

**T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HEDEF PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI İLE BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM  
PLANLAMA SİSTEMİNİN TARIM İLAÇLARI ÜRETİCİSİ BİR KİMYA  
İŞLETMESİNDE GELİŞTİRİLMESİ**

Hazırlayan  
**ASLI GÜVEN**

Danışman  
**YARD. DOÇ. DR. METİN ÖNER**

**MANİSA  
2008**

**YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**TEZ VERİ FORMU**

**Tez No:**

**Konu:**

**Üniv. Kodu:**

**Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.**

**Tezin yazarının**

**Soyadı:** GÜVEN

**Adı:** ASLI

**Tezin Türkçe adı:** “Hedef Programlama Yaklaşımı ile Bütünleşik Üretim Planlama Sisteminin Tarım İlaçları Üreticisi Bir Kimya İşletmesinde Geliştirilmesi”

**Tezin Yabancı adı:** “Development of Aggregate Production Planning by Goal Programming Approach in a Pesticide Chemical Manufacturer”

**Tezin yapıldığı**

**Üniversite :** CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ

**Enstitü :** SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**Yılı :** 2008

**Diğer kuruluşlar:**

**Tezin Türü:** 1- Yüksek Lisans (\*)  
2- Doktora ()  
3- Tıpta uzmanlık ()  
4- Sanatta yeterlilik ()

**Dili :** Türkçe  
**Sayfa sayısı :** 151  
**Referans sayısı :** 50

**Tez Danışmanlarının**

**Unvanı:** YARD. DOÇ.DR.

**Adı:** METİN

**Soyadı:** ÖNER

**Unvanı:**

**Adı:**

**Soyadı:**

**Türkçe anahtar kelimeler:**

**İngilizce anahtar kelimeler:**

1- Bütünleşik Üretim Planlama  
2- Hedef Programlama

1- Aggregate Production Planning  
2- Goal Programming

**Tarih:**

**İmza :**

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Hedef Programlama Yaklaşımı ile Bütünleşik Üretim Planlama Sisteminin Tarım İlaçları Üreticisi Bir Kimya İşletmesinde Geliştirilmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

/ / 2008

Aslı Güven

## TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın hazırlanmasında bilgi ve deneyimleriyle beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yard. Doç. Dr. Metin ÖNER'e, çalışmalarında bana katkıları olan bütün Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakóltesi hocalarıma, uygulamayı yaptığım işletmede verilerin toplanmasında tüm bilgileri açıkça sunan ve her konuda desteğini esirgemeyen işletme sahibine, yaőamım boyunca hep yanımda olan, sevgilerini, emeklerini, yardımlarını benden esirgemeyen ailem'e sonsuz teőekkürü bir borç bilirim.

## ÖZET

Günümüzde, işletmeler açısından üretim planlama ve kontrol fonksiyonu hayati önem taşımaktadır. İşletmeler, eldeki kısıtlı kaynaklarını en etkin biçimde kullanabilmek ve günümüzde artan rekabet koşullarında faaliyetlerine yön verebilmek için üretim planlamasına büyük önem vermektedirler. Üretim planlamasında alınan kararlar diğer işletme kararlarını da etkilediğinden, kararların bağımsızca alınması yerine önemli kararların ortaklaşa verilmesi daha doğrudur. Bütünleşik Üretim Planlama, Üretim Planlama ve Kontrol çalışmalarında kullanılan araçlardan biridir. Bütünleşik Üretim Planlama ile üretim hızları, işgücü düzeyleri, fazla mesai ve diğer kontrol edilebilir değişkenler ayarlanarak öngörülenmiş talebi en iyi biçimde karşılamaya çalışılır. Sürecin amacı, maliyet giderlerini en küçüklemeaktır.

Bu çalışmada Üretim Planlama ve Kontrol Sistemi içerisinde temel kavramlara yer verilmiştir. Bütünleşik üretim planı, gelecek üretim döneminde talebe göre üretim, stok miktarı, işçi sayılarını zaman dilimleri halinde toplu değerler olarak gösteren planlar olduğu için Esen Şirketler Grubunun Farmsen Tarım İlaçları'nda plan geliştirilmeye çalışılmıştır. Satışları mevsimsel dalgalanma gösteren kimyasal üretim sürecine sahip işletmede, doğrusal programlama yöntemi ile üretim maliyetinin minimizasyonu yapıldıktan sonra hedef programlama ile işletmenin öncelikli hedefleri belirlenip buna uygun matematiksel modeller geliştirilmiş ve uzlaşık çözüme ulaşılmıştır. Matematiksel modellerde kullanılan parametrelere ait veriler uygulamanın yapıldığı işletmeden elde edilmiştir. Sonuçların bulunmasında 8000 bağımsız değişken ve sistem kısıtına kadar optimal sonuca ulaşan Microsoft Office Excel 2007'nin desteklediği Premium Solver Platform Version 8.0 kullanılarak her bir modeldeki yaklaşık 600 bağımsız değişken, 2500 sistem kısıtının çözümü yapılarak sonuca ulaşılmıştır.

Çalışmanın amacına yönelik olarak yapılan uygulamada, satışları mevsimsel dalgalanma gösteren işletmenin hedeflerine ulaşmasında, üretim maliyetinin minimizasyonu, kar hedefi ve diğer hedefler ile işletmenin her ürün grubu için normal ve fazla mesai yaparak üretmesi gereken miktarlar, stok ve siparişi ertelenen miktarlar

ile işletmenin her dönem bünyesinde bulundurması gereken işgücü belirlenmiş ve işletme yöneticileri ile bulunan değerler yorumlanarak istenen sonuca varıldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim Planlama, Bütünleşik Üretim Planlama Sistemleri, Hedef Programlama.

## ABSTRACT

At the present day, production planning and control function is vital importance in the enterprise field. Enterprises attach importance to production planning for using limited resources effective and to conduct the activities in the face of competition. In case of decisions should be taken in production planning affects other operating decisions, it is good to take them with together. Aggregate Production Planning is one of the implement of Production Planning and Control operations. Along with Aggregate Production Planning, by regulating production rate, workforce level, overtime and other contrrollable variables, tries forecasting demand correspondence. The aim of the process is to minimize the cost.

In this study, basic concept of Production Planning and Control System is defined. In Farmsen Tarım İlaçları, Aggregate Production Plan is tried to improve which presents aggregated values for production rate, inventory quantity and workforce level in every time period. In this company which has seasonal fluctuations in sales and chemical production process, by using lineer programming production cost is minimized and company's objectives are set and mathematical models are improved to reach optimum result. The parameters which are used in the mathematical models are taken from company. Results are found by using Premium Solver Platform Version 8.0 that solves 8000 variables and dependences in optimum result, is supported Excel 2007 for each model which has 600 independent variables and 2500 system dependences.

In the application part of the study according to the aim of the study it is reached to conclusion that company, which has seasonal fluctuations in sales, to attainment of objectives, production cost minimization, profit objective, other objectives and the production quantities of each product groups in regular time, overtime, inventory,

backorder and also workforce level are solved, the solution is commented by company directors who present required results.

**Key Words:** Production Planning, Aggregate Production Planning, Goal Programming.



## İÇİNDEKİLER

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU	I
TEZ SAVUNMA TUTANAĞI	II
YEMİN METNİ	III
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER	IX
TABLolar	XII
ŞEKİLLER	XIV
KISALTMALAR	XV
GİRİŞ	1

## I. BÖLÜM

### İŞLETMELERDE ÜRETİM PLANLAMA

	Sayfa No
1.1.Üretim ve Üretim Sistemi Yaklaşımı	4
1.2.Üretim Sisteminin Sınıflandırılması	8
1.3.Üretim Yönetiminin Fonksiyonları	15
1.4.Üretim Planlaması ve Kontrolü Fonksiyonu	17
1.5.Bütünleşik Planlama	19
1.5.1. Ana Üretim Çizelgesi	20
1.5.2. Kapasite Planlaması	23
1.5.3. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)	26
1.5.4. Detaylı Kapasite Planlaması	29
1.6.Üretim Kontrol Fonksiyonu	29

## II. BÖLÜM

### BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM PLANLAMA

2.1.Bütünleşik Üretim Planlaması	31
2.2.Bütünleşik Planlama Stratejileri	36
2.2.1. Pasif – Aktif Stratejiler	38
2.2.1.1. Pasif Stratejiler	38
2.2.1.2. Aktif Stratejiler	39
2.2.1.3. Karma Stratejiler	40
2.2.2. Bütünleşik Üretim Planlamada Pasif stratejiler: Temel Yaklaşım	41
2.3. Bütünleşik Üretim Planlama Yöntemleri	41
2.3.1. Grafik Yöntemi	42
2.3.2. Matematiksel Yaklaşımlar	48
2.3.2.1. Doğrusal Programlama	48
2.3.2.2. Ulaştırma Modeli	53
2.3.2.3. Doğrusal Karar Kuralı	56
2.3.2.4. Yönetim Katsayıları Modeli	58
2.3.2.5. Simülasyon	58
2.3.2.6. Arama Karar Kuralı	59
2.3.2.7. Hedef Programlama	59

## III. BÖLÜM

### UYGULAMA

3.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi	65
3.2. İşletmede Yapılan Uygulamanın Konusu	66
3.3. İşletmede Yapılan Uygulamanın Amacı	68
3.4. Verilerin Toplanması	70
3.5. Modelin Çözümünde Kullanılan Veriler	70

## **IV. BÖLÜM**

### **BULGULAR**

4.1. Doğrusal Programlama Modeli ve Çözümüne İlişkin Bulgular	81
4.2. Hedef Programlama Modeli ve Çözümüne İlişkin Bulgular	97
4.2.1. Hedeflerin Belirlenmesi	97

## **V. BÖLÜM**

### **SONUÇ ve TARTIŞMA**

5.1. Doğrusal Programlama Modeli Çözümünün Değerlendirilmesi	107
5.2. Hedef Programlama Modelinin Çözümüne İlişkin Değerlendirmeler	110
5.3. Sonuç	113

<b>KAYNAKÇA</b>	116
-----------------	-----

<b>EK 1.</b> Modele İlişkin Kısıtların Açılımı	122
--	-----

<b>EK 2.</b> Hedef Programlama Modelinin Hedeflere Göre Sonuçları	135
---	-----

## TABLÖLAR

<b>Tablo 1.</b> Sürekli Üretim Sistemlerinin Özellikleri	10
<b>Tablo 2.</b> Geleneksel Üretim Sisteminin Özellikleri	13
<b>Tablo 3.</b> P-Q Analizi	14
<b>Tablo 4.</b> Örnek'e İlişkin Veriler	43
<b>Tablo 5.</b> Plan 1'e İlişkin Sonuçlar	45
<b>Tablo 6.</b> Plan 1-Plan 2-Plan 3 Karşılaştırılması	47
<b>Tablo 7.</b> Ulaştırma Tablosu	54
<b>Tablo 8.</b> Örnek'e İlişkin Veriler	55
<b>Tablo 9.</b> Örnek Ulaştırma Tablosu	56
<b>Tablo 10.</b> Ürünlerin Aylık Talepleri ( $D_i$ )	72
<b>Tablo 11.</b> Ürün Grupları İçin İşlem Süreleri (saat/ürün)	73
<b>Tablo 12.</b> Makinelerin Üretim Kapasitelerini Hesaplaması Verileri	74
<b>Tablo 13.</b> Makinelerin Üretim Kapasiteleri (makine-saat/ay)	74
<b>Tablo 14.</b> Ürünlerin Normal Mesai Doğrudan Üretime Katılan Hammadde, Malzeme, İşçilik ve Genel Üretim Giderleri Maliyetine göre Üretim Maliyeti	75
<b>Tablo 15.</b> Ürünlerin Fazla Mesai Doğrudan Üretime Katılan Hammadde, Malzeme, İşçilik ve Genel Üretim Giderleri Maliyetine göre Üretim Maliyeti	76
<b>Tablo 16.</b> Ürünlerin Stok Bulundurma Maliyeti ( $I_{it}$ )	77
<b>Tablo 17.</b> Ürünlerin Siparişini Erteleme Maliyeti ( $B_{it}$ )	78
<b>Tablo 18.</b> Ürünlerin Satış Fiyatları	79
<b>Tablo 19.</b> İşletmenin 2007 Yılı Diğer Giderleri (Genel Üretim Giderleri)	80
<b>Tablo 20.</b> DP'de Üretim Miktarları	89
<b>Tablo 21.</b> DP'de Üretim Miktarları	89
<b>Tablo 22.</b> DP'de Üretim Miktarları	90
<b>Tablo 23.</b> 1. Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi	91
<b>Tablo 24.</b> 2. Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi	92
<b>Tablo 25.</b> 3. Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi	93

<b>Tablo 26.</b> 4. Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi	94
<b>Tablo 27.</b> 5. Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi	95
<b>Tablo 28.</b> Toplam İşçi Sayısı ( $W_t$ ) – İşe Alınan İşçi Sayısı ( $H_t$ ) – İşten Çıkarılan İşçi Sayısı ( $F_t$ )	96
<b>Tablo 29.</b> Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Üretim Miktarları	102
<b>Tablo 30.</b> Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Üretim Miktarları	103
<b>Tablo 31.</b> Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Normal Mesai Kapasitelerinin Maksimum Kapasite ile Kıyaslanması	104
<b>Tablo 32.</b> Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Fazla Mesai Kapasitelerinin Maksimum Kapasite ile Kıyaslanması	105
<b>Tablo 33.</b> Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan İşçi Sayısı ve Sapma Değerleri- Hedef Sonuçları	106
<b>Tablo 34.</b> Hedeflerin Öncelik Sırasına İlişkin Sonuçlar	139

## ŞEKİLLER

<b>Şekil 1.</b> Üretim/İşlemler Sürecinin Genel Biçimi	6
<b>Şekil 2.</b> Bir Üretim Sisteminin Temel Elemanları	7
<b>Şekil 3.</b> Üretim Esnekliği – Birim maliyet İlişkisi	15
<b>Şekil 4.</b> Üretim Planlama Sisteminin Girdi ve Çıktıları	18
<b>Şekil 5.</b> Bütünleşik Plan Çizgileri	20
<b>Şekil 6.</b> Ana Üretim Planlamasının Girdi ve Çıktıları	21
<b>Şekil 7.</b> Düzey Programlama	22
<b>Şekil 8.</b> Talebi İzleme	22
<b>Şekil 9.</b> Kapasite Planlama ve Kontrolü	24
<b>Şekil 10.</b> Kaba Kapasite Planlaması Akış Prosesi Akış Diyagramı	25
<b>Şekil 11.</b> MRP Girdileri	27
<b>Şekil 12.</b> Bütünleşik Plan ve İlişkileri	36
<b>Şekil 13.</b> Öngörülen Talep ve Ortalama Talep	43
<b>Şekil 14.</b> Plan 1'e İlişkin Kümülatif Talep Grafiği	46
<b>Şekil 15.</b> Örnek Lineer Programlama için Grafik Çözüm	52
<b>Şekil 16.</b> Hedef Programlama Modelinin Çözümünde Değişkenleri Gösteren Çözücü	101

## KISALTMALAR

- APICS: American Production and Inventory Control Society
- APP : Bütünleşik üretim planlama
- BOM : Ürün Ağacı (Bill Of Material)
- CRP : Kapasite İhtiyaç Planlaması
- $d^-$  : Hedeften negatif sapma
- $d^+$  : Hedeften pozitif sapma
- D.P. : Doğrusal Programlama
- FAS : Son Montaj Programı
- MIS : Bilgi Yönetimi Sistemi (Management Information System)
- MPS : Ana Üretim Çizelgesi (Master Production Schedule)
- MRP : İmalat Kaynakları Planlama Sistemi
- MPS : Ana Üretim Çizelgesi
- P : Öncelik Fonksiyonu
- RPB : Kaynak İhtiyaçları Planlaması
- RCCP : Kaba Kapasite Planlama
- vb : ve benzeri
- YBS : Yönetim Bilgi Sistemi
- Z : Hedef Fonksiyonu

## GİRİŞ

Üretim planlaması işletmenin mevcut kaynaklarını rasyonel olarak kullanarak istenilen kalitede mamullerin üretilmesi konusunda karar alma işlemidir. Üretim planlamasının temel amacı, belirli bir mamulün üretimini istenilen miktarda ve nitelikte gerçekleştirmektir. Bunun için, gerekli üretim faaliyetlerinin yeterli miktarda ve uygun zamanda sağlanabilmesi ile mümkün olur. Üretimi düşünülen mamulün nitelikleri ve miktarı; hammadde, malzeme, işgücü ve sermaye maliyetleri gibi üretim faktörleriyle doğrudan ilgili olmaktadır. Üretim planlamasıyla, üretim ve stok seviyelerinin tespiti, minimum maliyetle üretim işlemlerinin sıralanması ve sistemin kurulması, hammaddelerin zamanında ve istenilen miktarlarda temini, yeni makine, tezgâh ve ekipmanların alınması ve ek kapasitelerin tespiti gibi problemler çözülmeye çalışılır. İşletme yöneticileri üretim planlamasının ilk aşamasında, gelecekteki üretim faaliyetleri sonucu piyasaya sürülecek mamullerin piyasa rekabet durumunu dikkate alarak talep tahmini yaparlar. Yapılan talep tahminlerine uygun olarak üretim planlama faaliyetiyle, sıralama ve programlama işlemleri sistematik olarak uygulamaya konulur. Talep tahminlerinin üretim planına dönüştürülmesi uzun ve kısa dönemli olarak yapılabilmektedir. Üretim planlamasının amacı; üretim sürecinde yapılmakta olan faaliyetleri minimum maliyetle gerçekleştirerek ve zamanında üretim yaparak tüketici taleplerini karşılamaktır. Üretim planlamasıyla sıralama ve programlama işlemlerinden sonra üretim kontrolü yapılmaktadır. Üretim Kontrolü; üretim planlamasıyla üretim akışına uygun olarak hazırlanan plan ve programların, işletme faaliyetleri sonucunda elde edilen değerlerle karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Gelecek dönemdeki planlama ve kontrol işlemlerini geliştirmek amacıyla sağlanan üretim programlama bilgilerinin üretimde kullanılarak işletmenin üretim performansının artmasına yardımcı olmaktadır.

Üretim dönemleri bazında beklenen talep seviyesini en düşük maliyetle karşılayacak uygulanabilir üretim seçeneklerinin saptanması bütünleşik üretim planı olarak tanımlanır. Bütünleşik üretim planlama süreci, her bir ürün için detaylandırılmış kapasite kaynakları ve malzeme ihtiyaçlarına gerek duymadan toplu düzeyde ele alır. Bütünleşik kelimesiyle anlatılmaya çalışılan, bireysel ürün ve hizmetten çok, toplam



kapasite üzerine odaklanma fikridir. Ürünlere, işçiliğe, zamana göre yapılabilir. Bütünleşik Üretim Planlama, planlama süreci boyunca kullanılan veri miktarını azaltarak, planların daha sık sürede güncelleştirilmesine olanak sağlar. Bu yüzden, talep, satış fiyatları, kapasite ve malzeme tedariki gibi faktörlerde meydana gelebilecek değişiklikler hemen telafi edilebilir. Ayrıca, bütünleşik planlama ile dar boğaz yaratan kapasite kısıtlı kaynaklar üzerine odaklanabilir. Bütünleşik planlama probleminin çözümü, belirlenen planlama döneminde beklenen maliyetin en aza indirilmesini içerir. Kullanılan metotlar ve yöntemler maliyet kalemlerinin en aza indirilmesi için gerekli çabayı göstermeye çalışır. Metotlar işletmeye yönelik amaç ve stratejilere dayanır. Mevcut birçok yöntem vardır. Çok amaçlı karar verme için kullanılan en yaygın yöntem hedef programlamadır. Hedef programlama, doğrusal programlamanın daha fonksiyonel bir sekidir. Hedef Programlamanın en önemli özelliği birbiri ile zıt yönetsel problemleri içeren çoklu hedefleri, hedeflerin önem derecelerine göre atayabilmesidir.

Bu çalışmada, hedef programlama yöntemi ile bütünleşik üretim planlama sisteminin tarım ilaçları üreticisi bir kimya işletmesinde üretimi olan on ürün grubu üzerinde uygulanması yapılmaktadır. Bu kapsamda çalışma genel olarak üç bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde üretim planlama ve kontrol sistemi genel olarak açıklanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak üretim ve üretim sistemleri yaklaşımı ile üretim planlaması aşamalarını oluşturan faaliyetlerinden söz edilmiştir. Daha sonra, üretim kontrol fonksiyonu ele alınarak dinamik bir sistem olan işletmenin planlanan amaçlarını gerçekleştirip gerçekleştirmediği hakkında, bir geri besleme fonksiyonu görevini ifa eden kontrol fonksiyonunun önemine değinilmiştir.

İkinci bölümde ise, işletmelerin eldeki kısıtlı kaynaklarını en etkin biçimde kullanabilmek ve artan rekabet koşullarında faaliyetlerine yön verebilmek amacıyla üretim planlaması aşamalarından olan Bütünleşik Üretim Planlama sistemine yer

verilmiştir. Çalışmanın amacı gereği, planlama yöneticisinin bütünleşik planı hazırlarken yanıtlaması gereken sorular, planın özellikleri, amaçları ele alınmıştır. Bütünleşik Üretim Planlama matematiksel modeli ayrıntılı olarak incelenmiş ve modelin yapısından kısaca bahsedilmiştir. Daha sonra bütünleşik üretim planlama stratejilerinden söz edilmiş ve modele ilişkin örnekler ele alınarak, desteklenmeye çalışılmıştır. Bütünleşik üretim planlaması modelinin çözümünde kullanılan yöntemler açıklanmış ve bu yöntemlerden uygulama bölümünde modelin çözümünde kullanılacak olan doğrusal ve hedef programlama yöntemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Üçüncü bölümde ilk olarak, Türkiye’de faaliyet gösteren Önder Esen Şirketler Grubu bünyesinde yer alan Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şti. hakkında genel bilgi verilmiş, uygulamanın amacına değinilmiştir. Bu amaçla uygulamada doğrusal programlama ve öncelikli hedef programlama modeli kullanılmıştır. İşletmenin üretimini yaptığı sıvı ve toz yaprak gübreleri ile zirai ilaçların (pestisit) hedef verilerini kullanarak 2008 yılı hedeflerine ne derece ulaşabileceği araştırılmış ve uygulama sonucu elde edilen sonuçlar belirlenmeye çalışılmış daha sonra araştırma sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

## I. BÖLÜM

### İŞLETMELERDE ÜRETİM PLANLAMA

#### 1.1 Üretim ve Üretim Sistemi Yaklaşımı

Üretim, insan gereksinimlerinin doğa tarafından tam olarak karşılanamaması sonucu ortaya çıkan beşeri bir faaliyettir. Ekonomistler üretimi fayda yaratmak şeklinde tanımlarlar. Mühendisler ise, bir fiziksel varlık üzerinde, onun değerini arttıracak bir değişiklik yapmayı, hammadde veya yarı mamulleri kullanılabilir bir mamule dönüştürmeyi üretim sayarlar (Kobu, 2003: 3). Bu tanımlardan anlaşılacağı gibi, üretim, içeriği çok geniş olmasına karşın, ana amacı topluma değer yaratmak olan bir fonksiyondur (Acar, 2000: 9). Çoğu bilim adamlarına göre “üretim” kavramı, hizmetleri de kapsamaktadır. Bunlara göre üretim, sadece fiziksel malların imali olarak değerlendirilmemelidir. Aynı zamanda hizmetlerin üretimi ya da yapılması olarak da düşünmek ve kabul etmek gerekir. Bugün mal yapımında kullanılan tüm teknikler, başarıyla hizmet örgütlerinde de kullanılabilir. Hatta bugün “Bacasız Endüstri” diye adlandırılan turizm sektöründeki örgütlerin çalışmaları da üretim olarak kabul edilmektedir (Demir, Gümüsoğlu, 1994:61).

Üretim fonksiyonu, üretim sürecinin tüm aşamalarında yönetilmesi ile gerçekleştirilir. Yönetim, üretim amacı ile bir araya getirilen faktörlerin yönetilmesi, koordine edilmesi ve kontrolü fonksiyonudur. Üretime yönelik işlemlerin ve faaliyetlerin yönetimi “Üretim Yönetimi” olarak adlandırılır.

Üretim yönetimi kapsam bakımından geniş, faaliyet hacmi çok yüklü bir işletmecilik fonksiyonudur. Buna göre üretim yönetimi için şöyle bir tanım yapmak mümkündür. Üretim yönetimi, işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insan gücü kaynaklarının belirli miktarlardaki mamulün istenilen niteliklerde (kalitede), istenilen zamanda ve en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya

getirilmesidir. Bu tanımda yer alan dört unsurun (miktar, kalite, zaman, fiyat) hepsinin aynı zamanda en iyi şekilde gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Karmaşık üretim sistemlerinde çelişen unsurlar arasında uzlaştırıcı çözümler bulunması çeşitli niceleyici analiz yöntemlerinin ve bilgisayarların kullanılmasını zorunlu kılar. Üretim yönetimi disiplinin amacı “uygun araç ve yöntemler kullanarak yöneticinin karar verme yeteneğinin geliştirilmesi” olarak tanımlanabilir (Kobu, 2003:6). Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere, üretim yönetimi malzeme, makine, iş gücü gibi birtakım girdilerin mamullere dönüştürülmesinde her bir işlemin diğerlerinden bağımsız olarak yerine getirilmesinin mümkün olmadığı bir sistemdir.

Sistem; her şeyden önce, yönetimle ilgili düşünüş biçimidir. Sistem kavramının benimsenmesi ile yönetim, gerek karmaşık sorunların niteliklerini ve karakterini görebilmek, gerekse söz konusu sorunları bu yolla öğelerine ayırarak kolayca çözümlenmek olanağına sahiptir (Demir, Gümüšođlu, 1994:1). Sistemi bu bilgilerin ışığında “Ortak bir amaca hizmet etmek için ortak plana bağlı ve çoğunlukla ayrı bölümlerin oluşturduğu karmaşık yanları ve sorunları olan bütün” olarak tanımlamak doğru olacaktır (Demir, Gümüšođlu, 1994:2).

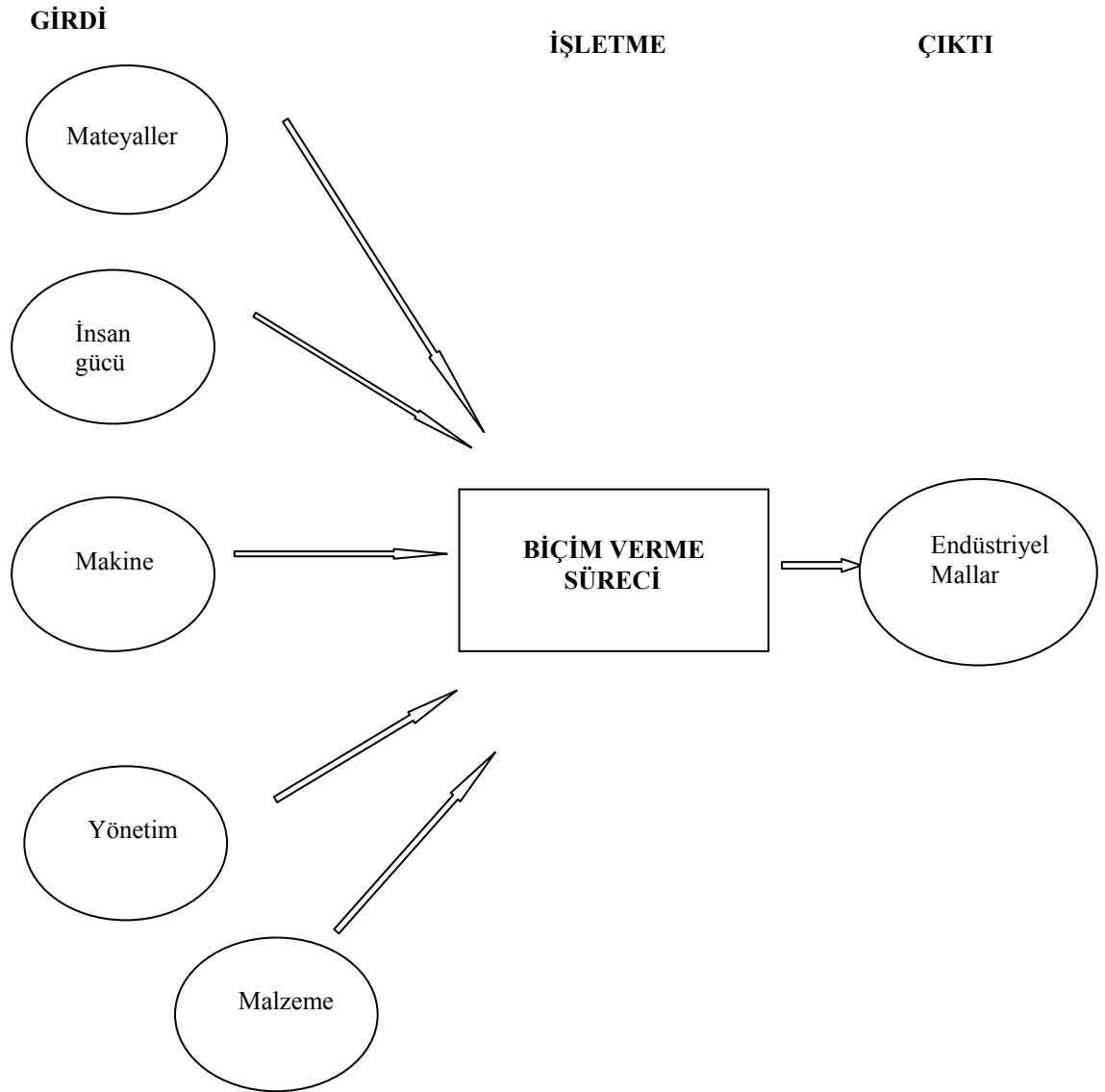
Tüm bu açıklamaların doğrultusunda, üretim fonksiyonunun da çeşitli işlemlerden oluşun bir sistem olduğu söylenebilir ve üretim sistemi “Mal ve hizmetlerin üretimine yönelik birbirleri ile karşılıklı etkileşim içinde olan ya da bağımlı olan tüm faaliyet ve işlemlerin bir seti ya da bütünü ve işletme sisteminin bir alt sistemi” olarak tanımlanabilir (Doğan, 1998: 277). Üretim sistemini kısaca, ürün ya da hizmet oluşturulması yoluyla ekonomiye katkıda bulunan sistemler olarak ifade etmek mümkündür. Genelde tüm üretim sistemlerinin ortak amacı, malzeme, makine, işgücü ve diğer üretim kaynaklarını, talep edilen miktarlardaki ürünün, istenilen kalitede, istenilen zamanda ve en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirebilmektir (Acar, 2000: 5).

Genellikle prodüktif sistemler; hammaddeler, iş gören, makineler, binalar ve öteki kaynakları “Girdi” olarak alarak, müşteriler için mal ve hizmetler üretirler. O halde, herhangi bir üretim çalışmasında, üretim yöneticisinin ilk görevi girdileri

sağlamaktır. Girdiler bir araya getirildiğinde “Değer Yaratma” işlemi gerçekleşir. Mal ve hizmetler üretilirken; makinelere görev programlama, kişileri farklı görevlere atama, üretimde kaliteyi kontrol etme, görev yapma yöntemlerini geliştirme, firma içinde materyal aktarma konuları gerçekleştirilir. Üretim sürecinin son aşaması, “çıkıtı”ların ya da işlenmiş yapıların ve hizmetlerin tamamlanmasıdır (Demir, Gümüšoğlu, 1994:63).

Üretim sisteminin başarısında sistem yaklaşımı önemlidir. Bu yaklaşımı Şekil 1.’de görüldüğü gibi başlıca beş temel elemandan oluşur. Bunlar:

- Materyaller, İnsan gücü, Makine, Malzeme, Yönetim’dir.

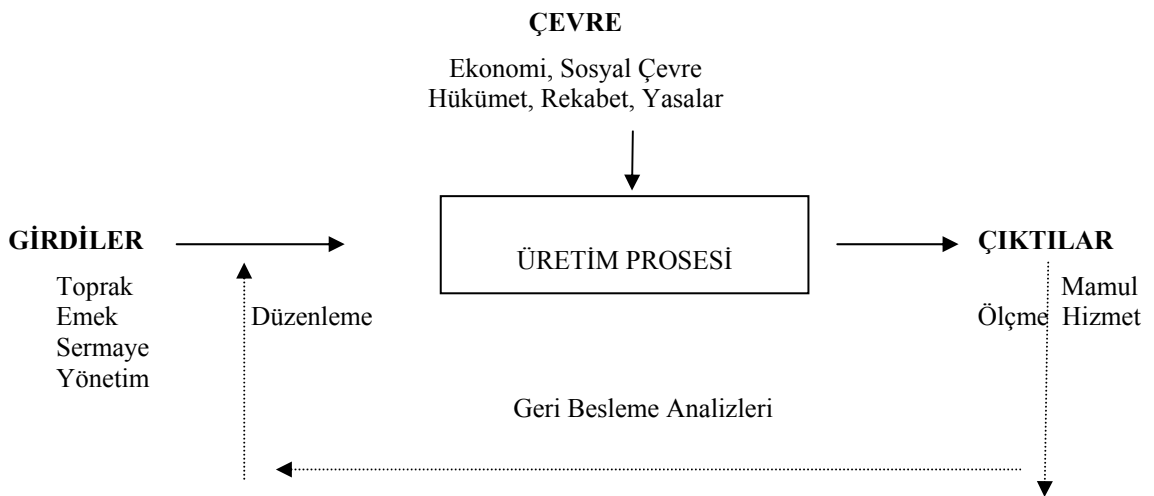


**Şekil 1.** Üretim/İşlemler Sürecinin Genel Biçimi.

**Kaynak:** Demir, Gümüšoğlu, 1994: 64

Girdiler, üretilen mamul ve hizmete göre ayrıntılarda değişik isimler alabilirler. Girdiler aynı zamanda karar değişkenleri olarak da bilinirler. Bir üretim probleminde çözümün amacı, bu girdilerin en uygun değerlerini hesaplamaktan ibarettir. Üretim süreci, sisteme giren unsurların bir fayda yaratacak şekilde bir mamule veya hizmete dönüştürülmesidir. Bir üretim sürecini karakterize eden unsurlardan özellikle dört tanesi önemlidir: verimlilik, etkinlik, kapasite ve esnekliktir. Verimlilik; genellikle birim girdi başına üretilen çıktı olarak ölçülür. Etkinlik; üretim sisteminin amaçlarını gerçekleştirme derecesi olarak tanımlanır ve performans ile eş anlamda kullanılır. Kapasite; üretim sürecinin yararlandığı üretim düzeyidir. Esneklik; Bir üretim sisteminin ani talep değişmelerine cevap verebilmesi ve yeni mamul üretimine geçebilmesi olarak tanımlanır. Üretim sistemlerinin çıktıları mamul veya hizmet olabilir. Mamuller gözle görülebilir ve ölçülebilir varlıklardır. Hizmetler üretildiği anda tüketilir ve ölçümleri çok güçtür. Geri besleme analizleri çıktılar üzerinde ölçme ve gözlemlere dayanır. Analizler amaçlardan sapmalar olduğunu gösterirse düzeltici kararlar alınır. Üretim sisteminin son temel elemanı çevre kontrol edilemeyen değişkenleri temsil eder. Bu değişkenlerin varlığı bilinir, fakat yönetici bunları tayin etmek veya değiştirmek gücüne sahip değildir. Bu nedenle çevre unsurları üretim kararlarında belirsizlik (risk) olarak hesaba katılır (Kobu, 2003: 39–40).

Yukarıda belirtildiği gibi sistemi oluşturan tüm unsurları dikkate aldığımızda daha geliştirilmiş bir üretim sistemi oluşturmak mümkün olmaktadır.



**Şekil 2.** Bir üretim sisteminin temel elemanları.

**Kaynak:** Kobu, 2003: 40

## 1.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

İşletmeler rekabet güçlerini arttırmak ve müşteri isteklerine çabuk cevaplar verebilmek için çeşitli üretim sistemleri geliştirerek piyasada rekabet edebilme şansını yakalamak isterler. Üretim sistemlerini farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür.

İşletme literatüründe sık sık karşılaşılan başlıca üretim sistemi türleri şöyle sıralanabilir. Atölye tipi üretim (Job shop), Parti tipi üretim (batch production), Akış üretim (Flow production), Sürekli üretim (Continous production), Yığın üretim (mass production), Grup teknolojisi sistemi (Group technology), Tam zamanlı üretim (Just-in-time), Hücre üretim sistemi (Cell manufacturing), Esnek üretim sistemi (Flexible manufacturing systems), Bilgisayar bütünleşik (Computer Integrated manufacturing), Yalın üretim sistemi (Lean Production), Otomatik üretim sistemi (Automatic manufacturing) (Şahin, 1998: 33).

Üretim sistemlerini; üretim yöntemi, mamul cinsi, mamul miktarı veya üretim akışı kriterlerine göre değişik açılardan sınıflandırmak mümkündür (Kobu, 2003: 41-43, Groover, 1987: 19, Doğan, 1998:279-280).

### I. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

- a) Birincil (Primer) Üretim
- b) Analitik Üretim
- c) Sentetik Üretim
- d) Fabrikasyon üretim
- e) Montaj Üretim

### II. Üretim Miktarına Göre Sınıflandırma

- a) Proje Üretimi
- b) Parti Üretimi
- c) Yığın Üretimi

### III. Mamul Cinslerine Göre Sınıflandırma

- a) Demir-Çelik Üretimi
- b) Kömür Üretimi
- c) Takım Tezgâhları
- d) Kimyasal Maddeler Üretimi
- e) Elektriksel Araç-Gereç Üretimi
- f) Elektronik Mamuller Üretimi
- g) Tekstil Mamullerinin Üretimi

### IV. Müşteri İsteklerine Göre Sınıflama

- a) Siparişe Göre Üretim
- b) Stoklara Üretim

### V. Üretim Süreçlerine Göre Sınıflama

- a) Sürekli Üretim
- b) Montaj Hattı Üretimi
- c) Parti Üretimi
- d) Atölye Tipi üretim
- e) Proje Tipi Üretim
- f) Karma Üretim

Değişik kıstaslara göre yapılan sınıflandırmalarda bir üretim şeklini birkaç sınıfta birden görülebilmektedir. Sınıflar arasında kesin çizgiler belirlemek oldukça zordur. Bir fabrikanın, yukarıdaki sınıflardan sadece birinin içinde olması şart değildir. Bu nedenle, üretim süreçlerine göre üretim sistemleri üzerinde durmak gerekmektedir.

- **Birincil (Primer) Üretim:** Doğada mevcut hammaddelerin işlenmek ve kullanılmak üzere çıkarılmasıdır. Demir, bakır ve diğer madenler ile kömür ve petrol üretimi, orman işletmeciliği ve benzerleri bu üretim sınıfına girerler.



- **Analitik Üretim:** Bu üretim şeklinde ısı uygulama işlemi, kimyasal reaksiyon ve distilasyon gibi değişik teknikler uygulanır. Şeker pancarından şeker, ham petrolden benzin, fuel oil vs. analitik üretim sınıfına girerler.
- **Sentetik Üretim:** Doğadan elde edilen temel hammaddelerin bazıları farklı işlemlerle yeni mamullere dönüştürülür. Plastik, cam, vb. mamuller bu gruba girerler.
- **Fabrikasyon Üretim:** Hammaddelerden şekil verme yolu ile yeni mamuller oluşturulmasıdır. Presleme, döküm vb. bu gruba girmektedir.
- **Sürekli Üretim:** Yalnız bir ürün için belirlenen bir üretim akışında devam eden üretimdir.

**Tablo 1.** Sürekli üretim sistemlerinin özellikleri

	<b>Sürekli Üretim</b>
<b>Üretim kapasitesi</b>	Yüksek
<b>Ürün çeşidi</b>	Az
<b>Makine niteliği</b>	Tek amaçlı
<b>Makine hızı</b>	Yüksek
<b>Makinenin verimliliği</b>	Yüksek
<b>Makinelere iş yükü dengesi</b>	Kolay
<b>Fabrika yerleştirme düzeni</b>	Makineler üretim akışına göre sıralı
<b>İşçilik kalitesi ve sayısı</b>	Otomasyon fazla ve işçi sayısı az
<b>İş hazırlama yoğunluğu</b>	Az
<b>Hammadde stokları</b>	Az (Üretim hızına göre sabit)
<b>Yarı ürün stokları</b>	Yok
<b>Son ürün stokları</b>	Var
<b>Fabrika içinde taşıma</b>	Konveyörler, kaygan yüzey, raylı arabalar, boru ve pompalama sistemleri

- **Montaj Üretimi:** Farklı hammadde grupları, parçalar sistematik bir şekilde bir araya getirilerek karmaşık bir mamul üretilir. Örneğin, otomobil, buzdolabı, çamaşır makinesi montaj yolu ile üretilirler. Bu üretim sınıfında önemli olan, mamulü oluşturan parçaların en ekonomik biçimde bir araya getirilmesidir.

Mamul cinslerine göre sınıflandırmada, üretilen mamulün niteliği üretim sisteminin özelliklerinin belirlenmesinde etkili olur. Kullanılan makineler, iş gücü yapısı belirli tip bir mamule göre oluşabilir. Demir-Çelik üretimi; kaynaklardan çıkan demir filizlerinin eritilmesi ile demir ve çelik üretilir. Kömür üretiminde ise, maden kömürü ve linyit doğal kaynaklardan çıkarıldıktan sonra temizleme, kırma gibi işlemlere tabi tutularak kullanılabilir hale getirilirler. Takım tezgâhları üretiminde, teknik yönden donanımlı insan gücü ile torna, freze gibi tezgâhların üretilmesidir. Kimyasal maddeler üretiminde, hammaddelerin kimyasal işlemlere tabi tutularak (damıtma, distilasyon vb.) yapılarını değiştirme ve yeni mamuller üretme sistemidir. Elektriksel araç-gereç üretimi; adından da anlaşılacağı üzere, elektrik enerjisi ile çalışan makinelerin (ev eşyaları, enerji santrallerinin üreteçleri vb.) üretimidir. Takım tezgâhları üretiminde olduğu gibi, yüksek düzeyde teknik bilgi ve nitelikli eleman kullanmak gerekmektedir. Elektronik mamullerin üretimi ise, son yıllarda çok hızlı gelişmeler sonucunda önemli bir endüstri grubu olan bilgisayar, haberleşme cihazları vb. ürünlerin oluşturduğu üretim sınıfıdır. Tekstil mamullerin üretiminde, hammaddelerin çeşitli işlemlerden geçirilmesi sonucu giyecek yapımına hazır hale getirilmesidir. Kumaş, iplik üretimleri bu grupta yer almaktadır.

- **Siparişe Göre Üretim:** Tüketici veya müşteri firmanın özel olarak belirlediği bir mamulü istenilen miktar, kalite ve özellikte üretilmesidir. Bu üretim sınıfında, mamul yalnız bir defa üretilebilir, mamul talep edildikçe üretilebilir. Sipariş üretiminde, iş gücü ve makinelerden faydalanma oranı düşüktür. Siparişlerin zamanında teslim edilebilmesi için daha önceden saptanan verilerin saklanması yarar sağlayabilir.
- **Parti Üretimi:** Bir ürünün talebini karşılamak üzere partiler halinde üretilmesidir. Partilerin üretimi gerçekleştirildikten sonra makineler başka bir ürünün

imalatı için kullanılır. Bu yüzden, üretimde kullanılan makinelerin çok fonksiyonlu, esnek özelliklere sahip olması gerekmektedir. Parti üretiminde iki ana problem mevcuttur. Birincisi, en uygun parti büyüklüğünün belirlenmesi, ikincisi de üretim programlarının hazırlanmasıdır. Bu üretim sistemi, işletmelerde en sık karşılaşılan bir üretim tipidir. Mobilya, otomobil, el aletleri gibi tüketim malı bu grupta yer alır.

