü olduğu görülebilir. Herhangi bir mamül kondüsyone aşamasından sonra satılacağı gibi, aynı mamül bükümsüz muss, bükümlü muss veya boyalı muss olarakta satılabilir. Bunun yanında, büküme girecek bükümsüz muss olarak, Scrago CS-12 makinalarından çıkan malı mı kullanmak, yoksa

DCS-1200 çekme tekstürüze makinalarından çıkan malı mı kullanmak karımızı maksimize edecektir?

Sorunun Lineer Programlama ile çözümünde bu durum dikkate alınmıştır. Örneğin, 70 Denye boyalı muss mamülü:

i) 70/17x2 (DCS-1200 kökenli),

ii) 70/17x2 (CS-12 kökenli),

olmak üzere iki ayrı ürün çeşidi gibi düşünülmüştür. Böylece optimum tabloda büküm veya boya aşamasına girecek ürünlerin hangisininin DCS-1200'lerden, hangisininin CS-12'lerden gelmesinin maksimum karı arttırdığı görülmüştür.

BÖLÜM-II

LINEER PROGRAMLAMA



DOGRUSAL (LINEER) PROGRAMLAMA

1-) GİRİŞ ve TANIM

Üretim yapabilmek için, üretilecek ürünün özelliğine göre çeşitli üretim faktörlerine gereksinim vardır, Belli bir ürün . değişik üretim faktörleriyle yada aynı faktör grubunun değişik oranlarda bileşimi ile elde edilebilir, Bu durumda ise, hangi faktör kombinasyonunun kullanılması gerektiği sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu ve birçok işletme problemlerinin çözülmesinde ise yöneylen araştırması tekniklerinden biri olan Doğrusal Programlama kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi Doğrusal Programlama 'belirli bir amacın gerçekleşme derecesini etkileyen bazı kısıtlayıcı koşulların bulunması ve bunların doğrusal eşitlik veya eşitsizlikler olarak verilmesi durumunda, bu amaca en iyi biçimde ulaşılması için kit kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayan bir matematik yöntemidir.' (5)

Ulaşılacak istenilen amaç, kârın maksimizasyonu, maliyetin minimizasyonu, çıktı (output) maksimizasyonu yada girdi (input) kullanımının minimizasyonu olarak belirlenebilecektir. Doğal olarak böyle bir programlama sürecinde, önce gerekli veriler toplanır, probleme ait model kurulur ve daha sonra bu modelin çözümleri araştırılır. Bu çözümler kurulmuş olan modelin yapısına bağlı olarak, birden fazla olabilir yada hiçbir

(5) Tulunay ıılmaz 'Matematik Programlama ve işletme uygulamaları 1.Ü, İstanbul, 1960 sf.161

çözüm bulunmayabilir. Zaman zaman ise, amaç denklemine aynı değeri kazandıran farklı (alternatif) çözümlere de rastlanılır.

Karar verme durumunda bulunan bir yöneticinin bu farklı seçenekler arasından işletme için en uygun olanını uygulamaya keyması gerekir. Bazı durumlarda ise, modele sokulmamış olan çeşitli etkenlerden ötürü, optimum çözüm yerine ona en yakın olan başka bir çözümün benimsenmesi de gerekebilir. Ama her durumda Doğrusal Programlama yönetim için önemli bir araç olarak kullanılabilecektir.

2-) DOGRUSAL PROGRAMLAMA VARSAYIMLARI (4)

Bütün yöneylem araştırması modelleri ve çözümleri bir çok özel varsayımlara dayanılarak geliştirilebilmektedir. Bu varsayımlar,

a-) Doğrusallık varsayımı: Bu varsayım işletmenin girdileriyle çıktıları arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu gösterir. Üretim düzeyi artarken aynı oranda üretim girdileri de artar. Ayrıca amaç fonksiyonunda açık bir şekilde matematik olarak ifade edilmelidir. Amaç fonksiyonunun doğrusal olabilmesi için karar değişkenleri (x_j) lerin 1. dereceden ve (c_j) katsayılarında sabit olmalıdır.

b-) Toplanabilirlik varsayımı: Bu varsayım, değişik üretim faaliyetlerine kaynak olan üretim girdilerinin toplamının her bir işlem için ayrı kullanılan girdilerin toplamına eşit olduğunu gösterir.

e-) Sınırlılık varsayımı: Üretimde kullanılan kaynaklar sonludur. Bu nedenle üretime giren girdilerle üretim miktarı sınırlıdır.

- d-)Negatif olmama varsayımı: Doğrusal Programlama'da yer alan temel aylak ve artık değişkenlerin değeri sıfır yada sıfırdan büyük olmalıdır.
- e-)Sölnüebilme varsayımı: Modele giren değişkenlerin sürekliliği sözkonusudur.
- f-)belirlilik varsayımı: Bu varsayım Doğrusal Programlamada kullanılan değişkenlerin bilindiğini gösterir.

3-) DOGRUSAL PROGRAMLAMA ÇALIŞMASI

Doğrusal programlama çalışması,

1- Model kurma,

2- Modelin çözümlenmesi,

şeklinde ikiye ayrılarak incelenebilir.(2)

1- MODELİN KURULMASI

Modelin kurulmasında,yöneylem araştırması çalışmalarının pek çoğunda kullanılan yol izlenir.

a- Problemin formüle edilmesi,

b- Bilgi toplanması,analizi ve düzenlenmesi,

c- Amaç ve yan amaçların saptanması,

d- Etkinlik ölçüsünün seçimi,

e- Gerekli varsayımın yapılması,

f- Modelin kurulması,

2- MODELİN ÇÖZÜLMESİ

Modelin çözümü için arama-deneme aşamalarına dayanan ardışık yaklaşım yöntemleri kullanılır.Sonuca çabuk ve kolay varabilmek için, çeşitli yollarla arama işi sistematize edilmiştir. Kullanılan yolların etki alanları sınırlıdır ve ancak bazı özel koşullarda işe yarayabilmektedir.Simpleks ve transportasyon çözüm teknikleri bunlar arasındadır.Bazı özel hallerde grafik çözümlerde kullanılabilir.Son yıllarda gelişen çözüm yolu ise bilgisayar programlamadır.

2.1 Grafik çözüm tekniği

Özellikle kaynak yerinin iki ve kaynak sayısının 2-10 arasında olduğu halde grafik yoldan çözüm bulunabilir.kaynak yeri sayısının 3 olduğu hallerde üç boyutlu grafikte çözülmesi gerekir.

ygulamada ise,değişkenlerin ve kaynak sayıları genellikle çok sayıdadır.Bu tip problemlerin çözümü ise grafik tekniği ile mümkün değildir.

2.2 Simpleks çözüm tekniği

Grafik yöntemi, en fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde elverişlidir.Değişken sayısının üçü aştığı durumlarda simpleks çözüm yönteminin kullanılması çözüme kolayca ulaşmayı sağlar.Yöntem cebirsel tekrarlar (iterasyon) işlemine dayanır.Yöntemde önce başlangıç simpleks tablosu düzenlenir, sonra tekrarlayıcı işlemlerle belirli bir hesap yöntemi içinde gelişen çözümlere doğru ilerleyerek optimal çözüme ulaşmaya kadar işlemler sürdürülür.Gelişen çözüm tablolarında amaç fonksiyonunun ve karar değişkenlerinin değişen değerleri izlenebilir.

Simpleks yöntemle sorunun çözülebilmesi için gerekli bilgilerin belli bir formda bir tabloya (simpleks table) aktarılması gerekir.Şekil-1'de simpleks table gösterilmiştir.

Simpleks table ile doğrusal programlama sorununun çözümünde yapılacak işler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1- Üretimi sınırlayan üretim faktörlerinin belirlenmesi,
- 2- Üretilebilecek ürünlerin (üretim faaliyetlerinin) saptanması
- 3- Mevcut ve edinilebilir üretim faktörleri dikkate alınarak üretilebilecek her ünite ürün için gerekli faktör miktarlarının

(2) Karayalçın İlhami 'Endüstri Mühendisliği ve üretim yönetimi el kitabı 2' İstanbul, 1986, sf.352

(input-output katsayılarının) tespiti.

4- Her ünite ürün için gerekli değişir masrafların ve değişir masraflar üzerindeki karın hesaplanması:

5- Simpleks tablosunun düzenlenmesi

a- Sorunla ilgili değişkenlerin tanımlanması

b- Sorunun matematiksel denklemlerle sunulması

c- Başlangıç simpleks tablosunun hazırlanması.