- **Atölye Tipi Üretim:** Ürün çeşitliliğın çok olduğu bu üretim sisteminde, düşük miktarlarda siparişe göre üretim yapılır. Çok amaçlı takım ve kalifiye insan gücüne ihtiyaç vardır. Müşteri isteklerine uygun özel tezgahların, mobilyaların, perdelerin üretimi bu sisteme örnek verilebilir.
- **Proje Tipi Üretim:** Bir mamulün yalnız bir kere üretilmesidir. Bu üretim sisteminin en önemli özelliği; mamulün sabit konumda bulunması, makinelerin ve yüksek düzeydeki kalifiye işgücünün mamul etrafında/içinde hareket ederek birden fazla faaliyeti sürdürmesidir. Uçak, gemi, köprü ev gibi büyük projelerin üretimi bu sistemin örneklerini oluşturmaktadır. Proje tipi üretimde, birim mamulün fiyatı çok yüksektir ve faaliyetlerin planlanıp iş emirlerinin hazırlanması özel yöntemlerin uygulanmasını gerektirecek ölçüde karmaşıktır (Avunduk, 1998: 21).

Literatüre göz atıldığında farklı sınıflandırmalar olduğu görülmektedir (Demir, Gümüşoğlu,1994:420–425). En genel anlamda üretim sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Atölye Tipi Üretim
- Akış Tipi Üretim
- Proje Tipi Üretim
- Sürekli Üretim

**Tablo 2.** Geleneksel Üretim Sisteminin Özellikleri

Özellikler	Atölye Tipi Üretim	Akış Tipi Üretim	Proje Tipi Üretim	Sürekli Üretim
<b>Makine Tipleri</b>	Esnek, genel amaçlı	Özel amaçlı, tek işlevli	Genel amaçlı, Hareketli	Özel amaçlı
<b>Süreç Tasarımı</b>	Fonksiyonel Tipi, Süreç Tipi	Ürün bazlı iş akışı	Proje tipi veya Sabitlenmiş iş Akışı	Ürün bazında iş akışı
<b>Hazırlık Zamanları</b>	Uzun; Değişken	Uzun	Değişken	Çok uzun
<b>Çalışanlar</b>	Tek işlevli; Çok işlevli (bir adam+bir makine)	Tek işlevli, Daha az nitelikli	Tek işlevli, yetenekli (bir adam+bir makine)	Çok az sayıda çalışan
<b>Stoklar</b>	Çeşitlilik için büyük miktarlarda stok	Tampon stoklama sağlamak için büyük miktarda stok	Değişken; genelde hammaddeler için	Düşük süreç içi stok
<b>Parti Büyüklüğü</b>	Küçük-Orta	Büyük Miktarlar	Küçük miktarlar	Uygulanamaz
<b>Her Birim İçin Üretim zamanı</b>	Uzun, değişken	Kısa, sabit	Uzun, değişken	Kısa, sabit

**Kaynak:** Gökşen, 2003: 37.

Üretim sistemleri, hacim-çeşitlilik (volume-variety) boyutu temeline dayandırılarak da sınıflandırılabilir. Yüksek esnekliğe sahip bir sistem parçaların yüksek çeşitte üretilmesine izin vermektedir. İki eksterm üretim durumu; yüksek hacim (high-volume), düşük çeşit (low variety) (H-L) ve düşük hacim (low volume), yüksek çeşit (high-variety) (L-H) dir. Bu iki eksterm durum arasında önemli bir orta hacim, orta çeşit (M-M) üretim durumu vardır (Gökşen, 2003: 37).

Bir üretim sisteminin ideal yapısının yararlı bir göstergesi Hitomi'nin P:Q oranı vasıtasıyla elde edilmektedir. Tablo 3. P-Q Analizi incelenerek daha iyi anlaşılabilir.

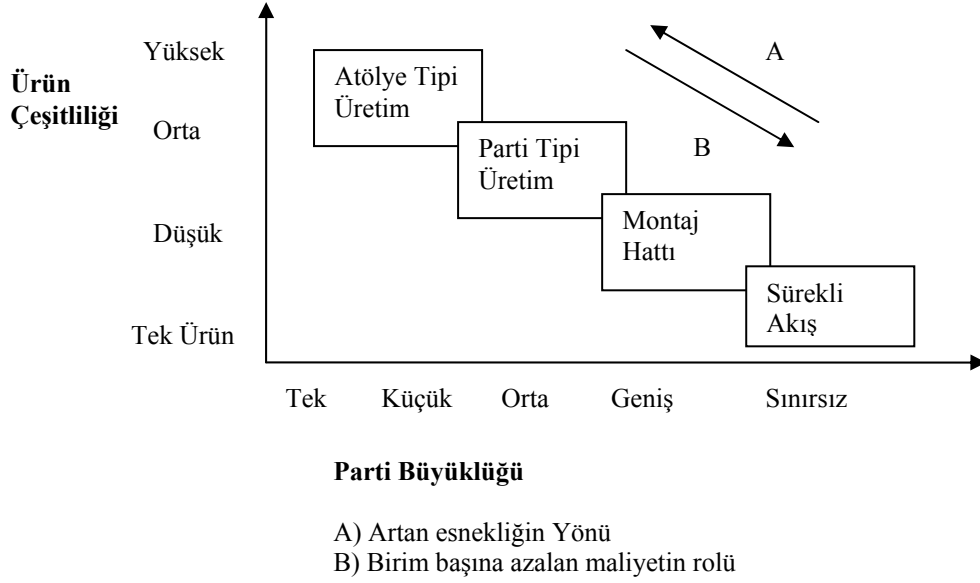
**Tablo 3.** P-Q Analizi

		Üretim Niceliği	
		Düşük	Yüksek
Ürün Çeşidi	Düşük	Mevcut davranış ve uygulamalara göre (bağlı olarak)	Ürüne göre yerleşim
	Yüksek	Sürece göre yerleşim	Mevcut davranış ve uygulamalara göre (bağlı olarak)

**Kaynak:** Gökşen, 2003: 38

Ürünlerin sayısı P değişkeni, üretim niceliği Q değişkeni ile temsil edilmektedir. Üretim yerleşiminin doğal yapısı yukarıdaki tablodan saptanabilir. Ürün çeşidinin yüksek, üretim niceliğinin düşük olduğu durumda “sürece göre yerleşim”den; ürün çeşidinin düşük, üretim niceliğinin yüksek olduğu durumda “sürece göre yerleşim”den; ürün çeşidinin düşük, üretim niceliğinin yüksek olduğu durumda ise “ürüne göre yerleşim” den bahsedilebilir. Diğer iki durum için ise, üretim sistemi tasarımında organizasyonun geçmişi, yürütülmekte olan stratejik planlama ve geleceğe yönelik öngörülerin etkili olacağı söylenebilir (Kaynak: Gökşen, 2003: 39).

Aşağıdaki diyagram grafiksel olarak üretim esnekliği ve birim başına maliyet arasındaki ilişkiyi geleneksel üretim sistemleri açısından göstermektedir.



**Şekil 3.** Üretim Esnekliği- Birim Maliyet İlişkisi

**Kaynak:** Gökşen, 2003: 39

### 1.3 Üretim Yönetiminin Fonksiyonları

Bir işletmede üretim yönetimi departmanının fonksiyonları, işletme büyüklüğü, yönetim politikası, organizasyon yapısı, üretim tipi veya yöntemleri, endüstri dalı, üretim miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak belirlenir. Factory dergisi ve APICS (American Production and Inventory Control Society) tarafından ortaklaşa yapılan bir araştırma bulgularına göre, A.B.D' deki işletmelerin %90'ının üretim departmanına verdiği ana fonksiyonlar ön planlama, planlama ve kontrol olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Ön planlama grubunda yer alan fonksiyonlar şöyle tanımlanabilir:

- **Tüketici Araştırması-Satış Tahminleri:** Tüketicinin istediği mamulün tipi, nitelikleri, fiyatı, miktarı ve ihtiyaç zamanına ait bilgiler toplanıp analiz edilmelidir.
- **Mamul Dizaynı ve Geliştirme:** Tüketicinin mamulden istedikleri, kalite ve tasarım spesifikasyonlarına dönüştürülerek imalatın gerek duyacağı bilgiler hazırlanır.

- **Tesis Yatırım Politikaları: Genel** özellikleri ile beliren üretim hacminin gerçekleşmesini sağlayacak makine ve teçhizatın sağlanması için eldeki olanakların nasıl kullanılacağı saptanır.
- **İş Yeri Düzeni: Üretim** araçları ve tesisleri belirlendikten sonra, makine ve teçhizatın iş akışı prensiplerine uygun olarak yerleştirileceği düzen saptanır.

**Planlama** aşamasında yer alan fonksiyonlar dört temel üretim faktörüne dayanır: Malzeme, Metot, Makine ve İşgücü. Bu dört faktörün, girilecek üretim faaliyetlerinde ihtiyaçları tam olarak karşılaması gerekir. Üretimin aksamadan yürümesi, her şeyden önce gerekli hammadde, hazır parça ve yarı mamullerin istenilen yer ve zamanda, istenilen miktarda hazır bulundurulmasına bağlıdır. Malzemedan sonra, eldeki makine ve insan gücünün kapasite ve nitelik bakımından istenilen üretimi gerçekleştirecek düzeye getirilmesi planlanmalıdır. Mamul mühendisliği, üretilecek mamullerin malzeme, ölçü, performans ve kalite özelliklerini, metot mühendisliği ile üretimde kullanılacak makine tiplerini, takımları, işlemleri ve süreleri belirler. Bu iki kaynaktan sağlanan bilgilere, eldeki malzeme, makine ve iş gücünün tasarlanan üretim için yeterli olup olmadığı araştırılır.

**Kontrol** aşamasında yer alan fonksiyonlar dağıtım, takip ve kontrol, muayene ve değerlemedir. Kontrolün genel amacı, hazırlanan programların uygulanmasını sağlayacak faaliyetleri yürütmek, uygulama esnasında doğacak sorunları ilgili ünitelere iletme ve programla fiili durum arasındaki farkları zamanında teslim etmek şeklinde özetlenebilir (Kobu, 2003: 12–16).

Yukarıda sayılan üretim yönetimi fonksiyonlarından, üretim planlaması ve üretim kontrolü fonksiyonları tez konusuyla yakından ilgili olduğu için sadece bu iki fonksiyon ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

## 1.4 Üretim Planlaması ve Kontrolü Fonksiyonu

Üretimde en yüksek verim denilince, endüstriyel malın istenilen nicelikte, kalitede ve zamanda en iyi ve en ekonomik yöntemle elde edilmesi anlaşılır. Bu hedefe ulaşmak için işletmenin yönetim örgütü tüm üretim çalışmalarında bir araç olarak üretim/işlemler planlaması ve kontrolünden yararlanır.

“Üretim/İşlemler Planlaması; belirli mal ya da hizmetlerin ilerideki üretimleri için gerekli tüm olanakların saptanması, sağlanması ve düzenlenmesini kapsar.”  
“Üretim/İşlemler Kontrolü, önceden saptanmış üretim/işlemler planı ya da politikasının uygulamasını ve üretimin tüm işlerinin böyle plana ya da politikaya göre yürütülmesinin denetimini kapsar” (Demir, Gümüšoğlu, 1994: 384-386).

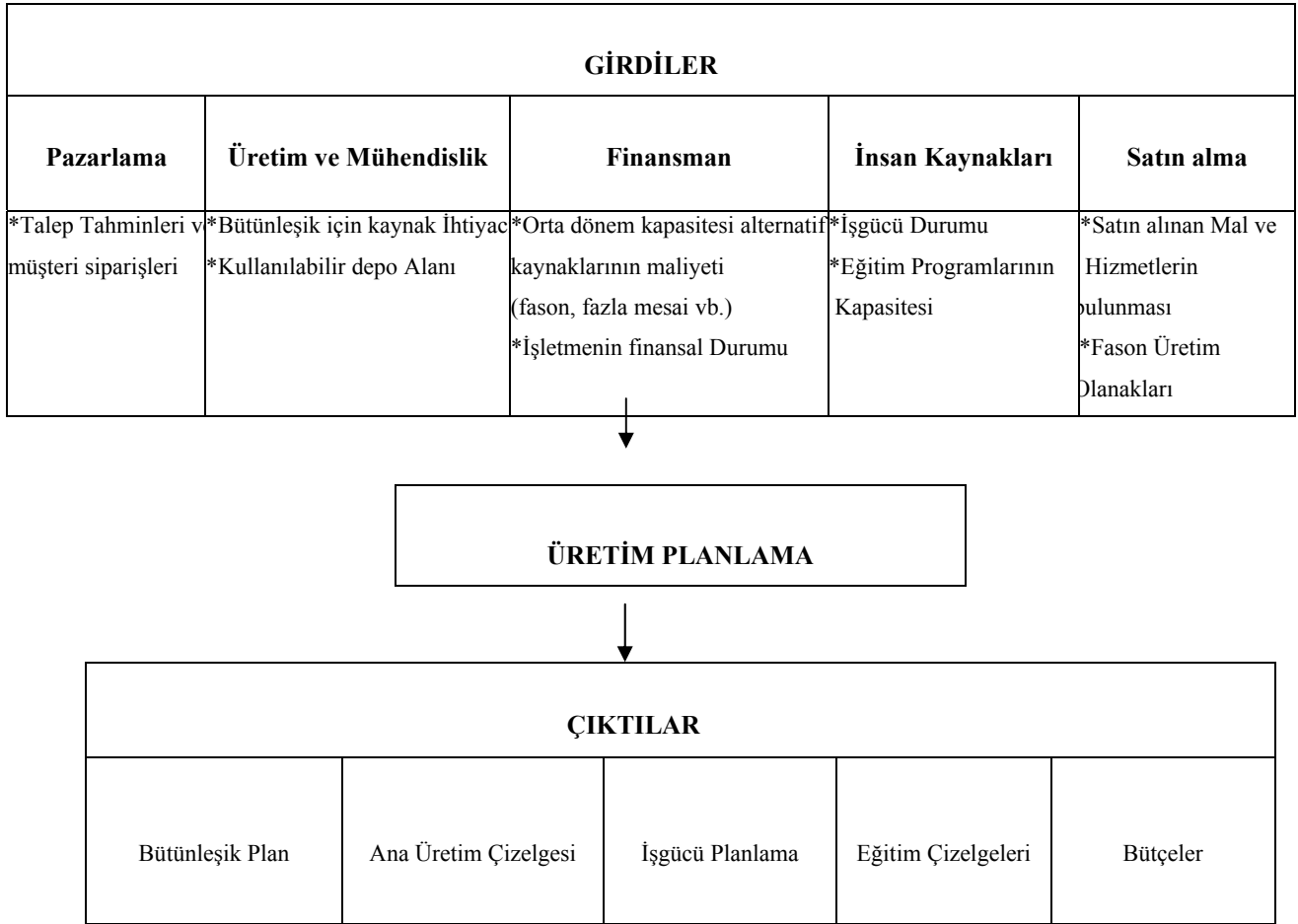
Modern bir işletmede, üretim planlamasının ön plana çıkmasını sağlayan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- İşletmedeki faaliyetlerle ilgili koordinasyon zorluğu,
- İşletmeler arasındaki ilişkilerin gelişmesi ve rekabet durumu
- Üretim sistemlerinin yoğunluğu ve karışıklığı
- Tüketici zevk ve tercihlerindeki değişimler
- Teknoloji vb. Sebeplerle hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin artması
- İşletmenin ekonomik üretim düzeyinde faaliyette bulunmasını sağlamak amacıyla; malzeme, hammadde, makine saati ve işgücü kayıplarının minimum düzeye indirilmesinin sağlanması.

Bir üretim planı çeşitli üretim girdileri, makine kapasiteleri, mevcut olan iş gücü hacmi, stok seviyelerindeki dalgalanmalar, tedarikçinin performansı, finansal kısıtlar gibi birçok faktörü göz önünde bulundurmaya zorundadır (Heizer, Render, 1996: 694). Bu nedenle, üretim planının hazırlanması için bazı verilerin toplanması gerekmektedir. Bu veriler üretim planının girdileri kabul edilip işlenecek ve planın çıktılarını ulaşılabilecektir. Üretim/işlemler planlaması ve kontrolü, fabrikaların/işletmelerin sınır



sistemidir. Fabrikaya ne istediğiniz bildirilmedikçe, ne bir çark döner ne de bir işlem yapılır. Üretim planlaması ve kontrolü, emir (yönlendirme) akışını fabrikanın tüm kısımlarına gönderir. Şekil 4.'te üretim planlaması sisteminin devimsel yapısı ve karmaşıklığı açıkça anlaşılır. Öğelerin her biri zamanla değişir. Zaman içinde, işçi devri veya otomasyon nedeniyle işçilerin tutumları ve nitelikleri değişebilir. Standartlar ya da beklenen sonuçlar, yapının dalgalanan istemini karşılamak için düzenlenebilir. Bu nedenle planlama ve sonra sürekli yeniden planlama zorunluluğu vardır (Demir, Gümüsoğlu, 1994:385).



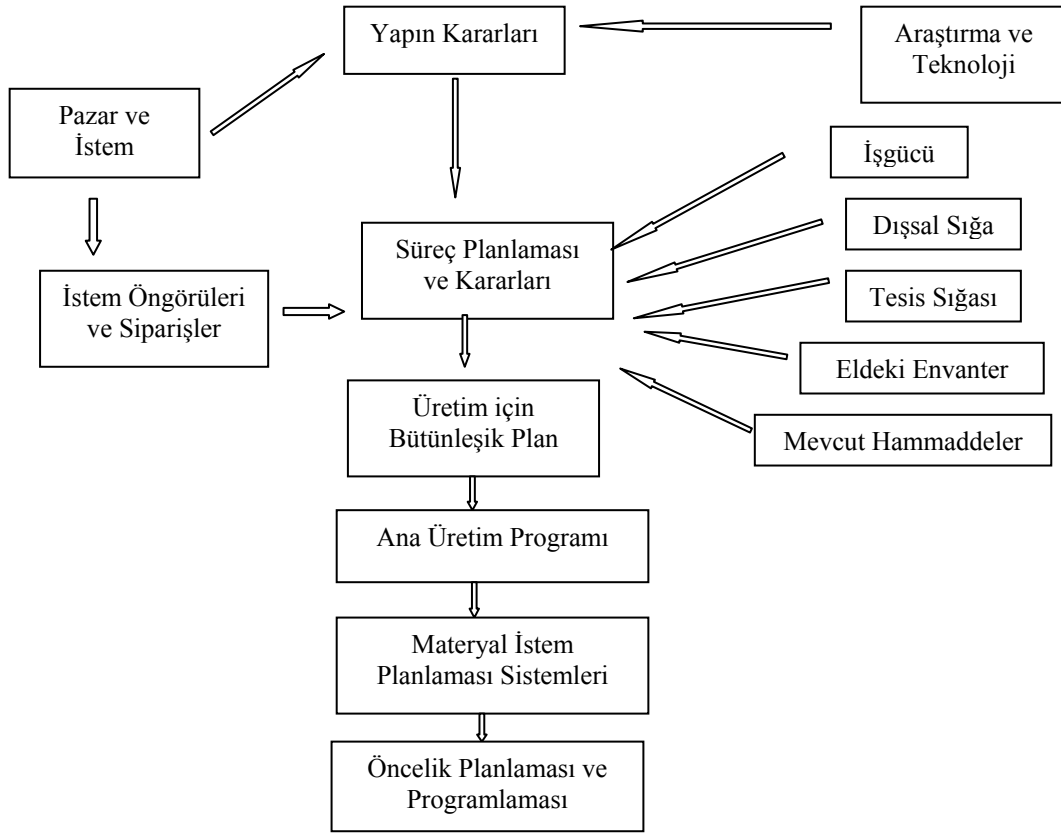
**Şekil 4.** Üretim Planlama Sisteminin Girdi ve Çıktıları

**Kaynak:** Noori, Radford, 1996: 694

Üretim planlama sistemine girdi olan temel elemanlar pazarlama, finansman, insan kaynakları, satın alma, üretim ve mühendislik fonksiyonları olarak sıralanabilir. Bu fonksiyonların her biri birbirini etkileyen ayrı sistemler olarak da düşünülebilir. Örneğin; pazarlama ile üretim planlama sistemindeki iletişim eksikliği stok seviyesindeki dengenin bozulmasına neden olabilir (Werges, 1999: 19). İşletmelerin en önemli fonksiyonlarından olan üretim planlaması aşamalarını oluşturan faaliyetleri ayrıntılı bir şekilde incelemek faydalı olacaktır.

### **1.5 Bütünleşik Planlama**

Bütünleşik planlama, genelde 3–18 ay sonraki zaman aralığında üretimin nicelik ve zaman açılarından dalgalanan talebi karşılayabilecek üretim planlanması ile ilgilidir. (Shroeder, 1993: 440) Genellikle bütünleşik planlamanın amacı, planlama dönemi boyunca maliyet giderlerini en küçükmektir. Kuşkusuz sürecin diğer amaçları arasında, işgücündeki dalgalanmaları en küçükmek ya da hizmetin sunulmasında belli standardın korunması/sağlanması verilebilir (Heizer, Render, 1996: 692). Bütünleşik planlama, daha büyük planlama sisteminin bir parçası olduğundan; plan, iç ve dış öğeler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında yararlı olacaktır. İşlemler/üretim yöneticisi yalnızca pazarlama bölümünün istem öngörüsünün girdisini almaz, o dönemdeki finansal veri, iş gören, sığa ve hammaddelerle de ilgilenir. Üretim için gerekli ana üretim programı, materyal istem planlaması (MRP) sistemleri için girdi niteliğindedir, böylece nihai yapın için gerekli parçalar ve maddeler satın alınır veya üretilir (Demir, Gümüsoğlu, 1994: 394). Şekil 5.'te ayrıntılı bir şekilde görülmektedir.



**Şekil 5.** Bütünleşik Plan Çizgileri

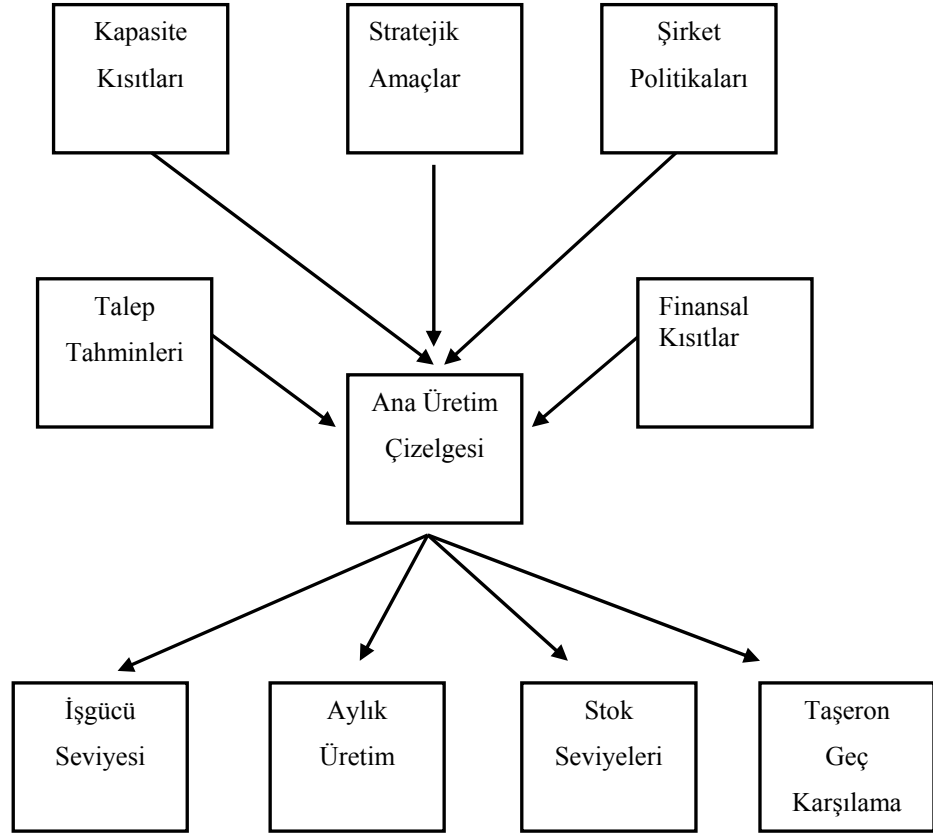
**Kaynak:** Demir, Gümüšođlu, 1994:394

### 1.5.1 Ana Üretim Çizelgesi

Ana üretim çizelgesi, bütünleşik üretim planlamanın daha ayrıntılı ifadesidir. Şekil 6.'da ana üretim çizelgesinin girdi ve çıktıları gösterilmiştir.

Ana üretim çizelgesi problemi, verilen üretim kaynakları ve kısıtlarının planlama ufkundaki her bir periyot için stok, işgücü ve en iyi üretim seviyelerinin kararlaştırılmasına yöneliktir (Carlos 2004: 13). Ana üretim çizelgesi her dönem için üretim kapasitesini ve toplam üretim seviyesini belirler. Bu problemlere aynı zamanda “kaynak dengelemesi” problemleri denmesinin nedeni, bu problemlerde dalgalanan talep dengesini en ekonomik şekilde karşılamak üzere, üretim kaynaklarının (kısa dönemde değiştirilebilen tek kaynak işgücü düzeyi olduğu için genellikle işgücü

seviyeleri dengelenir) ve üretim hızının bir dönemden diğerine değiştirilmesidir (Acar, 1989: 77).



**Şekil 6.** Ana Üretim Çizelgesinin Girdi ve Çıktıları

**Kaynak:** Russell, Taylor, 2000: 522

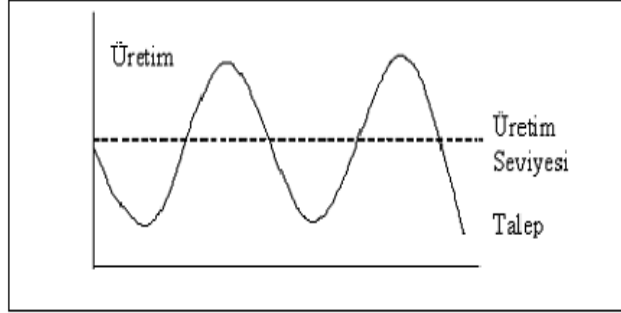
Ana üretim planlama stratejileri üretim seviyesinin değişme durumuna göre üç ayrılmaktadır:

### 1. Sabit Üretim Hızı Stratejisi

Düzyer programlama ya da düzyer planlama (Level production) stratejisi olarak da adlandırılmaktadır. Japonlar tarafından uygulanan “ömür boyu iş” isteğinden doğmuştur. Sabit üretim hızı stratejisi olarak da adlandırılmaktadır. Felsefeleri, istikrarlı iş/çalışma, iyi kalite, az işgücü devri, az işten kaytarma ve çalışanların firma amaçlarına daha çok katılımına yol açmaktadır. Sabit üretim hızı stratejisi aydan aya günlük kapasitelerin tekdüze (aynı düzeyde) olduğu ana planları kapsar. Genellikle ortalama talebi karşılayabilecek şekilde sabit bir üretim seviyesini temel alır. Düşük talebin söz

konusu olduğu dönemlerde talepteki değişikliği sonradan karşılamak üzere stoka üretim yapılır (Demir, Gümüşoğlu,1998:384). Evans'a göre, talep ile üretim arasındaki farklar stok bulundurma veya bulundurmama maliyetlerinin artmasına yol açar. Bu stratejinin avantajı kolay planlama ve çok düşük hazırlık maliyetidir (Demircioğlu, 2004: 6).

Şekil 7. üretim seviyesini belirleme stratejisi gösterilmiştir.

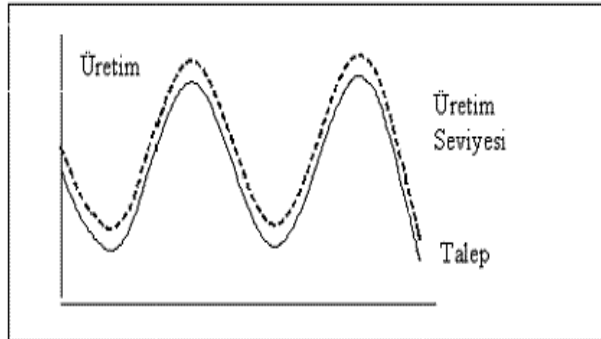


Şekil 7. Düzey Programlama

**Kaynak:** Russell, ve Taylor, 2000

## 2. Talebi İzleme Stratejisi

Talebi izleme stratejisi (Chase demand), talepteki değişiklikleri işe alma ve işten çıkarma ile karşılamayı içerir. Yüksek talebin olduğu dönemlerde üretim arttırılır ve çalışan sayısı arttırılır. Bu stratejinin işe alma ve işten çıkarma maliyetleri bulunmaktadır (Russell, Taylor,2000: 522). Şekil 8.0'de talebi izleme stratejisi görölmektedir.



Şekil 8. Talebi İzleme

**Kaynak:** Russell ve Taylor, 2000.

### 3. Karma Modeller:

Karma Modeller (Mixed Strategy), fazla mesai, fason, işe alma/çıkarma, stok ve talebi erteleme öğelerini birlikte içerebilen modellerdir.

Bu seçeneklerden herhangi birinin uygulamaya konması, ancak birtakım maliyet öğelerinin incelenmesi ve bu maliyetlerin birbirleriyle karşılaştırılması sonunda mümkün olacaktır.

#### 1.5.2 Kapasite Planlaması

“Kapasite” konusu, işletmecilikte 1920’lerden sonra kullanılmaya başlanan ve bugün üzerinde önemle durulan konulardan biridir. Üretim planlamacıları “kapasite” kavramından, üretilecek yapının nicelik, teslim zamanı ile kazanç ya da sosyal gereksinmenin karşılanmasındaki düzeyi anlarlar (Demir, Gümüsoğlu, 1994: 437).

Üretim sisteminin pazara tepki hızını belirleyen kapasite, bir taraftan, maliyet yapısını, kaynakların verimliliğini, teknoloji düzeyini, stok politikalarını ve insan gücü ihtiyaçlarını; diğer taraftan müşteriye verilecek hizmet düzeyini belirler. Ayrıca programlama faaliyetini etkileyen önemli bir faktördür ve üretim/ işlemler yönetimine ilişkin diğer birçok karar üzerinde de kısıt oluşturur. Örneğin, belli bir zaman diliminde ekonomik olarak üretilebilecek miktar, kısa dönemli üretim planlaması açısından sınırlayıcı bir faktördür (Meredith, 1992: 180).

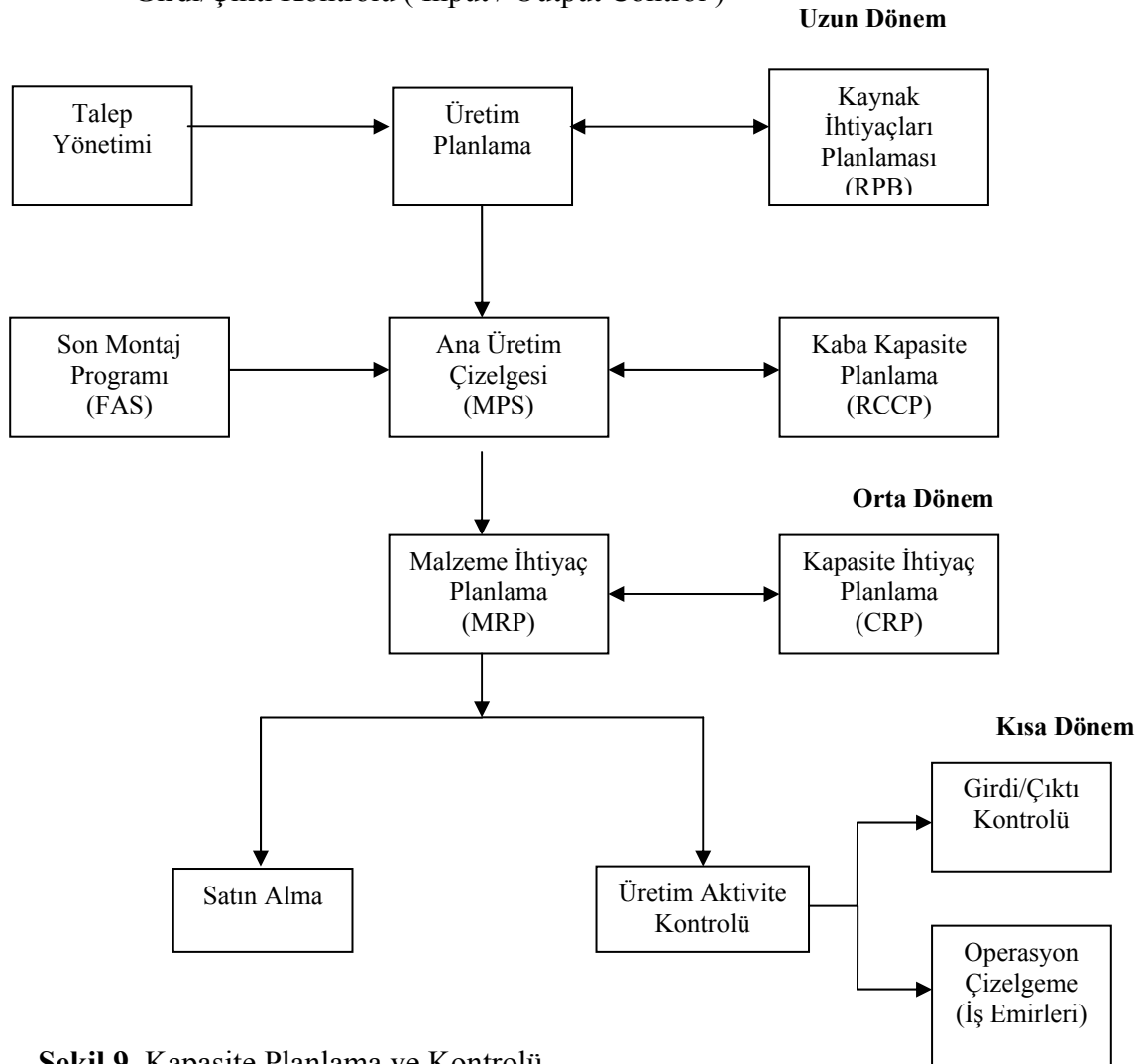
Kuşkusuz yeni kurulacak bir işletmede kapasite kararı verilecektir. Ancak, faaliyet halinde olan işletmede de kapasite değişikliğine gidilebilmektedir. Bu durumda kapasite planlama kararının verilirken aşağıda belirtilen faaliyetleri kapsamına dikkat etmekte yarar vardır: (Tatar, 1976: 143)

- Mevcut kapasitelerin değerlendirilmesi
- Gelecekteki kapasite düzeyinin tahmin edilmesi
- Kapasiteyi etkileyecek faktörlerin belirlenmesi

- Kapasite alternatiflerinin finansal, ekonomik ve teknolojik yönden değerlendirilmesi ve karşılaştırılması
- İşletme amaçlarına uygun olan kapasitenin seçimi

Kapasite planlama araçları da denen yönetim teknikleri, üretim planlama ve kontrol sürecinin adımlarına destek vermek için uygulanmakta olup planlanacak dönemin uzunluğuna göre dört gruba ayrılabilir.

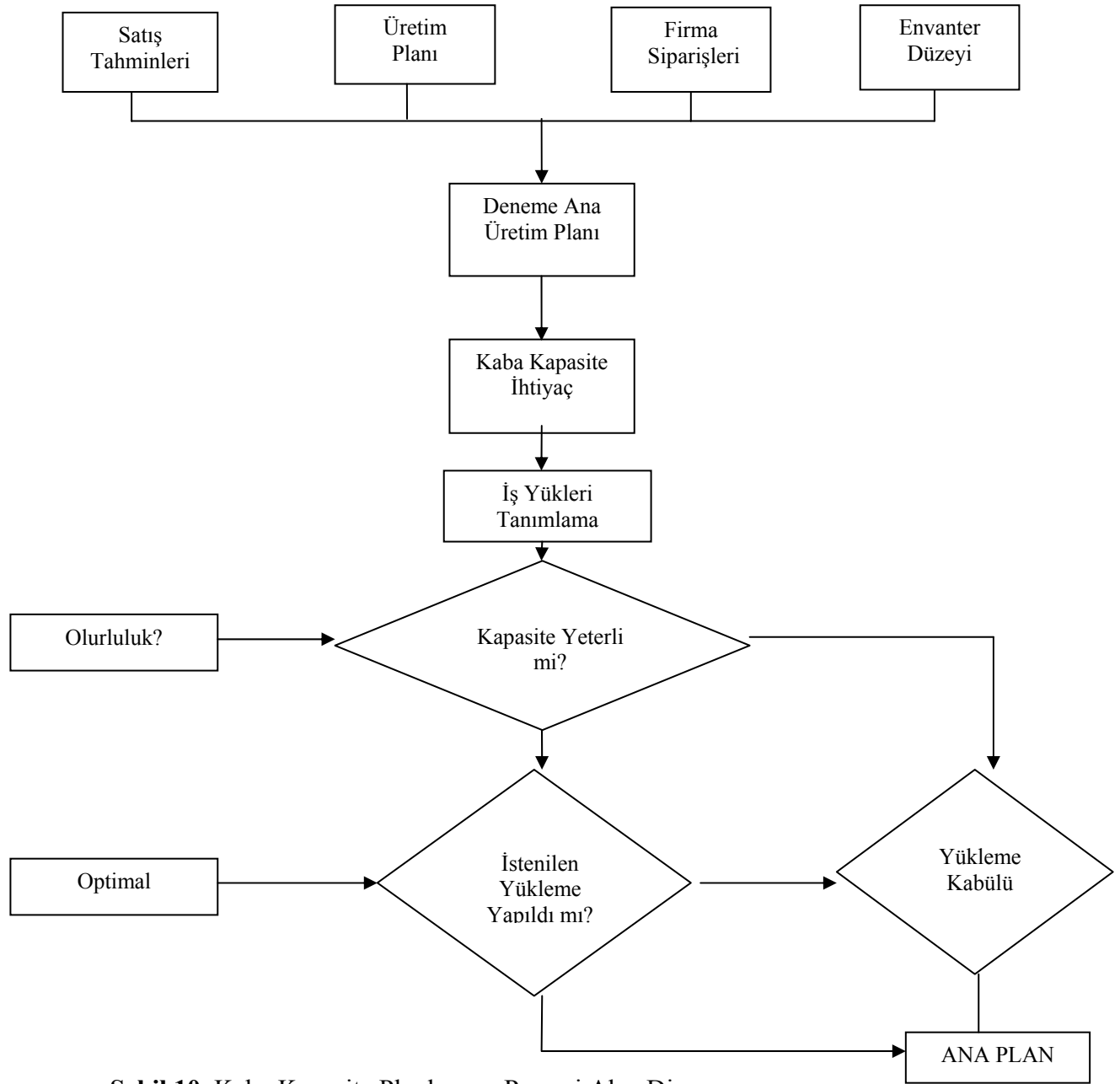
- Kaynak İhtiyaçları Planlama( Resource Requirements Planning )
- Kaba Kapasite Planlama ( Rough Cut Capacity Planning )
- Kapasite İhtiyaç Planlama ( Capacity Requirements Planning )
- Girdi/Çıktı Kontrolü ( Input / Output Control )



**Şekil 9.** Kapasite Planlama ve Kontrolü

**Kaynak:** Tatar, 1976: 143

Kaba Kapasite İhtiyaç Planlama, bütünleşik kaynaklar veya anahtar iş bölümlerinde yoğunlaşır. Bunun ana amacı, ana üretim çizelgesinin uygulanabilirliğini test etmektir. Kaba kapasite planlamasının ana amacı, en yüksek üretim planının başarılması için gereken kaynakların durumunu sağlamaktır. Kaynak planlama ve üretim planlama modülleri genellikle MRP II yazılımı içine dâhil edilmezler ve bugün birçok şirket planlamanın bu seviyesinde tablolaştırma programlarını kullanmaktadırlar.



**Şekil 10.** Kaba Kapasite Planlaması Prosesi Akış Diyagramı

**Kaynak:** <http://enm.blogcu.com/11351541>



Kapasite ihtiyaç planlaması üretim dar boğazlarını tanımlamaya, kaynak sınırlarını ve potansiyel borç siparişlerini belirlemeye yarar. Planlamacının sorumlulukları ise genel olarak şunlardır:

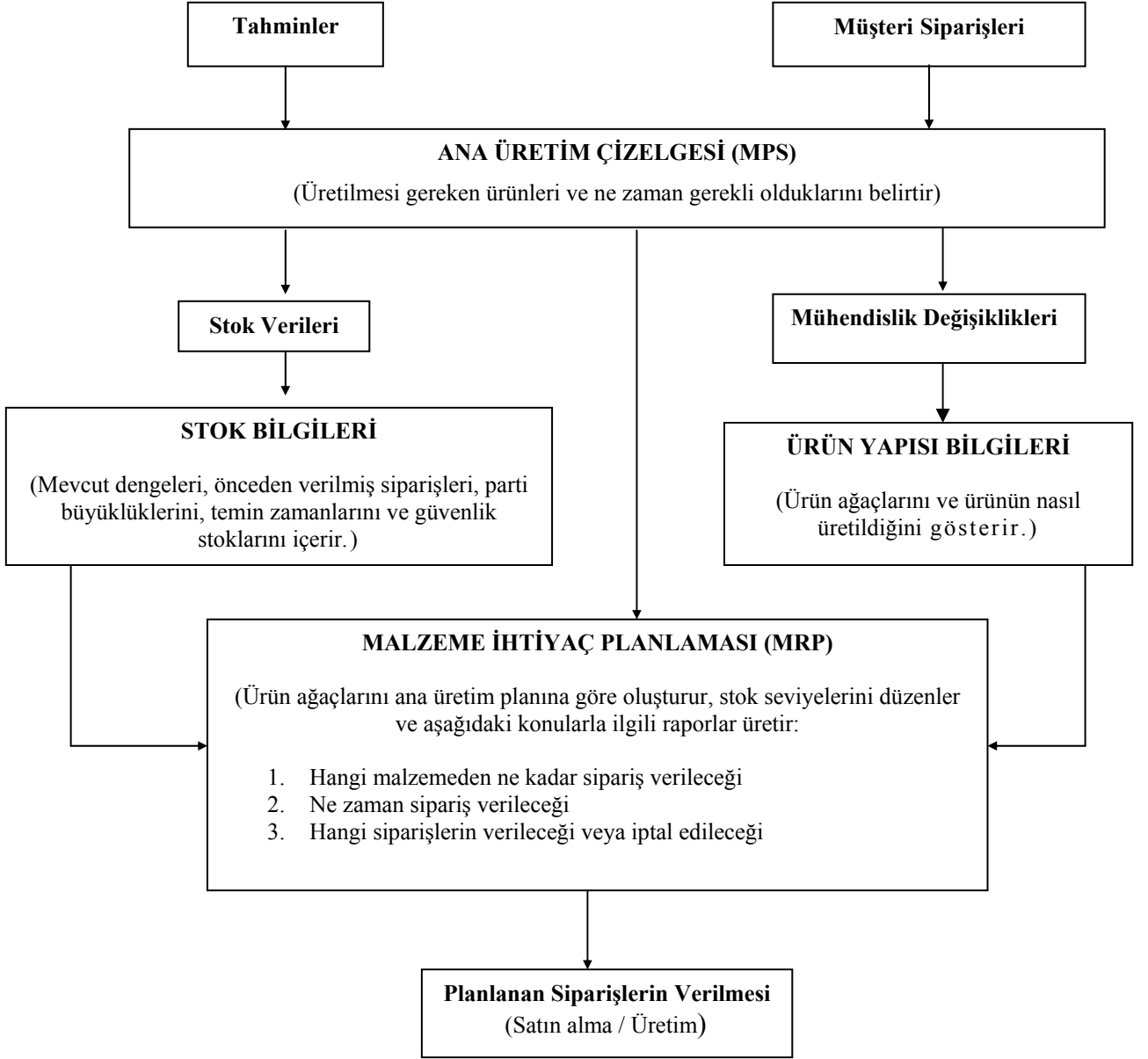
- Çalışılan fazla saatlerin ayarlanması
- İş merkezleri arasında operatörlerin transferi
- Üretimin yüklenmemiş bir iş merkezine transferi
- Üretimin dış bir taşeronu transferi

### **1.5.3. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)**

MRP felsefesi, malzemelerin üretim programını aksatmayacak ve beklemeye yol açmayacak şekilde temin edilmesidir. İhtiyaç zamanından önce stok olmaması tercih edilir; çünkü stok maliyet getirir; yer kaplar; yığılmalara neden olur; bozulabilir veya sipariş ertelenmesi veya iptalini engelleyebilir (Chase, 1981).

Stok kararları, üretim kararlarından ayrılmadığında, toplam üretim sistemi için yapılan topyekûn planlamanın bölümleri olarak kabul edilmelidirler. Üretime bağımlı olmalarından dolayı bağımlı talepli stok parçaları bu kategoridedirler. MRP'nin fonksiyonu, ana üretim programını detaylı bileşen ihtiyaç ve siparişlerine dönüştürmesidir. Neyin ne zaman üretileceğini ve neyin ne zaman tedarik edileceğini belirler. Müşteri servisleri için fazladan son ürün stoku elde bulundurmak faydalıdır. Fazladan bileşen stoğu bulundurmanın ise hiçbir fonksiyonu yoktur. Çünkü son ürün talebi değışkenlik gösterebilirken, bileşen talebi üretim programına göre belirlidir (Tersine, 1988: 23).

MRP sisteminin üç ana girdisi vardır. Bunlar ana üretim çizelgesi (MPS - Master Production Schedule), stok bilgileri ve ürün yapısı bilgileridir. Bu üç girdi Şekil 11'de gösterilmiştir. Bu temel girdiler olmadan, MRP sistemi işleyemez.



**Şekil 11.** MRP Girdileri

**Kaynak:** Tersine, 1988: 23

MRP çıktıları limitsiz format ve içerik sırasına sahiptirler. Bu raporlar birincil ve ikincil olmak üzere ikiye ayrılırlar (Chase, 1981: 24).

**Birincil Raporlar:** Bu raporlar ‘ana’ ya da ‘normal’ raporlardır. Stok ve üretim kontrolünde kullanılırlar. Bu raporlar aşağıdaki bilgileri içerirler.

1. İleri bir zamanda verilmek üzere planlanmış siparişler
2. Planlanan siparişleri yerine getirmek üzere sipariş emirleri
3. Yeniden programlama durumunda açık siparişlerin teslim tarihi değişiklikleri
4. Ana Üretim Planındaki siparişlerin ertelenmesi veya iptaline göre, açık siparişlerin iptal ya da ertelenmeleri
5. Stok durum verileri

**İkincil Raporlar:** Ek raporlar aşağıdaki ana kategorilere ayrılırlar:

1. *Planlama raporları:* Gelecekteki ihtiyaç ve stokların tahmininde kullanılırlar.
2. *Performans raporları:* Aktif olmayan birimleri belirtme, gerçekleşenle planlanan birim temin zamanı, kullanım miktarı ve maliyeti arasındaki uyumu belirleme açısından kullanılırlar.

**İstisna Raporları:** Beklenmeyen durumlar, geç veya zamansız emirler, fazla artıklar veya gerçekleşmeyen parçalar gibi önemli terslikleri tespit için kullanılırlar.

MRP sisteminin işleyişini özetlemek gerekirse, şu adımlar takip edilir (Meredith, 1992: 546):

1. Firma, siparişleri ve satış tahminlerinden Ana üretim Çizelgesini (MPS) ve bitmiş ürün ihtiyaçlarını belirler.
2. Ürün ağacını (Bill Of Material, BOM) kullanarak 0. seviyedeki parçadan başlayarak her ürün için brüt ihtiyaçları belirler.
3. Ana Üretim Planını karşılamak üzere, ürün ağacı ve stok bilgileri kayıtlarını kullanarak sipariş verme tarihlerini ve sipariş miktarlarını hesaplar.
4. Ana Üretim Planındaki değişikliklerden yola çıkarak kendini günceller.

MRP sistemi kullanımının sağladığı faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Chase, 1981:26):

- Fiyatları düşürür.
- Satışları artırır.

- Stok miktarını azaltır.
- Müşteri servislerinin iyileşmesini sağlar.
- Pazar talebinin daha iyi karşılanabilmesini sağlar.
- Ana programın değiştirilebilmesi yeteneği sağlar (esneklik).
- Hazırlık ve değiştirme maliyetlerini azaltır.
- Boş geçen zamanı azaltır.

#### **1.5.4. Detaylı Kapasite Planlaması**

Planlama hiyerarşisi içinde, detaylı kapasite planlaması ile malzeme ihtiyaç planlaması birlikte yürütülür ve MRP sistemine geri bildirim sağlar.

Ana üretim programı, detaylı kapasite planlama sistemine temel girdileri sağlar ve eldeki kaynakların planlama sürecinde en uygun kullanımını sağlayacak temel üretim politikalarını tespit eder. Detaylı kapasite planlaması ise ana üretim programının belirlediği politikalar çerçevesinde, yapılacak işlerin sırasını ve bu işlere ayrılacak optimum kaynak miktarını belirler. Kaynak miktarı, başka bir deyişle, kapasite bir oran olarak ifade edilir. Örneğin, haftalık ya da aylık zaman dilimlerinde üretilen otomobil miktarı kapasiteyi gösteren bir orandır (Acar, 2000: 91).

#### **1.6. Üretim Kontrol Fonksiyonu**

Genel olarak kontrol fonksiyonunun amacı, mevcut durumun olması gereken biçimde olup olmadığını araştırmaktır. Diğer yönetim fonksiyonları desteğinde şöyle bir tanım yapmak mümkündür. Kontrol fonksiyonu organizasyon fonksiyonunun yerine getirilmesi sonucunda mal veya hizmet üreten işletmenin bu faaliyetlerinin plana uygun olup olmadığını araştırmaktır. O halde bir kontrol fonksiyonunda üç temel öge vardır:

1. Arzulanan performansı temsil edecek standartların oluşturulmasıdır. ( Planlama aşamasında plan yapma)
2. Gerçekleşen performansın ölçülmesidir.
3. Belirlenen standartlardan sapmaların belirlenmesi ve düzeltici tedbirlerin alınmasıdır.

Görüldüğü üzere kontrol sadece bir karşılaştırma işlemi değildir. Sapmaların düzeltilmesi faaliyetini de içermektedir. Gerçekte kontrol fonksiyonunun asıl amacı bu sapmaları düzeltmek ve toleransları içinde tutmak olduğundan diğer yönetim fonksiyonları ile iç içedir. Kontrol fonksiyonu dinamik bir sistem olarak işletmenin planlanan amaçlarını gerçekleştirip gerçekleştiremediği hakkında, bir geri besleme fonksiyonu görevini ifa eder. Böylece planlama, organizasyon, kontrol ve aradaki iletişimi sağlayan koordinasyon fonksiyonu ile bir işletme, sistemler hiyerarşisinin en üst düzeylerinde yer alan karmaşık dinamik yapıya açık bir sistemdir.

## II. BÖLÜM

### BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM PLANLAMA

#### 2.1 Bütünleşik Üretim Planlaması

Bütünleşik üretim planlama (APP) 3–18 aylık orta dönemli planlama kapasitesidir. Bütünleşik üretim planlamasının asıl amacı, tahmin edilen satış talebi ve üretim kapasitesini, gelecek dönemde ürün ailesinden oluşan üretim planlarına dönüştürmektir. Bütünleşik kelimesiyle anlatılmaya çalışılan, bireysel ürün ve hizmetten daha çok, toplam kapasite üzerine odaklanmak fikridir. Ürünlere, işçiliğe, zamana göre yapılabilir. APP, planlama süreci boyunca kullanılan veri miktarını azaltarak, planların daha sık sürede güncelleştirilmesine olanak sağlar. Bu yüzden, talep, satış fiyatları, kapasite ve malzeme tedariki gibi faktörlerde meydana gelebilecek değişiklikler hemen telafi edilebilir. Ayrıca, bütünleşik planlama uygulandığında, dar boğazda kısıtlı üretim kapasitesi ile bu kaynaklar üzerine odaklanmak mümkündür (Baykasoğlu, 2001: 3689).

Bütünleşik üretim planlama orta dönemde, beklenen talebi karşılayabilecek üretimi sağlama çabasıdır. Arzı talebe uydurma çabalarının tümüdür. Öngörülen talep ile üretimi birbirine uydurabilme çalışmaları genellikle tek grup çıktı veya birkaç birleştirilmiş ürün grupları için yapıldığından bütünleşik ya da toplam planlama deyimi kullanılır (ayakkabı imalatında renk ve tür ayrımı yapmadan imal edilen ayakkabı adedi, kaç ton çelik, kaç litre boya, kaç metre kumaş vs.).

#### **Bütünleşik üretim planlaması aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışır.**

- Ne kadar kapasiteye ihtiyaç var?
- İhtiyaç duyulan kapasite nasıl temin edilecek?
- Dönemler arasındaki farklı talepler nasıl dengelenecek?
- İşletme gelecek yıl ne kadar üretmelidir?
- Kaynak kapasitesi ne kadardır?

- Talebi karşılamak için üretim aylık ne kadar değiştirilmelidir?
- Hangi mal ve hizmetlerden ne kadar satın alınmalıdır?

([http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama_1.pdf))

Yöneticiler, üretim hızı, işgücü düzeyi, fazla mesai, fason oranını ve diğer kontrol edilebilir değişkenleri dikkate alarak öngörülenmiş talebi en iyi şekilde nasıl karşılayacaklarını belirlemeye çalışırlar. Sürecin amacı, planlama dönemi içerisinde maliyetleri en düşük seviyede tutmaktır (Heizer, Render, 1996: 693).

Üretim/işlemler yöneticisi her soru için kapasite limitlerini belirleyerek, gerekli cevapları bulduktan sonra, ayrıntılı düşünerek talebi ürün gruplarına ayırmalıdır (Aquilano, Chase, 1991: 400).

Bütünleşik planlama probleminin en genel hali, stok seviyesi, üretim miktarı, ihtiyaç duyulan iş gücü hacminin her periyot için belirlenmesinden oluşur. Bütünleşik planlama probleminin çözümü, belirlenen planlama döneminde beklenen maliyetin en aza indirilmesini içerir (Lawrance, Zanakis, 1984: 157).

Tipik bir bütünleşik üretim planlama problemi bazı amaçları içerisinde bulundurur. Amaçlar aşağıda belirtilmiştir (Masud, Hwang, 1980: 215).

- En düşük maliyetle üretim yaparak en çok karı sağlamak
  - İşgücü
  - Envanter
  - Tesis ve donanım
- Stok seviyesini minimum tutmak
- Mevcut üretim kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak
- Fazla mesai kullanımını en düşük seviyelerde tutmak

**Genel olarak Bütünleşik üretim planı aşağıdaki özelliklere sahiptir.**

- Genellikle 3-18 aylık bir süre için üretimin miktar ve zamanını saptar.
- Plan aylık dönemler itibarıyla hazırlanır.

- Üretimi adet, saat, lira gibi ortak birimlerle ifade eder.
- Kapasite ve talep değişkenlerini kullanır. Arz veya talep değişkenlerini değiştirebilme imkânı verir.
- Plan döneminde işletmenin fiziki kapasitesi sabittir, değiştirilemez varsayar.
- Talebin değişken veya mevsimsel olduğu durumda planı hazırlamak anlamlı olur ([http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama_1.pdf))

Bütünleşik planlama daha büyük bir planlama sisteminin bir parçası olduğundan, plan iç ve dış ögeler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında yararlı olacaktır. Üretim planlamasında alınacak kararlar diğer işletme kararlarını da etkilediğinden, kararların bağımsızca alınması yerine önemli kararların ortaklaşa verilmesinin daha doğru olacağı söylenmektedir (Damon, Schramm, 1972: 161–172).

Bütünleşik Üretim planlama problemi, çok amaçlı karar problemi olmasına rağmen, APP modellerinin çoğunluğu tek amaçlıdır. Bunun nedeni ise, çok amaçlı karar problemlerinin çözülmesindeki zorluktur. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için başlangıç değerlerinin hepsi biliniyor kabul edilir (Baykasoğlu, 2001: 3690 – 3691):

$I_{i0}^+$  : i ürününe ait planlama dönemi başlangıç stok miktarı (birim)

$W_0$  : Planlama dönemi başlangıcında işgücü düzeyi (adam-saat)

Bütünleşik Üretim Planlama Matematiksel Modelinde; amaç fonksiyonu amaç kısıtları ile tanımlanır. Yüksek öncelikli hedefleri ilk sayarak amaçtan sapmaları en küçükleme modelin amacıdır.

#### **Amaç Fonksiyonu:**

$$LEXMIN\{(d_p^-, d_h^+), (d_v^+), (d_b^+)\} \quad (1)$$

Denklemler (1) ile sapmaların sırasıyla en küçüklemesini gösterir.



### Amaç Kısıtları:

$$\sum_t \sum_i r_i S_{it} - \sum_i \sum_i c_i (P_{it} O_{it}) - \sum_t c_{2t} W_t - \sum_t \sum_i c_{3t} (\alpha_i O_{it}) - \sum_i \sum_i S_{it} \psi (P_{it} O_{it}) - \sum_i \sum_i C_{it} + d_p^- - d_p^+ = \text{amaç}_{\phi} \quad (2)$$

Denklem ( 2 ), kar amaç kısıtını gösterir. İlk kısım toplam gelir, ikinci kısım üretim maliyeti, üçüncü kısım normal mesai işçi maliyeti, dördüncü kısım fazla mesai maliyeti, beşinci kısım kurulum maliyeti ve son kısım fason üretim maliyetini göstermektedir.

$$\sum_t (H_t + L_t) + d_h^- - d_h^+ = \text{amaç}_h \quad (3)$$

Denklem ( 3 ), işçi değişim maliyetini gösterir.

$$1/T \left\{ \sum_i \sum_i c_{4i} I_{it}^+ \right\} + d_v^- - d_v^+ = \text{amaç}_{inv} \quad (4)$$

Denklem ( 4 ), stok maliyetini gösterir.

$$1/T \left\{ \sum_i \sum_i r_i I_{it}^- \right\} + d_b^- - d_b^+ = \text{amaç}_b \quad (5)$$

Denklem ( 5 ), siparişi erteleme maliyetini gösterir.

### Sistem Kısıtları:

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad \forall t \quad (6)$$

Denklem ( 6 ) ise bir periyot için gerekli işgücü, bir önceki periyotta çalışan işgücü ve şuanda işe alınıp-çıkarılan işgücü toplamıdır.

$$W_t \leq W_{t \max} \quad \forall t \quad (7)$$

Denklem ( 7 ), bir periyottaki maksimum iş gücünü gösterir.

$$\sum_i \alpha_i P_{it} \leq \delta W_t \quad \forall t \quad (8)$$

$$\sum_i \alpha_i O_{it} \leq \delta \beta_i W_t \quad \forall t \quad (9)$$

Denklemlerden ( 8 ) ve ( 9 ) sırasıyla normal ve fazla mesai üretimlerini iş gücü ile sınırlandırırılar.

$$H_t L_t = 0 \quad \forall t \quad (10)$$

Denklem ( 10 ) ise bir periyotta işgünü, işe alma veya işten çıkarmayı gösterir.

$$I_{it}^+ - I_{it}^- = I_{it-1}^+ - I_{it-1}^- + P_{it} + O_{it} - S_{it} + C_{it} \quad \forall t \quad (11)$$

Denklem ( 11), her periyotta satılan ürün miktarı ile periyot sonundaki stok miktarı toplamı bir önceki periyottaki stok miktarı ile normal ve fazla mesaide üretim miktarının ve şundaki fason üretim miktarının toplamına eşittir.

$$S_{it,\min} \leq S_{it} \leq S_{it,\max} \quad \forall i, t \quad (12)$$

Denklem (12), bir periyotta her bir ürünün satışı için alt ve üst limitleri gösterir.

$$C_{it} \leq C_{it,\max} \quad \forall i, t \quad (13)$$

Denklem (13) bir periyotta her ürün için fason üretilebilir.

$$I_{it-1}^+ - I_{it-1}^- + P_{it} + O_{it} + C_{it} \geq S_{it,\min} \quad \forall i, t \quad (14)$$

$$I_{it}^+ I_{it}^- = 0 \quad \forall i, t \quad (15)$$

Denklem (15), modelin çözümünde ya stok ya da siparişi ertelenen miktardan sadece birisi bulunabilir.

$$\sum_i Z_i \Psi P_{it} + b_i P_{it} \leq \bar{M}_t \quad \forall t \quad (16)$$

$$\sum_i Z_i \Psi O_{it} + b_i O_{it} \leq \partial_t \bar{M}_t \quad \forall t \quad (17)$$

$$\sum_i Z_i \Psi P_{it} + b_i P_{it} \leq \bar{M}_{t,\min} \quad \forall t \quad (18)$$

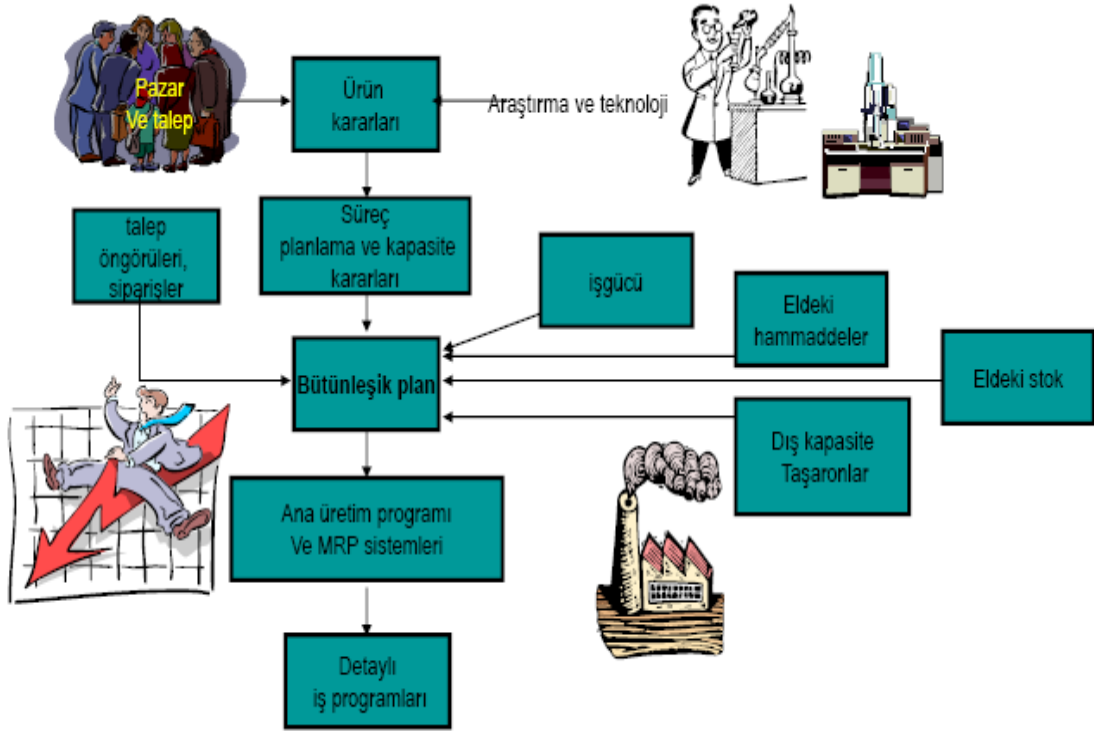
$$\psi(P_{it}) = \begin{cases} 0 & \text{if } P_{it} = 0 \\ 1 & \text{if } P_{it} \geq 0 \end{cases}, \psi(O_{it}) = \begin{cases} 0 & \text{if } O_{it} = 0 \\ 1 & \text{if } O_{it} \geq 0 \end{cases} \quad (19)$$

$$\psi(P_{it}, O_{it}) = \begin{cases} 0 & \text{if } O_{it} \text{ AND } P_{it} = 0 \\ 1 & \text{if } O_{it} \text{ OR } P_{it} \geq 0 \end{cases}$$

$$I_{it}^+, I_{it}^-, P_{it}, O_{it}, S_{it}, C_{it}, W_t, H_t, L_t \geq 0 \text{vetamsayı}$$

$$d_p^-, d_p^+, d_h^-, d_h^+, d_v^+, d_b^-, d_b^+ \geq 0 \quad \forall t \quad (20)$$

Denklem (16-19) üretim kapasitesi denge denklemleridir. Her periyotta toplam normal ve fazla mesaide üretim miktarı toplam üretim kapasitesi ile sınırlıdır. Model ( 18 ) minimum faydalanma düzeyini gösterir.



Şekil 12. Bütünleşik Plan ve İlişkileri

Kaynak: [http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama1.pdf)

## 2.2 Bütünleşik Planlama Stratejileri

Planlamacı, bütünleşik üretim planını hazırlarken yanıtlaması gereken sorular aşağıda belirtilmiştir (Aquilano, Chase, 1991: 400).

- Elde bulunan stok, planlama dönemi boyunca talepteki değişimleri karşılayabilecek mi?

- Talepteki dalgalanmalar, işgücü seviyesindeki ayarlamalar ile karşılanabilecek mi?
- Yarım gün çalışan işçiler mi kullanılacak yoksa fazla mesai mi yapılacak?
- İşgücü düzeyi sabit kaldığında, fason üretim mi yaptırılacak?
- Fiyatlarda veya diğer faktörlerdeki değişim talebe nasıl yansır?

Tüm bunlar yönetim için geçerli yasal planlama stratejileridir. Bunlar envanter, üretim hızı, işgücü düzeyi, sığa ve öteki kontrol edilebilir değişkenlerin manipülasyonunu kapsamaktadır (Demir, Gümüsoğlu, 1994: 396).

Planlamacıların, talepleri karşılayabilmek ve uygun üretim planına erişebilmek için göz önünde bulundurmaları gereken stratejiler üçe ayrılır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir (<http://www.uoguelph.ca/~dsaprlin/aggregat.htm>).

- Aktif Stratejiler
- Pasif Stratejiler
- Karma Stratejiler

Stratejilerin açıklanmasından önce bu stratejileri aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz.

- **Kapasite Seçenekleri – kapasiteyi değiştirir.**
  1. Üretim Miktarını Değiştirmek
    - i. Fazla Mesai
    - ii. Eksik Çalışma
    - iii. Taşeron
    - iv. Fason
  2. İşgücü Miktarını Değiştirme
    - i. İşe alma, işten çıkarma
    - ii. Part-time
    - iii. Geçici iş gören

### 3. Stok Düzeylerini Değiştirme

- i. Stoklama
- ii. Stoksuzluk

- **Talep Seçenekleri – talebi değiştirir.**

- i. Talep seçenekleri
- ii. Fazla Mesai

#### **2.2.1 Pasif - Aktif Stratejiler**

Firmalar planlama dönemi süresince talebi değiştirmeye kalkışmak yerine dalgalanmaları gidermeye çalışırlar. Bu nedenle Pasif Strateji olarak adlandırılır. Değişiklikleri düzeltecek talep yöntemini etkilendirdiklerinde ise Aktif strateji olarak adlandırılır.

##### **2.2.1.1 Pasif Stratejiler:**

- 1. Stok (Envanter) Düzeyinin Değiştirilmesi:** Planlama yöneticileri, talebin düşük olduğu dönemlerde, gelecekte gerçekleşecek yüksek talebi karşılayabilmek için stok düzeyini arttırabilirler. Bu strateji seçildiği takdirde, depolama, elde bulundurma gibi maliyetler artacaktır. Öte yandan, firma talebin arttığı döneme girdiğinde, yokluklar nedeniyle satış kaybına neden olabilir (Heizer, Render, 1996: 695).
- 2. İşe Alma veya İşten Çıkarma Yolu ile İşgücü Düzeyinin Değiştirilmesi:** Talebi karşılamanın bir başka yolu, üretim hızına bağlı olarak işgücü büyüklüğünde değişiklik yapmak olabilir. Ancak, genelde yeni işçilerin eğitilmesi gerekeceğinden, verimde düşüklükler ortaya çıkabilir. İşe alma, işten çıkarmalar tüm işçilerin morali üzerinde olumsuz etkiler doğurabileceğinden, genel verimde de düşmelere yol açabilir (Demir, Gümüşoğlu, 1994:396).

### **3. Fazla Mesai ya da Eksik Mesai Yoluyla Üretim Hızını Değiştirmek:**

Bazen çalışma saatlerinde değişiklikler yaparak işgücü büyüklüğünü de sabit tutarak talebi karşılamak da mümkün olabilir. Bu gibi durumlarda fazla ya da eksik mesai yapılır. Talebin yoğun olduğu dönemlerde fazla mesainin de bir sınırı olduğuna dikkat edilmelidir. Fazla mesai, daha fazla gider demektir ve aşırı fazla mesai de işçileri yorması nedeniyle, verimlilik düşmesine neden olabilir. Diğer yandan, azalan istem döneminde, şirket işçinin eksik zamanını bir şekilde giderme yolu bulmalıdır ki, bu da oldukça zordur (Demir, Gümüsoğlu, 1994:396, Heizer, Render, 1996:696).

### **4. Fason İmalat Yaptırılması:**

Talebin yüksek olduğu dönemlerde işletme bazı işi fason üretim yoluyla, kapasitesini geçici olarak arttırabilir. Genelde, fason üretim belli bir bedel ödeyerek üretimi dışarıdan tedarikçiye yaptırmaktır. Ancak bu yolun da sakıncaları vardır. Birincisi, fason üretim oldukça pahalıdır. İkincisi, müşterileri rakiplere kaptırma riski vardır. Ayrıca, firmanın istenilen zamanda, istenilen kalitede çabuk hizmet vermesi beklenir. Her zaman böyle bir fason üretici bulmak oldukça güçtür (Demir, Gümüsoğlu, 1994:396, Heizer, Render, 1996:696).

### **5. Geçici İşçi Kullanmak:**

Özellikle hizmet sektöründe, talebi karşılamak için vasıfsız işçi gereksinimi geçici işçi kullanılması ile giderilebilir. Bu strateji part-time çalışanlara diğer kadrolu personele yapılan ödemelerden daha az olduğu için çekici olabilir. Bu durumlar en çok süpermarketler, fast-food restaurantlarda görülür (Demir, Gümüsoğlu, 1994: 397, Heizer, Render, 1996: 696)

#### **2.2.1.2 Aktif Stratejiler:**

- **Talebi Etkilemek:** İşletmeler, talep düzeyi düşük olduğunda, reklam, satış geliştirme, özendirme, fiyat indirimleri yoluyla talebi arttırmaya çalışırlar. Hava

yolları ve otellerin hafta sonu ve ölü sezon fiyatları, telefon şirketlerinin düşük gece tarifeleri, buzdolabı satıcılarının kış mevsiminde uygulamaya koydukları indirimli fiyat kampanyaları örnek olarak verilebilir. Ancak, talep ile üretim kapasitesinin dengelenmesi bu gibi yollarla her zaman yeterli olmayabilir (Demir, Gümüšođlu, 1994: 397).

- 1. Yüksek Talep Dönemlerinde Talebi Gecikmeli Karşılama (Gecikmeli Sipariş):** Bir firma talebi karşılamaya hazır değilse ve müşteriler beklemeye razıysalar, gecikmeli sipariş olası bir stratejisidir. Özellikle otomobil satışlarında bu yol izlenir. Ancak birçok tüketim malları için bu yol önerilmez. Dalgalanmaları stok düzeyini artırma veya azaltma yoluyla karşılamadan başka, stoksuzluk da uygulanabilir (Demir, Gümüšođlu, 1994:397, Shore, 1973: 232).
- 2. Zıt Mevsimler Ürün Karışımı:** Zıt mevsimlere ait ürünlerden bir karışım hazırlayarak pazara sunulması stratejisidir (Schroder, 1996: 443). Örneğin; ısıtma aletleri üreten bir işletmenin, soğutucuları da üretmesi, çim biçme makinesi yanında kar temizleyicilerin üretilmesi gibi (Heizer, Render, 1996: 696).

### 2.2.1.3 Karma Stratejiler

Olumlu üretim planı için iki veya daha fazla kontrol edilebilir değişkenlerin birleşiminden karma stratejiler oluşur. Örneğin, bir firma fazla mesai, fason üretim ve stok düzeylerini etkilemeden oluşan bir birleşimi strateji olarak kullanabilir. Optimal bütünleşik planı bulmak her zaman olası değildir. Çünkü birçok birleşim söz konusudur (Heizer, Render, 1996: 696)

### 2.2.2 Bütünleşik Üretim Planlamada Pasif Stratejiler: Temel Yaklaşım

- 1. Talebi İzleme Stratejisi (Chase Approach):** İşgücü seviyesi, üretim programları, çıktı oranları gibi kapasiteler planlama döneminde talebi

karşılamaya göre ayarlanır. Avantajları; üretim hızı talep değişikliklerine göre ayarlandığı için stok düzeyi düşüktür. Dezavantajı ise; üretim hızı değişmelerinde yapılan hazırlık, işe alma/çıkarma işlemlerinin ayarlanma maliyeti ise yüksektir.

2. **Sabit Üretim Hızı Stratejisi (Level Approach):** Planlama dönemi boyunca işgücü seviyesi, üretim programları, çıktı oranları gibi kapasiteler sabit tutulur. Avantajları; çıktı oranları ve işgücü seviyesi sabittir. Kolay planlama yapılıp, hazırlık maliyeti oldukça düşüktür. Dezavantajı ise, talep ile üretim arasındaki farklar stok bulundurma ve bulundurmama maliyetlerini arttırır. Fazla mesai ve boş zaman oranları artar.
3. **Karma Strateji (Mixed Strategy):** İki yaklaşımın sakıncalarını dengelemek için orta bir yol izlenir. Bu stratejide alternatif sayısı çok fazla olabileceğinden bilgisayar programları kullanılarak en uygun sonuçlara ulaşmak yerinde olur (<http://www.uoguelph.ca/~dsparlin/aggregat.htm>).

### 2.3 Bütünleşik Üretim Planlama Yöntemleri

Bütünleşik planlama yöntemlerinin amacı talebi karşılamak için sınırlı kaynakları kullanarak en az maliyetle bir plan geliştirmektir. Metotların farklılıkları, varsayımların farklılığından kaynaklanmaktadır. Kullanılan metotlar maliyet kalemlerinin en aza indirilmesi için gerekli çabayı göstermeye çalışır. Metotlar işletmeye yönelik amaç ve stratejilere dayanır. Bununla birlikte, mevcut başka amaçlar da tatmin edilmeye çalışılır. Örneğin; sosyal sorumluluğun bir konusu olan iş gücü seviyesi birçok organizasyon için de oldukça önemlidir (Silver, Peterson, 1985: 542).

Tahminlerin hepsi zaman dilimleri için yapılır. Zaman dilimleri çoğunlukla aylık dilimler olup, haftalık, mevsimlik de olabilir. Bu durum organizasyona bağlı olarak değişiklik gösterir. Üretim planı sürecinin içine alacağı zaman dilimlerinin uzun olması, değişkenlerin kolay değiştirilebilirliği ve kontrol edilebilirliği açısından önemlidir



(Shroder, 1993:462). Mevcut birçok yöntem vardır. Yöntemleri aşağıda belirtilen şekilde sıralanabilir (Vollman, Whybark, Berry, 1988: 362).

1. Grafik Yöntemi
2. Matematiksel Yaklaşımlar
  - a) Doğrusal Programlama
  - b) Ulaştırma Modeli
  - c) Doğrusal Karar Kuralı
  - d) Yönetim Katsayıları Modeli
  - e) Simülasyon
  - f) Arama Karar Kuralı
  - g) Hedef Programlama

### **2.3.1 Grafik Yöntemi**

Anlaşılması ve uygulaması kolay olduğundan en çok tutulan tekniktir. Bir anlamda deneme-yanılma yaklaşımlarıdır. Çünkü en iyi üretim planını güvence altına almazlar. Bu yöntemde genelde beş adım izlenir.

1. Her dönemin talebini saptamak
2. Her dönemde normal çalışma, fazla mesai, fason üretim için gerekli kapasiteleri saptamak
3. İşe alma, işten çıkarma ile ilgili işgücü giderleri ve stok bulundurma maliyetlerini bulmak
4. İşçilere ya da stok düzeylerine uygulanacak firma politikasını düşünmek
5. Alternatif planlar geliştirilir ve onların toplam maliyetleri hesaplanır (Demir, Gümüšoğlu, 1994:399, Heizer, Barry, 1996: 699).

Bu adımları bir örnek üzerinde açıklanabilir. Çatı malzemeleri imalatçısı, 6 aylık çatı kaplama malzemesi öngörülerini Tablo 4. gibi hazırlamıştır.

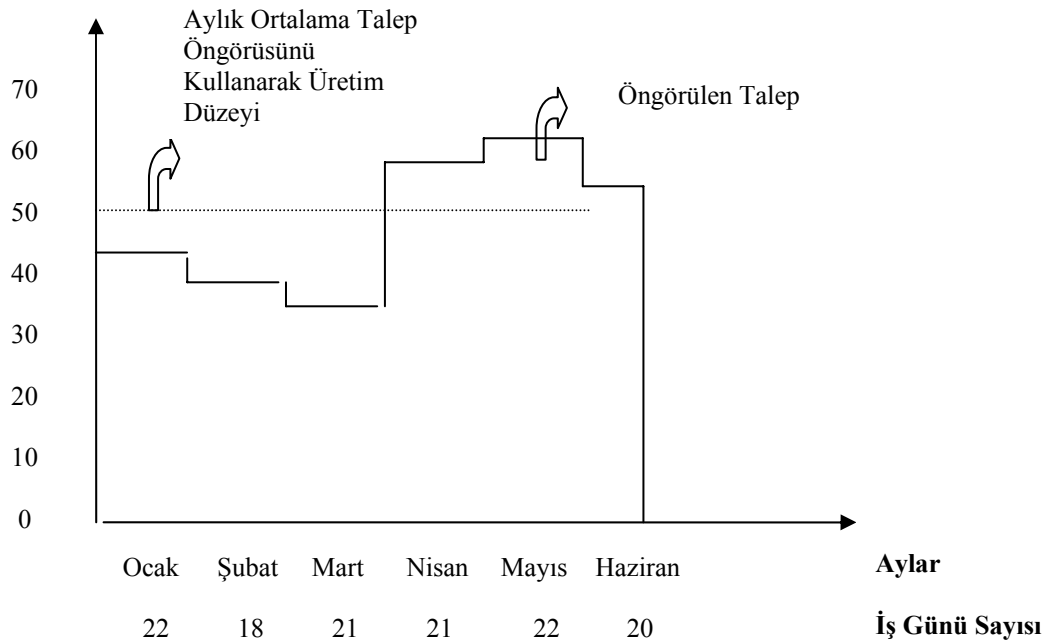
([http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama_1.pdf)).

**Tablo 4.** Örnek'e İlişkin Veriler.

Aylar	Talep	Çalışma Günleri	Günlük Talep
Ocak	900	22	41
Şubat	700	18	39
Mart	800	21	38
Nisan	1200	21	57
Mayıs	1500	22	68
Haziran	1100	20	55
Toplam	6200	124	

Ortalama Talep = Toplam Talep/Toplam Gün = 6200/124 = 50 Birim/gün

#### Üretim Hızı/Çalışma Günü



**Şekil 13.** Öngörülen Talep ve Ortalama Talep

**Kaynak:** [http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretimplanlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretimplanlama_1.pdf)

Şekil 13 talep öngörüsünün ortalama talepten farklılığını yansıtmaktadır. Talebi karşılamak için daha önceden belirtilen stratejileri burada kullanmak gerekmektedir. İşletme, talebi karşılamak için istemi karşılayacak üretim hızına göre iş gücünü ayarlayabilir, fason üretim yaptırabilir ya da fazla mesai yaptırarak bu istemi karşılama

yoluna gidebilir. Şimdi öngördüğümüz stratejileri üç plan üzerinde uygulamaya çalışalım.

### **Plan 1: 6 Ay boyunca talebi karşılayacak sabit iş gücü**

#### **Maliyet Verileri**

- Stoklama Maliyeti : 5 pb/birim/ay
- Fason Maliyeti : 10 pb/birim
- Ortalama Ücret : 5 pb/saat (40 pb/gün)
- Fazla Mesai Ücreti : 7 pb/saat (8 saatin üstünde)
- Üretim Miktarını Arttırma Maliyeti : 10 pb/birim
- Üretim Miktarını Azaltma Maliyeti : 15 pb/birim
- Bir birim üretim için gerekli işgücü saat : 1,6 saat/birim

#### **Plan 1 Maliyeti**

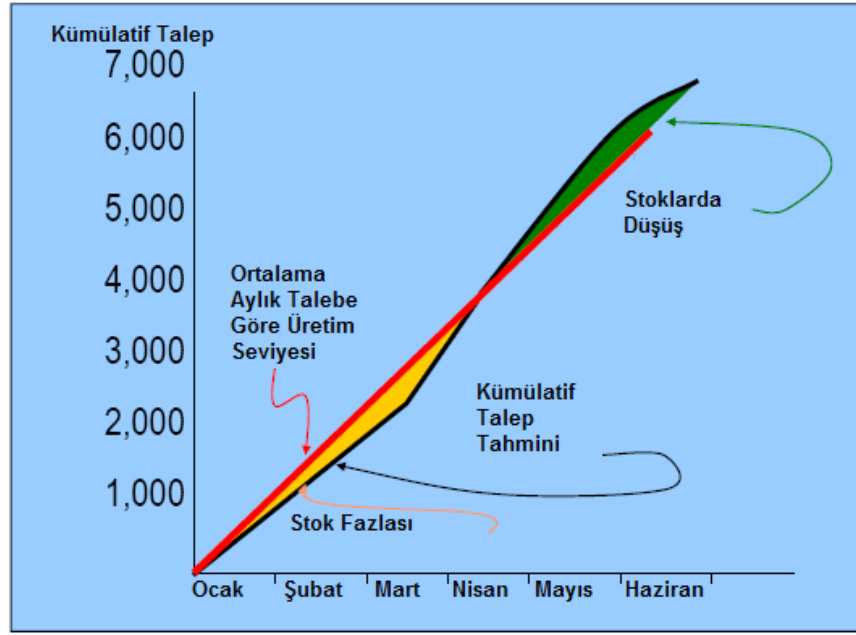
- Günde 50 birim sabit üretim için sabit işgücü vardır. (Dönem başı stok sıfır, Fazla mesai, fason dolum söz konusu değil) Dönem sonu stok sıfır olduğu varsayılır.
- Günde 50 birim üretim için gerekli işgücü:  
50 birim \* 1,6 saat = 80 saat gereklidir.  
80 saat / 8 saat /işgücü = 10 işçi gereklidir. (Her işçi günde 8 saatlik çalışma yapar)
- Stok Maliyeti  
1850 birim \* 5 pb = 9250 pb
- Normal Çalışma  
10 kişi \* 124 gün \* 40 pb = 49600 (Normal işgücü zamanı)
- Toplam Maliyet = 49600 + 9250 = 58850 pb

Tablo 5'te görüldüğü gibi üretim hızı sabit olup (50 birim/gün) her ay çalışan gün sayısına göre hesaplanmaktadır. Örneğin; Ocak ayında iş günü sayısı 22 gün olup, üretim miktarı günlük üretim miktarının gün sayısı ile çarpılması sonucu bulunmuştur. Tablo 6.'da sonuçlar belirtilmiştir. Her ay için hesaplama bu şekilde yapılmaktadır.

- Ocak Ayı Üretim Miktarı; 50 birim/gün \* 22 iş günü =1100 birim ‘dir.
- Stok; üretim ile talep arasındaki farktır. Örneğin; Ocak ayı için üretim 1100, Talep 900 olup stok (1100-900=200) 200’dür
- Dönem Sonu Stok ise Kümülatif üretim ile Kümülatif talep arasındaki farktır. Ocak Ayı için dönem sonu stok; (1100-900=200) 200’dür.

**Tablo 5.** Plan 1’e İlişkin Sonuçlar

Aylar	Üretim (50birim/gün)	Kümülatif Üretim	Talep	Kümülatif Talep	Stok	Dönem Sonu Stok
Ocak	1100	1100	900	900	200	200
Şubat	900	2000	700	1600	200	400
Mart	1050	3050	800	2400	250	650
Nisan	1050	4100	1200	3600	-150	500
Mayıs	1100	5200	1500	5100	-400	100
Haziran	1000	6200	1100	6200	-100	0
						1850



**Şekil 14.** Plan 1'e ilişkin Kümülatif Talep Grafiği.

**Kaynak:** [http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretimplanlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretimplanlama_1.pdf)

**Plan 2: Günlük talebin en düşük olduğu dönemdeki kadar işgücü tutup, kalanını fason üretim yaptırarak karşılamak.**

**Plan 2 Maliyeti:**

- Talebin en düşük olduğu ay Mart ayı olup günde 38 birimdir.  
38 adet \* 1,6 saat = 60,8 saat gereklidir.  
60,8 / 8 saat = 7,6 işçi gereklidir.
- 7 tam zaman, 1 yarım gün (part-time) çalışan işçi gereklidir.
- İşletme İçi Üretim  
38 birim/gün \* 124 gün = 4712 birim
- Fason Üretimde yapılması gereken birim  
6200 – 4712 = 1488 birim
- Fason Maliyeti  
1488 birim \* 10 pb/birim = 14880
- İşgücü Maliyeti

$$7,6 \text{ işçi} * 40 \text{ pb/gün} * 124 = 37696$$

- Toplam Maliyet  
 $14880 + 37696 = 52576 \text{ pb}$

**Plan 3: İşe alma ve işten çıkarma ile üretimi talebe eşitlemek. İşgücü büyüklüğünde değişiklik yapmak.**

**Plan 3 Maliyeti:**

- Bir önceki aya oranla üretimi arttırmanın maliyeti 10 pb, azaltmanın maliyeti ise 10 pb'dir.
- Üretim Maliyeti (1,6 saat / birim / 5 pb / saat ) Ocak ayındaki talep (900) dikkat alındığında şu şekilde hesaplanmaktadır:  
 $900 * 1,6 \text{ saat/pb} * 5 \text{ pb/saat} = 7200$  olur. Diğer aylar içinde aynı yöntem izlenir.

**Tablo 6.** Plan 1 - Plan 2 - Plan 3 Karşılaştırılması

	<b>Plan 1</b> (10 işçilik değişmez işgücü)	<b>Plan 2</b> (7,6 işçi + Fason Üretim)	<b>Plan 3</b> (Talebi karşılayacak işgücü)
<b>Stoklama</b>	9250 pb	0 pb	0 pb
<b>Normal Çalışma</b>	49.600	37.696	49.000
<b>Fazla Mesai</b>	0	0	0
<b>İşe Alma</b>	0	0	8.000
<b>İşten Çıkarma</b>	0	0	9.000
<b>Fason Üretim</b>	0	14.880	0
<b>Toplam</b>	<b>58.850 pb</b>	<b>52.576 pb</b>	<b>66.600 pb</b>

Yukarıdaki planlarda görüldüğü üzere birçok seçenek uygulanabilir. Seçenekleri uygularken, aynı anda birçok maliyet kalemi de değişmektedir. Bu nedenle, her bir maliyet kaleminin etkisini görmek oldukça zordur. Tüm bunlara rağmen, grafik yöntemi pratikte uygulanabilirliği açısından oldukça yaygın bir yöntemdir. Ancak, günümüz koşullarında bütünleşik planlama problemleri bilgisayar ve matematiksel yaklaşımlı niceleyici yöntemler kullanılarak çözümlenmektedir.