6- Problemin çözümlere optimum tabloya ulaşılması.(3)

Genel bir Doğrusal Programlama probleminin ifadesi ise, c_j
 b_j , a_{ij} ($i=1,2,\dots,n$, $j=1,2,\dots,m$) olmak üzere problemin veri-
 lişine bağlı olarak sabitler aşağıdaki gibi yazılır,

$$\text{mak (min) } z = c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n$$

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

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

.....

.....

$$a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n \quad (=, \leq, \geq) \quad b_n$$

$$x_1 \ 0 \ , \ x_2 \ 0 \ , \dots\dots\dots x_n \ 0$$

4-) EŞİTSİZLİK TIPLERİ ve ÇÖZÜM

Her faktöre ait bir depo değişkeni (slack variables) olduğuna göre terkedilecek faaliyetlere ait katsayılar bir birim matrisini oluştururlar, Simpleks yöntemle çözüm için böyle bir birim matrise gereksinim vardır. Başlangıç matrisinde sadece terkedilecek faaliyetler olduğuna göre bu faaliyet sayısı aynı zamanda uygun veya optimum plana girecek azami faaliyet sayısını da verir. Örneğin, iki faktörle dört ürün üretimi söz konusu ise uygun ve optimum planlar en çok iki ürün üretimine olanak tanırırlar. Bu durumda en çok faktör sayısı kadar faaliyetin (varsa) optimum çözümde yer alacağı genel bir kural olmaktadır.

Doğrusal programlama sorununa bakıldığında eşitsizliklerin sadece tek yönlü olamayacağı görülür. Bu eşitsizlikler, üretim faaliyetlerinde kullanılan faktör miktarlarının, mevcut faktör miktarlarından küçük ($\leq$), büyük ($\geq$) şeklinde olabileceği gibi, mevcut faktör miktarına eşit ($=$) veya mevcut faktör miktarı civarında ($\approx$) şeklinde de olabilir. Burada sorun eşitsizliklerin eşitlik haline dönüştürülmesi ve çözüme temel olabilecek temel matrisin bulunmasıdır.

($\leq$), ($\geq$), ($=$), ($\approx$) şeklinde olan eşitsizliklerin birarada olduğu denklem setleri oluşturulduğunda, çözüme esas olan birim matris elde edilemeyeceğinden hareketle, bu tip bağıntıların simpleks tabloya nasıl konacağı özetlenirse,

1-) ($\leq$) işaretini kapsayan bir sınırlayıcı koşul eşitsizliğine (+1) katsayılı bir depo (fiktif) değişken eklenir, amaç denklemine ise sıfır katsayılı eklenir.

2-) ($\geq$) eşitsizlik işaretini kapsayan bir sınırlayıcı koşul eşitsizliğine (-1) katsayılı bir depo değişken ve $(+1)$ katsayılı bir (0) boş değişkeni eklenir. Boş değişkene amaç denkleminde istenildiği kadar büyük maliyet yüklenir ve $(-M)$ olarak amaç fonksiyonunda boş değişken katsayısı yazılır. ($\geq$) eşitsizliğini ($\leq$) eşitsizliğine çevirmek için (-1) katsayılı depo değişken ve $(=)$ eşitliğine çevirmek (delayısı ile birim matrisi oluşturmak için) $(+1)$ katsayılı boş değişken eklendiğinesde dikkat edilmelidir. Amaç denklemi minimizasyon ise $(+M)$ konur ve maksimizasyon (-1) ile çarpılır.

3-) ($\approx$) işaretini kapsayan bir sınırlayıcı koşula (-1) ve $(+1)$ katsayılı iki depo değişkeni eklenir. Amaç denklemindeki katsayıları ise (-1) alınır.

4-) ($=$) işaretini kapsayan bir sınırlayıcı koşula $(+1)$ katsayılı bir (0) boş değişkeni eklenir ve amaç denkleminde bu işlemin tersi yapılır. (1)

(1) Halaç Osman 'Kantitatif karar verme teknikleri 2'

İstanbul, 1964, sf.69

SIMPLEKS YONTEM UYGULAMALARININ TURLERI

1-) Dejenerasyon :

Dejenerasyon, simpleks tablonun herhangi bir kademeden sonra periyodik olarak tekrarlanması ve optimum çözüme asla ulaşılamaması veya çözüm sütununda negatif bir rakama rastlanması halidir. Böyle bir durum bir işlem hatası veya problemin özelliği dolayısıyla meydana gelebilir. Bir doğrusal programlama modelinin çözümünde dejenerasyon hali ile karşılaşıldığında problemin optimum çözümü bulunmadığı sonucunu çıkarmamak gerekir. Dejenerasyonun, bir işlem hatası sonucu ortaya çıkmadığına emin olduktan sonra, aşağıda izah edilecek basit kurallarla giderilmesi mümkündür.

Simpleks tabloda dejenerasyonun meydana geleceği, anahtar satırın seçimi esnasında anlaşılır. Hatırlanacağı üzere anahtar satır, çözüm sütunundaki sayıların anahtar sütundaki karşılıklarına bölünmesi ile bulunan oranlar arasında en küçük pozitif değerlisine ait olan satırın seçilmesi ile tayin ediliyordu. Eğer bu oranların pozitif olanlarından iki veya daha fazlası eşit ise dejenerasyonun meydana gelecek demektir. Bunu önlemek için eşit oranlar arasından uygun olanını seçmek gerekir. Eşit oranlar arasında dejenerasyona engel olacak uygun oranın seçilmesinde şu kurallara göre hareket edilir.

Eşit oranlı satırlardaki her eleman, bulunduğu satırın anahtar sütun üzerindeki elemanına bölünerek oranlar hesaplanır.

Bu oranlar, her defasında eşit oranlı satırların aynı sütundaki elemanlarına ait olmak üzere ve önce birim matristen

sonra katsayılar matrisinden başlamak üzere soldan sağa doğru giderek sıra ile mukayese edilirler.

Eşit olmayan iki orana rastlandığında karşılaştırmaya son verilir.

Eşit olmayan oranlar arasında, en küçük değerli oranın bulunduğu satır anahtar satır olarak seçilir.

2-) Sınırsız Çözümler :

Bazı doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonunun değerini istenildiği kadar yani belirsiz şekilde artırılabilir. Böyle problemlerin sınırsız çözümü var, denir. Herhangi bir doğrusal programlama problemini simpleks yöntemi ile çözerken çözümün sınırsız olduğunu söyleyebilmek için maksimizasyon probleminde $C_j - Z_j$ satırında çözüme girecek pozitif değerli elemanların hepsi negatif veya sıfır değerli olmalıdır. Minimizasyon probleminde ise $C_j - Z_j$ satırında çözüme girecek mutlak değerce en büyük negatif değerli sayı, sütundaki tüm elemanlar negatif veya sıfır değerli olursa çözüme sınırsız çözüm denir.

3-) Seçenekli Optimal Çözümler :

Bazı doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonunun aynı optimal değerini veren karar değişkenleri takım değeri birden fazla olabilir. Bu durum simpleks yöntemi ve grafik çözüm yöntemi ile anlaşılabilir. Şöyleki :

a-) Eğer optimal çözüm tablosunun temel olmayan değişkenin altındaki $C_j - Z_j$ satırında sıfır katsayı varsa böyle doğrusal programlama problemlerinin seçenekli bir optimal çözüme sahip

olduğu söylenir. Ayrıca seçenekli optimal çözüm söylenen temel olmayan değişkenin çözüme girmesi yani tabloya temel değişken olarak girerek daha ileri simpleks işlemlerinin yapılması ile bulunabilir.

b) İki değişkenli doğrusal programlama problemlerinde, eğer seçenekli optimal çözüm varsa, eş-kaar doğrusu kısıtlayıcı doğrularından birine paraleldir.

4-) Sınırsız Uygun Alan ve Sınırlı Optimal Çözüm:

Bu durumda problemin, uygun çözüm alanı sınırsız olmasına karşın optimal çözümü sınırlı, yani amaç fonksiyonu sonlu optimal değerde bir sayıya sahiptir.

Sınırsız uygun alanın doğrusal programlama problemlerinde bulunup bulunmadığını anlamak için problemin $C_j - Z_j$ ve Z_j satırlarının dışındaki herhangi bir simpleks tablosuna bakmalıdır. Tablonun herhangi bir sütunda katsayılar negatif ve sıfır ise sınırsız uygun alan var demektir.