### **2.3.2 Matematiksel Yaklaşımlar**

Kıt kaynakları optimum kullanabilme olanaklarının aranması, karar vermede seçenekler içinden en iyisini bulma konusundaki bilimsel yaklaşım uğraşları, matematikçilerin özel fonksiyonları belirli koşullarda görelî en küçük ya da en büyük değerlerini araştırmaları, II. Dünya Savaşına değin süregelen ve bu uğraşlarla belirli bir bilgi birikimine ulaşılmıştır. Yöneylem Araştırması disiplini de sisteme bilimsel yaklaşımın sonucu doğmuştur. Sistem mühendisliği bilimi bağlamında ortaya çıkan Yöneylem Araştırmasının bugüne değin birçok tanımlaması yapılmıştır. Farklı mesleklere sahip kişiler bu disipline farklı bakış açıları getirdiler. Yöneylem Araştırması'na; mühendislik dalı, uygulamalı matematik, sosyal bilimlerin sayısal ifadesi, vb gibi çeşitli yaklaşımlarda bulunuldu. Bu tanımları çoğaltmak mümkündür. (Kara;1985)

Doğrusal programlama, ulaştırma modeli, doğrusal karar kuralı, yönetim katsayıları modeli, simülasyon, araştırma karar kuralı, hedef programlama gibi yöntemler matematiksel yaklaşımlar arasında sayılabilir.

#### **2.3.2.1 Doğrusal Programlama**

İşletmeler, optimizasyon problemlerinin çözümünde çeşitli yöntemler kullanırlar. Bu yöntemlerden en yaygın kullanılanlarından birisi de doğrusal

programlama tekniğidir. Bilimsel karar alma süreci modellere dayanır. Karar almada kullanılabilir çok çeşitli modeller ve teknikler geliştirilmiştir.

İşletme problemlerinin, sayısal verilerle en basit şekilde anlatımı doğrusal programlama (D.P.) ile olanaklıdır. D.P., belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanabilir. Optimumlaştırmak, belli bir amaca en az masrafla ulaşmak ya da belli kaynaklarla en çok ürünü sağlamak anlamına gelir (Dantzig, Thapa; 1987: 128).

D.P.'nin üç önemli bileşeni vardır: Amaç fonksiyonu, Kısıtlayıcı fonksiyonlar ve Pozitif kısıtlamadır.

**Amaç Fonksiyonu:** D.P. modelinde doğrusal biçimde ifade edilen bir amaç fonksiyonu vardır. Amaç fonksiyonu, kâr maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu şeklinde olur. Amaç fonksiyonu Z, kontrol edilebilir.

a: Negatif olmayan veya belirli kısıtları sağlayan değer

b: Doğrusal kısıtlar sistemini sağlayan değer

c: Değişkenlerin yer aldığı ve amaç fonksiyonunda doğrusal formun minimizasyonu veya maksimizasyonunu sağlayan sistem değişkenlerinin değerini belirler.

Doğrusal Programlamanın matematiksel tanımı aşağıda matematiksel olarak belirtilmiştir (Dantzig, Thapa; 1987: 128).

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{Min}Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \dots + c_n x_n$$

**Kısıtlayıcı Fonksiyonlar:** İşletmeler, faaliyetlerini bir takım kısıtlayıcı koşullar altında sürdürürler. Makinelerin kapasite kullanımları, iş gücü, finansman, zaman sınırlılığı vb. gibi koşullar bu kısıtlayıcılara örnek olarak verilebilir. Kısıtlayıcılar, teknoloji matrisi  $a_{ij}$ , ihtiyaç vektörü  $b_i$  olmak üzere





$$\text{Max } Z=3x_1 + 4x_2$$

*Kısıtlar:*

$$3x_1 + 4x_2 \leq 60 \text{ (1.kısıt)}$$

$$2x_1 + 6x_2 \leq 60 \text{ (2.kısıt)}$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ (pozitiflik kısıtları)}$$

Problem maksimizasyon formundadır. Söz gelimi, bu bir kâr maksimizasyonu olabilir. Birinci tip ürünün birim kârı 3 YTL ve ikinci tip ürünün birim kârı 4 YTL ise ilgili ürünlerden söz konusu kısıtlar altında kaçar tane üretilmelidir ki toplam kâr maksimum olsun?

Çözüm için öncelikle, analitik düzlemin eksenleri karar değişkenleri olan  $x_1$  ve  $x_2$  olarak adlandırılır. Lineer programlarda, çok özel durumlar dışında, karar değişkenlerinin pozitif olması istenir. Bu durumda analitik düzlemin birinci bölgesinde çalışılacaktır. Kısıtların oluşturduğu uygun çözüm bölgesi analitik düzlemde belirtilir. Uygun çözüm bölgesi Şekil 15'te taralı alan ile belirtilmiştir.

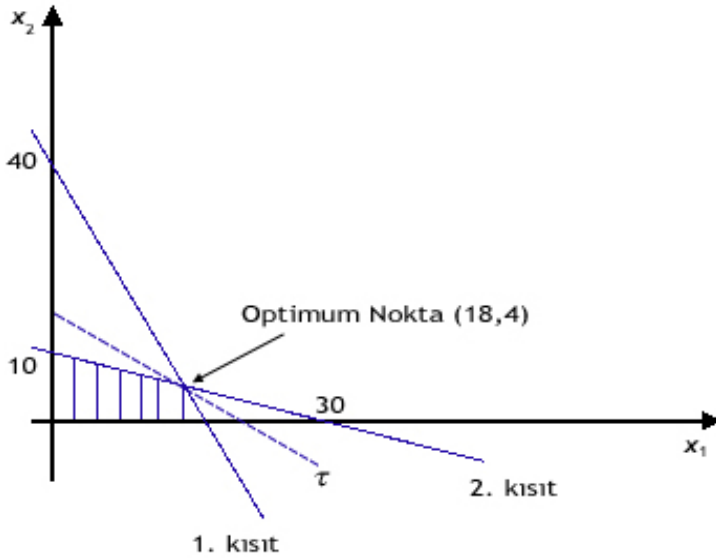
Amaç doğrusunun eğimi  $m = -3/4$  olarak elde edilir. Bu eğim amaç doğrusunun uygun çözüm bölgesi üzerinde kaydırılması için gereklidir. Alternatif olarak, amaç fonksiyonu herhangi bir keyfi değere eşitlenerek de (eş kâr doğruları) çizilebilir. Şekilden de görüleceği gibi, amaç denklemi uygun çözüm bölgesi üzerinde kaydırılırsa, en son  $x_1=18$  ve  $x_2=4$  noktasından bölgeyi terk etmektedir. Aynı sonuca aşağıdaki yolla da ulaşılabilir: Uygun çözüm bölgesinin köşe noktaları amaç denkleminde yerine konulursa,

$$(0,10) \text{ noktası için, } z = 3x_1 + 4x_2 = 3.0 + 4.10 = 40$$

$$(20,0) \text{ noktası için, } z = 3x_1 + 4x_2 = 3.20 + 4.0 = 60$$

$$(18,4) \text{ noktası için, } z = 3x_1 + 4x_2 = 3.18 + 4.4 = 70 \text{ (Maksimum kâr! Optimal nokta!)}$$

(18,4) noktası maksimum kârı verdiği için aranılan çözüm noktasıdır. (18,4) noktası, iki kısıt doğrusunun kesim noktası olduğundan her iki kısıtı da sağlamak durumundadır. Bu nokta da iki kısıt denklemlerinin ortak çözümünden elde edilir. İlgili teoreme göre, lineer programların optimal çözümleri konveks uygun çözüm bölgesinin köşe noktalarındadır. Özetle, iki farklı ürün tiplerinden  $x_1=18$  ve  $x_2=4$  birim üretilmeli ki maksimum kâr  $z = 70$  YTL elde edilebilsin. Optimal çözüm Şekil 15'deki grafikte görülmektedir.



Şekil 15. Örnek Lineer Programlama Modeli İçin Grafik Çözümü

**Kaynak:** Ullmann, 1976:238

Değişken sayısı arttıkça matematik programlama modellerinin elle çözümü çok zorlaşmakta ve hatta imkansız hale gelmektedir. Bu nedenle, matematik programlama problemlerinin çözümleri için teorik çözüm algoritmalarına dayalı bilgisayar yazılımları geliştirilmiştir. LINDO, LINGO, ABQM ve CPLEX programları bunlardan bazılarıdır. Ayrıca, esnek modelleme yapısı sunan elektronik tablolarla da (örneğin MS Excel) matematik programlama problemleri çözülebilmektedir (Ullmann, 1976: 238).

### 2.3.2.2 Ulaştırma Modeli

Doğrusal programlamanın değişik bir şekli olan ulaştırma modeli, işletmenin üretim kaynaklarını, gerekli kullanım yerlerine aktarmak suretiyle, toplam maliyetleri minimum kılma esasına dayanmaktadır. Ulaştırma modeli ilkelerinden yararlanılarak, toplam üretim planlaması için geliştirilen model, üretim, normal ve fazla mesai veya taşeron kullanma gibi çeşitli kaynakların kullanımı ile gerçekleştirilebiliyorsa, üretim ve stoklama maliyetleri doğrusal ise her dönemde her üretim kaynağı için sınırlı kapasite mevcut ise uygulanabilmektedir (Doğan, 1997: 88).

Ulaştırma modelinin genel görünüşü Tablo 7.'de görülmektedir. Tablodaki parametrelerin anlamları aşağıda gösterilmiştir.

$h$ : Her bir periyottaki bir birim ürünü elde tutma maliyeti

$r$ : Bir birim ürünü normal sürede üretme maliyeti

$c$ : Bir birim ürünü fazla mesai ile üretme maliyeti

$s$ : Bir birim ürünü fason üretim ile üretme maliyeti

$I_0$ : Başlangıç Stok seviyesi

$I_4$ : 4.Periyodun sonunda arzu edilen stok seviyesi

$R_t$ :  $t$  Periyodundaki normal zaman kapasitesi

$O_t$ :  $t$  Periyodundaki fazla mesai kapasitesi

$S_{ts}$ :  $t$  Periyodundaki fason üretim kapasitesi

$D_t$ :  $t$  periyodunda tahmin edilen talep.

**Tablo 7.** Ulaştırma Tablosu

Seçenekler		1	2	3	4	Kp.	Kapasite
1	Başlangıç Stoku	0	h	2h	3h		$l_0$
	Normal Zaman	r	r+h	r+2h	r+3h		$R_1$
	Fazla Mesai	c	c+h	c+2h	c+3h		$O_1$
	Fason	s	s+h	s+2h	s+3h		$S_1$
2	Normal Z.	<del>X</del>	r	r+h	r+2h		$R_2$
	Fazla M.		c	c+h	c+2h		$O_2$
	Fason		s	s+h	s+2h		$S_2$
3	Normal Z.	<del>X</del>	<del>X</del>	r	r+h		$R_3$
	Fazla M.			c	c+h		$O_3$
	Fason			s	s+h		$S_3$
4	Normal Z.	<del>X</del>	<del>X</del>	<del>X</del>	r		$R_4$
	Fazla M.				c		$O_4$
	Fason				s		$S_4$
TALEP		$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4 + l_4$		

**Kaynak:** Krajwski, Ritzman,1996: 607

Modelin daha iyi anlaşılması için bir örnek üzerinde ulaştırma tablosunun incelenmesi daha faydalı olacaktır.

Bir fabrika üretim, talep, kapasite ve maliyete ilişkin verileri aşağıdaki gibi toplamıştır. Doğrusal Programlamanın ulaştırma yöntemi ile ulaştırma tablosunu ve başlangıç uygun çözümünü aşağıda belirtildiği gibi düzenleyebiliriz.

([http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama_1.pdf))

**Tablo 8.** Örnek'e İlişkin Veriler

	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>
<b>Talep</b>	800	1000	750
<b>Kapasite</b>			
<b>Normal mesai</b>	700	700	700
<b>Fazla Mesai</b>	50	50	50
<b>Fason Üretim</b>	150	150	130
<b>Dönem Başı Stok</b>			
	100		
<b>Maliyetler</b>			
<b>Normal Mesai</b>	40 pb/br		
<b>Fazla mesai</b>	50 pb/br		
<b>Fason Üretim</b>	70 pb/br		
<b>Stoklama</b>	2 pb/br/ay		

**Tablo 9. Örnek Ulaştırma Tablosu**

	Period 1 MART	Period 2 NİSAN	Period 3 MAYIS	ATIL KAPASİTE	TOPLAM KAPASİTE
Period 1	BAŞLANGIÇ STOK	0 100	2 4	0	100
	NORMAL MESAI	40 700	42	0	700
	FAZLA MESAI	50	52 50	0	50
	FASON ÜRETİM	70	72 150	0	150
Period 2	NORMAL MESAI	X	40 700	0	700
	FAZLA MESAI	X	50 50	0	50
	FASON ÜRETİM	X	70 50	0 100	150
Period 3	NORMAL MESAI	X	X	40 700	0 700
	FAZLA MESAI	X	X	50 50	0 50
	FASON ÜRETİM	X	x	70	0 130
	TOPLAM TALEP	800	1000	750	230

### 2.3.2.3 Doğrusal Karar Kuralı

Doğrusal karar kuralı diğer bir optimizasyon tekniğidir. Tek bir quadratik denklemi elde etmek için bir seri maliyet fonksiyonlarını kullanarak üretim maliyetlerini (işçilik, fazla mesai, işe alma/işten çıkarma, stok maliyeti) en küçükmeyi amaçlar. Daha sonra, sonuçları kullanarak quadratik denklemden iki lineer denklem türetilir. Bu denklemlerden birisi her periyot için çıktının planlanmasında diğeri ise her periyot için işgücünün planlanmasında kullanılır. (Dejonckheere, 2003:497-516)

- $C_1$  : Normal mesai ücretine ilişkin maliyet  
 $C_2$  : İşgücü ücretine ilişkin maliyet  
 $C_3, C_4, C_5, C_6$  : Farklı boyutlardaki fazla mesaiye ilişkin maliyet  
 $S_t$  : t döneminin talep öngörüsü  
 $P_t$  : t dönemindeki üretim.  
 $W_t$  : t dönemindeki işgücü düzeyi

Model şu şekilde ifade edilebilir (Salvendy, 1982: 350–354):

$$\text{Toplam üretim maliyetinin } \min \sum_{t=1}^N C_t \quad (1)$$

$$C_t = C_1 W_t + C_2 (W_t - W_{t-1})^2 + C_3 (P_t - C_4 W_t)^2 + C_5 P_t - C_6 W_t + C_7 \left( \sum_t I_t - C_8 - C_9 S_t \right)^2$$

Stok Düzeyi  $I_t$  şu şekilde ifade edilir:

$$\sum_t I_t = \sum_t I_{t-1} + P_t - S_t \quad (2)$$

Yukarıdaki Toplam Maliyet Denklemine oluşturan Maliyet Kalemleri şunlardır:

- Normal Mesai Maliyeti :  $C_1 W_t$
- İşe Alma/İşten Çıkarma Maliyeti :  $C_2 (W_t - W_{t-1})^2$

(Bu denklemde  $W_t - W_{t-1}$ ,  $t-1$  döneminden  $t$  dönemine kadar olan süreçte işgücündeki değişimdir.

- Fazla Mesai Maliyeti :  $C_3 (P_t - C_4 W_t)^2 + C_5 P_t - C_6 W_t$

( $C_3, C_4, C_5$  ve  $C_6$  farklı boyutlardaki fazla mesai maliyetleridir. Bu denklem, üretim seviyesi ile işgücü düzeyinin eşit olduğu noktada minimumdur.  $C_t(3) = 0$ .)

- Toplam Stok Maliyeti :  $C_7 \left( \sum_t I_t - C_8 - C_9 S_t \right)^2$



Quadratik yapıya sahip, toplam maliyet denkleminin türevi alınarak iki tane doğrusal denklem elde edilir. Toplam maliyet denklemini en küçükleyen  $P_t$  ve  $W_t$  değerleri bulunur.

#### 2.3.2.4 Yönetim Katsayıları Modeli

E.H. Bowman tarafından geliştirilen yönetim katsayıları modeli, her periyot için üretim hızı genel bir kurala göre hazırlanır:

$$P_t : a(W_{t-1}) - b(I_{t-1}) + c(F_{t+1}) + K$$

$P_t$  : t dönemindeki üretim hızı

$W_{t-1}$  : Bir önceki dönemdeki işgücü düzeyi

$I_{t-1}$  : Bir önceki dönemdeki son stok düzeyi

$F_{t+1}$  : Bir sonraki döneme ait talep tahmini

$a$ ,  $b$ ,  $c$ , ve  $K$  sabitlerdir.

(<http://www.referenceforbusiness.com/management/A-Bud/Aggregate-Planning.html>)

#### 2.3.2.5 Simülasyon

Simülasyon matematik modellerin kullanılmadığı her yerde uygulanabilen çok esnek ve etkili bir yöntemdir. Bir problemin simülasyon yöntemi ile çözülebilmesi için tek şart sistemin davranışlarına ait bilgi toplayabilmektir. Ayrıca simülasyon ile elde edilen çözümlerin optimal olmadığı, ancak yeterli sayıda tekrardan sonra optimala yaklaşabileceği unutulmamalıdır (Kobu 2003: 302–303).

Simülasyon yaklaşımı, optimal çözüme ulaşıncaya kadar değişkenlerin sistematik olarak değiştirilmesi yaklaşımı şeklindedir. Bu yaklaşım, talep tahminlerinde belirsizlik ihtimali altında gerçekleştirilebilmek ve en uygun çözüm elde etmek için bilgisayar desteğine ihtiyaç duyulur (Heizer, Render, 1996: 706).

### **2.3.2.6 Arama Karar Kuralı**

W.H. Taubert tarafından geliştirilen, çeşitli işgücü ve üretim düzeylerinin en küçük maliyetli birleşimini arayan bir bilgisayar algoritmasıdır. Optimal sonuç elde edilmese de, oldukça iyi sonuç elde edildiğinden çok kullanılır (Demir, Gümüšoğlu, 1994:410).

Arama karar kuralı yöntemi çok esnek olması, maliyetlerin doğrusal ve quadratik olmamasından ve zaman içinde değişebilmesi, modele birçok kısıtın konulabilmesi avantajları arasında sayılabilir. Sakıncası ise, tüm olası planları inceleyemediğinden, her zaman optimum planı vermemesidir (Doğan, 1997: 95).

### **2.3.2.7 Hedef Programlama**

Günümüzde çok amaçlı karar verme için kullanılan en yaygın yöntem hedef programlamadır. Hedef programlama, doğrusal programlamanın daha fonksiyonel bir seklidir. Doğrusal programlama ile tek hedef ve tek ölçekle ifade edilen problemlerin çözümü yapılabilmektedir. Hedef programlama ile aynı anda birden fazla ve farklı ölçekli hedefler saptanabilir ve bu yöntemle belirlenen kısıtlar altında bu hedeflerin başarılmasına çalışılır (Levin,1989: 14).

Çok hedefli ve çoklu alt hedefli problemlerin çözümünde olduğu kadar tek hedefli ve çoklu alt hedefli karar problemlerini çözümlene yeteneği olan Doğrusal Programlama probleminin özel bir uzantısı olan Hedef Programlama, Doğrusal programlamada olduğu gibi amaç kriterini doğrudan minimize veya maksimize etmek yerine, hedefler arasındaki sapmaları minimize etmektedir. Hedef Programlamanın en önemli özelliği birbiri ile zıt yönetsel problemleri içeren çoklu hedefleri, hedeflerin önem derecelerine göre atayabilmesidir (Lee, 1975: 199). Hedef Programlama modeli uygun çözümler bulmak için karar vericinin birden fazla amacı aynı anda göz önünde bulundurması nedeniyle faydalıdır (Zeleny, 1981: 355).

Hedef programlama ile doğrusal programlama yöntemlerinin karşılaştırılmasından elde edilen farklar aşağıda verilmiştir:

- Doğrusal programlama modelinde doğrusal bir amaç fonksiyonu optimal yapılmaya çalışılırken, hedef programlama modelinin amaç fonksiyonunda hedeflerden sapmalar minimize edilmeye çalışılır. Hedef programlamada doğrusal programlamadan farklı olarak tek bir amaç yerine, birbiri ile çelişebilen birden çok amaç bulunabilir. Bundan dolayı doğrusal programlamadaki çözüm optimal iken hedef programlamada bulunan çözüm uzlaşık çözümdür.
- Doğrusal programlamada bütün kısıtlar eşit önemdedir ve hepsi aynı zamanda sağlanmalıdır. Hedef programlamada ise kısıtlar belirlenen öncelik sıralarına göre sağlanmaya çalışılır.
- Hedef programlamada bulunan pozitif ve negatif sapma değişkenleri, doğrusal programlamadaki aylak değişkenlere karşılık gelir.
- Doğrusal programlamada amaç fonksiyonu maksimizasyon veya minimizasyon şeklinde olabilirken hedef programlamada amaç fonksiyonu sadece minimizasyon şeklinde olur. Hedef programlamada hedefler birer kısıt olarak modele girer. Kaynaklar üzerindeki sınırlamaları yansıtan kısıtlar modele aynen herhangi bir doğrusal programlama modeline katılacağı gibi dâhil edilir.
- Doğrusal programlamada hedef belirlenmez, hedef programlamada ise hedef değerleri gereklidir.
- Hedef programlama karar verici açısından daha esnek yapıya sahip bir yöntemdir.
- Doğrusal programlamada ve hedef programlamada bütün değişkenler sıfır ya da sıfırdan büyük değerler almak zorundadır (Doğan, 1995: 38).

Hedef programlama modeli ile en uygun çözümün bulunabilmesi için bazı temel varsayımların sağlanması gereklidir. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

**Doğrusallık varsayımı:** Bu varsayım girdiler ile çıktılar arasında aynı yönlü bir ilişkinin olduğunu gösterir. Girdiler artarken ya da azalırken çıktılar da aynı oranda artar ya da azalır.

Toplanabilirlik varsayımı: Çeşitli faaliyetler tarafından kullanılan kaynakların toplam kullanımı ve elde edilen toplam katkı, her bir faaliyet tarafından ayrı ayrı kullanılan kaynakların toplamı ve bunların ayrı ayrı yarattıkları katkıların toplamına eşittir.

Sınırlılık varsayımı: Amaç, sınırlı kaynakların optimal dağılımını sağlamaktır. Problemin çözümünde kullanılacak olan kaynaklar sonludur. Bu nedenle probleme giren kaynaklar kısıtlanır.

Negatif olmama varsayımı: Modeldeki tüm değişkenler yani karar ve sapma değişkenlerinin değerleri sıfır veya sıfırdan büyük olmalıdır. Hedef programlama modelinde yer alan bir değişken negatif değer alırsa bu değişken negatif olmayan yeni iki değişkenin farkı olarak yazılır. Çözümde bu yeni değişkenler kullanılır. Çözüm sonucunda bulunan değerler yerine konularak değişkenin asıl değeri bulunur.

Amaçlara öncelik verilmesi varsayımı: Hedef programlama modelinde her bir amaca veya amaç grubuna bir öncelik verilir (Ignizio, 1976:76).

Doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonu birim açısından TL, kâr, verimlilik, maliyet vb. gibi yalnız bir ölçekle ölçümlendirilir. Çok boyutlu bir ölçek kümesi ile ifade edilebilen çok amaçlı bir doğrusal programlama problemini yazmak mümkün değildir (Halaç, 1991: 503).

İşin içine karmaşık hedefler girdiği zaman, problemin çözümünde doğrusal programlama yöntemi yetersiz kalmaktadır. Bu noktadan itibaren karar problemlerini çözüme Hedef Programlama Yönteminden yararlanılmaya başlanır. Bu yöntemde karar vericiden her bir amaç için erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlemesi istenir. Bu yöntemde göre tercih edilen çözüm, bu hedef değerlerden sapmaları en küçükleyen çözüm olmaktadır (Evren, Ülengin, 1992: 54).

➤ **Genel bir hedef programlamanın matematiksel formu:**

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

Burada;

$d_i^+$  = pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  = negatif sapma değişkeni

Aynı anda hem pozitif yönde sapma hem de negatif yönde sapma oluşamayacağı için sapma değişkenlerinin en az bir tanesinin veya her ikisinin de sıfır olması gerekir. Sapma değişkenlerinden hangisi istenmiyor ise ona göre hedef programlama formülasyonu oluşturulur. Bu değişkenlerden yalnızca bir tanesi minimize edilmek istenir. Bu üç şekilde yapılabilir (Romero, 2001: 64).

- $f(x) \leq b_i$  ise  $d_i^+$  için mümkün olan en küçük pozitif değerin alınması gerekir.  
 $f(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \Rightarrow$  minimize edilecek sapma değişken :  $d_i^+$
- $f(x) \geq b_i$  ise  $d_i^-$  için mümkün olan en küçük pozitif değerin alınması gerekir.  
 $f(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \Rightarrow$  minimize edilecek sapma değişken :  $d_i^-$
- $f(x) = b_i$  ise hem  $d_i^+$  hem de  $d_i^-$ 'nin toplamlarının aynı anda minimize edilmesi gerekir.  
 $f(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i \Rightarrow$  minimize edilecek sapma değişken :  $d_i^+ - d_i^-$  (Ignizio ve Cavallier, 1994:549).

İşletme yönetiminde karmaşık ve birden fazla çok sayıda hedef olduğu zaman, karar vericinin gözündeki önem derecesine göre, bu hedefler bir öncelik sırası kazanır. Birçok hedef programlama probleminde bir önceki hedef sonraki hedeflere göre daha önemli olmaktadır, buna öncelikli hedef denilmektedir (Render ve Stair, 1988: 525). Yöntemde hedeflerin öncelik seviyelerinin hiyerarşik sırası söz konusudur. Bunun anlamı şudur: en yüksek dereceli hedef, ikinci hedeften çok daha önemlidir. İkinci hedef ise üçüncü hedeften çok daha önemlidir. Öncelikli hedef programlama, kıyaslanamaz hedeflere farklı öncelik dereceleri atayarak çözümler üretilmesini sağlar. Optimal çözüme öncelik sıralamasında ilk sırada olan hedefi kullanarak ulaşabilir (Eiselth, Pederzoli, Sandblom, 1987: 321–322).

Bu öncelik sırası verilmiş olan hedefleri gerçekleştirmek artık yönetimin görevi olmaktadır. Sonuçta hedeflerden sapmalar, yani bir hedefin üzerinde gerçekleşmesi (+) pozitif sapma ve hedefin altında kalınması (-) negatif sapma değerleri toplamının minimize edilmesi bir tek amaç olarak ortaya konulur (Halaç, 1992: 503).

Öncelikli Hedef Programlamanın modelleme süreci dört aşamadan oluşmaktadır.

1. Amaçlar tanımlanır.
2. Amaçlar için hedeflenen değerler belirlenir.
3. Amaçlara öncelik sırası yapılır.
4. Öncelik sıralamasına göre Doğrusal Programlama çözümü ile sonuçlar bulunur.

$$\text{Min}Z [P_1h_1(n, p), P_2h_2(n, p), \dots, P_kh_k(n, p)]$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

$$i = 1, \dots, m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

$\bar{\chi} \geq 0$  şeklinde formüle edilir.

Burada,

$\bar{\chi} : (\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_j)$ : karar değişkenleri vektörü

$f_i : i$  . amaç fonksiyonu

$Z$  : Amaç fonksiyonu

$b_i : i$  . amaç fonksiyonu için karar verici tarafından belirlenmiş hedef

$d_i^- : i$  . hedefin negatif sapma değeri

$d_i^+ : i$  . hedefin pozitif sapma değeri

$h_k(d_i^-, d_i^+) : \text{sapma değişkenlerinin doğrusal bir fonksiyonu}$

$P_k : h_k(d_i^-, d_i^+)$  fonksiyonunun öncelik sırası şeklinde tanımlanmıştır (Ignizio,1976:76-92).

Burada  $b_i, i=1,2,\dots,m$  karar verici tarafından amaçlar için belirlenmiş hedef değerlerdir.  $d_i^-, d_i^+$  ler  $i$ . Hedeften negatif ve pozitif yönde sapmaları göstermektedir. Bu denklemde  $h_j(d^-, d^+), j = 1,2,\dots,l$  sapma değişkenlerinin doğrusal fonksiyonlarıdır. ve  $P_j \gg \gg P_{j+1}$ 'dir. Yani,  $P_j, P_{j+1}$ 'den büyüktür. Bu yöntemde ilk olarak  $h_1(d^-, d^+)$  minimize edilir. En küçük değer  $h_1 = h_1^*$  olur. Daha sonra  $h_2(d^-, d^+)$  minimize edilir. Bu işlem  $h_j(d^-, d^+)$  minimize edilene kadar devam eder.

### III. BÖLÜM

#### UYGULAMA

Tez çalışmasının bu bölümünde, Türkiye’de faaliyet gösteren bir firmanın üretimini yaptığı sıvı ve toz yaprak gübreleri ile zirai ilaçların, 2007 yılı hedef verilerini kullanarak 2008 yılı hedeflerine ne derece ulaşabileceği araştırılmış ve uygulama sonucu elde edilen sonuçlar belirlenmeye çalışılmış daha sonra araştırma sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Günümüzde mevcut çalışmalar içerisinde önemli bir yere sahip olan bütünleşik üretim planlaması çalışmaları orta dönemli planlama çalışmaları olup genellikle 3-12 aylık bir süre için üretimin miktar ve zamanını saptar. Planlama döneminde alınacak kararlar önemli olduğundan model oluşturma süreci taktiksel açıdan oldukça kritiktir. Karar problemlerinin asıl amacı; maliyetlerin minimize edilmesine, işletmenin işgücü seviyesi, stok düzeyi ve üretim hızının belirlenmesine yardımcı olmaktır. Bu çalışma içinde geliştirilen modeller en uygun kararların alınmasında yönetime yardımcı olacaktır. Bu amaçla uygulama Önder Esen Şirketler Grubu bünyesinde yer alan Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şti’nde doğrusal programlama ve öncelikli hedef programlama modeli kullanılarak yapılmıştır.

#### 3.1 İşletme Hakkında Genel Bilgi

Dünyanın ana besin kaynağını bitkiler teşkil etmektedir Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu raporlarına göre farklı agroekolojik bölgelere buna bağlı olarak çok zengin bir bitki çeşidine sahip olan ülkemizde ekonomik öneme haiz 60'ın üzerinde kültür bitkisi yetişmektedir. Bu kültür bitkilerinde ekonomik önemde zarar yapan 400 ün üzerinde hastalık, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır. Dünyada tarımı yapılan bitkilerde zararlı, yabancı ot ve hastalık nedeniyle hasattan önce ortaya çıkan ortalama ürün kaybı %35 olarak hesaplanmaktadır. Artan Dünya nüfusu ve akabinde azalan tarım alanları, birim alandan daha fazla ürün alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda,



Farmsen Tarım İlaçları Kimya Gübre İthalat İhracat San Tic. Ltd. Şti. çevreye duyarlı, yüksek performanslı, modern ilaç ve gübrelere, kaliteli hammadde ve kaliteli üretim anlayışıyla kalıcı çözümler sunmaktadır.

Önder Esen Şirketler Grubu bünyesinde yer alan Farmsen Tarım ilaçları Ltd.Şti, 1998 yılında İzmir'in Çiğli ilçesi Atatürk Organize Sanayi bölgesinde kurulmuştur. Hâlihazırda plastik (Esen plastik), kaynak su (Egesu), orman, maden, matbaa sektörlerinde faaliyet gösteren Esen Grup, bünyesine Farmsen'i de katarak tarım sektöründe öncü kuruluşlardan birisi olmuştur. Yaklaşık iki yıl süren çalışmalardan sonra 1998'de Farmsen yaklaşık 10.000 m<sup>2</sup> kapalı alan, 5.000 m<sup>2</sup> açık alanını tarım amaçlı üretime tahsis ederek, en son teknoloji ile gübre ve zirai ilaç üretimine başlamıştır.

Farmsen Tarım İlaçları İzmir tesislerinde, sıvı organik ve inorganik olmak üzere 85 çeşit gübre tipini ve 25 çeşit tarım ilacını kendi laboratuvarlarında üreten Farmsen aynı zamanda her alanda dünyanın sayılı markalarının da ithalatını yapmak suretiyle üreticiye çok kapsamlı bir ürün yelpazesi sunmaktadır. Farmsen ürettiği ürünlerini gerek yurtiçinde tüm Bölgelerde oluşturduğu Bölge Müdürlükleri aracılığı ile distribütörlere ve kamu kurum ve kuruluşlarına gerekse Ürdün, Pakistan, İran gibi Orta Doğu Ülkelerine ihracat yaparak hizmet vermektedir.

### **3.2 İşletmede Yapılan Uygulamanın Konusu**

Organik ve inorganik gübre ve zirai ilaç üretimi sektöründe faaliyet gösteren Farmsen işletmesinde yapılan bu uygulamanın amacı; organik sıvı, toz gübre ve zirai ilaç grubu için bütünleşik plan hazırlamak ve bu ürün grubu için hazırlanan bütünleşik planın hedeflere ne ölçüde ulaşacağını ortaya koymaktır.

Organik gübreler bitkilere besin maddesi kaynağı olması yanında, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine de önemli etkileri vardır. Organik maddenin toprakta yarattığı fiziksel etkiler olarak; toprak rengini iyileştirmesi ve daha çok güneş enerjisi emilimini sağlaması, toprak havalanmasına olumlu etki yapması,

toprak erozyonunu azaltıcı rol oynaması, toprakta bitki için yararlı su tutma kapasitesini artırması, iyi bir toprak yapısı (agregatlaşma) oluşturması, toprağın su geçirgenliğini artırması, toprağın su tutma kapasitesini artırdığından kuraklığa karşı dayanıklılık sağlaması, toprak ısısını bitki gelişmesi için uygun duruma getirmesi, toprağın kolay tava gelmesini sağlaması ve toprağın gevşekliğini artırarak havalanmasını ve işlenebilirliğini artırması sayılabilir.

Organik maddenin toprakta yarattığı en önemli kimyasal etki toprak organik maddesi gübreleme ile verilen besinlerin tutulmasını, doğal şelat oluşturarak bitki köklerinden besin elementlerinin emiliminin daha kolay olmasını, bitkiler için besin maddesi kaynağı oluşturmakta, toprağın katyon değiştirme kapasitesini arttırarak mikro elementlerin bitkiler tarafından kullanılabilir formda dönüşmelerini sağlamaktadır.

Organik maddenin toprakta yarattığı biyolojik etkileri şu şekilde sıralanabilir. Bitki enzimlerini uyarırlar, biyolojik süreçte katalizör görevi yaparlar, bitki köklerinin büyümesini desteklerler, kök hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak bitkilerin topraktan daha fazla besin maddesi ederler, vitamin ve minerallerin miktarının artmasını sağlarlar ve fotosentezi artırır. Yapılarındaki besinlerin topraktaki mikroorganizmalar aracılığıyla serbest hale geçirilmesi ve etkin bir şekilde alınması sonucu bitkilerin yavaş ancak devamlı beslenmesini sağlarlar. Ayrıca, organik gübreler mikroorganizmaların besin kaynağını oluşturması sonucu toprakta biyolojik verimliliği ve değişimi olumlu yönde etkilerler.

Sözü edilen toprak verimliliklerinin artması sonucu: daha az kimyasal gübre kullanılmakta, girdi masrafı azalmakta, karlılık ve ürün kalitesi artmakta ve tarıma dayalı çevre kirliliği azaltılmış olmaktadır.

Organik gübrenin tüm bu olumlu özelliklerinden dolayı, firma yönetimi işletme cirosunun yaklaşık %75'ini sağladığı bu ürün grubunun üretimine çok önem vermektedir.

Uygulama organik gübre üretiminin yapıldığı bölümde gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde sıvı organik gübrelerin üretimi için gerekli mikser, filtrasyon, dinlendirme tankı, dolum makinesi mevcuttur. Toz bölümünde ise mikser, değirmen ve dolum

makinesi bulunmaktadır. Her bir ürünün Tarım Bakanlığı'ndan onaylı, içerikleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri ürüne ait tescil belgesinde yer almaktadır. Bu değerlere ulaşabilmek için her bir ürünün üretim reçeteleri oluşturulmuştur. Üretimde kullanılacak hammaddenin içerik ve kalitesine göre her parti üretimde üretim reçeteleri değişebilmektedir. Bu nedenle, sıvı organik gübre üretiminde öncelikle laboratuarda ön pilot üretim yapıp reçete oluşturulur ve üretime bu reçete verilir. Üretim reçetesine göre, mamulü oluşturacak olan hammaddeler mikserde konup reçetede belirtilen işlem süresine göre karıştırılır. Daha sonra filtrasyon edilip dinlendirme tankına alınır. Son olarak da dolmuş ünitesinde ambalajlar doldurulur ve konveyör bant üzerinde heat-sealing, etiket, barkotlama, kolileme makinelerinden geçirilip nihai ürün olarak sıvı mamul ambarına alınır ve sevk edilir. Toz bölümünde ise, üretim reçetesine göre hammaddeler mikserde ilave edilir. İşlem süresine göre mikserde karışır. Daha sonra istenen tane büyüklüğüne göre değirmenden geçirilir. Dolmuş ve ambalajlaması yapıp, toz nihai ürün ambarına alınır. Tüm işlemler sırasında mikser sıcaklığı, basıncı kontrol edilir. Zaman zaman mikserden belli miktarlarda numuneler alınarak laboratuarda fiziksel ve kimyasal özellikleri test edilir.

### **3.3 İşletmede Yapılan Uygulamanın Amacı**

Her ürün grubunun üretildiği bölüm için bir önceki yılın Aralık ayında yönetim kurulu üyeleriyle birlikte toplantılar yapılmaktadır. Değerlendirmeler neticesinde bölümlerin kapasite, normal mesai süreleri, maliyetler ve kar ile ilgili hedeflerin bir kısmına ulaşamadığı kanaatine varılmıştır. Özellikle fazla mesai ve bunun sonucu olarak maliyet hedeflerinde bazı sorunların olduğu gözlemlenmiştir. Fazla mesai yapıldığında, işçiler normal mesaideki kadar verimli olamıyor ve uzun süre işin başında kalmaları nedeniyle dikkatleri dağılabiliyor. Bununla birlikte ertesi gün yapılması hedeflenen üretim miktarını düşürüyor, verim azalıyor ve maliyetlerin artmasına neden oluyor. Bu durumun ortadan kalkması ve hedeflenen üretimin, planlandığı gibi yapılabilmesi için eksik olan işgücü kapasitesinin belirlenmesini amaçlanmaktadır. Tüm bu bilgilere göre problemi doğrusal programlama ve hedef programlama yardımı ile çözülebileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada sıvı, toz organik gübre üretimi bölümünde fazla mesai yapmadan hedeflenen üretim planını yapmak için gerekli işçi sayısı, üretim miktarı, oluşan kar ve maliyetin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bütünleşik planı hazırlamakta kullanılacak hedef programlama modelinin kolayca kurulabilmesi için işletmenin çalışma düzeni hakkında bazı bilgilerin bilinmesi gerekmektedir.

İşletmede normal çalışma saatleri, haftanın beş günü sekiz saatlik zaman dilimlerinden oluşmaktadır. Mesai sabah 8.15'te başlayıp, akşam saat 18.00'da sona ermektedir. Gün ortasında öğle yemeği için bir saat, iki kez de on beş' er dakikalık çay molası verilmektedir. Eğer gerekirse hafta içi fazla mesai yapılmaktadır. Fazla mesai süreleri dört saatten fazla olmamaktadır. Hafta içi yapılan fazla mesainin maliyeti normal çalışma süresi içinde ödenen işçilik süresinin bir buçuk katıdır ve ayrıca akşam yemeği ücreti ödenmektedir. Problemin çözümünde dönem başlangıç stoklarının sıfır olduğu, işletmedeki her bir üretim makinesinden tek bir tipin olduğu, bir üretim dönemindeki işgünü sayıları tablolarında 2007 yılında işletmenin faaliyetine devam ettiği günlerdir.

#### **Problemin Modellenmesine İlişkin Varsayımlar:**

- Planlama Dönemi bir üretim dönemi (1 yıl) için yapılmıştır.
- Modeldeki talep miktarı, 2008 yılında hedeflenen üretim miktarıdır.
- Farmsen Tarım İlaçları İşletmesinin birden fazla amacı vardır.
- Hammadde girdileri sınırlıdır.
- Malzeme firesi yoktur.

Bu varsayımlar ve verilere göre, Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şirketinin üretim hedeflerini gerçekleştirebilmesi için, bir üretim döneminde sıvı, toz gübrelere ve zirai ilaçlara olan talebi dikkate alarak, üretim maliyetini en küçükleyerek üretmesi gereken miktarları, gerekli işgücü sayısını, makinelerin kapasitelerinin hangi oranlarda

kullanıldığını önce doğrusal programlama modeli ile daha sonra da işletmenin hedeflerindeki önceliklere göre hedef programlama yöntemi ile bulunacaktır.

### **3.4 Verilerin Toplanması**

Farmsen Tarım ilaçları işletmesinde sıvı, toz organik gübre ve zirai ilaçların üretimi yapılmaktadır. Ürünler farklı ticari isimler ile piyasaya sürülmektedir. Bu ürünleri gruplandırdığımızda farklı ambalaj şeklerine mevcut ürünlerden toplam 10 grup oluşturulmasıyla ilgili bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

### **3.5 Modelin Çözümünde Kullanılan Veriler**

Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şti.'nin, Tablo 10.'da gösterilen ürün gruplarının bir yıllık üretim dönemindeki talepleri gösterilmiştir. Tablo 11. ve Tablo 12. her bir ürün grubu için işlem süreleri, aylık işgünleri ve üretim makinelerinin net operasyon sürelerine bağlı olarak en yüksek üretim kapasiteleri verilmiştir. Tablo 14-15.'de ise ürün gruplarının hammadde ve malzeme, işçilik ve genel üretim maliyetleri hesaplanmış ve her bir ürünün üretim maliyetleri tablolarda gösterilmiştir. Tablo 18.'de ise ürün gruplarının piyasadaki satış fiyatları (işletmenin satış fiyat listesinden alınarak) verilmiştir.

Veriler Farmsen Şirketinden alınarak düzenlenmiş, işletmenin bir aylık üretim döneminde, her bir ürün grubundan üretmesi gereken miktarlar aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir.

İşletmedeki her bir üretim makinesi tek tip olup bir üretim dönemindeki iş günleri değişmektedir. Firmanın kapasitesindeki en büyük etkenler malzeme, işgücü, sermaye ve çalışma süreleridir. Verilerin hesaplanmasında aylık çalışma süreleri dikkate alınarak üretim makinelerinin en yüksek kapasite değerleri hesaplanarak Tablo 13.'de gösterilmiştir.

İşçilik gideri, bir malın üretiminde kullanılan ya da üretime yardımcı olan emeğin parasal tutarıdır. Normal mesaide işçiye ödenen saat ücreti 5,0 Ytl'dir. Fazla mesaide ise 7,5 Ytl. Bir parti üretimde işçilik saatleri her bir ürün grubu farklı olduğundan her ürün grubunda işçilik maliyeti farklı olarak işletmeden alınmış ve üretim maliyetine ilave edilerek hesaplamalar yapılmıştır.