Çözümün sınırlı olması ise sadece ifade edilen koşula ek olarak sıfır ve negatif katsayılı sütuna karşılık olan $C_j - Z_j$ satırındaki elemanın değeri maksimizasyon problemlerinde negatif, minimizasyon problemlerinde ise pozitifdir.

5-) Uygun Çözüm Bulunmama:

Problemin tüm kısıtlayıcı koşulları karar değişkenleri tarafından sağlanmazsa problemde uygun çözüm yoktur denir. Bu durum simpleks yönteminde şu şekilde bilinebilir. Optimal simpleks çözüm tablosunun temel değişken sütununda yapay değişken yer alır ve onun çözüm değeri pozitif ise problemin uygun çözümü yoktur. Bu tip optimal çözüme 'yalancı optimal' denir.

Verilen doğrusal programlama problemindeki kısıtlayıcıları

standart formda ifade edilirken: eger kısıtlayıcı denklemi ($\geq$) şeklinde ise denklemin sol tarafından artık değişken çıkarılır ve yapay değişken eklenir. Eger kısıtlayıcı denklemi eşitlik halinde ise denklemin sol tarafına sadece yapay değişken eklenir. Yapay değişkenin hiç bir ekonomik anlamı yoktur.(4)

(4) Ozgan Zafer 'Simpleks ile duyarlılık analizi (B.Ödevi)'

İTÜ İşletme Müh.Böl. İstanbul, 1989, sf.25

SIMPLEKS YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI

Simpleks yöntemin bütün doğrusal programlama problemlerinde uygulanabilir olmasına karşın, bazı tür problemler başka yöntemler kullanılarak daha etkin bir şekilde çözülebilir. Bunun yanında doğrusal programlama dışında başka bir yöntemle çözülemeyen problemlere vardır. Burada, çözümlerinde simpleks yöntemin kullanılması gereken bazı problemlere kısaca değinilecektir. Bunlar

a) Karışım problemleri: Burada gıda sanayiinde, petrol sanayiinde, metalurjide maliyetleri de gözönüne alarak yapılacak karışımların bünyelendirilmesinde en uygun yol araştırılır.

b) Optimum üretim programının saptanması: Burada ise sınırlı kaynakların(kapasite, hammadde, iş gücü, taşımalar vs.) optimum kullanımı ile kârı maksimize veya maliyetleri minimize etme problemleri söz konusudur.

c) İş ve ücret değerlemesi: Doğrusal programlama değerlendirme işleminde açık olarak ilgilenilen faktörler için uygun ağırlıkların saptanması için çoklu korelasyon analizi yerine kullanılabilir.

d) Depolama problemleri: Belirli bir zaman içinde saptanmış depo kapasitesinin kârı maksimize veya maliyetleri minimize edecek şekilde satışlarını, depolamasını veya satın almaları saptamada optimum uygulamayı sağlamaya çalışır.

e) Malzeme kullanımını optimize eder: Esasında bu optimum üretim programının saptanmasının başka bir görünümüdür. Ana konu standart şekilli hammaddelerin (çelik levhalar, yassı veya yaprak metaller vs.)

kayıplar en az olacak şekilde kullanımı sağlamaktır.

f) uzun dönem planlama çalışmaları: gelecekteki talepleri karşılayabilmek üzere verimli kapasitenin saptanması, bunun verimli bir program içinde sağlanması ve hatta eldeki optimum çözümlerin duyarlılık analizlerinin, öngörülerdeki hataları, fiyat değişimlerini de dikkate alarak yapılmasına olanak verir.

g) yapısal modellerin optimize edilmesi: yapısal modellerde dayanıklılık, ağırlık ve koşullarını dikkate alarak optimum planın hazırlanmasındaki kullanımlar.

Bütün bunların yanında, bu yöntemin uygulanabileceği daha değişik problemlere de rastlanabilir. Kaldı ki, yöntem herhangi bir doğrusal programlama probleminin çözümünde genel olarak uygulanabilmektedir.

DUYARLILIK ANALIZI

Bir doğrusal Programlama problemi için verilmiş optimum çözümün sağ taraf sabitlerinde, katsayılar matrisinde veya maliyet (fiyat) yada kâr sabitlerinde meydana gelecek değişimleri de dikkate olarak incelenmesi gerekebilir. Bu gereksinimin sebepleri şöyle sıralanabilir.

1-) Yöneticiler, sadece optimum çözümle ilgilenmez aynı zamanda sınırlayıcı koşullarda, fiyat veya maliyetler de yahut kaynakların her mamülün birimi başına harcanan miktarlarında meydana gelecek değişimler sonunda ne olacağını da bilmek isterler.

2_) Yine yöneticiler, sabitler için yapılmış değişik kabullere göre optimum çözümlerin ne olacağını bilmek isterler.

3-) Sabitler için yapılmış olan kabullerin bir an için en iyi olduğunu kabul edersek bu kez yöneticiler, öbür kabullerde yapılmış olabilecek hataların etkilerini değerlendirmek isterler.

Tüm bunlarla ilgili çalışmalar " duyarlılık analizi" adı altında incelenmektedir. Söz konusu sabitlerdeki değişimler genel olarak, aşağıdaki üç halden biri ile sonuçlanır: (5)

- 1- Optimum çözüm hiç değişmez, yani temel değişkenler ve onların değerleri aynı kalır.
- 2- Temel değişkenler aynen kalır fakat değerleri değişebilir.
- 3- Temel çözüm tamamen değişir.

(5) Tulunay ıılmaz 'Matematik Programlama ve işletme uygulamaları I,Ü, İstanbul , 1980 sf.16/

1-) Sağ Taraf Sabitlerindeki Değişimler:

Sınırlayıcı koşul denklemlerinin sağ taraf değerlerinde değişim olursa bunun temel değişkenlerin duyarlılığına etkisi analizler için önemli olabilir. Duyarlılık, sağ taraf değerlerinin alt ve üst sınırı ile ölçülür. Sağ taraf değerlerinde veya kaynaktan değişim aralığı

$$a \leq r_1 \leq b$$

şeklinde gösterilir. Bu eşitsizlik sağlandıkça temel değişkenler optimal tabloda aynen kalır. (r_1) değeri (r_1) (a) veya (r_1) (b) olsun diye değiştirilirse bir veya daha fazla değişken, temel çözümdeki değişkenle yer değiştirir. (1)

2-) Amaç Denklemi Katsayılarındaki Değişimler:

Bu değişimler problemin optimallliği (veya dualinin mümkünlüğü) ile ilgilidir. Ancak değişimler temeldeki değişkenlerin veya temel olmayan değişkenlerin katsayılarında olabilir. İlk halde gölge fiyatlar (veya dual değişkenlerin değerleri) değişim gösterecektir. Bu yüzden optimallik kontrolünden önce yeni hesaplamalar gerekir. İlk çözümün optimum kalabilmesi için gölge fiyatlar, optimallik koşulunu gerçekleyen yeni bir amaç denklemi oluşturmalıdır. (X) temel değişkenler vektörü olmak üzere,

$$X = B^{-1} \cdot b_1$$

yeni gölge fiyatlar, $(X \cdot B^{-1})$ şeklinde olacaktır. Sonra amaç denklemindeki diğer değişkenlerin katsayıları bulunur. Bu

(1) Halaç Osman 'Kantitatif Karar Verme Teknikleri'

İstanbul, 1984, sf.73

katsayılarından en az birinin negatif olması halinde • çözümün optimum olmadığına karar verilir ve işleme optimum çözüm elde edilinceye kadar devam edilir.

Temelde bulunmayan değişken sabitlerindeki değişimler gölge fiyatları etkilemeyecektir. Bu bakımdan yeni sabitleri kullanan çözümün mümkün olup olmadığını elimizdeki gölge fiyatları kullanarak kontrol edebiliriz. Bunun için değişken katsayı ilgili dual sınırlayıcı koşulda yerine konularak, eldeki gölge fiyatlar için eşitsizliğin geçerli olup olmadığı kontrol edilir.(5)

3-) Teknolojik Katsayılarıdaki Değişimler:

Bunlar esasen katsayılar matrisini oluşturan vektörlerden birinin veya birkaçının değişimi ile ilgilidir. Burada da yeni teknolojik değerleri ilgili dual sınırlayıcı koşulda yerine koyup, gölge fiyatların değişmeyeceğini hatırlatarak yeni değerlerle ilgili değişkenin amaç denklemindeki yeni değerleri hesap edilerek bir önceki gibi hareket edilir. Ancak bu değişkenin altındaki katsayılar hesap edilmelidir. Bunun için yeni teknolojik katsayılar bulunur. Bu,

$$Y_j = \bar{b}^{-1} \cdot Y_j$$

olarak bulunur. Burada $\bar{b}_j$, X_j değişkeni ile ilgili katsayılar matrisindeki yeni vektörü göstermektedir.