Genel Üretim maliyeti, dolaylı maliyetlerin toplamıdır. Bu maliyetler, çok çeşitli giderlerden oluşur ve işletmeden işletmeye farklılıklar gösterir. İşletmelerde, amortisman, elektrik, su, SSK primleri, personel yan giderleri, su giderleri, sağlık sigortası giderleri, yemek-yol giderleri, yardımcı madde ve malzeme giderleri (azot gazı, helyum gazı, oksijen gazı) gibi giderlerle karşılaşabilir. Genel üretim maliyetlerinin ürünlere yüklenmesinde kullanılan çeşitli kıstaslar vardır. Bunlar yüzölçümü, doğrudan işçilik saati, üretim miktarı gibi kıstaslardır. Farmsen Tarım İlaçları Şirketinde maliyet hesaplaması yapılırken Netsis Programı kullanılmış ve işgücü saatine karşılık gelen üretim maliyetine göre ürün gruplarının üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Tablo 19. genel üretim gider kalemlerini göstermektedir. Normal mesaideki üretim maliyetleri Tablo 14.'de, fazla mesaide üretilen mamul malların üretim maliyetleri Tablo 15.'de gösterilmiştir. Modelin çözümünde gerekli olan stok bulundurma ve siparişi erteleme maliyetlerini işletmenin bünyesinde muhasebe, finansman ve üretim departmanının kullandığı Netsis yazılım programından alınan sonuçlara bağlı olarak hesaplamalar yapılarak Tablo 16. ve Tablo 17.'de verilmiştir. İşletme üretim maliyetlerine belli oranlarda kar koyarak ve piyasadaki muadil ürünlerin satış fiyatlarını da dikkate alarak ürünlerin satış fiyatları belirlenmiştir.

➤ **Makinelerin Aylık Maksimum Kapasitelerini Hesaplama Yöntemi:**

1. Makine İçin (Mikser):

Ocak Ayı Çalışma Günü : 22

Net Oprerasyon Süresi : 120 dk.

Mikser Adedi : 2

Ocak Ayı 1.Makine Max. Kapasitesi =  $22 \cdot 120 \text{ dk.} \cdot 2 \text{ ad.} / 60 \text{ sa.} / \text{dk} = 88 \text{ mak-sa.}$

(Diğer Tüm Makinelerin Kapasiteleri bu şekilde hesaplanmıştır.)

**Tablo 10. Ürünlerin Aylık Talepleri (Di)**

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
	(NPK Yaprak Gübreleri 1 kg.)	(NPK Yaprak Gübreleri 5 kg.)	Mikro Besin Gübreleri 1 kg.)	Tekli Besin Gübreleri 1 kg.)	Tekli Besin Gübreleri 5 kg)	Toz Yaprak Gübreleri 1 kg)	Toz Mikro Besin Gübreleri 1 kg)	(Damlama Sulama Gübreleri 25 Kg.)	Zirai İlaçlar (1 kg)	Zirai İlaçlar (5 kg)
<b>Aylar</b>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>10</sub>
Ocak	2500	1800	1000	1800	930	2750	3200	35000	2000	560
Şubat	2650	820	2800	2500	1400	2800	2850	65000	2350	800
Mart	2200	1280	3580	2250	1300	1785	1780	65000	2100	1200
Nisan	1655	1200	3850	2680	2550	2520	2080	55000	1490	1050
Mayıs	1400	450	1700	1250	2500	5000	1780	50000	1100	755
Haziran	1000	750	1115	825	2250	900	1340	10000	520	800
Temmuz	450	525	1020	200	400	210	1050	10000	450	550
Ağustos	350	415	425	150	0	360	0	70000	650	415
Eylül	620	275	525	450	315	625	0	45000	0	275
Ekim	425	650	0	500	250	680	620	42000	0	100
Kasım	340	428	0	566	450	2800	1780	38000	1050	428
Aralık	1850	1250	1800	715	450	2500	4320	27000	1640	650

**Tablo 11.** Ürün Grupları İçin İşlem Süreleri (saat/ürün)

**Problem Notasyonu / Ürün Numarası**

		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
İşlem Sırası	Makineler										
1	Mikser	0,0015	0,002	0,0015	0,0015	0,0015	0,002	0,0015	0,00075	0,0025	0,002
2	Filtrasyon	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005	0,0005	0	0	0	0,0005	0,0005
3	Dinlendirme	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0	0	0	0,0015	0,001
4	Dolum	0,0015	0,001	0,0015	0,0015	0,001	0,002	0,002	0,0005	0,0015	0,001
5	Öğütme	0	0	0	0	0	0,0008	0,001	0,001	0	0

**Not: Değerler bir parti 1 kg. ürün için verilmiştir.**



**Tablo 12.** Makinelerin Üretim Kapasitelerini Hesaplama Verileri (makine-saat/ay)

Makine	Mikser	Filtrasyon	Dinlendirme	Dolum	Öğütme	
Adet	2	2	2	1	1	
Net Operasyon Süresi	120	180	120	300	120	
Operatör Sayısı	2	-	1	2	2	
Aylar/Çalışılan Günler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
	22	22	24	22	24	23
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	24	24	22	23	24	21

**Tablo 13.** Makinelerin Üretim Kapasiteleri (makine-saat/ay)

Aylar	Mikser (M <sub>1</sub> )	Filtrasyon (M <sub>2</sub> )	Dinlendirme (M <sub>3</sub> )	Dolum (M <sub>4</sub> )	Öğütme (M <sub>5</sub> )
Ocak	88	132	88	110	44
Şubat	88	88	88	110	44
Mart	96	96	96	120	48
Nisan	88	88	88	110	44
Mayıs	96	96	96	120	48
Haziran	92	92	92	115	46
Temmuz	96	96	96	120	48
Ağustos	96	96	96	120	48
Eylül	88	88	88	110	44
Ekim	92	92	92	115	46
Kasım	96	96	96	120	48
Aralık	84	84	84	105	42

**Tablo 14.** Ürünlerin Normal Mesaide Doğrudan Üretime Katılan Hammadde, Malzeme, İşçilik ve Genel Üretim Giderleri Maliyetine göre Üretim Maliyeti

Ürün Notasyonu	Ürün Cinsi	Üretim Maliyeti (Ytl)
X <sub>1</sub>	NPK Yaprak Gübresi (1 kg.)	1,50
X <sub>2</sub>	NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)	4,95
X <sub>3</sub>	Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	1,25
X <sub>4</sub>	Tekli Besin Gübresi (1 kg.)	1,20
X <sub>5</sub>	Tekli Besin Gübresi (5 kg)	6,00
X <sub>6</sub>	Toz Yaprak Gübresi (1 kg.)	1,80
X <sub>7</sub>	Mikro Besin Gübresi (1 kg)	1,90
X <sub>8</sub>	Damlama Sulama Gübreleri (25 kg.)	35,10
X <sub>9</sub>	Zirai İlaçlar (1 kg)	5,00
X <sub>10</sub>	Zirai İlaçlar (5 kg)	25,50

**Tablo 15.** Ürünlerin Fazla MESAİDE DOĞRUDAN ÜRETİME KATILAN HAMMADDE, MALZEME, İŞÇİLİK VE GENEL ÜRETİM GİDERLERİ MALİYETİNE GÖRE ÜRETİM MALİYETİ

Ürün Notasyonu	Ürün Cinsi	Üretim Maliyeti (Ytl)
X <sub>1</sub>	NPK Yaprak Gübresi (1 kg.)	1,85
X <sub>2</sub>	NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)	5,40
X <sub>3</sub>	Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	1,40
X <sub>4</sub>	Tekli Besin Gübresi (1 kg.)	1,50
X <sub>5</sub>	Tekli Besin Gübresi (5 kg.)	6,45
X <sub>6</sub>	Toz Yaprak Gübresi (1 kg.)	1,95
X <sub>7</sub>	Toz Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	2,20
X <sub>8</sub>	Damlama Sulama Gübreleri (25 kg.)	36,0
X <sub>9</sub>	Zirai İlaçlar (1 kg.)	5,80
X <sub>10</sub>	Zirai İlaçlar (5 kg.)	26,5

**Tablo 16.** Ürünlerin Stok Bulundurma Maliyeti ( $I_{it}$ )

Ürün Notasyonu	Ürün Cinsi	Stok Bulundurma Maliyeti ( $I_{it}$ ) Ytl/ay
X <sub>1</sub>	NPK Yaprak Gübresi (1 kg.)	0,056
X <sub>2</sub>	NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)	0,248
X <sub>3</sub>	Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	0,066
X <sub>4</sub>	Tekli Besin Gübresi (1 kg.)	0,055
X <sub>5</sub>	Tekli Besin Gübresi (5 kg)	0,260
X <sub>6</sub>	Toz Yaprak Gübresi (1 kg)	0,090
X <sub>7</sub>	Toz Mikro Besin Gübresi (1 kg)	0,095
X <sub>8</sub>	Damlama Sulama Gübreleri (25 kg.)	0,850
X <sub>9</sub>	Zirai İlaçlar (1 kg)	0,260
X <sub>10</sub>	Zirai İlaçlar (5 kg)	1,280

**Tablo 17.** Ürünlerin Siparişini Erteleme Maliyeti ( $B_{it}$ )

Ürün Notasyonu	Ürün Cinsi	Siparişi Erteleme Maliyeti ( $I_{it}$ ) Ytl/ay
$X_1$	NPK Yaprak Gübresi (1 kg.)	0,17
$X_2$	NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)	0,74
$X_3$	Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	0,19
$X_4$	Tekli Besin Gübresi (1 kg.)	0,17
$X_5$	Tekli Besin Gübresi (5 kg.)	0,78
$X_6$	Toz Yaprak Gübresi (1 kg)	0,27
$X_7$	Toz Mikro Besin Gübresi (1 kg)	0,29
$X_8$	Damlama Sulama Gübreleri (25 kg.)	5,30
$X_9$	Zirai İlaçlar (1 kg)	0,78
$X_{10}$	Zirai İlaçlar (5 kg)	3,34

**Tablo 18.** Ürünlerin Satış Fiyatları

Ürün Notasyonu	Ürün Cinsi	Satış Fiyatı (Ytl)
X <sub>1</sub>	NPK Yaprak Gübresi (1 kg.)	3,00
X <sub>2</sub>	NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)	12,0
X <sub>3</sub>	Mikro Besin Gübresi (1 kg.)	4,20
X <sub>4</sub>	Tekli Besin Gübresi (1 kg.)	3,50
X <sub>5</sub>	Tekli Besin Gübresi (5 kg)	16,0
X <sub>6</sub>	Toz Yaprak Gübresi (1 kg)	4,00
X <sub>7</sub>	Toz Mikro Gübresi (1 kg.)	5,40
X <sub>8</sub>	Damlama Sulama Gübreleri (25 kg.)	54,0
X <sub>9</sub>	Zirai İlaçlar (1 kg)	9,80
X <sub>10</sub>	Zirai İlaçlar (5 kg)	42,25

**Tablo 19.** İşletmenin 2007 Yılı Diğer Giderleri (Genel Üretim Giderleri)

<b>Genel Üretim Gider Kalemleri</b>	<b>Masraf (Ytl)</b>	<b>Masraf (%)</b>
Depo/İşçilik	50.273,04	0,11
Nakliye	15.123,96	0,03
Satış / Paz. Giderleri	108.287,04	0,25
Analiz	25.152	0,06
Maas+SSK	101.901	0,23
Reklam / Tanitim	12.512,04	0,03
Finansman / Banka	57.513,96	0,13
Tahsil Edilemeyen	14.052,96	0,03
Amortisman	16.566,96	0,04
Resmi Harc / Noter	18.240	0,04
Mali Musavir	6.753	0,02
Ofis Gideri	9.122,04	0,02
Diğer	5.438,04	0,01
<b>TOPLAM</b>	<b>440.936</b>	

## IV. BÖLÜM

### BULGULAR

#### 4.1 Doğrusal Programlama Modeli ve Çözümüne İlişkin Bulgular

Sıvı ve toz gübreler ile zirai ilaçların üretiminde, ürünlere olan talebi karşılayacak üretim seçeneklerine ilişkin toplam üretim planlaması maliyetini minimize ederek, normal ve fazla mesaide üretilecek miktarlar, stok miktarı, siparişi ertelenen miktar, işçi sayısının hesaplanması kısıtlar kullanılarak çözümlenmiştir.

#### Notasyonlar:

- $i$  : ürün tipleri ( $i=1,2,\dots,10$ )  
 $t$  : periyotlar- aylar ( $t=1,2,\dots,12$ )  
 $a$  : Normal mesaide 1 kg. ürünün üretim maliyeti.  
 $b$  : Fazla mesaide 1 kg. ürünün üretim maliyeti.  
 $c$  : Bir periyotluk sürede (aylık) 1 kg. ürünün stok maliyeti.  
 $d$  : Bir periyotluk sürede 1 kg. ürünün siparişi erteleme maliyeti.  
 $f$  : Bir işçiyi işe alma maliyeti.  
 $g$  : Bir işçiyi işten çıkarma maliyeti.  
 $R_{it}$  : t. Periyotta i. üründen normal mesaide üretilecek miktar.  
 $O_{it}$  : t. Periyotta i. üründen fazla mesaide üretilecek miktar.  
 $I_{i(t-1)}$  : t periyodundan bir önceki ayda i. üründen stokta bulunan miktar.  
 $I_{it}$  : t periyodunda i. üründen stokta bulunan miktar.  
 $B_{i(t-1)}$  : t periyodundan bir önceki ayda i. üründen siparişi ertelenen miktar.  
 $B_{it}$  : t periyodunda i. ürününe ilişkin siparişi ertelenen miktar.  
 $b_{im}$  : i. ürünün m. Makinede 1 kg'nın makinede işlem süresi (makine-saat).  
 $M_{mt}$  : t periyodunda m. makinenin normal mesai kapasitesi.  
 $W_t$  : t periyodundaki işçi sayısı.  
 $H_t$  : t periyodunda işe alınan işçi sayısı.  
 $F_t$  : t periyodunda işten çıkarılan işçi sayısı.  
 $S_i$  : i.ürünün satış fiyatı.  
 $D_{it}$  : i.ürünün t periyodundaki (ayında) talebi.



## Doğrusal Programlama Modeli:

- **Amaç Denklemi:**

➤ Üretim Planlaması Maliyetinin Minimizasyonu

$$Z_{\min} = \sum_i^{10} \sum_t^{12} aR_{it} + bO_{it} + cI_{it} + dB_{it} + \sum_{t=1}^{12} fH_t + gF_t$$

(Tüm maliyetlerin en aza indirilmesi)

- **Sistem Kısıtları:**

1.  $R_{it} + O_{it} + I_{i(t-1)} - B_{i(t-1)} = D_{it} + I_{it} - B_{it}; \quad \forall i, t$  (1)  
(Talep-Arz kısıtı)

2.  $\sum_{t=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times R_{it} \leq M_{mt}$  (2)  
(Normal mesai üretim miktarına göre makinenin kapasite kısıtı)

3.  $\sum_{t=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times O_{it} \leq 0,5 \times M_{mt}$  (3)  
(Fazla mesai üretim miktarına göre makinenin kapasite kısıtı)

4.  $W_t \geq \frac{\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} D_{it}}{5000} \quad \forall t, i$  (4)  
(Talep miktarın artışı ile işçi sayısı değişimi kısıtı)

5.  $W_0 = 10$  (5)  
(Dönem başı işçi sayısı kısıtı)

6.  $W_t - W_{t-1} = H_t - F_t \quad t=1,2,\dots,12.$  (6)  
(Dönem içinde işe alınan-çıkarılan işgücünün denge kısıtı)

7.  $W_t \geq W_0 \quad t=1,2,\dots,12.$  (7)  
(Her dönem sonu işgücü kısıtı)

8.  $B_{i12} = 0 \quad i=1,2,\dots,10.$  (8)  
(Son periyotta siparişi ertelenen miktar kısıtı)

9.  $I_t, B_t, O_t, H_t, F_t, W_t$ , tamsayı,  $\forall t$  (9)

10.  $I_t, B_t, O_t, S_t, H_t, F_t, W_t \geq 0$  (10)  
(Denklem 10-11 Pozitiflik olma şartı)

Amaç denklemi ve kısıtlar her bir ürün ve periyot için yazılarak Premium Solver Plantfort V8.0 Stochastic ile çözümlenmiştir. Her ürün ve periyot için amaç denklemi ve kısıtlar şu şekildedir:

Amaç Fonksiyonu

Üretim Maliyeti Minimasyonu ( $Z_{\min}$ )

$$Z_{\min} = \sum_i^{10} \sum_t^{12} aR_{it} + bO_{it} + cI_{it} + dB_{it} + fH_t + gF_t$$

$$\begin{aligned} Z_{\min} = & 1,5(R_{11} + R_{12} + R_{13} + R_{14} + R_{15} + R_{16} + R_{17} + R_{18} + R_{19} + R_{110} + R_{111} + R_{112}) + 1,85(O_{11} + O_{12} + O_{13} \\ & + O_{14} + O_{15} + O_{16} + O_{17} + O_{18} + O_{19} + O_{110} + O_{111} + O_{112}) + 0,056(I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14} + I_{15} + I_{16} + I_{17} + I_{18} \\ & + I_{19} + I_{110} + I_{111} + I_{112}) + 0,17(B_{11} + B_{12} + B_{13} + B_{14} + B_{15} + B_{16} + B_{17} + B_{18} + B_{19} + B_{110} + B_{111} + B_{112}) \\ & + 4,95(R_{21} + R_{22} + R_{23} + R_{24} + R_{25} + R_{26} + R_{27} + R_{28} + R_{29} + R_{210} + R_{211} + R_{212}) \\ & + 5,4(O_{21} + O_{22} + O_{23} + O_{24} + O_{25} + O_{26} + O_{27} + O_{28} + O_{29} + O_{210} + O_{211} + O_{212}) + 0,248(I_{21} + I_{22} + I_{23} + \\ & I_{24} + I_{25} + I_{26} + I_{27} + I_{28} + I_{29} + I_{210} + I_{211} + I_{212}) + 0,74(B_{21} + B_{22} + B_{23} + B_{24} + B_{25} + B_{26} + B_{27} + B_{28} + B_{29} \\ & + B_{210} + B_{211} + B_{212}) + 1,25(R_{31} + R_{32} + R_{33} + R_{324} + R_{35} + R_{36} + R_{37} + R_{38} + R_{39} + R_{310} + R_{311} + R_{312}) + \\ & 1,4(O_{31} + O_{32} + O_{33} + O_{34} + O_{35} + O_{36} + O_{37} + O_{38} + O_{39} + O_{310} \\ & + O_{311} + O_{312}) + 0,066(I_{31} + I_{32} + I_{33} + I_{34} + I_{35} + I_{36} + I_{37} + I_{38} + I_{39} + I_{310} + I_{311} + I_{312}) + 0,19(B_{31} + B_{32} \\ & + B_{33} + B_{34} + B_{35} + B_{36} + B_{37} + B_{38} + B_{39} + B_{310} + B_{311} + B_{312}) + 1,2(R_{41} + R_{42} + R_{43} + R_{44} + R_{45} + R_{46} + R_{47} + \\ & R_{48} + R_{49} + R_{410} + R_{411} + R_{412}) + 1,5(O_{41} + O_{42} + O_{43} + O_{44} \\ & + O_{45} + O_{46} + O_{47} + O_{48} + O_{49} + O_{410} + O_{411} + O_{412}) + 0,055(I_{41} + I_{42} + I_{43} + I_{44} + I_{45} + I_{46} + I_{47} + I_{48} + I_{49} + I_{410} \\ & + I_{411} + I_{412}) + 0,17(B_{41} + B_{42} + B_{43} + B_{44} + B_{45} + B_{46} + B_{47} + B_{48} + B_{49} + B_{410} + B_{411} + B_{412}) + \\ & 6(R_{51} + R_{52} + R_{53} + R_{54} + R_{55} + R_{56} + R_{57} + R_{58} + R_{59} + R_{510} \\ & + R_{511} + R_{512}) + 6,45(O_{51} + O_{52} + O_{53} + O_{54} + O_{55} + O_{56} + O_{57} + O_{58} + O_{59} + O_{510} + O_{511} + O_{512}) \\ & + 0,26(I_{51} + I_{52} + I_{53} + I_{54} + I_{55} + I_{56} + I_{57} + I_{58} + I_{59} + I_{510} + I_{511} + I_{512}) + 0,78(B_{51} + B_{52} + B_{53} + B_{54} \\ & + B_{55} + B_{56} + B_{57} + B_{58} + B_{59} + B_{510} + B_{511} + B_{512}) + 1,80(R_{61} + R_{62} + R_{63} + R_{64} + R_{65} + R_{66} + R_{67} + R_{68} + \\ & R_{69} + R_{610} + R_{611} + R_{612}) + 1,95(O_{61} + O_{62} + O_{63} + O_{64} \\ & + O_{65} + O_{66} + O_{67} + O_{68} + O_{69} + O_{610} + O_{611} + O_{612}) + 0,09(I_{61} + I_{62} + I_{63} + I_{64} + I_{65} + I_{66} + I_{67} + I_{68} + I_{69} \\ & + I_{610} + I_{611} + I_{612}) + 0,27(B_{61} + B_{62} + B_{63} + B_{64} + B_{65} + B_{66} + B_{67} + B_{68} + B_{69} + B_{610} + B_{611} + B_{612}) \\ & + 1,9(R_{71} + R_{72} + R_{73} + R_{74} + R_{75} + R_{76} + R_{77} + R_{78} + R_{79} + R_{710} + R_{711} + R_{712}) \\ & + 2,2(O_{71} + O_{72} + O_{73} + O_{74} + O_{75} + O_{76} + O_{77} + O_{78} + O_{79} + O_{710} + O_{711} + O_{712}) + 0,095(I_{71} + I_{72} + I_{73} + \\ & I_{74} + I_{75} + I_{76} + I_{77} + I_{78} + I_{79} + I_{710} + I_{711} + I_{712}) + 0,29(B_{71} + B_{72} + B_{73} + B_{74} + B_{75} + B_{76} + B_{77} + \\ & B_{78} + B_{79} + B_{710} + B_{711} + B_{712}) + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +35,1(R_{81} + R_{82} + R_{83} + R_{84} + R_{85} + R_{86} + R_{87} + R_{88} + R_{89} + R_{810} + R_{811} + R_{812}) + 36(O_{81} + O_{82} + O_{83} + O_{84} + \\
& O_{85} + O_{86} + O_{87} + O_{88} + O_{89} + O_{810} + O_{811} + O_{812}) + 0,85(I_{81} + I_{82} + I_{83} + I_{84} + I_{85} + I_{86} + I_{87} + I_{88} + I_{89} + \\
& I_{810} + I_{811} + I_{812}) + 5,3(B_{81} + B_{82} + B_{83} + B_{84} + B_{85} + B_{86} + B_{87} + B_{88} + B_{89} + B_{810} + B_{811} + B_{812}) + \\
& 5,0(R_{91} + R_{92} + R_{93} + R_{94} + R_{95} + R_{96} + R_{97} + R_{98} + R_{99} + R_{910} \\
& + R_{911} + R_{912}) + 5,8(O_{91} + O_{92} + O_{93} + O_{94} + O_{95} + O_{96} + O_{97} + O_{98} + O_{99} + O_{910} + O_{911} + O_{912}) + 0,26(I_{91} + I_{92} \\
& + I_{93} + I_{94} + I_{95} + I_{96} + I_{97} + I_{98} + I_{99} + I_{910} + I_{911} + I_{912}) + 0,78(B_{91} + B_{92} + B_{93} + B_{94} + B_{95} + B_{96} + B_{97} + B_{98} \\
& + B_{99} + B_{910} + B_{911} + B_{912}) + 25,5(R_{101} + R_{102} + R_{103} + R_{104} + R_{105} + R_{106} + R_{107} + R_{108} + R_{109} + R_{1010} + R_{1011} + R_{1012}) \\
& + 26,5(O_{101} + O_{102} + O_{103} + O_{104} + O_{105} + O_{106} + O_{107} + O_{108} + O_{109} + O_{1010} + O_{1011} + O_{1012}) + \\
& 1,28(I_{101} + I_{102} + I_{103} + I_{104} + I_{105} + I_{106} + I_{107} + I_{108} + I_{109} + I_{1010} + I_{1011} + I_{1012}) + 3,34(B_{101} + B_{102} + B_{103} + B_{104} + B_{105} \\
& + B_{106} + B_{107} + B_{108} + B_{109} + B_{1010} + B_{1011} + B_{1012}) + 1(H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + \\
& H_9 + H_{10} + H_{11} + H_{12}) + 2(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12})
\end{aligned}$$

### Kısıtlar:

$$1. R_{it} + O_{it} + I_{i(t-1)} - B_{i(t-1)} = D_{it} + I_{it} - B_{it}; \quad \forall i, t$$

- **1. Ürün İçin:**

$$R_{11} + O_{11} + I_{10} - B_{10} = D_{11} + I_{11} + B_{11} \quad (1.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **2. Ürün İçin:**

$$R_{21} + O_{21} + I_{20} - B_{20} = D_{21} + I_{21} + B_{21} \quad (2.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **3. Ürün İçin:**

$$R_{31} + O_{31} + I_{30} - B_{30} = D_{31} + I_{31} + B_{31} \quad (3.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **4. Ürün İçin:**

$$R_{41} + O_{41} + I_{40} - B_{30} = D_{41} + I_{41} + B_{41} \quad (4.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **5. Ürün İçin:**

$$R_{51} + O_{51} + I_{50} - B_{50} = D_{51} + I_{51} + B_{51} \quad (5.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **6. Ürün İçin:**

$$R_{61} + O_{61} + I_{60} - B_{60} = D_{61} + I_{61} + B_{61} \quad (6.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **7. Ürün İçin:**

$$R_{71} + O_{71} + I_{70} - B_{70} = D_{71} + I_{71} + B_{71} \quad (7.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **8. Ürün İçin:**

$$R_{81} + O_{81} + I_{80} - B_{80} = D_{81} + I_{81} + B_{81} \quad (8.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **9. Ürün İçin:**

$$R_{91} + O_{91} + I_{90} - B_{90} = D_{91} + I_{91} + B_{91} \quad (9.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **10. Ürün İçin:**

$$R_{101} + O_{101} + I_{100} - B_{100} = D_{101} + I_{101} + B_{101} \quad (10.\text{ürün, 1. ay Arz-Talep Kısıtı})$$

- **Tüm ürünlerin bir üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır. Ek-1 'de ayrıntılı olarak verilmiştir.**

$$2. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{lm} \times R_{it} \leq M_{mt} \quad \forall m, t, i$$

- **1. Makine İçin: (Mikser ile ilgili kısıt)**

$$b_{11}R_{11} + b_{21}R_{21} + b_{31}R_{31} + b_{41}R_{41} + b_{51}R_{51} + b_{61}R_{61} + b_{71}R_{71} + b_{81}R_{81} + b_{91}R_{91} + b_{101}R_{101} \leq M_{11}$$

(1. makede 1. periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0015 R_{11} + 0,0015 R_{21} + 0,002 R_{31} + 0,0015 R_{41} + 0,0015 R_{51} + 0,0015 R_{61} + 0,002 R_{71} + 0,0015 R_{81} + 0,0025 R_{91} + 0,002 R_{101} \leq 88$$

- **2. Makine İçin: (Filtrasyon ile ilgili kısıt)**

$$b_{12} R_{11} + b_{22} R_{21} + b_{32} R_{31} + b_{42} R_{41} + b_{52} R_{51} + b_{62} R_{61} + b_{72} R_{71} + b_{82} R_{81} + b_{92} R_{91} + b_{102} R_{101} \leq M_{21}$$

(2. makede 1. periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0005 R_{11} + 0,0005 R_{21} + 0,0006 R_{31} + 0,0005 R_{41} + 0,0005 R_{51} + 0,0005 R_{91} + 0,0005 R_{101} \leq 132$$

- **3. Makine İçin: (Dinlendirme ile ilgili kısıt)**

$$b_{13} R_{11} + b_{23} R_{21} + b_{33} R_{31} + b_{43} R_{41} + b_{53} R_{51} + b_{63} R_{61} + b_{73} R_{71} + b_{83} R_{81} + b_{93} R_{91} + b_{103} R_{101} \leq M_{31}$$

(3. makede 1. periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,001 R_{11} + 0,001 R_{21} + 0,002 R_{31} + 0,0005 R_{41} + 0,0005 R_{51} + 0,0015 R_{91} + 0,001 R_{101} \leq 88$$

- **4. Makine İçin: (Dolum Makinesi ile ilgili kısıt)**

$$b_{14} R_{11} + b_{24} R_{21} + b_{34} R_{31} + b_{44} R_{41} + b_{54} R_{51} + b_{64} R_{61} + b_{74} R_{71} + b_{84} R_{81} + b_{94} R_{91} + b_{104} R_{101} \leq M_{41}$$

(4. makede 1. periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0015 R_{11} + 0,001 R_{21} + 0,0015 R_{31} + 0,0015 R_{41} + 0,001 R_{51} + 0,002 R_{61} + 0,002 R_{71} + 0,0005 R_{81} + 0,0015 R_{91} + 0,001 R_{101} \leq 110$$

- **5. Makine İçin: (Öğütme-Değirmen ile ilgili kısıt)**

$$b_{15} R_{11} + b_{25} R_{21} + b_{35} R_{31} + b_{45} R_{41} + b_{55} R_{51} + b_{65} R_{61} + b_{75} R_{71} + b_{85} R_{81} + b_{95} R_{91} + b_{105} R_{101} \leq M_{51}$$

(5. makede 1. periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0008 R_{61} + 0,001 R_{71} + 0,001 R_{81} \leq 44$$

- **Tüm ürünlerin bir üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır. Ek-1 'de ayrıntılı olarak verilmiştir.**

$$3. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{lm} \times O_{it} \leq 0,5 \times M_{mt} \quad \forall m, t, i$$

- **1. Makine İçin: (Mikser ile ilgili kısıt)**

$$b_{11} O_{11} + b_{21} O_{21} + b_{31} O_{31} + b_{41} O_{41} + b_{51} O_{51} + b_{61} O_{61} + b_{71} O_{71} + b_{81} O_{81} + b_{91} O_{91} + b_{101} O_{101} \leq 0,5 \times M_{11} \quad (1. \text{ makinede } 1. \text{ periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kap. Kısıt})$$

$$0,0015 O_{11} + 0,0015 O_{21} + 0,002 O_{31} + 0,0015 O_{41} + 0,0015 O_{51} + 0,0015 O_{61} + 0,002 O_{71} + 0,0015 O_{81} + 0,0025 O_{91} + 0,002 O_{101} \leq 44$$

- **2. Makine İçin: (Filtrasyon ile ilgili kısıt)**

$$b_{12} O_{11} + b_{12} O_{21} + b_{32} O_{31} + b_{42} O_{41} + b_{52} O_{51} + b_{62} O_{61} + b_{72} O_{71} + b_{82} O_{81} + b_{92} O_{91} + b_{102} O_{101} \leq 0,5 \times M_{21} \quad (2. \text{ makinede } 1. \text{ periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kap. Kısıt})$$

$$0,0005 O_{11} + 0,0005 O_{21} + 0,0006 O_{31} + 0,0005 O_{41} + 0,0005 O_{51} + 0,0005 O_{91} + 0,0005 O_{101} \leq 66$$

- **3. Makine İçin: (Dinlendirme ile ilgili kısıt)**

$$b_{13} O_{11} + b_{23} O_{21} + b_{33} O_{31} + b_{43} O_{41} + b_{53} O_{51} + b_{63} O_{61} + b_{73} O_{71} + b_{83} O_{81} + b_{93} O_{91} + b_{103} O_{101} \leq 0,5 \times M_{31} \quad (3. \text{ makinede } 1. \text{ periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kap. kısıt})$$

$$0,001 O_{11} + 0,001 O_{21} + 0,002 O_{31} + 0,001 O_{41} + 0,001 O_{51} + 0,0015 O_{91} + 0,001 O_{101} \leq 44$$

- **4. Makine İçin: (Dolum Makinesi ile ilgili kısıt)**

$$b_{14} O_{11} + b_{24} O_{21} + b_{34} O_{31} + b_{44} O_{41} + b_{54} O_{51} + b_{64} O_{61} + b_{74} O_{71} + b_{84} O_{81} + b_{94} O_{91} + b_{104} O_{101} \leq 0,5 \times M_{41} \quad (4. \text{ makinede } 1. \text{ periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kap. kısıt})$$

$$0,0015 O_{11} + 0,001 O_{21} + 0,0015 O_{31} + 0,0015 O_{41} + 0,001 O_{51} + 0,002 O_{61} + 0,002 O_{71} + 0,0005 O_{81} + 0,0015 O_{91} + 0,001 O_{101} \leq 55$$

- **5. Makine İçin: (Öğütme ile ilgili kısıt)**

$$b_{15} O_{11} + b_{25} O_{21} + b_{35} O_{31} + b_{45} O_{41} + b_{55} O_{51} + b_6 O_{61} + b_{75} O_{71} + b_{85} O_{81} + b_{95} O_{91} + b_{105} O_{101} \leq 0,5 \times M_{51} \quad (5. \text{ makinede } 1. \text{ periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kap. kısıt})$$

$$0,0008 O_{61} + 0,001 O_{71} + 0,001 O_{81} \leq 22$$

- **Tüm ürünlerin bir üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır. Ek-1 'de ayrıntılı olarak verilmiştir.**

$$4. W_t = \text{tamsayı} \left( \frac{\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} D_{it}}{5000} \right) \quad \forall t, i \quad (\text{İşgücü-Talep değişimini gösterir.})$$

$$W_1 = \frac{D_{11} + D_{21} + D_{31} + D_{41} + D_{51} + D_{61} + D_{71} + D_{81} + D_{91} + D_{101}}{5000} = \frac{51440}{5000} = \text{int}(10,308) = 11$$

$$W_2 = \frac{D_{12} + D_{22} + D_{32} + D_{42} + D_{52} + D_{62} + D_{72} + D_{82} + D_{92} + D_{102}}{5000} = \frac{515780}{5000} = \frac{83970}{5000} = \text{int}(16,794) = 17$$

$$W_3 = \frac{D_{13} + D_{23} + D_{33} + D_{43} + D_{53} + D_{63} + D_{73} + D_{83} + D_{93} + D_{103}}{5000} = \frac{82475}{5000} = \text{int}(16,495) = 17$$

$$W_4 = \frac{D_{14} + D_{24} + D_{34} + D_{44} + D_{54} + D_{64} + D_{74} + D_{84} + D_{94} + D_{104}}{5000} = \frac{74075}{5000} = \text{int}(14,815) = 15$$

$$W_5 = \frac{D_{15} + D_{25} + D_{35} + D_{45} + D_{55} + D_{65} + D_{75} + D_{85} + D_{95} + D_{105}}{5000} = \frac{65935}{5000} = \text{int}(13,187) = 14$$

$$W_6 = \frac{D_{16} + D_{26} + D_{36} + D_{46} + D_{56} + D_{66} + D_{76} + D_{86} + D_{96} + D_{106}}{5000} = \frac{19500}{5000} = \text{int}(3,9) = 4$$

$$W_7 = \frac{D_{17} + D_{27} + D_{37} + D_{47} + D_{57} + D_{67} + D_{77} + D_{87} + D_{97} + D_{107}}{5000} = \frac{14855}{5000} = \text{int}(2,971) = 3$$

$$W_8 = \frac{D_{18} + D_{28} + D_{38} + D_{48} + D_{58} + D_{68} + D_{78} + D_{88} + D_{98} + D_{108}}{5000} = \frac{72765}{5000} = \text{int}(14,553) = 15$$

$$W_9 = \frac{D_{19} + D_{29} + D_{39} + D_{49} + D_{59} + D_{69} + D_{79} + D_{89} + D_{99} + D_{109}}{5000} = \frac{48085}{5000} = \text{int}(9,617) = 10$$

$$W_{10} = \frac{D_{110} + D_{210} + D_{310} + D_{410} + D_{510} + D_{610} + D_{710} + D_{810} + D_{910} + D_{1010}}{5000} = \frac{45225}{5000} = \text{int}(9,045) = 10$$

$$W_{11} = \frac{D_{111} + D_{211} + D_{311} + D_{411} + D_{511} + D_{611} + D_{711} + D_{811} + D_{911} + D_{1011}}{5000} = \frac{45842}{5000} = \text{int}(9,168) = 10$$

$$W_{12} = \frac{D_{112} + D_{212} + D_{312} + D_{412} + D_{512} + D_{612} + D_{712} + D_{812} + D_{912} + D_{1012}}{5000} = \frac{42175}{5000} = \text{int}(8,435) = 9$$

5.  $W_0 = 10$  (Dönem başı işgücü düzeyini gösterir.)

6.  $W_t - W_{t-1} = H_t - F_t$  (Dönem içinde işe alınan-çıkarılan işgücünün denge kısıt)

$t=1,2,\dots,12.$

$$\begin{aligned}
W_1 - W_0 &= H_1 - F_1 \\
W_2 - W_1 &= H_2 - F_2 \\
W_3 - W_2 &= H_3 - F_3 \\
W_4 - W_3 &= H_4 - F_4 \\
W_5 - W_4 &= H_5 - F_5 \\
W_6 - W_5 &= H_6 - F_6 \\
W_7 - W_6 &= H_7 - F_7 \\
W_8 - W_7 &= H_8 - F_8 \\
W_9 - W_8 &= H_9 - F_9 \\
W_{10} - W_9 &= H_{10} - F_{10} \\
W_{11} - W_{10} &= H_{11} - F_{11} \\
W_{12} - W_{11} &= H_{12} - F_{12}
\end{aligned}$$

7.  $W_t \geq W_0 \quad t=1,2,\dots,12.$  (Her dönem sonu işgücü kısıt)

$$W_1 \geq 10, W_2 \geq 10, W_3 \geq 10, W_4 \geq 10, W_5 \geq 10, W_6 \geq 10, W_7 \geq 10, W_8 \geq 10, W_9 \geq 10, W_{10} \geq 10, W_{11} \geq 10, W_{12} \geq 10$$

8.  $B_{i12} = 0 \quad i=1,2,\dots,10.$  (Son periyotta siparişi ertelenen miktar kısıt)

$$B_{112} = 0, B_{212} = 0, B_{312} = 0, B_{412} = 0, B_{512} = 0, B_{612} = 0, B_{712} = 0, B_{812} = 0, B_{912} = 0, B_{1012} = 0.$$

Microsoft Office Excel 2007’de Premium Solver Platform V8.0 Stochastic ile modeli çözüp sonuçlar şu şekilde bulunmuştur.

**Tablo 20. DP’de Üretim Miktarları**

AYLAR	NPK Yaprak Gübresi (1kg.)				NPK Yaprak Gübresi (5 kg.)				Mikro Besin Gübresi 1 kg.)			
	X <sub>1</sub>				X <sub>2</sub>				X <sub>3</sub>			
	R <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>
Ocak	2500	0	0	0	1800	0	0	0	834	166	0	0
Şubat	2650	0	0	0	820	0	0	0	1735	1065	0	0
Mart	2200	0	0	0	1280	0	0	0	2902	678	0	0
Nisan	1654	0	0	1	1200	0	0	0	2024	1826	0	0
Mayıs	1401	0	0	0	450	0	0	0	1700	0	0	0
Haziran	1000	0	0	0	750	0	0	0	1115	0	0	0
Temmuz	450	0	0	0	525	0	0	0	1020	0	0	0
Ağustos	350	0	0	0	415	0	0	0	425	0	0	0
Eylül	620	0	0	0	275	0	0	0	525	0	0	0
Ekim	425	0	0	0	650	0	0	0	0	0	0	0
Kasım	340	0	0	0	428	0	0	0	0	0	0	0
Aralık	1850	0	0	0	1250	0	0	0	1800	0	0	0

**Tablo 21. DP’de Üretim Miktarları**

Aylar	Tekli Besin Gübresi (1kg.)				Tekli Besin Gübresi (5 kg.)				Toz Yaprak Gübresi 1 kg.)			
	X <sub>4</sub>				X <sub>5</sub>				X <sub>6</sub>			
	R <sub>4</sub>	O <sub>4</sub>	I <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	O <sub>5</sub>	I <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	O <sub>6</sub>	I <sub>6</sub>	B <sub>6</sub>
Ocak	1800	0	0	0	930	0	0	0	2142	613	5	0
Şubat	2500	0	0	0	1400	0	0	0	0	2795	0	0
Mart	2250	0	0	0	1300	0	0	0	0	1785	0	0
Nisan	2680	0	0	0	2550	0	0	0	0	2520	0	0
Mayıs	1250	0	0	0	2500	0	0	0	0	5000	0	0
Haziran	825	0	0	0	2250	0	0	0	900	0	0	0
Temmuz	200	0	0	0	400	0	0	0	570	0	360	0
Ağustos	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eylül	450	0	0	0	315	0	0	0	0	625	0	0
Ekim	500	0	0	0	250	0	0	0	680	0	0	0
Kasım	566	0	0	0	450	0	0	0	2800	0	0	0
Aralık	715	0	0	0	450	0	0	0	2500	0	0	0



**Tablo 22.** DP’de Üretim Miktarları

	Toz Mikro Besin Gübresi (1 kg.)				Damlama Sulama Gübreleri(25 Kg.)				Zirai İlaçlar (1 Kg.)				Zirai İlaçlar (5 Kg.)			
	X <sub>7</sub>				X <sub>8</sub>				X <sub>9</sub>				X <sub>10</sub>			
Aylar	R <sub>7</sub>	O <sub>7</sub>	I <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	O <sub>8</sub>	I <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	O <sub>9</sub>	I <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	O <sub>10</sub>	I <sub>10</sub>	B <sub>10</sub>
Ocak	6050	0	2850	0	222504	2496	0	0	2000	0	0	0	560	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	237766	47234	0	0	2350	0	0	0	800	0	0	0
Mart	0	1780	0	0	291796	28204	0	0	2100	0	0	0	1200	0	0	0
Nisan	0	2080	0	0	245000	0	0	0	1490	0	0	0	1050	0	0	0
Mayıs	0	0	0	1780	36236	0	1236	0	1100	0	0	0	755	0	0	0
Haziran	3120	0	0	0	44000	19764	0	0	520	0	0	0	800	0	0	0
Temmuz	1050	0	0	0	48000	17000	0	0	450	0	0	0	550	0	0	0
Ağustos	0	0	0	0	44000	11000	0	0	650	0	0	0	415	0	0	0
Eylül	0	0	0	0	48000	2000	0	0	0	0	0	0	275	0	0	0
Ekim	620	0	0	0	10000	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Kasım	1780	0	0	0	32000	0	22000	0	1050	0	0	0	428	0	0	0
Aralık	4320	0	0	0	48000	0	0	0	1640	0	0	0	650	0	0	0

**Tablo 23.** 1.Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi

<b>AYLAR</b>	<b>1.Makine Normal Mesai İşlem Süresi (mak-saat)</b>	<b>1.Makine Fazla Mesai İşlem Süresi (mak-saat)</b>		<b>1.Makine Normal Mesai Max. Kapasitesi (mak-saat)</b>	<b>1.Makine Fazla Mesai Max. Kapasitesi (mak-saat)</b>
Ocak	88	1,2515	∞	88	44
Şubat	88	35,9685	∞	88	44
Mart	95,999	33,0935	∞	96	48
Nisan	87,999	28,092	∞	88	44
Mayıs	88,0615	10,5	∞	96	48
Haziran	34,9575	0	∞	92	46
Temmuz	57,5825	0	∞	96	48
Ağustos	76,6775	0	∞	96	48
Eylül	70,09	2,4375	∞	88	44
Ekim	68,1975	0	∞	92	46
Kasım	70,917	0	∞	96	48
Aralık	68,2875	0	∞	84	42

**Tablo 24.** 2.Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi

Aylar	2.Makine Normal Mesai İşlem Süresi (mak-saat)	2.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)		2.Makine Normal Mesai Kapasitesi (mak-saat)	2.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)
Ocak	5,2954	0,0996	≤	132	66
Şubat	6,301	0,639	≤	88	44
Mart	6,9062	0,4068	≤	96	48
Nisan	6,5264	1,0956	≤	88	44
Mayıs	4,748	0	≤	96	48
Haziran	3,7415	0	≤	92	46
Temmuz	1,8995	0	≤	96	48
Ağustos	1,245	0	≤	96	48
Eylül	1,2825	0	≤	88	44
Ekim	0,9625	0	≤	92	46
Kasım	1,631	0	≤	96	48
Aralık	4,3575	0	≤	84	42

**Tablo 25.** 3.Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi

AYLAR	3.Makine Normal Mesai İşlem Süresi (mak-saat)	3.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)		3.Makine Normal Mesai Kapasitesi (mak-saat)	3.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)
Ocak	12,258	0,332	<	88	44
Şubat	15,165	2,13	<	88	44
Mart	17,184	1,356	<	96	48
Nisan	15,417	3,652	<	88	44
Mayıs	11,406	0	<	96	48
Haziran	8,635	0	<	92	46
Temmuz	4,84	0	<	96	48
Ağustos	3,155	0	<	96	48
Eylül	2,985	0	<	88	44
Ekim	1,925	0	<	92	46
Kasım	3,787	0	<	96	48
Aralık	10,975	0	<	84	42

**Tablo 26.** 4.Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi

AYLAR	4.Makine Normal Mesai İşlem Süresi (mak-saat)	4.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)		4.Makine Normal Mesai Kapasitesi (mak-saat)	4.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)
Ocak	48,493	1,475	∧	110	55
Şubat	38,8725	17,0695	∧	110	55
Mart	41,958	16,647	∧	120	60
Nisan	38,572	17,439	∧	110	55
Mayıs	35,8815	11	∧	120	60
Haziran	22,03	0	∧	115	57,5
Temmuz	23,895	0	∧	120	60
Ağustos	27,1925	0	∧	120	60
Eylül	25,2575	1,75	∧	110	55
Ekim	25,9875	0	∧	115	57,5
Kasım	32,4	0	∧	120	60
Aralık	38,4975	0	∧	105	52,5

**Tablo 27.** 5.Makinenin Normal Mesai-Fazla Mesai İşlem Süreleri ile Tam Kapasitesi

AYLAR	5.Makine Normal Mesai İşlem Süresi (mak-saat)	5.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)		5.Makine Normal Mesai Kapasitesi (mak-saat)	5.Makine Fazla Mesai Kapasitesi (mak-saat)
Ocak	43,9996	0,4904	<	44	22
Şubat	44	22	<	44	22
Mart	48	20,208	<	48	24
Nisan	44	15,096	<	44	22
Mayıs	48	6	<	48	24
Haziran	13,84	0	<	46	23
Temmuz	33,506	0	<	48	24
Ağustos	48	0	<	48	24
Eylül	44	1,5	<	44	22
Ekim	43,164	0	<	46	23
Kasım	42,02	0	<	48	24
Aralık	33,32	0	<	42	21

**Tablo 28.** Toplam İşçi Sayısı ( $W_t$ ) – İşe Alınan İşçi Sayısı ( $H_t$ ) – İşten Çıkarılan İşçi Sayısı ( $F_t$ )

AYLAR	$W_t$		Dt/5000	Yuvarla	İşe Alınan İşçi Sayısı ( $H_t$ )	İşten Çıkarılan İşçi Sayısı ( $F_t$ )	Toplam İşçi Sayısı ( $W_t$ )
Ocak	11	$\geq$	10,308	11	1	0	11
Şubat	17	$\geq$	16,794	17	6	0	17
Mart	17	$\geq$	16,495	17	0	0	17
Nisan	15	$\geq$	14,815	15	0	2	15
Mayıs	14	$\geq$	13,187	14	0	1	14
Haziran	4	$\geq$	3,9	4	0	10	4
Temmuz	3	$\geq$	2,971	3	0	1	3
Ağustos	15	$\geq$	14,553	15	12	0	15
Eylül	10	$\geq$	9,617	10	0	5	10
Ekim	10	$\geq$	9,045	10	0	0	10
Kasım	10	$\geq$	9,1684	10	0	0	10
Aralık	9	$\geq$	8,435	9	0	1	9

## 4.2 Hedef Programlama Modeli ve Çözümüne İlişkin Bulgular

### 4.2.1 Hedeflerin Belirlenmesi

İşletme yöneticilerinin hedefleri:

1) Kar Hedefi

Önümüzdeki yıl karı, 2007 yılı karını (7.342.181 Ytl) %30'u geçmesini istemektedir.

2) Üretim Miktarı Hedefi

Sıvı gübrelerin üretim miktarının 75000 kg. olmasını istemektedir.

3) Fazla Mesai Hedefi

Fazla mesainin olabildiğince en aza indirilmesi istemektedir.

4) İşçi Sayısı Hedefi

İşçi alımı ve çıkarılmasının en aza indirilmesini istemektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda, Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şti'nin bir üretim döneminde işletme hedefleri doğrultusunda her ürün grubundan üretmesi gereken miktarlar, stokta bulundurması gereken miktar, siparişi ertelenen miktar ve işçi sayıları Hedef Programlama yaklaşımıyla hesaplanmıştır.

### Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{\min} = P_1(d_1^-) + P_2(d_2^- + d_2^+) + P_3(d_3^- + d_3^+) + P_4(d_4^- + d_4^+) \quad (1)$$

(Hedeflerin öncelik sırasına göre minimizasyonu denklemini gösterir.)

- **Hedef 1:**

- **Kar Hedefi**

- **1. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{j=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - d \times B_{it} - 440936 + d_1^- - d_1^+ = KarHedefi$$

- Ek-2'de modelin açılımı açık bir şekilde verilmiştir.



Burada sabit gider kalemi 440936 Ytl olarak alınmıştır. Tablo 19.'da giderler görülmektedir.

### Sistem Kısıtları [I]

$$1. R_{it} + O_{it} + I_{i(t-1)} - B_{i(t-1)} = D_{it} + I_{it} - B_{it}; \quad \forall i, t$$

$$2. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times R_{it} \leq M_{mt}$$

$$3. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times O_{it} \leq 0,5 \times M_{mt}$$

$$4. W_t \geq \frac{\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} D_{it}}{5000} \quad \forall t, i$$

$$5. W_0 = 10$$

$$W_t - W_{t-1} = H_t - F_t \quad t = 1, 2, \dots, 12.$$

$$W_t \geq W_0 \quad t=1, 2, \dots, 12.$$

$$B_{i12} = 0 \quad i=1, 2, \dots, 10.$$

$$I_t, B_t, O_t, H_t, F_t, W_t, \text{ tamsayı}, \quad \forall t$$

$$R_t, I_t, B_t, O_t, H_t, F_t, W_t, d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

**Sistem Kısıtları [I]** : Tüm hedeflerin çözümlerinde sistem kısıtını oluşturur.

- **Hedef 2:**

- **Sıvı Gübrelerin Üretim Miktarı Hedefi**

- **2. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{I=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{ÜretimMiktarı}$$

- Ek-2'de modelin açılımı açık bir şekilde verilmiştir.

**Sistem Kısıtları:**

$$\sum_{I=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - d \times B_{it} - 440936 + d_1^- - d_1^+ = \text{KarHedefi} \quad (1)$$

$$\text{Sistem Kısıtları [I]} \quad (2)$$

- **Hedef 3:**

- **Fazla Mesai İle İlgili Hedef**

- **3. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{I=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{FazlaMesai}$$

- Ek-2'de modelin açılımı açık bir şekilde verilmiştir.

**Sistem Kısıtları:**

$$\sum_{I=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - d \times B_{it} - 440936 + d_1^- - d_1^+ = \text{KarHedefi} \quad (1)$$

$$\sum_{I=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{ÜretimMiktarı} \quad (2)$$

$$\text{Sistem Kısıtları [I]} \quad (3)$$

- **Hedef 4:**
  - **İşçi alımı-çıkarılması ile ilgili kısıt**

- **4. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{t=1}^{12} (H_t + F_t) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçiDönüşümü}$$

- Ek-2’de modelin açılımı açık bir şekilde verilmiştir.

### Sistem Kısıtları:

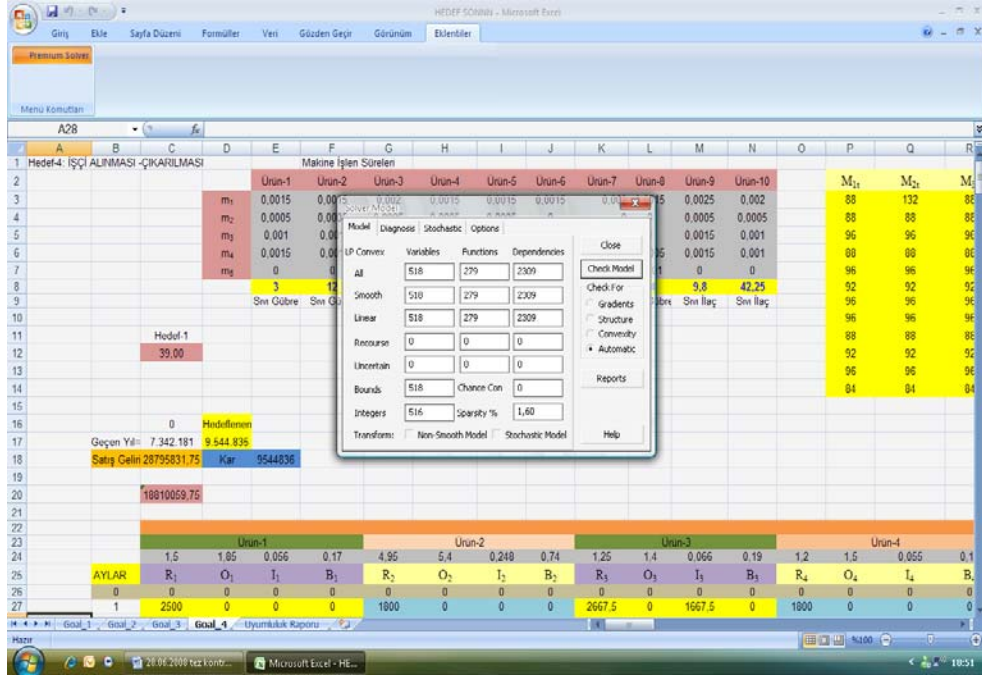
$$\sum_{l=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_l \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - d \times B_{it} - 440936 + d_1^- - d_1^+ = \text{KarHedefi} \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{ÜretimMiktarı} \quad (2)$$

$$\sum_{l=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{FazlaMesai} \quad (3)$$

$$\text{Sistem Kısıtları [I]} \quad (4)$$

Kurulan Hedef Programlama Modeli, Premium Solver Plantfort V8.0 Stochastic ile hedeflerin öncelik sırası korunarak çözümlenmiştir. Modelde değişken sayısı 518, negatif sapma “d<sup>-</sup>” 4, pozitif sapma “d<sup>+</sup>” 4’tür.



Şekil 16. Hedef Programlama Modelinin Çözümünde Değişkenleri Gösteren Çözücü

Her öncelikli hedefte bulunan sapma değerleri bir sonraki hedefin çözümünde, modelde sistem kısıtını oluşturmuştur. Modelin çözülmesinde ilk olarak birinci öncelikli hedefe göre çözüm bulunmuştur. Daha sonra, ikinci öncelikli hedefe birinci öncelikli hedef sistem kısıtı ve bulunan sapma değerleri veri olarak girilmiştir. Üçüncü öncelikli hedefte ise, birinci ve ikinci öncelikli hedefler sistem kısıtı ve bulunan sapma değerleri modele yansıtılmış ve çözümler buna göre bulunmuştur. Son olarak da dördüncü öncelikli hedefte, ilk üç hedef öncelik sıraları korunarak model oluşturulmuştur.

Hedeflerin öncelik sıraları korunarak bulunan sonuçlar aşağıda Tablo 29-33'de gösterilmektedir.

**Tablo 29.** Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Üretim Miktarları

<i>Aylar</i>	<i>Ürünler / Normal Mesaide Üretim Miktarları (R<sub>i</sub>)</i>										<i>Ürünler /Fazla Mesaide Üretim Miktarları (O<sub>i</sub>)</i>										
	<i>R<sub>1</sub></i>	<i>R<sub>2</sub></i>	<i>R<sub>3</sub></i>	<i>R<sub>4</sub></i>	<i>R<sub>5</sub></i>	<i>R<sub>6</sub></i>	<i>R<sub>7</sub></i>	<i>R<sub>8</sub></i>	<i>R<sub>9</sub></i>	<i>R<sub>10</sub></i>	<i>O<sub>1</sub></i>	<i>O<sub>2</sub></i>	<i>O<sub>3</sub></i>	<i>O<sub>4</sub></i>	<i>O<sub>5</sub></i>	<i>O<sub>6</sub></i>	<i>O<sub>7</sub></i>	<i>O<sub>8</sub></i>	<i>O<sub>9</sub></i>	<i>O<sub>10</sub></i>	
<i>Ocak</i>	2500	1800	2667	1800	930	0	0	44000	2000	560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Şubat</i>	2650	820	1735	2500	1400	0	0	44000	2350	800	0	0	0	0	0	0	0	12000	0	0	0
<i>Mart</i>	2200	1280	2902	2250	1300	0	0	48000	2100	1200	0	0	0	0	0	0	0	10105	0	0	0
<i>Nisan</i>	1655	1200	2023	2680	2550	0	0	44000	1490	1050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mayıs</i>	1400	450	3601	1250	2500	0	0	48000	1100	755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hazirn</i>	1000	750	1115	825	2250	1575 5	3501	29894	520	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Temuz</i>	450	525	1020	200	400	1195	10578	33000	450	550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ağustos</i>	350	415	425	150	0	0	0	48000	650	415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eylül</i>	620	275	525	450	315	0	0	44000	0	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ekim</i>	425	650	0	500	250	680	620	42000	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kasım</i>	340	428	0	566	450	2800	1780	38000	1050	428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aralık</i>	1850	1250	1800	715	450	2500	4320	27000	1640	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tablo 30.** Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Üretim Miktarları

Aylar	Ürünler / Stok Yapılan Miktar ( $I_i$ )										Ürünler / Siparişi Ertelenen Miktar ( $B_i$ )										
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_7$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$	$B_{10}$	
<i>Ocak</i>	0	0	1668	0	0	0	0	9000	0	0		0	0	0	0	0	2750	3200	0	0	0
<i>Şubat</i>	0	0	603	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	5550	6050	0	0	0
<i>Mart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	75	0	0	7335	7830	6895	0	0
<i>Nisan</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1902	0	0	9855	9910	17895	0	0
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	14855	11690	19894	0	0
<i>Haziran</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	9529	0	0	0
<i>Temmuz</i>	0	0	0	0	0	985	0	23000	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ağustos</i>	0	0	0	0	0	625	0	1000	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eylül</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ekim</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kasım</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aralık</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tablo 31.** Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Normal Mesai Kapasitelerinin Maksimum Kapasite ile Kıyaslanması

<i>Aylar</i>	<i>Makinelerin Normal Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Normal Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	88	6,39	15,92	38,74	44		88	132	88	110	44
<i>Şubat</i>	88	6,30	15,16	38,87	44		88	88	88	110	44
<i>Mart</i>	96	6,90	17,18	41,95	48		96	96	96	120	48
<i>Nisan</i>	88	6,526	15,41	38,57	44		88	88	88	110	44
<i>Mayıs</i>	91,86	5,88	15,20	38,73	48		96	96	96	120	48
<i>Haziran</i>	87,85	3,74	8,63	62,45	46		92	92	92	115	46
<i>Temmuz</i>	79,07	1,89	4,84	44,70	44,53		96	96	96	120	48
<i>Ağustos</i>	76,67	1,24	3,15	27,19	48		96	96	96	120	48
<i>Eylül</i>	70,09	1,28	2,98	25,25	44		88	88	88	110	44
<i>Ekim</i>	68,19	0,96	1,92	25,98	43,164		92	92	92	115	46
<i>Kasım</i>	70,91	1,63	3,78	32,40	42,02		96	96	96	120	48
<i>Aralık</i>	68,28	4,35	10,97	38,49	33,32		84	84	84	105	42

**Tablo 32.** Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan Fazla Mesai Kapasitelerinin Maksimum Kapasite ile Kıyaslanması

<i>Aylar</i>	<i>Makinelerin Fazla Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Fazla Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	0	0	0	0	0		44	66	44	55	22
<i>Şubat</i>	18	0	0	6	12		44	44	44	55	22
<i>Mart</i>	15,15	0	0	5,05	10,10		48	48	48	60	24
<i>Nisan</i>	0	0	0	0	0		44	44	44	55	22
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Haziran</i>	0	0	0	0	0		46	46	46	57,5	23
<i>Temmuz</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Ağustos</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Eylül</i>	0	0	0	0	0		44	44	44	55	22
<i>Ekim</i>	0	0	0	0	0		46	46	46	57,5	23
<i>Kasım</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Aralık</i>	0	0	0	0	0		42	42	42	52,5	21



**Tablo 33.** Hedef Programlama Yöntemi ile Hesaplanan İşçi Sayısı ve Sapma Değerleri- Hedef Sonuçları

Aylar	İşçi Alımı ( $H_t$ ) /İşçi Çıkarılması ( $F_t$ ) Toplam İşçi Sayısı ( $W_t$ )			Sapma Değerleri ve Hedeflerin Sağlanması		
	$H_t$	$F_t$	$W_t$	Negatif Sapma Değerleri	Pozitif Sapma Değerleri	Hedeflerin Eşitliği
Ocak	1	0	11	$d1-$	$d1+$	1.Hedef Eşitliği
Şubat	6	0	17	0	0	9544836 = 9544836
Mart	0	0	17			
Nisan	0	2	15	$d2-$	$d2+$	2.Hedef Eşitliği
Mayıs	0	1	14	5221	0	75000 = 75000
Haziran	0	10	4			
Temmuz	0	1	3	$d3-$	$d3+$	3.Hedef Eşitliği
Ağustos	12	0	15	0	22105	0 = 0
Eylül	0	5	10			
Ekim	0	0	10	$d4-$	$d4+$	4.Hedef Eşitliği
Kasım	0	0	10	0	39	0 = 0
Aralık	0	1	9			

 $W_0=10$

## V. BÖLÜM

### SONUÇ ve TARTIŞMA

#### 5.1. Doğrusal Programlama Modeli Çözümünün Değerlendirilmesi

Amaç denklemi ve sistem kısıtları verilen modelin doğrusal programlama yöntemiyle çözümü yapılmıştır. Üretim maliyetinin minimizasyonu amaçlanıp her bir kısıtın eşitliği sağlanmıştır. İşletmenin talebi karşılayabilmesi için üretim maliyetinin minimum 18.569.731,42 Ytl olduğu görülmüştür. İşletmenin verilerinden faydalanarak oluşturulan modelde, her ürün grubunda aylık talebin karşılanabilmesi için Haziran ayından yılsonuna kadar olan periyotta normal mesai ile üretim yapması yeterli olurken, ilk 5 ay (Ocak-Şubat-Mart-Nisan-Mayıs) normal mesai ile birlikte fazla mesai yapılmıştır. Haziran ve Temmuz aylarında talep seviyesinde çok ciddi bir düşüş olduğu için bu aylarda bir sonraki ayların talebini fazla mesai yapmadan karşılayabilmek amacıyla stok yapılmıştır. NPK yaprak gübresi 1 Kg. ( $X_1$ ) ve Toz Mikro Besin Gübresi ( $X_7$ ) 1780 kg. siparişleri bir sonraki aya ertelenerek o ayın talebine ilave edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Fazla Mesai ile birlikte toplam 71697 kg. üretim yapılması gerekmektedir. Toplam talep miktarı 646442 kg. olup, toplam talebin %11'i fazla mesai yapılarak karşılanabilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde özellikle  $X_3$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  ve  $X_8$  ürünlerinde fazla mesai yapılarak talep karşılanmaktadır.  $X_6$ ,  $X_7$  ve  $X_8$  ürünlerinde fazla mesai yapılması zorunluluğu ise 5. Makinenin kapasitesinin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır.  $X_3$  ürün grubunun üretim sürecinde 5. Makede işlem görmemesine rağmen  $X_3$  ürününün talebinin karşılanmasında fazla mesai yapılmasının nedeni 5. Makinenin kapasitesinin yetersiz olmasıdır. Çelişki gibi görünen bu noktada, aslında herhangi bir hata yoktur. Tüm ürünlerin üretim süreçlerinde 1.makinenin kullanılması nedeniyle 5.makinenin yetersiz kapasiteye sebep olması, bu makinenin de fazla mesai yapması durumunu oluşturmuştur. 1.makinenin Haziran ayından, yılsonuna kadar olan dönemde atıl

kapasitesi oluşmaktadır. Mayıs ve Eylül aylarında da yeterli kapasiteye sahip olmasına rağmen fazla mesaide işlemlerini sürdürdüğü görülmektedir. Bunun nedeni 5. Makinenin kapasitesinin yetersiz olmasıdır. 2. makinenin kapasitesi, tüm ürünlerin taleplerini karşılamada oldukça yüksektir. Ancak bu makine de ilk 4 ay fazla mesai yapmak zorundadır. Nedeni ise, doğrudan 1. Makinenin fazla mesai yapması, dolaylı olarak da 5. Makinenin kapasite yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. 3. Makinenin durumu 2. Makine ile aynıdır. 4. makinenin de kapasitesi yeterli olmasına rağmen 5. Makinenin yetersizliği bu makinede de aynı durumu oluşturmaktadır. 5. Makine öğütme işleminin yapıldığı ekipmandır. Diğer tüm makinelerin kapasitesini de sınırladığı için en kritik durumdadır. Her ay tam kapasite ile çalışmış ve atıl kapasitesi kalmamıştır. Sadece  $X_6$ ,  $X_7$  ve  $X_8$  ürünlerinin üretim sürecinde kullanılan bu makine, 2. ve 3. Makine ile birlikte kullanılmamaktadır. Bu nedenle o makineleri doğrudan sınırlandırmamaktadır. Fakat 1. Makinenin tüm üretim süreçlerinde kullanılması 2. ve 3. Makinelerin de dolaylı olarak 5. Makine tarafından sınırlandırılmasına neden olmaktadır.

Ürün gruplarının aylık üretim miktarları incelendiğinde  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  ve  $X_5$  ürün gruplarının aylık üretim taleplerini normal mesai yaparak karşıladığı görülmektedir.  $X_3$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  ve  $X_8$  ürün gruplarında ise normal mesaide üretilen miktar talebin karşılanmasında yetersiz olduğundan üretim periyodunun ilk dört ayında fazla mesai yapılmış ve diğer aylarda da stok yapılarak ve sipariş bir sonraki aya ertelenerek talepler karşılanmıştır. Temmuz ayında talep çok düşük olduğu için bu ay bazı ürünlerde stok yapılarak bir sonraki ay oluşan talebin karşılanmasında kullanılmıştır.

$X_6$  ürün grubundan Temmuz ayında 360 kg. üretim yapıp, ağustos ayında bu grupta üretim yapılmayıp talep, stoktan karşılanmıştır.  $X_7$  ürün grubunda ise, Ocak ayında 3200 kg. olan talep karşılanmış ve bir sonraki ayın talebi kadar da üretim yapılarak stok'a atılmış ve Şubat ayında bu ürün grubunun üretimi yapılmamıştır. Mart ve Nisan aylarında talep miktarı sadece fazla mesai yapılarak karşılanabilmiştir. Bunun nedeni ise diğer ürün grubu  $X_8$  ürününün normal mesaide yapılan üretimi 5. makinenin kapasitesini doldurduğu için bu ürün grubunun üretimleri sadece fazla mesaide yapılmıştır. Mayıs ayının talebi ise siparişi ertelenerek bir sonraki aya kaydırılmıştır.

X<sub>8</sub> ürün grubunda Ocak ayında talep 35000 kg. iken bu ay 36236 kg. normal mesaide üretim yapıp, 1236 kg. stok yapılmıştır. Şubat ayında normal mesai ile birlikte fazla mesaide yapılmış ve bir önceki ayın stok miktarı da ilave edilerek talep karşılanabilmiştir. Mart-Nisan-Mayıs aylarında da normal ve fazla mesai yapılarak talep karşılanmaya çalışılmıştır. Haziran ve Temmuz aylarında talep azaldığı için sadece normal mesaide yapılan üretim yeterli olmuş ve hatta temmuz ayında stok yapılarak bir sonraki ayın talebinin karşılanması sağlanmıştır.

Zirai ilaçların talepleri diğer ürün grupları gibi çok yüksek olmadığı için, talebin karşılanmasında normal mesaide üretilen miktar yeterli olmuştur.

İşletme başlangıçta 10 işçi ile faaliyetini sürdürmektedir. Belirtilen talepleri karşılayabilmesi için Ocak ayında 1 işçi, Şubat ayında 6 işçi işe alarak toplam 17 kişi ile Nisan ayına kadar faaliyetini sürdürmüştür. Nisan ayında 2, Mayıs ayında 1 ve Haziran ayında 10 işçiyi işten çıkararak 3 kişi ile talebi karşılayabilmektedir. Haziran ayında bu kadar çok işçiyi işten çıkarması, talep kısıtı ile ilgilidir. Haziran ve Temmuz aylarında talep düştüğü için ve amaç denkleminiz üretim maliyetini minimize etmek olduğundan model çözümde işçi sayısını azaltmaya yönelmiştir. Talep kısıtında ise talebin her 5000 kg. arttığında 1 işçi işe alınması işçi sayısının değişmesinde etkili olmuştur. Ağustos ayında üretim miktarındaki artış işçi gereksinimi yaratmış ve 12 kişi işe alınmıştır. Daha sonraki aylarda da değişen talebe bağlı olarak 6 kişi işten çıkarılmış ve işletme yılsonunda 9 işçi ile talebi karşılayabilmiştir.

Modelin çözümü yapılırken, normal mesaide yapılan üretim ile talebin karşılanması önceliklidir. Çünkü fazla mesai, stok bulundurma ve siparişi erteleme, işletme için ayrıca maliyet oluşturmaktadır. Üretim maliyetinin minimizasyonu için optimal çözüm bu şekilde yapılabilecek üretim şekli ve işçi sayıları ile sağlanabilmiştir.

## 5.2 Hedef Programlama Modelinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hedeflerin öncelik sıraları korunarak çözümler yapılmış ve uzlaşık çözüme ulaşılmıştır. İlk olarak 1.öncelikli hedefe sahip olan Kar Hedefi; amacımız bir önceki yılın karının %30'u geçmesine göre çözüm yapıldığında negatif ve pozitif yönde sapmanın olmadığı ( $d_1^- = 0$  ve  $d_1^+ = 0$ ) çözüm sonucunda görülmüş ve Tablo 33.'de değerler verilmiştir. Bu eşitlik, ilk hedeften hiçbir sapmanın olmadığını gösterir. Bir önceki yılın karı 7.342.181 Ytl olup, bu yıl hedeflenen değer 9.544.836 Ytl'dir. Bu hedefe Ek-2'de gösterilen üretim miktarları ile ulaşılmıştır. 1.Hedefin çözümüne ilişkin sonuçlar incelendiğinde talebin karşılanması için gereken üretim miktarları normal mesaide yapılan üretimin yanında, fazla mesai, stok yapılarak ve sipariş ertelenerek sağlanabilmiştir. Fazla mesaide yalnızca Damlama sulama gübrelerin ( $X_8$ ) ve bazı aylarda da diğer ürünlerin üretimleri gerçekleştirilmiştir. Haziran ve Temmuz aylarında azalan talep karşısında işçi çıkarılmış ve talep fazla mesai yapılarak karşılanabilmiştir. Makinelerin kapasiteleri incelendiğinde Toz ünite de kullanılan 5. makinenin kapasitesinin sınırlı olması diğer makinelerin de fazla mesai yapmasını gerektirmektedir. Bu nedenle diğer makinelerde atıl kapasite oluşmaktadır.

Yalnız bu hedefe göre yapılan çözümün optimal çözüm vermediği açıkça görülmektedir. Çünkü işletme öncelikli olarak normal mesai yaparak talebi karşılamak istemektedir. Daha sonraki hedeflerde bu göz önüne alınmış ve mantıklı sonuçlara ulaşılmıştır.

İşletme, diğer ürün gruplarının taleplerine göre daha az istemi olan sıvı yaprak gübrelerinin ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ ) talebinin 75000 kg. olmasını ikinci öncelikli hedefi olarak istemektedir. Birinci hedefin çözümünden bulunan sapma değerleri bu hedefin çözümünde sistem kısıtı olarak alınmış ve sonuçlar bulunmuştur. Tablo 33.'de ikinci hedefin negatif yönde sapma oluşturduğu görülmektedir. ( $d_2^- = 5221$  ve  $d_2^+ = 0$ ). Bunun nedeni ise, ikinci hedefe ulaşmak için talebi ve dolayısıyla üretim miktarını 5221 kg. arttırmak gerekmektedir. Makine kapasiteleri incelendiğinde ise 5.makinenin, normal mesaide yetersiz kapasiteye sahip olması ve bu nedenle fazla mesai yaparak talebi karşılayabilmesi, diğer makineleri de fazla mesai yapmak durumunda bırakmıştır. Ek-2'de Hedef-2 sonuçları incelendiğinde talebin, genellikle fazla mesaide üretim yapılarak

ve siparişler ertelenerek ya da talebin stokta bekleyen mamul mallardan karşılandığını görmekteyiz. Bu sonuçlar karşısında işletme, üçüncü öncelikli olarak hedefini fazla mesainin en aza indirilmesi olarak belirlemiştir.

Üçüncü öncelikli hedefe göre çözümler yapıp, sonuçlar Ek-2’de Tablo 34.’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Damlama sulama gübreleri ( $X_8$ ) haricindeki diğer ürün gruplarında fazla mesai yapılmadan talep karşılanabilmiştir. Damlama sulama gübrelerinin talebi yalnız normal mesai yapılarak talebi karşılanamamıştır. Bunun nedeni ise, bu ürün grubunun üretim prosesinde 5.makinede işlem süresinden kaynaklanmaktadır. Bu makinenin kapasitesi arttırıldığında ya da bu ürün grubunun 5.makinede işlem süresi kısaltılabildiği takdirde, fazla mesai yapılmadan talep karşılanabilmektedir. 4.makinenin normal mesai kapasitesi yeterli olduğu halde, Şubat ve Mart aylarında 5. Makinenin kapasite yetersizliğinden dolayı fazla mesai yapması bu makinenin de fazla mesai yapmasını gerektirmiş ve bu aylarda 4. Makinede atıl kapasite oluşmuştur. 1.makine ise bu aylarda normal mesai kapasitesini aştığı için fazla mesai yapmak durumunda olduğu görülmektedir. Üçüncü öncelikli hedefin çözümünde pozitif yönde sapma olduğu görülmektedir ( $d_3^- = 0$  ve  $d_3^+ = 22107$ ). Damlama sulama gübre talebinin karşılanabilmesi için, 22107 kg. mamul mal fazla mesai yapılarak üretilmesi gerekmektedir. 44680 kg. sipariş bir sonraki aya ertelenerek karşılanmıştır. Diğer ürün gruplarında ise, fazla mesaide yapılan üretim miktarı en aza indirilebilmiş, talep öncelikli olarak normal mesai yapılarak karşılanmış, yetersiz olduğu noktada da, stoktan ya da sipariş ertelenerek karşılanabilmiştir.

İşletmenin son hedefi işçilerin işe alım ve çıkarılmasının en aza indirilmesidir. Bu hedef dikkate alınıp, hedefe ilişkin kısıtlar ve bir önceki hedeflerin negatif ve pozitif yöndeki değerleri de problemin çözümünde veri olarak kullanılmıştır. Bunun neticesinde bulunan sonuçlar yukarıda Tablo 33.’de görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde hedefe pozitif yönde sapma ile ulaşılabilmıştır ( $d_4^- = 0$  ve  $d_4^+ = 39$ ). İşletmenin, bir üretim döneminde toplam 39 kişiyi işe alıp-işten çıkarmak suretiyle hedeflerine ulaşabileceği görülmüştür. Talebin karşılanmasında öncelikli olarak, normal mesaide üretim yapılarak karşılanabilmiştir. (Damlama sulama gübrelerinin üretimi haricinde) Normal mesai yapılarak karşılanamayan talep, stokta bekleyen mamul

mallardan ya da sipariş bir sonraki aya ertelenerek karşılanmıştır. İşletme üretim döneminin başında 10 işçi ile faaliyete başlamış ve dönem sonunda 9 işçi ile sezonu bitirmiştir. Haziran ayında azalan talep karşısında, üretim maliyetini en aza indirmek ve birinci hedefi olan karı sağlayabilmek için 10 işçiyi işten çıkarmak durumundadır.

Ağustos ayında artan talep ile birlikte 12 kişi işe tekrar alınmıştır. Uzlaşık çözüme ulaşmada, tüm hedeflerin öncelikleri korunmuş, üretim miktarları tamsayı olarak çözümlenmiştir.

Sonuç olarak, işletme bu şekilde üretim planlaması yaptığıında, karını bir önceki yıla göre %30 arttırarak 9.544.836 Ytl'ye çıkarabilir. Sıvı yaprak gübrelerinden 5221 kg. daha fazla üretim yaparak bu ürün grubunda toplam 75000 kg. üretim miktarına ulaşabileceği görülmüştür. Sadece damlama sulama gübrelerinin talebini karşılamada, Şubat ve Mart aylarında fazla mesai yapması gerektiği görülmüştür. Ancak, bu sorun da kullanıcı tarafından kolaylıkla düzeltilebilir. Şöyle ki, fazla mesai yapılması durumu 5. Makinenin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Kapasite arttırılması söz konusu olabileceği gibi, işlem sürelerinde yapılabilecek çok az kısaltma ile bu problem ortadan kaldırılabilmektedir. İşletmenin en son hedefi ise, işçi işe alım ve çıkarılmasının en aza indirilmesini istemesidir. Dönemin başlangıcında toplam 10 işçi bulunmaktadır. İşletmenin istenilen hedeflere ulaşılabilmesi için, faaliyet süresi içinde, 19 kişi işe alması ve 20 işçiyi işten çıkarması gerektiği görülmüştür.

İkinci, üçüncü ve dördüncü hedeflerde pozitif ya da negatif yönde sapmalar oluşmasına rağmen çözüm, işletme yöneticileri tarafından incelenmiş ve önümüzdeki dönem bu sonuçlar doğrultusunda üretime yön verilebileceği kanaatine varılmıştır. İşletmenin talebi karşılamada, siparişi ertelemek yerine stok yapma durumunu da 5. öncelikli hedef olarak sisteme aktarmak mümkündür. Ancak, şu an için siparişi ertelemek işletme yöneticileri için çok fazla öneme sahip olmadığı öğrenilmiştir.

### 5.3 Sonuç

İşletmelerin varlığını sürdürebilmesi, ürettiği mal veya hizmeti eldeki mevcut kaynakları en ekonomik düzeyde kullanarak, istenilen nitelik ve zamanda yapabilmesi ile ilgilidir. Her geçen gün farklı gereksinimler oluşmakta ve işletmeler bunları karşılayabilmek için çaba harcamaktadırlar. Artan ve değişen tüketici taleplerini karşılamak için şirketler birbirleri ile rekabet ederler. Uluslararası boyuta ulaşan rekabet, beraberinde pazara uyum sağlayabilen işletmelerin varlığını sürdürmesine ve gelişmesine imkân sağlamaktadır. Rekabetin oluşturduğu kalite ve maliyet boyutu üretim sistemlerinde planlamanın bilimsel tekniklerle yapılmasını gerektirmiştir.

Üretimi düşünülen mamulün nitelikleri ve miktarı; hammadde, malzeme, işgücü ve sermaye maliyetleri gibi üretim faktörleriyle doğrudan ilgili olmaktadır. İşletme yöneticileri, üretim planlamasını gerçekleştirebilmek için, ilk olarak gelecekte yapılacak üretim faaliyetleri sonucu elde edilecek mamullerin piyasada olabileceği durumu ve gelecekte teknolojiden etkilenebilme gibi hususları, birtakım tahmin metotlarına göre önceden tespit ederler. Bu tahminlerden sonra planlama faaliyetleri başlar. Üretim dönemleri bazında beklenen talep seviyesini en düşük maliyetle karşılayacak uygulanabilir üretim seçeneklerinin saptanması bütünleşik üretim planı olarak tanımlanır. Bütünleşik üretim planlaması orta dönemli planlamadır. Planlamacı bu planı hazırlarken, birçok kısıtı göz önünde bulundurur, birbiriyle çatışan birçok amacı aynı anda çeşitli seçenekleri kullanarak olabildiğince gerçekleştirmeye çalışır. Şirketlerin amaçları arasında, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, işletmenin tam kapasite ile çalışması, fazla mesainin olabildiğince yapılmaması, karın maksimum seviyeye çıkarılması sayılabilir. Bu hedeflere aynı anda ulaşılacak istendiğinde, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biri olan Hedef Programlama Yönteminden faydalanmak en yararlıdır. Çünkü klasik karar verme yöntemleriyle yapılan üretim planlama çalışmalarında sadece maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonu gibi tek bir hedef gerçekleştirilebilirken, hedef programlama yöntemi ile kapasitenin tam kullanılması, boş bekleme sürelerinin en aza indirilmesi, fazla mesainin mümkün olabildiğince azaltılması, karın maksimizasyonu gibi birçok amaç aynı anda gerçekleştirilebilmektedir. Hedef programlama, en yüksek öncelikli hedeften başlayarak



sırasıyla hedefleri mümkün olduğunca karşılayarak, optimal çözüm yerine uzlaşık çözümü veren bir yöntemdir.

Bu nedenle uygulama bölümünde, çok sayıda mamul çeşidinin üretildiği bir sanayi işletmesi olan Esen Şirketler Grubu bünyesinde bulunan Farmsen Tarım İlaçları Şti'de, öncelikle tek hedef olan üretim maliyetinin minimizasyonu Doğrusal Programlama yöntemiyle daha sonra çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan Hedef Programlama Yöntemiyle de işletmenin öncelikli dört hedefi aynı anda gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Doğrusal programlama yöntemi ile ürün gruplarına ilişkin gerçekleştirilen üretim planlaması sonucunda; bir üretim döneminde üretim maliyetinin minimizasyonu sağlanmış ve ürün gruplarından normal ve fazla mesaide üretilmesi gereken miktarlar, stok miktarı, siparişi ertelenen miktar, işçi sayıları, işletme hedefleri çerçevesinde optimum değerle belirlenmiştir.

İşletme yöneticilerinin üretim maliyetinin minimize edilmesi dışında, ulaşmak istedikleri bazı hedefler vardır. Bu hedefler; önümüzdeki yıl karının, 2007 yılı karını (7.342.181 Ytl) %30'u geçmesi, sıvı gübrelerin üretim miktarının 75000 kg. olması, fazla mesainin olabildiğince en aza indirilmesi, işçi alımı ve çıkarılmasının en aza indirilmesi şeklinde belirtilmiştir. Bu hedeflere ulaşabilmek için hedef programlama modelinden yararlanılmıştır. Problemin çözümü için, her ürün grubunun üretimi aşamasında yapılan işlemler ele alınarak karar değişkenleri belirlenmiş ve hedef programlama modeli kurulmuştur. Çözüm aşamasında Premium Solver Platform V.8.0 kullanılmıştır. Modelde 516 tane karar değişkeni, 2165 tane sistem kısıtı bulunmaktadır.

Tüm hedeflere ilişkin değerlendirmeler daha önce de yapılmıştı. Hedeflere ilişkin çözümler neticesinde, işletme talebin karşılanmasında öncelikli olarak normal mesaide üretim yapmaktadır. Ancak damlama sulama gübrelerin ( $X_8$ ) taleplerini normal mesaide yapılan üretim miktarı karşılamamaktadır. Bu nedenle talep fazla mesai yapılarak, stok yapılarak ve sipariş bir sonraki aya ertelenerek karşılanabilmiştir.

Sonuç olarak görülmüştür ki; doğrusal programlama yöntemi ile bulunan üretim miktarları, işletmenin üretim maliyetini en aza indirecek uygun değer miktarlardır. Daha sonra öncelikli hedefleri olan işletmenin, amaçları aynı anda gerçekleştirmeye çalışılmıştır. Karar verme yöntemlerinden biri olan hedef programlama yöntemi ile bulunan üretim miktarları, işçi sayısı, işletmenin tüm hedeflerini uzlaşık olarak çözümlenmiştir. Bulunan bu üretim miktarlarından faydalanarak, çalışmanın yapıldığı üretim dönemine ait üretim programlarını en doğru şekilde hazırlayarak üretimi detaylandırmak mümkündür. Ayrıca, modelin çözümünden görüleceği üzere, sonuçlardan yola çıkarak hedef değerlerindeki pozitif ve negatif yönde sapma miktarları ile kapasite artırımını, fazla mesai, üretim miktarı, işçi sayısı gibi kararları verebilmek mümkün olacaktır.

Hedef programlama yöntemi kullanılarak bulunan sonuçların anlamlı olması, Üretim Planlama çalışmalarında uygulanabilir olması nedeniyle çok faydalıdır. Farmsen Tarım İlaçları Ltd. Şti, için üretim planları hazırlanırken bu yöntem ve Premium Solver Platform V.8.0 önerilmiştir.

## **KAYNAKÇA**

- 1.** ACAR, Nesime, “Üretim Planlaması Yöntemi ve Uygulamaları”, MPM Yayınları No:280, Ankara, 2000.
- 2.** ACAR, Nesime, “Verimliliği Arttırıcı Yaklaşım ve Teknikler Dizisi Üretim Planlama Kontrolü”, MPM Yayınları Renk Ofset, Ankara, 2000.
- 3.**ACAR, Nesime, “Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları”, Ankara Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 280, 1989.
- 4.**ALAN, Mehmet Ali, YEŞİLYURT, Cavit, “Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel ile Çözümü”, C.Ü. İktisadi İdari Bilimler Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, 2004.
- 5.** AQUILANO, N.J., CHASE, R.B., “Fundamentals Of Operations Management”, 5<sup>th</sup> Ed. Irwin Inc., 1991.
- 6.** AVUNDUK, Hüseyin, “Endüstri İşletmelerinde Esnek Üretim Sistemleri ve Bir Uygulama”, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 1998.
- 7.** BAYKASOĞLU, A., “Moapps 1.0: Aggregate Production Planning Using The Multiple-Objective Tabu Search”, Int.J.Prod.Res., 2001, Vol.39, No.16, 3685-3702.
- 8.** CARLOS, Games da, Silva,. “An Interactive Decision Support System for an Aggregate Production Planning Model Based on Multiple Criteria Mixed Integer Linear Programming”, Omega, The International Journal of Management Science, August, 2004.
- 9.** CHASE, R.B. , “Production and Operations Management”, 3<sup>rd</sup> Edition, Richard D. Irwin Inc., 1981.

10. DAMON, W.W, SCHRAMM, R., “A Simultaneous Decision Model for Production, Marketing and Finance”, Management Science, Vol.19, Ekim, 1972.
11. DATZING, George B., Thapa, Mukund N., “Lineer Programming”, Springer-Verlag, New York, 1987.
12. DEJONCKHEERE, J., S.M. Disney, M. Lambrecht, and D.R.Towill “The Dynamics of Aggregate Planning”, Production Planning&Control 14, No.6, 2003.
13. DEMİR, Hulusi, Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU, “Üretim Yönetimi”, Beta Basım Yayın Dağıtım, No:479, İstanbul, 1998.
14. DEMİR, Hulusi, GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz, “Üretim / İşlemler Yönetimi”4. Baskı, Beta 4. Baskı, Beta Yayını, İstanbul, 1994.
15. DEMİR, Hulusi, GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz, “Üretim İşlemler Yönetimi”4. Baskı, Beta 4. Baskı, Beta Yayını, İstanbul, 1998.
16. DEMİRCİOĞLU, Hasan, “Üretim Programı Değişiklik Nedenlerinin Stoğa Bağlı Para Üzerindeki Etkileri ve Büyük Ölçekli Bir Firma Üzerinde Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2004.
17. DOĞAN, İ., “Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları”, Bilim Teknik Yayınevi, 1995, İstanbul.
18. DOĞAN, Üzeyme, “Üretim Planlama ve Kontrolü: Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama”, Üniversiteliler Ofset, İzmir, 1997.
19. DOĞAN, Muammer, “İşletme Ekonomisi ve Yönetimi”, Genişletilmiş Yeni Baskı, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 1998.