4-) Yeni Değişken Eklenmesi:

Bu, gerçekte teknolojik katsayılar ve amaç denklemi katsayılarında aynı anda değişimlerin görülmesi durumu ile aynıdır.

(5) Tulumay Yılmaz 'Matematik Programlama ve İşletme uygulamaları' İÜ, İstanbul, 1980 sf.40)

Bu bakımdan yeni değişken eklenmesi optimallik ile ilgili olacaktır.Yani, yeni değişken eğer çözüme olumlu katkıda bulunuyorsa temele (çözüme) girecektir.Aksi durumda sıfır değerini alacaktır.

Burada verilmiş olan yeni teknolojik katsayılarla ve amaç denklemleri katsayısına son iki halde belirtilen işlemler uygulanacaktır.

5-) Yeni Sınırlayıcı Koşul Eklenmesi:

Yeni sınırlayıcı koşul eklenmesi, eldeki optimum çözümün mümkünlüğünü etkileyecektir.Bunun için burada ilk iş, yeni sınırlayıcı koşulun söz konusu optimum çözüm için sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek olacaktır.Eğer bu koşul sağlanıyorsa çözüm değişmeden optimum kalır ve yeni sınırlayıcı koşul fazladır.

Yeni sınırlayıcı koşul, eldeki optimum çözüm için sağlanmıyorsa, gerekli aylak ve yapay değişkenler eklenmiş olarak değiştirilmiş optimum tabloda görülür.Bunun temel değişkenlerin altındaki elemanlarının '0' olması gerektiği hatırlanıp uygun matris işlemleri uygulanarak yeni bir tabloya geçilir.Eğer bu yeni çözüm mümkün bir çözüm değilse, dual simpleks yöntemi uygulanarak optimum mümkün çözüm araştırılmalıdır.

BÖLÜM-III

TESİSTE LİNEER PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI VE ÇÖZÜMLENMESİ



BASLANGIÇ TABLOSUNUN OLUŞTURULMASI:

1-) ÜRÜN ÇEŞİTLERİNİN OLUŞTURULMASI:

Ürün çeşitleri oluşturulurken,

1. Üretilen cipsin gereksinim duyulan miktardan az olması nedeniyle, hangi ürünlerin hazır cipssten, hangi ürünlerin Tekstiplik cipsi ile üretilmesinin en uygun olacağı araştırılmak istenmiş ve bunun içinde Lineer Programlama modeli oluşturulurken her ürün hazır cipsle üretilen ve tekstiplik cipsi ile üretilen olmak üzere 2 ayrı ürün çeşidiymiş gibi dikkate alınmıştır.
2. Aynı şekilde, bükümlü ve boyalı muss ürünlerinin:
 - CS-12 (Scragg) makinalarından çıkan iplikle ve
 - DCS-1200 (Çekme-Tekstüre) makinalarından çıkan iplikle üretilmesi dikkate alınmış ve bu iki durum ürün ürün çeşidi olarak değerlendirilmiştir.

Bu iki duruma örnek verilecek olunursa:

70/17 Boyalı Muss ürünü,

1- 70/17 Boyalı Muss DCS malı (Hazır cipsle üretilmiş)

2- " " " CS " (" " ")

3- " " " DCS " (Üretilen cipsle üretilmiş)

4- " " " CS " (" " ")

olarak 4 çeşit ürün gibi başlangıç tablosuna konmuştur.

ÜRÜN	CIPS	DEĞİŞKEN ADI
54/13 POY	N-66 Hazır	X ₁
96/24 POY	N-66 Hazır	X ₂
20/1 KOPS	Tekstiplik	X ₃
40/9 KOPS	"	X ₄
70/17 KOPS	"	X ₅
90/17 KOPS	"	X ₆
140/24 KOPS	"	X ₇
210/36 KOPS	"	X ₈
70/17 ECRU(DCS-1200)	"	X ₉
70/17 B.LÜ(")	"	X ₁₀
70/17 NW (")	"	X ₁₁
70/17 BOY.(")	"	X ₁₂
70/17 BOY.(CS-12)	"	X ₁₃
90/17 ECRU(DCS-1200)	"	X ₁₄
90/17 B.LÜ(")	"	X ₁₅
90/17 B.LÜ(CS-12)	"	X ₁₆
90/17 NW (DCS-1200)	"	X ₁₇
90/17 BOY.(DCS-1200)	"	X ₁₈
90/17 BOY.(CS-12)	"	X ₁₉

ÜRÜN	CİPS	DEĞİŞKEN ADI
40/13x1 ECRU(DCS-1200)	N-66 Hazır	X ₂₀
70/24x2 ECRU(")	" "	X ₂₁
70/24x2 B.LÜ(")	" "	X ₂₂
20/1 KOPS	N-6 Hazır	X ₂₃
40/9 KOPS	" "	X ₂₄
70/17 KOPS	" "	X ₂₅
90/17 KOPS	" "	X ₂₆
140/24 KOPS	" "	X ₂₇
210/36 KOPS	" "	X ₂₈
70/17 ECRU(DCS-1200)	" "	X ₂₉
70/17 B.LÜ(")	" "	X ₃₀
70/17 NW (")	" "	X ₃₁
70/17 BOY.(")	" "	X ₃₂
70/17 BOY.(CS-12)	" "	X ₃₃
90/17 ECRU(DCS-1200)	" "	X ₃₄
90/17 B.LÜ(")	" "	X ₃₅
90/17 B.LÜ(CS-12)	" "	X ₃₆
90/17 NW (DCS-1200)	" "	X ₃₇
90/17 BOY.(")	" "	X ₃₈
90/17 BOY.(CS-12)	" "	X ₃₉

2 -) KISIT VE DEĞİŞKENLERİN OLUŞTURULMASI:

i-) (a_{ij}) KATSAYILARININ OLUŞTURULMASI:(mak.h/kg.)

a_{ij} katsayıları cips kısıtlarında, 1 kg.'lık bobin ipliği üretebilmek için gerekli cips miktarı baz alınarak hesaplanmıştır.

Bobinajda, iplik bir miktar yağ ve su almakta, bir miktarda deşe vermektedir.

Genel Formül : Girdi/Çıktı :

Genel Formül : 1 kg. cips/(1+Yağ-su oranı)x(1-Deşe oranı)

POY için : $1/(1+0.0383) \times (1-0.0266) : 0.909431663$ kg.

LOY için : $1/(1+0.046) \times (1-0.0204049) : 0.975936038$ kg.

Bunların anlamı, lkg. bobin ipliği üretmek için POY'da 0.909431663 kg. cips, LOY'da ise 0.975936038 kg. cips gereklidir.

Burada, yağ-su ve deşe oranları, işletmenin Ocak-Eylül 89 değerlerinin ortalaması bulunarak alınmıştır.

Lineer Programlama modelindeki diğer kısıtlar makina kapasitesi kısıtlarıdır. Bunları oluşturan a_{ij} katsayılarının hesabı için:

Genel Formül : 24/Teorik Kapasite veya,

" " : 24/Pratik Kapasite'dir.

Bu formüllerle her makinada lkg. iplik üretebilmek için gerekli makina saatleri hesaplanarak ilgili kısıtlarda a_{ij} katsayısı olarak kullanıldı.