- 20.** EISELTH, H.A., PEDERZOLI, A., SANDBLOM, C-L ., “Continous Optimization Models”, Walter de Gruyter, New York, 1987.
- 21.** EVREN, Ramazan, Füsün ÜLENGİN, “Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme”, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, 1992.
- 22.** GÖKŞEN, Yılmaz, “Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme” Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 5, Sayı:4, 2003.
- 23.** GROOVER, P. Mikell, “Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall International Inc., New Jersey, 1987.
- 24.** HALAÇ, O., “Kantitatif Karar Verme Teknikleri”, 3. Bası, Evrim Basım Yayın, İstanbul, 1991.
- 25.** HEİZER J., B RENDER., “Production and Operations Management”, 2<sup>nd</sup>.Ed.Allyn and Bacon Inc., USA, 1996.
- 26.** HEİZER, Jay, Harry RENDER, “Production and Operations Management”, 4<sup>th</sup> Ed., Prentice Hall Inc., New Jersey, 1996.
- 27.** IGNIZIO, James P, Introduction To Linear Goal Programing ,California: Sage Publications, .1985
- 28.** IGNIZIO, J. P. , “Goal Programming And Extensions”, Lexington Books Co., London, 1976.
- 29.** KARA, I, “Yönetim Araştırmasının Yöntembilimi”, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Eskişehir, 1985.

- 30.** KOBU, Bülent, “Üretim Yönetimi”, Avcıol Basım Yayın, 11. Baskı, İstanbul, 1993.
- 31.** KRAJEWSKI, RITZMAN, “Operations Management Strategy and Analysis”, 4<sup>th</sup> Ed., Addison Wesley Inc., USA., 1996.
- 32.** LAWRENCE, K.D., S.H ZANAKIS, “Production Planning and Sheduling, Mathematical Programming, Application Institute of Industrial Engineers”, 1984.
- 33.** LEE, Sang M. LAURANCE, J. MOORE, “Introduction to Decision Science”, Petrocelli/Charter, Newyork, 1975.
- 34.** LEVIN, I. R., S. D. RUBIN, P. J. STINSON, S.E. GARDNER, “Quantiative Approaches to Management, 7<sup>th</sup> Ed., Mcgraw\_Hill Publishing Company,1989, New York
- 35.** MASUD, S.M., C.L.HWANG, “An Aggregate production planning Model and Application of Three Multiple Objective Decision Methods”, International Journal of Production Research, Vol.18 No:6, 1980.
- 36.** MEREDITH, J.R. “The Management of Operations”, 4.Baskı, NewYork, 1992.
- 37.** NOORI Hamid, Russel RADFORD, Production and Opérations Management, 4th.Ed., Prentice Hall Inc., New Jersey, 1996.
- 38.** RENDER, B., Ralph M. STAIR, “Quantitative Analysis for Management”, 3<sup>rd</sup> Ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1988.
- 39.** ROMERO, Carlos, “Extended Lexicographic Goal Programming: a Unifying Approach” Omega, 2001.
- 40.** RUSSELL, Roberta S., Bernand W. TAYLOR, “Operations Management”, Prentice Hall, 2000.

- 41.** SALVENDY, G., “Preface in Handbook of Industrial Engineering”, John Wiley & Sons, New York, 1982.
- 42.** SCHRODER, Roger G., “Operations Management, Decision Making In The Operations Function”, 4<sup>th</sup> Ed., Mc.Graw-Hill Book Co., USA, 1993.
- 43.** SHORE, B., “Operations Management”, Mc Graw-Hill Comp., NewYork, 1973.  
ŞAHİN, Mehmet, “Üretim Yönetimi”, Eskişehir, 1998.
- 44.** SILVER, E.A., R. PETERSON, “Decision Systems For Inventory Management and Production Planning”, 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons Inc., New York, 1985.
- 45.** TATAR, Tefvik, “Üretim Yönetimi ve Teknikleri”, Adana, 1976.
- 46.** TERSİNE, R.J., “Principles of Inventory and Materials Management”, 3<sup>rd</sup> Ed., North Holland, 1988.
- 47.** VOLLMAN, T.E., D.C. WHYBARK, W.L. BERRY, “Manufacturing Planning and Control Systems”, Richard D. Irwin Inc., Homewood, 1988.
- 48.** ULLMANN, John E., “Schaum's Outline of Theory and Problems of Quantitative Methods in Management”, New York, McGraw-Hill, 1976.
- 49.** ZELENY, “The Pros and Cons of Goal Programming”, Computers and Operations Research 8, Milan, 1981: 354-367.
- 50.** WERGES, B., “An Integrated Planning Process to Improve Margins, Turnover and Order Fulfillments”, Journal of Business Forecasting Methods and Systems, Vol.18, Issue1, 1999.

## **İnternet Kaynakları**

<http://bote.balikesir.edu.tr/~bote0436b/bde/btueus.htm> (Erişim Tarihi: 25.05.2008)

<http://enm.blogcu.com/11351541>(Erişim Tarihi: 08.05.2008)

[http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim\\_planlama\\_1.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/uzeyme.dogan/dosyalar/uretim_planlama_1.pdf)  
(Erişim Tarihi: 14.06.2008)

<http://www.uoguelph.ca/~dsaprlin/aggreat.htm>. (Erişim Tarihi: 20.10.2007)

<http://www.referenceforbusiness.com/management/A-Bud/Aggregate-Planning.html>

<http://www.cumhuriyet.edu.tr/edergi/makale/863.pdf>(Erişim Tarihi: 10.05.2008)



## EK-1: Modele İlişkin Kısıtların Açılımı

### Sistem Kısıtları:

$$1. \mathbf{R}_{it} + \mathbf{O}_{it} + \mathbf{I}_{i(t-1)} - \mathbf{B}_{i(t-1)} = \mathbf{D}_{it} + \mathbf{I}_{it} - \mathbf{B}_{it}; \quad \forall i, t$$

#### • 1. Ürün İçin:

$$R_{11} + O_{11} + I_{10} - B_{10} = D_{11} + I_{11} + B_{11}$$

$$R_{12} + O_{12} + I_{11} - B_{11} = D_{12} + I_{12} + B_{12}$$

$$R_{13} + O_{13} + I_{12} - B_{12} = D_{13} + I_{13} + B_{13}$$

$$R_{14} + O_{14} + I_{13} - B_{13} = D_{14} + I_{14} + B_{14}$$

$$R_{15} + O_{15} + I_{14} - B_{14} = D_{15} + I_{15} + B_{15}$$

$$R_{16} + O_{16} + I_{15} - B_{15} = D_{16} + I_{16} + B_{16}$$

$$R_{17} + O_{17} + I_{16} - B_{16} = D_{17} + I_{17} + B_{17}$$

$$R_{18} + O_{18} + I_{17} - B_{17} = D_{18} + I_{18} + B_{18}$$

$$R_{19} + O_{19} + I_{18} - B_{18} = D_{19} + I_{19} + B_{19}$$

$$R_{110} + O_{110} + I_{19} - B_{19} = D_{110} + I_{110} + B_{110}$$

$$R_{111} + O_{111} + I_{110} - B_{110} = D_{111} + I_{111} + B_{111}$$

$$R_{112} + O_{112} + I_{111} - B_{111} = D_{112} + I_{112} + B_{112}$$

#### • 2. Ürün İçin:

$$R_{21} + O_{21} + I_{20} - B_{20} = D_{21} + I_{21} + B_{21}$$

$$R_{22} + O_{22} + I_{21} - B_{21} = D_{22} + I_{22} + B_{22}$$

$$R_{23} + O_{23} + I_{22} - B_{22} = D_{23} + I_{23} + B_{23}$$

$$R_{24} + O_{24} + I_{23} - B_{23} = D_{24} + I_{24} + B_{24}$$

$$R_{25} + O_{25} + I_{24} - B_{24} = D_{25} + I_{25} + B_{25}$$

$$R_{26} + O_{26} + I_{25} - B_{25} = D_{26} + I_{26} + B_{26}$$

$$R_{27} + O_{27} + I_{26} - B_{26} = D_{27} + I_{27} + B_{27}$$

$$R_{28} + O_{28} + I_{27} - B_{27} = D_{28} + I_{28} + B_{28}$$

$$R_{29} + O_{29} + I_{28} - B_{28} = D_{29} + I_{29} + B_{29}$$

$$R_{210} + O_{210} + I_{29} - B_{29} = D_{210} + I_{210} + B_{210}$$

$$R_{211} + O_{211} + I_{210} - B_{210} = D_{211} + I_{211} + B_{211}$$

$$R_{212} + O_{212} + I_{211} - B_{211} = D_{212} + I_{212} + B_{212}$$

• **3. Ürün İçin:**

$$R_{31} + O_{31} + I_{30} - B_{30} = D_{31} + I_{31} + B_{31}$$

$$R_{32} + O_{32} + I_{31} - B_{31} = D_{32} + I_{32} + B_{32}$$

$$R_{33} + O_{33} + I_{32} - B_{32} = D_{33} + I_{33} + B_{33}$$

$$R_{34} + O_{34} + I_{33} - B_{33} = D_{34} + I_{34} + B_{34}$$

$$R_{35} + O_{35} + I_{34} - B_{34} = D_{35} + I_{35} + B_{35}$$

$$R_{36} + O_{36} + I_{35} - B_{35} = D_{36} + I_{36} + B_{36}$$

$$R_{37} + O_{37} + I_{36} - B_{36} = D_{37} + I_{37} + B_{37}$$

$$R_{38} + O_{38} + I_{37} - B_{37} = D_{38} + I_{38} + B_{38}$$

$$R_{39} + O_{39} + I_{38} - B_{38} = D_{39} + I_{39} + B_{39}$$

$$R_{310} + O_{310} + I_{39} - B_{39} = D_{310} + I_{310} + B_{310}$$

$$R_{311} + O_{311} + I_{310} - B_{310} = D_{311} + I_{311} + B_{311}$$

$$R_{312} + O_{312} + I_{311} - B_{311} = D_{312} + I_{312} + B_{312}$$

• **4. Ürün İçin:**

$$R_{41} + O_{41} + I_{40} - B_{40} = D_{41} + I_{41} + B_{41}$$

$$R_{42} + O_{42} + I_{41} - B_{41} = D_{42} + I_{42} + B_{42}$$

$$R_{43} + O_{43} + I_{42} - B_{42} = D_{43} + I_{43} + B_{43}$$

$$R_{44} + O_{44} + I_{43} - B_{43} = D_{44} + I_{44} + B_{44}$$

$$R_{45} + O_{45} + I_{44} - B_{44} = D_{45} + I_{45} + B_{45}$$

$$R_{46} + O_{46} + I_{45} - B_{45} = D_{46} + I_{46} + B_{46}$$

$$R_{47} + O_{47} + I_{46} - B_{46} = D_{47} + I_{47} + B_{47}$$

$$R_{48} + O_{48} + I_{47} - B_{47} = D_{48} + I_{48} + B_{48}$$

$$R_{49} + O_{49} + I_{48} - B_{48} = D_{49} + I_{49} + B_{49}$$

$$R_{410} + O_{410} + I_{49} - B_{49} = D_{410} + I_{410} + B_{410}$$

$$R_{411} + O_{411} + I_{410} - B_{410} = D_{411} + I_{411} + B_{411}$$

$$R_{412} + O_{412} + I_{411} - B_{411} = D_{412} + I_{412} + B_{412}$$

- **5. Ürün İçin:**

$$R_{51} + O_{51} + I_{50} - B_{50} = D_{51} + I_{51} + B_{51}$$

$$R_{52} + O_{52} + I_{51} - B_{51} = D_{52} + I_{52} + B_{52}$$

$$R_{53} + O_{53} + I_{52} - B_{52} = D_{53} + I_{53} + B_{53}$$

$$R_{54} + O_{54} + I_{53} - B_{53} = D_{54} + I_{54} + B_{54}$$

$$R_{55} + O_{55} + I_{54} - B_{54} = D_{55} + I_{55} + B_{55}$$

$$R_{56} + O_{56} + I_{55} - B_{55} = D_{56} + I_{56} + B_{56}$$

$$R_{57} + O_{57} + I_{56} - B_{56} = D_{57} + I_{57} + B_{57}$$

$$R_{58} + O_{58} + I_{57} - B_{57} = D_{58} + I_{58} + B_{58}$$

$$R_{59} + O_{59} + I_{58} - B_{58} = D_{59} + I_{59} + B_{59}$$

$$R_{510} + O_{510} + I_{59} - B_{59} = D_{510} + I_{510} + B_{510}$$

$$R_{511} + O_{511} + I_{510} - B_{510} = D_{511} + I_{511} + B_{511}$$

$$R_{512} + O_{512} + I_{511} - B_{511} = D_{512} + I_{512} + B_{512}$$

- **6. Ürün İçin:**

$$R_{61} + O_{61} + I_{60} - B_{60} = D_{61} + I_{61} + B_{61}$$

$$R_{62} + O_{62} + I_{61} - B_{61} = D_{62} + I_{62} + B_{62}$$

$$R_{63} + O_{63} + I_{62} - B_{62} = D_{63} + I_{63} + B_{63}$$

$$R_{64} + O_{64} + I_{63} - B_{63} = D_{64} + I_{64} + B_{64}$$

$$R_{65} + O_{65} + I_{64} - B_{64} = D_{65} + I_{65} + B_{65}$$

$$R_{66} + O_{66} + I_{65} - B_{65} = D_{66} + I_{66} + B_{66}$$

$$R_{67} + O_{67} + I_{66} - B_{66} = D_{67} + I_{67} + B_{67}$$

$$R_{68} + O_{68} + I_{67} - B_{67} = D_{68} + I_{68} + B_{68}$$

$$R_{69} + O_{69} + I_{68} - B_{68} = D_{69} + I_{69} + B_{69}$$

$$R_{610} + O_{610} + I_{69} - B_{69} = D_{610} + I_{610} + B_{610}$$

$$R_{611} + O_{611} + I_{610} - B_{610} = D_{611} + I_{611} + B_{611}$$

$$R_{612} + O_{612} + I_{611} - B_{611} = D_{612} + I_{612} + B_{612}$$

• **7. Ürün İçin:**

$$R_{71} + O_{71} + I_{70} - B_{70} = D_{71} + I_{71} + B_{71}$$

$$R_{72} + O_{72} + I_{71} - B_{71} = D_{72} + I_{72} + B_{72}$$

$$R_{73} + O_{73} + I_{72} - B_{72} = D_{73} + I_{73} + B_{73}$$

$$R_{74} + O_{74} + I_{73} - B_{73} = D_{74} + I_{74} + B_{74}$$

$$R_{75} + O_{75} + I_{74} - B_{74} = D_{75} + I_{75} + B_{75}$$

$$R_{76} + O_{76} + I_{75} - B_{75} = D_{76} + I_{76} + B_{76}$$

$$R_{77} + O_{77} + I_{76} - B_{76} = D_{77} + I_{77} + B_{77}$$

$$R_{78} + O_{78} + I_{77} - B_{77} = D_{78} + I_{78} + B_{78}$$

$$R_{79} + O_{79} + I_{78} - B_{78} = D_{79} + I_{79} + B_{79}$$

$$R_{710} + O_{710} + I_{79} - B_{79} = D_{710} + I_{710} + B_{710}$$

$$R_{711} + O_{711} + I_{710} - B_{710} = D_{711} + I_{711} + B_{711}$$

$$R_{712} + O_{712} + I_{711} - B_{711} = D_{712} + I_{712} + B_{712}$$

• **8. Ürün İçin:**

$$R_{81} + O_{81} + I_{80} - B_{80} = D_{81} + I_{81} + B_{81}$$

$$R_{82} + O_{82} + I_{81} - B_{81} = D_{82} + I_{82} + B_{82}$$

$$R_{83} + O_{83} + I_{82} - B_{82} = D_{83} + I_{83} + B_{83}$$

$$R_{84} + O_{84} + I_{83} - B_{83} = D_{84} + I_{84} + B_{84}$$

$$R_{85} + O_{85} + I_{84} - B_{84} = D_{85} + I_{85} + B_{85}$$

$$R_{86} + O_{86} + I_{85} - B_{85} = D_{86} + I_{86} + B_{86}$$

$$R_{87} + O_{87} + I_{86} - B_{86} = D_{87} + I_{87} + B_{87}$$

$$R_{88} + O_{88} + I_{87} - B_{87} = D_{88} + I_{88} + B_{88}$$

$$R_{89} + O_{89} + I_{88} - B_{88} = D_{89} + I_{89} + B_{89}$$

$$R_{810} + O_{810} + I_{89} - B_{89} = D_{810} + I_{810} + B_{810}$$

$$R_{811} + O_{811} + I_{810} - B_{810} = D_{811} + I_{811} + B_{811}$$

$$R_{812} + O_{812} + I_{811} - B_{811} = D_{812} + I_{812} + B_{812}$$

• **9. Ürün İçin:**

$$R_{91} + O_{91} + I_{90} - B_{90} = D_{91} + I_{91} + B_{91}$$

$$R_{92} + O_{92} + I_{91} - B_{91} = D_{92} + I_{92} + B_{92}$$

$$R_{93} + O_{93} + I_{92} - B_{92} = D_{93} + I_{93} + B_{93}$$

$$R_{94} + O_{94} + I_{93} - B_{93} = D_{94} + I_{94} + B_{94}$$

$$R_{95} + O_{95} + I_{94} - B_{94} = D_{95} + I_{95} + B_{95}$$

$$R_{96} + O_{96} + I_{95} - B_{95} = D_{96} + I_{96} + B_{96}$$

$$R_{97} + O_{97} + I_{96} - B_{96} = D_{97} + I_{97} + B_{97}$$

$$R_{98} + O_{98} + I_{97} - B_{97} = D_{98} + I_{98} + B_{98}$$

$$R_{99} + O_{99} + I_{98} - B_{98} = D_{99} + I_{99} + B_{99}$$

$$R_{910} + O_{910} + I_{99} - B_{99} = D_{910} + I_{910} + B_{910}$$

$$R_{911} + O_{911} + I_{910} - B_{910} = D_{911} + I_{911} + B_{911}$$

$$R_{912} + O_{912} + I_{911} - B_{911} = D_{912} + I_{912} + B_{912}$$

• **10. Ürün İçin:**

$$R_{101} + O_{101} + I_{100} - B_{100} = D_{101} + I_{101} + B_{101}$$

$$R_{102} + O_{102} + I_{101} - B_{101} = D_{102} + I_{102} + B_{102}$$

$$R_{103} + O_{103} + I_{102} - B_{102} = D_{103} + I_{103} + B_{103}$$

$$R_{104} + O_{104} + I_{103} - B_{103} = D_{104} + I_{104} + B_{104}$$

$$R_{105} + O_{105} + I_{104} - B_{104} = D_{105} + I_{105} + B_{105}$$

$$R_{106} + O_{106} + I_{105} - B_{105} = D_{106} + I_{106} + B_{106}$$

$$R_{107} + O_{107} + I_{106} - B_{106} = D_{107} + I_{107} + B_{107}$$

$$R_{108} + O_{108} + I_{107} - B_{107} = D_{108} + I_{108} + B_{108}$$

$$R_{109} + O_{109} + I_{108} - B_{108} = D_{109} + I_{109} + B_{109}$$

$$R_{1010} + O_{1010} + I_{109} - B_{109} = D_{1010} + I_{1010} + B_{1010}$$

$$R_{1011} + O_{1011} + I_{1010} - B_{1010} = D_{1011} + I_{1011} + B_{1011}$$

$$R_{1012} + O_{1012} + I_{1011} - B_{1011} = D_{1012} + I_{1012} + B_{1012}$$

$$2. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times R_{it} \leq M_{mt} \quad \forall m, t, i$$

- **1. Makine İçin: (Mikser ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b_{11} R_{11} + b_{21} R_{21} + b_{31} R_{31} + b_{41} R_{41} + b_{51} R_{51} + b_{61} R_{61} + b_{71} R_{71} + b_{81} R_{81} + b_{91} R_{91} + b_{101} R_{101} \leq M_{11} \quad (I. makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt)}$$

$$0,0015 R_{11} + 0,0015 R_{21} + 0,002 R_{31} + 0,0015 R_{41} + 0,0015 R_{51} + 0,0015 R_{61} + 0,002 R_{71} + 0,0015 R_{81} + 0,0025 R_{91} + 0,002 R_{101} \leq 88$$

$$0,0015 R_{12} + 0,0015 R_{22} + 0,002 R_{32} + 0,0015 R_{42} + 0,0015 R_{52} + 0,0015 R_{62} + 0,002 R_{72} + 0,0015 R_{82} + 0,0025 R_{92} + 0,002 R_{102} \leq 88$$

$$0,0015 R_{13} + 0,0015 R_{23} + 0,002 R_{33} + 0,0015 R_{43} + 0,0015 R_{53} + 0,0015 R_{63} + 0,002 R_{73} + 0,0015 R_{83} + 0,0025 R_{93} + 0,002 R_{103} \leq 96$$

$$0,0015 R_{14} + 0,0015 R_{24} + 0,002 R_{34} + 0,0015 R_{44} + 0,0015 R_{54} + 0,0015 R_{64} + 0,002 R_{74} + 0,0015 R_{84} + 0,0025 R_{94} + 0,002 R_{104} \leq 88$$

$$0,0015 R_{15} + 0,0015 R_{25} + 0,002 R_{35} + 0,0015 R_{45} + 0,0015 R_{55} + 0,0015 R_{65} + 0,002 R_{75} + 0,0015 R_{85} + 0,0025 R_{95} + 0,002 R_{105} \leq 96$$

$$0,0015 R_{16} + 0,0015 R_{26} + 0,002 R_{36} + 0,0015 R_{46} + 0,0015 R_{56} + 0,0015 R_{66} + 0,002 R_{76} + 0,0015 R_{86} + 0,0025 R_{96} + 0,002 R_{106} \leq 92$$

$$0,0015 R_{17} + 0,0015 R_{27} + 0,002 R_{37} + 0,0015 R_{47} + 0,0015 R_{57} + 0,0015 R_{67} + 0,002 R_{77} + 0,0015 R_{87} + 0,0025 R_{97} + 0,002 R_{107} \leq 96$$

$$0,0015 R_{18} + 0,0015 R_{28} + 0,002 R_{38} + 0,0015 R_{48} + 0,0015 R_{58} + 0,0015 R_{68} + 0,002 R_{78} + 0,0015 R_{88} + 0,0025 R_{98} + 0,002 R_{108} \leq 96$$

$$0,0015 R_{19} + 0,0015 R_{29} + 0,002 R_{39} + 0,0015 R_{49} + 0,0015 R_{59} + 0,0015 R_{69} + 0,002 R_{79} + 0,0015 R_{89} + 0,0025 R_{99} + 0,002 R_{109} \leq 88$$

$$0,0015 R_{110} + 0,0015 R_{210} + 0,002 R_{310} + 0,0015 R_{410} + 0,0015 R_{510} + 0,0015 R_{610} + 0,002 R_{710} + 0,0015 R_{810} + 0,0025 R_{910} + 0,002 R_{1010} \leq 92$$

$$0,0015 R_{111} + 0,0015 R_{211} + 0,002 R_{311} + 0,0015 R_{411} + 0,0015 R_{511} + 0,0015 R_{611} + 0,002 R_{711} + 0,0015 R_{811} + 0,0025 R_{911} + 0,002 R_{1011} \leq 96$$

$$0,0015 R_{112} + 0,0015 R_{212} + 0,002 R_{312} + 0,0015 R_{412} + 0,0015 R_{512} + 0,0015 R_{612} + 0,002 R_{712} + 0,0015 R_{812} + 0,0025 R_{912} + 0,002 R_{1012} \leq 84$$

- **2. Makine İçin: (Filtrasyon ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{12} R_{11} + \mathbf{b}_{22} R_{21} + \mathbf{b}_{32} R_{31} + \mathbf{b}_{42} R_{41} + \mathbf{b}_{52} R_{51} + \mathbf{b}_{62} R_{61} + \mathbf{b}_{72} R_{71} + \mathbf{b}_{82} R_{81} + \mathbf{b}_{92} R_{91} + \mathbf{b}_{102} R_{101} \leq M_{21} \quad (2. \text{ makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt})$$

$$0,0005 R_{11} + 0,0005 R_{21} + 0,0006 R_{31} + 0,0005 R_{41} + 0,0005 R_{51} + 0,0005 R_{91} + 0,0005 R_{101} \leq 132$$

$$0,0005 R_{12} + 0,0005 R_{22} + 0,0006 R_{32} + 0,0005 R_{42} + 0,0005 R_{52} + 0,0005 R_{92} + 0,0005 R_{102} \leq 88$$

$$0,0005 R_{13} + 0,0005 R_{23} + 0,0006 R_{33} + 0,0005 R_{43} + 0,0005 R_{53} + 0,0005 R_{93} + 0,0005 R_{103} \leq 96$$

$$0,0005 R_{14} + 0,0005 R_{24} + 0,0006 R_{34} + 0,0005 R_{44} + 0,0005 R_{54} + 0,0005 R_{94} + 0,0005 R_{104} \leq 88$$

$$0,0005 R_{15} + 0,0005 R_{25} + 0,0006 R_{35} + 0,0005 R_{45} + 0,0005 R_{55} + 0,0005 R_{95} + 0,0005 R_{105} \leq 96$$

$$0,0005 R_{16} + 0,0005 R_{26} + 0,0006 R_{36} + 0,0005 R_{46} + 0,0005 R_{56} + 0,0005 R_{96} + 0,0005 R_{106} \leq 92$$

$$0,0005 R_{17} + 0,0005 R_{27} + 0,0006 R_{37} + 0,0005 R_{47} + 0,0005 R_{57} + 0,0005 R_{97} + 0,0005 R_{107} \leq 96$$

$$0,0005 R_{18} + 0,0005 R_{28} + 0,0006 R_{38} + 0,0005 R_{48} + 0,0005 R_{58} + 0,0005 R_{98} + 0,0005 R_{108} \leq 96$$

$$0,0005 R_{19} + 0,0005 R_{29} + 0,0006 R_{39} + 0,0005 R_{49} + 0,0005 R_{59} + 0,0005 R_{99} + 0,0005 R_{109} \leq 88$$

$$0,0005 R_{110} + 0,0005 R_{210} + 0,0006 R_{310} + 0,0005 R_{410} + 0,0005 R_{510} + 0,0005 R_{910} + 0,0005 R_{110} \leq 92$$

$$0,0005 R_{111} + 0,0005 R_{211} + 0,0006 R_{311} + 0,0005 R_{411} + 0,0005 R_{511} + 0,0005 R_{911} + 0,0005 R_{1011} \leq 96$$

$$0,0005 R_{112} + 0,0005 R_{212} + 0,0006 R_{312} + 0,0005 R_{412} + 0,0005 R_{512} + 0,0005 R_{912} + 0,0005 R_{1012} \leq 84$$

- **3. Makine İçin: (Dinlendirme ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{13} R_{11} + \mathbf{b}_{23} R_{21} + \mathbf{b}_{33} R_{31} + \mathbf{b}_{43} R_{41} + \mathbf{b}_{53} R_{51} + \mathbf{b}_{63} R_{61} + \mathbf{b}_{73} R_{71} + \mathbf{b}_{83} R_{81} + \mathbf{b}_{93} R_{91} + \mathbf{b}_{103} R_{101} \leq M_{31} \quad (3. \text{ makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt})$$

$$0,001 R_{12} + 0,001 R_{22} + 0,002 R_{32} + 0,0005 R_{42} + 0,0005 R_{52} + 0,0015 R_{92} + 0,001 R_{102} \leq 88$$

$$0,001 R_{13} + 0,001 R_{23} + 0,002 R_{33} + 0,0005 R_{43} + 0,0005 R_{53} + 0,001 R_{93} + 0,001 R_{103} \leq 96$$

$$0,001 R_{14} + 0,001 R_{24} + 0,002 R_{34} + 0,0005 R_{44} + 0,0005 R_{54} + 0,001 R_{94} + 0,001 R_{104} \leq 88$$

$$0,001 R_{15} + 0,001 R_{25} + 0,002 R_{35} + 0,0005 R_{45} + 0,0005 R_{55} + 0,001 R_{95} + 0,001 R_{105} \leq 96$$

$$0,001 R_{16} + 0,001 R_{26} + 0,002 R_{36} + 0,0005 R_{46} + 0,0005 R_{56} + 0,001 R_{96} + 0,001 R_{106} \leq 92$$

$$0,001 R_{17} + 0,001 R_{27} + 0,002 R_{37} + 0,0005 R_{47} + 0,0005 R_{57} + 0,001 R_{97} + 0,001 R_{107} \leq 96$$

$$0,001 R_{18} + 0,001 R_{28} + 0,002 R_{38} + 0,0005 R_{48} + 0,0005 R_{58} + 0,001 R_{98} + 0,001 R_{108} \leq 96$$

$$0,001 R_{19} + 0,001 R_{29} + 0,002 R_{39} + 0,0005 R_{49} + 0,0005 R_{59} + 0,001 R_{99} + 0,001 R_{109} \leq 88$$

$$0,001 R_{110} + 0,001 R_{210} + 0,002 R_{310} + 0,0005 R_{410} + 0,0005 R_{510} + 0,001 R_{910} + 0,001 R_{110} \leq 92$$

$$0,001 R_{111} + 0,001 R_{211} + 0,002 R_{311} + 0,0005 R_{411} + 0,0005 R_{511} + 0,001 R_{911} + 0,001 R_{1011} \leq 96$$

$$0,001 R_{112} + 0,001 R_{212} + 0,002 R_{312} + 0,0005 R_{412} + 0,0005 R_{512} + 0,001 R_{912} + 0,001 R_{1012} \leq 84$$

- **4. Makine İçin: (Dolum Makinesi ile ilgili kısıt)**

$$b_{14} R_{11} + b_{24} R_{21} + b_{34} R_{31} + b_{44} R_{41} + b_{54} R_{51} + b_{64} R_{61} + b_{74} R_{71} + b_{84} R_{81} + b_{94} R_{91} + b_{104} R_{101} \leq M_{41}$$

*(4. makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt)*

$$0,0015 R_{11} + 0,001 R_{21} + 0,0015 R_{31} + 0,0015 R_{41} + 0,001 R_{51} + 0,002 R_{61} + 0,002 R_{71} + 0,0005 R_{81} + 0,0015 R_{91} + 0,001 R_{101} \leq 110$$

$$0,0015 R_{12} + 0,001 R_{22} + 0,0015 R_{32} + 0,0015 R_{42} + 0,001 R_{52} + 0,002 R_{62} + 0,002 R_{72} + 0,0005 R_{82} + 0,0015 R_{92} + 0,001 R_{102} \leq 110$$

$$0,0015 R_{13} + 0,001 R_{23} + 0,0015 R_{33} + 0,0015 R_{43} + 0,001 R_{53} + 0,002 R_{63} + 0,002 R_{73} + 0,0005 R_{83} + 0,0015 R_{93} + 0,001 R_{103} \leq 120$$

$$0,0015 R_{14} + 0,001 R_{24} + 0,0015 R_{34} + 0,0015 R_{44} + 0,001 R_{54} + 0,002 R_{64} + 0,002 R_{74} + 0,0005 R_{84} + 0,0015 R_{94} + 0,001 R_{104} \leq 110$$

$$0,0015 R_{15} + 0,001 R_{25} + 0,0015 R_{35} + 0,0015 R_{45} + 0,001 R_{55} + 0,002 R_{65} + 0,002 R_{75} + 0,0005 R_{85} + 0,0015 R_{95} + 0,001 R_{105} \leq 120$$

$$0,0015 R_{16} + 0,001 R_{26} + 0,0015 R_{36} + 0,0015 R_{46} + 0,001 R_{56} + 0,002 R_{66} + 0,002 R_{76} + 0,0005 R_{86} + 0,0015 R_{96} + 0,001 R_{106} \leq 115$$

$$0,0015 R_{17} + 0,001 R_{27} + 0,0015 R_{37} + 0,0015 R_{47} + 0,001 R_{57} + 0,002 R_{67} + 0,002 R_{77} + 0,0005 R_{87} + 0,0015 R_{97} + 0,001 R_{107} \leq 120$$

$$0,0015 R_{18} + 0,001 R_{28} + 0,0015 R_{38} + 0,0015 R_{48} + 0,001 R_{58} + 0,002 R_{68} + 0,002 R_{78} + 0,0005 R_{88} + 0,0015 R_{98} + 0,001 R_{108} \leq 120$$

$$0,0015 R_{19} + 0,001 R_{29} + 0,0015 R_{39} + 0,0015 R_{49} + 0,001 R_{59} + 0,002 R_{69} + 0,002 R_{79} + 0,0005 R_{89} + 0,0015 R_{99} + 0,001 R_{109} \leq 110$$

$$0,0015 R_{110} + 0,001 R_{210} + 0,0015 R_{310} + 0,0015 R_{410} + 0,001 R_{510} + 0,002 R_{610} + 0,002 R_{710} + 0,0005 R_{810} + 0,0015 R_{910} + 0,001 R_{110} \leq 115$$



$$0,0015 R_{111} + 0,001 R_{211} + 0,0015 R_{311} + 0,0015 R_{411} + 0,001 R_{511} + 0,002 R_{611} + 0,002 R_{711} + 0,0005 R_{811} + 0,0015 R_{911} + 0,001 R_{1011} \leq 120$$

$$0,0015 R_{112} + 0,001 R_{212} + 0,0015 R_{312} + 0,0015 R_{412} + 0,001 R_{512} + 0,002 R_{612} + 0,002 R_{712} + 0,0005 R_{812} + 0,0015 R_{912} + 0,001 R_{1012} \leq 105$$

- **5. Makine İçin: (Öğütme-Değirmen ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{15} R_{11} + \mathbf{b}_{25} R_{21} + \mathbf{b}_{35} R_{31} + \mathbf{b}_{45} R_{41} + \mathbf{b}_{55} R_{51} + \mathbf{b}_{65} R_{61} + \mathbf{b}_{75} R_{71} + \mathbf{b}_{85} R_{81} + \mathbf{b}_{95} R_{91} + \mathbf{b}_{105} R_{101} \leq M_{51} \quad (5. \text{ makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt})$$

$$0,0008 R_{61} + 0,001 R_{71} + 0,001 R_{81} \leq 44$$

$$0,0008 R_{62} + 0,001 R_{72} + 0,001 R_{82} \leq 44$$

$$0,0008 R_{63} + 0,001 R_{73} + 0,001 R_{83} \leq 48$$

$$0,0008 R_{64} + 0,001 R_{74} + 0,001 R_{84} \leq 44$$

$$0,0008 R_{65} + 0,001 R_{75} + 0,001 R_{85} \leq 48$$

$$0,0008 R_{66} + 0,001 R_{76} + 0,001 R_{86} \leq 46$$

$$0,0008 R_{67} + 0,001 R_{77} + 0,001 R_{87} \leq 48$$

$$0,0008 R_{68} + 0,001 R_{78} + 0,001 R_{88} \leq 48$$

$$0,0008 R_{69} + 0,001 R_{79} + 0,001 R_{89} \leq 44$$

$$0,0008 R_{610} + 0,001 R_{710} + 0,001 R_{810} \leq 46$$

$$0,0008 R_{611} + 0,001 R_{711} + 0,001 R_{811} \leq 48$$

$$0,0008 R_{612} + 0,001 R_{712} + 0,001 R_{812} \leq 42$$

$$3. \sum_{l=1}^{10} \sum_{m=1}^5 \sum_{t=1}^{12} b_{im} \times O_{it} \leq 0,5 \times M_{mt} \quad \forall m, t, i$$

- **1. Makine İçin: (Mikser ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{11} O_{11} + \mathbf{b}_{21} O_{21} + \mathbf{b}_{31} O_{31} + \mathbf{b}_{41} O_{41} + \mathbf{b}_{51} O_{51} + \mathbf{b}_{61} O_{61} + \mathbf{b}_{71} O_{71} + \mathbf{b}_{81} O_{81} + \mathbf{b}_{91} O_{91} + \mathbf{b}_{101} O_{101} \leq 0,5 \times M_{11} \quad (1. makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt)$$

$$0,0015 O_{11} + 0,0015 O_{21} + 0,002 O_{31} + 0,0015 O_{41} + 0,0015 O_{51} + 0,0015 O_{61} + 0,002 O_{71} + 0,0015 O_{81} + 0,0025 O_{91} + 0,002 O_{101} \leq 88$$

$$0,0015 O_{12} + 0,0015 O_{22} + 0,002 O_{32} + 0,0015 O_{42} + 0,0015 O_{52} + 0,0015 O_{62} + 0,002 O_{72} + 0,0015 O_{82} + 0,0025 O_{92} + 0,002 O_{102} \leq 88$$

$$0,0015 O_{13} + 0,0015 O_{23} + 0,002 O_{33} + 0,0015 O_{43} + 0,0015 O_{53} + 0,0015 O_{63} + 0,002 O_{73} + 0,0015 O_{83} + 0,0025 O_{93} + 0,002 O_{103} \leq 96$$

$$0,0015 O_{14} + 0,0015 O_{24} + 0,002 O_{34} + 0,0015 O_{44} + 0,0015 O_{54} + 0,0015 O_{64} + 0,002 O_{74} + 0,0015 O_{84} + 0,0025 O_{94} + 0,002 O_{104} \leq 88$$

$$0,0015 O_{15} + 0,0015 O_{25} + 0,002 O_{35} + 0,0015 O_{45} + 0,0015 O_{55} + 0,0015 O_{65} + 0,002 O_{75} + 0,0015 O_{85} + 0,0025 O_{95} + 0,002 O_{105} \leq 96$$

$$0,0015 O_{16} + 0,0015 O_{26} + 0,002 O_{36} + 0,0015 O_{46} + 0,0015 O_{56} + 0,0015 O_{66} + 0,002 O_{76} + 0,0015 O_{86} + 0,0025 O_{96} + 0,002 O_{106} \leq 92$$

$$0,0015 O_{17} + 0,0015 O_{27} + 0,002 O_{37} + 0,0015 O_{47} + 0,0015 O_{57} + 0,0015 O_{67} + 0,002 O_{77} + 0,0015 O_{87} + 0,0025 O_{97} + 0,002 O_{107} \leq 96$$

$$0,0015 O_{18} + 0,0015 O_{28} + 0,002 O_{38} + 0,0015 O_{48} + 0,0015 O_{58} + 0,0015 O_{68} + 0,002 O_{78} + 0,0015 O_{88} + 0,0025 O_{98} + 0,002 O_{108} \leq 96$$

$$0,0015 O_{19} + 0,0015 O_{29} + 0,002 O_{39} + 0,0015 O_{49} + 0,0015 O_{59} + 0,0015 O_{69} + 0,002 O_{79} + 0,0015 O_{89} + 0,0025 O_{99} + 0,002 O_{109} \leq 88$$

$$0,0015 O_{110} + 0,0015 O_{210} + 0,002 O_{310} + 0,0015 O_{410} + 0,0015 O_{510} + 0,0015 O_{610} + 0,002 O_{710} + 0,0015 O_{810} + 0,0025 O_{910} + 0,002 O_{110} \leq 92$$

$$0,0015 O_{111} + 0,0015 O_{211} + 0,002 O_{311} + 0,0015 O_{411} + 0,0015 O_{511} + 0,0015 O_{611} + 0,002 O_{711} + 0,0015 O_{811} + 0,0025 O_{911} + 0,002 O_{1011} \leq 96$$

$$0,0015 O_{112} + 0,0015 O_{212} + 0,002 O_{312} + 0,0015 O_{412} + 0,0015 O_{512} + 0,0015 O_{612} + 0,002 O_{712} + 0,0015 O_{812} + 0,0025 O_{912} + 0,002 O_{1012} \leq 84$$

- **2. Makine İçin: (Filtrasyon ile ilgili kısıt)**

$$b_{12} O_{11} + b_{12} O_{21} + b_{32} O_{31} + b_{42} O_{41} + b_{52} O_{51} + b_{62} O_{61} + b_{72} O_{71} + b_{82} O_{81} + b_{92} O_{91} + b_{102} O_{101} \leq 0,5 \times M_{21} \quad (2. makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt)$$

$$0,0005 O_{11} + 0,0005 O_{21} + 0,0006 O_{31} + 0,0005 O_{41} + 0,0005 O_{51} + 0,000 O_{91} + 0,0005 O_{101} \leq 132$$

$$0,0005 O_{12} + 0,0005 O_{22} + 0,0006 O_{32} + 0,0005 O_{42} + 0,0005 O_{52} + 0,0005 O_{92} + 0,0005 O_{102} \leq 88$$

$$0,0005 O_{13} + 0,0005 O_{23} + 0,0006 O_{33} + 0,0005 O_{43} + 0,0005 O_{53} + 0,0005 O_{93} + 0,0005 O_{103} \leq 96$$

$$0,0005 O_{14} + 0,0005 O_{24} + 0,0006 O_{34} + 0,0005 O_{44} + 0,0005 O_{54} + 0,0005 O_{94} + 0,0005 O_{104} \leq 88$$

$$0,0005 O_{15} + 0,0005 O_{25} + 0,0006 O_{35} + 0,0005 O_{45} + 0,0005 O_{55} + 0,0005 O_{95} + 0,0005 O_{105} \leq 96$$

$$0,0005 O_{16} + 0,0005 O_{26} + 0,0006 O_{36} + 0,0005 O_{46} + 0,0005 O_{56} + 0,0005 O_{96} + 0,0005 O_{106} \leq 92$$

$$0,0005 O_{17} + 0,0005 O_{27} + 0,0006 O_{37} + 0,0005 O_{47} + 0,0005 O_{57} + 0,0005 O_{97} + 0,0005 O_{107} \leq 96$$

$$0,0005 O_{18} + 0,0005 O_{28} + 0,0006 O_{38} + 0,0005 O_{48} + 0,0005 O_{58} + 0,0005 O_{98} + 0,0005 O_{108} \leq 96$$

$$0,0005 O_{19} + 0,0005 O_{29} + 0,0006 O_{39} + 0,0005 O_{49} + 0,0005 O_{59} + 0,0005 O_{99} + 0,0005 O_{109} \leq 88$$

$$0,0005 O_{110} + 0,0005 O_{210} + 0,0006 O_{310} + 0,0005 O_{410} + 0,0005 O_{510} + 0,0005 O_{910} + 0,0005 O_{110} \leq 92$$

$$0,0005 O_{111} + 0,0005 O_{211} + 0,0006 O_{311} + 0,0005 O_{411} + 0,0005 O_{511} + 0,0005 O_{911} + 0,0005 O_{1011} \leq 96$$

$$0,0005 O_{112} + 0,0005 O_{212} + 0,0006 O_{312} + 0,0005 O_{412} + 0,0005 O_{512} + 0,0005 O_{912} + 0,0005 O_{1012} \leq 84$$

• **3. Makine İçin: (Dinlendirme ile ilgili kısıt)**

$$b_{13} O_{11} + b_{23} O_{21} + b_{33} O_{31} + b_{43} O_{41} + b_{53} O_{51} + b_{63} O_{61} + b_{73} O_{71} + b_{83} O_{81} + b_{93} O_{91} + b_{103} O_{101} \leq 0,5 \times M_{31} \text{ (3. makede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt)}$$

$$0,001 O_{11} + 0,001 O_{21} + 0,002 O_{31} + 0,001 O_{41} + 0,001 O_{51} + 0,0015 O_{91} + 0,001 O_{101} \leq 88$$

$$0,001 O_{12} + 0,001 O_{22} + 0,002 O_{32} + 0,001 O_{42} + 0,001 O_{52} + 0,0015 O_{92} + 0,001 O_{102} \leq 528$$

$$0,001 O_{13} + 0,001 O_{23} + 0,002 O_{33} + 0,001 O_{43} + 0,001 O_{53} + 0,0015 O_{93} + 0,001 O_{103} \leq 88$$

$$0,001 O_{14} + 0,001 O_{24} + 0,002 O_{34} + 0,001 O_{44} + 0,001 O_{54} + 0,0015 O_{94} + 0,001 O_{104} \leq 96$$

$$0,001 O_{15} + 0,001 O_{25} + 0,002 O_{35} + 0,001 O_{45} + 0,001 O_{55} + 0,0015 O_{95} + 0,001 O_{105} \leq 88$$

$$0,001 O_{16} + 0,001 O_{26} + 0,002 O_{36} + 0,001 O_{46} + 0,001 O_{56} + 0,0015 O_{96} + 0,001 O_{106} \leq 92$$

$$0,001 O_{17} + 0,001 O_{27} + 0,002 O_{37} + 0,001 O_{47} + 0,001 O_{57} + 0,0015 O_{97} + 0,001 O_{107} \leq 96$$

$$0,001 O_{18} + 0,001 O_{28} + 0,002 O_{38} + 0,001 O_{48} + 0,001 O_{58} + 0,0015 O_{98} + 0,001 O_{108} \leq 96$$

$$0,001 O_{19} + 0,001 O_{29} + 0,002 O_{39} + 0,001 O_{49} + 0,001 O_{59} + 0,0015 O_{99} + 0,001 R_{109} \leq 88$$

$$0,001 O_{110} + 0,001 O_{210} + 0,002 O_{310} + 0,001 O_{410} + 0,001 O_{510} + 0,0015 O_{910} + 0,001 O_{110} \leq 92$$

$$0,001 O_{111} + 0,001 O_{211} + 0,002 O_{311} + 0,001 O_{411} + 0,001 O_{511} + 0,0015 O_{911} + 0,001 O_{1011} \leq 96$$

$$0,001 O_{112} + 0,001 O_{212} + 0,002 O_{312} + 0,001 O_{412} + 0,001 O_{512} + 0,0015 O_{912} + 0,001 O_{1012} \leq 88$$

- **4. Makine İçin: (Dolum Makinesi ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{14} \mathbf{O}_{11} + \mathbf{b}_{24} \mathbf{O}_{21} + \mathbf{b}_{34} \mathbf{O}_{31} + \mathbf{b}_{44} \mathbf{O}_{41} + \mathbf{b}_{54} \mathbf{O}_{51} + \mathbf{b}_{64} \mathbf{O}_{61} + \mathbf{b}_{74} \mathbf{O}_{71} + \mathbf{b}_{84} \mathbf{O}_{81} + \mathbf{b}_{94} \mathbf{O}_{91} + \mathbf{b}_{104} \mathbf{O}_{101} \leq 0,5 \times M_{41} \quad (4. \text{ makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt})$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{11} + 0,001 \mathbf{O}_{21} + 0,0015 \mathbf{O}_{31} + 0,0015 \mathbf{O}_{41} + 0,001 \mathbf{O}_{51} + 0,002 \mathbf{O}_{61} + 0,002 \mathbf{O}_{71} + 0,0005 \mathbf{O}_{81} + 0,0015 \mathbf{O}_{91} + 0,001 \mathbf{O}_{101} \leq 110$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{12} + 0,001 \mathbf{O}_{22} + 0,0015 \mathbf{O}_{32} + 0,0015 \mathbf{O}_{42} + 0,001 \mathbf{O}_{52} + 0,002 \mathbf{O}_{62} + 0,002 \mathbf{O}_{72} + 0,0005 \mathbf{O}_{82} + 0,0015 \mathbf{O}_{92} + 0,001 \mathbf{O}_{102} \leq 110$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{13} + 0,001 \mathbf{O}_{23} + 0,001 \mathbf{O}_{33} + 0,0015 \mathbf{O}_{43} + 0,001 \mathbf{O}_{53} + 0,002 \mathbf{O}_{63} + 0,002 \mathbf{O}_{73} + 0,0005 \mathbf{O}_{83} + 0,0015 \mathbf{O}_{93} + 0,001 \mathbf{O}_{103} \leq 120$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{14} + 0,001 \mathbf{O}_{24} + 0,0015 \mathbf{O}_{34} + 0,0015 \mathbf{O}_{44} + 0,001 \mathbf{O}_{54} + 0,002 \mathbf{O}_{64} + 0,002 \mathbf{O}_{74} + 0,0005 \mathbf{O}_{84} + 0,0015 \mathbf{O}_{94} + 0,001 \mathbf{O}_{104} \leq 110$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{15} + 0,001 \mathbf{O}_{25} + 0,0015 \mathbf{O}_{35} + 0,0015 \mathbf{O}_{45} + 0,001 \mathbf{O}_{55} + 0,002 \mathbf{O}_{65} + 0,002 \mathbf{O}_{75} + 0,0005 \mathbf{O}_{85} + 0,0015 \mathbf{O}_{95} + 0,001 \mathbf{O}_{105} \leq 120$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{16} + 0,001 \mathbf{O}_{26} + 0,0015 \mathbf{O}_{36} + 0,0015 \mathbf{O}_{46} + 0,001 \mathbf{O}_{56} + 0,002 \mathbf{O}_{66} + 0,002 \mathbf{O}_{76} + 0,0005 \mathbf{O}_{86} + 0,0015 \mathbf{O}_{96} + 0,001 \mathbf{O}_{106} \leq 115$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{17} + 0,001 \mathbf{O}_{27} + 0,0015 \mathbf{O}_{37} + 0,0015 \mathbf{O}_{47} + 0,001 \mathbf{O}_{57} + 0,002 \mathbf{O}_{67} + 0,002 \mathbf{O}_{77} + 0,0005 \mathbf{O}_{87} + 0,0015 \mathbf{O}_{97} + 0,001 \mathbf{O}_{107} \leq 120$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{18} + 0,001 \mathbf{O}_{28} + 0,0015 \mathbf{O}_{38} + 0,0015 \mathbf{O}_{48} + 0,001 \mathbf{O}_{58} + 0,002 \mathbf{O}_{68} + 0,002 \mathbf{O}_{78} + 0,0005 \mathbf{O}_{88} + 0,0015 \mathbf{O}_{98} + 0,001 \mathbf{O}_{108} \leq 120$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{19} + 0,001 \mathbf{O}_{29} + 0,0015 \mathbf{O}_{39} + 0,0015 \mathbf{O}_{49} + 0,001 \mathbf{O}_{59} + 0,002 \mathbf{O}_{69} + 0,002 \mathbf{O}_{79} + 0,0005 \mathbf{O}_{89} + 0,0015 \mathbf{O}_{99} + 0,001 \mathbf{O}_{109} \leq 110$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{110} + 0,001 \mathbf{O}_{210} + 0,0015 \mathbf{O}_{310} + 0,0015 \mathbf{O}_{410} + 0,001 \mathbf{O}_{510} + 0,002 \mathbf{O}_{610} + 0,002 \mathbf{O}_{710} + 0,0005 \mathbf{O}_{810} + 0,0015 \mathbf{O}_{910} + 0,001 \mathbf{O}_{110} \leq 115$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{111} + 0,001 \mathbf{O}_{211} + 0,0015 \mathbf{O}_{311} + 0,0015 \mathbf{O}_{411} + 0,001 \mathbf{O}_{511} + 0,002 \mathbf{O}_{611} + 0,002 \mathbf{O}_{711} + 0,0005 \mathbf{O}_{811} + 0,0015 \mathbf{O}_{911} + 0,001 \mathbf{O}_{1011} \leq 120$$

$$0,0015 \mathbf{O}_{112} + 0,001 \mathbf{O}_{212} + 0,0015 \mathbf{O}_{312} + 0,0015 \mathbf{O}_{412} + 0,001 \mathbf{O}_{512} + 0,002 \mathbf{O}_{612} + 0,002 \mathbf{O}_{712} + 0,0005 \mathbf{O}_{812} + 0,0015 \mathbf{O}_{912} + 0,001 \mathbf{O}_{1012} \leq 105$$

- **5. Makine İçin: (Öğütme ile ilgili kısıt)**

$$\mathbf{b}_{15} \mathbf{O}_{11} + \mathbf{b}_{25} \mathbf{O}_{21} + \mathbf{b}_{35} \mathbf{O}_{31} + \mathbf{b}_{45} \mathbf{O}_{41} + \mathbf{b}_{55} \mathbf{O}_{51} + \mathbf{b}_{65} \mathbf{O}_{61} + \mathbf{b}_{75} \mathbf{O}_{71} + \mathbf{b}_{85} \mathbf{O}_{81} + \mathbf{b}_{95} \mathbf{O}_{91} + \mathbf{b}_{105} \mathbf{O}_{101} \leq 0,5 \times M_{51} \quad (5. \text{ makinede 1. periyotta tüm ürünler için kısıt})$$

$$0,0008 O_{61} + 0,001 O_{71} + 0,001 O_{81} \leq 44$$

$$0,0008 O_{62} + 0,001 O_{72} + 0,001 O_{82} \leq 44$$

$$0,0008 O_{63} + 0,001 O_{73} + 0,001 O_{83} \leq 48$$

$$0,0008 O_{64} + 0,001 O_{74} + 0,001 O_{84} \leq 44$$

$$0,0008 O_{65} + 0,001 O_{75} + 0,001 O_{85} \leq 48$$

$$0,0008 O_{66} + 0,001 O_{76} + 0,001 O_{86} \leq 46$$

$$0,0008 O_{67} + 0,001 O_{77} + 0,001 O_{87} \leq 48$$

$$0,0008 O_{68} + 0,001 O_{78} + 0,001 O_{88} \leq 48$$

$$0,0008 O_{69} + 0,001 O_{79} + 0,001 O_{89} \leq 44$$

$$0,0008 O_{610} + 0,001 O_{710} + 0,001 O_{810} \leq 46$$

$$0,0008 O_{611} + 0,001 O_{711} + 0,001 O_{811} \leq 48$$

$$0,0008 * O_{612} + 0,001 * O_{712} + 0,001 * O_{812} \leq 42$$

## EK- 2: Hedef Programlama Modelinin Hedeflere Göre Sonuçları

### Kısıtlar: 1.Hedef ile ilgili

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_{it} \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - d \times B_{it} - 440936 - \sum_{t=1}^{12} (f \times H_t + g \times F_t) + d_1^- - d_1^+ = \text{Karhedefi}$$

$$\begin{aligned} \text{Kar} = & 3(D_{11} + D_{12} + D_{13} + D_{14} + D_{15} + D_{16} + D_{17} + D_{18} + D_{19} + D_{110} + D_{111} + D_{112}) + \\ & 12((D_{21} + D_{22} + D_{23} + D_{24} + D_{25} + D_{26} + D_{27} + D_{28} + D_{29} + D_{210} + D_{211} + D_{212}) + \\ & 4,2(D_{31} + D_{32} + D_{33} + D_{34} + D_{35} + D_{36} + D_{37} + D_{38} + D_{39} + D_{310} + D_{311} + D_{312}) + \\ & 3,5(D_{41} + D_{42} + D_{43} + D_{44} + D_{45} + D_{46} + D_{47} + D_{48} + D_{49} + D_{410} + D_{411} + D_{412}) + \\ & 16(D_{51} + D_{52} + D_{53} + D_{54} + D_{55} + D_{56} + D_{57} + D_{58} + D_{59} + D_{510} + D_{511} + D_{512}) + \\ & 4(D_{61} + D_{62} + D_{63} + D_{64} + D_{65} + D_{66} + D_{67} + D_{68} + D_{69} + D_{610} + D_{611} + D_{612}) + \\ & 5,4(D_{71} + D_{72} + D_{73} + D_{74} + D_{75} + D_{76} + D_{77} + D_{78} + D_{79} + D_{710} + D_{711} + D_{712}) + \\ & 54(D_{81} + D_{82} + D_{83} + D_{84} + D_{85} + D_{86} + D_{87} + D_{88} + D_{89} + D_{810} + D_{811} + D_{812}) + \\ & 9,8(D_{91} + D_{92} + D_{93} + D_{94} + D_{95} + D_{96} + D_{97} + D_{98} + D_{99} + D_{910} + D_{911} + D_{912}) + \\ & 42,25(D_{101} + D_{102} + D_{103} + D_{104} + D_{105} + D_{106} + D_{107} + D_{108} + D_{109} + D_{1010} + D_{1011} + D_{1012}) - \\ & \{ 1,5(R_{11} + R_{12} + R_{13} + R_{14} + R_{15} + R_{16} + R_{17} + R_{18} + R_{19} + R_{110} + R_{111} + R_{112}) + 1,85(O_{11} + O_{12} + O_{13} \\ & + O_{14} + O_{15} + O_{16} + O_{17} + O_{18} + O_{19} + O_{110} + O_{111} + O_{112}) + 0,056(I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14} + I_{15} + I_{16} + I_{17} + I_{18} \\ & + I_{19} + I_{110} + I_{111} + I_{112}) + 0,17(B_{11} + B_{12} + B_{13} + B_{14} + B_{15} + B_{16} + B_{17} + B_{18} + B_{19} + B_{110} + B_{111} + B_{112}) \\ & + 4,95(R_{21} + R_{22} + R_{23} + R_{24} + R_{25} + R_{26} + R_{27} + R_{28} + R_{29} + R_{210} + R_{211} + R_{212}) \\ & + 5,4(O_{21} + O_{22} + O_{23} + O_{24} + O_{25} + O_{26} + O_{27} + O_{28} + O_{29} + O_{210} + O_{211} + O_{212}) + 0,248(I_{21} + I_{22} + I_{23} + \\ & I_{24} + I_{25} + I_{26} + I_{27} + I_{28} + I_{29} + I_{210} + I_{211} + I_{212}) + 0,74(B_{21} + B_{22} + B_{23} + B_{24} + B_{25} + B_{26} + B_{27} + B_{28} + B_{29} \\ & + B_{210} + B_{211} + B_{212}) + 1,25(R_{31} + R_{32} + R_{33} + R_{324} + R_{35} \\ & + R_{36} + R_{37} + R_{38} + R_{39} + R_{310} + R_{311} + R_{312}) + 1,4(O_{31} + O_{32} + O_{33} + O_{34} + O_{35} + O_{36} + O_{37} + O_{38} + O_{39} + O_{310} \\ & + O_{311} + O_{312}) + 0,066(I_{31} + I_{32} + I_{33} + I_{34} + I_{35} + I_{36} + I_{37} + I_{38} + I_{39} + I_{310} + I_{311} + I_{312}) + 0,19(B_{31} + B_{32} \\ & + B_{33} + B_{34} + B_{35} + B_{36} + B_{37} + B_{38} + B_{39} + B_{310} + B_{311} + B_{312}) + \\ & + 1,2(R_{41} + R_{42} + R_{43} + R_{44} + R_{45} + R_{46} + R_{47} + R_{48} + R_{49} + R_{410} + R_{411} + R_{412}) + 1,5(O_{41} + O_{42} + O_{43} + O_{44} \\ & + O_{45} + O_{46} + O_{47} + O_{48} + O_{49} + O_{410} + O_{411} + O_{412}) + 0,55(I_{41} + I_{42} + I_{43} + I_{44} + I_{45} + I_{46} + I_{47} + I_{48} + I_{49} + I_{410} \\ & + I_{411} + I_{412}) + 0,17(B_{41} + B_{42} + B_{43} + B_{44} + B_{45} + B_{46} + B_{47} + B_{48} + B_{49} + B_{410} + B_{411} + B_{412}) + \\ & 6(R_{51} + R_{52} + R_{53} + R_{54} + R_{55} + R_{56} + R_{57} + R_{58} + R_{59} + R_{510} \\ & + R_{511} + R_{512}) + 6,45(O_{51} + O_{52} + O_{53} + O_{54} + O_{55} + O_{56} + O_{57} + O_{58} + O_{59} + O_{510} + O_{511} + O_{512}) \\ & + 0,26(I_{51} + I_{52} + I_{53} + I_{54} + I_{55} + I_{56} + I_{57} + I_{58} + I_{59} + I_{510} + I_{511} + I_{512}) + 0,78(B_{51} + B_{52} + B_{53} + B_{54} \\ & + B_{55} + B_{56} + B_{57} + B_{58} + B_{59} + B_{510} + B_{511} + B_{512}) + \\ & 1,8(R_{61} + R_{62} + R_{63} + R_{64} + R_{65} + R_{66} + R_{67} + R_{68} + R_{69} + R_{610} + R_{611} + R_{612}) + 1,95(O_{61} + O_{62} + O_{63} + O_{64} \\ & + O_{65} + O_{66} + O_{67} + O_{68} + O_{69} + O_{610} + O_{611} + O_{612}) \\ & + 0,09(I_{61} + I_{62} + I_{63} + I_{64} + I_{65} + I_{66} + I_{67} + I_{68} + I_{69} + I_{610} + I_{611} + I_{612}) \\ & + 0,27(B_{61} + B_{62} + B_{63} + B_{64} + B_{65} + B_{66} + B_{67} + B_{68} + B_{69} + B_{610} + B_{611} + B_{612}) + \\ & 1,9(R_{71} + R_{72} + R_{73} + R_{74} + R_{75} + R_{76} + R_{77} + R_{78} + R_{79} + R_{710} + R_{711} + R_{712}) \\ & + 2,2(O_{71} + O_{72} + O_{73} + O_{74} + O_{75} + O_{76} + O_{77} + O_{78} + O_{79} + O_{710} + O_{711} + O_{712}) + 0,095(I_{71} + I_{72} + I_{73} + \\ & I_{74} + I_{75} + I_{76} + I_{77} + I_{78} + I_{79} + I_{710} + I_{711} + I_{712}) + 0,29(B_{71} + B_{72} + B_{73} + B_{74} + B_{75} + B_{76} + B_{77} + \\ & B_{78} + B_{79} + B_{710} + B_{711} + B_{712}) + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 35,1(R_{81} + R_{82} + R_{83} + R_{84} + R_{85} + R_{86} + R_{87} + R_{88} + R_{89} + R_{810} + R_{811} + R_{812}) + 36(O_{81} + O_{82} + O_{83} + O_{84} + \\
& O_{85} + O_{86} + O_{87} + O_{88} + O_{89} + O_{810} + O_{811} + O_{812}) + 0,85(I_{81} + I_{82} + I_{83} + I_{84} + I_{85} + I_{86} + I_{87} + I_{88} + I_{89} + \\
& I_{810} + I_{811} + I_{812}) + 5,3(B_{81} + B_{82} + B_{83} + B_{84} + B_{85} + B_{86} + B_{87} + B_{88} + B_{89} + B_{810} + B_{811} + B_{812}) + \\
& 5(R_{91} + R_{92} + R_{93} + R_{94} + R_{95} + R_{96} + R_{97} + R_{98} + R_{99} + R_{910} \\
& + R_{911} + R_{912}) + 5,8(O_{91} + O_{92} + O_{93} + O_{94} + O_{95} + O_{96} + O_{97} + O_{98} + O_{99} + O_{910} + O_{911} + O_{912}) + 0,26(I_{91} + I_{92} \\
& + I_{93} + I_{94} + I_{95} + I_{96} + I_{97} + I_{98} + I_{99} + I_{910} + I_{911} + I_{912}) + 0,78(B_{91} + B_{92} + B_{93} + B_{94} + B_{95} + B_{96} + B_{97} + B_{98} \\
& + B_{99} + B_{910} + B_{911} + B_{912}) \\
& + 25,5(R_{101} + R_{102} + R_{103} + R_{104} + R_{105} + R_{106} + R_{107} + R_{108} + R_{109} + R_{1010} + R_{1011} + R_{1012}) + 26,5(O_{101} + O_{102} \\
& + O_{103} + O_{104} + O_{105} + O_{106} + O_{107} + O_{108} + O_{109} + O_{1010} + O_{1011} + O_{1012}) + 1,28(I_{101} + I_{102} + I_{103} + I_{104} + I_{105} \\
& + I_{106} + I_{107} + I_{108} + I_{109} + I_{1010} + I_{1011} + I_{1012}) + 3,34(B_{101} + B_{102} + B_{103} + B_{104} + B_{105} + B_{106} + B_{107} + B_{108} + B_{109} \\
& + B_{1010} + B_{1011} + B_{1012}) + 1(H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10} + H_{11} + H_{12}) \\
& + 2(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12}) \} - 440936 + d_1^- - d_1^+ = 9.544.836YTL
\end{aligned}$$

Modele verilerin girilmesi:

$$\begin{aligned}
Kar = & 3(15440) + 12(9843) + 4,2(17815) + 3,5(13886) + 16(12795) + 4(22930) + 5,4(20800) + 54(512000) + \\
& 9,8(13350) + 42,25(7583) - \{ 1,5(15440) + 1,85(0) + 0,056(0) + 0,17(0) + 4,95(9843) \\
& + 5,4(0) + 0,248(0) + 0,74(0) + 1,25(17815) + 1,4(0) + 0,066(2270) + 0,19(1976) + \\
& + 1,2(13886) + 1,5(0) + 0,055(0) + 0,17(0) + 6(12795) + 6,45(0) + 0,26(0) + 0,78(0) + 1,8(22930) + 1,95(0) \\
& + 0,09(1610) + 0,27(40345) + 1,9(20800) + 2,2(0) + 0,095(0) + 0,29(48208) + . + 35,1(489894) + 36(22105) + 0,85(33000) \\
& + 5,3(44682) + 5(13350) + 5,8(0) + 0,26(0) + 0,78(0) + 25,5(7583) + 26,5(0) + 1,28(0) + 3,34(0) + 1(19) + 2(20) \} - 440936 + \\
& d_1^- - d_1^+ = 9.544.836YTL
\end{aligned}$$

$$\Rightarrow d_1^- = 0; d_1^+ = 0$$

- **Hedef 2:**

- **Sıvı Gübrelerin Üretim Miktarı Hedefi**

- **2. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

1. 
$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı}$$

$$\begin{aligned}
\text{ÜretimMiktari} = & (D_{11} + D_{12} + D_{13} + D_{14} + D_{15} + D_{16} + D_{17} + D_{18} + D_{19} + D_{110} + D_{111} + D_{112}) + \\
& (D_{21} + D_{22} + D_{23} + D_{24} + D_{25} + D_{26} + D_{27} + D_{28} + D_{29} + D_{210} + D_{211} + D_{212}) + \\
& (D_{31} + D_{32} + D_{33} + D_{34} + D_{35} + D_{36} + D_{37} + D_{38} + D_{39} + D_{310} + D_{311} + D_{312}) + \\
& (D_{41} + D_{42} + D_{43} + D_{44} + D_{45} + D_{46} + D_{47} + D_{48} + D_{49} + D_{410} + D_{411} + D_{412}) + \\
& (D_{51} + D_{52} + D_{53} + D_{54} + D_{55} + D_{56} + D_{57} + D_{58} + D_{59} + D_{510} + D_{511} + D_{512}) + d_2^- - d_2^+ = 75000
\end{aligned}$$

$$\text{ÜretimMiktari} = 15440 + 9843 + 17815 + 13886 + 12795 + d_2^- - d_2^+ = 75000$$

$$d_2^- = 5221 \text{ bulunur.}$$

- **Hedef 3:**

- **Fazla Mesai İle İlgili Hedef**

- **3. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{FazlaMesai}$$

$$\begin{aligned}
\text{FazlaMesai} = & (O_{11} + O_{12} + O_{13} + O_{14} + O_{15} + O_{16} + O_{17} + O_{18} + O_{19} + O_{110} + O_{111} + O_{112}) + \\
& (O_{21} + O_{22} + O_{23} + O_{24} + O_{25} + O_{26} + O_{27} + O_{28} + O_{29} + O_{210} + O_{211} + O_{212}) + \\
& (O_{31} + O_{32} + O_{33} + O_{34} + O_{35} + O_{36} + O_{37} + O_{38} + O_{39} + O_{310} + O_{311} + O_{312}) + \\
& (O_{41} + O_{42} + O_{43} + O_{44} + O_{45} + O_{46} + O_{47} + O_{48} + O_{49} + O_{410} + O_{411} + O_{412}) + \\
& (O_{51} + O_{52} + O_{53} + O_{54} + O_{55} + O_{56} + O_{57} + O_{58} + O_{59} + O_{510} + O_{511} + O_{512}) + \\
& (O_{61} + O_{62} + O_{63} + O_{64} + O_{65} + O_{66} + O_{67} + O_{68} + O_{69} + O_{610} + O_{611} + O_{612}) + \\
& (O_{71} + O_{72} + O_{73} + O_{74} + O_{75} + O_{76} + O_{77} + O_{78} + O_{79} + O_{710} + O_{711} + O_{712}) + \\
& (O_{81} + O_{82} + O_{83} + O_{84} + O_{85} + O_{86} + O_{87} + O_{88} + O_{89} + O_{810} + O_{811} + O_{812}) + \\
& (O_{91} + O_{92} + O_{93} + O_{94} + O_{95} + O_{96} + O_{97} + O_{98} + O_{99} + O_{910} + O_{911} + O_{912}) + \\
& (O_{101} + O_{102} + O_{103} + O_{104} + O_{105} + O_{106} + O_{107} + O_{108} + O_{109} + O_{1010} + O_{1011} + O_{1012}) + \\
& d_3^- - d_3^+ = 0
\end{aligned}$$

$$d_3^+ = 22107 \text{ bulunur.}$$



- **Hedef 4:**

- **İşçi alımı-çıkarılması ile ilgili kısıt**

- **4. Hedef ile ilgili Kısıtlar:**

$$1. \sum_{t=1}^{12} (H_t + F_t) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

$$\text{İşçi Alımı} - \text{Çıkarılması} = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10} + H_{11} + H_{12}) \\ + (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 + F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12}) + d_4^- - d_4^+ = 0$$

$$\Rightarrow d_4^+ = 39 \text{ bulunur.}$$

Sistem Kısıtları **Ek-1** 'de verilmiştir.

• **Tablo 34.** Hedeflerin Öncelik Sırasına İlişkin Sonuçlar

<i>Aylar</i>	<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>										<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>										
	<i>Ürünler / Normal Mesaide Üretim Miktarları (R<sub>i</sub>) Kg.</i>										<i>Ürünler /Fazla Mesaide Üretim Miktarları (O<sub>i</sub>) Kg.</i>										
	<i>R<sub>1</sub></i>	<i>R<sub>2</sub></i>	<i>R<sub>3</sub></i>	<i>R<sub>4</sub></i>	<i>R<sub>5</sub></i>	<i>R<sub>6</sub></i>	<i>R<sub>7</sub></i>	<i>R<sub>8</sub></i>	<i>R<sub>9</sub></i>	<i>R<sub>10</sub></i>		<i>O<sub>1</sub></i>	<i>O<sub>2</sub></i>	<i>O<sub>3</sub></i>	<i>O<sub>4</sub></i>	<i>O<sub>5</sub></i>	<i>O<sub>6</sub></i>	<i>O<sub>7</sub></i>	<i>O<sub>8</sub></i>	<i>O<sub>9</sub></i>	<i>O<sub>10</sub></i>
<i>Ocak</i>	0	0	0	0	0	0	0	44000	0	0		555	0	0	1803	930	2750	3200	0	2000	560
<i>Şubat</i>	0	2620	0	0	1400	0	0	44000	5748	800		0	0	5890	2500	0	3180	2850	12000	0	0
<i>Mart</i>	9849	2930	0	0	1301	0	0	48000	192	1200		0	0	2758	2251	0	3925	3860	17000	0	0
<i>Nisan</i>	0	0	0	0	0	0	0	44000	0	0		0	0	2537	0	2549	0	0	22000	1	1050
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0	0	0	15000	0	0		0	0	0	0	2500	0	0	24000	1098	755
<i>Haziran</i>	0	750	0	0	0	0	0	10000	0	0		1801	0	4751	6051	2650	5901	3120	0	1621	800
<i>Temmuz</i>	0	525	0	0	0	1089	1049	33000	0	550		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ağustos</i>	0	415	0	0	0	0	0	48000	0	415		0	0	24000	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eylül</i>	0	275	0	0	0	0	0	44000	0	0		620	0	312	0	314	2	0	0	0	275
<i>Ekim</i>	0	650	0	0	0	0	0	42000	0	0		425	0	22393	0	251	0	0	0	0	100
<i>Kasım</i>	0	0	0	0	0	6082	5134	38000	0	428		340	0	22095	0	450	0	0	0	1050	0
<i>Aralık</i>	0	1678	0	3272	450	0	15000	27000	1640	650		1851	0	19611	0	0	1	0	0	0	0

<i>Aylar</i>	<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>										<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>										
	<i>Ürünler / Stok Yapılan Miktar (I<sub>i</sub>) Kg.</i>										<i>Ürünler / Siparişi Ertelenen Miktar (B<sub>i</sub>) Kg.</i>										
	<i>I<sub>1</sub></i>	<i>I<sub>2</sub></i>	<i>I<sub>3</sub></i>	<i>I<sub>4</sub></i>	<i>I<sub>5</sub></i>	<i>I<sub>6</sub></i>	<i>I<sub>7</sub></i>	<i>I<sub>8</sub></i>	<i>I<sub>9</sub></i>	<i>I<sub>10</sub></i>		<i>B<sub>1</sub></i>	<i>B<sub>2</sub></i>	<i>B<sub>3</sub></i>	<i>B<sub>4</sub></i>	<i>B<sub>5</sub></i>	<i>B<sub>6</sub></i>	<i>B<sub>7</sub></i>	<i>B<sub>8</sub></i>	<i>B<sub>9</sub></i>	<i>B<sub>10</sub></i>
<i>Ocak</i>	0	0	0	3	0	0	0	9001	0	0		1945	1800	1000	0	0	0	0	1	0	0
<i>Şubat</i>	0	0	2090	3	0	380	0	0	3398	0		4595	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mart</i>	3054	1650	1268	4	1	2520	2080	0	1490	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nisan</i>	1399	450	1	1	0	0	0	11000	1	0		0	0	46	2677	0	0	0	0	0	0
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	1745	3926	0	5000	1780	0	1	0
<i>Haziran</i>	800	0	1891	1300	400	1	0	0	1100	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Temmuz</i>	350	0	871	1100	0	881	0	23001	650	0		0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Ağustos</i>	0	0	24447	950	0	520	0	1000	0	0		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eylül</i>	0	0	24233	500	0	0	0	2	0	0		0	0	0	0	1	103	1	2	0	0
<i>Ekim</i>	0	0	46626	0	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	784	621	0	0	0
<i>Kasım</i>	0	0	68722	0	0	2499	2733	0	0	0		0	428	1	566	0	0	0	0	0	0
<i>Aralık</i>	1	0	86532	1991	0	0	13413	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Aylar</i>	<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>					<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçlar</i>				
	<i>Makinelerin Normal Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>					<i>Makinelerin Normal Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	66	0	0	22	44	88	132	88	110	44
<i>Şubat</i>	88	5,284	13,442	35,442	44	88	88	88	110	44
<i>Mart</i>	96	7,736	15,568	44,4925	48	96	96	96	120	48
<i>Nisan</i>	66	0	0	22	44	88	88	88	110	44
<i>Mayıs</i>	22,5	0	0	7,5	15	96	96	96	120	48
<i>Haziran</i>	16,125	0,375	0,75	5,75	10	92	92	92	115	46
<i>Temmuz</i>	55,119	0,5375	1,075	21,851	34,9202	96	96	96	120	48
<i>Ağustos</i>	73,4525	0,415	0,83	24,83	48	96	96	96	120	48
<i>Eylül</i>	66,4125	0,1375	0,275	22,275	44	88	88	88	110	44
<i>Ekim</i>	63,975	0,325	0,65	21,65	42	92	92	92	115	46
<i>Kasım</i>	77,247	0,214	0,428	41,86	47,9996	96	96	96	120	48
<i>Aralık</i>	84	3,845	8,51	53,646	42	84	84	84	105	42

<i>Aylar</i>	<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>						<i>1.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>				
	<i>Makinelerin Fazla Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Fazla Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	21,577	2,924	6,848	19,927	5,4		44	66	44	55	22
<i>Şubat</i>	44	4,784	14,28	30,645	17,394		44	44	44	55	22
<i>Mart</i>	48	2,7803	7,767	31,5835	24		48	48	48	60	24
<i>Nisan</i>	44	3,3222	8,6745	18,406	22		44	44	44	55	22
<i>Mayıs</i>	44,005	2,1765	4,902	16,902	24		48	48	48	60	24
<i>Haziran</i>	45,999	9,3121	23,2355	42,828	7,8408		46	46	46	57,5	23
<i>Temmuz</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Ağustos</i>	48	14,4	48	36	0		48	48	48	60	24
<i>Eylül</i>	2,578	0,7917	1,833	1,991	0,0016		44	44	44	55	22
<i>Ekim</i>	46	13,8238	45,562	34,578	0		46	46	46	57,5	23
<i>Kasım</i>	48	14,177	46,555	35,6775	0		48	48	48	60	24
<i>Aralık</i>	42	12,6921	41,073	32,195	0,0008		42	42	42	52,5	21

Aylar	1.Öncelikli Hedef Sonuçları			1.Öncelikli Hedef Sonuçları		
	İşçi Alımı (H) /İşçi Çıkarılması (F) Toplam İşçi Sayısı (W)			Sapma Değerleri ve 1. Hedef'in Sağlanması		
	$H_t$	$F_t$	$W_t$	Negatif Sapma( $d_t^-$ )	Negatif Sapma( $d_t^+$ )	Hedef Eşitliği
<b>Ocak</b>	1	0	1	0	0	9.544.836,00 = 9.544.836,00
<b>Şubat</b>	6	0	6			
<b>Mart</b>	0	0	0			
<b>Nisan</b>	0	2	0			
<b>Mayıs</b>	0	1	0			
<b>Haziran</b>	0	10	0			
<b>Temmuz</b>	0	1	0			
<b>Ağustos</b>	12	0	12			
<b>Eylül</b>	0	5	0			
<b>Ekim</b>	0	0	0			
<b>Kasım</b>	0	0	0			
<b>Aralık</b>	37	38	0			

Not:  $W_0=10$

Aylar	2.Öncelikli Hedef Sonuçları										2.Öncelikli Hedef Sonuçlar									
	Ürünler / Stok Yapılan Miktar (I)										Ürünler / Siparişi Ertelenen Miktar (B)									
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	I <sub>9</sub>	I <sub>10</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>10</sub>
<b>Ocak</b>	0	0	0	0	0	2186	2851	21000	0	0	2434	0	1000	1800	0	0	0	0	0	0
<b>Şubat</b>	0	0	3582	4177	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Mart</b>	164 5	0	2	2680	0	570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1779	0	0	0
<b>Nisan</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2123	0	0	1950	3859	0	0	0
<b>Mayıs</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3823	0	0	6950	5639	0	0	0
<b>Haziran</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	4938	825	0	7850	6979	0	0	0
<b>Temmuz</b>	0	0	0	2	0	985	0	22735	1	0	1450	0	5958	1023	0	0	0	0	1	0
<b>Ağustos</b>	1	0	0	1	0	625	0	736	0	0	7	0	0	5	0	0	0	1	2	0
<b>Eylül</b>	3	0	16660	235	0	0	0	0	6	4	119	0	0	0	0	0	0	0	8	0
<b>Ekim</b>	0	2	38678	237	0	0	0	2	1	1	11	0	0	1	0	680	620	0	1	0
<b>Kasım</b>	0	0	60903	235	1	2500	2818	1	0	0	343	424	0	2	1	0	1	0	220	0
<b>Aralık</b>	0	0	80105	231	1	0	13496	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Aylar</i>	<i>2.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>						<i>2.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>				
	<i>Makinelerin Normal Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Normal Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	69,82	1,18	2,36	24,36	44		88	132	88	110	44
<i>Şubat</i>	68,83	0,81	1,62	23,62	44		88	88	88	110	44
<i>Mart</i>	71,451	1,24	2,48	24,857	44,754		96	96	96	120	48
<i>Nisan</i>	53,4	1,125	2,25	18,75	33		88	88	88	110	44
<i>Mayıs</i>	39,675	0,225	0,45	13,45	26		96	96	96	120	48
<i>Haziran</i>	16,125	0,375	0,75	5,75	10		92	92	92	115	46
<i>Temmuz</i>	79,5155	0,2625	0,525	51,0405	48		96	96	96	120	48
<i>Ağustos</i>	72,625	0,208	0,4165	24,4165	48		96	96	96	120	48
<i>Eylül</i>	66,435	0,1445	0,289	22,2945	44		88	88	88	110	44
<i>Ekim</i>	64,1375	0,378	0,756	21,8085	42,002		92	92	92	115	46
<i>Kasım</i>	77,3165	0,2319	0,483	41,866	48		96	96	96	120	48
<i>Aralık</i>	84	3,7717	8,475	53,4255	42		84	84	84	105	42



<i>Aylar</i>	<i>2.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>						<i>2.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>				
	<i>Makinelerin Fazla Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Fazla Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	44	1,498	3,996	32,003	21,9998		44	66	44	55	22
<i>Şubat</i>	44	13,0847	33,25	37,5655	0,4904		44	44	44	55	22
<i>Mart</i>	48	3,999	9,048	26,182	22,1308		48	48	48	60	24
<i>Nisan</i>	44	3,055	8,235	18,3725	22		44	44	44	55	22
<i>Mayıs</i>	48	3,5075	7,565	20,895	24		48	48	48	60	24
<i>Haziran</i>	6,275	1,785	3,83	3,83	0		46	46	46	57,5	23
<i>Temmuz</i>	2,831	0,702	1,629	1,631	0		48	48	48	60	24
<i>Ağustos</i>	19,655	5,8413	17,1125	15,4015	0		48	48	48	60	24
<i>Eylül</i>	37,574	11,2005	36,149	28,283	0,265		44	44	44	55	22
<i>Ekim</i>	46	13,8488	45,313	34,768	0		46	46	46	57,5	23
<i>Kasım</i>	47,9995	14,2431	46,662	35,8455	0		48	48	48	60	24
<i>Aralık</i>	42	12,6	42	31,5	0		42	42	42	52,5	21

Aylar	2.Öncelikli Hedef Sonuçları			2.Öncelikli Hedef Sonuçları		
	İşçi Alımı ( $H_t$ ) /İşçi Çıkarılması ( $F_t$ ) Toplam İşçi Sayısı ( $W_t$ )			Sapma Değerleri ve Hedefler'in Sağlanması		
	$H_t$	$F_t$	$W_t$	Negatif Sapma	Pozitif Sapma	Hedeflerin Eşitliği
<b>Ocak</b>	1	0	11	$(d_1^-)$	$(d_1^+)$	<b>Hedef 1</b>
<b>Şubat</b>	6	0	17	0	0	9.544.836,00 = 9.544.836,00
<b>Mart</b>	0	0	17			
<b>Nisan</b>	0	2	15	$(d_2^-)$	$(d_2^+)$	<b>Hedef 2</b>
<b>Mayıs</b>	0	1	14	5221	0	75000 = 75000
<b>Haziran</b>	0	10	4			
<b>Temmuz</b>	0	1	3			
<b>Ağustos</b>	12	0	15			
<b>Eylül</b>	0	5	10			
<b>Ekim</b>	1	1	10			
<b>Kasım</b>	0	0	10			
<b>Aralık</b>	0	1	9			

<i>Aylar</i>	<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>										<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>											
	<i>Ürünler / Stok Yapılan Miktar (I<sub>j</sub>) Kg.</i>										<i>Ürünler / Siparişi Ertelenen Miktar (B<sub>j</sub>) Kg.</i>											
	<i>I<sub>1</sub></i>	<i>I<sub>2</sub></i>	<i>I<sub>3</sub></i>	<i>I<sub>4</sub></i>	<i>I<sub>5</sub></i>	<i>I<sub>6</sub></i>	<i>I<sub>7</sub></i>	<i>I<sub>8</sub></i>	<i>I<sub>9</sub></i>	<i>I<sub>10</sub></i>		<i>B<sub>1</sub></i>	<i>B<sub>2</sub></i>	<i>B<sub>3</sub></i>	<i>B<sub>4</sub></i>	<i>B<sub>5</sub></i>	<i>B<sub>6</sub></i>	<i>B<sub>7</sub></i>	<i>B<sub>8</sub></i>	<i>B<sub>9</sub></i>	<i>B<sub>10</sub></i>	
<i>Ocak</i>	0	0	1669	2	0	0	0	9000	0	0		3	0	0	1	0	2750	3200	0	0	0	
<i>Şubat</i>	8	0	597	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	5550	6050	0	1	0	
<i>Mart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	75	0	0	7335	7830	6894	0	0	
<i>Nisan</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1900	0	0	9855	9910	17893	1	0	
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	14855	11690	19893	0	0	
<i>Haziran</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	9527	0	0	0	
<i>Temmuz</i>	0	0	0	0	0	985	0	23001	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ağustos</i>	0	0	0	0	0	625	0	1001	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eylül</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ekim</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Kasım</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Aralık</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Aylar</i>	<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>						<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>				
	<i>Makinelerin Normal Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Normal Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	88	6,3954	15,926	38,7405	44		88	132	88	110	44
<i>Şubat</i>	88	6,3018	15,1605	38,877	44		88	88	88	110	44
<i>Mart</i>	96	6,9058	17,1885	41,955	48		96	96	96	120	48
<i>Nisan</i>	88	6,527	15,4185	38,5735	44		88	88	88	110	44
<i>Mayıs</i>	91,8625	5,888	15,2065	38,7315	48		96	96	96	120	48
<i>Haziran</i>	87,8455	3,7415	8,635	62,4525	46		92	92	92	115	46
<i>Temmuz</i>	79,0755	1,8995	4,84	44,6995	44,534		96	96	96	120	48
<i>Ağustos</i>	76,6775	1,245	3,155	27,1925	48		96	96	96	120	48
<i>Eylül</i>	70,09	1,2825	2,985	25,2575	44		88	88	88	110	44
<i>Ekim</i>	68,1945	0,9625	1,925	25,985	43,1622		92	92	92	115	46
<i>Kasım</i>	70,9175	1,6316	3,789	32,3995	42,0192		96	96	96	120	48
<i>Aralık</i>	68,2945	4,3569	10,973	38,506	33,3246		84	84	84	105	42

<i>Aylar</i>	<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>						<i>3.Öncelikli Hedef Sonuçları</i>				
	<i>Makinelerin Fazla Mesai Kapasiteleri (mak-saat)</i>						<i>Makinelerin Fazla Mesai Toplam Kapasiteleri (mak-saat)</i>				
	<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>		<i>1.Makine</i>	<i>2.Makine</i>	<i>3.Makine</i>	<i>4.Makine</i>	<i>5.Makine</i>
<i>Ocak</i>	0	0	0	0	0		44	66	44	55	22
<i>Şubat</i>	0	0	0	6	12		44	44	44	55	22
<i>Mart</i>	0	0	0	5,053	10,106		48	48	48	60	24
<i>Nisan</i>	0	0	0	0,0005	0,001		44	44	44	55	22
<i>Mayıs</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Haziran</i>	0	0	0	0	0		46	46	46	57,5	23
<i>Temmuz</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Ağustos</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Eylül</i>	0	0	0	0	0		44	44	44	55	22
<i>Ekim</i>	0	0	0	0	0		46	46	46	57,5	23
<i>Kasım</i>	0	0	0	0	0		48	48	48	60	24
<i>Aralık</i>	0	0	0	0	0		42	42	42	52,5	21

Aylar	3.Öncelikli Hedef Sonuçları			3.Öncelikli Hedef Sonuçları		
	$H_t$	$F_t$	$W_t$	Negatif Sapma	Pozitif Sapma	Hedeflerin Eşitliği
<b>Ocak</b>	1	0	11	$(d_1^-)$	$(d_1^+)$	<b>Hedef 1</b>
<b>Şubat</b>	6	0	17	0	0	9.544.836,00 = 9.544.836,00
<b>Mart</b>	0	0	17			
<b>Nisan</b>	0	2	15	$(d_2^-)$	$(d_2^+)$	<b>Hedef 2</b>
<b>Mayıs</b>	0	1	14	5221	0	75000 = 75000
<b>Haziran</b>	0	10	4			
<b>Temmuz</b>	0	1	3	$(d_3^-)$	$(d_3^+)$	<b>Hedef 3</b>
<b>Ağustos</b>	12	0	15	0	22107	0 = 0
<b>Eylül</b>	0	5	10			
<b>Ekim</b>	0	0	10			
<b>Kasım</b>	0	0	10			
<b>Aralık</b>	0	1	9			