Burada dikkat edilecek nokta; bir kısıtta a_{ij} katsayısı teorik kapasiteye göre hesaplandığında, B_1 katsayısı olarak makinanın pratik kapasitesi dikkate alınmalı; aksi taktirde, a_{ij} katsayısı pratik kapasiteye göre hesaplandığında B_1 katsayısı olarak teorik kapasite dikkate alınmalıdır.

a_{ij} katsayıları aşağıdaki şekilde çıkarılır:

1. Kısıt: Üretilen cips:

Bu cips sadece LOY sisteminde kullanıldığından sayfa: 'da verildiği üzere:

$$a_{13} \dots \dots a_{22} : 0.975936902 \text{ kg.}$$

2. Kısıt: Hazır cips(N-6):

Bu cipse sadece LOY sisteminde kullanıldığından aynı şekilde:

$$a_{23} \dots \dots a_{39} : 0.975936902 \text{ kg.}$$

3. Kısıt: Hazır cips(N-66):

Bu cips sadece POY sisteminde kullanıldığından sayfa: 'de verildiği gibi:

$$a_{31} , a_{32} : 0.909461663 \text{ kg.}$$

4. Kısıt: Spinnerel (POY):

a_{ij} katsayıları için genel formül : $24h. / \text{Günlük Teorik Kap.}$

ORNEK: 54/13 POY Teorik Kapasite: 2055.2 kg/gün.

2055.2 kg.'lık bobin ipliği 24 h.'te üretilirse,

1 kg.'lık " " X h.'te üretilir.

$$X : 24 h. / 2055.2 \text{ kg.} : 0.011677695 \text{ h/kg.}$$

DENYE	TEORİK KAPASİTE (kg./gün)	(a _{ij}) KATSAYISI
56/13	2055.2	a ₄₁ :0.011677695
96/24	3741.7	a ₄₂ :0.006414196

5. Kısıt: Spinnerel (LOY):

a_{ij} katsayıları için genel formül : 24h. / Günlük Teorik Kap.

ORNEK: 40/9 LOY Teorik Kapasite: 985 kg./gün.

985 kg.'lık bobin ipliği 24 h.'te üretilirse,

1 kg.'lık " " X h.'te üretilir.

X: 24 h. / 985 kg. : 0.024365482 h/kg.

DENYE	TEORİK KAPASİTE (kg/gün)	(a _{ij}) KATSAYISI
20/1	985	a ₅₃ :0.024365482 h/kg.
40/9	1721.1	a ₅₄ :0.013944570 "
70/17	3006.7	a ₅₅ :0.007982173 "
90/17	1845.5	a ₅₆ :0.013004605 "
140/24	1846.1	a ₅₇ :0.013000379 "
210/36	2267	a ₅₈ :0.010586676 "

5. kısıttaki diğer (a_{ij}) katsayıları için, ait oldukları den-
yelere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

6. KISIT: ÇEKME-BÜKME:

a_{ij} katsayıları için genel formül : 24h. / Günlük Pratik Kap.

DENYE	PRATİK KAPASİTE (kg/gün)	(a _{ij}) KATSAYISI
20/1	391.00	a ₆₃ :0.061246303 h/kg.
40/9	1050	a ₆₄ :0.022857142 "

DENYE	PRATİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	1435	$a_{65}:0.016724738 \text{ h/kg.}$
90/17	1801.6	$a_{66}:0.013321492 \text{ h/kg.}$
140/24	1839.1	$a_{67}:0.013049861 \text{ h/kg.}$
210/36	2254	$a_{68}:0.010647737 \text{ h/kg.}$

6. kısıttaki diğer a_{ij} katsayıları için, ait oldukları deneylere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

7. KISIT: SCRAGG(CS-12):

a_{ij} katsayıları için genel formül : 24h. / Günlük Teorik Kap.

DENYE	TEORİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	345	$a_{7,13}:0.069565217 \text{ h/kg.}$
90/17	365	$a_{7,16}:0.062337662 \text{ "}$

7. kısıttaki diğer a_{ij} katsayıları için, ait oldukları deneylere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

8. KISIT: ÇEKME-TEKSTÜRE(DCS-1200):

a_{ij} katsayıları için genel formül : 24h. / Günlük Teorik Kap.

DENYE	TEORİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	1640	$a_{8,9}:0.014634146 \text{ h/kg.}$
90/17	2112	$a_{8,14}:0.011363636 \text{ h/kg.}$

8. kısıttaki diğer a_{ij} katsayıları için, ait oldukları deneylere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

9. KISIT: BÜKÜM:

DENYE	PRATİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	540.54	$a_{9,12}:0.044400044 \text{ h/kg.}$
90/17	708.23	$a_{9,15}:0.033887296 \text{ "}$

9. kısıttaki diğer a_{ij} katsayıları için, ait oldukları denyelere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

10. KISIT: ÇİLE:

a_{ij} katsayıları için genel formül : $24h. / \text{Günlük Pratik Kap.}$

DENYE	PRATİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	419.23	$a_{10,12}:0.057247811 \text{ h/kg.}$
90/17	538.54	$a_{10,18}:0.044564934 \text{ "}$

10. kısıttaki diğer a_{ij} katsayıları için, ait oldukları denyelere göre yukarıdaki katsayılar kullanılmıştır.

11. KISIT: BOYAHANE:

Boyahanenin günlük pratik kapasitesi, her denye için 4680kg/gündür. Buna göre a_{ij} katsayısı:

$$a_{ij} : 24h. / 4680 \text{ kg/gün.} : 0.005128205 \text{ h/kg.}$$

12. KISIT: BOBIN:

a_{ij} katsayıları için genel formül : $24h / \text{Günlük Pratik Kap.}$

DENYE	PRATİK KAPASİTE (kg/gün)	(a_{ij}) KATSAYISI
70/17	589	$a_{12,12}:0.040747028 \text{ h/kg.}$
90/17	756.6	$a_{12,18}:0.031720856 \text{ "}$

11-) (B₁) KATSAYILARININ OLUŞTURULMASI:

1. KISIT: ÜRETİLEN CIPS:

Bu kısıtta, 1 yılda tesiste üretilen cips miktarı ele alınmıştır.

$$B_1 : 11200 \text{ kg/gün} \times 360 \text{ gün}$$

$$B_1 : 4,032,000 \text{ kg/yıl.}$$

2. KISIT: HAZIR CIPS(N-6):

Tesiste üretilen cipsin, tesisin ihtiyacını karşılamadığı önceki kısımlarda belirtilmişti. Bu durum dikkate alınarak 1. kısıttaki 4,032,000 kg.'lık yıllık kapasite kullanıldıktan sonra gerektiği kadar hazır cipsin kullanılmasını sağlamak için, B₂ kapasitesi olarak ≥ 0 alınmıştır.

3. KISIT: HAZIR CIPS(N-66):

N-66 hazır cipsi sadece POY sisteminde kullanılmakta ve bu cips tesiste üretilmemekte, yurtdışından ithal edilmektedir. Bu durumda üretimin gerektirdiği kadar hazır cipsin kullanılmasını sağlamak için, B₃ kapasitesi olarak 0 alınmıştır.

4. KISIT: SPINNEREI(POY):

POY sistemini besliyen 2 balken vardır. Bu durumda:

$$\text{POY Teorik Kap.} : 2 \text{ balken} \times 24\text{h} \times 360\text{gün} : 17280 \text{ makh.yıl}$$

4. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde teorik kapasite kullanıldığından, dengelemek için B₄ katsayısı olarak pratik kapasite alınacaktır.

$$\text{POY Pratik Kap.} : \text{Teorik Kap.} \times \text{Verim}$$

Verim : %97

POY Pratik Kap. : 17200 makh. x 0.97

" " " : 16761.1 makh.yıl

B₄ : 16761.1 makh.yıl

5. KISIT: SPINNEREI(LOY):

LOY sistemini besleyen 6 bal ken vardır. Bu durumda:

LOY Teorik Kap. : 6 bal ken x 24h x 360gün : 51040 makh.yıl

5. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde teorik kapasite kullanıldığından, dengelemek için B₁ katsayısı olarak pratik kapasite alınacaktır.

LOY Pratik Kap. : Teorik Kap. x Verim

Verim : %97

LOY Pratik Kap. : 51040 x 0.97

" " " : 50284.8 makh.yıl

B₅ : 50284.8 makh.yıl

6. KISIT: ÇEKME-BÜKME:

11 adet çekme-bükme makinası (Rieter mak.) vardır.

Teorik Kapasite : 11mak. x 24h x 360gün : 95040 makh.yıl

6. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde pratik kapasite kullanıldığından, dengelemek için B₁ katsayısı olarak teorik kapasite alınacaktır.

B₆ : 95040 makh.yıl

7. KISIT: SCRAGG(CS-12):

6 adet Scragg makinası vardır.

Teorik Kapasite : 6mak. x 24h x 360gün : 51040 makh.yıl

7. kısıtın a_{1j} katsayısı formülünde teorik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak pratik kapasite alınacaktır.

Pratik Kapasite : Teorik Kap. x Verim

Verim : %90

Pratik Kapasite : 51840 x 0.9 : 46656 makh.yıl

B_7 : 46656 makh.yıl

8. KISIT: ÇEKME-TEKSTÜRE(DCS-1200):

6 adet Çekme-Tekstüre makinası vardır.

Teorik Kapasite : 6 mak. x 24h x 360 gün : 51840 makh.yıl

8. kısıtın a_{1j} katsayısı formülünde teorik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak pratik kapasite alınacaktır.

Verim : % 85

Pratik Kapasite : 51840 x 0.85 : 44064 makh.yıl

B_8 : 44064 makh.yıl

9. KISIT: BÜKÜM:

13 adet büküm makinası vardır.

Teorik Kapasite : 13 mak. x 24h x 360gün : 112,320 makh/yıl

8. kısıtın a_{1j} katsayısı formülünde pratik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak teorik kapasite alınmıştır.

B_8 : 112,320 makh/yıl.

10. KISIT: ÇİLE:

13 adet çile makinası vardır.

Teorik Kapasite : 13 mak. x 24h. x 360 gün : 112,320 makh/yıl

10. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde pratik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak teorik kapasite alınmıştır.

$B_{10} : 112,320 \text{ makh/yıl.}$

10. KISIT: BOYAHANE:

Boyahane Teorik Kapasitesi : $24h \times 360 \text{ gün} : 8640 \text{ h/yıl}$

11. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde pratik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak teorik kapasite alınmıştır.

$B_{11} : 8640 \text{ h/yıl.}$

12. KISIT: BOBIN:

9 adet bobin makinası vardır.

Teorik Kapasite : $9 \text{ mak.} \times 24h \times 360 \text{ gün} : 77760 \text{ makh/yıl}$

12. kısıtın a_{ij} katsayısı formülünde pratik kapasite kullanıldığından dengelemek için, B_1 katsayısı olarak teorik kapasite alınmıştır.

$B_{12} : 77760 \text{ makh/yıl.}$

iii-) (c_j) KATSAYILARININ OLUŞTURULMASI:

Genel formülü,

BİRİM KAR : Satış fiyatı - Denye Maliyeti

seklindedir.

Yukarıdaki formüle göre oluşturulan birim karlar başlangıç tablosuna yazılmıştır.

Böylece elde edilen 39 değişken ve 12 kısıtlı model bilgisayarda QSB (Quantitative Sistem for Business) adlı paket programa girilerek çözdürülmüştür.

Sonuç olarak işletmede 1990 yılı için karı maksimize edecek ürün bileşimi ve maksimum kar bulunmuş, daha sonra duyarlılık analizleri yapılarak karlı hale geçiren fiyatlar oluşturulmuştur.

3-) BAŞLANGIÇ TABLOSU:

Input Data Describing Your Problem 199 Page 1

Max +1.1D+04X1 +9875.86X2 +9062.77X3 +7672.56X4 +7269.35X5
 17245.69X6 +7239.53X7 +7170.67X8 +1.1D+04X9 +1.3D+04X10
 +1.1D+04X11 +1.4D+04X12 +1.2D+04X13 +1.1D+04X14 +1.3D+04X15
 +1.0D+04X16 +1.1D+04X17 +1.4D+04X18 +1.2D+04X19 +1.6D+04X20
 +1.3D+04X21 +1.6D+04X22 +8415.76X23 +7205.55X24 +6802.34X25
 +6778.69X26 +6772.52X27 +6703.66X28 +1.1D+04X29 +1.3D+04X30
 +1.1D+04X31 +1.4D+04X32 +1.1D+04X33 +1.1D+04X34 +1.2D+04X35
 +1.0D+04X36 +1.1D+04X37 +1.3D+04X38 +1.2D+04X39

Subject to

(1) _____X1 _____X2 +.975937X3 +.975937X4 +.975937X5
 +.975937X6 +.975937X7 +.975937X8 +.975937X9 +.975937X10
 +.975937X11 +.975937X12 +.975937X13 +.975937X14 +.975937X15
 +.975937X16 +.975937X17 +.975937X18 +.975937X19 _____X20
 _____X21 _____X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
 _____X31 _____X32 _____X33 _____X34 _____X35
 _____X36 _____X37 _____X38 _____X39 ≤ +4.0D+06

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

Input Data Describing Your Problem 199 Page 2

(2) _____X1 _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
 _____X11 _____X12 _____X13 _____X14 _____X15
 _____X16 _____X17 _____X18 _____X19 _____X20
 _____X21 _____X22 +.975937X23 +.975937X24 +.975937X25
 +.975937X26 +.975937X27 +.975937X28 +.975937X29 +.975937X30
 +.975937X31 +.975937X32 +.975937X33 +.975937X34 +.975937X35
 +.975937X36 +.975937X37 +.975937X38 +.975937X39 ≥ _____
 (3) +.989432X1 +.989432X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
 _____X11 _____X12 _____X13 _____X14 _____X15
 _____X16 _____X17 _____X18 _____X19 +.989432X20
 +.989432X21 +.989432X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
 _____X31 _____X32 _____X33 _____X34 _____X35
 _____X36 _____X37 _____X38 _____X39 ≥ _____

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

```

( 4) +.011678X1  +.006414X2  _____X3  _____X4  _____X5
      _____X6  _____X7  _____X8  _____X9  _____X10
      _____X11 _____X12 _____X13 _____X14 _____X15
      _____X16 _____X17 _____X18 _____X19 +.011678X20
      +.006414X21 +.006414X22 _____X23 _____X24 _____X25
      _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
      _____X31 _____X32 _____X33 _____X34 _____X35
      _____X36 _____X37 _____X38 _____X39 ≤ +1.70+04

( 5) _____X1  _____X2 +.024365X3 +.013945X4 +.007982X5
      +.013005X6 +.013000X7 +.010587X8 +.007982X9 +.007982X10
      +.007982X11 +.007982X12 +.007982X13 +.013005X14 +.013005X15
      +.013005X16 +.013005X17 +.013005X18 +.013005X19 _____X20
      _____X21 _____X22 +.024365X23 +.013945X24 +.007982X25
      +.013005X26 +.013000X27 +.010587X28 +.007982X29 +.007982X30
      +.007982X31 +.007982X32 +.007982X33 +.013005X34 +.013005X35
      +.013005X36 +.013005X37 +.013005X38 +.013005X39 ≤ +5.00+04
  
```

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

```

( 6) _____X1  _____X2 +.061246X3 +.022857X4 +.016725X5
      +.013321X6 +.013050X7 +.010648X8 _____X9 _____X10
      _____X11 _____X12 +.016725X13 _____X14 _____X15
      +.013321X16 _____X17 _____X18 +.013321X19 _____X20
      _____X21 _____X22 +.061246X23 +.022857X24 +.016725X25
      +.013321X26 +.013050X27 +.010648X28 _____X29 _____X30
      _____X31 _____X32 +.016725X33 _____X34 _____X35
      +.013321X36 _____X37 _____X38 +.013321X39 ≤ +9.50+04

( 7) _____X1  _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
      _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
      _____X11 _____X12 +.069565X13 _____X14 _____X15
      +.062338X16 _____X17 _____X18 +.062338X19 _____X20
      _____X21 _____X22 _____X23 _____X24 _____X25
      _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
      _____X31 _____X32 +.069565X33 _____X34 _____X35
      +.062338X36 _____X37 _____X38 +.062338X39 ≤ +4.70+04
  
```

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

(8) _____X1 _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 +.014634X9 +.014634X10
 +.014634X11 +.014634X12 _____X13 +.011364X14 +.011364X15
 _____X16 +.011364X17 +.011364X18 _____X19 +.024000X20
 +.013468X21 +.013468X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 +.014634X29 +.014634X30
 +.014634X31 +.014634X32 _____X33 +.011364X34 +.011364X35
 _____X36 +.011364X37 +.011364X38 _____X39 ≤ +4.40+04

(9) _____X1 _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
 _____X11 +.044400X12 +.044400X13 _____X14 +.033887X15
 +.033887X16 _____X17 +.033887X18 +.033887X19 _____X20
 _____X21 +.044400X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
 _____X31 +.044400X32 +.044400X33 _____X34 +.033887X35
 +.033887X36 _____X37 +.033887X38 +.033887X39 ≤ +1.10+05

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

(10) _____X1 _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
 _____X11 +.057248X12 +.057248X13 _____X14 _____X15
 _____X16 _____X17 +.044565X18 +.044565X19 _____X20
 _____X21 _____X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
 _____X31 +.057248X32 +.057248X33 _____X34 _____X35
 _____X36 _____X37 +.044565X38 +.044565X39 ≤ +1.10+05

(11) _____X1 _____X2 _____X3 _____X4 _____X5
 _____X6 _____X7 _____X8 _____X9 _____X10
 _____X11 +.005128X12 +.005128X13 _____X14 _____X15
 _____X16 _____X17 +.005128X18 +.005128X19 _____X20
 _____X21 _____X22 _____X23 _____X24 _____X25
 _____X26 _____X27 _____X28 _____X29 _____X30
 _____X31 +.005128X32 +.005128X33 _____X34 _____X35
 _____X36 _____X37 +.005128X38 +.005128X39 ≤ +8640.00

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

(12)

X1	X2	X3	X4	X5
X6	X7	X8	X9	X10
X11	+.040747X12	+.040747X13	X14	X15
X16	X17	+.031721X18	+.031721X19	X20
X21	X22	X23	X24	X25
X26	X27	X28	X29	X30
X31	+.040747X32	+.040747X33	X34	X35
X36	X37	+.031721X38	+.031721X39	≤ +7.80+04

Press the SPACE BAR to continue or Esc to go to the previous page.

4-) İTERASYONLAR :

Iteration : 1	New OBJ (Max.) = 0		
Entering: X20	with value = 0	Leaving: A3	Row 3
Iteration : 2	New OBJ (Max.) = 0		
Entering: X32	with value = 0	Leaving: A2	Row 2
Iteration : 3	New OBJ (Max.) = 2.340754E+10		
Entering: S3	with value = 1422115	Leaving: S4	Row 4
Iteration : 4	New OBJ (Max.) = 3.288394E+10		
Entering: X12	with value = 653930	Leaving: S8	Row 8
Iteration : 5	New OBJ (Max.) = 3.758592E+10		
Entering: S4	with value = 7340.537	Leaving: S11	Row 1
Iteration : 6	New OBJ (Max.) = 4.449712E+10		
Entering: X1	with value = 628578.3	Leaving: S4	Row 1
Iteration : 7	New OBJ (Max.) = 4.449712E+10		
Entering: X36	with value = 0	Leaving: X32	Row 2

Press any key to continue. Or press 'G' to go without stop.

Entering: X36	with value = 0	Leaving: X32	Row 2
Iteration : 8	New OBJ (Max.) = 5.209204E+10		
Entering: S2	with value = 730493.6	Leaving: S7	Row 7
Iteration : 9	New OBJ (Max.) = 5.570166E+10		
Entering: X15	with value = 358551.2	Leaving: S9	Row 9
Iteration : 10	New OBJ (Max.) = 5.894504E+10		
Entering: S11	with value = 8640	Leaving: X12	Row 8
Iteration : 11	New OBJ (Max.) = 6.751601E+10		
Entering: X10	with value = 863679.3	Leaving: S5	Row 5
Iteration : 12	New OBJ (Max.) = 6.862408E+10		
Entering: S9	with value = 6154.082	Leaving: X20	Row 3
Iteration : 13	New OBJ (Max.) = 7.220652E+10		
Entering: X5	with value = 796023.8	Leaving: S1	Row 1
Iteration : 14	New OBJ (Max.) = 7.614377E+10		
Entering: X38	with value = 560422.4	Leaving: X15	Row 9

Press any key to continue. Or press 'G' to go without stop.

Entering: X5	with value = 796023.8	Leaving: S1	Row 1
Iteration : 14	New OBJ (Max.) = 7.514377E+10		
Entering: X38	with value = 560422.4	Leaving: X15	Row 9
Iteration : 15	New OBJ (Max.) = 7.906932E+10		
Entering: X33	with value = 670737.7	Leaving: X36	Row 2
Iteration : 16	New OBJ (Max.) = 8.417986E+10		
Entering: X22	with value = 1174190	Leaving: S9	Row 3
Iteration : 17	New OBJ (Max.) = 8.971559E+10		
Entering: X2	with value = 1442718	Leaving: X1	Row 1
Iteration : 18	New OBJ (Max.) = 9.043877E+10		
Entering: X32	with value = 302434.8	Leaving: S11	Row 8
Iteration : 19	New OBJ (Max.) = 9.283953E+10		
Entering: X25	with value = 447821.8	Leaving: X38	Row 9
Iteration : 20	New OBJ (Max.) = 9.329091E+10		
Entering: X13	with value = 670737.7	Leaving: X33	Row 2

The optimal solution has been found. Press any key to continue.

-) OPTIMUM ÇÖZÜM :

Summarized Results for 199						Page : 1
Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost	Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost	
1 X1	0.0000	6986.0654	16 X16	0.0000	5111.6055	
2 X2	%1771980.12	0.0000	17 X17	0.0000	5092.7676	
3 X3	0.0000	12166.3379	18 X18	0.0000	3377.6621	
4 X4	0.0000	4678.5181	19 X19	0.0000	4067.9150	
5 X5	%2241224.25	0.0000	20 X20	0.0000	11339.3662	
6 X6	0.0000	4304.3110	21 X21	0.0000	2356.7490	
7 X7	0.0000	4306.2104	22 X22	%844928.125	0.0000	
8 X8	0.0000	2318.6875	23 X23	0.0000	12348.3359	
9 X9	0.0000	1968.8896	24 X24	0.0000	4678.5186	
10 X10	%1219452.75	0.0000	25 X25	%1118559.37	0.0000	
11 X11	0.0000	1968.8896	26 X26	0.0000	4304.3003	
12 X12	0.0000	3.8604	27 X27	0.0000	4306.2095	
13 X13	%670737.687	0.0000	28 X28	0.0000	2318.6875	
14 X14	0.0000	5092.2676	29 X29	0.0000	1964.7803	
15 X15	0.0000	3937.3242	30 X30	0.0000	4.3701	
Maximum value of the OBJ = 9.329089E+10						Iters. = 20

Press any key to continue.

Summarized Results for 199						Page : 2
Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost	Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost	
31 X31	0.0000	1964.7803	43 S3	%2589251.75	0.0000	
32 X32	%1014063.93	0.0000	44 A3	0.0000	0.0000	
33 X33	0.0000	672.9600	45 S4	0.0000	%1539735.0000	
34 X34	0.0000	5088.1572	46 S5	0.0000	%852210.0000	
35 X35	0.0000	3941.6943	47 S6	27630.7402	0.0000	
36 X36	0.0000	4666.8154	48 S7	0.0000	53535.2344	
37 X37	0.0000	5088.1572	49 S8	0.0000	%401835.4063	
38 X38	0.0000	3373.5928	50 S9	0.0000	11607.8955	
39 X39	0.0000	4064.7959	51 S10	15868.8154	0.0000	
40 S1	0.0000	478.5252	52 S11	0.0000	%161865.8750	
41 S2	%2081305.87	0.0000	53 S12	9109.3828	0.0000	
42 A2	0.0000	0.0000				
Maximum value of the OBJ = 9.329089E+10						Iters. = 20

Press any key to continue.

6-) OPTİMUM ÇÖZÜME GİREN ÜRÜNLER VE MİKTARLARI :

ÜRÜN	SEMBOLÜ	ÜRETİLECEK MİKTAR
* 96/24 POY(N-66) X ₂		177,980.12 Kg
70/17 KOPS(N-6) X ₅		2,241,224.25 "
70/17 B.LÜ(N-6) X ₁₀		1,219,452.75 "
70/17 BOY (CS-12)(N-6) X ₁₃		670,737.69 "
* 70/24 B.LÜ (DCS)(N-66) X ₂₂		844,928.13 "
* 70/17 KOPS(N-6) X ₂₅		1,118,559.37 "
* 70/17 BOY (DCS)(N-6) X ₃₂		1,014,063.93 "

(*) Hazır Cipsle üretildiğini gösterir.

7-) DUYARLILIK ANALİZLERİ :

Sensitivity Analysis for OBJ Coefficients

Page : 1

C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)	C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)
C(1)	- Infinity	10994.9600	17981.0254	C(19)	- Infinity	12042.7803	16110.6953
C(2)	9045.7793	9875.8604	10391.2510	C(20)	- Infinity	15285.7100	27625.0762
C(3)	- Infinity	9062.7695	21231.1074	C(21)	- Infinity	12931.0303	15287.7793
C(4)	- Infinity	7672.5601	12351.0781	C(22)	15287.7793	15803.1699	16633.2500
C(5)	7265.4897	7269.3501	7273.7202	C(23)	- Infinity	8415.7598	20764.0957
C(6)	- Infinity	7245.6899	11550.0010	C(24)	- Infinity	7205.5498	11884.0684
C(7)	- Infinity	7239.5298	11545.7402	C(25)	6797.9697	6802.3398	6806.2002
C(8)	- Infinity	7170.6699	9489.3574	C(26)	- Infinity	6778.6899	11082.9902
C(9)	- Infinity	11180.9600	13149.8496	C(27)	- Infinity	6772.5200	11078.7295
C(10)	13145.4795	13149.8496	13709.8643	C(28)	- Infinity	6703.6602	9022.3477
C(11)	- Infinity	11180.9600	13149.8496	C(29)	- Infinity	10718.0596	12682.8398
C(12)	- Infinity	14491.4600	14495.3203	C(30)	- Infinity	12678.4697	12682.8398
C(13)	11666.0498	12339.0098	+ Infinity	C(31)	- Infinity	10718.0596	12682.8398
C(14)	- Infinity	11024.0303	16116.2979	C(32)	14024.4492	14028.3096	17752.4980
C(15)	- Infinity	12572.3301	16509.6543	C(33)	- Infinity	11199.0400	11872.0000
C(16)	- Infinity	10168.9297	15280.6152	C(34)	- Infinity	10561.1299	15649.2871
C(17)	- Infinity	11024.0303	16116.2979	C(35)	- Infinity	12100.9502	16042.6445
C(18)	- Infinity	13962.0703	17339.7324	C(36)	- Infinity	10146.7900	14813.6055

Press any key to continue.

Sensitivity Analysis for OBJ Coefficients

Page : 2

C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)	C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)
C(37)	- Infinity	10561.1299	15649.2871	C(39)	- Infinity	11578.8896	15643.6855
C(38)	- Infinity	13499.1299	16872.7227				

Press any key to continue.

Sensitivity Analysis for RHS

Page : 1

B(i)	Min. B(i)	Original	Max. B(i)	B(i)	Min. B(i)	Original	Max. B(i)
B(1)	%3032000.00	%4032000.00	+ Infinity	B(7)	0.0000	46660.0000	%117203.5625
B(2)	- Infinity	0.0000	+ Infinity	B(8)	26219.4063	44065.0000	76863.2969
B(3)	- Infinity	0.0000	+ Infinity	B(9)	74805.1875	%112320.0000	%171151.6250
B(4)	5419.3691	16784.8496	+ Infinity	B(10)	96451.1875	%112320.0000	+ Infinity
B(5)	41071.2109	49999.5508	63186.5469	B(11)	3439.6772	8640.0000	9786.4580
B(6)	67409.2578	95040.0000	+ Infinity	B(12)	68650.6172	77760.0000	+ Infinity

Press any key to continue.

8-) KARLI HALE GECIREN SATIS FIYAT LİSTESİ

TEKSTİPLİK CİPSİ İLE ÜRETİLEN ÜRÜNLER					HAZIR CİPS İLE ÜRETİLEN ÜRÜNLER				
ÜRÜN	SEMBOL	SATIS FIYATI (TL/KG)	KARLI HALE GECMESİ İÇİN EKLENECEK MİKTAR (TL/KG)	KARA GECİREN SATIS FIYATI (TL/KG)	SEMBOL	SATIS FIYATI (TL/KG)	KARLI HALE GECMESİ İÇİN EKLENECEK MİKTAR (TL/KG)	KARA GECİREN SATIS FIYATI (TL/KG)	
54/13 POY					(X1)	20,507.58	6,986.07	27,493.65	
96/24 POY					(X2)	18,455.67	0.00	18,455.67	
20/1 KOPS	(X3)	20,897.88	12,168.34	33,066.22	(X23)	20,897.88	12,348.34	33,246.22	
40/9 KOPS	(X4)	17,769.91	4,678.52	22,448.43	(X24)	17,769.91	4,678.52	22,448.43	
70/17 KOPS	(X5)	16,862.69	0.00	16,862.69	(X25)	16,862.69	0.00	16,862.69	
90/17 KOPS	(X6)	16,809.45	4,304.31	21,113.76	(X26)	16,809.45	4,304.31	21,113.76	
140/24 KOPS	(X7)	16,795.59	4,306.21	21,101.80	(X27)	16,795.59	4,306.21	21,101.80	
210/36 KOPS	(X8)	16,640.66	2,318.69	18,959.35	(X28)	16,640.66	2,318.69	18,959.35	
70/17 EC. (DCS)	(X9)	21,424.31	1,968.89	23,393.20	(X29)	21,424.31	1,964.78	23,389.09	
70/17 B.LU (DCS)	(X10)	25,105.27	0.00	25,105.27	(X30)	25,105.27	4.37	25,109.64	
70/17 NW (DCS)	(X11)	21,635.51	1,968.89	23,604.40	(X31)	21,635.51	1,964.78	23,600.29	
70/17 BOY (DCS)	(X12)	28,856.63	3.86	28,860.49	(X32)	28,856.63	0.00	28,856.63	
70/17 BOY (CS)	(X13)	28,856.63	0.00	28,856.63	(X33)	28,856.63	672.96	29,529.59	
90/17 EC. (DCS)	(X14)	21,130.91	5,092.27	26,223.18	(X34)	21,130.91	5,088.16	26,219.07	
90/17 B.LU (DCS)	(X15)	24,025.26	3,937.32	27,962.58	(X35)	24,025.26	3,941.69	27,966.95	
90/17 B.LU (CS)	(X16)	24,025.26	5,111.69	29,136.95	(X36)	24,025.26	4,666.82	28,692.08	
90/17 NW (DCS)	(X17)	21,307.52	5,092.27	26,399.79	(X37)	21,307.52	5,088.16	26,395.68	
90/17 BOY (DCS)	(X18)	27,615.58	3,377.66	30,993.24	(X38)	27,615.58	4,064.80	31,680.38	
90/17 BOY (CS)	(X19)	27,615.58	4,067.92	31,683.50	(X39)	27,615.58	478.53	28,094.11	
40/13 EC. (DCS)					(X20)	28,439.13	11,339.37	39,778.50	
70/24 EC. (DCS)					(X21)	23,509.27	2,356.75	25,866.02	
70/24 EC. (DCS)					(X22)	27,611.92	0.00	27,611.92	

9-) SÖNÜÇ :

Fabrika 70 Denye esasına göre kurulmuştur. Yani, makinalarda en yüksek verimi 70 Denye vermektedir. QSB'de 70 Denye ve onun çeşitlerini tercih etmiştir. Ancak mevcut piyasa koşullarında her zaman 70 Denye satmak mümkün olmadığından öteki denyelerde sipariş alınmaktadır. Bu durumda maksimum karda düşme olmaması için duyarlılık analizleri sonucunda elde edilen karlı hale geçiren satış fiyatları bir liste halinde verilmiştir.

Daha sonra işletmeden, gelen taleplere ve makina kapasitelerine göre oluşturulan 1990 yılı imalat programı alınarak buradaki kar hesaplanmıştır.

Maksimum Kar	: 93,290,890,000 Tl
İmalat Programına	: 75,801,400,000 Tl
Göre mak. Kar	
Fark	: 17,489,490,000 Tl

Bir başka deyişle, işletmenin optimumluktan uzaklaşmasının bedeli 1990 yılı için 17,489,490,000 Tl.'dir.

KAYNAKÇA

- | | |
|-----------------------|---|
| (1) HALAÇ Osman | Kantitatif Karar verme Teknikleri 2
İstanbul, 1984 |
| (2) KARAYALÇIN İlhami | Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi El Kitabı İstanbul, 1986 |
| (3) ÖĞÜT Cevdet | Yöneylem Araştırması Ders Notları 1
Bornova-İzmir, 1986 |
| (4) ÖZGAN Zafer | Simpleks ile Duyarlılık Analizi (B.Ödevi) İstanbul, 1989
İ.T.Ü İşletme Mühendisliği Bölümü |
| (5) TULUNAY Yılmaz | Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları İstanbul, 1980 |

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi