

79141

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Prof. Yaşar B. Cengiz 15.4.98  
Yrd. Doç. Dr. Semih ÖNÜT 15.04.98  
Doç. Dr. Hüseyin Sönmez 15.04.98

MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI KAVRAMI VE  
KÜÇÜK ÖLÇEKLİ BİR İŞLETMEDE UYGULAMA  
(KALİBRE BORU SAN. VE TİC. A.Ş.)

Endüstri Mühendisi Recep ALTUNTAŞ

F.B.E. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Yaşar Baki CENGİZ

İSTANBUL, 1998

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

|                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| SİMGE LİSTESİ.....                                                    | vi   |
| KISALTMA LİSTESİ.....                                                 | vii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                    | viii |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                  | ix   |
| DENKLEM LİSTESİ.....                                                  | x    |
| ÖNSÖZ.....                                                            | xi   |
| ÖZET.....                                                             | xii  |
| ABSTRACT.....                                                         | xiii |
| 1. GİRİŞ .....                                                        | 1    |
| 2. ÜRETİM SİSTEMLERİNDE ENVANTER (STOK) KAVRAMI.....                  | 4    |
| 2.1 İmalat Envanterleri.....                                          | 5    |
| 2.2 Envanter Yönetimi .....                                           | 5    |
| 2.3 Envanter Yönetiminin Kontrolü .....                               | 6    |
| 2.4 Bilgisayar Tabanlı Planlama ve Kontrol Sistemleri.....            | 9    |
| 2.4.1 Tam zamanında üretim .....                                      | 9    |
| 2.4.2 Kanban sistemi.....                                             | 12   |
| 3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI .....                                   | 15   |
| 3.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması Kavramı .....                          | 15   |
| 3.1.1 Terminoloji .....                                               | 16   |
| 3.1.2 Ana kurallar (bağımlı talep ve zamanlama).....                  | 24   |
| 3.1.3 Ön koşullar.....                                                | 28   |
| 3.1.4 Varsayımlar .....                                               | 29   |
| 3.1.5 Malzeme ihtiyaç planlaması kavramının tarihçesi.....            | 30   |
| 4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI SİSTEMİ.....                            | 32   |
| 4.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Amaçları ve Yararları ..... | 32   |
| 4.2 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Prensipleri.....            | 34   |
| 4.3 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Planlama Faktörleri .....   | 35   |
| 4.3.1 Planlanan tedarik süresi .....                                  | 35   |
| 4.3.2 Parti büyüklüğü .....                                           | 36   |
| 4.3.2.1 Sabit sipariş miktarı .....                                   | 37   |
| 4.3.2.2 Ekonomik sipariş miktarı.....                                 | 37   |

|          |                                                                                                |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2.3  | Kesikli sipariş algoritması.....                                                               | 38 |
| 4.3.2.4  | Sabit dönem algoritması .....                                                                  | 39 |
| 4.3.2.5  | Dönem sipariş miktarı.....                                                                     | 39 |
| 4.3.2.6  | En düşük birim maliyet.....                                                                    | 40 |
| 4.3.2.7  | En düşük toplam maliyet.....                                                                   | 41 |
| 4.3.2.8  | Parça - dönem algoritması.....                                                                 | 42 |
| 4.3.2.9  | Wagner - Whitin Algoritması .....                                                              | 44 |
| 4.2.3.10 | Sipariş miktarlarının bulunmasında kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi.....               | 44 |
| 4.3.3    | Emniyet stoğu .....                                                                            | 46 |
| 4.4      | Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Girdileri, Çıktıları ve Çalışma Mantığı.....             | 46 |
| 4.4.1    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin girdileri .....                                          | 48 |
| 4.4.1.1  | Ana üretim planı .....                                                                         | 49 |
| 4.4.1.2  | Malzeme listeleri dosyası.....                                                                 | 51 |
| 4.4.1.3  | Envanter kayıtları dosyası .....                                                               | 53 |
| 4.4.2    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin çıktıları.....                                           | 60 |
| 4.4.3    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin çalışma mantığı.....                                     | 61 |
| 4.4.4    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin tipleri.....                                             | 62 |
| 4.4.4.1  | Yenileme sistemleri .....                                                                      | 63 |
| 4.4.4.2  | Net değişme sistemleri .....                                                                   | 64 |
| 5.       | MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI SİSTEMİNİN KULLANILMASI VE UYGULANMASI.....                         | 65 |
| 5.1      | Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Kullanılması .....                                       | 65 |
| 5.1.1    | Envanter planlama ve kontrol sistemleri.....                                                   | 65 |
| 5.1.2    | Öncelik planlama sistemi .....                                                                 | 66 |
| 5.1.2.1  | Önceliklerin geçerliliği ve bütünlüğü.....                                                     | 67 |
| 5.1.2.2  | Bağımlı öncelik .....                                                                          | 67 |
| 5.1.2.3  | Öncelik kontrolü .....                                                                         | 69 |
| 5.1.3    | Kapasite ihtiyaçlarının tespiti.....                                                           | 71 |
| 5.1.3.1  | Kapasite ihtiyaç planlaması.....                                                               | 71 |
| 5.2      | Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Uygulanması.....                                         | 78 |
| 5.2.1    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin uygulanması projesinde izlenmesi gereken adımlar .....   | 78 |
| 5.2.2    | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin uygulanması projesinde karşılaşılan temel sorunlar ..... | 84 |
| 5.2.3    | Başarısız uygulamaların temel nedenleri ve başarılı uygulama için öneriler .....               | 89 |
| 6.       | ÜRETİM KAYNAKLARI PLANLAMASI .....                                                             | 91 |
| 6.1      | Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Gelişimi .....                                         | 91 |
| 6.2      | Üretim Kaynakları Planlaması Sistemi Veri Tabanı ve Destek Sistemi.....                        | 93 |
| 6.3      | Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Modülleri.....                                         | 95 |

|              |                                                                                                 |     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.4          | Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Diğer Endüstriyel Yönetim Sistemleri İle İlişkisi ..... | 98  |
| 6.4.1        | Üretim Kaynakları Planlaması ve Tam Zamanında Üretim.....                                       | 98  |
| 6.4.2        | Üretim Kaynakları Planlaması ve Toplam Kalite Yönetimi .....                                    | 98  |
| 6.4.3        | Üretim Kaynakları Planlaması ve Yalın Yönetim .....                                             | 99  |
| 6.5          | Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Yarını.....                                             | 99  |
| 7.           | KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI SİSTEMİ UYGULAMASI.....                   | 101 |
| 7.1          | Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş .....                                                             | 101 |
| 7.2          | Kalibre Boru A.Ş.'de Malzeme İhtiyaç Planlaması Sistemi Uygulaması .....                        | 104 |
| 7.2.1        | IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş. ve IAS yazılımı.....                           | 104 |
| 7.2.1.1      | IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş .....                                           | 104 |
| 7.2.1.2      | IAS yazılımının teknik özellikleri ve modülleri .....                                           | 105 |
| 7.2.1.2.1    | IAS yazılımının teknik özellikleri.....                                                         | 105 |
| 7.2.1.2.2    | IAS yazılımının modülleri .....                                                                 | 106 |
| 7.2.2        | Kalibre Boru sistem analizi.....                                                                | 114 |
| 7.2.2.1      | Kalibre Boru mevcut sisteminin analizi ve iş akışlarının tespiti.....                           | 115 |
| 7.2.2.1.1    | Firmanın statik yapısı.....                                                                     | 115 |
| 7.2.2.1.1.1  | Firma faaliyetleri.....                                                                         | 115 |
| 7.2.2.1.1.2  | Mevcut bilgi işlem yapısı .....                                                                 | 115 |
| 7.2.2.1.1.3  | Mamüller.....                                                                                   | 116 |
| 7.2.2.1.1.4  | Yarımamüller .....                                                                              | 118 |
| 7.2.2.1.1.5  | Hammaddeler .....                                                                               | 118 |
| 7.2.2.1.1.6  | Rotalar .....                                                                                   | 119 |
| 7.2.2.1.2    | Firma içi iş akışları.....                                                                      | 119 |
| 7.2.2.1.2.1  | Teklif isteği alınması.....                                                                     | 120 |
| 7.2.2.1.2.2  | Teklif verme .....                                                                              | 120 |
| 7.2.2.1.2.3  | Termin programı alınması.....                                                                   | 122 |
| 7.2.2.1.2.4  | Sipariş alma.....                                                                               | 123 |
| 7.2.2.1.2.5  | Stoğa üretim .....                                                                              | 125 |
| 7.2.2.1.2.6  | Satın alma siparişi verme .....                                                                 | 125 |
| 7.2.2.1.2.7  | İrsaliye girişi / Mal kabulü .....                                                              | 127 |
| 7.2.2.1.2.8  | Fatura girişi / Muhasebeye bilgi aktarımı .....                                                 | 127 |
| 7.2.2.1.2.9  | Üretim planlama / Üretim formu oluşturma .....                                                  | 128 |
| 7.2.2.1.2.10 | Üretim takip .....                                                                              | 129 |
| 7.2.2.1.2.11 | Paketleme / Sevkiyata hazırlık.....                                                             | 131 |
| 7.2.2.1.2.12 | Sevkiyat / İrsaliye çıkışı .....                                                                | 132 |
| 7.2.2.1.2.13 | Yardımcı malzeme tüketimi.....                                                                  | 133 |
| 7.2.2.1.2.14 | Maliyetlendirme .....                                                                           | 133 |
| 7.2.2.2      | Kalibre Boru'daki mevcut sistemin IAS yazılımı ile yapılabilirliğinin analizi .....             | 139 |
| 7.2.3        | IAS yazılımının Kalibre Boru'da kurulumu .....                                                  | 143 |
| 7.2.3.1      | Malzeme tanımlaması .....                                                                       | 143 |
| 7.2.3.2      | Operasyon sayılarının belirlenmesi .....                                                        | 145 |



|             |                                                                              |     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.2.3.2.1   | Uzama katsayısı (deformasyon) kriterine göre çekim sayısının bulunması ..... | 145 |
| 7.2.3.2.2   | Dış çap kriterine göre çekim sayısının bulunması .....                       | 146 |
| 7.2.3.2.3   | Et kalınlığı kriterine göre çekim sayısının bulunması.....                   | 146 |
| 7.2.3.2.4   | İç çap kontrolü .....                                                        | 147 |
| 7.2.3.2.5   | Fiziksel özelliğın etkisi .....                                              | 147 |
| 7.2.3.2.6   | Örnek çekim sayısı hesaplaması .....                                         | 147 |
| 7.2.3.3     | Her çekimde hedeflenen yarımamül ölçüsünün belirlenmesi .....                | 149 |
| 7.2.3.4     | Operasyon sırasının belirlenmesi .....                                       | 151 |
| 7.2.3.5     | Değişen boru ölçülerine göre birimlerin dönüşümlerinin hesaplanması .....    | 153 |
| 7.2.3.6     | İş merkezleri ve iş merkezi aktiviteleri .....                               | 153 |
| 7.2.3.7     | İş merkezi seçimi ve operasyon sürelerinin hesaplanması.....                 | 154 |
| 7.2.3.7.1   | Operasyon sürelerinin hesaplanması.....                                      | 154 |
| 7.2.3.7.1.1 | Tavlama operasyonu .....                                                     | 154 |
| 7.2.3.7.1.2 | Yağlama operasyonu.....                                                      | 155 |
| 7.2.3.7.1.3 | Uç ezme operasyonu .....                                                     | 156 |
| 7.2.3.7.1.4 | Çekme operasyonu .....                                                       | 157 |
| 7.2.3.7.1.5 | Doğrultma operasyonu .....                                                   | 159 |
| 7.2.3.7.1.6 | Kesme operasyonu .....                                                       | 160 |
| 7.2.3.7.1.7 | Paketleme operasyonu.....                                                    | 161 |
| 7.2.3.7.1.8 | EDDY operasyonu .....                                                        | 162 |
| 7.2.3.7.2   | Hazırlık sürelerinin hesaplanması.....                                       | 163 |
| 7.2.3.7.3   | Mamül grubunun operasyon sürelerine etkisi .....                             | 163 |
| 7.2.3.8     | Gerekli ham boru miktarlarının bulunması.....                                | 164 |
| 7.2.4       | Gerekli donanımın sağlanması, eğitimler ve yeni sisteme geçiş.....           | 164 |
| 7.2.5       | Değerlendirme.....                                                           | 165 |
| 8.          | SONUÇLAR.....                                                                | 171 |
|             | KAYNAKLAR.....                                                               | 173 |
|             | ÖZGEÇMİŞ.....                                                                | 175 |

## SİMGE LİSTESİ

|                |                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------|
| A              | Eldeki envanter miktarı                                |
| B              | Sipariş edilmiş miktar                                 |
| C              | Birim maliyet                                          |
| d              | Borunun iç çap ölçüsü                                  |
| d <sub>1</sub> | Borunun çekim öncesi iç çap ölçüsü                     |
| d <sub>2</sub> | Borunun çekim sonrası iç çap ölçüsü                    |
| D              | Borunun dış çap ölçüsü                                 |
| D <sub>1</sub> | Borunun çekim öncesi dış çap ölçüsü                    |
| D <sub>2</sub> | Borunun çekim sonrası dış çap ölçüsü                   |
| EPP            | Ekonomik parça - dönem faktörü                         |
| G              | Gereken parça miktarı                                  |
| H              | Çekim sayısı                                           |
| H <sub>1</sub> | Uzama katsayısı kriterine göre hesaplanan çekim sayısı |
| H <sub>2</sub> | Dış çap kriterine göre hesaplanan çekim sayısı         |
| H <sub>3</sub> | Et kalınlığı kriterine göre hesaplanan çekim sayısı    |
| I              | Envanter taşıma maliyeti                               |
| I <sub>p</sub> | Dönemsel envanter taşıma maliyeti                      |
| l <sub>1</sub> | Çekim öncesi boru boyu                                 |
| l <sub>2</sub> | Çekim sonrası boru boyu                                |
| s              | Borunun et kalınlığının ölçüsü                         |
| s <sub>1</sub> | Borunun çekim öncesi et kalınlığının ölçüsü            |
| s <sub>2</sub> | Borunun çekim sonrası et kalınlığının ölçüsü           |
| S              | Hazırlık maliyeti                                      |
| S <sub>t</sub> | Malzeme kalitesi katsayısı                             |
| U              | Yıllık kullanım miktarı                                |
| U <sub>k</sub> | Uzama katsayısı                                        |
| Q              | Ekonomik sipariş miktarı                               |
| X              | Kullanılabilir parça miktarı                           |

## KISALTMA LİSTESİ

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| ABD  | Amerika Birleşik Devletleri                |
| ALS  | Kalibre Boru stok kontrol paket programı   |
| AÜP  | Ana Üretim Planı                           |
| BDM  | Bilgisayar Destekli Mühendislik            |
| BDT  | Bilgisayar Destekli Tasarım                |
| BDÜ  | Bilgisayar Destekli Üretim                 |
| DIN  | Deutsche Industrie Normen                  |
| DKP  | Dağıtım Kaynakları Planlaması              |
| IAS  | Industrial Applications Software           |
| ISO  | International Standardization Organization |
| İKP  | İşletme Kaynakları Planlaması              |
| KİP  | Kapasite İhtiyaç Planlaması                |
| MEGA | Kalibre Boru muhasebe paket programı       |
| MİP  | Malzeme İhtiyaç Planlaması                 |
| TKY  | Toplam Kalite Yönetimi                     |
| TSE  | Türk Standardları Enstitüsü                |
| TZÜ  | Tam Zamanında Üretim                       |
| ÜKP  | Üretim Kaynakları Planlaması               |
| ÜKÜ  | Üretim Kaynakları Üretkenliği              |

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

|            |                                                                                                             |     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 2.1  | Üretimde mükemmellik modeli .....                                                                           | 10  |
| Şekil 2.2  | İki iş istasyonu arasında iş akışının kanban yöntemi ile düzenlenmesi.....                                  | 13  |
| Şekil 2.3  | Tam zamanında üretim sistemi .....                                                                          | 14  |
| Şekil 3.1  | Bir kaynak ihtiyaç planlaması sisteminin girdileri ve çıktıları .....                                       | 22  |
| Şekil 3.2  | Bir kaynak ihtiyaç planlaması sistemi.....                                                                  | 23  |
| Şekil 3.3a | Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi olmadan bitmiş ürün ve satın alınan parçanın stok seviyeleri .....       | 25  |
| Şekil 3.3b | Malzeme ihtiyaç planlaması sistemiyle bitmiş ürün ve satın alınan parçanın stok seviyeleri .....            | 26  |
| Şekil 4.1  | Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi .....                                                                    | 33  |
| Şekil 4.2  | Parça - dönem algoritması.....                                                                              | 43  |
| Şekil 4.3  | Bir bilişim sistemi olarak malzeme ihtiyaç planlaması sistemi .....                                         | 47  |
| Şekil 4.4  | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin bilgi ihtiyacı ve bilgi akışı .....                                   | 48  |
| Şekil 4.5  | Ana üretim planının temel girdileri.....                                                                    | 49  |
| Şekil 4.6  | Ana üretim planı örneği (Stowel firması) .....                                                              | 50  |
| Şekil 4.7  | Ana üretim planındaki tahmin ve siparişlerin karışımı.....                                                  | 51  |
| Şekil 4.8  | Kademe kodlaması .....                                                                                      | 53  |
| Şekil 4.9  | Malzeme listesi örneği ( Stowel firmasının üç çekmeceli dosya dolabı için) .....                            | 55  |
| Şekil 4.10 | Envanter kayıtları örneği ( Stowel firmasına ait olan parça 1003 kodlu çekmece için) .....                  | 56  |
| Şekil 4.11 | Sipariş tarihlerinin ve montajların zaman çizelgeleri (Stowel firması üç çekmeceli dosya dolabı için) ..... | 58  |
| Şekil 4.12 | Envanter kayıtları, ana üretim planı ve malzeme listeleri arasındaki bağlantı .....                         | 59  |
| Şekil 5.1  | Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminde öncelik planlama .....                                                | 66  |
| Şekil 5.2  | Atölye (öncelik) kontrol sistemi .....                                                                      | 70  |
| Şekil 5.3  | Kapasite ihtiyaç planlaması süreci .....                                                                    | 72  |
| Şekil 5.4  | Yük durumu raporu örneği.....                                                                               | 73  |
| Şekil 5.5  | Açılan ve planlanan siparişler göz önüne alınarak hazırlanmış yük durumu raporu.....                        | 74  |
| Şekil 5.6  | Kapalı çevrim Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi.....                                                       | 76  |
| Şekil 5.7  | Kapasite ihtiyaç planlaması sisteminin bilgi akışı .....                                                    | 77  |
| Şekil 5.8  | Veri hassasiyeti ile sistemden beklenen fayda arasındaki ilişki.....                                        | 87  |
| Şekil 6.1  | Üretim kaynakları planlaması sistemi.....                                                                   | 92  |
| Şekil 6.2  | Bilgisayar destekli sistemlerin etkileşimi.....                                                             | 94  |
| Şekil 6.3  | Üretim kaynakları planlaması sisteminin finansal modülü.....                                                | 96  |
| Şekil 6.4  | Üretim kaynakları planlaması sisteminin simülasyon modülü .....                                             | 97  |
| Şekil 7.1  | Kalibre Boru organizasyon şeması.....                                                                       | 103 |
| Şekil 7.2  | IAS yazılımının bütünleşik yapısı .....                                                                     | 114 |
| Şekil 7.3  | Kalibre Boru maliyetlendirme sistemi .....                                                                  | 137 |
| Şekil 7.4  | Kalibre Boru mevcut iş akışları .....                                                                       | 138 |
| Şekil 7.5  | Yeni sistemde iş akışları .....                                                                             | 141 |
| Şekil 7.6  | IAS yazılımı ile Kalibre Boru'nun bütünleşmesi.....                                                         | 142 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

|              |                                                                                                          |     |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 2.1  | Satın alma ve envanter yönetimi fonksiyonları tarafından geliştirilebilecek işlem raporları.....         | 8   |
| Çizelge 2.2  | Klasik yöntemler ile tam zamanında üretim felsefesinin karşılaştırılması.....                            | 12  |
| Çizelge 4.1  | Sabit sipariş miktarı yöntemi .....                                                                      | 37  |
| Çizelge 4.2  | Ekonomik sipariş miktarı yöntemi.....                                                                    | 38  |
| Çizelge 4.3  | Kesikli sipariş algoritması.....                                                                         | 38  |
| Çizelge 4.4  | Sabit dönem algoritması .....                                                                            | 39  |
| Çizelge 4.5  | Dönem sipariş miktarı algoritması.....                                                                   | 39  |
| Çizelge 4.6a | En düşük birim maliyetin hesaplanması .....                                                              | 40  |
| Çizelge 4.6b | En düşük birim maliyet algoritması .....                                                                 | 41  |
| Çizelge 4.7a | En düşük toplam maliyetin hesaplanması.....                                                              | 41  |
| Çizelge 4.7b | En düşük toplam maliyet algoritması.....                                                                 | 42  |
| Çizelge 4.8a | Parça dönem algoritması.....                                                                             | 42  |
| Çizelge 4.8b | Parça dönem yöntemi.....                                                                                 | 43  |
| Çizelge 4.9  | Wagner - Whitin Algoritması .....                                                                        | 44  |
| Çizelge 4.10 | Algoritma performanslarının karşılaştırılması .....                                                      | 45  |
| Çizelge 4.11 | Klasik sipariş miktarı bulma yöntemleriyle malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin karşılaştırılması ..... | 46  |
| Çizelge 4.12 | Yenileme yaklaşımı ile net değişme yaklaşımının karşılaştırılması .....                                  | 64  |
| Çizelge 5.1  | MİP sistemi veri tabanı elemanlarının bir bölümü.....                                                    | 86  |
| Çizelge 7.1  | Kalibre Boru'nun şirket profili .....                                                                    | 102 |
| Çizelge 7.2  | Müşteri tarafından belirtilen spesifikasyonlar .....                                                     | 117 |
| Çizelge 7.3  | Teklif isteginde müşterilerden istenen bilgiler.....                                                     | 120 |
| Çizelge 7.4  | Ham boru seçimi sırasında gözönde bulundurulacak kriterler .....                                         | 122 |
| Çizelge 7.5  | Satış siparişinde doldurulan bilgiler (sipariş formu).....                                               | 124 |
| Çizelge 7.6  | Satın alma istek formunda bulunan bilgiler .....                                                         | 126 |
| Çizelge 7.7  | Üretim formunda bulunan bilgiler .....                                                                   | 129 |
| Çizelge 7.8  | İş emri üzerinde bulunan bilgiler .....                                                                  | 130 |
| Çizelge 7.9  | Vardiya raporlarında bulunan bilgiler.....                                                               | 131 |
| Çizelge 7.10 | Sevk edilebilir borular formunda bulunan bilgiler.....                                                   | 132 |
| Çizelge 7.11 | Kalibre boru iş merkezleri.....                                                                          | 134 |
| Çizelge 7.12 | İş merkezleri bazında maliyet kalemleri .....                                                            | 135 |
| Çizelge 7.13 | Malzeme tanımlanırken girilmesi gerekli olan bilgiler .....                                              | 144 |
| Çizelge 7.14 | Dış çap kriterine göre çekim aralıkları.....                                                             | 146 |
| Çizelge 7.15 | Operasyonlar ve aktiviteler .....                                                                        | 154 |
| Çizelge 7.16 | Tavlama operasyonu birim süreleri.....                                                                   | 155 |
| Çizelge 7.17 | Yağlama operasyonu birim süreleri .....                                                                  | 156 |
| Çizelge 7.18 | Çekme operasyonu birim süreleri .....                                                                    | 158 |
| Çizelge 7.19 | Doğrultma operasyonu birim süreleri .....                                                                | 159 |
| Çizelge 7.20 | Sulu daire makinasında operasyon süreleri.....                                                           | 160 |
| Çizelge 7.21 | Behringer makinasında operasyon süreleri .....                                                           | 161 |
| Çizelge 7.22 | Paketleme operasyonu birim süreleri .....                                                                | 162 |
| Çizelge 7.23 | EDDY operasyonu birim süreleri.....                                                                      | 162 |
| Çizelge 7.24 | Hazırlık aktivitelerinin süreleri .....                                                                  | 163 |

## DENKLEM LİSTESİ

Sayfa

|             |                                                            |     |
|-------------|------------------------------------------------------------|-----|
| Denklem 3.1 | Klasik envanter durumu denklemi .....                      | 26  |
| Denklem 4.1 | Ekonomik sipariş miktarı denklemi .....                    | 38  |
| Denklem 4.2 | Ekonomik parça - dönem faktörü denklemi.....               | 41  |
| Denklem 4.3 | Net ihtiyaç denklemi .....                                 | 61  |
| Denklem 5.1 | Kritik oran denklemi .....                                 | 68  |
| Denklem 7.1 | Uzama katsayısı denklemi .....                             | 145 |
| Denklem 7.2 | Uzama katsayısı kriterine göre çekim sayısı denklemi ..... | 146 |
| Denklem 7.3 | Çekim sayısı denklemi .....                                | 147 |
| Denklem 7.4 | Et kalınlığı denklemi.....                                 | 148 |
| Denklem 7.5 | Ara çekimlerde et kalınlığı denklemi.....                  | 150 |
| Denklem 7.6 | Çekim sonrası boru boyu denklemi .....                     | 150 |
| Denklem 7.7 | Metre - kilogram çevrim katsayısı denklemi .....           | 153 |
| Denklem 7.8 | Çekim tonajı denklemi .....                                | 157 |



## ÖNSÖZ

Dünyamız ve ülkemizde görülen teknolojik gelişmeler, korumacılığın azalması, yeni pazar arayışları, rakip işletme sayısındaki artışlar, rekabetin yasal yollar ile teşviki, para, mal, hizmet ve bilgi akışlarındaki hızlanma, üretime ve fiyata dayalı rebatten satış sonrası hizmete dayalı rekabete geçiş, işletmeleri, küresel boyutları düşünerek yeniden yapılanma çalışmalarına zorlamaktadır. Ayrıca, ülke ekonomisinin istenilen düzeye çıkarılabilmesi, eldeki kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ile mümkündür. Kaynakların makro düzeyde verimli kullanılması ancak ülke içindeki her tür sistemin, kendi kaynaklarını en iyi şekilde kullanması ile sağlanabilir. Tüm bu çevresel baskıların üstesinden gelebilmek, rekabette önemli avantajlar elde edebilmek ve kaynaklarını en iyi şekilde kullanabilmek isteyen işletmeler ve yöneticileri, çeşitli bilimsel yöntemleri ve endüstriyel yönetim sistemlerini kullanmaya başlamışlardır. Bu endüstriyel yönetim sistemlerinden birisi de Malzeme İhtiyaç Planlamasıdır.

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, envanter yatırımlarını en aza indirmek, üretimi ve etkinliği arttırmak ve alıcıya yapılan hizmeti geliştirmek amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. Son yıllarda, birçok firma bu yeni sistemi kullanmaya başlamıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı, giderek önem kazanan bu yaklaşımın tanıtılması ve ülkemizde bu yöntemle bakış açısını yansıtmak amacıyla Kalibre Boru San. Ve Tic. A.Ş.'deki uygulamanın incelenmesi şeklinde özetlenebilir.

Malzeme ihtiyaç planlaması yaklaşımı, bağımlı talep koşulunun söz konusu olduğu envanterlerin yönetimi için geçerlidir. Bu yüzden çalışmanın ilk bölümü envanter kavramına ve imalat ortamında envanterlerin yapısal özelliklerine ayrılmıştır.

Daha sonraki bölümlerde malzeme ihtiyaç planlaması, ayrıntılı bir şekilde incelenmektedir. Bu çalışma sırasında, malzeme ihtiyaç planlaması kavramı tanıtılmakta, malzeme ihtiyaç planlaması bir sistem olarak ele alınıp sistem yaklaşımı yöntemiyle, sistemin girdileri, çıktıları, çalışma mantığı, sistemin kullanılması, sisteme değişimlerin uyarlanması konuları ve malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin gelişimini incelemek amacıyla üretim kaynakları planlaması incelenmiştir.

Uygulama bölümünde ise, Kalibre Boru'daki malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin uygulanması çalışmaları gözlenerek detaylı bir şekilde rapor edilmiştir ve uygulamanın başarısı değerlendirilmiştir.

Tüm bu çalışmalar esnasında, bana yol gösterici öğütlerinden ve yardımlarından dolayı Prof. Yaşar Baki Cengiz Bey'e, çalışmamı tamamlayabilmem için tüm imkanlarını seferber eden çok sevgili aileme (özellikle kardeşim Barış'a; O olmasaydı, bu çalışmanın tamamlanması imkansızdı), bir talihsizlik sonucu çalışmamı kaybetme noktasına geldiğimde, her türlü maddi ve manevi desteği sağlayan arkadaşlarıma ve akrabalarıma (özellikle Şebnem'e ve Aytaç'a) teşekkürü mutluluk sayarım.

Endüstri Mühendisi  
Recep ALTUNTAŞ  
Şubat 1998



## ÖZET

Üretimde mükemmellik modelinin ortaya koymuş olduğu hedeflere ulaşma çabalarında, malzeme ihtiyaç planlaması en önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır. Malzeme ihtiyaç planlaması, üretimde mükemmellik modelinin en üst seviyesinde yer alan toplam kalite yönetimi, tam zamanında üretim ve tüm işletme kaynak planlaması felsefelerinin uygulanabilmesi amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. Yapılan bu çalışmanın amacı, giderek önem kazanan malzeme ihtiyaç planlaması tekniğinin tanıtılması ve bu tekniğe ülkemizdeki bakışın yansıtılması amacıyla Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.'deki uygulamanın incelenmesi şeklinde özetlenebilir. Bu çalışmada malzeme ihtiyaç planlaması, büyük bir sistemin, bir felsefenin (üretimde mükemmellik) alt sistemi olarak ele alınmış ve malzeme ihtiyaç planlaması kavramı, sistem yaklaşımı yöntemiyle ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin ana kuralları, varsayımları, önkoşulları, amaçları, planlama faktörleri tanılandıktan ve sistemin tanımı verildikten sonra sistemin girdileri, çıktıları, girdilerin çıktılarına dönüştürülme süreci, sistemin çalışma mantığı, sistemin kullanılması ve değişimlerin sisteme uyarlanması konuları incelenmiştir. Bu esnada ana üretim planının yapılabirliliğini test eden kapasite ihtiyaç planlaması, kapalı çevrim malzeme ihtiyaç planlaması sistemleri ve bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan üretim kaynakları planlaması kavramları tanıtılmış ve malzeme ihtiyaç planlaması sistemlerinin geleceği tartışılmıştır. Tüm bu kavramlara, ülkemizdeki bakış açısını yansıtmayı amacıyla yapılan Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.'deki uygulama, gözlemlene yöntemle incelenmiş ve gözlemlerin sonuçları detaylı bir şekilde rapor edilmiştir. Tüm bu çalışmalar göstermiştir ki, başarı kullanılan yöntem veya teknikte değildir. Başarı, kullanılan tekniğin temelinde yatan felsefedir. Malzeme ihtiyaç planlaması sistemlerini uygulamak isteyen işletmeler, ilk önce bu felsefeyi, mantığı ve onun gerektirdiği yönetim şeklini kabul edip benimsedikten ve tüm çalışanlarına benimsettikten sonra, başarılı bir uygulamanın mümkün olduğunu kabul etmek ve çalışmalarını bu temele oturtmak zorundadırlar.

## ABSTRACT

Materials requirement planning is supposed to constitute one of the most important steps in reaching to the goals brought up by the manufacturing excellence model. It is a management scheduling and control technique, which is used for putting into practice the philosophies of total quality management, just in time and enterprise resources planning that are situated in the highest level of manufacturing excellence model. The purpose of this study may be summarised as introducing the technique of materials requirement planning that is gaining importance considerably and examining the application carried out in Kalibre Boru in details in order to take a view of this technique in our country. In this study, materials requirement planning has been considered as a sub-system of a big system and the philosophy of manufacturing excellence so that the concept of materials requirement planning can be examined in details through the procedure of system approach. After introducing the main rules, assumptions, preliminary provisions, purposes, planning factors, components of materials requirement planning and giving the definition of it, the topics of the inputs and the outputs of the system, the process of turning inputs into outputs, the logic of the working of the system, the usage of the system and the adaptation of the changings to the system have been examined. Meanwhile, the concepts of the capacity resources planning that is testing the feasibility of the master scheduling, closed-loop materials requirement planning systems and the manufacturing resources planning that has come on scene as a result of these improvements have been introduced and the future of the material requirement planning has been discussed. In order to reflect the point of view in our country to all of these concepts, the application carried out in Kalibre Boru has been examined by the observation method, besides the results of the observations have been reported in details. All of these studies have indicated that the success is not in the procedure or the technique used. However, the success is in the philosophy that stems the technique used. The business enterprises that wish to put into practice the materials requirement planning systems have to accept that a successful application is possible and put their studies on the basis of this principle after they accept this philosophy, its logic and the management structure necessitated and get all of their employees to accept this philosophy.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, endüstri devriminden sonra girdilerin içinde en önemli pay emeğindi. Daha sonraları, emek bu önemini 1960'lı yıllardan itibaren makinaların önemi ile paylaşmaya başladı. 1970'li yıllardan itibaren malzeme bu kervana katıldı ve 1980'lerde para baş köşeye oturdu. Bu süreç içinde talebin arzdan fazla olduğu 1945 - 1970 döneminde kolay bir yapıda gözüken pazar şartları, 1970'li yıllardan itibaren talebi aşan arz, teknolojik gelişmeler, korumacılığın azalması, yeni pazar arayışları, rakip işletme sayısındaki artışlar, rekabetin yasal yollarla teşviki, para, mal, hizmet ve bilgi akışlarındaki hızlanma ve küreselleşme olgusuna paralel olarak, zor ve karmaşık bir yapıya dönüştü. Dünyamız ve ülkemizde ekonomik, sosyal ve teknolojik açıdan yaşanan bu sürekli ve hızlı değişim, işletmeleri önemli bir şekilde etkilemektedir. Dolayısıyla işletmelerin en önemli sorunu, bu değişime doğru zaman ve şekilde yanıt verebilmesidir. Söz konusu sorun ile başa çıkmanın yolu, doğal olarak, çağdaş ve bilimsel teknik ve teknolojileri içeren endüstriyel yönetim sistemlerinin yine doğru zaman ve doğru yerde kullanımından geçmektedir.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra uluslararası ticaret anlaşmalarının ısrarla uygulanması ve giderek liberalleşen dünya ekonomisinde, uluslararası rekabeti teşvik eden politikalardan verim alınması, endüstriyel tekniklerdeki gelişmelerin daha da süratlenmesine neden olmuştur. Bilgisayarların her ölçekteki firma tarafından ulaşılır hale gelmesi, üretim yönetiminde Üretimde Mükemmellik felsefesinin doğmasına yol açmıştır (İlyasoğlu, 1994).

Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP), Üretim Kaynakları Planlaması (ÜKP), Dağıtım Kaynakları Planlaması (DKP) ve İşletme Kaynakları Planlaması (İKP), üretimde mükemmellik felsefesinin ortaya koymuş olduğu hedefleri yakalamaya giden zorlu yolda önemli endüstriyel yönetim sistemlerindendir.

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, envanter yatırımlarını en aza indirmek, üretimi ve etkinliği arttırmak ve alıcıya yapılan hizmeti geliştirmek amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir.

Ürüne yönelik olması, geleceği göstermesi, zaman dilimleri ile çalışması ve sistemin kendi içinde bir bütünlüğe sahip olması temel özellikleridir. Malzeme ihtiyaç planlaması, son ürün için gerekli hammadde ve yan malzemelere ait sipariş planlarını parça bazında miktar ve zaman olarak tayin edebilmektedir. Ayrıca, sipariş planlarına gerçekleşme zamanlarını vererek öncelikleri ve en önemlisi sevkiyat zamanlarını önerebilmektedir. Diğer bir yönü ile de MİP sistemi çıktıları, kapasite planlarının girdileri olarak işlevlerini sürdürmekte ve endüstri biriminin kapasite kullanımındaki etkinliğini arttırmaktadır (Acar, 1997a).

1960'lı yıllara kadar teknik resimlerin üzerinde de gördüğümüz malzeme listelerinden hareketle, malzeme ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. 1970'li yıllarda ürün ağacı yapısından hareketle MİP çalışmaları bilgisayar destekli olarak yürütülmeye başlanmıştır. Bu çalışmalar o tarihlerde büyük sistemlerde ve kullanıcıya özel programlar şeklinde gerçekleştirilmiştir. 1970'li yılların sonlarında Oliver Wight, George Plossl ve diğerleri, kapalı çevrim MİP sistemlerinden bahsetmeye başlamışlardır. Kapalı çevrimli MİP, MİP sistemi çevresinde kurulan ve aynı zamanda üretim planlama, ana üretim planı hazırlama ve kapasite ihtiyaç planlaması gibi diğer ek fonksiyonları da içeren bir sistemdir. MİP sistemine ana üretim planı ile malzeme ihtiyaç planlaması arasına kaynak yeterliliklerinin test edilmesi boyutunun eklenerek bir kapalı devre niteliği verilmesi, finansal planlama fonksiyonunun eklenmesi, "olursa..... ne olur?" (what..... if) türü simülasyon olanağının kazandırılması ile, ortak veri tabanının genişletilmesi sonucu ÜKP felsefesi doğmuş oldu (Emanet, 1997).

Yapılan bu çalışmanın amacı, giderek önem kazanan bu yaklaşımın tanıtılması ve bu yaklaşıma ülkemizdeki bakış açısını yansıtmak amacıyla Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.'de yapılan MİP sistemi uygulamasının incelenmesi olarak özetlenebilir.

MİP sistemi, bağımlı talep koşullarının geçerli olduğu envanter ortamlarında geçerlidir. Bu yüzden araştırmanın ilk bölümleri envanter kavramına, imalat ortamında envanterlerin yapısal özelliklerine, envanter yönetimine, bağımlı talep ve MİP kavramına ayrılmıştır. Daha sonra MİP kavramı, üretimde mükemmellik felsefesinin bir alt sistemi olarak ele alınarak sistem yaklaşımı yöntemiyle detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sistemin amaçları, prensipleri, planlama faktörleri, girdileri, çıktıları, çalışma mantığı, sistemin kullanılması

ve değişimlerin sisteme uyarlanması konuları detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu esnada, ana üretim planının yapılabirirliğini test eden kapasite ihtiyaç planlaması, kapalı çevrim MİP sistemleri ve bu gelişmelerin bir sonucu olan ÜKP sistemleri incelenerek, MİP sistemlerinin geleceği tartışılmıştır.

Uygulama bölümünde ise, Kalibre Boru’da yapılan MİP sistemi uygulama projesi gözlemlenerek detaylı bir şekilde rapor edildikten sonra, sistemin performansı ve sistemin Kalibre Boru’ya uygunluğu tartışılmıştır.



## BÖLÜM 2. ÜRETİM SİSTEMLERİNDE ENVANTER (STOK) KAVRAMI

Bir üretim sisteminde üretilen mamüle dolaylı veya dolaysız olarak katılan bütün fiziksel varlıklar ve mamülün kendisi envanter (stok) kavramı içinde düşünülebilir. Stoklar söz konusu varlıkların miktarları ve parasal değeri ile ölçülür.

Sipariş üzerine çalışan atölye büyüklüğündeki bir sistemde stok bulundurmaya pek gerek yoktur. Zira hammaddeler sipariş alındıktan sonra tedarik edilir ve mamül bittiğinde müşteriye derhal teslim edilir. Üretim sistemi büyüdükçe, hele mamül çeşidi arttıkça, tedarik, talep ve imalata ilişkin faktörlerdeki belirsizlik ve aralarındaki ilişkilerin karmaşıklığı stok bulundurmayı zorunlu kılar. Bir örnek olarak belirli bir mamüle ait satışlar ile üretim programı arasındaki ilişkiyi gözönüne alalım. Üretim ile satışların birbirine paralel gitmesi hemen hemen olanaksızdır. Bu ancak, makine kapasitelerinin mümkün olan en yüksek düzeyde kullanılması, iş yüklemenin düzgün yapılabilmesi, hazırlık maliyetlerinin düşürülmesi ve üretim hızının sabit tutulması ile gerçekleştirilebilir. Bu arada da, üretim ile satışlar aynı doğrultuda gitmelidir; üretimin satışların üstünde gitmesi halinde artan miktarın stoklanması, aksi durumda ise stoktan satış yapılması söz konusudur. İşletmede stok bulundurulması çeşitli maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Buna karşılık, üretim hızının düzgün yürütülmesi ve müşteri isteklerinin zamanında karşılanması ile sağlanan bazı avantajları vardır. Stok kontrolünün amacı, bu konudaki olumsuz ve olumlu maliyet unsurları arasında, işletme açısından en uygun denge noktasının bulunmasıdır (Kobu, 1994).

İmalat sanayiinde envanter yönetimi, tamamen farklı yapısal özelliklere sahip ve tek başına incelenmesi gereken bir konudur. Bunun sonucu olarak geleneksel envanter yönetimi yaklaşımları, imalat envanterleri için tam olarak uygun değildirler. Klasik stok kontrol kuramı, üretim ortamının gerçeklerini tam olarak yansıtmaz ve imalat envanterlerindeki birimlerin talepleri ve fonksiyonları hakkında doğru olmayan varsayımlar yapar.

Bu nedenle imalat ortamındaki envanterler arasında kesinlikle bir ayırım yapmak gereklidir. Bu şekilde, geleneksel yaklaşımların imalat envanterlerine uygulanmasıyla ortaya çıkan sorun ve karmaşayı önlemek mümkündür (Acar, 1997a).

## 2.1 İmalat Envanterleri

Envanter tanımına giren bütün varlıkları bir arada incelemek yanlışlara sebep olabilir. Stok edilen varlıklar arasında cins, değer, kullanılma yeri, stoklama biçimi gibi faktörler açısından farklılıklar vardır. Bunları amaca uygun biçimde sınıflandırarak incelemek gerekmektedir (Kobu, 1994).

Buna göre, bir imalat envanteri aşağıda belirtilen biçimleri içerir :

1. Stoktaki hammaddeler,
2. Stoktaki yarı bitmiş parçalar,
3. Stoktaki bitmiş parçalar,
4. Stoktaki alt montajlar,
5. Süreç içi parçalar,
6. Süreç içi alt montajlar.

Yukarıda da görüldüğü gibi, bitmiş ürün (son ürün veya servis parçaları) bu listeye dahil edilmemiştir. Çünkü bunlar, dağıtım envanterine ait birimlerdir (Acar,1997a).

## 2.2 Envanter Yönetimi

Genel olarak envanter yönetimi, bir başka deyişle envanter planlama ve kontrolü, aşağıda özetlenen fonksiyonları içerir :

1. Planlama
  - a. Envanter politikası,
  - b. Envanter planlaması,
  - c. Tahmin,
2. Satın Alma
  - a. Pozitif sipariş eylemi (sipariş verme veya miktar arttırma),
  - b. Negatif sipariş eylemi (siparişi iptal etme veya miktar azaltma),
3. Stok Tutma
  - a. Teslim alma,
  - b. Fiziksel envanter kontrolü,



c. Envanter muhasebesi,

#### 4. Dağıtım

a. Tasfiye (hurda ve eski malzemenin elden çıkarılması),

b. Dağıtım (talep kaynağına teslimat).

Bir üretim ortamında, envanter yönetimini üretim planlamasından ayrı olarak düşünmek imkansızdır. İmalat envanter sisteminin fonksiyonu, ana üretim planını ayrıntılı malzeme ihtiyaçlarına ve siparişlere çevirmektir. Bu sistem neyin, ne zaman, ne kadar satın alınacağını veya üretileceğini birimler bazında tespit eder. Ayrıca imalat envanter sistemi, sipariş öncelikleri ile kapasite ihtiyaçlarını da tespit edecek şekilde geliştirilmelidir (Kobu,1994).

### 2.3 Envanter Yönetiminin Kontrolü

İşletmenin diğer tüm fonksiyonları gibi, envanter yönetiminin de faaliyetleri uygun bir şekilde kontrol edilmelidir. Envanter yönetiminin uygun şekilde kontrol edilebilmesi için, firmanın performans seviyesinin tanımlanabilmesi amacıyla bazı metotlara ihtiyaç vardır. Özellikle, firmanın performansı ölçülebilir, raporlanabilir ve geliştirilebilir olmalıdır.

Envanter yönetiminin performansını ölçebilmek için firmalar, tedarikçi servis seviyesi, envanter, malzemenin fiyat seviyesi, kalite seviyesi ve işlem maliyetleri gibi bir çok konuyu inceleyebilirler.

Servis seviyesi, aşağıda belirtilen yöntemlerden herhangi biri veya birkaçı kullanılarak ölçülebilir :

1. Herbir tedarikçi için sipariş çevrim zamanlarının tespiti ile,
2. Herbir tedarikçi için siparişi karşılama oranlarının tespiti ile,
3. Herbir tedarikçi için gecikmiş siparişlerin yüzdesinin tespiti ile,
4. Zamanında yapılamayan üretim siparişlerinin yüzdesinin tespiti ile,
5. Stokta olmayan malzemelerden kaynaklanan üretim gecikmelerinin sayının tespiti ile.

Envanter, aşağıdaki ölçümlerle kontrol altına alınabilir :

1. Hareketsiz stoğun miktarının belirlenmesi ile,
2. Gerçek stok seviyesi ile hedeflenen seviyenin karşılaştırılması ile,
3. Geçmiş zaman dilimlerindeki veriler ile şimdiki stok devir oranının karşılaştırılması ile,
4. Uygun olmayan satın alma kararlarından kaynaklanan stokta bulunmama durumlarının ve üretim gecikmelerinin sayılarının belirlenmesi ile.

Malzemenin fiyat seviyesinin ölçümü için ise, satın almanın sonucunda ortaya çıkan kazanç ve kayıpların tespiti, ana kalemler için belirli aralıklarla fiyat karşılaştırması ve malzemelere ödenen fiyat ile hedeflenen fiyatın karşılaştırması çalışmaları yapılabilir.

Kalite kontrol alanında ise, kusurlu malzemedan kaynaklanan üretim hatalarının sayısının tespiti, herbir tedarikçinin tüm sevkiyatlarındaki red oranının tespiti çalışmaları yapılabilir.

Bütün bunlara ilaveten, yönetim tüm performansın ölçümü için, dönem başında hedeflenen bütçe ile, gerçekleşen bütçeyi karşılaştırabilir.

Firma bir kere envanter yönetiminin tüm unsurları için performans ölçüm sistemini kurduğu zaman, karar verme konumunda olan yöneticiler için verileri toplamalı ve bu kişilere raporlar halinde bu verileri sunmalıdır. Envanter yönetimi için ana raporlar (Çizelge 2.1) şunları kapsayabilir :

1. Pazar ve ekonomik koşullar ile fiyat performansı,
2. Envanter yatırımadaki değişimler,
3. Satın alma işlemleri ve etkinlikleri,
4. Yönetmel ve finansal eylemleri etkileyen işlemler.

Son olarak, performans ölçüldükten ve raporlar çıkarıldıktan sonra firma, performansı mümkün olan en üst seviyeye çıkarmak için çalışmalıdır. Bunu başarabilmek için yönetim bazı soruların cevaplarını bulmak zorundadır. Bunlar ;

1. Ne kadar mamül üretilecek? Tahmin edilen talep nedir? Kullanılabilir kapasite nedir?
2. Talebi karşılamak için ne zaman üretim yapılacak? Ne miktarda? Hangi özelliklerde?
3. Hammaddeler ne zaman sipariş edilmelidir? Ne miktarda? Hangi kaynaktan?

4. Dönem başı stok miktarı nedir?
5. Hedeflenen stok miktarı nedir? Stoklama alanı neresi olacak?
6. Kısa terminli müşteri ihtiyaçları nasıl tahsis edilecek?
7. Yedek destek amaçlı stoklar nasıl yönetilecek?
8. Bilgi ihtiyaçları nelerdir? Hangi kayıtlar saklanacak ve hangi raporlara ihtiyaç olacak? Bunların maliyeti ne olacak?
9. Planlar ve programlar ne zaman gözden geçirilecek? Hangi bilgi kullanışlıdır? Planlar ve programlar ne sıklıkta yapılacaktır?
10. Üretim planlama politikasını kim oluşturacaktır?
11. Planlamadan ve programlamadan kim sorumlu olacak? (Stock ve Lambert, 1987).

Çizelge 2.1 Satın alma ve envanter yönetimi fonksiyonları tarafından geliştirilebilecek işlem raporları (Stock ve Lambert, 1987).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Pazar ve ekonomik koşullar ile fiyat performansı :</p> <p>a. Satın alınan ana malzemelerdeki fiyat değişimleri ve fiyat eğilimleri.</p> <p>b. Satın alınan ana malzemelerin arz / talep koşullarındaki değişimler. Grevlerin veya olası grevlerin doğuracakları etkiler,</p> <p>c. Ana malzemeler için beklenen temin süreleri.</p>                                                                                                                                                                       |
| <p>2. Envanter yatırımlarındaki değişimler :</p> <p>a. Envanterdeki sınıflandırılmış malzeme gruplarının parasal karşılığı,</p> <p>b. Malzeme gruplarının günlük veya aylık tedarikleri ve siparişleri,</p> <p>c. Envanterin parasal karşılığının, satışların parasal karşılığına oranı,</p> <p>d. Ana kalemlerin stok devir oranları.</p>                                                                                                                                                                      |
| <p>3. Satın alma işlemleri ve etkinlikleri :</p> <p>a. Satın alma araştırmaları ve değer analizi çalışmaları sonucu düşen maliyetler,</p> <p>b. Ana kalemlerin kalite açısından red oranları,</p> <p>c. Üretimde aksaklıklara yol açan stokta bulunmama durumlarının sayısı,</p> <p>d. Sebeplerine göre sınıflandırılmış, verilen satın alma siparişlerindeki değişikliklerin sayısı,</p> <p>e. Gelen taleplerin sayısı,</p> <p>f. Verilen satın alma siparişleri,</p> <p>g. Taşıma maliyetlerinin analizi.</p> |
| <p>4. Yönetimsel ve finansal eylemleri etkileyen işlemler :</p> <p>a. Bölümdeki işlem maliyetleri ile bütçenin karşılaştırılması,</p> <p>b. Tedarikçi tarafından yapılan indirimlerdeki değişimler,</p> <p>c. Tiplerine, sözleşmelerine, satın alma siparişlerine göre ve beklenen tedarik zamanına göre sınıflandırılmış satın alınacak malzemeler.</p>                                                                                                                                                        |

## 2.4 Bilgisayar Tabanlı Planlama ve Kontrol Sistemleri

1920'lerde kullanılan istatistiksel stok kontrol yöntemleri (ABC sınıflandırması, ekonomik sipariş miktarı...vb.), bilgisayarların gelişmesi ve yaygınlaşması ile birlikte, yepyeni bir yön almıştır. ABD ve bazı Batı ülkelerinde geliştirilen kantitatif bazlı yöntemlerle, önce malzeme ihtiyaç planlaması (MİP), ve daha sonra geliştirilen üretim kaynak planlaması (ÜKP) ve nihayet, tüm işletme kaynak planlamasına (İKP) ulaşılmıştır. Bu yöntemlerde ortak amaç, çok çeşitli ürünlerin üretim prosesi sürecinde insangücü, hammadde, ara stoklar ve mamül stoklarını en aza indiren, hatta sıfır stoğu hedef alan, endüstriyel yönetim sistemini kurmaktır.

Bu yöntemler başlangıçta, üretimin maddi kaynaklarının planlanması olarak ele alınmıştır. Ancak Japonya'nın başı çektiği Pasifik ülkelerinin tam zamanında üretim (TZÜ) çalışmalarına insan faktörü, kalite ve müşteriye de katmaları, üretim teknolojisine yepyeni boyutlar kazandırmıştır. İşletmelerdeki bu değişimin akşamdan sabaha olduğunu söylemek mümkün değildir. Basit atölye tarzı yönetimden, yüzyılı aşkın sürede olan bu gelişim, yönetim tekniklerinin gelişmesi ve bu alanda yapılan araştırma, eğitim ve öğretimin yaygınlaşması ile, uzun evrelerde oluşmuştur. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, uluslararası ticaret anlaşmalarının yapılması ve küreselleşmenin büyük bir hızla oluşması, uluslararası rekabeti teşvik eden politikalardan verim alınması, endüstriyel tekniklerdeki gelişmelerin daha da hızlanmasına neden olmuştur. Bilgisayarların her ölçekteki firma tarafından ulaşılabilir hale gelmesi, üretim yönetiminde üretimde mükemmellik modelinin (Şekil 2.1) doğmasına sebep olmuştur. (İlyasoğlu, 1994). Bu yöntemlerden günümüzde bir çok firmada kabul görmüş olanları, tam zamanında üretim (TZÜ), malzeme ihtiyaç planlaması (MİP), üretim kaynak planlaması (ÜKP) ve üretim kaynakları üretkenliği'dir (ÜKÜ).

### 2.4.1 Tam zamanında üretim

İlk kez Toyota Motor Fabrikası Başkanı, Taiichi Ohno tarafından 1940 yıllarında geliştirilip, uygulamaya konan tam zamanında üretim (TZÜ) yaklaşımı, Japonların savaş sonrası içinde bulundukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

1971 petrol krizi sonrasında TZÜ felsefesinin önemi diğer Japon firmaları tarafından anlaşılmış ve bu yaklaşım tüm ülke genelinde uygulanmaya başlamıştır.

1980'lerin başından itibaren TZÜ sistemlerinin Avrupa ve Amerika'da uygulanmaya başlandığı görülmektedir. Amerika'da yapılan bir araştırmaya göre 1987 yılında bu ülkede TZÜ yaklaşımını uygulayan işletmelerin oranı %25 iken, bu oranın 1992'de %55'e yükseldiği belirlenmiştir.

"Tam zamanında" terimi, genellikle sloganlaşan tanımıyla sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktarlarda, gerekli görülen kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve yerde üretilmesi durumunu açıklar. Bu tanım tam zamanında üretimin, geniş anlamda israfın önlenmesi yoluyla, maliyetlerin azaltılması şeklindeki temel hedefini dolaylı olarak açıklar.



Şekil 2.1 Üretimde mükemmellik modeli (İlyasoğlu, 1994).

TZÜ felsefesinin temelinde, üretimin tüm aşamalarında israfın önlenerek maliyetlerin azaltılması hedefi yer alır. Bir işletmede, ancak tüm üretimin önlenebildiği noktada tam

zamanında üretim gerçekleşecektir; başka bir anlatımla tam zamanında üretimin gerçekleşebilmesi, israfın ne ölçüde engellenebildiğine bağlıdır. TZÜ felsefesi, ürünün değerini arttırmayan tüm unsurları israf olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, ara mamül, mal stokları) ile kalitesizlik (satın alınan ve imal edilen parça ve mamüllerde hatalar) en temel israf unsurları olarak belirlenmiştir. Bu nedenle sıfır stok ve sıfır hata, TZÜ felsefesinin idealize edilmiş işletme hedefleri olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu hedeflere ulaşmak pratik olarak mümkün olmadığından, burada önemli olan, bu iki hedef doğrultusunda sürekli gelişme çabalarını yoğunlaştırmak ve bu yolla israfı önleyip, maliyetleri azaltmaktır. Maliyetler azaltıldığında ise işletme karlılığı artacaktır (Acar, 1997b).

TZÜ felsefesinin dayandığı görüşler şöyle özetlenebilir :

1. Müşterinin istediği (sipariş ettiği) kadar üretilmelidir,
2. Üretim hızı talep değişimlerine tam uymalıdır,
3. Iskarta oranı hemen hemen sıfır olmalıdır,
4. Hazırlık süreleri çok kısa olmalıdır,
5. İşçilik, malzeme ve kapasite kaybı sıfır olmalıdır,
6. İnsan gücünün eğitime, gelişmesine önem verilmelidir (Kobu, 1994).

TZÜ sistemlerinin temel hedefi diğer klasik üretim sistemlerinden farklı değildir. Ancak TZÜ felsefesini diğer klasik sistemlerden ayıran farklı ve yeni taraf, bu felsefenin, üretim ortamındaki problemleri kapatmak ve olumsuz etkilerini azaltmak yerine, problemlerin temeline inerek çözümlemek için sürekli çaba harcamayı özendiriyor olmasıdır (İlyasoğlu, 1994). Klasik yöntemler ile TZÜ felsefesinin karşılaştırılması Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

TZÜ sisteminin temel çerçevesini (Şekil 2.3) sistemin çıktıları, maliyetler, kalite ve insana saygı oluşturmaktadır (Acar, 1997b).

Çizelge 2.2 Klasik yöntemler ile TZÜ felsefesinin karşılaştırılması  
(Stock ve Lambert, 1987).

| <i>Klasik Yöntemler</i>        | <i>TZÜ Felsefesi</i>                                                                    |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Büyük partiler etkindir.    | 1. İdeal parti büyüklüğü, bir parçadır.                                                 |
| 2. Hızlı üretim daha etkindir  | 2. Gerektiğinden daha hızlı bir üretim israftır.<br>(dengelenmiş üretim daha etkindir.) |
| 3. Stok güvenliği sağlar.      | 3. Emniyet stoğu israftır.                                                              |
| 4. Stok üretimi dengede tutar. | 4. Stok kesinlikle istenmez.                                                            |

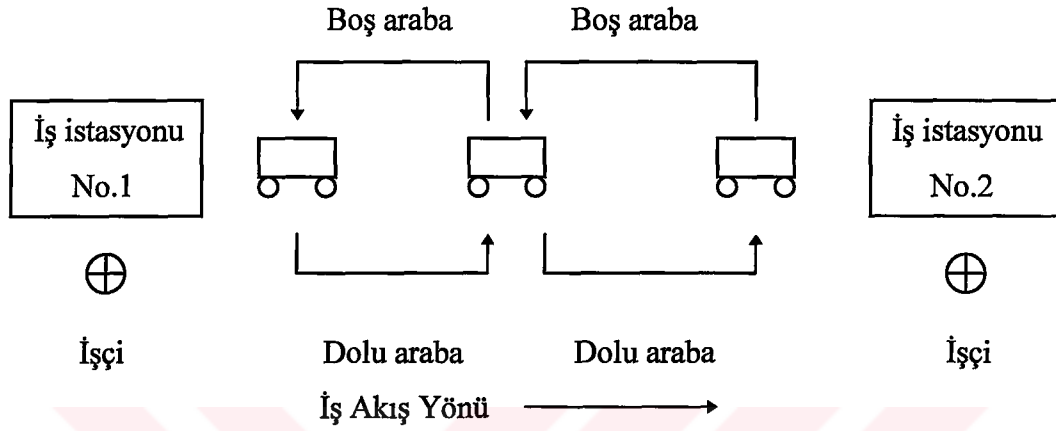
#### 2.4.2 Kanban sistemi

Tam zamanında üretim sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktarlarda ve gerektiği zaman üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi tam zamanında gerçekleştirebilmenin ön koşulu ise, tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarlarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. TZÜ ortamında bu işlevi gerçekleştiren sistem kanban sistemidir (Acar, 1997b).

Kanban, stok kontrolünde TZÜ prensibinin iş istasyonları arasındaki akışta uygulanmasından ibarettir. Yöntemin ilk uygulayıcısı Toyota firmasıdır. Kanban, Japonca'da kart anlamına gelir. İki iş istasyonu arasındaki akışın kontrolünde iki kart ve küçük arabalar kullanılır (Şekil 2.2). Sonraki işlemin yapıldığı istasyonda (2 nolu istasyon) araba boşaldığı zaman işçi ihtiyaç kartı ve boş araba ile beraber dolu arabanın bulunduğu yere gider. Aynı işçi dolu arabaya iliştilmiş bulunan üretim kartını ayırarak boş arabaya takar ve ihtiyaç kartını iliştiirdiği dolu araba ile 2 nolu iş istasyonuna dönerek üretimine devam eder. Önceki işlemi yapan işçi (1 nolu istasyon) doldurduğu arabayı belirlenen yere götürür ve üretim kartı ile beraber boş arabayı alarak 1 nolu istasyona döner ve işine devam eder. Önceki işlemi yapan istasyon üretici, sonraki işlemi yapan istasyon kullanıcı olarak tanımlanır. Çok istasyonlu bir imalat prosesinde bir iş istasyonu hem üretici (sonraki istasyona göre) hem de kullanıcı (önceki istasyona göre) durumundadır. İhtiyaç ve üretim kartlarının dizaynı çok basittir. Her kart üzerinde sadece parça numarası ve adı, iş istasyonu numarası, konum ve araba hacmi yazılıdır.



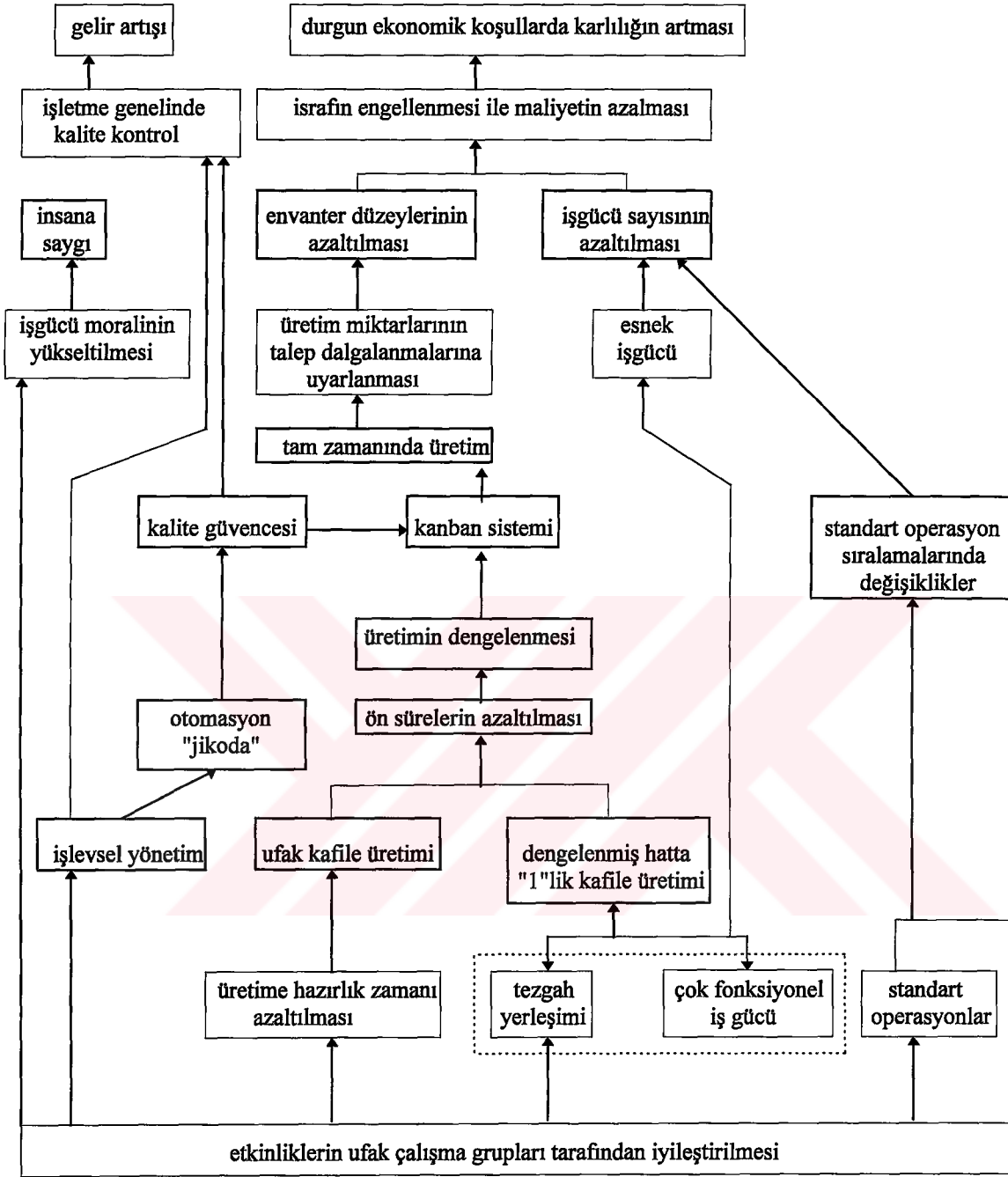
Görüleceği gibi, Kanban yönteminin özelliği son derece basit olmasıdır. Araba hacimleri günlük ihtiyacın %10-15'i arasında değişir. Dolayısıyla yukarıda açıklanan iki istasyon arasındaki kart akışı hergün 6-10 kere tekrarlanır (Kobu,1994). Kanban sisteminin işleyişinden de anlaşılacağı gibi, kanbanlar atölye içinde, ürün hareketi ve üretimi başlatarak malzeme akışını kontrol ederler.



Şekil 2.2 İki iş istasyonu arasında iş akışının kanban yöntemi ile düzenlenmesi (Kobu, 1994).

Kanban sisteminin uygulanabilmesi için aşağıda belirtilen kurallar uygulanır :

1. Her arabanın bir kanbanı olmalıdır,
2. Kanban bir çekme sistemidir. Daima kullanıcı departman, kendisinden bir önceki departmandan parçalar temin eder. Ters yönde bir malzeme akışı söz konusu olamaz. Ancak kanbanlar ile malzemenin akışı ters yönlüdür,
3. Kanban kartı olmaksızın parça temin etmek mümkün değildir,
4. Tüm arabalar standart miktarlarda parça içerirler ve her bir parça için standart araba kullanılır,
5. Üretim kanbanı ile belirtilenin dışında üretim yapılamaz (Acar, 1996).



Şekil 2.3 Tam zamanında üretim sistemi (Acar, 1997b).

### BÖLÜM 3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI (MİP)

Son yıllarda, üretimde mükemmelliği arayan endüstriyel yönetim teknikleri arasında, başarı ile uygulanan araçlardan birinin de malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) olduğu bilinmektedir. İşletmelerde verimliliğin artırılması, karar vermede yöneticiye yardımcı olması, üretimde dar boğazların giderilmesi ve stokların en azda tutularak, kaynakların en iyi şekilde kullanılmasına olanak veren bu aracın kullanımı büyük bir hızla artmaktadır (İlyasoğlu, 1994).

#### 3.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) Kavramı

Acar (1997a), malzeme ihtiyaç planlamasını (MİP) en geniş anlamda, ana üretim planını, zaman boyutunda net ihtiyaçlara dönüştüren ve planın gerçekleşmesi için gereken tüm envanter birimleri bazında bu ihtiyaçların karşılanmasını planlayan, karar kuralı kümelerini ve yöntemleri içeren bir sistem olarak tanımlamıştır.

MİP sistemi, envanter yatırımlarını minimize etmek, üretimi ve etkinliği arttırmak ve alıcıya yapılan hizmeti geliştirmek amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir (Eryüksel vd., 1994).

MİP gerek imal edilen, gerekse satın alınan parça ve alt montajların, üretimde kullanılacakları aşamadan hemen önce hazır olmalarını sağlayan bir yaklaşımdır (Acar, 1996).

Kobu'ya (1994) göre, MİP, bağımlı stok kalemleri için ne zaman ve ne kadar sipariş edilmeli? sorularına en ekonomik cevabı bulmaya çalışan bir yöntemdir.

Dilworth'a (1983) göre ise, MİP basitçe, daha önce bir ana üretim planında tanımlanmış olan son ürünlerin ana üretim planına uygun bir şekilde üretilibilmeleri için, son ürünü meydana getiren parçaları, ihtiyaç miktarını ve zamanını veren bir tekniktir.

MİP, ana üretim planlamanın en üst seviyesinde yer alan son ürünü tamamlamak için gerekli olanları ve bunların satın alma veya üretim siparişlerini hesaplayan bir tekniktir. Bu bağlamda MİP ileriye dönüktür; sadece gelecekte ne gerekebileceğini tahmin eder. İtme yaklaşımından çekme yaklaşımına doğru gelişen bu değişim, envanter seviyelerini azaltırken, aynı zamanda tüm servis kalitelerini yükseltmiştir (Turbide, 1995).

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılabileceği gibi MİP, son ürün için hangi parçalara ihtiyaç var? ne zaman ihtiyaç var? ne kadar ihtiyaç var? ve bu ihtiyaçları karşılamak için satın alma veya üretim siparişi ne zaman verilmelidir? sorularına sistematik bir şekilde ekonomik cevaplar arayan, bilgisayar tabanlı bir bilişim sistemidir.

MİP, herşeyden önce TZÜ gibi bir felsefe değil, TZÜ felsefesinin ortaya koyduğu hedeflere ulaşmaya yardım eden bir yöntemdir (Diyalog, 1997).

Yönetici açısından ise, MİP, bir bilgisayar sistemidir, bir üretim bilişim sistemidir ve bir karar destek sistemidir. Bir firmanın bir çok parçadan meydana gelen onlarca son ürünü olduğunu düşünün. Bu tekniğin bilgisayar desteği olmadan uygulanması mümkün değildir. Bu yüzden MİP birçok donanım ve yazılımdan meydana gelen bir yönetim aracıdır. Bir bilişim sistemi olarak MİP, envantere, üretim planına ve firmanın tüm kaynaklarının (insan gücü, makinalar, sermaye, malzemeler...vb.) idaresine odaklanmıştır. Karar destek sistemi olarak ta, karar verme konumunda olan yöneticiye karar verme esnasında kendisine yardımcı olacak raporlar sunmaktadır (Stock ve Lambert, 1987).

### 3.1.1 Terminoloji

Malzeme ihtiyaç planlamasında en çok kullanılan terimleri aşağıdaki gibi kısaca tanımlayabiliriz (Gaither, 1991) :

1. Tahsis Edilmiş Envanter : Envanterde olan veya sipariş edilmiş olan, fakat özel bir üretim siparişi için ayrılmış olan malzemedir. Bu malzemeler başka bir sipariş için kullanılamazlar.

2. Kullanılabilir Envanter : Envanterde olan veya sipariş edilmiş olan ve emniyet stoğu veya tahsis edilmiş olmayan malzemelerdir.

3. Malzeme Listesi Dosyası (ürün ağaçları) : MİP sisteminin ana elemanlarından olan ve bütün son ürünlerin malzeme listelerini içeren dosyadır. Bir malzeme listesi, son ürünün bünyesine katılan tüm hammaddeleri, parçaları, alt montajları ve montajları listeler. Ayrıca, bir son ürün üretmek için hangisinden ne kadar ihtiyaç olduğunu ve hangi parçaların bir araya geleceğini gösteren ürün yapısını içerir.

4. Planlama Dilimi : MİP sisteminde planlama amacıyla kullanılan zaman dilimidir. Genellikle bir haftadır.

5. Kapasite İhtiyaç Planlaması (KİP) : Planlanan zaman dilimi içindeki üretim departmanının makine ve işgücü kapasiteleri ile ana üretim planını uzlaştıran süreçtir.

6. Planlanan Siparişlerde Değişiklik : MİP sisteminin birincil çıktılarından biridir. Bir malzeme için planlanmış sipariş çizelgelerinin nasıl değişebileceğini gösteren raporlardır. Ana üretim planındaki bir değişikliğe istinaden siparişlerin tedarik zamanları öne alınabilir, ertelenebilir, sipariş tamamen iptal edilebilir veya siparişin miktarı değiştirilebilir.

7. Öge (bileşen) : Bir ürün yapısındaki alt ilişkileri (alt montajları) gösteren bir terimdir. Bir öge, bir ailenin (malzeme listesindeki bir üst seviye) yapısına katılır.

8. Bağımlı Talep : Son ürüne olan talepten kaynaklanan, hammaddeye, parçaya veya diğer alt seviyedeki parçalara olan taleptir.

9. Son Ürün : Müşteriden, dağıtıcıdan veya diğer departmanlardan gelen talebi bulunan bir ürün, servis veya diğer çıktılarıdır.

10. Dondurulmuş (sabit dönem) Ana Üretim Planı : Ana üretim planının değiştirilmesi mümkün olmayan yakın zaman dilimlerini ifade eder. Yönetici, dondurulmuş ana üretim

planının değiştirilemeyeceğini, kesinleşmiş bir plan olduğunu bilir ve bunun güvenliği içinde planı uygular.

11. Brüt İhtiyaç (ihtiyaç büyüklüğü) : Bir malzemeye olan toplam ihtiyaç miktarını gösterir. Ancak, envanterdeki kullanılabilir malzemeyi veya planlanmış siparişin alınmasını dikkate almaz.

12. Bağımsız Talep : Bir malzemeye olan, ancak diğer malzemelere olan talepten etkilenmeyen taleptir. Son ürünlere olan talep, genellikle bağımsız olan talep olarak adlandırılır; çünkü bunlar diğer parçaların bünyesine giren malzemeler değildir. Ayrıca bunlara olan talep, organizasyonun dışından yani müşteriden gelir.

13. Envanter Kayıtları Dosyası : MİP bilgisayar programının en önemli girdilerinden biridir. Malzeme sistemindeki herbir parçanın stoktaki durumu, sipariş durumu, verilen veya alınan planlı siparişler, tahsis edilmiş malzemeler, parti boyutları, maliyetler, emniyet stoğu seviyeleri, tedarik zamanları ve tedarikçiler bu dosyada saklanır.

14. Yükleme Raporları (planları) : Kapasite ihtiyaç planlamasında kullanılan, ana üretim planının ihtiyaı olan üretim kapasitesi ile kullanılabilir olan kapasiteyi karşılaştıran bir yöntemdir. Bu planlar, üretim başından sonuna kadar her departman için yapılan bir hiyerarşi içindedir.

15. Parti Büyüklüğü Kararları : Verilen net ihtiyaç planlarını üretim veya satın alma partileri halinde gruplayan kararlardır. Genellikle her parti için parti büyüklüğünü ve zamanlamayı da içerirler.

16. Alt Seviye Kodlaması : MİP sisteminde takip edilen bir düzendir. rn yapısında bir parça, bir çok seviyede birden bulunabileceğinden, her malzeme, ürün yapısında bulunduğu en düşük seviyede kodlanır. MİP bilgisayar programı her ürün için net ihtiyaç hesaplamalarını, son üründen hammaddeye doğru seviye seviye yapar. Böylece gereğinden fazla olan net ihtiyaç hesaplanması nlenmiş olur.

17. Düzensiz Talep : Bir malzemeye olan talebin, zaman diliminden zaman dilimine düzensizlik göstermesi durumunu anlatan bir terimdir.

18. Ana Üretim Planı : Bir planlama süresi içinde tüm işletmede üretilecek olan son ürünlerin miktarlarını ve zamanını gösteren planlardır. MİP bilgisayar programının en önemli girdilerinden biridir.

19. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) : Ana üretim planını destekleyecek olan tüm malzemelerin, ne zaman ne kadar üretileceğini veya satın alınacağını tanımlayan bilgisayar tabanlı bir bilişim sistemidir.

20. MİP Bilgisayar Programı : MİP sisteminin tüm işlemlerini yürüten bilgisayar programıdır. Ana üretim planından, envanter durum dosyasından ve malzeme listesi dosyasından verileri alır ve işleyerek planlanan siparişlerin programlanması, planlanan siparişin verilmesi ve planlanan siparişte değişiklikler gibi önemli raporları karar verme durumundaki yöneticiye sunar.

21. Net Değişimli MİP : Sadece son MİP çıktılarındaki değişimlere önem vererek çıktı oluşturan MİP sistemidir. Örneğin bu sistemde planlanan siparişlerin programlanması, bir önceki raporlardaki değişikliklere dikkat edecektir; tamamen baştan yeni bir program oluşturulmayacaktır.

22. Net İhtiyaç : Satın almadan veya üretimden sağlanacak olan bir malzemenin ihtiyaç miktarı ve zamanıdır. İhtiyaç büyüklüğünden kullanılabilir malzemenin çıkarılması ile bulunur.

23. Tedarik Süresinin Dengelenmesi : Satın alma veya üretim siparişinin verilmesi ile malzemenin alınması arasındaki zaman dilimidir. Siparişin verilmesi ile malzemenin alınması arasındaki zaman tedarik süresidir.

24. Mevcut Stok : Envanterde gerçekten bulunan malzemenin miktarıdır. Emniyet stoğunu ve tahsis edilmiş stoğu içerebilir, fakat siparişi verilmiş malzemeyi içermez.



25. Aile : Bir ürün yapısındaki üstünlük ilişkisini anlatmak için kullanılan bir terimdir. Örneğin bir aile, temel parçalardan veya öğelerden oluşan bir montajdır.

26. Planlanmış Siparişin Alınması : Planlama süresi boyunca her bir zaman dilimi içinde alınacak olan malzeme miktarıdır.

27. Planlanan Siparişin Verilmesi : Planlama süresi boyunca her bir zaman dilimi içinde siparişi verilecek olan malzeme miktarıdır.

28. Planlama Ufku : MİP, KİP, ana üretim planı ve diğer üretim planlarında bulunan toplam zaman dilimi sayısıdır.

29. Ürün Yapısındaki Seviyeler : Ürün yapısındaki hiyerarşidir. Örneğin Seviye 0, son ürünken; Seviye 1 son ürünün bünyesine giren tüm öğelerdir.

30. Yenileyici MİP : MİP çıktılarının hepsini periyodik olarak, tamamlanmış bir küme halinde oluşturan MİP sistemleridir. Örneğin bu sistemlerde, planlanmış siparişlerin programlanması tamamlanmış bir rapor olacaktır ve bundan sonra olabilecek değişiklikleri kapsamayacaktır.

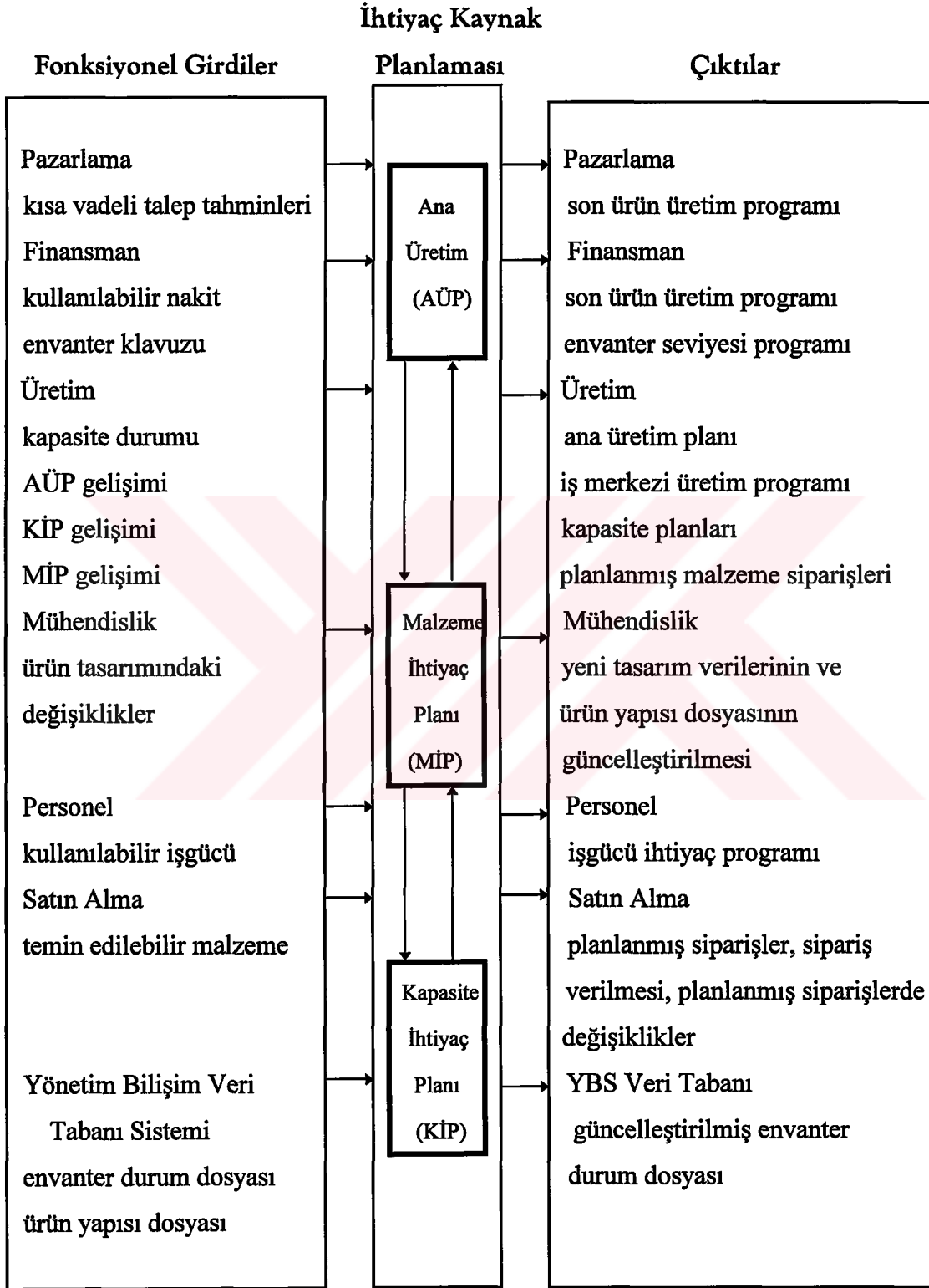
31. Kaynak İhtiyaç Planlaması : Personel, malzeme, nakit üretim kapasitesi gibi üretim kaynaklarının zaman ve miktarını belirten planların hepsidir. MİP, KİP ve ana üretim planı bu planın önemli birer parçalarıdır. Şekil 3.1, bir kaynak ihtiyaç planlaması sisteminin girdi ve çıktılarını gösterirken, Şekil 3.2 ise bir kaynak ihtiyaç planlaması sistemini göstermektedir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 incelendiğinde görülebileceği gibi, tahmin edilen son ürün talepleri, son ürünün envanter durumu, son ürünün parti büyüklüğü ve emniyet stoğu politikaları ve kaba kapasite ihtiyaç planlaması, bir ön (deneysel) ana üretim planına entegre edilmektedir. Bu ana üretim planlaması, malzeme ihtiyaç planlaması ve kapasite ihtiyaç planlaması tarafından test edilmektedir. Bir başka deyişle, ana üretim planındaki son ürünleri üretebilmek için yeterli malzeme satın alınabilecek mi ve yeterli üretim kapasitesi mevcut mu? Hem satın alınacak malzemeler, hem de üretim kapasitesi ekonomik olarak uygun değilse, ana üretim planı değiştirilmelidir. Malzeme ihtiyaç

planlaması ve kapasite ihtiyaç planlaması, ana üretim planının yapılabilirliğini onayladıktan sonra, ana üretim planı, malzeme ihtiyaç planı ve kapasite ihtiyaç planı, hep birlikte, kısa vadeli bir kaynak planının çekirdeklerini oluşturabilirler. Bundan sonra, satın alma yöneticisi, ana üretim planını destekleyecek olan satın alınacak malzemelerin tamamı için bir satın alma planı; üretim yöneticisi ise, yine aynı şekilde, ana üretim planını destekleyecek olan üretilecek malzemelerin tamamı için bir üretim planı oluşturabilir.

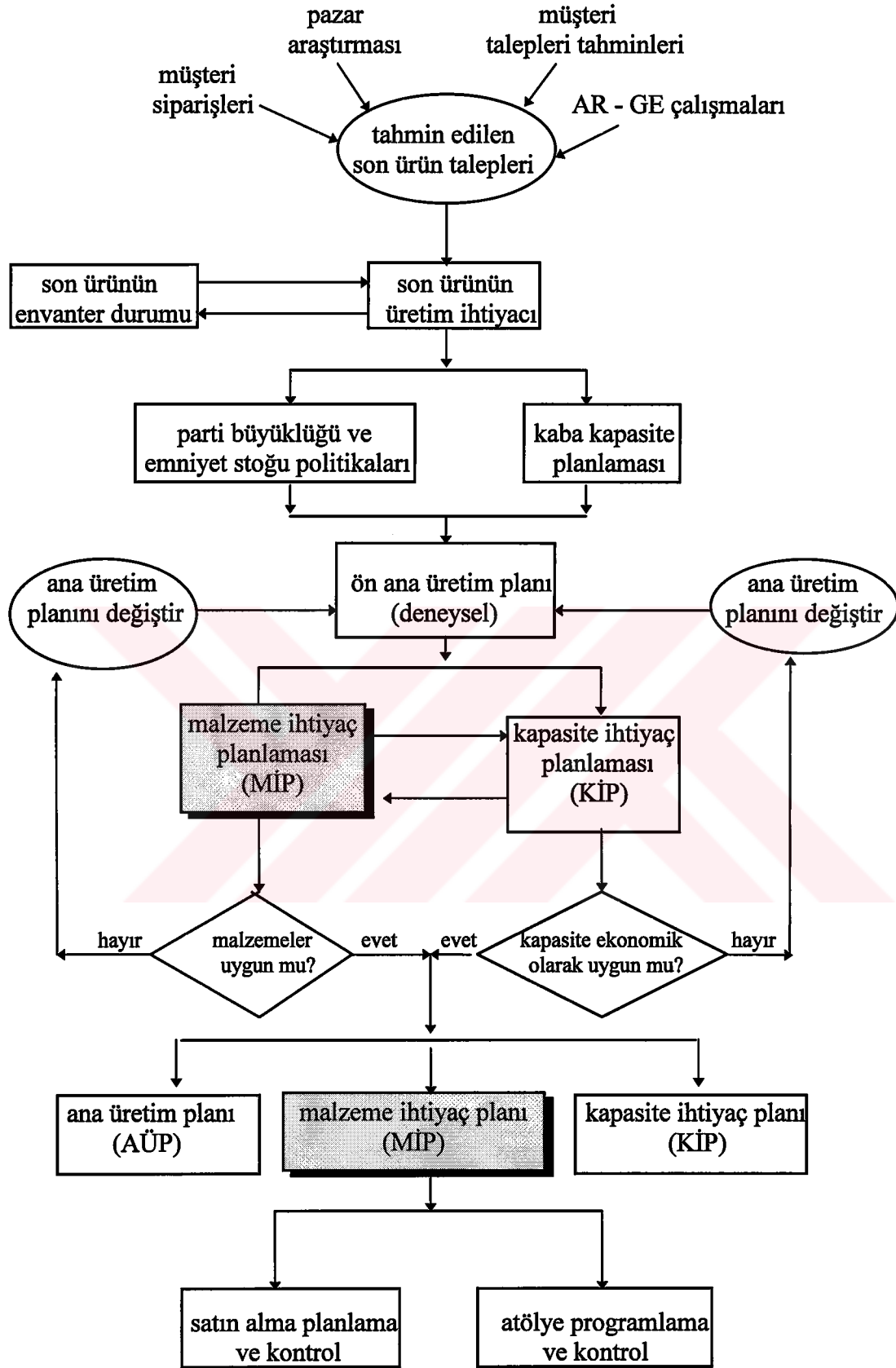
32. Emniyet Stoğu : Her bir malzeme için daha önce belirlenmiş miktarlarda, belirsiz talep veya tedarik zamanlarından kaynaklanabilecek dar boğazlarda kullanmak amacıyla tutulan stoktur.

33. Programlanmış Siparişin Alınması : Bir tedarikçiye siparişi verilmiş olan ve daha önceden bilinen bir zaman diliminde alınması programlanmış siparişlerdir.

34. Servis Parçaları : Son ürünlerin tamirinde kullanılmak amacıyla, servis bölümleri tarafından talep edilen malzemelerdir.



Şekil 3.1 Bir kaynak ihtiyaç planlaması sisteminin girdileri ve çıktıları (Gaither, 1991).



Şekil 3.2 Bir kaynak ihtiyaç planlaması sistemi (Gaither, 1991).

### 3.1.2 Ana kurallar (bağımlı talep ve zamanlama)

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminde kullanılan ana kural şöyledir : "Malzeme, parça ve yarı mamüle olan talep, son ürüne olan talebe bağlıdır " (Acar, 1997a).

Bağımlı talep kavramı ilk kez 1965 yılında Orlicky tarafından önerilmiştir. Son ürün için talep bir kere belirlendiği zaman (tahmin yöntemleri yada müşteri siparişleri yoluyla), üretim sırasında gereken alt montaj parçaları ve bileşen parçaları, bağımlı talep öğelerine örnek olarak verilebilir. Son ürüne olan talep ise imalatla kullanılan parça, malzeme ve yarı mamüllere olan talepten tamamen bağımsızdır.

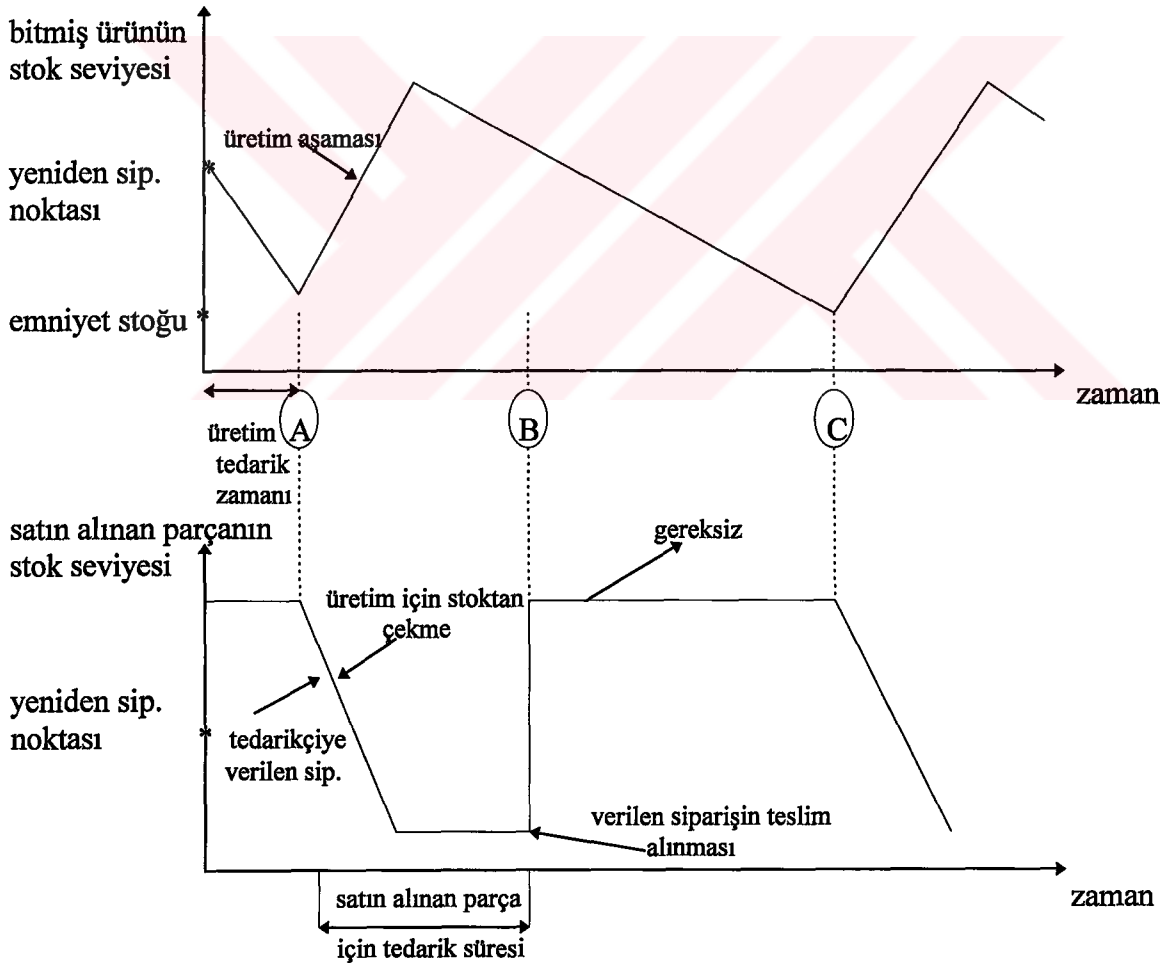
Bu durumda imalat sanayiinde, özellikle envanter kontrolü konusunda bağımlı talep kavramı giderek önem kazanmaktadır.

MİP yaklaşımı, bağımlı talep koşulunun söz konusu olduğu envanterlerin yönetimi için geçerlidir. Bu aşamada, bağımlı talep konusunu daha ayrıntılı olarak incelemek yararlı olacaktır.

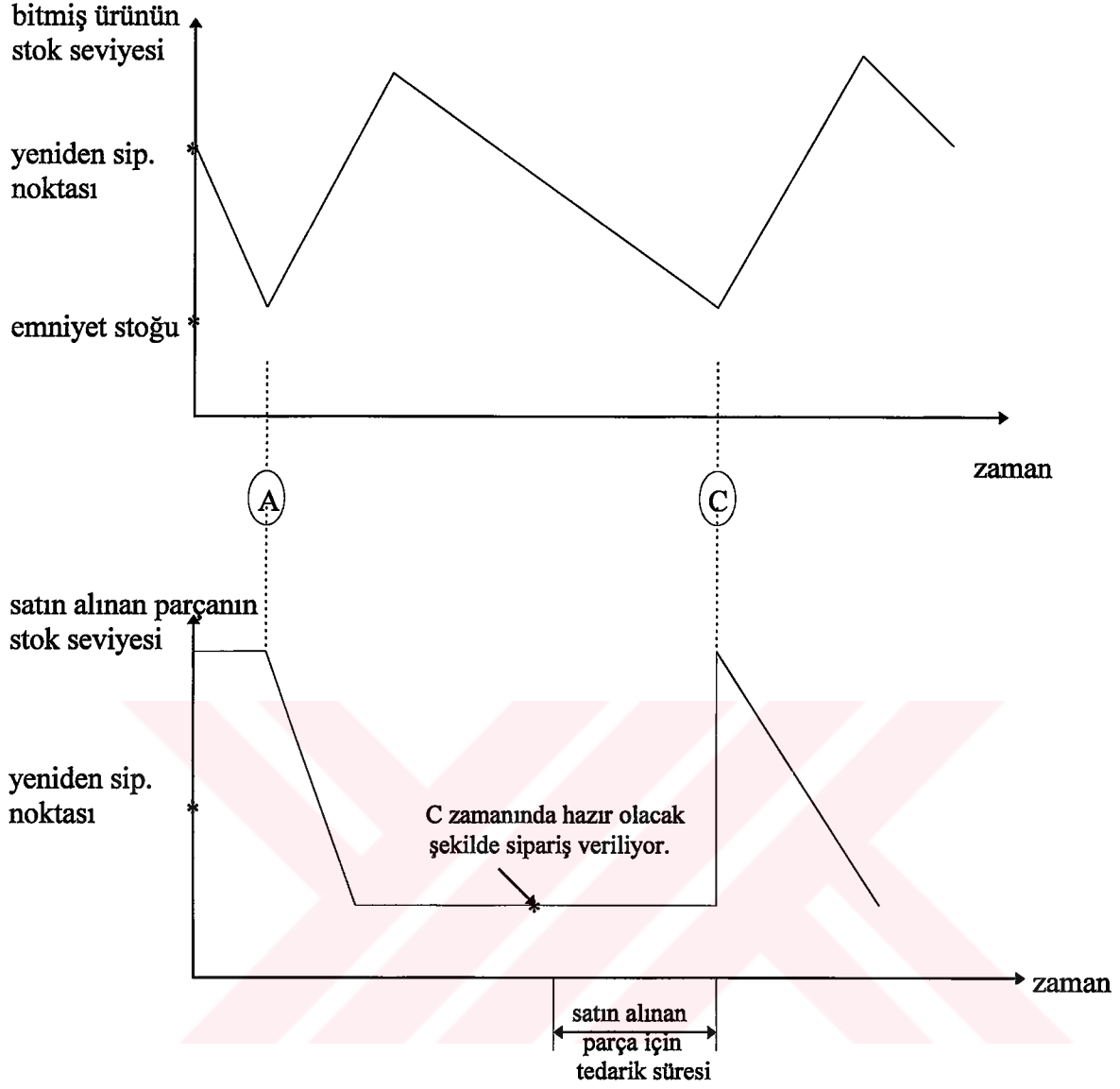
Bilindiği gibi, belli bir ürüne olan talep bağımlı yada bağımsız olarak tanımlanabilir. Bağımsız talep devamlıdır ve rassal değişkenlerden dolayı farklılık gösterir. Öte yandan bağımlı talep, doğrudan bir üst seviyedeki ürünün talebine bağlıdır. Örneğin hammaddelerin, yarı mamüllerin, malzemelerin ve parçaların talebi bu gruba girer. Bağımsız talebin tersine, bağımlı talep devamlı değildir. Belirli zamanlarda büyük miktarlarda oluşur. Bu zamanların dışında talep sıfırdır. Örneğin, bir işletmede altı ay süresince belirli bir parçaya ihtiyaç yoktur. Geri kalan sürede ise parçadan her gün 200 adet kullanılmaktadır. Talebin bu özelliği, üretimin katileler halinde yapılmasından kaynaklanır. Sonuç olarak, ürüne olan talep bağımsız ve devamlı olurken, ara ürünlerin talebi her zaman hesaplanabilir (Acar, 1997a).

XYZ firmasının seramikten süs eşyaları üreten bir firma olduğunu, bu firmanın boyanmamış seramik eşyaları alıp, boyama işlemine tabi tuttuğunu ve ana ürünün bir çok müşteriden bağımsız talep gelen bir tür seramikten süs bebek olduğunu varsayalım.

Şekil 3.3a'nın üst tarafı bitmiş ürünün (boyanmış seramik bebek) stok seviyesini göstermektedir. Bitmiş ürün için üretim (boyama işlemi) başlatıldığında (zaman eksenindeki A noktası), üretimin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla stoktan boyanmamış seramik bebekler stoktan çekilecektir. Şekil 3.3a'nın alt tarafı da satın alınan hammaddenin (boyanmamış seramik bebek) stok seviyesini göstermektedir. Boyanmamış seramik bebeklerin stok seviyesi yeniden sipariş noktasına ulaştığında, herhangi bir tedarikçiye yeni bir sipariş verilecektir. Verilen bu sipariş B noktasında teslim alınacak ve stok yeniden doldurulmuş olacaktır. Yalnız, C noktasındaki bir sonraki üretime kadar bu boyanmamış seramik bebeklere ihtiyaç yoktur. B noktasından C noktasına kadar yapılan stok yatırımı kesinlikle gereksizdir. MİP sistemi ile bu gereksiz stoklamayı ortadan kaldırabiliriz. Bu durum Şekil 3.3b'de gösterilmiştir. Buradaki stok seviyesinin ve stok yatırımının daha düşük olduğuna dikkat ediniz (Anderson vd., 1990).



Şekil 3.3a MİP sistemi olmadan bitmiş ürün ve satın alınan parçanın stok seviyeleri (Anderson vd., 1990).



Şekil 3.3b MİP sistemiyle bitmiş ürün ve satın alınan parçanın stok seviyeleri  
(Anderson vd., 1990).

Bağımlı talep kavramının yanı sıra, malzeme ihtiyaç planlaması yaklaşımında söz konusu olan bir diğer özellik de zamanlama olgusudur. Zamanlama, envanter durumu verilerine zaman boyutunun eklenmesidir. Klasik envanter durumu denklemi (Denklem 3.1) aşağıda verilmiştir :

$$A + B - G = X$$

(Denklem 3.1)



Burada ;     A = eldeki miktar     ;     B = Sipariş edilmiş miktar  
                  G = Gereken miktar     ;     X = Kullanılabilir miktardır.

Böylece, herhangi bir envanter birimi için envanter durumu şöyle hesaplanabilir :

|                |         |       |
|----------------|---------|-------|
| Eldeki         | 30      | 30    |
| Sipariş        | 50 veya | 25    |
| Gereken        | 65      | 65    |
|                | <hr/>   | <hr/> |
| Kullanılabilir | 15      | -10   |

Gereken miktar (G) değerinin tespitinde, müşteri siparişleri, talep tahminleri veya bağımlı talep hesaplamalarından yararlanılır. Kullanılabilir miktarın (X) hesaplaması, envanter yönetimi için gereklidir. Bu değer negatif olması, ihtiyaçların tam olarak karşılanamadığını ve yeniden sipariş verilmesi gerektiğini belirler. Bu yaklaşımda eksik olan boyut hemen anlaşılabilecektir. Yukarıda da görüldüğü gibi, ne zaman sorusu cevapsız kalmaktadır.

Zamanlama ögesi sisteme dahil edildiğinde bu soru cevaplanabilir. Zamanlamanın maliyeti ise, zaman boyutu eklenmiş verilerin işleme ve saklanmalarının getirdiği ek maliyettir.

Yukarıda verilen örneğe zaman boyutunun ilave edildiğini varsayalım. Bu durumda, söz konusu envanter biriminin envanter durumu, haftalar itibarıyla aşağıda verilmiştir :

|                             |    |    |    |     |    |   |   |   |   |     |
|-----------------------------|----|----|----|-----|----|---|---|---|---|-----|
| Eldeki miktar               | 30 |    |    |     |    |   |   |   |   |     |
| Gelmesi beklenen siparişler | 0  | 0  | 0  | 0   | 25 |   |   |   |   |     |
| Gereken miktar              | 0  | 20 | 0  | 35  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 10  |
| Kullanılabilir miktar       | 30 | 10 | 10 | -25 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |

Zamanlama ile bu durumda ek bilgiler elde edilmiştir. Görüldüğü gibi, dördüncü haftada kullanılabilir miktar, negatif değere düşmektedir. Bu durumda, ilk dokuz haftalık dönem itibarıyla toplam ihtiyacın tam olarak karşılandığını, ancak bu dönem içindeki

zamanlamanın yanlış olduğu söylenebilir. Böylece yönetici, söz konusu olabilecek stok boşalması durumunu dört hafta önceden görebilecektir.

Bağımlı talep ve zamanlama kavramlarını bu şekilde inceledikten sonra, MİP sistemi için gerekli ön koşullar ve bu yaklaşımda kullanılan varsayımlar üzerinde durulacaktır (Acar, 1997a).

### 3.1.3 Ön koşullar

1. Ana Üretim Planı : Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin işleyebilmesi, kuruluş içinde bir ana üretim planının bulunmasına bağlıdır. Bilindiği gibi ana plan, son ürünlerin ne zaman ve ne kadar üretilmeleri gerektiğini belirler. MİP sistemi, ana üretim planının malzeme listesi cinsinden ifade edilebileceğini kabul eder. Bu sistemin anlayabildiği tek lisan, parça numaralarıdır. Parça numaraları malzeme, parça, yarı montaj ve son ürünleri tek tek tanımlayan envanter birimleri numaralarıdır.
2. Her envanter birimi, bir kodla tanımlanmalıdır. Bu kodlama sistemi kolay anlaşılıp kullanılabilen ve karışıklığa yol açmadan birimleri tanımlayabilen bir yapıya sahip olmalıdır.
3. Malzeme Listesi - Ürün Ağaçları Bilgileri : Malzeme listesi, sadece son ürünü üretebilmek için gerekli tüm malzemelerin bir dökümü değildir. Ürünün yapılma aşamaları ile üretim yöntemleri gibi bilgileri de içerir.
4. Envanter Durumu Bilgileri : Envanter kayıtları, sistemin kontrolü altındaki tüm birimlerin envanter durumları hakkındaki verileri içerir.
5. Ürün ağaçları bilgileri ile envanter durumu bilgileri dosyalarındaki verilerin doğru, tam, güncel ve bütünlük içinde olmaları gerekmektedir. Hiç şüphesiz ki, MİP sisteminin çıktıları, kullanılan verilerin doğruluğu derecesinde doğru olacaktır.

Eğer bir işletmede klasik envanter kontrol yöntemleri kullanılıyorsa, genelde bu iki veri dosyası oldukça zayıf bir yapıda bulunurlar. Örneğin sipariş noktası sistemlerinde malzeme listeleri ve ürün ağaçları bilgilerine ihtiyaç yoktur. Bu durumda, MİP sistemine geçiş aşamasında bu bilgilerin gözden geçirilmesi kaçınılmazdır (Acar, 1997a).

#### 3.1.4 Varsayımlar

1. MİP sistemi, kontrolü altındaki tüm envanter birimlerinin temin sürelerinin bilindiğini varsayar.
2. MİP sistemi, kontrolü altındaki tüm envanter birimlerinin stoğa girip çıktığını varsayar.
3. MİP sistemi, brüt ihtiyaçların tespiti aşamasında, bir montajı oluşturan tüm parçaların, o montaj parçasının üretimi için iş emri verildiği an hazır olduğunu varsayar. Böylece, yapılan ana varsayım şöyle özetlenebilir : a. Her bir montaj parçası en az birkaç bileşen parçadan oluşur. b. Birim montaj parçası için üretim zamanı (bileşen parçaların bir araya getirilerek montaj parçasının elde edilmesi için gerekli zaman) oldukça kısadır.
4. Kesikli Dağıtım ve Bileşen Parçaların Kullanımı : Örneğin herhangi bir parçadan, üretim hattında 50 tane gerekiyorsa, MİP sistemi tam 50 adet parçanın üretim hattına sevk edileceğini ve bunların hepsinin tüketileceğini varsayar. Yapısı sürekli olan malzemeler (adet cinsinden ölçülemeyen, sac levha, tel...vb. malzemeler) bu varsayım dışında kalırlar. Bu durumda, sistemin bu tip envanter birimlerine uygun olarak düzeltilmesi gerekir.
5. MİP sisteminin kullandığı bir diğer varsayım da süreç bağımsızlığıdır. Süreç bağımsızlığı şu şekilde açıklanabilir : Herhangi bir envanter biriminin imalatı için verilen iş emri tamamen kendi başına başlatılıp, bir diğer iş emrinin tamamlanmasını beklemeden bitirilir. Bu durumda aşağıda belirtilen ilişkiler MİP sistemi için söz konusu olamaz : a. Parça çiftleşmesi olarak bilinen ilişkiler (30 nolu operasyondaki A parçasının, 50 nolu operasyondaki B parçasıyla ortak bir işlem için bir araya gelmesi) b. Tezgah hazırlama bağımlılığı olarak bilinen ilişkiler (Y parçası için tezgah hazırlama iş emri, sadece X parçası için önce tezgah hazırlandıktan sonra başlatılabilir.) Daha çok, süreç tipi sistemeler

için söz konusu olan bu tip ilişkiler, standart MİP sisteminde kullanılamaz. Ancak standart sistemde gerekli düzeltmeler yapılarak, MİP yaklaşımının, süreç tipi üretim ortamında kullanılması sağlanır.

Özetle, standart MİP sisteminde kullanılan ana varsayımlar ve ön koşullar şöyledir :

1. Ana üretim planının varlığı ve planın malzeme listeleri cinsinden ifade edilmesi,
2. Tüm envanter birimlerinin tek tek tanıtılmış olması,
3. Planlama aşamasında, malzeme listelerinin hazırlanmış olması,
4. Tüm envanter birimlerinin durumları ile ilgili verileri içeren envanter kayıtlarının hazır olması,
5. Ürün ağaçları bilgileri ile envanter durumu bilgileri dosyalarındaki verilerin bütünlük içinde olmaları,
6. Tüm envanter birimleri için temin sürelerinin tespit edilmiş olması,
7. Tüm envanter birimlerinin stoğa girip çıkmaları ihtiyacı,
8. Bir montaj parçasının üretimi için emir verildiği zaman, o montajı oluşturan tüm parçaların işletme içinde hazır olmaları ihtiyacı,
9. Kesikli dağıtım ve bileşen parçaların kullanımı kuralı,
10. İmal edilen parçalar için süreç bağımsızlığı kuralı (Acar, 1997a).

### 3.1.5 Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) kavramının tarihçesi

Geçmişte fabrika, insanların elleriyle ya da araç kullanarak malzemeyi işlediği fiziksel bir ortam olarak düşünülmekteydi. Bugün ise endüstrileşmiş ülkelerde personelin yalnızca 1/8'i malzeme ile doğrudan ilişkili olarak çalışmakta, diğer 7/8'i ise, bilgi işlemekte ya da değerlendirmektedir (Yıldızdoğan, 1989).

1960'lı yıllara kadar teknik resimlerin üzerinde de gördüğümüz malzeme listelerinden hareketle, malzeme ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. 1970'li yıllarda ürün ağacı yapısından hareketle MİP çalışmaları bilgisayar destekli olarak yürütülmeye başlanmıştır (Tanyaş, 1995). Bu tekniği tanımlayan ilk kitap Joseph Orlicky tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bu teknik, II. Dünya Savaşı'ndan önce bir çok Avrupa ülkesinde toplam

planlama olarak uygulanmaktaydı. Orlicky, bu tekniğin detaylı uygulanması için bilgisayar sistemi kullanmıştır. Böylece üretim envanterlerinin yönetiminde etkinlik sağlanmıştır.

MİP sisteminin ilk bilgisayar uygulamaları, malzeme listesi işlemcisi üzerine kurulmuştur. Bu işlemci, bir ürün ailesinin kesikli üretim planlamasını, kesikli üretim planına veya temel parçaların satın alma işlemine dönüştürmektedir. Bu işlem, parça talebi oluşturmak için üst düzeydeki ürün ihtiyacını malzeme listelerini kullanarak oluşturmaktadır (Erdem, 1996).

Bu çalışmalar o tarihlerde büyük sistemlerde ve kullanıcıya özel programlar şeklinde geliştirilmiştir. 1980'li yıllarda mini ve kişisel bilgisayarlara yönelik malzeme ihtiyaç planlama sistemleri ile malzeme kapasite ve mali kaynakların eşgüdümlü planlanması, yani üretim kaynakları planlaması sistemleri geliştirilmiştir. 1990'lı yılların başında dağıtım kaynakları planlaması sistemleri geliştirilmiştir. Böylece üretim ve dağıtım, eşgüdümlü olarak planlanabilmektedir. 1990'lı yılların ortasında ise, çok fabrikalı ve bölge depoları olan işletmelere yönelik olarak işletme kaynakları planlaması sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Son uygulamalarda nesneye dayalı ve kullanıcı tarafından değiştirilebilen yapılar hakim olmaktadır (Tanyaş, 1995a).

## BÖLÜM 4. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA SİSTEMİ

Erkut'a (1989) göre sistem, aralarında bir ilişkiler kümesi sergileyen, karşılıklı etkileşim içinde belli bir amaca doğru yönelmiş olan ögeler kümesidir.

Bu açıdan bakıldığında MİP, ana üretim planını veri olarak alan; ana üretim planını, planlama ufkundaki her planlama dilimi için gerekli olan hammaddenin, parçanın, öğenin, alt montajın ve montajın ihtiyaç miktarlarına çeviren; envanter maliyetlerini azaltan; satın alınan ve üretilen malzemeler için planlama ufkı boyunca sipariş çizelgeleri oluşturarak bilgisayar tabanlı bir bilişim sistemidir (Gaither, 1991).

MİP sisteminin (Şekil 4.1) prensipleri, planlama faktörleri, elemanları, girdileri, işleyişi, çıktıları, amaçları, faydaları ve uygulanışı ileride ayrıntılı bir şekilde tek tek ele alınacaktır.

### 4.1 Malzeme İhtiyaç Planlama Sisteminin Amaçları ve Yararları

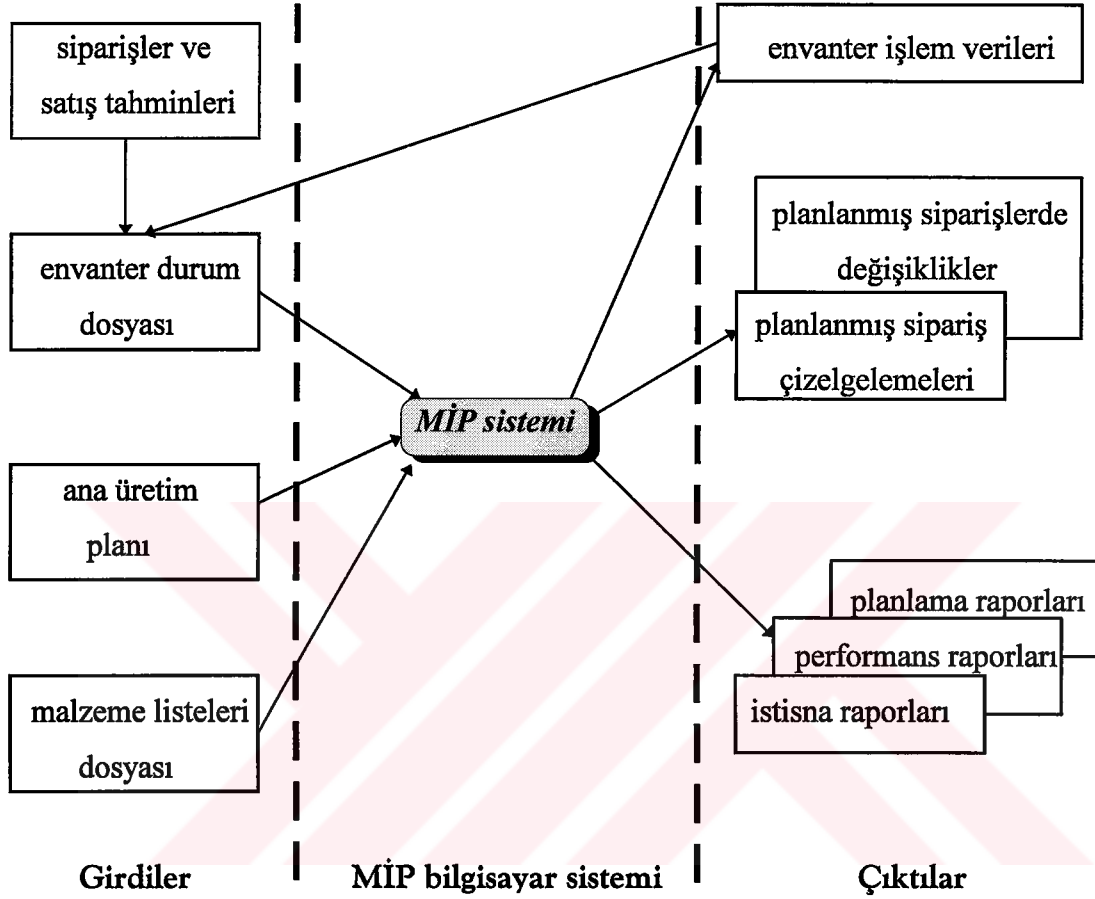
MİP sisteminin kullanılması temelde üç amaca bağlıdır :

1. Müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesi
2. Stok yatırımlarının azaltılması
3. Tesisin daha iyi kullanılması

Müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesi, siparişlerin alındığı anda elde hazır ürün bulunmasından daha farklı bir anlama gelmektedir. Bunun anlamı, teslim vaatlerinin yerine getirilmesi ve buna bağlı olarak temin süresinin kısaltılmasıdır. MİP sistemi, teslim vaatlerinin yerine getirilmesi için gerekli bilgiyi üst yönetime sunmakta, üretim ile etkileşen bu sistem teslim tarihlerini esas alarak üretimi gerçekleştirmektedir. Böylece, söz verilen teslim tarihleri işletme için temel bir amaç olmakta ve siparişin zamanında teslim edilmesi olasılığı yükselmektedir.

Stok yatırımlarının azaltılması : Hammadde siparişleri, sabit sipariş noktalı, sabit sipariş miktarlı envanter kontrol sistemleriyle planlandığında, ana üretim planında hammadde tükenene kadar emniyet stoğu ile sipariş miktarı depolarda bulunmaktadır. Oysa MİP

sistemi, sonuncu hammadde birimi ana üretim planında ortaya çıktığında, gelmiş olan tüm parçaların zamanlamasını belirlemektedir. Diğer bir ifadeyle, MİP sisteminde stok düzeyleri, geniş zaman aralıklarında düşük düzeylerde kalmakta, ancak kısa zaman



Şekil 4.1 MİP sistemi (Gaither, 1991).

aralıkları için yüksek olmaktadır. Bu durum stoklara yapılacak yatırımı azaltmakta, dolayısıyla işletmenin karlılığı artmaktadır. MİP yaklaşımının, hammaddelerin ve parçaların teslim alınma miktar ve zamanlarını daha iyi kontrol etmesi sonucunda, gerekli elemanlar üretime daha doğru zamanda, daha doğru miktarlarda katılmaktadır. Buna ilave olarak, hammaddelerin üretime verilmesi, üretim programını yavaşlatabilmekte veya hızlandırabilmektedir. MİP sisteminin bu etkileri işgücünde, hammadde miktarında ve genel giderler tutarında azalmalar oluşturmaktadır. Burada ;

1. Stokta hammadde bulunmaması olayı ve siparişlerde gecikmenin olmaması, işçi adedinde bir artış olmamasına rağmen üretim artışlarına neden olur.
2. Doğru parça ve bileşenlerin doğru yerde kullanılması, hasarlı ve hurda yarı mamül ve mamül sayısında azalmalar sağlamaktadır.
3. Boş zamanların azalması, hammadde iletiminde etkinliğin artması ve planlama işlevlerinde gecikmelerin önlenmesi sonucu ürün artış oranına bağlı olarak her departmanın kapasitesi de artmaktadır (Gaither, 1991).

#### 4.2 MİP Sisteminin Prensipleri

MİP sistemi, onu yeniden sipariş noktası sisteminden ayıran iki ana prensibe dayanır :

1. MİP sistemi, ailelerin üretim çizelgelemesinden gelen öğeler, alt montajlar ve hammaddeler gibi bağımlı taleplerle ilgilenir. Yeniden sipariş noktası sisteminde bunun tersi olarak, yeniden sipariş noktalarını oluşturabilmek için istatistiksel tahmin yöntemleriyle ilgilenilir.
2. MİP sistemi, stoğu belli bir seviyede tutmak ve talebi karşılamak için verilen üretim veya satın alma siparişlerini ihtiyaç tarihlerine göre dengeler. Örneğin, bir stokta bulunmama durumunu önlemek ve üretimi aksatmamak için, beşinci haftada herhangi bir parçanın teslimatına ihtiyaç varsa ve bu parçanın teslimat süresi üç hafta ise, MİP sistemi, ikinci haftada gerekli uyarıları yapacaktır. Bunun tersi olarak, yeniden sipariş noktası sisteminde yeniden sipariş noktasına gelinmedikçe herhangi bir sipariş verilmez.

MİP sisteminin ana elemanları ana üretim planı, malzeme listeleri ve envanter kayıtlarıdır. Buralardan aldığı bilgileri kullanarak, MİP sistemi, yeni üretim siparişlerinin verilmesi, sipariş miktarlarının düzenlenmesi gibi çizelgelere uymak için gerekli işlemleri tanımlar (Krajewski ve Ritzman, 1994).



### 4.3 Malzeme İhtiyaç Planlama Sisteminin Planlama Faktörleri

Planlama faktörleri, MİP sisteminin tamamının performansında çok önemli bir rol oynamaktadır. Yöneticiler bu faktörleri değiştirerek, envanter işlemlerini dengede tutabilmektedirler.

#### 4.3.1 Planlanan tedarik süresi

Bir parçanın planlanan tedarik süresi, siparişin verilmesinden parçanın stoğa alınmasına kadar olan izin verilebilir süredir. Eğer planlanan tedarik süresi gereğinden fazla uzun ise, parça ihtiyaç duyulan zamandan sonra stoğa gelebilir ve böylece stokta bulundurma maliyetleri artabilir. Eğer planlanan tedarik süresi kısa ise, stokta bulunmama durumu ortaya çıkabilir. Eğer parça satın alınan bir parça ise, planlanan tedarik süresi, siparişin gönderilmesinden tedarikçiden sevkiyatın gelmesine kadar olan izin verilebilir süredir. Genellikle teslimat tarihi satın alma sözleşmelerinde belirtilir.

Eğer parça firma içinde üretiliyorsa, planlanan tedarik süresi aşağıda belirtilmiş olan faktörlerden tahmin edilir :

1. Hazırlık zamanı,
2. Süreç zamanı,
3. İşlemler arası malzeme taşıma süresi,
4. Kuyrukta bekleme süresi.

Parçanın rotası doğrultusunda tüm bu faktörler için süreler tahmin edilmelidir. Hazırlık zamanını, süreç zamanını ve işlemler arası malzeme taşıma süresini tahmin etmek kolay iken, kuyruktaki bekleme (makina başında bekleme, malzemeyi bir yerden bir yere taşıyacak olan taşıyıcıyı bekleme) tahmin etmek oldukça zordur. Süreç odaklı koşullarda, örneğin atölye tipi, her bir sipariş için atölyedeki yükleme farklı bekleme sürelerine neden olacaktır. Böyle durumlarda bekleme süresi, işleme (süreç) süresinden daha uzun olabilmektedir. Bu koşullarda bekleme süresinin iyi tahmin edilebilmesi, planlanan tedarik süresinin doğru olarak belirlenebilmesi için şarttır. Mamül odaklı koşullarda ise, örneğin montaj hattı, ürünün rotası ve bekleme süreleri daha standart bir halde olduğundan bekleme

süresinin tahmini, planlanan tedarik süresinin tespiti için bu kadar önemli değildir (Krajewski ve Ritzman, 1994).

#### 4.3.2 Parti büyüklüğü

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, ana üretim planlaması sonrası belirlenen son ürüne olan talebi ana girdilerden biri olarak alır ve planlamayı bu veriye göre yürütür. Son ürünün üretiminde kullanılan parçaların talebi, son ürün talebine bağlıdır. Parça taleplerinin bağımlı oluşu ve kitle halinde üretilmeleri kesikli talep oluşturmakta ve klasik ekonomik sipariş miktarını bulan envanter kontrol sistemlerinin kullanılmasını önlemektedir.

En çok kullanılan sipariş miktarı bulma yöntemleri aşağıda özetlenmiştir :

1. Sabit sipariş miktarı,
2. Ekonomik sipariş miktarı,
3. Kesikli sipariş algoritması,
4. Sabit dönem algoritması,
5. Dönem sipariş miktarı,
6. En düşük birim maliyet,
7. En düşük toplam maliyet,
8. Parça - dönem algoritması,
9. Wagner - Whitin algoritması.

Bu yöntemlerden ilk ikisi talep hızına bağımlı yaklaşımlardır. Diğerleri ise, kesikli sipariş miktarı yöntemleri olarak bilinirler. Bu yöntemlerin özelliği, ardışık planlama dönemlerindeki net ihtiyaçlara eşit sipariş miktarları hesaplamalarıdır.

Sipariş bulma yöntemlerini statik ve dinamik olmak üzere iki ayrı grupta toplamak mümkündür. Statik sipariş miktarı, bir kere hesaplandıktan sonra planlama dönemi boyunca değişmeyen bir büyüklüktür. Dinamik sipariş miktarı ise, net ihtiyaç verilerindeki değişmelere paralel olarak düzenlenebilir. Yukarıda verilen dokuz yöntemden sadece ilki statik bir yapıya sahiptir. Diğer yöntemler ise dinamik olarak tanımlanır.

Bu yöntemler genellikle üretilen envanter birimleri için kullanılırlar. Bu yöntemlerdeki hazırlık maliyeti terimi, sipariş vermenin toplam sabit maliyetini içerir. Ancak bu yöntemlerin sadece üretilen birimlere yönelik olduğunu düşünmek yanlış olacaktır. Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra bu yöntemler satın alınan envanter birimlerinin sipariş miktarlarını bulmak için de kullanılabilirler (Acar, 1997a).

#### 4.3.2.1 Sabit sipariş miktarı

Genelde bu yöntem, malzeme ihtiyaç planlama sistemi içindeki bazı özel envanter birimleri için kullanılır. Bu politikanın uygulanabilmesi için söz konusu birimlerin sipariş verme maliyetlerinin oldukça yüksek olması gerekmektedir. Belirlenen sabit sipariş miktarları, net ihtiyaçları karşılayacak şekilde dönemlere dağıtılır. Eğer herhangi bir dönemde net ihtiyaç, sabit sipariş miktarından fazla olursa, sipariş miktarı bu değere yükseltilir. Örnek olarak, 60 birimlik sabit sipariş miktarının dönemlere dağıtılması Çizelge 4.1'de gösterilmektedir (Acar, 1997a).

Çizelge 4.1 Sabit sipariş miktarı yöntemi (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 60 |    |   | 60 |   |    |   |    | 60 | 180    |

#### 4.3.2.2 Ekonomik sipariş miktarı

Ekonomik sipariş miktarı politikası, malzeme ihtiyaç planlama sistemi için geliştirilmemiştir, ancak kolaylıkla bu sisteme de uyarlanabilecek bir yapısı bulunmaktadır.

Bir önceki örnekte verilen net ihtiyaçlar için ekonomik sipariş miktarı aşağıda (Denklem 4.1) hesaplanmıştır :

Hazırlık maliyeti (S) : 100 TL.

Birim maliyet C : 50 TL.

Envanter taşıma maliyeti (I) : 0.24 yıllık ; (Ip) : 0.02 dönemsel  
(Bu maliyet verileri sonraki örneklerde de kullanılacaktır.)

$$Q = \{ (2 \times U \times S) / (I \times C) \}^{1/2} \quad (\text{Denklem 4.1})$$

Burada : Q = Ekonomik sipariş miktarı ; U = Yıllık kullanım miktarıdır (adet olarak).  
Bu örnekteki U değeri, dokuz aylık net ihtiyaç değerinin (150), 12 aylık (yıllık) döneme dağıtılmasıyla hesaplanmıştır .  $9/150 = 12/x$  ise,  $x = 200$  adet. Buna göre;  
 $Q = (2 \times 200 \times 100 / 0.24 \times 50)^{1/2} = 58$  adet. Bu yöntemin değerlendirilmesi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Ekonomik sipariş miktarı (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 58 |    |   | 58 |   |    |   | 58 |    | 174    |

Bu yaklaşım talebin sürekli ve düzgün olduğu koşullarda iyi sonuçlar verir (Acar, 1997a).

#### 4.3.2.3 Kesikli sipariş algoritması

Bu yaklaşım daha çok, satın alınan pahalı birimler için veya talebi sürekli olmayan birimler için kullanılır. Envanter taşıma maliyetlerini en aza indiren bu yaklaşımda, net ihtiyaçların miktar ve zamanına eşit siparişler belirlenir (Çizelge 4.3) (Acar, 1997a).

Çizelge 4.3 Kesikli sipariş algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |

#### 4.3.2.4 Sabit dönem algoritması

Bu yaklaşımda, siparişler x kadar dönemin ihtiyaçları toplanarak hesaplanır. Siparişlerin kaç dönemi içereceği kullanıcı tarafından belirlenir. Örneğin, iki dönemlik sipariş verme aralığı tespit edildiğinde siparişler, Çizelge 4.4'deki gibi olacaktır (Acar, 1997a).

Çizelge 4.4 Sabit dönem algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 45 |    |   | 40 |   | 25 |   | 40 |    | 150    |

#### 4.3.2.5 Dönem sipariş miktarı

Klasik ekonomik sipariş miktarı yaklaşımının, kesikli dönemsel talep ortamında kullanılmak üzere geliştirilmesiyle bu yöntem elde edilmiştir.

Bir evvelki ekonomik sipariş miktarı yöntemini ele alalım. Burada dönem sipariş miktarı, şu şekilde hesaplanır :

$$Q = 58 \quad ; \quad \text{bir senedeki dönem sayısı} = 12 \quad ; \quad \text{yıllık talep} = 200$$

$$200 / 58 = 3.4 \text{ (yıllık sipariş sayısı)} \quad ; \quad 12 / 3.4 = 3.5 \text{ (sipariş verme aralığı)}$$

Bu sonuçların uygulanması Çizelge 4.5'te verilmiştir. Burada sipariş verme aralığının üç ve dört dönem arasında değiştiği varsayılmıştır. Bu yöntemin etkinliği, kesikli ve düzgün olmayan talep koşulları karşısında önemli derecede azalmaktadır (Acar, 1997a).

Çizelge 4.5 Dönem sipariş miktarı algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 85 |    |   |    |   | 35 |   |    | 30 | 150    |

#### 4.3.2.6 En düşük birim maliyet

Bu ve bundan sonra incelenecek olan üç yöntemin ortak noktaları, bu grup yöntemlerin gerek sipariş miktarları gerekse sipariş verme aralıklarını serbest bırakmalarıdır. Bu dört yöntem, ekonomik sipariş miktarı yaklaşımının hazırlık ve sipariş verme maliyetlerini en aza indirdiğini kabul eder, ancak hepsinin yaklaşımı farklıdır. En düşük maliyet yaklaşımı bir çeşit deneme - yanılma yöntemidir. Bu yöntemle sipariş miktarı tespit edilirken, bu miktarın sadece ilk dönem ihtiyaçlarını ya da bir sonraki dönem veya ondan sonraki dönemlerin de ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamayacağı sınanır. Burada karar vermek için birim maliyetler (birim başına hazırlık + envanter taşıma maliyeti) incelenir (Çizelge 4.6a). Bir sonraki sipariş miktarı da dördüncü dönemden başlayarak, aynı şekilde hesaplanır.

Envanter taşıma maliyeti : 1 TL / dönem ; diğer maliyetler önceki örnekler ile aynı olmak üzere ;

Çizelge 4.6a En düşük birim maliyetin hesaplanması (Acar, 1997a).

| Dönem | Net ihtiyaç | Envanterde taşındığı dönem sayısı | Muhtemel sipariş miktarı | Taşıma maliyeti |            | birim hazırlık maliyeti | birim maliyet |
|-------|-------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|-------------------------|---------------|
|       |             |                                   |                          | parti için      | birim için |                         |               |
| 1     | 35          | 0                                 | 35                       | 0               | 0          | 2.86                    | 2.86          |
| 2     | 10          | 1                                 | 45                       | 10.00           | 0.22       | 2.22                    | 2.44          |
| 3     | 0           | 2                                 | 0                        | 0               | 0          | 0                       | 0             |
| 4     | 40          | 3                                 | 85                       | 130.00          | 1.53       | 1.18                    | 2.71          |

Çizelge 4.6a incelendiğinde de görülebileceği gibi, 45 birimlik sipariş miktarı en düşük birim maliyeti vermektedir. Bu miktar birinci ve ikinci dönem ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Daha sonra hesaplanan (dördüncü dönemin ve yedinci dönemin başında) 60 ve 45 birimlik sipariş miktarları daha sonraki dönemlerin ihtiyaçlarını karşılayan en düşük birim maliyeti veren sipariş miktarlarıdır. Buradan da anlaşılabileceği gibi, her seferinde tek bir sipariş miktarı hesaplanmaktadır. Bu nedenle, birim maliyetler her partiden diğerine farklılık gösterebilir. (Acar, 1997a). Örneğimizin dönemlere göre dağılımı Çizelge 4.6b'de verilmiştir.

Çizelge 4.6b En düşük birim maliyet algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7  | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|----|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5  | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 45 |    |   | 60 |   |    | 45 |    |    | 150    |

#### 4.3.2.7 En düşük toplam maliyet

Bu yaklaşımda kullanılan ana varsayım, planlama dönemindeki tüm partiler için hazırlık artı envanter taşıma maliyetleri toplamının en aza indirilebilmesi için, partilerin toplam maliyetlerinin birbirine eşit olması gerektiği görüşüdür. (Her bir sipariş büyüklüğü parti olarak tanımlanmıştır.) En düşük toplam maliyet yaklaşımı bu amaca ulaşmak için, birim başına hazırlık maliyeti ile envanter taşıma maliyetinin eşit olduğu miktarlarda sipariş verir. Bu yaklaşım, maliyetlerin eşitliğini sağlamak için ekonomik parça - dönem faktörü (EPP) olarak tanımlanan bir araçtan yararlanır (Denklem 4.2). Ekonomik parça - dönem faktörü, envanterde bir dönem taşındığı zaman, hazırlık maliyetine eşit taşıma maliyeti verecek olan birim miktar olarak tanımlanır.

$$EPP = S / I_p \times C \quad (\text{Denklem 4.2})$$

Buna göre;  $EPP = 100 / 0.2 \times 50 = 100$  olarak hesaplanır. En düşük toplam maliyet yaklaşımı, parça - dönem maliyetinin EPP değerine en yakın olduğu sipariş miktarını seçer (Çizelge 4.7a).

Çizelge 4.7a En düşük toplam maliyetin hesaplanması (Acar, 1997a).

| Dönem | Net ihtiyaçlar | Envantere taşındığı dönem sayısı | Muhtemel parti büyüklüğü | parça - dönem (kümülatif) |
|-------|----------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1     | 35             | 0                                | 35                       | 0                         |
| 2     | 10             | 1                                | 45                       | 10                        |
| 3     | 0              | 2                                | 0                        | 0                         |
| 4     | 40             | 3                                | 85                       | 130                       |

Çizelge 3.7a'da da görüldüğü gibi 130 değeri, EPP (100) değerine en yakın değerdir. Bu nedenle ilk sipariş miktarı 85 olacaktır. Daha sonraki dönemler için de aynı hesaplama yapılır ve dönemlere göre dağılım belirlenir (Çizelge 4.7b) (Acar, 1997a).

Çizelge 4.7b En düşük toplam maliyet algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 85 |    |   |    |   | 65 |   |    |    | 150    |

#### 4.3.2.8 Parça - dönem algoritması

Bu algoritma, temelde en düşük toplam maliyet yaklaşımı ile aynıdır. Ancak sipariş miktarları ve zamanları daha farklı şekilde belirlenir.

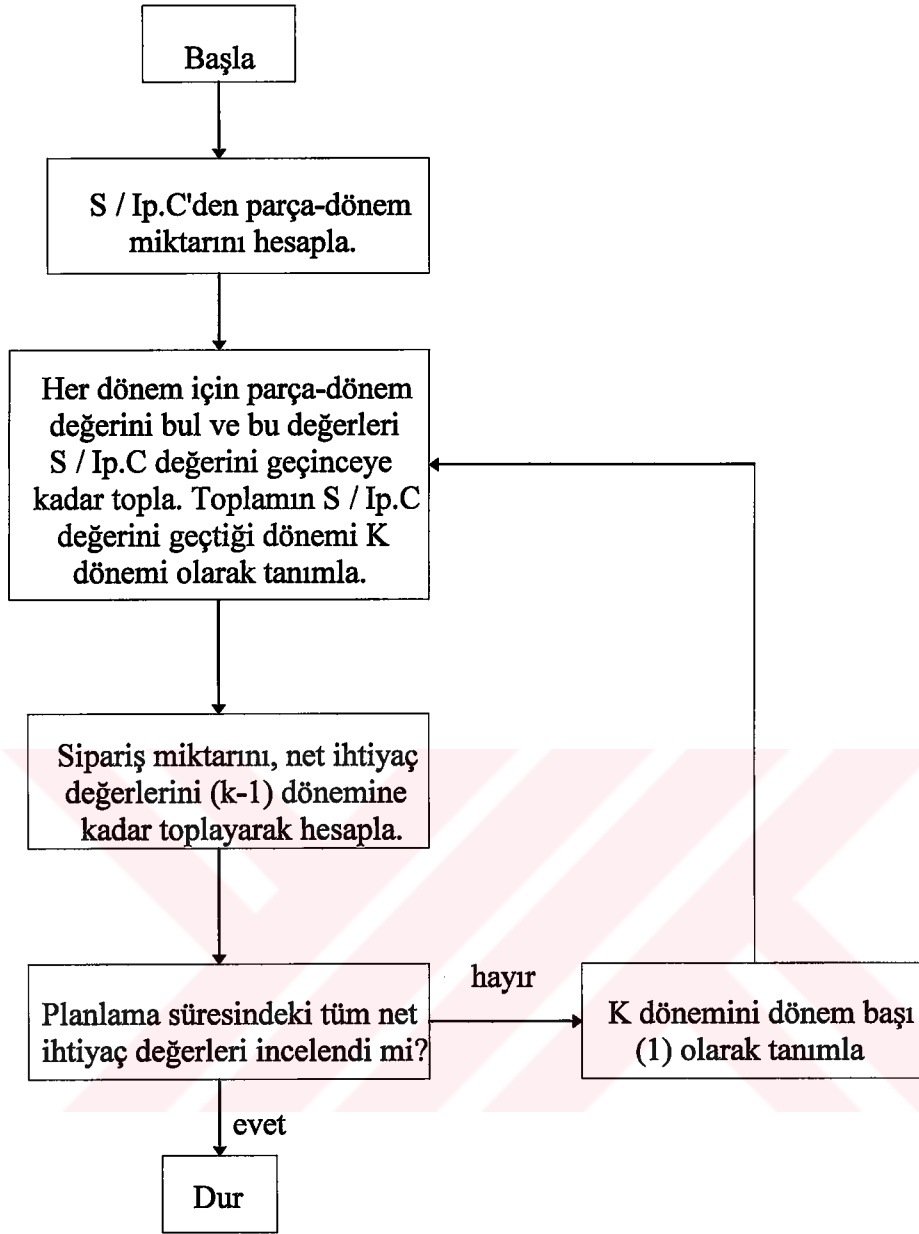
Bu yaklaşımda, sipariş verme zamanı, belirli bir zaman içerisinde birim zamanda taşınan envanter miktarının EPP değerini geçtiği zamandır. Sipariş verme miktarı ise bu döneme kadar olan taleptir. (Söz konusu olan dönemin talebi dahil edilmez.) Bu algoritma Şekil 4.2'de özetlenmiştir (Acar, 1997a).

Bu algoritmanın uygulanması (Çizelge 4.8a) incelenecek olursa, sipariş miktarlarının dönemlere göre dağılımı (Çizelge 4.8b) kolaylıkla ortaya çıkartılabilecektir.

Çizelge 4.8a Parça - dönem algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem                        | 1  | 2     | 3 | 4     | 5 | 6     | 7    | 8     | 9     | toplam |
|------------------------------|----|-------|---|-------|---|-------|------|-------|-------|--------|
| Net ihtiyaçlar               | 35 | 10    | 0 | 40    | 0 | 20    | 5    | 10    | 30    | 150    |
| Parça - dönem                | 0  | 1(10) | 0 | 3(40) | 0 | 2(20) | 3(5) | 4(10) | 5(30) |        |
| Parça - dönem<br>(kümülatif) | 0  | 10    | 0 | 130   | 0 | 40    | 55   | 95    | 245   |        |
| Sipariş miktarı              | 45 |       |   | 75    |   |       |      |       | 30    | 150    |





Şekil 4.2 Parça - dönem algoritması (Acar, 1997a).

Çizelge 4.8b Parça - dönem yöntemi (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 45 |    |   | 75 |   |    |   |    | 30 | 150    |

#### 4.3.2.9 Wagner - Whitin Algoritması

Bu yaklaşımda, dinamik programlama kökenli bir optimizasyon yöntemi kullanılır. Bu yöntem, her dönemdeki net ihtiyaçları karşılayacak şekilde sipariş verme alternatiflerinin hepsini dener ve verilen net ihtiyaç çizelgesi için optimum sipariş verme politikasını belirler. Oldukça karmaşık olan bu yöntemin detayına burada girilmeyecek, sadece önceki yöntemlerde incelenen örneğin Wagner - Whitin algoritmasıyla çözümü (Çizelge 4.9) verilecektir (Acar, 1997a).

Çizelge 4.9 Wagner - Whitin algoritması (Acar, 1997a).

| Dönem              | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9  | toplam |
|--------------------|----|----|---|----|---|----|---|----|----|--------|
| Net ihtiyaçlar     | 35 | 10 |   | 40 |   | 20 | 5 | 10 | 30 | 150    |
| Verilen siparişler | 45 |    |   | 65 |   |    |   | 40 |    | 150    |

#### 4.3.2.10 Sipariş miktarlarının bulunmasında kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi

İncelenen yöntemlerin değerlendirilmesi yapılırken, algoritmaların performanslarının kullanılan net ihtiyaç verileri ile hazırlık ve birim maliyetlere göre değiştiği göz ardı edilmemelidir.

Çizelge 4.10'da bu yöntemlerin, verilen örnek problem üzerinde uygulanması halinde ortaya çıkacak toplam maliyetler ile bunları oluşturan diğer maliyet öğeleri özetlenmiştir. Bu şekilde yöntemleri karşılaştırmak mümkün olabilecektir.

Çizelge 4.10'daki değerler verilen net ihtiyaçlar çizelgesi ve maliyet verileri (100 TL.'lık hazırlık maliyeti ve 50 TL.'lık birim maliyet) söz konusu olduğu zaman bir anlam taşır. Bu verilerin herhangi birinin değişmesi, daha farklı bir sıralama yaratabilir.

Sipariş miktarı bulma yöntemlerinin nispi etkinliğini etkileyen etmenler aşağıda verilmiştir :

1. Talebin değişkenliği,
2. Planlama süresinin uzunluğu (kaç dönem olacağı),
3. Planlama döneminin büyüklüğü (kaç hafta veya ay olacağı),
4. Hazırlık maliyetinin birim maliyete oranı

Çizelge 4.10 Algoritma performanslarının karşılaştırılması (Acar, 1997a).

| Algoritma          | Sipariş sayısı | Hazırlık maliyeti (TL) | Parça - Dönem | Envanter taşıma maliyeti | Toplam maliyet |
|--------------------|----------------|------------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| Wagner - Whitin    | 3              | 300                    | 95            | 95                       | 395            |
| En düşük br. mal.  | 3              | 300                    | 120           | 120                      | 420            |
| En düşük top. mal. | 2              | 200                    | 245           | 245                      | 445            |
| Parça - dönem      | 3              | 300                    | 155           | 155                      | 455            |
| Ekonomik sip. mik. | 3              | 300                    | 206           | 206                      | 506            |

Yöntemlerin nispi etkinliği karşılaştırılırken, belirli bir net ihtiyaç çizelgesine göre karşılaştırma yapılması daha iyi sonuçlar verecektir. Ancak yine de, çizelge değiştiğinde karşılaştırma sonuçları da değişecektir (Acar, 1997a).

Ancak, MİP sistemi ile bu klasik sipariş miktarı bulma yöntemleri karşılaştırıldığında (Çizelge 4.11) MİP sisteminin bu yöntemlere göre bir çok avantajı bulunduğu görülebilecektir. MİP sistemi işletme performansını (envanter devir oranı, kar...v.b.) ve üretim performansını yükseltir, daha iyi üretim kontrolü sağlar, daha kesin ve zamanında bilgi sunar, envanter seviyesini düşürür, daha güvenilir ve sağlamdır, sadece sipariş miktarını değil aynı zamanda siparişin verilme zamanını da hesaplar, pazardaki talep değişimlerine çok daha hızlı cevap verebilir ve üretim maliyetlerini düşürür (Stock ve Lambert, 1987).

Çizelge 4.11 Klasik sipariş miktarı bulma yöntemleriyle MİP sisteminin karşılaştırılması  
(Stock ve Lambert, 1987).

| <i>Klasik sipariş miktarı bulma yöntemleri</i> | <i>MİP sistemi</i>                 |
|------------------------------------------------|------------------------------------|
| Parçalarla ilgili                              | Ürün ve öğeyle ilgili              |
| Stoğu yenilemek için sipariş                   | Gerçek ihtiyaçlar için sipariş     |
| Bağımsız talep                                 | Bağımlı talep                      |
| Sürekli talep                                  | Kesikli ve düzensiz talep          |
| Rastgele talep modeli                          | Bilinen düzensiz talep modeli      |
| Yeniden sipariş noktası ile sipariş ikazı      | Zaman esaslı sipariş ikazı         |
| Geçmişteki taleplere bağlıdır                  | Gelecekteki üretime bağlıdır       |
| Her parça için talep tahmini                   | Sadece son ürün için talep tahmini |
| Miktar tabanlı sistem                          | Miktar ve zaman tabanlı sistem     |
| Her parça için emniyet stoğu                   | Sadece son ürün için emniyet stoğu |

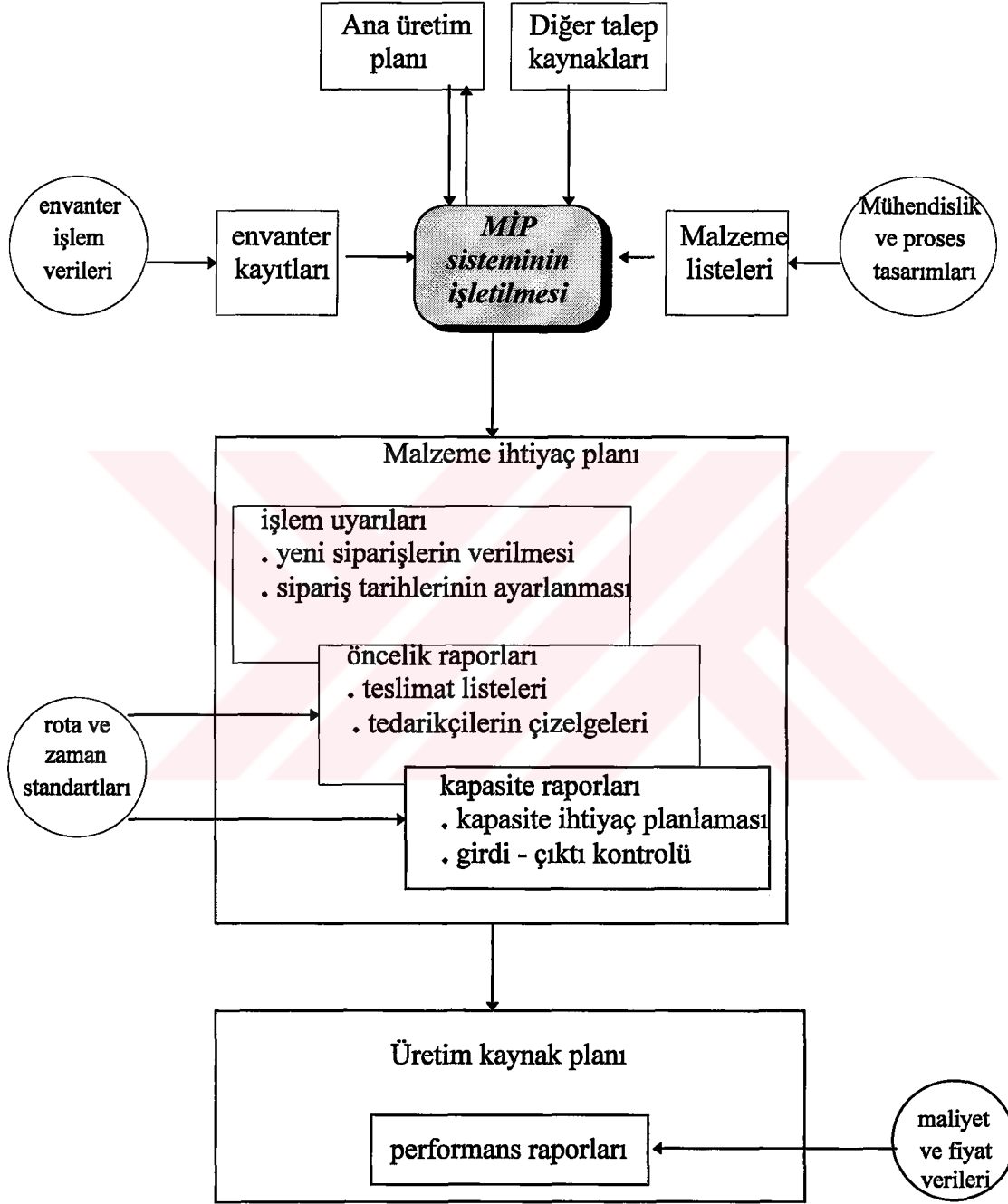
#### 4.3.3 Emniyet stoğu

Yöneticilerin üstesinden gelmesi gereken başka bir problem de emniyet stoğunun miktarıdır. Bu problem bağımlı talepte, bağımsız taleptekinden çok daha karmaşıktır. Düzensiz talep söz konusu olduğunda emniyet stoğunun önemi daha azdır. Emniyet stoğu tedarik süresinin, sipariş miktarlarının veya zamanlamanın belirsiz olduğu ortamlarda önem kazanmaktadır. Bu yüzden MİP sistemi sadece son ürünler (ana üretim planında bulunan ürünler) ve satın alınan parçalar için emniyet stoğu politikasını benimsemiştir. Bu politika tahmin edilememiş müşteri taleplerine ve tedarikçiden kaynaklanabilecek sorunlara karşı sistemi korumaktadır (Krajewski ve Ritzman, 1994).

#### 4.4 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Girdileri, Çıktıları ve Çalışma Mantığı

Daha önce de belirtildiği gibi, MİP sistemi bilgisayar tabanlı bir bilişim sistemidir. Bu bilişim sisteminin (Şekil 4.3) işleyişini daha iyi anlayabilmek için ilk önce sistemin girdi ve çıktılarını incelememiz gerekmektedir. Ancak sistemi çok iyi tanıdıktan sonra sistemin işleyişini ve kullanılmasını anlayıp, değerlendirmesini yapabiliriz. MİP sistemini

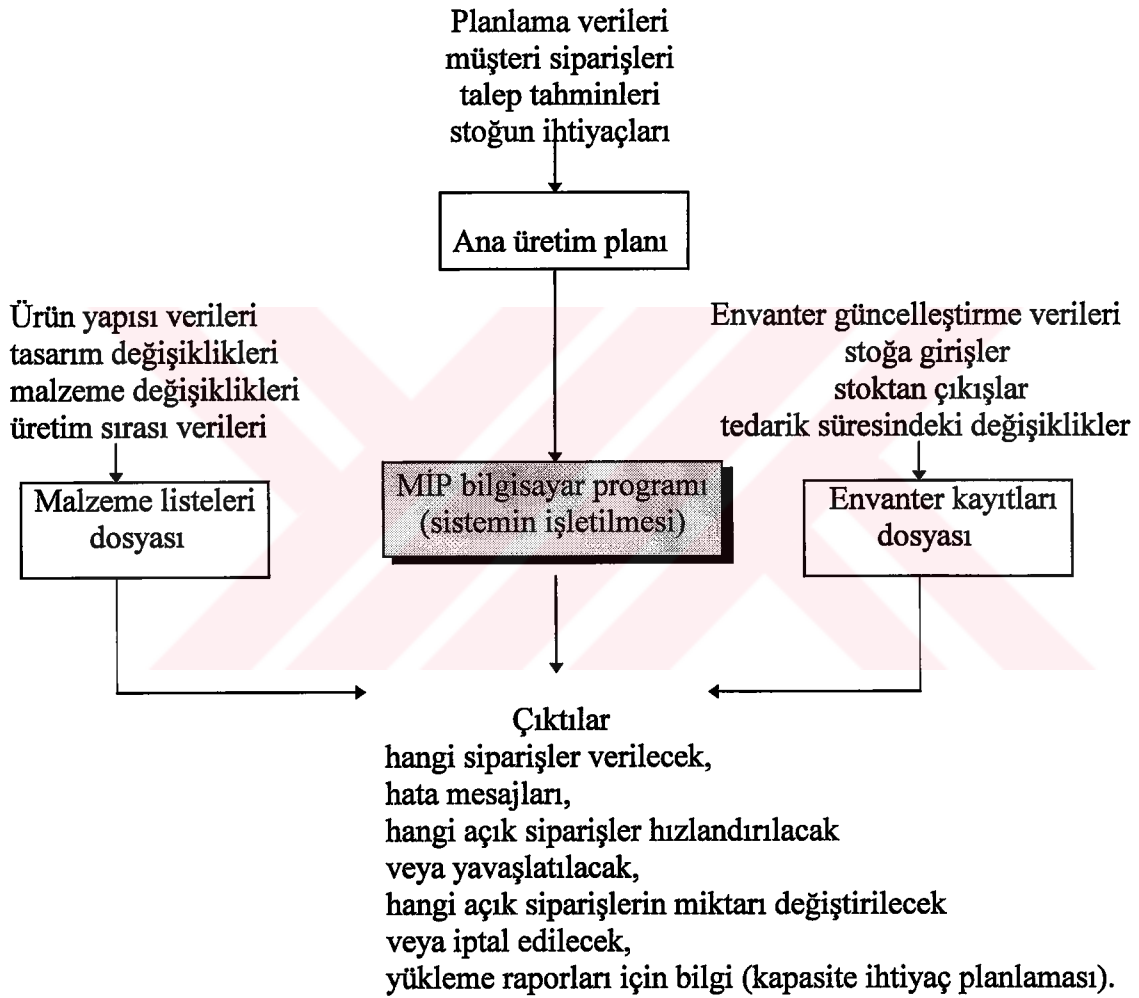
kendilerine uyarlamak isteyen firmalar, bu çalışmaları yaptıktan sonra ve gerekli bilgi birikimini oluşturduktan sonra başarılı bir uygulama yapabilirler. Sadece bu yöntemle sisteme gerçekçi bir gözle bakabilir, sistemi mucizevi bir kurtarıcı olarak görme yanılgısından kurtulabilirler.



Şekil 4.3 Bir bilişim sistemi olarak MİP sistemi (Krajewski ve Ritzman, 1994).

#### 4.4.1 Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin girdileri

MİP sisteminin bilgi ihtiyacı ve akışı (Şekil 4.4) incelenecek olursa sistemin temel girdileri kolaylıkla anlaşılacaktır. Ancak, sisteme girilen verilerin doğruluk derecesinde çıktıların doğru olacağını göz ardı etmemek gerekecektir. Bu yüzden MİP sistemi kesin ve hassas veriye ihtiyaç duymaktadır ve bu veriler sürekli güncellenmelidir. Bu güncelleştirme işlemi, MİP sistemi her çalıştırıldığında yapılarak sistemin, işletmenin gerçek durumuna uyumu sağlanmalıdır.



Şekil 4.4 MİP sisteminin bilgi ihtiyacı ve bilgi akışı (Dilworth , 1983).

Şekil 4.4 incelendiğinde de görülebileceği gibi, MİP sisteminin temel girdisinin ana üretim planı olduğu, ana üretim planını destekleyen iki önemli dosyanın da malzeme listeleri dosyası ve envanter kayıtları dosyası olduğu görülmektedir. Aslında MİP sistemi karmaşık

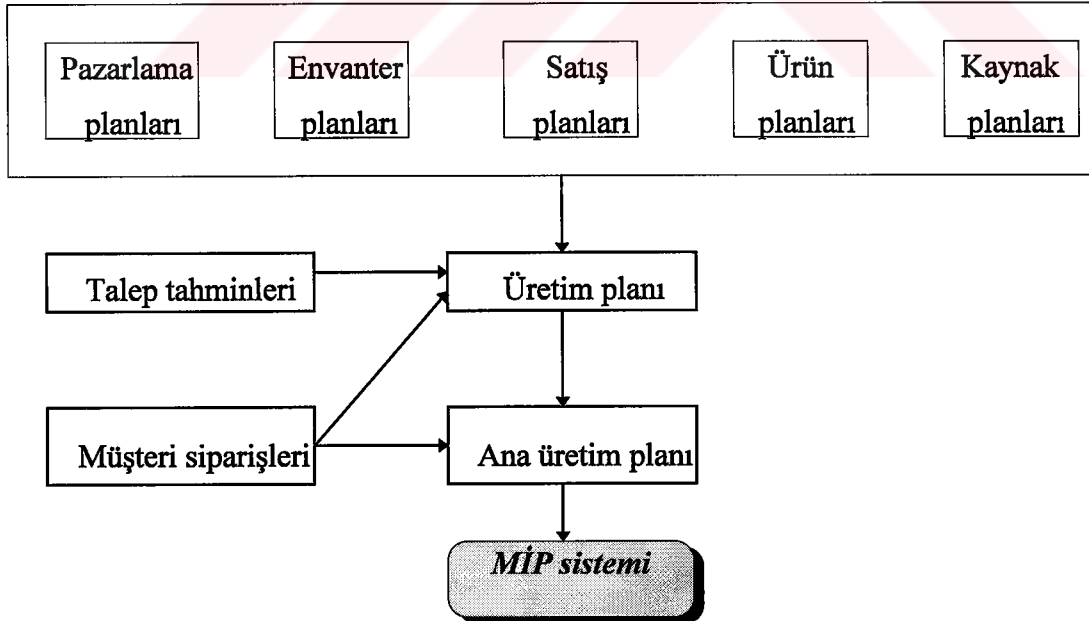
matematik işlemlerini içermemektedir; sadece bu dosyalardaki çok büyük miktarlardaki verileri işlemektedir (Dilworth, 1983).

#### 4.4.1.1 Ana üretim planı

Ana üretim planı (AÜP), tüm sistemi yönetmekte ve temel veri olarak kabul edilmektedir. Bu planın iki temel hedefi vardır. Bunlar ;

1. Ürün stoklarının yenilenmesi,
2. Müşteri siparişlerinin karşılanmasıdır.

Ana üretim planının temel girdileri (Şekil 4.5) incelenecek olursa, bunun bir işletme için ne kadar önemli olduğu anlaşılacaktır. Bu plan, belirli bir planlama dilimi için pazarlama planlarından, ürün planlarından, kaynak planlarından ve envanter planlarından oluşan bütünleşik iş planları ile beraber talep tahminlerini, müşteri siparişlerini ve stok yenileme siparişlerini göz önüne alarak, yapılabilir bir üretim planı oluşturur. Ana üretim planının yapılabilirliği, kapasite ihtiyaç planlaması tarafından tespit edilmektedir. Buradaki yapılabilir üretim planı, toplam envanter maliyetlerini en aza indiren ve belirli kapasite ihtiyaçlarına göre tüm teslim tarihlerini karşılayan bir plan olarak tanımlanır. Özet olarak, ana üretim planının temel rolü yük / kapasite oranını dengede tutmaktır (Erdem, 1996).



Şekil 4.5 Ana üretim planının temel girdileri (Erdem, 1996).

Ana üretim planındaki planlama süreci iki bölümde incelenebilir. Bunlar sabit dönem ve dinamik dönemlerdir.

Sabit dönem, içinde bulunulan planlama dilimi ile yakın zamanı kapsar; üretime verilmiş olan son ürün miktarını belirtmektedir. Bu dönemde herhangi bir karışıklığı önlemek için plana müdahale edilmesine izin verilmez. Genellikle tedarik süresinin bir fonksiyonudur. Bu dönem içindeki en ufak bir değişiklik tüm planların yenilenmesine (malzeme siparişlerinin, iş yükü planlarının, makine yüklemelerinin...v.b.) neden olur. Bu durum ise, malzeme ve üretim kontrolünde karışıklıklara neden olacaktır (Gaither, 1991).

Dinamik dönem ise, henüz üretime verilmemiş olan planlanan miktarları ifade etmektedir. Bu dönem içinde planlarda değişiklik yapmak oldukça kolaydır (Erdem, 1996).

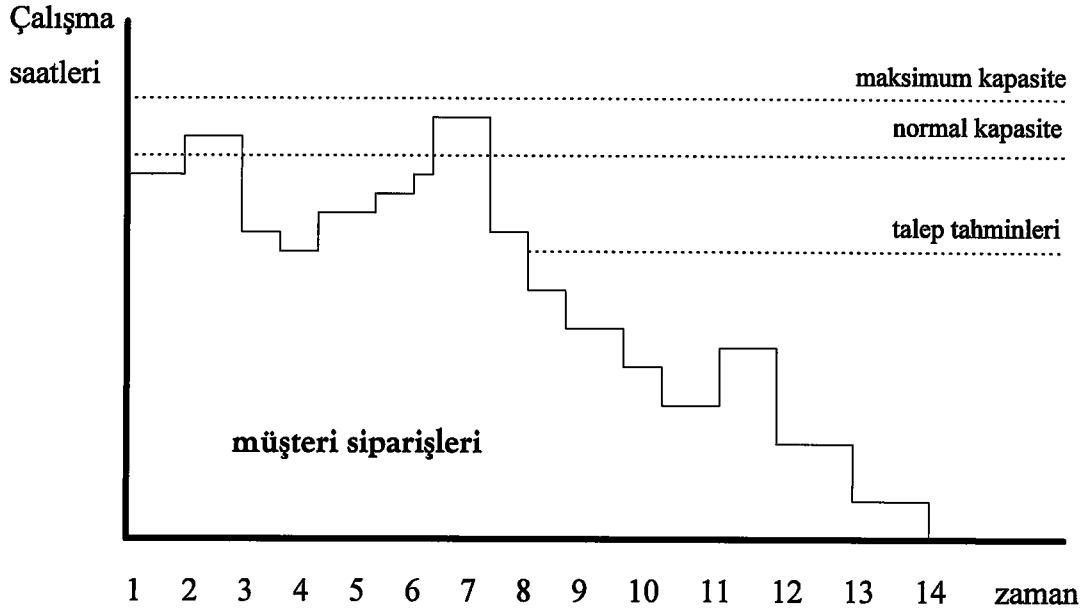
Her planlama diliminden sonra, (bu genellikle bir haftadır) ana üretim planı bir hafta ötelenerek güncelleştirilir. Eğer ihtiyaçlar envanterdeki malzeme ile veya siparişteki malzemeler ile veya kullanılabilir iş ve makina yükü ile karşılanamıyorsa, ana üretim planı yenilenir. Bunun kontrolünü yapan da kapasite ihtiyaç planlamasıdır. Böyle bir durumda MİP sistemi kapasite ihtiyaç planı doğrultusunda yeniden işletilir (Gaither, 1996).

Aslında ana üretim planı sadece bir firmanın ürettiği tüm ürünleri, bunların hangilerinden, ne zaman ve ne kadar üretileceğini gösteren zaman esaslı sayısal bir tablodur (Şekil 4.6). Bir ana üretim planı, hem müşteriden gelmiş olan siparişler için üretilecek olan miktarı, hem de satış tahminlerinden kaynaklanan üretim miktarını içerebilir. Genellikle, yakın planlama dilimleri kesin siparişleri içerir (Şekil 4.7). Ancak firmalar gelecek planlarını yapabilmek için düzenli bir şekilde satış tahmini yapmalıdırlar (Dilworth, 1983).

| Ürünler          | Haftalar |   |    |   |     |     |     |     |     |    |     |
|------------------|----------|---|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
|                  | 1        | 2 | 3  | 4 | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 | 11  |
| 001 üçlü dolap   |          |   |    |   |     | 100 |     |     | 100 |    | 100 |
| 005 dörtlü dolap |          |   | 60 |   |     | 60  | 120 |     | 60  |    |     |
| 007 sıra         |          |   |    |   | 150 |     |     | 150 |     | 90 |     |

Şekil 4.6 Ana üretim planı örneği (Stowel firması) (Dilworth, 1983).





Şekil 4.7 Ana üretim planındaki tahmin ve siparişlerin karışımı (Dilworth, 1983).

#### 4.4.1.2 Malzeme listeleri dosyası

Malzeme listeleri dosyası, ürün yapısı dosyası olarak ta bilinmektedir. Malzeme listeleri, bir adet son ürünü üretmek için gerekli olan parçaları, malzemeleri, montajları ve alt montajları miktarlarıyla birlikte gösteren listelerdir (Gaither, 1991). Genellikle ana üretim planında yer alan son ürün veya ana montajlar için tanımlanan malzeme listeleri, söz konusu ürünün yakın öğelerini ve birim başına kaç adet kullanılacağını belirler (Acar,1997a). Böylece, ana üretim planında yer alan son ürünün belirtilen ihtiyaç miktarında üretilmesi için hangi malzemeden, ne kadar gerektiğini malzeme listelerinden kolaylıkla öğrenmiş oluruz. Ancak, malzeme listeleri sadece gerekli parçaları gösteren listeler değildir. Malzeme listeleri ürünün üretilmesi için izlenen iş akışına cevap verecek şekildedir ve son ürün ile onun farklı öğeleri arasındaki hiyerarşik ilişkiyi göstermektedirler (Anderson vd., 1990).

Bağımlı talep kavramı, sisteme malzeme listelerinde katılmaktadır. Malzeme listeleri son ürün ile onun farklı öğeleri arasındaki hiyerarşik yapıyı kademe kodlaması adı verilen bir yöntemle belirterek, bağımlı talep kavramını sisteme katar.

Kademe kodlaması (Şekil 4.8), son ürün veya son montaj operasyonları çizelgesinde, tüm bileşenlerin geriye doğru dökümünün sistematik çatısını oluşturmak amacıyla geliştirilen bir kodlama sistemidir. Bu amaçla, aşağıda belirtilen yöntem çerçevesinde her malzeme listesine bir kademe kodu verilir.

Kademe (0), son ürünü ifade etmektedir. Diğer hiçbir üründe bileşen olarak kullanılmayan parçadır.

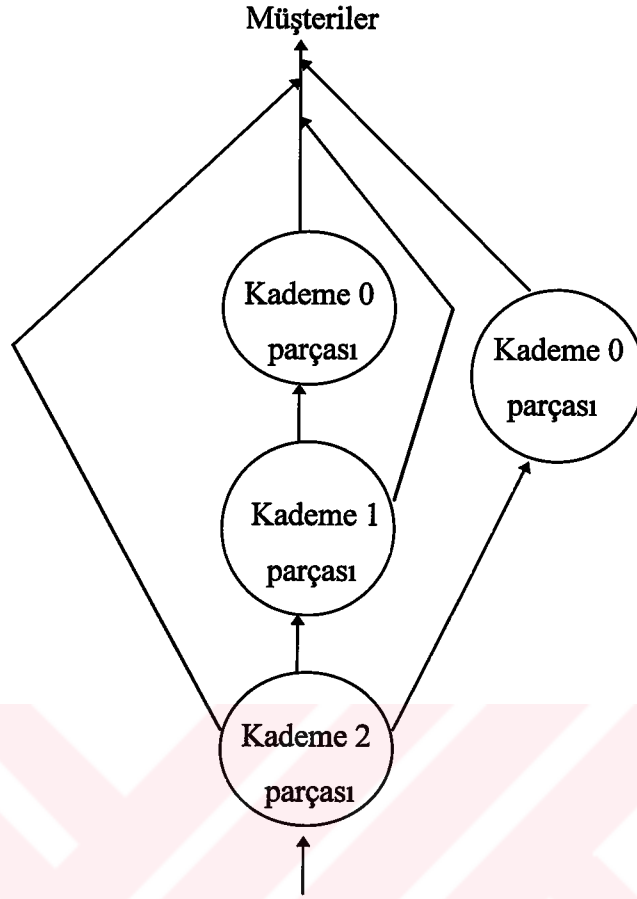
Kademe (1) parçası, kademe 0 biriminin direkt bileşeni olup, aynı zamanda kendi başına da bir son ürün olabilir. Bunu bir örnekle açıklamamız gerektiğinde, otomobil ve tekerleklerini ele alabiliriz. Tekerlekler ayrıca bitmiş bir ürün olarak satılabilirler. Ancak bu tekerlekler otomobilin (kademe 0 birimi) direkt bileşeni olarak kullanılıyorsa, o zaman kademe 1 parçası olarak kodlanır.

Kademe (2) parçası, kademe 1 parçasının direkt bileşenidir. Kademe 2 parçası bir son ürün olabileceği gibi kademe 0 parçasının da direkt bileşeni olabilir.

Kademe (n) parçası ise, kademe (n-1) parçasının bir direkt bileşenidir.

Bu kodlama süreci hammaddeye ulaşılmıncaya kadar sürdürülür. Hammaddeler de ayrıca uygun bir kademe koduyla kodlanırlar (Acar, 1997a).

Ana üretim planına yeni bir ürün katıldığında veya bir ürün yeniden tasarlandığında veya yeni bir iş akışı geliştirildiğinde malzeme listeleri güncelleştirilir (Dilworth, 1983).



Şekil 4.8 Kademe kodlaması (Acar, 1997a).

#### 4.4.1.3 Envanter kayıtları dosyası

Malzeme listeleri dosyasının tersine, envanter kayıtları dosyası (envanter durum dosyası olarak da adlandırılır) çok dinamik bir yapıya sahiptir. MİP sisteminin her işletilmesinde bu dosya güncelleştirilir. MİP sisteminin sağladığı, hangi siparişler ne zaman verilecek, sipariş miktarı ne kadar olacak, hangi siparişler ertelenecek veya hızlandırılacak gibi bir çok önemli bilgi envanter durum dosyasında geliştirilmektedir. Bu dosyayı inceleyerek, MİP sisteminin işletim mantığını incelemiş olacağız.

MİP sistemine, firmanın hangi son üründen kaç tane üretmeyi planladığını ana üretim planı göstermektedir. MİP sistemi daha sonra, her planlama diliminde her son ürün için hangi öğlerin gerektiği ve bunların miktarları hakkındaki bilgileri malzeme listelerinden

almaktadır. Herhangi bir planlama dilimindeki her öge için, MİP sistemi aşağıdaki koşullardan hangisinin var olduğunu ortaya koymalıdır :

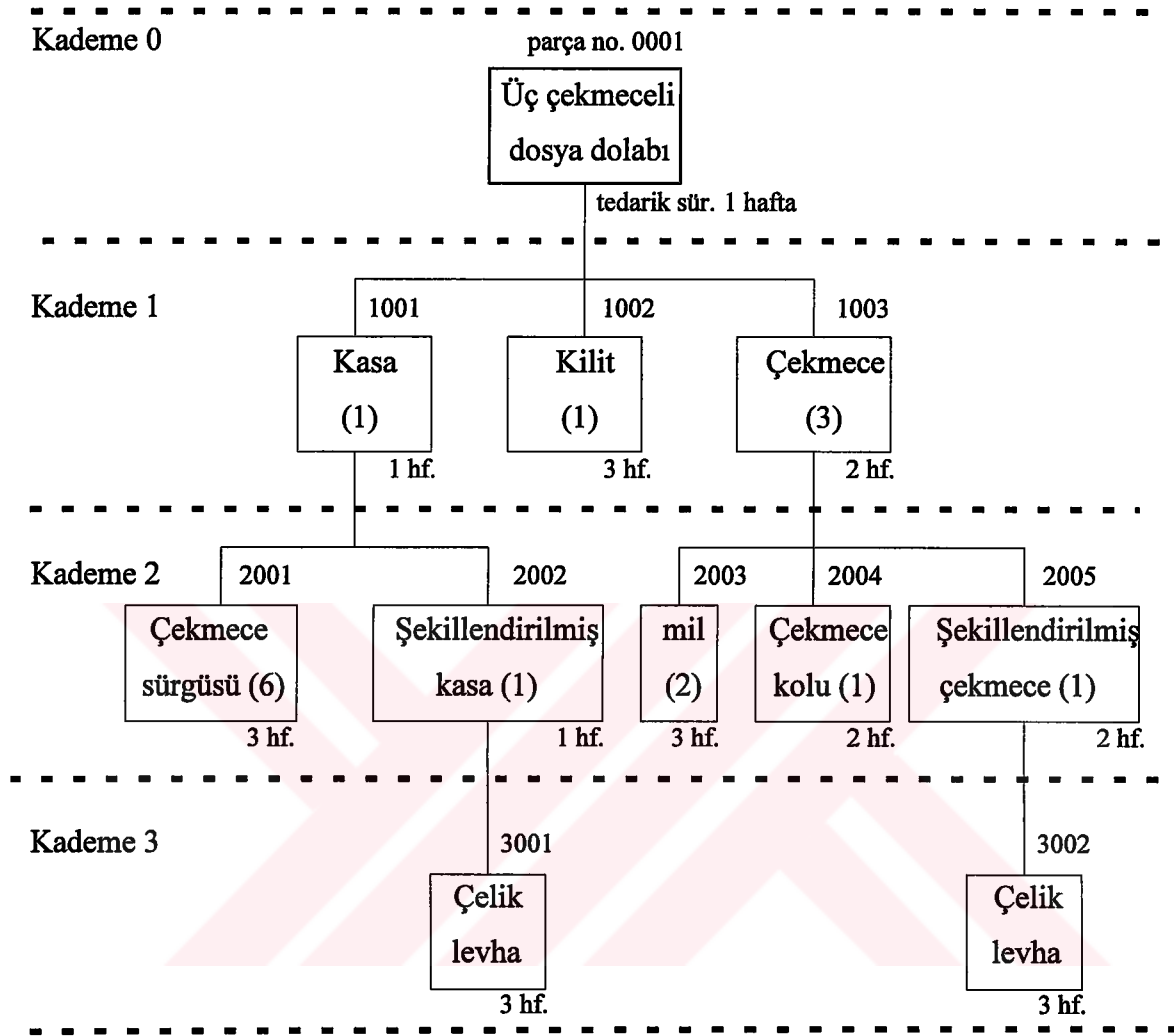
1. Eldeki stok miktarı ve daha önceden verilmiş olan içinde bulunulan planlama diliminde stoğa girecek olan sipariş miktarları toplamı, eğer ihtiyaç miktarını karşılıyorsa, herhangi bir siparişe (üretim veya satın alma siparişi) gerek yoktur;
2. Eğer yukarıda tanımlanan miktar ihtiyacı karşılamıyorsa, içinde bulunulan planlama diliminden tedarik süresi kadar geri gidilerek net ihtiyaç kadar sipariş (üretim veya satın alma siparişi) verilmelidir (Dilworth, 1983).

Envanter kayıtları dosyası, MİP sistemi tarafından kontrol edilmesi amacıyla her parça için bir kayıt tutar. Bu kayıtlarda aşağıdaki bilgiler yer alabilir (Erdem, 1996) :

1. Parça numarası,
2. Alt seviye kodu,
3. Çizim numarası,
4. Standart maliyet,
5. Tanımlama,
6. Eldeki envanter,
7. Parça tipi,
8. Minimum sipariş miktarı,
9. Temin süresi,
10. Maksimum sipariş miktarı,
11. Birim maliyet,
12. Depolama alanları,
13. Tedarikçi kodu,
14. Parça ağırlığı,
15. Emniyet stoğu.

Bu bilgiler, sistemde net ihtiyaçları belirlemek için kullanılmaktadır. MİP sistemi her çalıştırıldığında bu bilgiler güncelleştirilir. Ancak, aslında MİP sisteminin, envanter kayıtlarındaki bu bilgilerden sadece parça ile ilgili temel bilgilere ve parçanın envanter durumuyla ilgili bilgilere ihtiyacı vardır. Bu durumu ve MİP sisteminin çalışma mantığını daha iyi anlatabilmek için bir örnek olayı ele alalım. Stowel firması üç çekmeceli dosya

dolabı üreten bir firmadır. Bu ürüne ait malzeme listesi (Şekil 4.9) ve bir çekmeceye ait envanter kayıtları (Şekil 4.10) incelenirse MİP sisteminin çalışma mantığı anlaşılabilir.



Şekil 4.9 Malzeme listesi örneği (Stowel firmasının üç çekmeceli dosya dolabı için)  
(Dilworth, 1983).

Malzeme listeleri sayısal veriler olarak saklandığından bunların, bilgisayar tarafından işlenmesi çok kolay olmaktadır. Genellikle malzeme listeleri tek kademe olarak (her kademe ayrı ayrı) saklanırlar. Bilgisayar parça numaralarını takip ederek, kademeleri bir araya getirir ve böylece her bir son ürün veya bileşen için tüm kademelerden oluşan malzeme listeleri oluşturulur.

Şekil 4.10'da, MİP sisteminin hangi siparişten ne kadar ve ne zaman verileceğini hesaplayabilmesi için gereken veri tipi gösterilmiştir.

| Parça no : 1003<br>tedarik sür. 2 hf.<br>Çekmece | Haftalar |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|--------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                                                  | 1        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   | 11   |
| Brüt ihtiyaç                                     |          |     |     |     |     | 300 |     |     | 300  |      | 300  |
| Prog.sip.alınması                                |          | 400 |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| Eldeki stok (20)                                 | 20       | 420 | 420 | 420 | 420 | 120 | 120 | 120 | -180 | -180 | -480 |
| Net ihtiyaç                                      |          |     |     |     |     |     |     |     | 180  |      | 300  |
| Plan.sip.verilmesi                               |          |     |     |     |     |     | 180 |     | 300  |      |      |

Şekil 4.10 Envanter kayıtları örneği (Stowel firmasına ait olan parça 1003 kodlu çekmece için) (Dilworth, 1983).

Brüt ihtiyaçlar satırında, o parça için planlanan kullanım gösterilmektedir. Örneğimizde Stowel firmasının 6. haftada 100 adet üç çekmeceli dosya dolabı (Şekil 4.6 Stowel firmasının ana üretim planı) üretilebilmesi için 300 adet çekmeceye ihtiyacı vardır. Ayrıca buna ek olarak 9. ve 11. haftalarda da 300 adet çekmeceye ihtiyacı olacaktır. Herhangi bir karışıklığı önlemek amacıyla stoğa giriş ve çıkışların hafta ortasında olduğu varsayılmıştır.

Programlanmış siparişin alınması satırı, daha önceden verilmiş, içinde bulunulan planlama dilimi içinde stoğa girecek olan kullanılabilir siparişleri göstermektedir. Şekil 4.10'da görüldüğü gibi, 2. haftada 400 adetlik çekmece siparişinin tamamlanması programlanmıştır.

Eldeki stok satırı, her planlama diliminin sonundaki kullanılabilir stok miktarını göstermektedir. Bu satırın başındaki 20 sayısı, 0. haftadan 1. haftaya devreden stok miktarını ifade eder. Bu satırdaki sayıların, o planlama diliminin sonundaki stok miktarını gösterdiğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Eldeki stok miktarı, bir önceki eldeki stok miktarına, programlanmış siparişin miktarı eklenip, bu değerden brüt ihtiyaçların

çıkarılmasıyla hesaplanır. Eldeki stok değeri pozitif olduğu sürece, firma ihtiyaçlarını karşılayabilecektir.

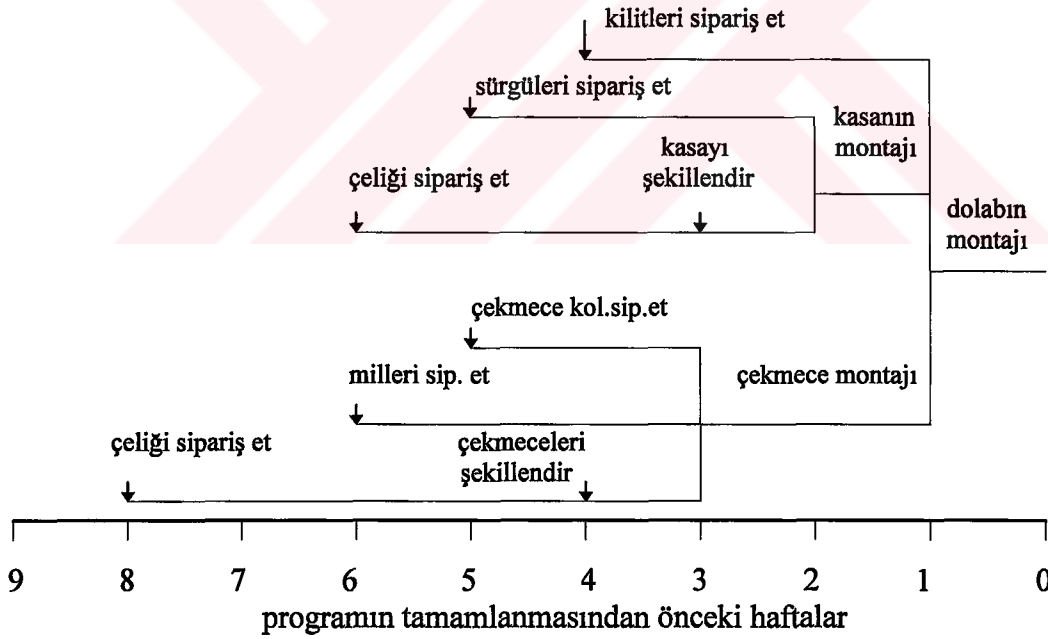
Eğer herhangi bir planlama diliminde, karşılanamayan ihtiyaç miktarı var ise, bu durumda açık olan miktar (karşılanamayan miktar) net ihtiyaç olarak tanımlanır. Genellikle eldeki stok satırında, soldan sağa ilerledikçe eldeki stok ve programlanmış siparişler, brüt ihtiyaçları karşılamak üzere kullanılırlar ve net ihtiyaçlar ortaya çıkmaya başlar. Herhangi bir planlama dilimindeki net ihtiyaç, brüt ihtiyaçtan bir önceki dilime ait programlanmış siparişler ile eldeki stok miktarının (pozitif ise) çıkarılması ile hesaplanır. Eğer eldeki stok miktarı negatif ise, hesaplama dışında bırakılır. Eğer sonuç pozitif ise, bulunan miktar net ihtiyaçtır. Eğer sonuç negatif ise net ihtiyaç değeri sıfırdır, yani net ihtiyaca gerek yoktur (karşılanamayan ihtiyaç yoktur). Şekil 4.10'da 9. haftada 180 birimlik bir net ihtiyaç ortaya çıkmıştır.

Planlanan siparişin verilmesi satırında ise, herhangi bir net ihtiyacı karşılamak için siparişlerin ne zaman verileceği gösterilmektedir. En yakın sipariş, ilk net ihtiyaçtan tedarik süresi kadar geri gidilerek verilir. Bu yöntem, tedarik süresi ile dengeleme denir. Siparişler net ihtiyaçları karşılayabilecek büyüklükte olmalıdır. Sipariş miktarlarını belirleme yöntemleri daha önce incelenmişti.

MİP sistemi, tüm ürünleri göz önüne alarak, en düşük kademeye gelinceye kadar kademe kademe inerek çalışır. MİP bilgisayar programı, herhangi bir planlama diliminde herhangi bir parça için net ihtiyacı veya eldeki stok miktarını hesaplamadan önce program, bu parça için olan tüm brüt ihtiyaçları toplamak zorundadır. Bazı durumlarda bir parça aynı ögenin farklı kademelerinde veya başka bir ögenin içinde ortak kullanılabilir. Bu durumlarda bazen envanter kayıt dosyalarında her parçanın kullanıldığı en alt kademeyi gösteren alt-kademe seviyesi kodu verilen bir kod bulunmaktadır. MİP bilgisayar programı herhangi bir planlama dilimindeki tüm brüt ihtiyaçları topladıktan sonra, bu planlama dilimi için net ihtiyacı hesaplayabilir.

MİP bilgisayar programı bir seviyeden diğerine indiğinde, son ürün ile onun bir alt kademesindeki ögesi ile bir bağlantı kurulmuştur. Herhangi bir son ürün için planlanan

siparişin verilmesi tarihi, bir alt kademedeki öğelerine ihtiyaç duyulduğu an, yani öğelerin brüt ihtiyaçlarının ortaya çıktığı andır. Brüt ihtiyaçların miktarları da o son ürüne ait malzeme listelerinden belirlenmektedir. Kaç tane son ürünün ne zaman üretileceği ise ana üretim planında gösterilmiştir. Böylece MİP sistemi ana üretim planı, envanter kayıtları dosyası ve malzeme listeleri dosyası arasında bağlantı kurarak, her son ürün ve her parça için en alt kademeye kadar inerek, her son üründen ne zaman ne kadar üretileceğini (ana üretim planı), bu ürünü üretmek için hangi öğelere, parçalara ve alt montajlara ne kadar gerek olduğunu (malzeme listeleri), üretimin aksamaması ve stokta bulunmama durumunun olmaması için hangi parçalardan ne kadar (net ihtiyaç) ne zaman (planlanan siparişin verilmesi) sipariş verileceğini belirtir (Şekil 4.12). MİP sistemi bu mantıkla her parça için ayrı ayrı planlar ve programlar oluşturur ki, bu bilgiler bir firma için hayati önem taşımaktadır. MİP sistemi tarafından oluşturulan bu programlar (Şekil 4.11), bir zaman çizelgesi üzerine oturtulmuş ve her kademe için tedarik süreleri hesaplanmış programlar olarak düşünülebilir (Dilworth, 1983).



Şekil 4.11 Sipariş tarihlerinin ve montajların zaman çizelgesi (Stowel firması üç çekmeceli dosya dolabı için) (Dilworth, 1983).



Dört çekmeceli dosya dolabı için ana üretim planı

Üç çekmeceli dosya dolabı için ana üretim planı

| hafta  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9 |
|--------|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
| miktar |   |   |   |   |   | 60 |   |   |   |

$$60 \times 4 = 240$$

| hafta  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6   | 7 | 8 | 9 |
|--------|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|
| miktar |   |   |   |   |   | 100 |   |   |   |

$$100 \times 3 = 300$$

6. Hafta için brüt ihtiyaç  $240 + 300 =$ 

| Parça no : 1003<br>tedarik sür. 2 hf.<br>Çekmece | Haftalar |     |     |     |     |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                                                  | 1        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Brüt ihtiyaç                                     |          |     |     |     |     | 540  |      |      |      |
| Prog.sip.alınması                                |          | 400 |     |     |     |      |      |      |      |
| Eldeki stok (20)                                 | 20       | 420 | 420 | 420 | 420 |      | -120 | -120 | -120 |
| Net ihtiyaç                                      |          |     |     |     |     | -120 |      |      |      |
| Plan.sip.verilmesi                               |          |     |     |     |     | 120  |      |      |      |

tedarik süresi dengeleniyor

malzeme listeleri her çekmece için  
bir adet çekmece kolu gerektiğini gösteriyorlar.

| Parça no : 2<br>tedarik sür. 2 hf.<br>Çekmece kolu | Haftalar |    |    |     |     |     |   |   |   |
|----------------------------------------------------|----------|----|----|-----|-----|-----|---|---|---|
|                                                    | 1        | 2  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7 | 8 | 9 |
| Brüt ihtiyaç                                       |          |    |    | 120 |     |     |   |   |   |
| Prog.sip.alınması                                  |          |    |    |     |     |     |   |   |   |
| Eldeki stok (50)                                   | 50       | 50 | 50 | 70  | -70 | -70 |   |   |   |
| Net ihtiyaç                                        |          |    |    | 70  |     |     |   |   |   |
| Plan.sip.verilmesi                                 |          | 70 |    |     |     |     |   |   |   |

Eğer ana üretim planı değişmez ise, 70 tane çekmece kolu (veya min. sipariş miktarı)  
bir hafta sonra sipariş edilecek.Şekil 4.12 Envanter kayıtları, ana üretim planı ve malzeme listeleri arasındaki  
bağlantı (Dilworth, 1983).

#### 4.4.2. Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin çıktıları

MİP sisteminin temel çıktıları, ana üretim programını desteklemek üzere her planlama dilimi için dinamik ve geleceğe dönük malzeme ihtiyaç ve sipariş programlarını üretirler. MİP sisteminin çıktılarını birincil ve ikincil çıktılar olmak üzere gruplandırmak mümkündür.

Birincil çıktılar şunlardır :

1. Planlanmış sipariş programı : Her planlama dilimi için siparişi verilecek olan gerekli malzemelerin programlarını oluşturur. Bu program, satın alma departmanı tarafından üreticilere ya da yan sanayiye malzeme veya parça siparişi vermek için kullanılmaktadır. Tedarikçiler ve firma için gelecekteki üretim programlarının oluşturulmasında bir rehber olmaktadır,
2. Planlanmış siparişlerde değişiklikler : Bu çıktı önceden planlanmış olan siparişlerin değişmesi konusunu kapsamaktadır. MİP sisteminin güncelleştirilmesiyle, sipariş miktarları değişebilir, siparişler iptal edilebilir, sipariş tarihleri öne alınabilir veya ertelenebilir.

İkincil çıktılar ise ;

1. İstisna raporları : Her planlama dilimi için doğru miktarda sipariş verilmesi amacıyla yönetimin özel dikkatini çeken ürün çeşitleri bu rapor içinde yer almaktadır. İstisna raporlarına tipik örnekler ise raporlama hataları, gecikmiş siparişler, yönetimde çatlak raporlarıdır,
2. Performans raporları : Sistemin ne derece iyi çalıştığını gösteren raporlardır. Bu raporlarda, stok devir hızı, söz verilen teslimatların yerine getirilme oranı ve stokta bulunmama durumu ve süresi incelenmektedir,
3. Planlama raporları : Gelecekteki envanter planlama faaliyetlerinde kullanılacak olan raporlardır. Talep tahminleri, satın alma vadeleri, tedarikçi firmaların indirim koşulları bu tip raporların içinde yer almaktadır (Gaither, 1991).

#### 4.4.3 Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin çalışma mantığı

Aslında, MİP sisteminin girdi ve çıktıları incelenirken girdilerden çıktılarına nasıl ulaşıldığı, yani MİP sisteminin çalışma mantığı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ancak, özetlemek gerekirse, MİP sisteminin çalışma mantığını şu şekilde özetleyebiliriz :

1. İlk olarak, ana üretim planı ile her planlama diliminde üretilecek olan son ürün sayısı belirlenir,
2. Buna ek olarak, ana üretim planında yer almayan müşterilerin sipariş ettikleri servis parçaları da son ürün olarak kaydedilir,
3. Ana üretim planındaki ürünler ve servis parçaları, her üretim dilimi için malzeme listeleri aracılığıyla brüt ihtiyaçlara dönüştürülür,
4. Bundan sonra, envanter kayıtları dosyasındaki bilgilerin yardımıyla, brüt ihtiyaçlar eldeki stok miktarı ve daha önceden verilmiş siparişler dikkate alınarak net ihtiyaçlara çevrilir. Her planlama dilimi için net ihtiyaç şu şekilde belirlenir (Denklem 4.3) :

$$\text{Net ihtiyaç} = \text{Brüt ihtiyaç} - \text{Eldeki stok miktarı} - \text{Programlanmış siparişler} + \text{Emniyet stoğu} + \text{Tahsis edilmiş stok miktarı} \quad (\text{Denklem 4.3})$$

Ancak eldeki stok miktarı negatif ise hesaplamaya katılmaz. Eğer net ihtiyaç pozitif ise o parça için sipariş verilir,

5. Son olarak, her kademe için tedarik süreleri göz önüne alınarak sipariş verilme tarihleri belirlenir.

Bu süreç, birincil ve ikincil çıktı raporlarının ve envanter kayıtları dosyasının güncelleştirilmesinde kullanılan envanter işlemleri verilerini ortaya çıkarmaktadır. Böylece MİP sistemi, her çalıştırıldığında güncelleştirilmiş olacaktır (Gaither, 1991).

#### 4.4.4 Malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin tipleri

MİP sistemi, ilk bakışta her planlama dilimi için bir kere değerlendirme yapan bir süreç olarak düşünülebilir. Ancak bazı girdi değerleri dönem içinde birkaç kez değişebilir. Söz konusu olabilecek değişimler aşağıda özetlenmiştir :

1. Ana üretim planında meydana gelebilecek değişimler,
2. Maliyet, temin süreleri gibi öğelerde meydana gelebilecek değişimler,
3. Malzeme listelerinde meydana gelen değişimler,
4. Tamamlama zamanının veya miktarının, planlanandan farklı olması,
5. Envanter kayıtlarındaki farklılıklar.

MİP sistemi, bu değişimler karşısında gerekli uyarlamaları yapabilecek esnekliğe sahip olmalıdır. MİP sistemi, değişimlerin uyarlanması konusunda iki gruba ayrılır :

1. Çizelge yenileme (yenileyici MİP),
2. Net değişme (net değişimli MİP).

Yenileme yaklaşımında, MİP süreci, tüm dönemler (planlama dilimi) itibariyle (genellikle dönemler bir haftalık zaman süresine eşittir) bilgisayarda baştan sona çalıştırılır. Sistemde ortaya çıkan tüm değişimler bu aşamada kayıtlara işlenir. Bu yöntemin özelliği, belirli zaman aralıklarında tekrarlanmasıdır. Başka bir deyişle, bir değişiklik olduğunda bu değişme sisteme hemen işlenmez, bir sonraki yenileme dönemi beklenir.

Net değişme yaklaşımında ise, değişimleri sisteme işlemek için bir sonraki dönemi beklemeye gerek yoktur. Yeniden planlama süreci sürekli olarak devam eder. Bu sistemde, yeniden planlanma sürecini envanter işlemleri başlatır. Ancak yapılan düzeltmeler yenileme yöntemine oranla daha kısıtlıdır.

Herhangi bir MİP sistemi ya net değişme ya da yenileme yaklaşımını kullanır. Bunun dışında bu iki sistemin bileşkesi olan başka bir yaklaşım söz konusu olamaz. Ancak, yenileme yaklaşımını kullanan bir MİP sistemi, net değişme yaklaşımının bazı özelliklerini almış olabilir. Bu durum MİP sistemlerinin sınıflandırılmasında bazı sorunlar ortaya çıkarabilmektedir (Acar, 1997a).

#### 4.4.4.1 Yenileme sistemleri

Yenileme yaklaşımının ana özellikleri aşağıda özetlenmiştir :

1. Ana üretim planında belirtilen son ürün ihtiyaçları, tüm kademelerde işlenip birim parça ve hammadde ihtiyaçlarına çevrilmelidir,
2. Tüm malzeme listeleri gözden geçirilmelidir,
3. Tüm envanter birimlerinin durumları yeniden hesaplanmalıdır.

Bu yaklaşımda, tüm envanter birimleri için brüt ve net ihtiyaçlar yeniden hesaplanır ve planlanan siparişler çizelgesi yeniden hazırlanır. Bu işlem, belirlenmiş aralıklarla tekrarlanır. Bu süre genellikle bir veya iki haftadır. Böylece bir veya iki haftalık aralıklarla sistem baştan sona çalıştırılıp, kademe kademe yeniden düzenlenir.

Yenileme sisteminin işletme sürecinde iki önemli aşama söz konusudur :

1. İhtiyaç planlaması,
2. Kayıtların güncelleştirilmesi.

İkinci aşama, envanter işlemlerinin sisteme rapor edilmesi ve eldeki kayıtların güncel hale getirilmesinden ibarettir. Bu ise, eldeki verilerin daima güncel halde saklanıp bir sonraki ihtiyaç planlama aşamasında kullanılmasını sağlar. Burada önemli olan nokta, kayıt güncellemesinde sadece direkt olarak etkilenen envanter birimi kayıtlarının düzeltilmesidir. Bilindiği gibi, herhangi bir kademedeki birimin envanter durumunun değişmesi, alt kademelerdeki diğer birimleri de etkileyebilir. Ancak bu yaklaşımda, kayıt güncelleme aşamasında, bu durum göz önüne alınmaz. Kayıtların kademeler itibarıyla incelenmesi, periyodik olarak yapılan ihtiyaç planlama aşamasına bırakılır. Bu durum ise zaman içinde ihtiyaç verilerinin bozulmasına yol açabilir. Özetle, bu yaklaşımda göz önünde bulundurulması gereken iki nokta vardır ve sistemin kullanım aşamasında bu noktaların göz ardı edilmemesi gereklidir :

1. Herhangi bir envanter işlemi, belirli bir kademedeki birimin envanter durumunu değiştirirken, bunun alt kademelerindeki diğer birimlerin de durumunu etkileyebilir,
2. Eğer böyle bir etkilenemenin gerektirdiği düzeltmeler yapılmazsa, sistem içindeki ihtiyaç verilerinin geçerliliği zaman içinde bozulabilir.

MİP sistemlerinde, yeniden planlama sıklığı kritik bir değişkendir. Bu, aynı zamanda sistemin tasarımı aşamasında da kritik bir parametre olarak ortaya çıkar. Yenileme yaklaşımı, bir haftadan daha sık aralıklarla yeniden planlama yapılmasını imkansız kılar. İhtiyaçların yeniden planlama aralıklarının tespitinde, yeniden planlama işinin kapsamı, süresi, çıktı hacmi ve bilgi işlem ekonomisi gibi parametrelerin tam olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Acar, 1997a).

#### 4.4.4.2 Net değişme sistemleri

Net değişme sistemlerinde, sık aralıklarla tekrarlanan, kısmi düzeltmeler söz konusudur. Kısmi değişmeler terimi aşağıda tanımlanmıştır :

1. Herhangi bir zamanda ana üretim planının sadece bir kısmı gözden geçirilir ve gerekli düzeltmeler yapılır,
2. Bir envanter işleminden kaynaklanan değişmeler, söz konusu parçanın sadece alt kademelerindeki birim üzerinde gerçekleştirilir.

Net değişme yaklaşımı, diğer bir deyişle, kayıtlarda sadece bir evvelki durumdan farklı olan gelişmelerin işlenmesi, aynı zamanda birimlerin envanter durumlarının güncelleştirilmesi konusunu da içerir. Yenileme yaklaşımında, sadece eldeki stok ve programlanmış siparişler dosyaları için söz konusu olan kayıt güncelleme işlemi, net değişme yaklaşımında ise tüm envanter durumu verilerini içerir (Acar,1997a). Yenileme ve net değişme yaklaşımları arasındaki temel farklılıkları (Çizelge 4.12) şu şekilde özetleyebiliriz:

Çizelge 4.12 Yenileme yaklaşımı ile net değişme yaklaşımının karşılaştırılması  
(Anderson vd., 1990).

| <i>Sistemin Özelliği</i>        | <i>Yenileme Yaklaşımı</i>        | <i>Net Değişme Yaklaşımı</i>               |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| Planlama sıklığı                | sınırlı (genellikle bir hafta)   | daha yüksek ve sürekli                     |
| Planlama sınırı                 | tüm ana üretim planı             | durumu değişen parçalar                    |
| İhtiyaç verilerinin geçerliliği | bozulabilir                      | bozulmaz                                   |
| Değişimlere cevap verme süresi  | sınırlı                          | çabuk                                      |
| Güncelleştirilen dosyalar       | sadece envanter verileri         | envanter ve ihtiyaç verileri               |
| İşlem safhası sayısı            | iki (planlama ve güncelleştirme) | bir (planlama ve güncelleştirme bir arada) |

## BÖLÜM 5. MİP SİSTEMİNİN KULLANILMASI ve UYGULANMASI

### 5.1 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Kullanılması

İlk MİP sistemleri, eski envanter kontrol sistemlerinin yerine kullanılmışlardır. Ancak MİP sistemleri geliştikçe, bu sistemin sadece bir envanter kontrol sistemi olmadığı ortaya çıkmıştır. Bugün ilave bazı programlarla, MİP sistemi, bir çok fonksiyonel alanda faydalı çıktılar üreten, böylece geleneksel envanter kontrolünün sınırları dışına çıkan bir planlama sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

İyi tasarlanmış ve kurulmuş bir MİP sistemi üç ayrı düzeyde faaliyet gösterir :

1. Envanterleri planlar ve kontrol eder,
2. Açılan sipariş önceliklerini planlar,
3. Kapasite ihtiyaç planlaması sisteminin girdilerini sağlar.

Bunlar, MİP sisteminin ana fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra isteğe bağlı olarak sistem, başka alanlarda da istenilen çıktıları üretebilir (Acar, 1997a).

#### 5.1.1 Envanter planlama ve kontrol sistemleri

MİP sistemleri aşağıda belirtilen ana soruların cevaplandırılmasında kullanılmaktadır :

1. Ne sipariş edilecek?
2. Ne kadar sipariş edilecek?
3. Ne zaman sipariş edilecek?
4. Teslimat ne zaman olacak?

MİP sistemlerinin envanter planlama ve kontrol fonksiyonları, detaylı bir biçimde incelenmiştir (Bölüm 4). MİP sistemi aynı zamanda, envanter yönetimi ile ilgili bazı ilave bilgiler de üretebilir. Bunlar arasında, gelecek dönemlerdeki envanter yatırımları için tahminler ve stoktaki eskimiş veya kullanılmayan birimlerin dökümü önemli yer tutarlar.

Sistem uygulamasının tam ve doğru bir şekilde yapıldığı ve dosya verilerinin bütünlüğü korunduğu takdirde MİP sistemi, verilen ana üretim planı çerçevesinde daima doğru ve

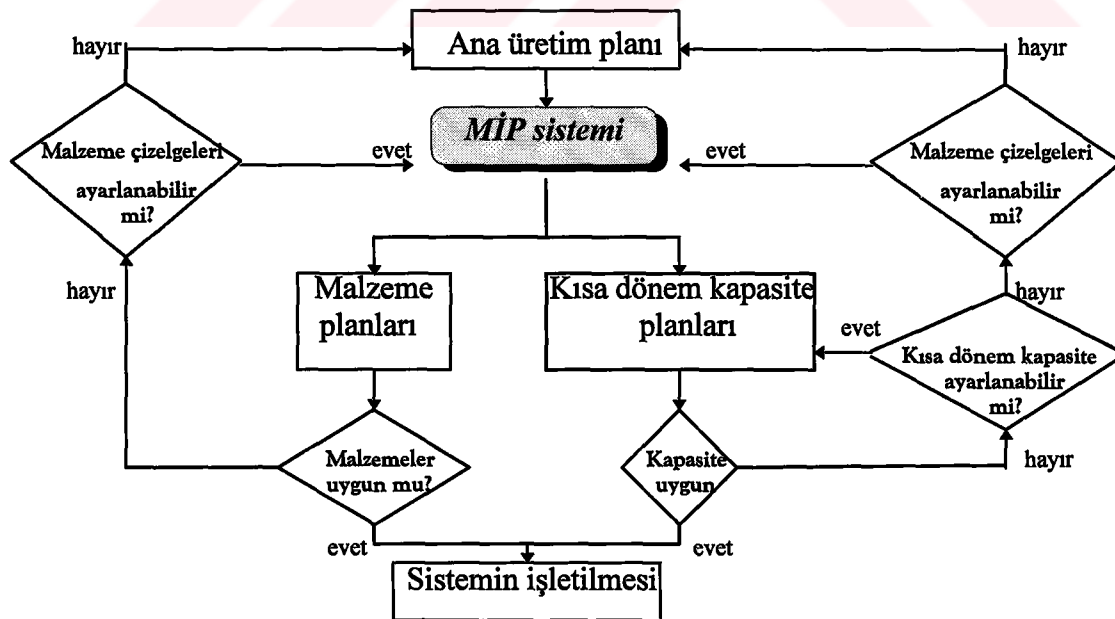


tutarlı çıktılar üretecektir. Sistemin envanter kontrol çıktılarının güncelliği, sistem kullanıcısının belirlediği yeniden planlama sürecinin sıklığına bağlıdır (Acar, 1997a).

### 5.1.2 Öncelik planlama sistemi

İşletme düzeyinde öncelik planlaması ve iş önceliklerinin denetimi, açılan siparişlerin teslim tarihlerine göre yapılır. Siparişlerin teslim tarihleri, söz konusu siparişlerin nispi önceliklerini belirler. Bir atölye siparişi, siparişin tamamlanması için gereken bir seri operasyonların tamamlanmasını gerektirir. Bu nedenle, sipariş önceliği ile operasyon önceliği arasındaki fark kesinlikle belirlenmelidir.

Atölye çizelgeleme, yükleme, atama gibi yöntemlerin uygulanmasında, operasyon öncelikleri kullanılır. Bu özelliklerin doğru olmaları, sipariş öncelikleri ile uyumlu olmalarına bağlıdır. Her MİP sistemi, sipariş önceliklerini belirleyici ve bu öncelikleri güncel bir şekilde koruyucu bir mekanizmaya sahiptir (Şekil 5.1) (Acar, 1997a). Öncelik planlama, MİP sisteminde malzeme planlarının gerçek uygulamaları ile malzeme planları arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Bir öncelik planlama sistemi ancak, MİP sisteminden aldığı bilgileri kullanarak öncelikleri saptayabilirse ve bir atölye kontrol sistemi vasıtasıyla atölye ile bağlantıyı sağlayabilirse etkin bir sistem olabilir (Krajewski ve Ritzman, 1994).



Şekil 5.1 MİP sisteminde öncelik planlama (Krajewski ve Ritzman, 1994).



### 5.1.2.1 Önceliklerin geçerliliği ve bütünlüğü

Kavramsal olarak MİP sistemi, teslim tarihi ile, istenilen tarihi karşılaştırmayı amaçlar. Teslim tarihi siparişle ilgili tarih olarak tanımlanır. Başka bir deyişle siparişi veren kişinin siparişin tamamlanmasını istediği tarih, teslim tarihidir.

İstenilen tarih ise, siparişin kullanımı için gerektiği tarihtir. Genelde bu iki tarih aynı olmayabilir. MİP sistemi, siparişin verilmesi aşamasında bu iki tarihin karşılaşmasını sağlar ve daha sonraki gelişmeleri denetleyerek söz konusu olabilecek sapmaları düzeltmek amacıyla envanter planlayıcılarını uyarır, istenilen tarihin sapma yönüne göre siparişi hızlandırır veya yavaşlatır (Acar, 1997a). Eğer teslim tarihi ile istenilen tarih karşılaşıyorsa, o siparişin önceliği geçerlidir. Aslında sipariş alındığı anda, teslim tarihi ile istenilen tarih aynıdır. Zaman geçtikçe, teslim tarihi ve/veya istenilen tarih, bir çok sebepten dolayı değişebilir. Örneğin, iptal edilen siparişler, ana üretim planına yeni katılan siparişler, sevkiyatlardaki gecikmeler ya da bir malzemenin, malzeme listelerinde yapılan değişiklikler. Bu durumu dengeleyen sistem öncelik planlama sistemidir (Krajewski ve Ritzman, 1994).

Öncelik geçerliliğinin korunması, başka bir deyişle, teslim tarihi ile istenilen tarihin karşılaşması, mekanik bir olgudur ve öncelik bütünlüğü olarak tanımlanan durumdan tamamen farklıdır.

Bilindiği gibi, MİP sisteminin sonuçları ana üretim planının verileri ölçüsünde doğrudur. Bu nedenle eğer plan üretim gerçeklerini yansıtmıyorsa, sistem tarafından bu plandan üretilcek sipariş öncelikleri, mekanik olarak geçerli, ancak gerçekçi olmayacaktır. Öncelik planlama sisteminin başarısı ise, önceliklerin hem geçerliliği hem de bütünlüğü ile yakından ilgilidir (Acar, 1997a).

### 5.1.2.2 Bağımlı öncelik

Önceliklerin bütünlüğü ana üretim planından çıkarılır ve bu bütünlüğün oluşturulması iki yoldan sağlanır. Ana üretim planı, belirtilen zamanda gerçekten istenmeyen ya da parça

ve/veya malzeme eksikliğinden dolayı tamamlanamayacak son ürün ihtiyaçlarını içerebilir. Bağımlı öncelik söz konusu olduğunda bunun etkileri belirgin şekilde ortaya çıkar. Bu kavram, reel öncelik (gerçekte ne, ne zaman istenmektedir) ve formal öncelik (sistem siparişe hangi önceliği atamıştır) tanımlarını ortaya çıkarır. Bağımlı öncelik kavramı, bir siparişin reel önceliğinin, siparişin tamamlanması aşamasında diğer envanter birimlerinin bulunabilirliği veya bulunamazlığına bağlı olduğunu kabul eder. Bunu bir örnekle açıklayalım :

Envanterden sevk edilen A ürünü stoğunun X haftasında biteceği tahmin edilmektedir.

B parçası için açılan siparişin teslim tarihi X-1 haftası olsun. Böylece B parçası A parçasının montajında kullanılarak, X haftasında A parçasının stoğu yeniden doldurulmuş olacaktır.

Ancak satışlar tahmin edilen hızda olmazsa ve B parçası siparişinin teslim tarihine yaklaşıldığında A ürününden yeterli stok varsa, bu durumda, siparişin reel önceliği (B parçası için) teslim tarihinden daha düşük olacaktır.

Bu durum dikey öncelik bağımlılığı olarak tanımlanır. Dikey öncelik bağımlılığında reel öncelik, ürün yapısının daha üst kademelerindeki parça (veya parçaların) yeterliliğine bağlıdır. Bu kavram ilk olarak, 1964 yılında, kritik oran (Denklem 5.1) olarak tanımlanan, dinamik operasyon öncelikleri güncelleme yöntemi tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bu yöntem açılan her sipariş için bir sonraki operasyonun kritik oranını tespit ederek nispi öncelikleri belirler.

$$\begin{aligned}
 \text{A Oranı} &= \text{Eldeki miktar} / \text{Sipariş noktası (miktar olarak)} && \text{ve} \\
 \text{B Oranı} &= \text{İşin tamamlanması için kalan süre} / \text{Toplam temin süresi} && \text{olmak üzere ;} \\
 \text{Kritik Oran} &= \text{Oran A} / \text{Oran B} && \text{(Denklem 5.1)}
 \end{aligned}$$

A Oranı, sipariş noktası miktarı ile eldeki miktar arasındaki farkı gösterir ve bir ihtiyaç ölçüsüdür. B Oranı ise, tamamlanmamış operasyonlar için ayrılmış süre ile planlanan

toplam temin süresi arasındaki farkı gösterir. A Oranı, stok boşalmasının yüzde olarak ölçüsü; B oranı ise, işin tamamlanma yüzdesinin bir ölçüsüdür.

Kritik oranın 1 olması, söz konusu siparişin tamamlanma hızının, stok boşalması hızıyla aynı olduğunu diğer bir deyişle, siparişin çizelgeye uygun olduğunu, herhangi bir gecikme veya ileri gitmenin söz konusu olmadığını gösterir.

Kritik oranın 1'den düşük olması, siparişin geç kaldığını başka bir deyişle, çizelgeye göre geride kaldığını gösterir. 1'den büyük bir oran da siparişin çizelgeye göre ileri gittiğini belirler. Kritik oranın değeri düştükçe, söz konusu siparişin önceliği artacaktır.

Kritik oran yaklaşımı, kesikli ve düzgün olmayan talep koşulları karşısında anlamsız sonuçlar verecektir. Bu nedenle, kritik oran yaklaşımının, sadece sipariş noktası ortamında geçerli sonuçlar vereceğini söyleyebiliriz.

Bağımlı talep koşullarında ve stok boşalmasının düzgün bir hızla değil de, kesikli birimler halinde olduğu üretim ortamında, teslim tarihlerine dayalı öncelik sistemleri, MİP sistemleri içinde başarıyla uygulanabilir (Acar, 1997a).

Yatay öncelik bağımlılığı ise, başka bir parçanın sipariş önceliğine dayanan sipariş önceliğidir. Örneğin, B parçası herhangi bir sebepten dolayı gecikecekse, A ürünün istenilen tarihi, B parçasının gecikme süresi de göz önünde tutularak yeniden düzenlenmelidir. Böylece çok kıymetli olan makine zamanı bekleme ile harcanmamış olacak, A ürünü sadece stokta B parçanın gelmesini beklemiş olacaktır. MİP sisteminde öncelik planlaması (Şekil 5.1) bu tür bağımlılıkları (yatay ve dikey) ayarlayabilecek kapasitedir. Aksi bir durumda yönetim çok önemli olan bir işlemin kontrolünü kaybedebilir (Krajewski ve Ritzman, 1994).

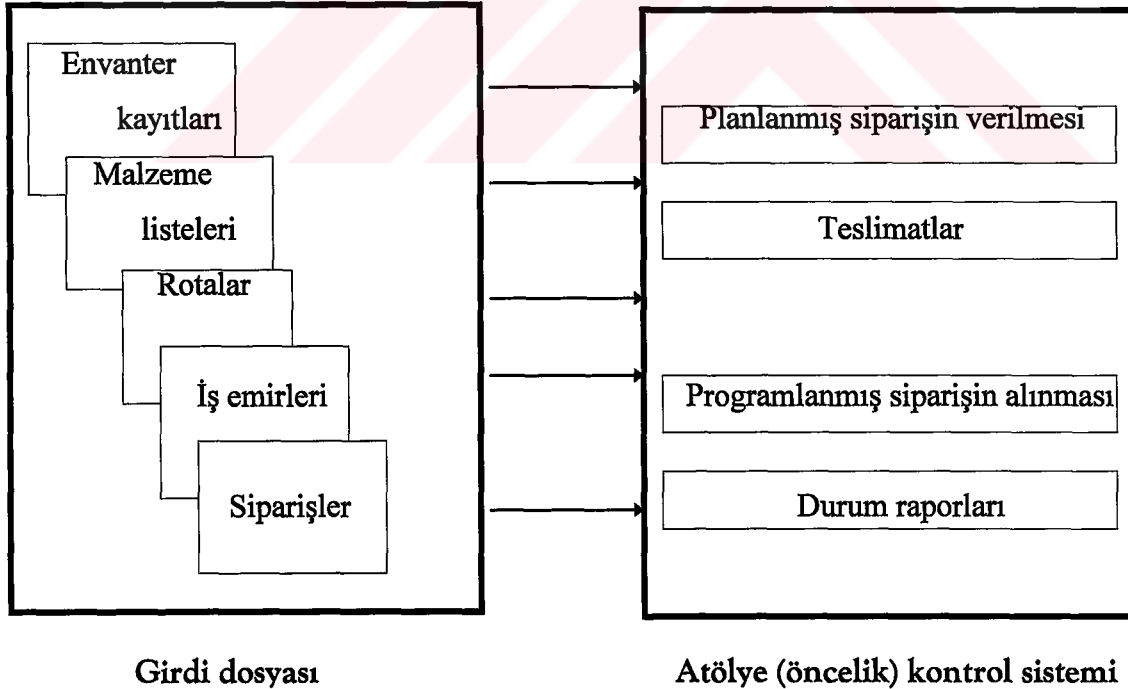
#### 5.1.2.3 Öncelik kontrolü

MİP sistemleri, öncelik planlama sistemleri olarak kullanılabilirler. Bu sistem sipariş teslim tarihlerini yeniden planlayarak sipariş önceliklerini güncel olarak korur. Ancak

sistem, bu teslim tarihlerinin gerçekleşmesini sağlayamaz. Öncelik kontrol sistemi (atölye kontrol sistemi), plana uygunluk sağlayan bir mekanizma olarak siparişlerin zamanında tamamlanmasını denetler.

Öncelik kontrolünde, günlük veya haftalık olarak yayınlanan ve departman çizelgesi olarak adlandırılan raporlar kullanılır. Bu çizelgede makine atölyesinde bulunan tüm işler nispi önceliklerine göre sıralanmışlardır. Bu çizelgede belirtilen iş sıralaması, sipariş önceliklerinden belirlenmiş olan operasyon önceliklerine göre tespit edilir. Sipariş teslim tarihleri MİP sistemi tarafından gözden geçirilirken, operasyon öncelikleri de buna uygun olarak yeniden belirlenmelidir (Acar, 1997a).

Öncelik planlama, eğer, çizelgedeki siparişlerin istenilen tarihlerinde yapılan değişiklikler atölyeye bildirilmez ise, hiç bir işe yaramayacaktır. Bu bildirim de ancak, yukarıda özellikleri açıklanan bir atölye kontrol sistemi (öncelik kontrol sistemi) (Şekil 5.2) ile mümkündür. Bu sistemin girdileri MİP sistemi girdilerine çok benzerlik göstermektedir (Krajewski ve Ritzman, 1994).



Şekil 5.2 Atölye (öncelik) kontrol sistemi (Krajewski ve Ritzman, 1994).

### 5.1.3 Kapasite İhtiyaçlarının Tespiti

MİP sistemi kapasite duyarlı değildir. Başka bir deyişle, sistem verilen bir ana üretim planı çerçevesinde gereken malzeme ve parçaların istendiği zaman ve istendiği kadar temin edilmesini sağlar. Bu sistem, kapasite kısıtlarının ana üretim planına dahil edildiğini varsayar (Acar, 1997a).

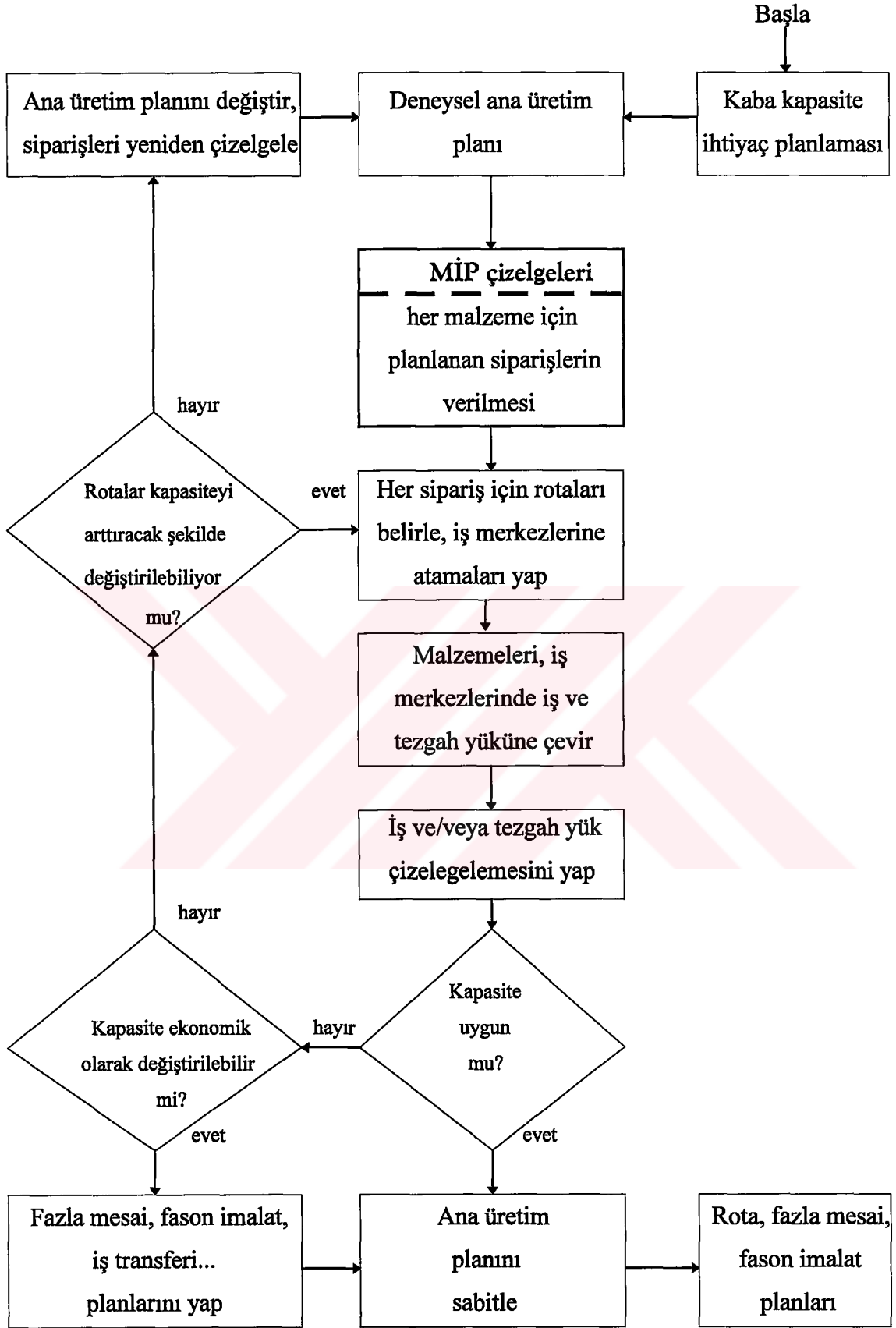
#### 5.1.3.1 Kapasite ihtiyaç planlaması

Kapasite ihtiyaç planlaması, kısa veya orta dönemde belirlenen üretim amaçlarına ulaşmak için dönemler itibarıyla üretim merkezlerinin ihtiyaç duyduğu kapasite ihtiyaçlarını belirleyen bir fonksiyondur (Acar, 1997a). Daha önce de belirtildiği gibi MİP sistemi, kapasite kısıtlarını gözönüne almaz. Ana üretim planının yapılabilirliğini sağlayan ve firmanın üretim kapasitesi ile ana üretim planını çakıştıran kapasite ihtiyaç planlamasıdır (Krajewski ve Ritzman, 1994). Kapasite ihtiyaç planlaması, ana üretim planını kapasitenin yapılabilirliği açısından test eder. Bu test süreci (Şekil 5.3) esnasında, her sipariş için her iş merkezine atamalar yapılır ve kapasite açısından ana üretim planının yapılabilirliği denetlenir (Gaither, 1991).

Herhangi bir iş merkezindeki kapasite ihtiyacı, üretimi planlanan miktar ile bir birimin üretilmesi için gereken sürenin çarpımına, hazırlık süresinin eklenmesi ile bulunur. Daha sonra da bu ihtiyaçlar, zaman dilimlerine ve iş merkezlerine göre listelenirler. Kapasite ihtiyaç planlaması hesaplamalarını bir örnekle açıklayabilmek için bir parçaya ait planlanan siparişlerin aşağıdaki gibi olduğunu varsayalım :

| Planlama dilimi      | 1  | 2 | 3  | 4  |
|----------------------|----|---|----|----|
| Planlanan siparişler | 20 | 0 | 25 | 25 |

Bir birim parçanın üretimi için iş merkezinde 1.10 saate ihtiyaç duyulsun ve hazırlık süresi 1.5 saat olsun. Buna göre; 1. planlama dilimindeki kapasite ihtiyacı,  $(20 \text{ birim}) \times (1.10 \text{ saat/birim}) + 1.5 \text{ saat} = 23.5 \text{ saat}$  olur. Aynı şekilde 3. ve 4. Planlama dilimindeki kapasite ihtiyacı,  $(25 \text{ birim}) \times (1.10 \text{ saat/birim}) + 1.5 \text{ saat} = 29 \text{ saat}$  olarak hesaplanabilir.

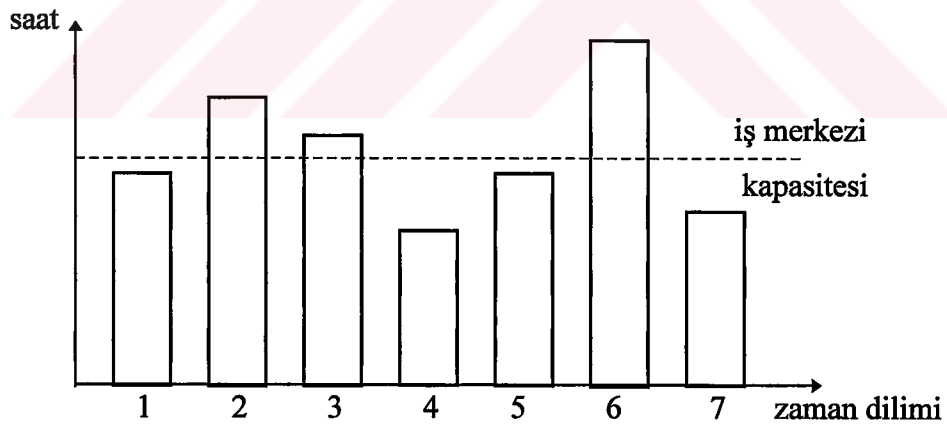


Şekil 5.3 Kapasite ihtiyaç planlaması süreci (Gaither, 1991).

Bu tip hesaplamalar sonucu, tezgah yük durumu veya iş yük durumu olarak bilinen dökümanlar elde edilir (Anderson vd., 1990). Bu dökümanların iş merkezlerinin mevcut kapasiteleri ile karşılaştırılması sonucunda, aşağıda belirtilen günlük işletme soruları cevaplandırılabilir :

1. Fazla mesai gerekli mi?
2. Bir departmandan diğerine iş transferi gerekiyor mu?
3. Bir departmandan diğerine işgücü transferi gerekiyor mu?
4. Dışarıya iş yaptırma durumu (fason imalat) söz konusu olabilir mi?
5. Yeni bir vardiya başlatmaya ihtiyaç var mı?
6. Yeni işgücü alınması gerekiyor mu?

Geleneksel envanter kontrolü yaklaşımında, bu soruların cevaplandırılması için kullanılan ana araç, yük durumu raporu (Şekil 5.4) olarak tanımlanan dökümandır. Bu rapor işletmenin çizelgeleme ve yükleme sistemi tarafından hazırlanır. Verilen siparişlerle ilgili operasyonlar çizelgelendikten sonra, bu çizelgeye göre gerekli işçilik saatleri, iş merkezleri ve dönemler itibariyle toplanır (Acar, 1997a).



Şekil 5.4 Yük durumu raporu örneği.

Ancak, bu rapor ;

1. Eksiktir, çünkü planlanan siparişler tarafından yaratılacak iş yükünü dikkate almaz,
2. Geçersizdir, çünkü iş önceliklerinin güncelliği korunmamaktadır.

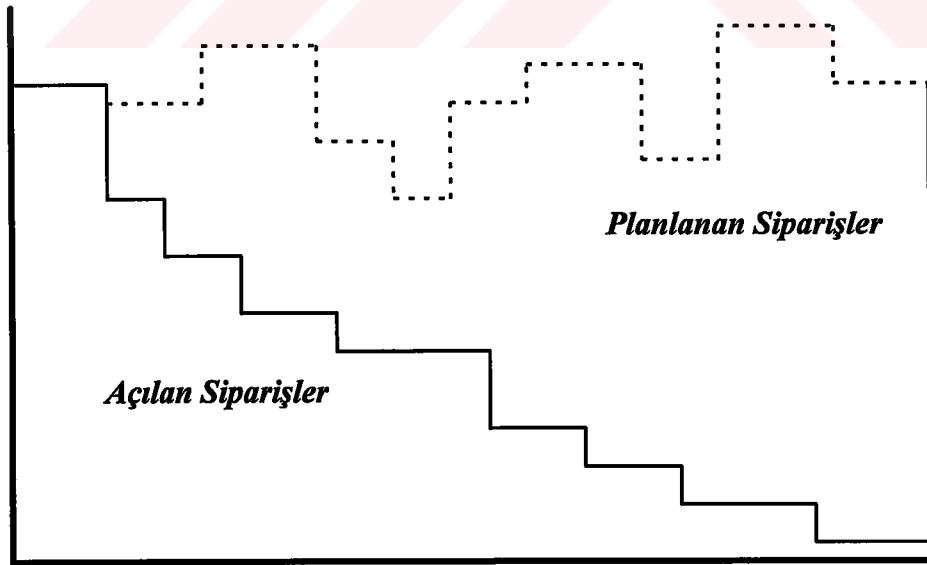
Planlanan siparişler yük durumu raporuna dahil edilmez ise, iş yükü şimdiki dönemi takiben giderek azalacaktır. Bu durum gelecek dönemler için geçerli bir bakış açısı sağlamaz ve çok önemli sorunlar oluşturabilir. Bilindiği gibi kapasite ile ilgili düzenleyici faaliyetler belirli bir süre gerektirdiğinden, geleceğe yönelik birkaç dönemlik iş yükü durumunun net olarak belirlenmesi şarttır.

Çizelge gerisinde kalan, yani geciken siparişler ise, genellikle değişen ihtiyaçlar karşısında teslim tarihlerinde gerekli düzeltmelerin yapılmamasından kaynaklanır. Sipariş teslim tarihi ile operasyon tarihlerindeki gerekli güncellemenin sürekli olarak yapılması, gecikme olarak görünen iş yükünü azaltıcıdır.

İyi hazırlanmış bir yük durumu raporunun üç ana özelliği vardır :

1. Tamdır (gerek açılmış, gerekse planlanan siparişleri içerir),
2. Geçerli önceliklere dayanılarak hazırlanmıştır,
3. Gelecek dönemlere yönelik geçerli bir bakış açısı sağlar.

MİP sistemi dışında kalan tüm envanter kontrolü yaklaşımlarında, yük durumu raporları yukarıda belirtilen özelliklere sahip değildir. Bazı sistemlerde ise böyle bir rapor hiç hazırlanmamaktadır.

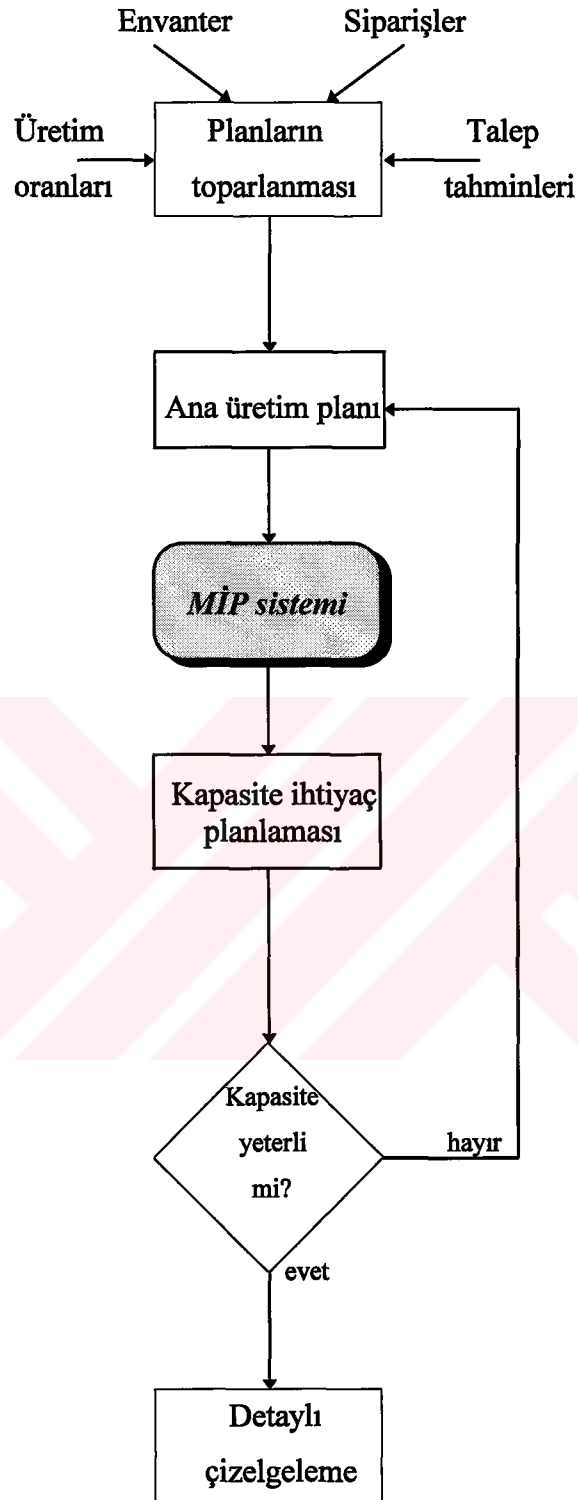


Şekil 5.5 Açılan ve planlanan siparişler gözönüne alınarak hazırlanmış yük durumu raporu (Acar, 1997a).



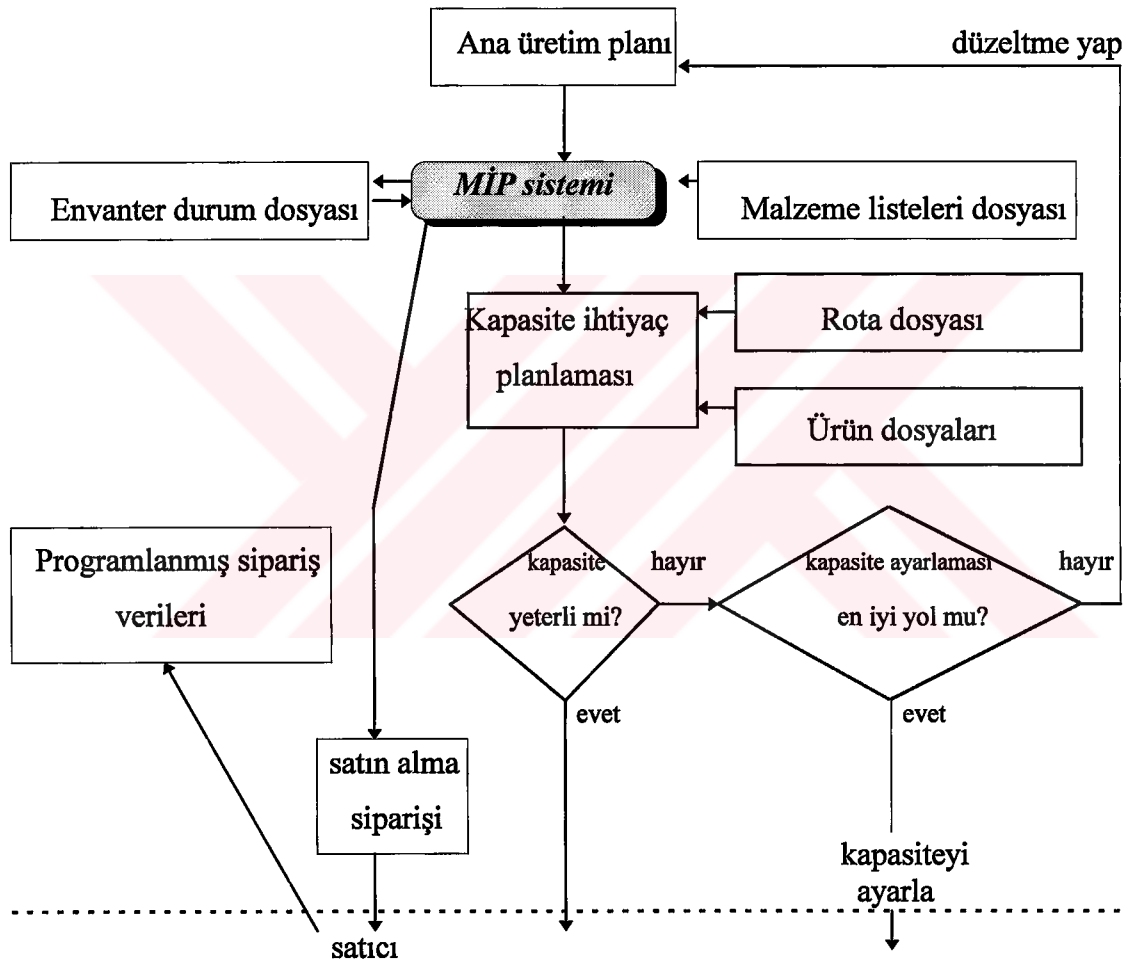
Şekil 5.5'te görüldüğü gibi yük durumu, dönemler arasında bazı farklılıklar gösterir. Başka bir deyişle, yük durumunun tüm dönemler itibariyle dengede olduğunu söylemek yanlıştır. Dönemler arasındaki yük durumu farklılıklarını dengelemek amacıyla bazı kısa dönem kapasite ayarlama yöntemlerine başvurmak gerekir. Kısaca MİP sisteminin çoklu fonksiyonlarını özetlemek gerekirse, bu sistemin belirli bir ana üretim planı çerçevesinde, üretim destekleri alanında merkezi bir planlama sistemi olduğunu söyleyebiliriz. Satın alma, çizelgeleme, kapasite ihtiyaç planlaması gibi diğer sistemler ise MİP sisteminin çıktılarını işleyecek şekilde tasarlanmışlardır. Bilindiği gibi bu sistemlerin etkin bir şekilde faaliyet gösterebilmeleri, kullandıkları girdilerin (başka bir deyişle MİP sistemi çıktılarının) tam, geçerli, doğru ve güncel olmalarına bağlıdır. MİP sistemi ise bu nitelikte çıktı oluşturabilecek şekilde tasarlanmıştır (Acar, 1997a).

Daha önce de belirtildiği gibi yük durumu raporları, iş merkezlerinin mevcut durumları ile karşılaştırılarak fazla mesai, işgücü transferi, bölümler arası iş transferi ve fason imalat gibi kapasite kararları verilmektedir. Gereken kapasite ihtiyacını karşılayabilmek için ana üretim planı yeniden gözden geçirilebilir. Bu, MİP sisteminin yeniden çalıştırılmasını gerektirecektir. Kapasite ihtiyaç planlamasının, ana üretim planının ve MİP sistemlerinin bu şekilde bütünleştirilmesine “kapalı çevrim MİP sistemi” (Şekil 5.6) denir. Bu yöntemle, kapasite ihtiyaç planlaması, ana üretim planı ve MİP sistemi arasında bir geri besleme sağlanmaktadır (Anderson vd., 1990).



Şekil 5.6 Kapalı çevrim MRP sistemi (Anderson vd., 1990).

MİP sisteminin çıktıları, hangi siparişin ne zaman ve ne miktarda verileceği, kapasite ihtiyaç planlaması sisteminin girdilerini oluşturmaktadır. Bunun dışında, kapasite ihtiyaç planlaması sisteminin girdileri arasında, her parçanın üretimi için operasyon sırasını gösteren bir rota dosyası ve her operasyon için gerekli süreleri gösteren bir ürün standartları dosyası bulunmaktadır. Bu sayede kapasite ihtiyaç planlaması sistemi, ana üretim planının karşılanabilmesi için gerekli olan iş yükünü hesaplayabilmektedir. Bu bilgi akışı (Şekil 5.7) sayesinde her iş merkezi için yük durumu raporları hazırlanabilmekte ve ayrıca geri besleme sağlanabilmektedir (Dilworth, 1983).



Şekil 5.7 Kapasite ihtiyaç planlaması sisteminin bilgi akışı (Dilworth, 1983).

## 5.2 Malzeme İhtiyaç Planlaması Sisteminin Uygulanması

MİP sisteminin uygulanması sonuçta bir proje çalışmasıdır. Gerçekte MİP sistemi projesi, kolay bir proje değildir. Bir sanayi kuruluşunun yaşamındaki muhtemelen en önemli projelerden birisidir. Bu proje için öngörülen süre, işletmenin sahip olduğu birikime bağlı olarak değişmekle beraber ortalama olarak 18 aydır, ancak 3-4 yılı bulan uygulamalara da rastlanmaktadır.

### 5.2.1 MİP sisteminin uygulanması projesinde izlenmesi gereken adımlar

İşletmeler birbirlerine göre farklılık göstermektedirler. Bu yüzden, MİP sisteminin standart bir uygulama yöntemi bulunmamaktadır. İşletmelerin proje uygulama kültürlerine göre değişmesine rağmen, MİP sisteminin uygulanması projesinde izlenmesi gereken ortak adımları şu şekilde özetleyebiliriz :

1. Yazılım ve donanımın seçimi,
2. Proje organizasyonu ve yönetimi,
3. Çevre analizi,
4. Yazılım eğitimi,
5. Yazılımın uyarlanması,
6. Uygulama ve geliştirme,
7. Eğitim,
8. Maliyet (Örnek, 1989).

1. Yazılım ve Donanımın Seçimi : MİP sistemi projeleri kolay projeler değildir. İyi bir uygulama büyük olanaklar sağlarken, başarısız uygulamalar önemli riskler taşır. Başarının şartı iyi bir yazılımdır ve yazılımın seçiminde aşağıdaki ölçütlere dikkat edilmelidir :

1. Yazılımın esnekliği ve bütünleşim özellikleri,
2. Yazılımcı firmanın pazar payı,
3. Yazılımı kullanan referans alınabilecek diğer firmalar,
4. Yazılımcı firmanın finansal kararlılığı,
5. Yerel desteğin yeterliliği,

6. Yazılımcı firmanın araştırmaya ve geliştirmeye ayırdığı pay,

7. Yazılımın fonksiyonları.

Eğer bir donanım yatırımı da gerekiyorsa, donanım yazılıma göre seçilmelidir. Eldeki donanımına bağlı kalmak, ne yazık ki işletmeyi yönetecek sistemi baştan kısıtlamak demektir. Dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da yazılım seçimini bilgi işlemcilerin değil, kullanıcıların yapması gerektiğidir. MİP sistemleriyle ilgili en belli başlı yanlış, bu sistemlerin bilgisayar sistemleri olduğudur. MİP sistemi projeleri kullanıcı projeleridir. Uygulanmaları tüm yönetici ve çalışanların katılımını ve katkısını gerektirir. Zira, proje süresince işin yapılış biçimi, işletmenin yönetiliş tarzı baştan tanımlanacak, bazı durumlarda ilk defa modellenecektir. Denilebilir ki, değişime açık yenilikçi bir yönetim olmaksızın MİP sistemlerine yapılacak yatırım boşa gider (Yıldızdoğan, 1989).

2. Proje Organizasyonu ve Yönetimi : MİP sistemi projesinin ilk adımı proje ekibinin seçilmesidir. Proje ekibi üyeleri, orta düzey yöneticilerden oluşturulmalı ve işyerindeki belligbaşlı fonksiyonların temsilcilerini bir araya getirmelidir. Proje liderinin gerek kişiliğı, gerekse işletmedeki konumu son derece önemlidir. Proje lideri, proje ekibi ile stratejik kararlar vermekle yükümlü proje yönlendirme kurulu arasındaki ilişkileri sağlar.

Proje ekibinin proje üzerindeki yetkisi, başarıya ulaşmak için tüm örgütsel aktiviteleri aynı potada eritecek düşünce birliğini sağlamaktır. Proje ekibi doğal olarak üst yöneticilerce yetkili kılınmıştır. Ancak proje ilerledikçe eğitim ve bilgilendirme yoluyla projeyi tüm çalışanlara mal etmek ve verilen yetkiyi kazanılan yetkiye dönüştürmek gerekir.

Şu konular her zaman gündemde olacaktır :

1. Yönetimin desteğini sürekli kılmak,
2. Veri doğruluğunu sağlamak,
3. MİP sisteminin bir bilgi işlem sistemi olduğu yanlışlığına düşmemek,
4. Hedefleri performansla karşılaştırmak.

Proje ilerledikçe, proje ekibinin çalışmasını daha etkin bir şekilde sürdürmesi için, proje ekibinin önünde duran ilk görevlerden biri hedeflerin saptanmasıdır. Hedeflerin saptanması süreci bir kapalı döngü olarak değerlendirilmelidir.

Proje ekibi hedeflerini aşağıdaki konularda saptayabilir :

1. Yönetim hedefleri,
2. Proje hedefleri,
3. Sistem hedefleri,
4. Performans hedefleri.

Projenin başarısı ise aşağıdaki ölçülerle değerlendirilebilir :

1. Stoğa yapılan yatırım miktarındaki düşüş,
2. Müşteriye hizmet düzeyinde gelişme,
3. Üretim ve parça maliyetinde düşüş,
4. Yeniden gözden geçirilmiş planlara uyum sağlayabilme yeteneğinde gelişme,
5. Yönetimin kontrol yeteneğinde gelişme,
6. Stok seviyelerindeki düşme,
7. Satın alınan parça maliyetlerinde düşme,
8. İşgücü etkinliğindeki artış,
9. Iskartalardaki düşüş,
10. Fazla mesaide ya da vardiyada azalma (Yıldızdoğan, 1989).

Bilindiği gibi, bilgi teknolojisinin değerlendirilmesi yalnızca somut kar bazında yapılmaz. Bugün böylesi bir teknolojinin değerlendirilmesinde en önemli ölçüt iş etkinliğinin artmasıdır. Gerek planlama alanında gerekse uygulamada etkinliğin artması, kazanç/maliyet analizinin ötesinde projenin gerçek verimini ortaya koyacaktır (Örnek, 1989).

3. Çevre Analizi : Proje ekibinin, şirketin tüm birimlerinin nasıl çalıştığı ve yapılan işler hakkında bilgi sahibi olabilmesi amacıyla, ilgili bölüm yöneticileri tarafından çevre analizleri yapılır. Bunun ötesinde bu çalışma, şirketin ileride nasıl yönetilmesi gerektiğinin saptanması açısından önemli bir veri kaynağı oluşturur.

Çevre analizi, her birimin yaptığı işlerin gözden geçirilmesi, akış şemalarının düzenlenmesi ve özel çalışma isteyen işlemlerin listelenmesi aşamalarından oluşur.

Çevre analizi, kullanıcıların daha projenin başından katılımını sağlar. Yapılacak işin ne olduğu ve kontrolünün proje grubundan gelmesine rağmen, asıl ana görevler bölüm kullanıcıları tarafından yerine getirilecektir. Çalışanlar için, yeni sistemi uygulamaktan doğacak yararları anlamak için ilk fırsattır. Ayrıca yeni sistemin tasarımının nasıl olması gerektiğine karar vermek için de mevcut sistemin nasıl çalıştığının bilinmesi gereklidir.

4. Yazılım Eğitimi : Her ne kadar ileride eğitim konusuna değinilecekse de, burada şu hususu belirtmek yararlı olacaktır ki, yazılım paketinin işletmede verimli bir şekilde kullanılabilmesi için standart özelliklerinin ve işlevlerinin bilinmesi gereklidir. Yazılım firmasının düzenleyeceği seminer ve kurslar ile proje grubu, paketi öğrenir ve daha sonra bu konuda kullanıcıları eğitir.

5. Yazılımın Uyarlanması : Yazılımın uyarlanmasından kasıt, şirketin işlemlerinin yazılım paketini kullanarak nasıl yapılacağını belirlenmesidir. Diğer bir deyişle paketin özellikleri ile işletmenin işlemleri karşılaştırılır. Burada mümkün olduğunca paketin standart işlevlerini kullanarak işlemler gerçekleştirilmeli, yazılımın kendisine dokunulmamalıdır. Yazılımın yeterli olmadığı durumlarda ilave programlar yapılmalı ve paket ile bağlantıları kurulmalıdır. Yazılımın uyarlanması sonucu şirketin paketi kullanarak nasıl çalışması gerektiğini gösteren yönergeler, politikalar ve talimatlar hazırlanır. Yönergelere örnek olarak, malzeme ana kütüğü bakımı, ürün yapısı değişiklikleri, müşteri siparişlerinin girilmesi, satın alma siparişlerinin verilmesi, envanter düzeltmeleri vb. verilebilir.

6. Yazılımın Uygulanması ve Geliştirme : Yazılımın tam olarak uygulanmasına geçmeden önce, tüm eğitimlerin tamamlanmış olması gereklidir. Ayrıca tüm bilgiler yeni sistemin yapısına uygun bir şekilde toplanmış ve sisteme girilmiş olmalıdır.

Bu işler yapıldıktan sonra sistemin uygulama çalışmaları başlar. Uygulama için genellikle üç yol vardır :

1. Soğuk duş : Eski sistemi aniden terk edip, yeni sistemi kullanmaktır,

2. Paralel yaklaşım : Bir süre için eski ve yeni sistemlerin bir arada kullanılmasıdır,
3. Pilot yaklaşım : Yeni sistemin öncelikle bir departmanda veya bir grup üründe uygulanmasıdır.

Pilot uygulamada, hazırlanmış politika ve yönergeler denenir; eksik kalan yanlar giderilir. Kullanıcıların ve üst yönetimin onaylaması halinde, uygulama tüm şirkette başlatılır.

Değişen çevre koşulları, çok iyi uyarlanmış sistemlerin bile zaman içerisinde geliştirilmesini gerektirir. Mevcut sistemin yapısı bu değişimlere uyum sağlayacak esnekliği taşımamalıdır.

7. Eğitim : Bu ölçekte bir proje uygulamasında her düzeyde eğitimin gerekliliği yadsınamaz. Eğitimden çeşitli nedenlerle yapılacak fedakarlık, projenin başarısızlık riskini o oranda arttıracaktır. Eğitim dört düzeyde düşünülmelidir :

1. Üst yönetim,
2. Proje grubu,
3. Orta yönetim,
4. Alt yönetim ve diğer kullanıcılar.

Tüm bu grupların ayrı ayrı eğitilmeleri gereklidir. Dolayısıyla daha projenin başında bir eğitim hazırlanmalı ve plan projenin bir parçası olmalıdır. Özellikle yazılım paketi ile ilgili eğitimlerde yazılım firmasının desteği oldukça önemlidir. Bu eksiklik projenin başarısızlığında en önemli rolü oynar.

8. Maliyet : Proje aşağıdaki maliyet bileşenlerinden oluşur :

1. Kayıtların doğruluğunun saptanması,
2. Eğitim,
3. Organizasyon değişikliği,
4. Politika değişiklikleri,
5. Projenin kendisi için harcanan zaman ve diğer giderler,
6. Donanım,
7. Yazılım (Örnek, 1989).



Kısaca, MİP sistemi uygulaması projesinde izlenmesi gereken adımlar şu şekilde özetlenebilir :

1. Üst yönetimden proje onayı alınması,
2. MİP sistemi projesi yürütme komitesinin oluşturulması (proje lideri, danışman ve üyeler),
3. Proje çalışma planının oluşturulması,
4. Proje ekibinin eğitimi,
5. Kullanıcıların ön eğitimi (kavramsal boyutta),
6. Malzeme ve bilgi akışlarının çıkarılması,
7. Kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi,
8. Mevcut MİP sistemi paketlerinin incelenmesi (dökümanların ve referansların incelenmesi, onlardan bilgi alınması ve/veya ziyaret edilerek uygulamanın incelenmesi),
9. Ön seçimi yapılan paketlerin ilgili kısımlarının, ilgili kullanıcılar tarafından küçük çaplı uygulamalarının yapılması ve kullanıcıların fikrinin alınması,
10. İç kaynaklar ile yazma olasılığının incelenmesi,
11. Üst yönetimin eğitimi,
12. Alternatiflerle ilgili teknik ve mali raporun üst yönetime sunumu ve alım onayının alınması,
13. Proje ekibinin gözden geçirilmesi (proje başkanı, proje liderleri, danışmanlar ve üyeler),
14. Proje çalışma planının oluşturulması,
15. Proje ekibi paket eğitimi yapılması,
16. Orta kademe yönetici personelin eğitimi,
17. Envanter düzeylerinin kontrol altına alınması (%95 doğruluk düzeyine ulaşma),
18. Malzeme listelerinin oluşturulması (tüm ürünlerin %98'inde tam doğruluğa ulaşma),
19. Parça tanımlarının yapılması (tedarik süreleri, ekonomik sipariş/imalat miktarları, emniyet stoğu vb.),
20. Ana üretim planı oluşturma sisteminin kurulması,
21. Sistem analizi çalışması (kullanıcıların istedikleri raporların belirlenmesi),
22. İlk denemelerin yapılması,
23. Stokların sayımı ve bu değerler ile çalışılmaya başlanması,
24. Pilot uygulamaların yapılması,

25. Uygulama aksaklıklarının giderilmesi,
26. Operasyonel personelin eğitimi,
27. Operasyon planlarının oluşturulması (%95 güvenirlilik ile),
28. Maliyet merkezi ve iş merkezlerinin oluşturulması,
29. Kapasite ihtiyaç planlaması uygulaması,
30. Satın alma ve fason takip uygulamaları,
31. Atölye kontrol sistemi uygulamaları,
32. Maliyet bilgilerinin oluşturulması,
33. Maliyetlendirme uygulamaları,
34. Maliyet kontrolü,
35. Verimlilik hesaplamaları (Tanyaş, 1995a).

### 5.2.2 MİP sisteminin uygulanması projesinde karşılaşılan temel sorunlar

Her projenin uygulamasında olduğu gibi, bir MİP sistemi projesinin uygulama aşamalarında da bir çok sorunla karşılaşılması doğaldır. Aşağıda karşılaşılabilecek bazı sorunlarla, açıklamaları verilmiştir :

1. **Üst Yönetimin Katkısı** : Üst yönetimin katkısı olmayan bir projenin başarı olasılığı hemen hemen yok gibidir (Örnek, 1989). Eski alışkanlıkları bırakıp yeni bir sisteme uyum sağlamak insanlara, kim olurlarsa olsunlar, ister yönetici, ister pazarlama uzmanı veya satın almacı, çok zor gelir. Değişime direnmek çok doğal ve kaçınılmazdır. Bu tür bir direnci kırmak, çalışanları başarının önemi konusunda ikna etmesi gereken üst yönetimde başlar. Üst yönetim, MİP sisteminin uygulamalarına ve kullanımına aktif bir şekilde katılarak diğer çalışanları motive etmek zorundadır (Krajewski ve Ritzman, 1994).

2. **Veri Bütünlüğünün ve Doğruluğunun Sağlanması** : Sadece çok iyi formüle edilmiş sistemler tek başlarına asla yeterli olamazlar. Bu sistemleri çalıştıracak uygun, uyumlu ve gerçekçi bilgiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla sistemde veri bütünlüğünün sağlanması, diğer şirket kaynaklarının kullanımında olduğu gibi kullanıcıların düşüncelerinde, alışkanlıklarında ve davranışlarında bazı değişikliklerin yapılmasını gerektirebilir. Bu bilgilerin bütünlüğünün sağlanması, bir çok ilave bakım yönergelerinin yazılmasını ve

istenildiği şekilde uygulanmasını ve denetlenmesini zorunlu kılmaktadır. Sonuç ise günlük işlemler, veri tabanı yönetimi ve veri tabanı tarafından yönetimdir (Örnek, 1989).

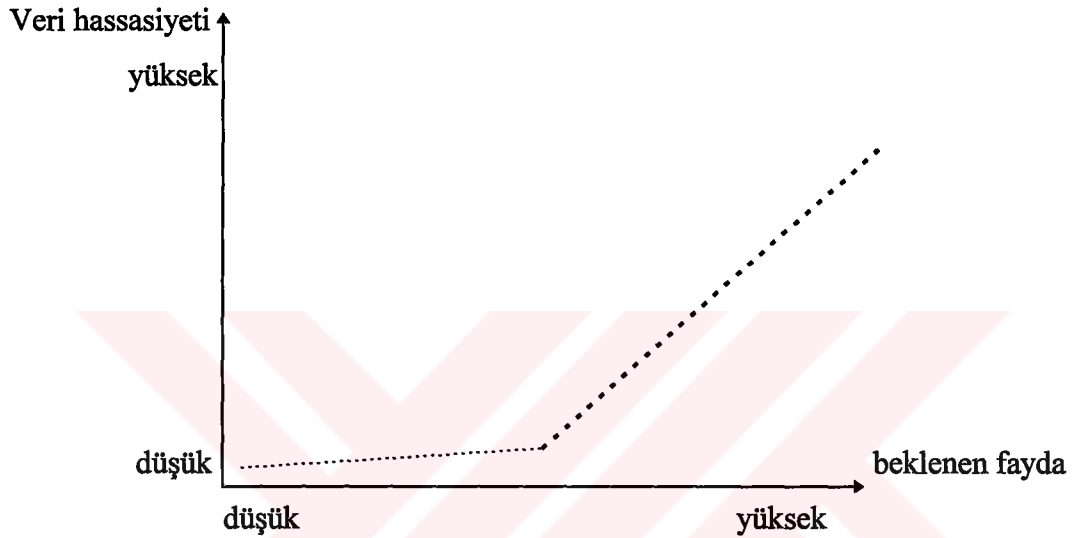
Ayrıca burada, veri tabanının büyüklüğü de önemli bir sorun teşkil etmektedir. Genel olarak, tam kapsamlı bir MİP sistemi, kullanıcıların veri yükleyebilmeleri amacıyla 500 veri alanı içerir. Bu veri elemanları her parça için ayrı ayrı belirlenir. Örneğin, bir işletmede 8000 parçanın kontrolü yapılıyorsa, 8000 parça için 500 veri elemanının belirlenmesi önemli bir sorun oluşturur. Çizelge 5.1'de malzeme ihtiyaç planlama sisteminin işleyebilmesi için gerekli veri tabanı elemanlarının bir özeti verilmiştir. Bu çizelgenin, veri tabanı elemanlarının sadece küçük bir kısmını içerdiği ve bu veri tabanı elemanlarının her parça için ayrı ayrı belirlendiği göz önüne alınırsa, sorunun önemi hakkında bir fikir edinilmiş olunur. Örneğin küçük bir işletmede, böyle bir sistem için gerekli veri tabanı, yaklaşık dört milyon karakteri içerir. Bu verilerin sisteme yüklenebilmesi 400 işçi-saatlik bir çalışmayı gerektirir. Aslında, buradaki sorunun temelinde, yapılması gereken bu 400 işçi-saatlik çalışma yatmamaktadır. Bir malzeme listesi iki dakikada sisteme yüklenebilir. Ancak bu listenin hazırlanması çok daha dikkatli ve uzun çalışmayı gerektirmektedir. Ayrıca sadece veri elemanlarının dikkatli bir şekilde hazırlanması ve sisteme yüklenmesi, sistemin kurulabilmesi için yeterli değildir. Bu veri elemanlarını üretecek destek sistemlerinin de geliştirilmesi gerekmektedir (Acar, 1997a).

Veri tabanını oluşturmak, sorunun küçük bir kısmını kapsamaktadır. Asıl problem veri tabanını oluşturan verilerin hassasiyetidir. Veri hassasiyeti tüm sistemin başarısını direkt olarak etkileyen bir faktördür. Örneğin, malzeme listelerindeki, envanter veya rota kayıtlarındaki %90'lık bir veri hassasiyeti, ana üretim planında %70'lik bir hassasiyete dönüşmektedir. Tüm sistemi çalıştıran ve uygulayan ana üretim planında %70'lik bir hassasiyet, doğal olarak büyük problemlere yol açacaktır. Bu durumu Jacobi (1996), teknoloji tuzağı olarak adlandırmaktadır ve bu sorunun da ancak, üretimde mükemmellik modeli altında yapılacak olan ciddi ve sürekli eğitimler ile çözülebileceğini bildirmektedir. Veri hassasiyetinde %100'e ulaşmak, üst yönetimden başlayan ve tüm çalışanlarda biten bir eğitim süreci ile ve MİP sistemlerini sadece birer bilgisayar sistemi olarak görme yanlışlığını aşp, aslında MİP sistemlerinin işi yönetme tarzını değiştiren bir felsefe olduğunu kavramak ile mümkündür (Jacobi, 1996).

Çizelge 5.1 MİP sistemi veri tabanı elemanlarının bir bölümü (Acar, 1997a).

| <i>Yüklenen Veriler</i>                                                                                                                                                                 | <i>Geliştirilen Veriler</i>                                                                                | <i>Geliştirilmiş Sistemler</i>                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parça verileri                                                                                                                                                                          | parça numaraları<br>parça tanımları<br>ürün kodları<br>ölçü birimi                                         | parça numarası yapısı, yeni parça numaraları, tanımların yapıları, gerekli kategori sınıflandırması, envanter, kullanım ve sipariş ölçü birimlerinin tanımlanması                          |
| Malzeme listeleri                                                                                                                                                                       | ürün yapıları<br>kullanılan miktarlar<br>hurda faktörleri                                                  | envanter politikaları, sipariş yöntemleri, üretim rapor sistemi, ağırlık/ölçüm kullanımı, hurda rapor ve değerlendirme sistemi                                                             |
| Rotalama                                                                                                                                                                                | maliyet merkezleri<br>iş merkezleri<br>işgücü standartları<br>işgücü grupları                              | maliyet merkezi yapısı, iş merkezi yapısı, operasyon tanımları, endüstri mühendisliği yöntemleri                                                                                           |
| Kapasiteler                                                                                                                                                                             | tezgah hızları<br>iş merkezlerindeki<br>tezgah sayısı<br>çizelgeler<br>takım kullanımı<br>takım numaraları | çıktı raporları analizi, tezgah tanımları, planlama yöntemleri, takım tanımları                                                                                                            |
| Oranlar                                                                                                                                                                                 | işgücü grupları                                                                                            | işgücü dağılımı, genel giderlerin dağılımı, muhasebe kayıtları, bütçeleme                                                                                                                  |
| Envanter                                                                                                                                                                                | temin süresi<br>sipariş miktarları<br>satıcılar<br>tahmin faktörleri<br>kodlar                             | satıcılar ile ilgili geçmiş veriler, kuyruk zamanı analizleri, envanter politikaları, tezgah hazırlama maliyetleri, sipariş verme maliyetinin analizi, satıcılar ile ilgili geçmiş veriler |
| Satın alma siparişi,<br>İş emri,<br>Maliyetler,<br>Satıcılar,<br>Müşteriler,<br>Muhase kayıtları,<br>Satış tahminleri,<br>Ana çizelge,<br>Sipariş girişleri,<br>Teslim alma,<br>Yükleme | hepsi, yoğun veri geliştirmeyi gerektirir                                                                  | hepsi, verilerin yaratılıp korunması için gerekli sistemlerin geliştirilmesini gerektirir                                                                                                  |

Eğer MİP sisteminin işletim sürecinde hassas olmayan veriler söz konusu olursa, sistemden gerçekçi olmayan zayıf çıktılar alınacaktır ve bu durum kullanıcıların sisteme olan güvenini ve sistemin başarısına olan inancı sarsacaktır. Şekil 5.8, girilen verinin hassasiyeti ile MİP sisteminden beklenen fayda arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 5.8 incelendiğinde, MİP sisteminden beklenen faydaların elde edilmesi ile veri hassasiyeti arasında büyük bir eşik olduğu görülmektedir. Veri hassasiyeti belli bir orana ulaşmadıkça, beklenen faydanın gerçekleşme oranı çok düşük seviyelerde olmaktadır (Sum vd., 1995).



Şekil 5.8 Veri hassasiyeti ile sistemden beklenen fayda arasındaki ilişki (Sum vd., 1995).

3. Organizasyon Sorunları : İşlevsel bölüm yöneticilerinin, gerekli bilgileri diğer bölümlere zamanında ve doğru olarak aktarma zorunluluğu vardır. Bu durum ise, şimdiye kadar tüm bilgileri kendisinde saklayan yöneticinin sisteme karşı olumsuz tepkiler göstermesine neden olacaktır. Mevcut organizasyon yapısı MİP sistemine uygun olmayabilir. MİP sistemi genellikle merkezi bir malzeme yönetimi gerektirir. Dolayısıyla organizasyonun sisteme uyarlanması gerekmektedir. Başarılı uygulamalar çoğunlukla organizasyonun sisteme uyum sağladığı durumlarda görülmüştür.

4. Yönerge Yazımı ve Uygulaması : Yönergelerin işleyişlerinin saptanması, istenilen şekilde yazımı ve pilot uygulamalarda doğru kişiler tarafından denenmesi, gerektiğinde değiştirilmesi oldukça zaman alan ve yorucu bir iştir. Bu iş proje grubu üyeleri arasında paylaştırılmalı ve daha sonra bir bütün haline getirilmelidir.

5. Proje Yönetimi : Proje grubu genellikle orta düzey yöneticilerden oluştuğundan, böyle bir grubu sorunsuz yönetmek oldukça zordur; üst yönetimin tutumu da çok önemlidir.

6. İlave Yazılım Desteği : Yazılım paketlerinin şirketin işlemlerine uymadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda ilave yazılım gerekebilir. Bu destek, yazılım firması tarafından karşılanabilir veya dışarıya yaptırılabilir. Burada önemli olan husus, yazılım paketinin kendisine dokunmamaktır. Aksi takdirde yazılım firması tarafından yapılan yazılım yenilemelerinin uyarlanması oldukça zor olabilir.

7. Tüm Çalışanların Katkısının Sağlanması : Projenin işyerinde yeni bir dönemin başlangıcı olabilmesi için, tüm çalışanlara projenin bir parçası olduklarını hissettirmek ve onları projenin gidişinden haberdar etmek gerekir. Bu amaçla projeye bir isim verilebilir, duyuru tahtası kullanılabilir, düzenli bilgi verme toplantıları yapılabilir veya yapılan işleri kapsayan bir bülten çıkartılabilir.

8. Proje Grubunun Yarım/Tam Gün Çalışması : Genellikle grup üyelerinin proje süresince asli görevlerinden alınıp bu işle uğraşmaları, projenin daha kısa zamanda bitirilmesini sağlar. Ancak kalifiye eleman sıkıntısı çekiliyorsa, o zaman proje grubu üyeleri yarım gün üzerinden çalışabilirler. Fakat yine de belli bir çekirdek grubun tam gün üzerinden çalışması gerekebilir.

9. Yazılım Firmasının Eğitim Desteği : Yazılım firmasının eğitim desteği, seminerlerin ve kursların düzenlenmesi, şirkete özgü sorunların çözümünde uzman desteğinin sağlanması şeklinde olabilir. Eğitim desteğinin ölçüsü projenin başarısına oldukça büyük katkı sağlar.

10. Bazı Ön Şartlanmalar : Sistem kullanıcılarının, mevcut sistemin otomasyonu, yazılımın işletmeye uydurulması, yazılımın tüm fonksiyonlarının kullanılması vb. gibi bazı ön şartlanmaları olabilir. Bu tip önşartlanmaların giderilerek, sistemin işletmeye yeni bir düşünce yapısı ve yaklaşım getireceği prensibinin benimsenmesi gerekir (Örnek, 1989).

### 5.2.3 Başarısız uygulamaların temel nedenleri ve başarılı bir uygulama için öneriler

Başarısız MİP sistemi uygulamalarının belli başlı nedenleri aşağıdaki gibi kaydedilmiştir :

1. Veri doğruluğuna gereken önemin verilmemesi,
2. Kullanılan paketlerin kalitesizliği,
3. Ağır değişiklikler,
4. Uygulama sorumluluğunun işletmede yeni birine verilmesi,
5. Üst yönetimin konuyu kavrayamaması ya da katkıda bulunmaması,
6. Eleman değişimi,
7. Sistemin uygulama bittikten sonra sahipsiz kalması,
8. Eğitime gereken önemin verilmesi,
9. Daha baştan sistemin tüm fonksiyonlarını kullanma çabası (Yıldızdoğan, 1989).

Sistemin üst yönetim tarafından tam olarak benimsenmesi ve firma içinde geniş bir takımın çalışması, başarının ön şartıdır. Ayrıca hangi yazılım paketi olursa olsun, bunların modüller halinde satın alınabilmesi mümkün olduğundan, uygulama planı gerçekçi bir şekilde düzenlenmelidir. Firma için acil olan modüllere öncelik vermek ile, firma yapısına uygunluk arasında denge sağlamak ve gerçekçi bir uygulama planı ile işe başlamak gerekir.

Sistemin kurulması ve kısa zamanda sonuçlar alınması, aşağıda sıralanan organizasyonel düzenlemelere ve uygulama ilkelerine, çalışma boyunca sıkı sıkıya bağlı kalınmasını gerektirmektedir :

1. Sistemin işleyişi ve sorumluluğu, Genel Müdürlüğe doğrudan bağlı (mevcut veya yeni kurulacak) bağımsız bir birim tarafından yürütülmelidir,
2. Uygulama, bu birimin sorumluluğunda yürütülen bir proje olarak ele alınmamalıdır. İlgili departmanlardan oluşacak bir yönlendirme/uygulama/denetleme komitesi kurulmalı ve her departmanın aktif katılımı sağlanmalıdır,
3. Üst kademe yönetim, bu komite içerisinde bulunmalı ve çözümlerde departman yöneticilerinin ikna olmuş olması gözlenmelidir,
4. Her departman yetkilisi bütün uygulama kademelerinde, kendi departmanlarındaki kullanıcılara sürekli bilgi vermeli ve onların önerilerini üst komiteye aktarmalıdır,



5. Verilerin tam ve sağlıklı üretilmesi sağlanmalı, veri üretim sistemi ve güvenilirliği sürekli gözden geçirilmelidir,
6. Performans kriterleri ve ölçümleme tekniği, projenin bir parçası olarak sisteme dahil edilmeli, önceden saptanan kriterlere göre, sürekli değerlendirme yapılmalıdır,
7. Eğitimin, verimli bir uygulamanın en önemli aracı olduğu kabul edilmeli, gerekli bütün kursların en üst kademeden en alt kademeye kadar inmesi sağlanmalı ve uygulama sürekli denetlenmelidir,
8. Kurulacak sisteme bir bilgi işlem sistemi olarak bakılmamalı, organik bir yapısı olduğu kabul edilmeli ve çıkan sonuçların sağlıklı olup olmadığı sürekli olarak test edilmelidir,
9. Kurulacak sistemin, bütün sorunları bir çırpıda çözebileceği umulmamalıdır (İlyasoğlu, 1997),
10. MİP sistemi, kültürel bir değişim gerektirir. Şirket amaçları ile birey gereksinimleri birlikte ele alınmalı, yeni teşvik unsurları düşünülmelidir,
11. Doğru kişiler doğru pozisyonlarda, doğru yetkilerle donatılmalıdır. Belki de böyle bir projenin ilk yararı, organizasyon içindeki fonksiyonel çatışmaları gidermesidir (Yıldızdoğan, 1989).



## BÖLÜM 6. ÜRETİM KAYNAKLARI PLANLAMASI

Üretim kaynakları planlaması (ÜKP), satış, pazarlama, üretim, tasarım, kalite kontrol, muhasebe gibi tüm işletme fonksiyonlarını bütünleşik bir yapı içinde biraraya getiren iş sistemleridir (Yıldızdoğan, 1989).

Gaither'e (1991) göre üretim kaynakları planlaması, bir imalat firmasının tüm kaynaklarını etkin bir şekilde planlama yöntemidir.

Üretim kaynakları planlaması, envanter kontrolü ve malzeme listesi kontrolü ile beraber diğer birçok üretim fonksiyonlarını destekleyen MİP sistemi özelliklerinin bir uzantısını ifade etmektedir. ÜKP sisteminin temel yapısı, kapalı çevrim MİP sistemine dayanmaktadır (Erdem, 1996).

Stok ve Lambert (1987) üretim kaynakları planlamasını, işletmenin fonksiyonel ve finansal öğelerini birleştiren ve bunlara "olursa .... ne olur?" (what - if) türü simülasyon yeteneğini ekleyen bir sistem olarak tanımlamışlardır.

Özetle, üretim kaynakları planlaması, kapalı çevrim MİP sistemine dayanan, bir işletmenin tüm fonksiyonlarını birleştiren, bunları para birimi cinsinden ifade edebilen ve simülasyon yeteneği olan bir sistemdir.

### 6.1 Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Gelişimi

Günümüzde bilgisayar donanım ve yazılımlarının gelişmesi ile firmalar problemlerini bu olanaklardan faydalananarak çözmeye başlamışlardır. Uluslararası rekabet, üretim şirketlerini iş ve üretim operasyonlarını geliştirmek için yeni metotlar bulmaya zorlamıştır. Üretim kaynakları planlaması (Şekil 6.1) performans arttırımını sağlamak için iyi bir çözüm olmuştur.

Malzeme ihtiyaç planlaması felsefesi ABD'de 1960'lı yılların sonuna doğru imalatın hızla geliştiği bir dönemde ortaya çıkmıştı. Büyüyen ekonominin getirdiği yoğun talep,



pazarın daha ağırlıklı biçimde müşteri tarafından belirlenmesi sonucunu doğurdu. Bunun sonucu olarak imalat firmalarında stoğa yönelik üretimden, siparişe yönelik üretim biçimine doğru bir geçiş oldu. Bu ise, daha çok ürün çeşidi anlamına geliyordu ve o yıllara kadar ana sorun olan malzeme ve hammadde tedarikinin yanısıra, etkin kapasite kullanımı gereği, küçük miktarlarda da ekonomik üretim yapabilir olma ve etkin finansman yönetimi gibi konular büyük önem kazandı. Bu şekilde karmaşıkleşan üretim yönetimi disiplinde MİP sistemi yetersiz kaldı.

1970'li yılların sonlarında Oliver Wight, George Plossl ve diğerleri, kapalı çevrim MİP sistemlerinden bahsetmeye başlamışlardır. Kapalı çevrim MİP sistemi, MİP sistemi çerçevesinde kurulan ve aynı zamanda üretim planlama, ana üretim planı hazırlama ve kapasite ihtiyaç planlaması gibi diğer ek fonksiyonları da içeren bir sistemdir. MİP sistemine ana üretim planı ile malzeme ihtiyaç planlaması arasına kaynak yeterliliklerinin test edilmesi boyutunun eklenerek bir kapalı devre niteliği verilmesi, finansal planlama fonksiyonunun eklenmesi, "olursa....ne olur?" türü simülasyon olanağının kazandırılması ile ortak veri tabanının genişletilmesi sonucu üretim kaynakları planlaması felsefesi doğmuş oldu.

Finans, pazarlama ve satın alma sistemlerine dayalı olarak tanımlanan iş planları, üretim ve operasyon planlarından ayrı olarak yapılır. Fakat iş planı, para birimi ile ifade edilen üretim planlarının toplamıdır. Böylelikle " işletim sistemini finansal sisteme bağlamak için, neden iş planları da para birimi ile ifade edilmesin? " sorusu kapalı çevrim MİP sisteminden ÜKP sistemine geçişle sonuçlanmıştır (Emanet, 1997).

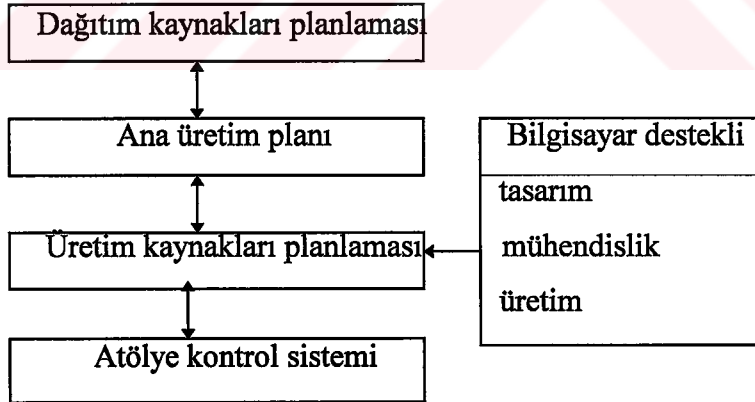
## 6.2 Üretim Kaynakları Planlaması Sistemi Veri Tabanı ve Destek Sistemi

ÜKP sistemi kullanan işletmelerin çoğu, genellikle finansal planlarla bütünleşik MİP sistemini kullanmaktadır. Amaç, zaman esaslı operasyon planlarını içeren, zaman esaslı finansal planlar vasıtasıyla üst yönetimin karar vermesini sağlamaktır. ÜKP sistemindeki temel bütünleşme kavramı imalat, pazarlama, mühendislik ve finans bilgilerini içeren ortak bir veri tabanı kurmaktır (Erdem, 1996).

Bu veri tabanındaki verilerin doğruluk ve güncellik derecesini en iyi duruma getirebilmek için aşağıdaki noktalar gerçekleştirilmelidir :

1. Verinin üretildiği yerde bilgisayara girişinin yapılması, böylece verinin oluşturulması ile bilgisayara girilmesi sorumluluğunun aynı bölümde toplanması,
2. Malzeme hareketlerinin gerçek zamanlı takibinin yapılabilmesi için barkod uygulamalarına geçilmesi,
3. Geliştirilen sistem ile bilgisayarda bulunan diğer sistemler arasındaki bütünleşmenin yapılarak veri ve işlem tekrarlarının önlenmesi, bir verinin tek bir sistemde olmasının sağlanması,
4. Bilgisayardaki veriler ile fiziksel veriler arasındaki uyumun, periyodik sayım ve kontrollerle sağlanması.

ÜKP sistemi uygulamaları, dar kapsamlı bir bilgisayar uygulaması değildir; işletmelerin yönetim etkinliğinin hızla artırılmasına izin verecek şekilde, işletmenin yönetim biçiminin değiştirilmesidir. Ayrıca daha yüksek başarı için, ÜKP sistemi modüllerinin, dağıtım kaynaklarının planlanması (DKP), bilgisayar destekli tasarım (BDT), bilgisayar destekli mühendislik (BDM), bilgisayar destekli üretim (BDÜ) ve atölye kontrol sistemleri ile aralarında mutlaka veri iletişiminin (Şekil 6.2) olması gerekmektedir (Tanyaş, 1995b).



Şekil 6.2 Bilgisayar destekli sistemlerin etkileşimi (Tanyaş, 1995b).

ÜKP sistemindeki finansal modül, hedeflenen karın gerçekleştirilmesi için ortak veri tabanından aldığı bilgileri kullanarak üst yönetime gerekli dökümanları sağlamaktadır. Finansal çizelgedeki ve işletim çizelgesindeki herhangi bir değişikliğin, sistemde güncelleştirilmesi ile ortak veri tabanında da önerilen operasyonel veya finansal

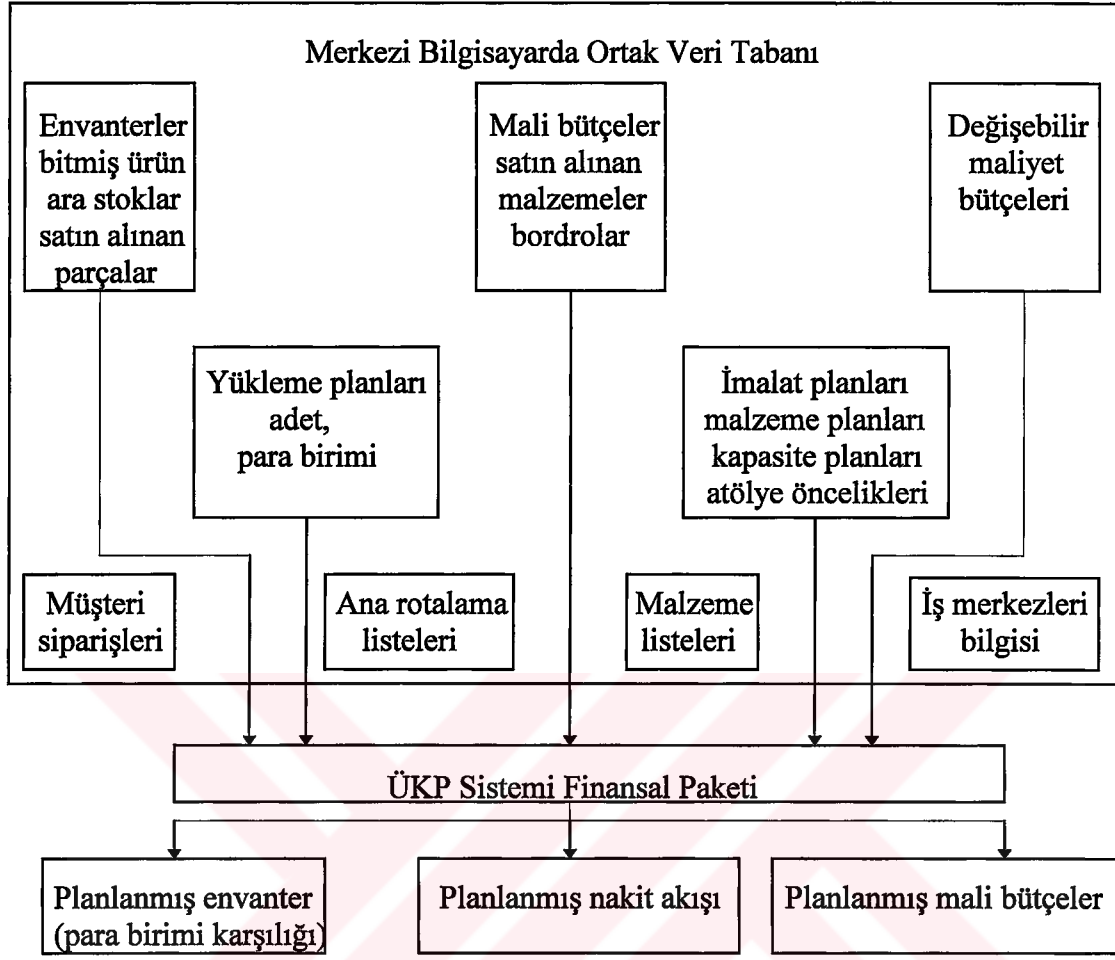
değişikliklerin tümü yapılmaktadır. ÜKP sistemi finansal modülü (Şekil 6.3) ve simülasyon modülü (Şekil 6.4) üretilen bilginin işlenmesi için kullanılmaktadır. Böylece üst yönetim, herhangi bir değişikliğin etkisini para birimi olarak görebilmekte ve olayları daha iyi kavrayarak sağlam kararlar alabilmektedir (Erdem, 1996).

### 6.3 Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Modülleri

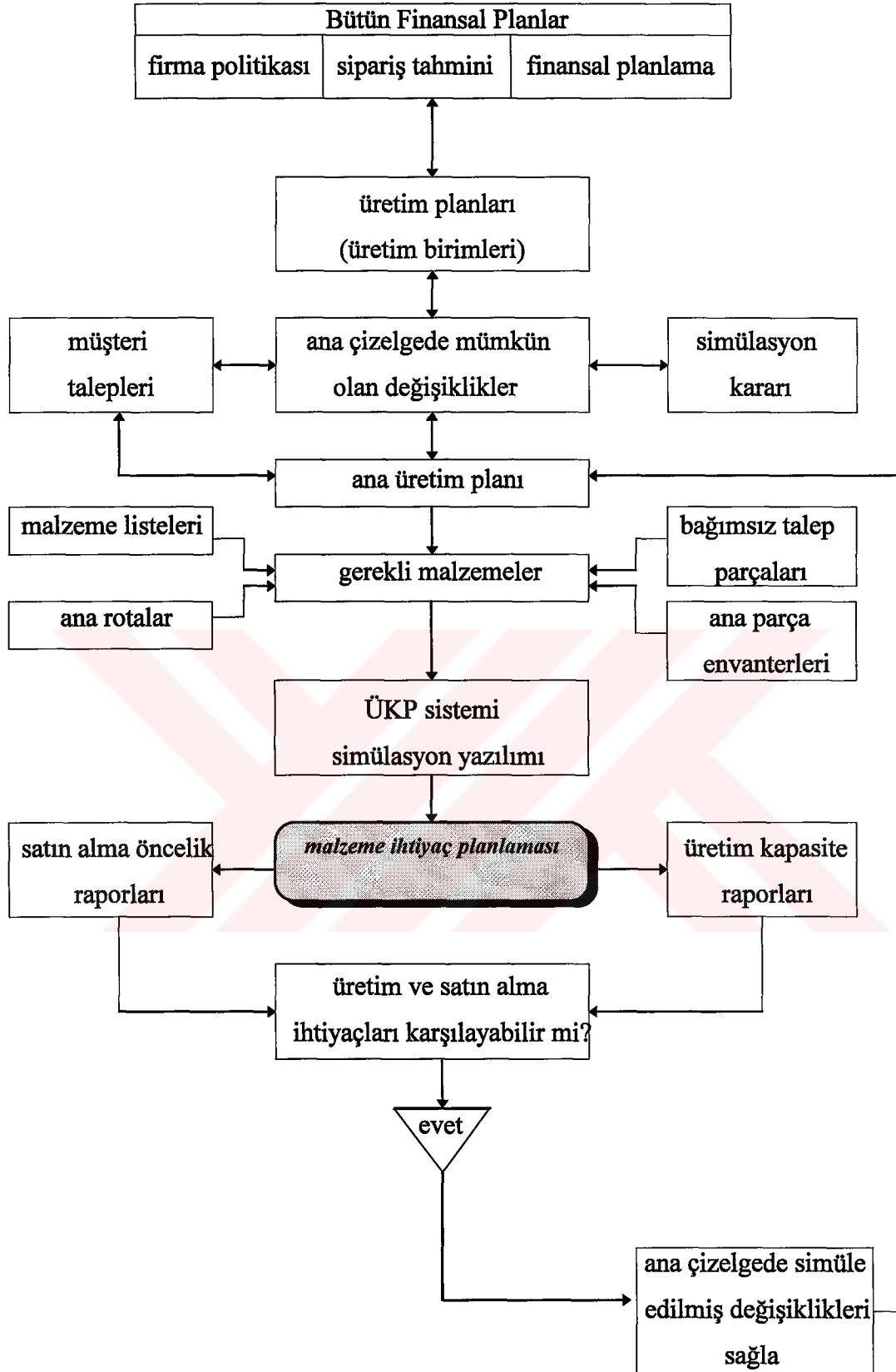
ÜKP sistemi ile, işletmenin tüm fonksiyonlarını kapsayan modüllerin bütünleşmesi mümkün olmakla beraber, temel olarak olması gereken modülleri aşağıdaki şekilde belirtebiliriz :

1. Satış tahminlerinin yapılması,
2. Satış siparişlerinin açılması ve takibi,
3. Ürün veri yönetimi (parça tanımlamaları, malzeme listeleri),
4. Endüstri mühendisliği (iş merkezleri, operasyon planları, rotalar),
5. Ana üretim planı oluşturulması,
6. Malzeme ihtiyaç planlaması,
7. Kapasite ihtiyaç planlaması,
8. Atölye kontrol sistemi,
9. Satın alma ve fason takibi,
10. Envanter yönetimi (stok kontrol),
11. Üretim ve ıskarta kontrolü,
12. Verimlilik hesaplamaları,
13. Maliyetlendirme ve maliyet kontrol,
14. Sevkiyat planlama.

Söz konusu modüllere, finansal planlama ve bütçeleme, bakım ve kalite kontrol gibi işletme fonksiyonlarını içeren modüller de ilave edilebilir. Ancak ÜKP sistemini MİP sisteminden ayıran temel özellik, malzeme ihtiyaç planlamasının yanı sıra, kapasite ihtiyaç planlaması ve maliyetlendirme ve maliyet kontrol fonksiyonlarının da eş güdümlü olarak gerçekleştirilmesidir (Tanyaş, 1995b).



Şekil 6.3 Üretim kaynakları planlaması sisteminin finansal modülü (Erdem, 1996).



Şekil 6.4 Üretim kaynakları planlaması sisteminin simülasyon modülü (Erdem, 1996).

## 6.4 ÜKP Sisteminin Diğer Endüstriyel Yönetim Sistemleriyle İlişkisi

ÜKP sisteminin diğer endüstriyel yönetim sistemleriyle olan ilişkisi, benzerliği, farklılığı ve dayanışması aşağıdaki bölümler şeklinde özetlenebilir :

### 6.4.1 Üretim kaynakları planlaması ve tam zamanında üretim

Tam zamanında üretim (TZÜ), üretim sürecindeki israfları sistematik olarak belirleyen ve ortadan kaldıran bir sistemdir. TZÜ, bir yöntem olmaktan çok üretim olayına değişik bir bakışın felsefesidir. ÜKP sistemi ile TZÜ arasındaki en önemli fark, ÜKP sistemi uygulamaları için geniş ölçüde yazılım ve donanım ihtiyacı duyulurken, TZÜ sisteminin daha basit araçlarla (örneğin kanban) çalıştırılmasıdır. ÜKP sistemi, karmaşık hesaplamalara ve optimizasyon kabiliyetine sahip, oldukça gelişmiş bir sistem olmasına rağmen işletimi, sabit bir ana üretim planı, sabit kaynak ve sabit zaman aralığına göre yapılmaktadır. Bu durum genelde itme sistemi olarak bilinir ve malzeme akış kontrolü önceden belirlenmiş bir plana göre sistemdeki siparişlerin ve malzemelerin itilmesiyle elde edilir. Diğer yandan TZÜ sistemindeki akış, bir çekme mekanizmasından etkilenmektedir. Yani son operasyon malzemeyi bir önceki operasyondan çekmektedir. TZÜ sisteminde malzeme, kullanılan montaj programı ile yönlendirilir ve durum her saat değiştirilir.

### 6.4.2 Üretim kaynakları planlaması ve toplam kalite yönetimi

Günümüzde, işlem tamamlandıktan sonra yapılan kontrol anlayışı yerini önleme amaçlı kalite yaklaşımına bırakmıştır. Bu yaklaşım bazı işletmeler tarafından uygulanmış ve önemli kazançlarla başarıya ulaşmıştır. ISO 9000 standartları, kalite planlaması, müşteri sözleşmeleri, tasarım kontrolü, satın alma, ürün tanıma ve izlenebilirlik vb. başlıkları ile planlı ve sistematik bir çalışmanın gerçekleştirilmesini öngörmektedir. ÜKP sistemleri, söz konusu konulara ait sistematigi hızlı, etkin, verimli ve güvenilir bir şekilde vermektedir. ÜKP sistemi, kaynakların etkin kullanımını sağlar ve bu özelliği ile toplam kalite yönetimine (TKY) önemli katkıda bulunur. Ayrıca ÜKP sistemleri, TKY içindeki kuruluşun başarılı olmasında etkisi büyük olan kritik süreçler nasıl tanımlanmalıdır şeklindeki alt kriterlerin değerlendirilmesinde etkili olmaktadır.



### 6.4.3 Üretim kaynakları planlaması ve yalın yönetim

Organizasyonel yapılar, yalın yönetim çalışmaları ile fonksiyonel ve hiyerarşik yapıdan, süreç esaslı ve hiyerarşik olmayan yapılara doğru yönelmektedirler. İşletmelerin fonksiyon bazında yapılandırılması, süreçlerin etkin ve verimli işlenmesini önlemekte, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine bilmeyen bölümler oluşmasına neden olmaktadır. Çalışanlar, sürecin tümü üzerinde etkin olmadıklarından gerekli şekilde motive olamamakta, geleneksel emir-komuta içinde çalışanlar, sadece önündeki işi yapmaya çalışan kişiler haline gelmektedirler. ÜKP sistemi, süreçlerin tümü hakkında bilgi sahibi olmanın önemli faktörlerinden birisidir. Yalın yönetim anlayışında çalışanlar çok fonksiyonlu olmak durumundadırlar. Bu durum ise, söz konusu kişilerin, sürecin ve sonuçların tümü hakkında bilgi sahibi olmalarını gerektirmektedir. ÜKP sistemi, bu bilgi desteğini sağlayabilecek özelliكتedir (Erdem, 1996).

### 6.5 Üretim Kaynakları Planlaması Sisteminin Yarını

Uygulama yazılımları zamanla mükemmelleşir. Ayrıca yazılım geliştirme, hala bir sanat olma özelliği taşımaktadır. Bu durum yazılımın teknik açıdan, donanımın gerisinden gelmesine neden olmaktadır. Şu anki ÜKP sistemleri, bundan on yıl öncesinin donanımları esas alınarak geliştirilmiş sistemlerdir. Belli başlı yazılım şirketleri, yeni kuşak ÜKP sistemleri üzerinde çalışmaktadırlar. Denilebilir ki, ÜKP sistemi bir zenginleşme dönemine girmiştir (Yıldızdoğan, 1989).

ÜKP sistemlerinin gelişimine 1989 yılının gözü ile bakınca, durum Yıldızdoğan'ın (1989) açıkladığı gibi görünmektedir. Ancak günümüzde bu zenginleşme dönemi, en üst seviyelerine ulaşmıştır. Turbide'a (1995) göre, ÜKP sistemleri dün nereye gidiyorsa, bugün de oraya gitmektedir, yani sürekli bir gelişim içindedir. İş yönetiminin bir çok alanını kapsayan fonksiyonel yazılımların eklenmesiyle, uygulama sürekli gelişmeyi sürdürecektir. Tüm bunlara ilave olarak, elektronik veri işlemedeki gelişmelerin ve daha iyi konuma gelmiş olan dağıtım yönetiminin aracılığıyla, ÜKP sistemleri fabrika ile bütünleşmesini tamamlayacaktır. İlk olarak atölye kontrol sistemlerinde denenilen optimizasyon teknikleri, artık ana üretim planı, malzeme ihtiyaç planlaması ve dağıtım planlaması için de

uygulanmaktadır. Bugünün daha güçlü olan bilgisayar sistemlerine, günümüzün algoritmalarına, daha birkaç yıl öncesine kadar hayal bile edilemeyen "olursa...ne olur?" türü simülasyon yeteneklerine, bu optimizasyon tekniklerinin eklenmesi, ÜKP sistemlerinin esnekliğini ve değişikliklere cevap verme yeteneklerini büyük ölçüde arttırmıştır (Turbide, 1995).

Son birkaç yıldır üretim kaynaklarının üretkenliği (ÜKÜ) kavramı tartışılmaya başlanmıştır ve üretim kaynaklarının üretkenliği kavramı, ÜKP sistemlerinin ulaştığı en son noktadır. ÜKÜ kavramı, ÜKP sistemlerinin tam zamanında üretim (TZÜ) felsefesiyle bütünleştirilmesi olarak tanımlanabilir. ÜKÜ kavramı, ÜKP sistemlerinin ve TZÜ felsefesinin tüm avantajlarına sahip olma yeteneğindedir, çünkü TZÜ felsefesi, makineleri küçük hücreler halinde tanımladığından rotalar basitleşecektir. Bu durum artık malzeme listelerinin çoklu kademelerden oluşmamasını sağlayacaktır ve ÜKP sistemi işlemleri çok basitleşecektir. Ana üretim planı daha esnek ve güvenilir hale gelecektir. Basitleştirilmiş malzeme listeleri sayesinde envanter kontrolü, her parça için planlanan siparişleri bir kerede verebilir. ÜKÜ kavramının bir avantajı da, ÜKP sistemleri kadar karmaşık olmamaları sayesinde, daha küçük yatırımlar ile gerçekleştirilebilir olmalarıdır (Stock ve Lambert, 1987; <http://www.mrp3.com>, 1996).

## BÖLÜM 7. KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE MİP SİSTEMİ UYGULAMASI

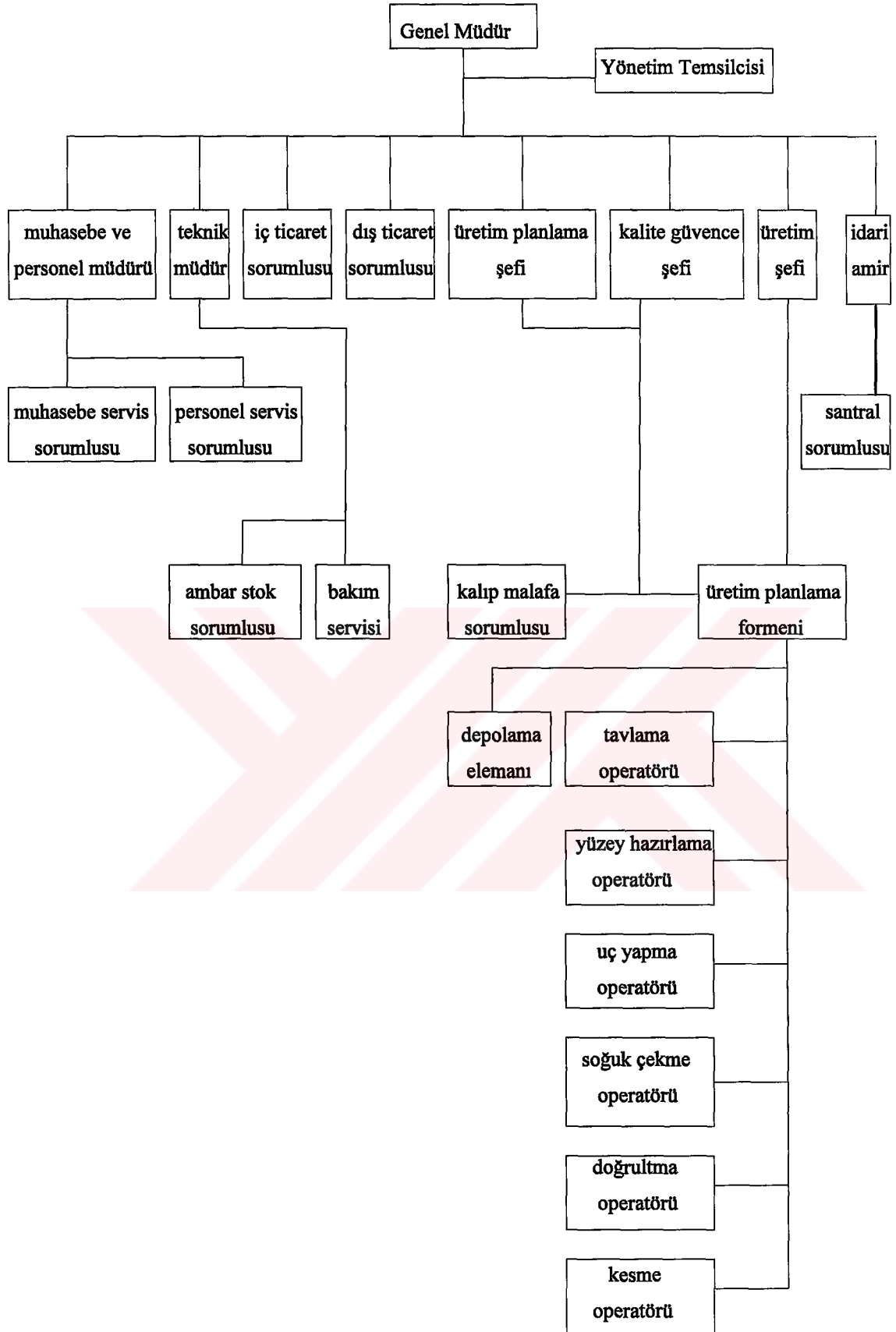
Türkiye'de küçük ölçekli işletmelerdeki MİP sistemi uygulamalarına örnek teşkil etmesi amacıyla, Kalibre Boru Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'nde (Kalibre Boru) ve Kalibre Boru'nun, MİP sisteminin uygulanması için danışmanlık anlaşması yapmış olduğu Industrial Application Software Bilgi İşlem ve Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'nde (IAS) yapılan MİP sistemi uygulama çalışmaları gözlenmiştir. Bu gözlemler sonucu, her iki firmada da yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde anlatılmıştır ve daha sonra sistemin etkinliği ve performansı, sistemin Kalibre Boru için uygun olup olmadığı, uygunsa ne derecede uygun olduğu değerlendirilmiştir. Ancak bu çalışmada MİP sistemine geçiş kararının verilmesi ve IAS firmasının seçimi süreci incelenememiştir. Bunun nedeni ise, böyle bir sürecin yaşanmamış olmasıdır. IAS firması yetkililerinin, Kalibre Boru Yönetim Kurulu Başkanı'yla yaptıkları bir görüşmede onu ikna etmeleri sonucunda, MİP sistemine geçiş kararı alınmıştır ve IAS firması seçilmiştir. Bu yöntemin doğruluğuna, uygulamanın sonunda yapılan değerlendirmede yer verilmiştir.

### 7.1 Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.

1978 yılında kurulan Kalibre Boru, adından da anlaşılacağı gibi, boru imal eden bir işletmedir. Ana üretimi dikişli ve dikişsiz soğuk çekilmiş çelik boru üretimidir. İşletmenin ana fonksiyonu, dışarıdan hazır olarak alınan, belirli bir kimyasal ve fiziksel yapıya sahip olan boruları, çeşitli işlemlerden geçirmek suretiyle, müşterileri tarafından sipariş edilen boyut ve fiziksel özelliğe getirmekten oluşmaktadır. Kalibre Boru'nun üretim tipi sipariş üzerine üretim olup, aslında hammaddesinin (ham boru) tamamını dışarıdan temin ettiğinden dolayı yaptığı işlemi fason işçilik olarak tanımlayabiliriz. Bunun dışında Kalibre Boru, üretim programında yer almayan her türlü çelik borunun ticaretini yapmaktadır. Kalibre Boru'nun şirket profili (çizelge 7.1) ve organizasyon şeması (Şekil 7.1) incelendiğinde görüleceği gibi, Kalibre Boru, küçük ölçekli bir patron şirket olmasına rağmen, Türkiye'de sektöründe (soğuk çekilmiş çelik boru üretimi) lider konumdadır. Kalitesiyle Avrupa pazarında belirli bir pay sahibi olan Kalibre Boru, MİP sistemine geçerek dünya pazarında söz sahibi olma inancındadır.

Çizelge 7.1 Kalibre Boru şirket profili

| <b>Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş</b><br><b>Yeni Bursa yolu 3. km. P.K. 332 41002 İZMİT</b> |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Üretim alanı                                                                               | Dikişli ve dikişsiz soğuk çekilmiş çelik boru                                                         |
| Üretim şekli                                                                               | Sipariş üzerine üretim                                                                                |
| Personel Sayısı                                                                            | 45                                                                                                    |
| Mühendis Sayısı                                                                            | 6                                                                                                     |
| Mühendislerin Dağılımı                                                                     | 3 endüstri mühendisi<br>2 makina mühendisi<br>1 kimya mühendisi                                       |
| Kapasite                                                                                   | 20.000 ton / yıl                                                                                      |
| Kapasite Kullanım Oranı                                                                    | %72 (1997 yılı)                                                                                       |
| Satış Hacmi                                                                                | 20.000.000 DM (1997 yılı)                                                                             |
| Toplam Satışta İhracatın Oranı                                                             | %30                                                                                                   |
| Yurtiçi Pazar Payı                                                                         | %70                                                                                                   |
| Ticareti Yapılan Ürünler                                                                   | Her türlü çelik boru (kazan, amortisör, hidrolik, pnömatik, silindir boruları, özel alaşımlı borular) |
| İthalatı                                                                                   | Dikişsiz çelik boru                                                                                   |
| İthalat Tutarı                                                                             | 5.170.966 DM , 3.130 ton (1997 yılı)                                                                  |
| İthalat Yapılan Ülkeler                                                                    | Fransa , Almanya , İtalya                                                                             |
| İthalatın Dağılımı                                                                         | %80 Fransa<br>%10 Almanya<br>%10 İtalya                                                               |
| İhracatı                                                                                   | Dikişli ve dikişsiz soğuk çekilmiş çelik boru                                                         |
| İhracat Tutarı                                                                             | 6.115.273 DM , 4.368 ton (1997 yılı)                                                                  |
| İhracat Yapılan Ülkeler                                                                    | Almanya , İsrail , Pakistan , Filipinler                                                              |
| İhracatın Dağılımı                                                                         | %80 Almanya<br>%10 İsrail<br>%5 Pakistan<br>%5 Filipinler                                             |
| Sahip Olduğu Kalite Belgeleri                                                              | TSE - ISO 9002<br>TÜV sertifikası (sadece kazan boruları için)                                        |



Şekil 7.1 Kalibre Boru organizasyon şeması (Bilgin, 1996).

## 7.2 Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.'de MİP Sistemi Uygulaması

Kalibre Boru'daki MİP sistemi uygulamasının ilk adımı olarak IAS firması ile tanışma toplantısı düzenlenmiştir. Bu toplantıda, IAS firması kendisini ve IAS yazılımı tanıtmıştır ve Kalibre Boru hakkında genel bilgiler almıştır. Daha sonra Kalibre Boru sistem analizi yapıp, mevcut sistemin IAS yazılımına uyarlanabilmesi için yapılması gereken değişiklikler belirlenmiştir. Bir sonraki adım olarak bilgisayar sistemi değiştirilip, kullanıcı bilgisayarlarına IAS yazılımı yüklenmiştir ve eğitimler başlamıştır. En son adım olarak da, paralel geçiş yöntemiyle yeni sisteme geçiş tasarlanmıştır. Böylece, yeni sistemdeki aksaklıklar belirlenip, düzeltme imkanına sahip olunacağı düşünülmüştür.

### 7.2.1 IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş. ve IAS yazılımı

Yapılan tanışma toplantısında IAS firması kendisini ve kendi standart yazılımı olan IAS yazılımını tanıtmıştır. Ayrıca bu toplantıda Kalibre Boru hakkında genel bilgiler almıştır.

#### 7.2.1.1 IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş.

IAS firması, şirketlere bilgi sistemleri konusunda çözümler üretmek ve danışmanlık hizmeti vermek üzere 1989 yılında Almanya'da kurulmuştur. IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş., Türkiye'de Mart 1994 tarihinde kurulmuştur. Türkiye ofisi halen IAS firmasının yazılım geliştirme merkezi olarak faaliyet göstermesi nedeniyle önemli konumdadır.

Şirket genelinde yapılan genel danışmanlık hizmetleri kapsamında, işletmedeki mevcut sistemin analiz edilmesi ve bilgi işlem ihtiyaçlarının belirlenmesi yer almaktadır. Yapılan analizler sonucunda, endüstriyel yönetim sistemleri felsefesinden yola çıkarak iş akışlarında iyileştirme çalışmaları yapılır.

Yazılım geliştirme bölümü, standart yazılımın yeni sürümlerini hazırlamaktadır. Gerektiğinde firmalara özel çözümler üretilmektedir. Tüm bunlarla ilgili gerekli eğitimler verilerek, son kullanıcıların sistemi etkin bir şekilde kullanması sağlanmaktadır.

IAS destek merkezi, IAS yazılımını kullanan firmalarda, yazılımın firma ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılaması amacıyla gerekli uyarlamaları yapmaktadır (IAS, 1997).

#### 7.2.1.2 IAS yazılımı teknik özellikleri ve modülleri

Yapılan tanışma toplantısında IAS yazılımının genel özellikleri şu şekilde özetlenmiştir :

1. Bütünleşik,
2. Modüler yapı,
3. Kullanım kolaylığı,
4. Açıklık,
5. İşlevsellik,
6. Güvenilirlik,
7. Esneklik,
8. Çok dillilik,
9. Sektör bağımsızlığı,
10. Tarihçe takibi,
11. Kısa kurulum süresi.

##### 7.2.1.2.1 IAS yazılımının teknik özellikleri

IAS yazılımının teknik özelliklerini ise şu şekilde özetleyebiliriz :

1. Müşteri / sunucu (client-server) mimarisi : IAS yazılımının kullandığı müşteri / sunumcu tekniğinde, sunucu sadece veri saklama görevini üstlenirken, müşterilerde (son kullanıcının kişisel bilgisayarı) grafik arayüz sistemleriyle veri sunumu, girişi ve IAS yazılımının uygulamaları yapılmaktadır. Bu sayede, sunucunun performansının azalması önlenmiştir.

2. Ortam bağımsızlığı : IAS yazılımı çeşitli donanımlarla, işletim sistemlerinde (örneğin DOS, UNIX, OS/2 vb.), grafik arayüzlerde (örneğin Microsoft Windows, Windows 95, Windows NT vb.), ilişkisel veri tabanlarında (örneğin Oracle, SQL server, Sybase vb.) ve ağ yapılarında (örneğin Novel Netware, Microsoft LAN-manager, PC-NFS vb.) çalışan bir sistemdir.

3. Dış ortamlarla bütünleşme : IAS yazılımı, Excel, Word gibi yazılımlarla birlikte çalışabilmekte ve veri alışverişi yapabilmektedir. Ayrıca, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim sistemleriyle veri alışverişinde bulunabilmek üzere gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir.

4. Sürüm değişiklikleri : Nesne tabanlı programlama teknolojisi kullanılarak geliştirilen IAS yazılımı, sürüm değişikliklerinin çok kısa bir zaman içerisinde kolaylıkla gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (IAS, 1997).

#### 7.2.1.2.2 IAS yazılımının modülleri

Aşağıda bazı özellikleri ile IAS yazılımının modüllerinin içeriği sıralanmaktadır :

##### 1. Temel Modül :

Sisteme ana verilerin girildiği modüldür. Bu modülde tanımlanan veriler, diğer modül fonksiyonları içerisinde temel alınmaktadır. İçeriği :

1. Kullanıcılar, yetki alanları ve fabrika çalışma takvimi,
2. Şirketler, tesisler, depolar, kullanılacak diller, kurlar, malzeme tipleri, birimler vb. genel tanımlar,
3. Tüm malzeme (hammadde, ürün, hizmet vb.) bilgileri,
4. Alternatif malzeme tanımları,
5. Müşteri / tedarikçi bilgileri,
6. Tarih bazlı kur takibi.

##### 2. Malzeme Sınıfları Modülü :

Benzer özellikleri taşıyan malzemeler için malzeme sınıflarının oluşturulduğu modüldür. Malzemeler oluşturulan sınıflarla ilişkilendirilir. İçeriği :

1. Bir malzeme sınıfı içerisinde malzemelere 256 değişik özellik tanımlama imkanı,
2. Her bir sınıf içerisinde belirlenen özelliklerin, tüm sistem genelinde malzeme seçim kriteri olarak verilebilmesi imkanı.

##### 3. Malzeme Listeleri (ürün ağaçları) Modülü:



Ürün ve yarı mamülleri oluşturan parçaların tanımlandığı modüldür. Modülde tanımlanan malzeme listeleri bilgileri, malzeme ihtiyaç planlaması, iş emirleri, ürün maliyetlendirme, bakım planlaması, envanter yönetimi, rota ve satış modüllerindeki fonksiyonlar tarafından kullanılır. İçeriği :

1. Standart, alternatif ve benzer malzeme listeleri tanımları,
2. Malzeme listeleri elemanlarına farklı statüler verebilme imkanı,
3. Tarih bazlı malzeme listeleri takibi,
4. Malzemelerin kullanıldığı malzeme listelerinin dökümü,
5. Bir malzeme listesinin tüm kademelerindeki elemanların listelenmesi,
6. Elemanların yeni bir malzemeyle değişimi sonucu, ilgili tüm malzeme listelerinin güncellenmesi.

#### 4. Rotalar Modülü :

Ürün veya yarı mamül üretimlerindeki operasyonların, bakım talimatlarının ve standart operasyon sürelerinin tanımlandığı modüldür. Rota bilgileri iş emirleri, bakım planlaması, kapasite planlaması ve ürün maliyetlendirme modülleri tarafından kullanılır. İçeriği :

1. Standart ve alternatif rota tanımları,
2. Aktivite - maliyet merkezi, iş merkezi - maliyet merkezi ilişkisi,
3. Üretim kaynaklarının ve kullanılan araçların rota adımları ile eşleştirilmesi,
4. Fason imalatı veya başka bir tesiste yapılan üretimi tanımlayabilme,
5. Operasyonların, yapıldıkları iş merkezleriyle birlikte tanımlanması,
6. İş merkezleri bazında kapasite yükünü tanımlayabilme,
7. Her bir operasyonda kullanılacak malzemelerin belirtilebilmesi.

#### 5. Malzeme İhtiyaç Planlaması Modülü :

Bu modülde müşteri siparişlerinden ve/veya satış planlarından doğan üretim talepleri gözönüne alınarak, üretim ve tedarik miktarları ve zamanları planlanır. Aynı modül içerisinde yedek parça tedarik planlaması da gerçekleştirilir. Envanter yönetimi, satın alma, satış, malzeme listeleri, iş emirleri ve temel modülle karşılıklı bilgi alışverişi yapılır. İçeriği:

1. Müşteri siparişine ve/veya stoğa üretime, bakım planlarına istinaden yapılan planlama sonuçlarını ayrı ayrı takip edebilme,

2. Talep tahminlerine göre planlama,
3. Toplu halde (net değişim) ve/veya tek tek malzeme planlama,
4. Planlamayı etkileyebilecek değişime uğramış malzemelerin otomatik kaydı,
5. Değişik malzeme ihtiyaç planlaması metotları uygulayabilme,
6. Planlamanın durumunu yansıtan mesajların toplu listelenmesi,
7. Zaman ekseninde (planlama sonucunda veya herhangi bir anda), ihtiyaçların ve stok girdilerinin izlenebilmesi,
8. Fason imalata gidecek malzemelerin planlanması,
9. Çeşitli sipariş miktarı belirleme metotları,
10. ABC analizi.

#### 6. Satın Alma Modülü :

Planlanan satın alma ihtiyaçlarının değerlendirildiği, siparişlerin oluşturulduğu ve takibinin yapıldığı, tedarikçi tekliflerinin ve anlaşmalarının kaydedildiği modüldür. Malzeme ihtiyaç planlaması, envanter yönetimi, fatura kontrol modülleriyle bütünleşik bir şekilde çalışmaktadır. İçeriği :

1. Teklif ve siparişlerin tarih bazlı takibi ve yönetimi,
2. Tekliflerin, teslim sürelerine ve net fiyatlarına göre karşılaştırılması,
3. Sipariş onay mekanizması,
4. Tedarikçilere sipariş hatırlatma ve uyarı gönderme,
5. Fason imalata gönderilen siparişlerin takibi,
6. Malzeme ihtiyaç planlaması sonucu otomatik veya kullanıcı tarafından satın alma isteği oluşturma,
7. Sabit tedarikçilere otomatik sipariş oluşturma,
8. Miktar ve özel koşullara bağlı indirimler,
9. Tedarikçiler ve ürünler hakkında istatistiki bilgiler (MS-Excel bağlantısı).

#### 7. Satış Modülü :

Satış ile ilgili temel belgelerin (teklif, sipariş, irsaliye, fatura) oluşturulması ve bunların takip işlerinin yapıldığı modüldür. Bu modülde muhasebe modülüne bilgi aktarımı sağlanır. Envanter yönetimi ve malzeme ihtiyaç planlaması modülleriyle de bütünleşik bir yapı içindedir. İçeriği :

1. Teklif ve sipariş yönetimi (teklif, sipariş, irsaliye ve fatura arasında bütünleşik döküman akışı),
2. Müşteri ve/veya satış kalemi bazında indirim yapabilme (ürüne, müşteri ve müşteri gruplarına özel fiyatlandırma),
3. Farklı kurlarda fiyat listeleri oluşturma,
4. Satış kalemleri bazında farklı KDV oranları verebilme,
5. Satış belgeleri oluştururken stokta bulunabilirlik kontrolü (siparişlerle stokta otomatik tahsis etme),
6. Sevkiyat şekilleri, ödeme koşullarını tanımlayabilme,
7. İade faturası oluşturma,
8. Sevkiyat durumlarını irsaliye içerisinde inceleyebilme,
9. Ürün seti tanımlama imkanı,
10. Sipariş kalemlerinin planlamaya otomatik aktarılabilmesi,
11. Müşteriler, ürünler ve fiyatlar hakkında istatistiki bilgiler (MS-Excel bağlantısı).

#### 8. Envanter Yönetimi Modülü :

Stok hareketlerinin ve stok sayımının yapıldığı, stok miktarlarının ve malzeme hareketi belgelerinin incelendiği modüldür. Satın alma siparişi, irsaliye ve iş emri belgelerine istinaden mal hareketi yapılabildiği için satış, satın alma ve iş emirleri modülleriyle bütünleşik bir yapıdadır. Modülde yapılan her hareket muhasebe kaydı oluşturur. İçeriği :

1. Hiyerarşik yapıda stok takibi (fabrika, depo, stok yeri, parti stoğu),
2. Özel stoklar (müşteri özel stoğu),
3. Tek tek veya malzeme listelerine bağlı stoktan toplu mal çekme imkanı,
4. Depolar ve fabrikalar arası stok transferi,
5. Satın alma ve iş emirlerine bağlı mal giriş kontrolü,
6. Otomatik olarak iş emrine malzeme çıkışı,
7. Kalite kontrol stoklarına malzeme aktarımı ve kalite kontroldeki bloke edilmiş malların, kullanılabilir stoklara aktarımı,
8. Malzeme rezervasyon yönetimi,
9. Mal hareketlerinin belirtilen fiyatlarla, belirtilen hesaplara kayıt yapılması.

#### 9. Ürün Maliyetlendirme Modülü :

Bu modülde aktivite bazlı standart ürün maliyetlendirme işlemleri yapılır. Maliyet hesaplamaları için rota, malzeme listeleri ve maliyet merkezleri modüllerinden ilgili bilgiler alınır. Maliyet şeması bilgileri, iş emirleri modülünde iş emri maliyeti bulunması aşamasında kullanılır. İçeriği :

1. Kullanıcı tanımlı maliyet şemaları,
2. Bir malzeme için farklı maliyet şeması kullanılarak maliyet hesabı yapma imkanı,
3. Maliyet sonuçlarının MS-Excel'e aktarılması, zaman içerisindeki değişimin grafiksel incelenebilmesi,
4. Maliyet elemanlarının detaylı incelenmebilmesi (hangi aktivite, hangi operasyonda, birim fiyatı nedir vb.),
5. Yeni maliyet elemanları ekleyerek (aktivite ve malzeme) simülasyon yapabilme,
6. Genel giderlerin ürünlere oransal olarak yansıtılması.

#### 10. Kalite Kontrol Modülü :

Üretimin ve hammaddenin kalite takibinin yapıldığı modüldür. İş emirleri, envanter yönetimi modülleriyle bütünleşik yapı içerisinde. İçeriği :

1. Kalite kontrol işlemlerinin tanımlanması,
2. Malzeme spesifikasyonları,
3. Kalite kontrol iş emirlerinin oluşturulması ve takibi,
4. Mal giriş / çıkış kontrolü prosedürleri,
5. Tedarikçi değerlendirmeleri,
6. İstatistiksel kontrol diyagramlarıyla üretim kalitesi izlenmesi, grafiksel döküm.

#### 11. İş Emirleri Modülü :

Üretim takip ve kontrol işlemlerinin yapıldığı modüldür. Modül içerisinde iş emirleri oluşturulur, gerçekleşen üretim bilgilerinin girişi imkanı sunulur. Rota, malzeme ihtiyaç planlaması, envanter yönetimi, kapasite ihtiyaç planlaması ve bakım planlaması modülleri ile arasında karşılıklı bilgi alışverişi mevcuttur. İçeriği :

1. Üretim zamanı çizelgeleme (ileri, geri),
2. Toplam üretim süresini üst üste yükleme ve/veya paralel işleme yaparak hesaplayabilme,
3. İş emirlerini hazırlık zamanı gruplarına göre sıralayabilme,
4. Malzeme ve kapasite durum raporu,

5. Kapasite darboğazlarında üretim zamanını ayarlayabilme,
6. Gerektiğinde alternatif malzeme ve operasyon tanımlayabilme,
7. Değişik statüler kullanarak iş emrinin ve adımlarının yönetimi ve kontrolü,
8. Sipariş ve parti takibi,
9. İş emrine bağlı mal giriş çıkış kontrolü,
10. Kullanılacak malzemeleri stoktan otomatik çekme, üretilen malzemeleri stoğa otomatik girme.

#### 12. Kapasite Planlaması Modülü :

Bu modülde, iş merkezlerinin kullanılabilir kapasiteleri ile ihtiyaç duyulan kapasite değerlerinin karşılaştırılması yapılır. İçeriği :

1. İş merkezi çalışma zamanlarını göz önüne alarak kullanılabilir kapasite hesabı,
2. Üretim planları nedeniyle dar boğaz iş merkezlerinde doğan kapasite ihtiyaçlarının planlanması (kaba kapasite planlaması),
3. Açılan iş emirlerinden doğan kapasite ihtiyaçlarının planlanması (kapasite ihtiyaç planlaması),
4. Kullanıcı tarafından verilen formüllerle kapasite ihtiyacını belirleme,
5. Kapasite dengeleme ve geri besleme,
6. Kapasite dar boğazlarını grafiksel olarak izleyebilme.

#### 13. Bakım Planlaması Modülü :

Periyodik bakım planlarının oluşturulduğu, günlük kontrol ve arıza bilgilerinin kaydedildiği modüldür. Rota, malzeme listeleri, malzeme ihtiyaç planlaması, iş emirleri, kapasite planlaması, maliyetlendirme, satın alma ve envanter yönetimi modülleriyle bütünleşik yapıdadır. İçeriği :

1. Makina bilgileri,
2. Bakımda kullanılacak malzemelerin ve yapılacak işlemlerin tanımlanması,
3. Periyodik bakım ve kontrol planı hazırlığı,
4. Bakım emirleri açma, maliyet ve personel takibi,
5. Yedek parça ihtiyaçları planlaması,
6. Tarih bazlı bakım takibi ve raporlamalar,
7. Arıza bildirimi, arıza tarihçe kontrolü,

8. Günlük kontrol işlemlerinin tanımı, kontrol kayıtları,
9. Bakım istatistikleri (makina arıza-bakım tarihçeleri, bakım maliyetleri, geciken ve bitmemiş bakımlar vb.).

#### 14. Genel Muhasebe Modülü :

Genel muhasebe işlemlerinin yapıldığı modüldür. Satın alma, envanter yönetimi ve fatura kontrol modülleriyle bütünleşik bir yapı içindedir. İçeriği :

1. Alacaklar ve borçlar hesaplarının ayrı olarak tutulması ve izlenmesi,
2. Ödemelerin kontrolü, hatırlatmalar ve uyarılar (çek/senet takibi),
3. Şirkete özgü ve tek düzen hesap planı oluşturma,
4. Esnek mali tablolar hazırlama imkanı,
5. Hesap tipleri,
6. Tarihçe takibi,
7. Hesap açıklamaları,
8. İlgili hesaba otomatik işleme,
9. Muhasebe belgeleri,
10. Muhasebe dönemleri,
11. Borç analizleri,
12. Sabit kıymetler,
13. Bütçe,
14. Para birimleri,
15. Ödeme belgeleri.

#### 15. Amortisman Muhasebesi Modülü :

Bu modül, maliyet merkezleri ve genel muhasebe modülleriyle bilgi alışverişinde bulunur.

İçeriği:

1. İşletmedeki sabit değerlerin kaydı,
2. Dönemsel amortisman hesabı,
3. Yıl sonunda yeniden değerlendirme işlemleri.

#### 16. Maliyet Merkezleri Modülü :

Birim maliyetlerin değişimi ve gerçek miktarda tüketilen kaynaklar temel alınarak, fiili maliyetlerin hesaplandığı modüldür. İş emirleri, ürün maliyetlendirme, genel muhasebe modülleriyle bütünleşik yapıdadır. İçeriği :

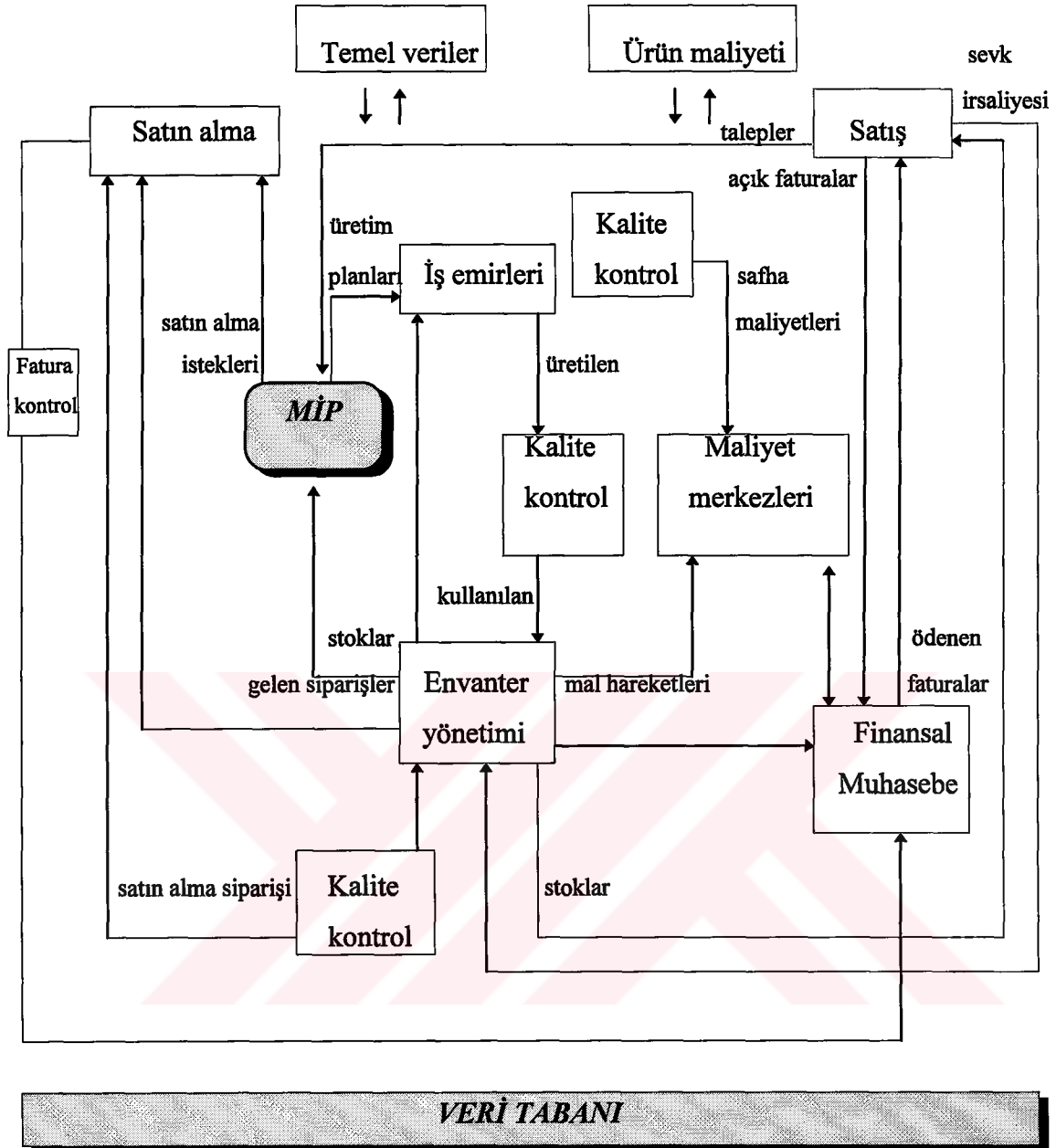
1. Maliyet planlamalarıyla, maliyet merkezi bütçe çalışmaları,
2. Dönem içerisinde giderlerin ilişkili maliyet merkezlerinde toplanması, ilişkilendirilmemiş maliyetlerin tüm merkezlere dağıtımı,
3. Dönem sonlarında, üretim giderlerinin birim maliyetlerinin hesaplanması, bunların ürün maliyetlendirme modülüne aktarımı,
4. Maliyet merkezlerinde toplanan değer, maliyet taşıyıcılarına yüklenmesi,
5. Maliyetlerin ürünlere dağılım oranlarının hesaplanması, ürün maliyetlendirme modülüne aktarılması.

#### 17. Maliyet Taşıyıcıları Modülü :

Proje, müşteri siparişi gibi, belirli bir süre içerisinde birçok işlemin doğurduğu maliyeti yüklenecek birimlerin tanımlandığı modüldür. Maliyet merkezleri ve genel muhasebe modülleriyle bütünleşik çalışır. İçeriği :

1. Maliyet takibi istenen nesnelerin tanımlanması (sipariş, ürün, proje vb.),
2. Oluşan giderin ilgili maliyet taşıyıcılarına atanması,
3. Maliyet taşıyıcılarının planlanan ve gerçekleşen maliyetlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi.

Yukarıda tanıtılmış olan IAS yazılımının modüllerinden ilk on tanesi (1 ve 10 dahil) lojistik uygulamaların, onbirinciden onüçüncü modüle kadar olanlar (11 ve 12 dahil, 13 hariç) üretim takip ve kontrol uygulamalarının, onüçüncü modül bakım yönetiminin, 14. modülden sonrakiler (14 ve 17 dahil) muhasebe / finansman uygulamalarının kapsamındadır. Tüm bu modüller tam bir bütünleşik (Şekil 7.2) yapı içinde çalışmaktadırlar (IAS, 1997).



Şekil 7.2 IAS yazılımının bütünleşik yapısı (IAS, 1997).

### 7.2.2 Kalibre Boru sistem analizi

Kalibre Boru sistem analizi çalışması iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, mevcut sistemin ve iş akışlarının incelenmesidir. Bu çerçevede IAS yazılımı ile mevcut işlemlerin yapılabilişliliği analiz edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması ise, mevcut sistem ile IAS yazılımının bütünleşik bir şekilde çalışabilmesi için sistemde ve IAS yazılımında yapılması gereken değişiklikler tespit edilmiştir. Ancak burada yazılımda yapılması gereken



değişiklikler yerine, Kalibre Boru'daki mevcut sistemde yapılması gereken değişiklikler üzerinde durulacaktır.

#### **7.2.2.1 Kalibre Boru mevcut sisteminin analizi ve iş akışlarının tespiti**

Kalibre Boru sistem analizi çalışmasının ilk aşamasını teşkil eden mevcut sistemin analizi ve iş akışlarının tespitinin amacı, Kalibre Boru'yu ve firma yapısını tanımak ve IAS yazılımı ile mevcut sistemin yapılabirirliliğini analiz etmektir.

##### **7.2.2.1.1 Firmanın statik yapısı**

Kalibre Boru'nun statik yapısını şu alt başlıklar altında inceleyebiliriz :

1. Firma faaliyetleri,
2. Mevcut bilgi işlem yapısı,
3. Mamüller,
4. Yarı mamüller,
5. Hammaddeler,
6. Rotalar.

##### **7.2.2.1.1.1 Firma faaliyetleri**

Kalibre Boru'nun ana faaliyeti, dışarıdan hazır olarak alınan, belirli bir kimyasal ve fiziksel yapıya sahip olan boruları, çeşitli işlemlerden geçirmek suretiyle, müşteri tarafından sipariş edilen boyut ve fiziksel özelliğe getirmekten oluşmaktadır.

##### **7.2.2.1.1.2 Mevcut bilgi işlem yapısı**

İşletme içerisinde muhasebe, satış, satın alma, üretim planlama ve takip, stok kontrol faaliyetlerinin bir kısmı, bilgi işlem ortamında birbirleriyle bütünleşik olmayan yazılımlar ile karşılanmaktadır. Bu yazılımlar şunlardır :

1. MEGA : Muhasebe, sipariş, irsaliye, fatura işlemlerinde ve ham boru stokları takibinde kullanılan standart bir yazılımdır. Şirket bünyesindeki diğer yazılımlara kıyasla birimler arası bütünleşmeyi en çok sağlayan yazılımdır. Cobol yazılım dili ile geliştirilen MEGA, Kalibre Boru ihtiyaçlarına uygun hale getirilmek üzere değiştirilmiştir.

2. Microsoft Winword : Müşteri teklifleri ve firmalarla yapılan diğer yazışmalar Winword kullanılarak hazırlanmakta ve saklanmaktadır.

3. DBASE III + : Kalibre Boru'da teklif maliyetlerinin hesaplanmasında, Dbase'de yazılmış bir yazılım kullanılmaktadır. Hesaplanmış maliyetler, teklif, sipariş, müşteri ve ölçü bazında bu sistemde saklanmaktadır.

4. ALS : Kalibre Boru için özel olarak geliştirilmiş ve gerçekleşen maliyet hesaplamalarının yapıldığı bir yazılımdır. Gerçekleşen maliyet değerlerinin hesaplanması için MEGA yazılımından hesap dökümleri alınarak, elle ALS'ye aktarılmaktadır. Üretim hattında gerçekleşen üretim değerleri de ALS sistemine girilmekte ve maliyet hesaplamalarında kullanılmaktadır.

#### 7.2.2.1.1.3 Mamüller

Kalibre Boru'da sadece boru şekillendirme işlemleri yapılması nedeniyle, mamül çeşitliliği bulunmamaktadır. Çeşit olarak farklılık olmamasına rağmen, ölçülerin, toleransların, boru boylarının, kimyasal ve fiziksel özelliklerin değişimi ile birlikte, çok sayıda mamül boru tipi ortaya çıkmaktadır.

İşletme sipariş üzerine üretim yapmakta, dolayısıyla işletme içerisindeki faaliyetlerin başlangıcı satış siparişi olmaktadır. Üretilcek olan borunun tüm özellikleri sipariş aşamasında belli olmaktadır. Mamüller müşteri isteklerine göre çeşitlenmekte ve her müşteri siparişi yeni bir mamül olmaktadır. Yani, belirli bir kod numarası ya da isim ile takip edilen tanımlı mamüller bulunmamaktadır.

Her satış siparişi yeni bir mamül olarak algılanabileceği için, sipariş sırasında müşteri tarafından belirtilen spesifikasyonlar (Çizelge 7.2) bu mamülü tanımlamaktadır.

Kalibre Boru'daki mamül yapısını (ürün ağacı) incelersek, bir mamül boruyu üretmek için kullanılan malzemelerin iki gruba ayrıldığını görebiliriz :

#### 1. Ham Boru :

Ham boru bir takım proseslerden geçirilmek suretiyle, fiziksel özelliği ve ölçüleri değiştirilen ve mamül haline getirilen işlenmemiş borular için kullanılan isimdir. Siparişte özellikleri belirtilen mamül boruyu üretmek için kullanılabilecek ham boru standart değildir. Aynı mamül üretiminin yapılabilmesi için iki ayrı sipariş için farklı tipte ve ölçüde ham boru kullanmak söz konusu olabilmektedir. Genelde tek bir sipariş için tek tip ham boru kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda iki veya daha fazla tipteki ham borudan tek bir mamül boru oluşturulabilmektedir.

Çizelge 7.2 Müşteri tarafından belirtilen spesifikasyonlar (Şahin ve Çakır, 1997)

| <i>Mamülle İlgili Değişkenler</i> | <i>Muhtemel Veriler</i>                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| malzeme cinsi                     | dikişli veya dikişsiz                        |
| dış çap                           |                                              |
| iç çap                            |                                              |
| et kalınlığı                      |                                              |
| norm/malzeme/fiziksel özellik     | DIN standardı veya müşteri teknik şartnamesi |
| toleranslar (iç)                  | DIN standardı veya müşteri teknik şartnamesi |
| toleranslar (dış)                 | DIN standardı veya müşteri teknik şartnamesi |
| boy                               |                                              |

#### 2. Yardımcı malzemeler :

Bir mamül boruyu üretmek için kullanılan yardımcı malzemeleri, ambalaj malzemesi, kimyasallar ve kalıp ve malafalar olmak üzere üç gruba ayırabiliriz.

Ambalaj malzemesi olarak, müşteri istekleri doğrultusunda çelik çember, sandık, karton, naylon torba kullanılmaktadır. Siparişte aksi belirtilmedikçe, mamül borular son işlemten sonra, çelik çemberle sarılmaktadır.

Kimyasallar, üretimin değişik aşamalarında ve özellikle yağlama havuzlarında (yağlama ile asit banyosu, sabun banyosu, ince yağ banyosu, fosfatlama gibi tüm banyo işlemleri anlatılmaktadır) kullanılan maddelerdir. Makinalarda kullanılan yağlar da bu kapsamda ele alınmaktadır.

Kalıp ve malafalar, boru çekimi esnasında ham boruların, iç ve dış çapını istenilen ölçülere getirmek için kullanılan araçlardır. Bunlar, mamül yapısında bulunmamakla beraber, mamül üretimi esnasında bulunması zorunlu olan araçlardır.

Mamül yapısının yukarıda anlatılan şekilde ortaya çıkması, standart mamül yapılarının bulunmadığını ortaya koymaktadır. Mamül yapıları her defasında, eldeki malzemeye ve müşteri isteğine göre değişim göstermektedir.

#### **7.2.2.1.1.4 Yarı mamüller**

Kalibre Boru bünyesinde yarı mamül olarak değerlendirilebilecek boru bulunmamaktadır. Siparişe göre yapılan üretimlerde operasyonlar arası kalan borular yarı mamül olarak kabul edilmemektedir.

#### **7.2.2.1.1.5 Hammaddeler**

Mamül yapısı içerisinde ifade edilen tüm malzemeler (kalıp ve malafalar hariç) hammadde olarak kabul edilmektedir. Ancak üretim, ham boru üzerinde işlem yapma şeklinde sürdürüldüğünden ham boru ana hammadde olarak değerlendirilmektedir. Mamül özelliklerine bağlı olarak, firma dışından iki ana grupta ham boru temin edilmektedir :

1. Dikişli boru : Yassı saçların kıvrılarak kaynak yapılmasıyla oluşturulmaktadır. İhtiyacın tamamı yurt içinden karşılanmaktadır.

2. Dikişsiz boru (çelik çekme boru) : Boru olarak dökülmek suretiyle üretilmekte ve ihtiyacın tamamı yurt dışından karşılanmaktadır.

#### 7.2.2.1.1.6 Rotalar

Ham boruları mamül hale getirmek için yapılan ana işlem soğuk çekme işlemidir. Borunun çekme işlemine tabi tutulabilmesi için bir dizi işlemten geçirilmesi gerekmektedir. Bir mamülün üretiminde standart olarak hangi ham borunun kullanılacağı belli olmadığından, yapılacak işlemler ve işlem sıraları da standart olarak belli değildir. Aynı mamülün üretimi sırasında yapılacak olan işlemler her defasında değişebilmektedir. İşlem sayıları ancak sipariş alınıp ham boru tespit edildikten sonra belli olmaktadır. Bir ham borunun, üretim esnasında geçebileceği operasyonlar sırasıyla aşağıda yer almaktadır :

1. Tavlama,
2. Yüzey hazırlama (banyo işlemleri),
3. Uç yapma (uç ezme),
4. Soğuk çekme,
5. Doğrultma,
6. Kesme.

Kısaca, ham borunun yukarıdaki işlemlerden hangisi ile üretime alınacağı, bir kez işlem sırasını tamamladıktan sonra, hangi işlemlerden kaç kez daha geçeceği, sipariş alındıktan sonra belli olmaktadır. Böylece mamülün üretim rotası, her siparişe birlikte yeniden çizilmektedir.

#### 7.2.2.1.2 Firma içi iş akışları

Kalibre Boru, sipariş üzerine üretim yapan bir işletme olduğundan, her şeyin başlangıcı, firmaya müşteri tarafından ulaştırılan teklif isteğidir. Kalibre Boru sistem analizi çalışmasının bu kısmında, teklif isteğinin alınmasından sevkiyata kadar olan tüm firma içi iş akışları açıklanmaktadır.

#### 7.2.2.1.2.1 Teklif isteği alınması

Müşterilerden, telefon veya faks aracılığıyla dış ve iç ticaret bölümlerine teklif istekleri gelmektedir. Teklif isteği kapsamında, istenilen boru ile ilgili bilgiler (Çizelge 7.3) müşterilerden alınmaktadır.

Çizelge 7.3 Teklif isteğinde müşterilerden istenen bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Bilgi</i>                  | <i>Kaynak</i>                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| dış çap ve iç çap             | müşteri                                         |
| et kalınlığı                  | müşteri                                         |
| resim                         | müşteri (verilmemiş olabilir)                   |
| toleranslar (iç)              | müşteri teknik şartnamesi (verilmemiş olabilir) |
| toleranslar (dış)             | müşteri teknik şartnamesi (verilmemiş olabilir) |
| kimyasal, fiziksel özellikler | müşteri teknik şartnamesi (verilmemiş olabilir) |
| boy                           | müşteri (verilmemiş olabilir)                   |
| miktar                        | müşteri                                         |
| kullanım yeri                 | müşteri (verilmemiş olabilir)                   |

#### 7.2.2.1.2.2 Teklif verme

Teklif isteği üzerindeki bilgiler göz önüne alınarak, teknik olarak borunun yapılabilirliği incelenmeye alınmaktadır. Müşteri tarafından teklif üzerinde belirtilmemiş bilgiler, standartlar (Kalibre Boru, genellikle DIN2391 ve DIN2393 normlarına göre üretim yapmaktadır) referans alınarak tamamlanmaktadır. Üretilmesi mümkün borular için maliyet hesaplaması yapılmaktadır. Teklif için yeni bulunan maliyet, müşteriye daha önce verilen aynı tipteki ürün için hesaplanmış maliyetle karşılaştırılmaktadır. Ön metni Winword'de hazırlanan teklif, faksla müşteriye gönderilmektedir. Teklif üzerinde, teklif isteğindeki bilgilere ek olarak, birim fiyat, teslim yeri, teslim süresi, ödeme şekli ve opsiyon bilgileri yer almaktadır. Müşteriye gönderilen teklifler, teklifte belirtilen opsiyon süresince opsiyonlu teklifler dosyasında tutulmaktadır. Belirtilen opsiyon süresi içinde müşteriden olumlu bir cevap alınamazsa, teklif müşteri dosyasına kaldırılmaktadır.

Teklifteki termin bilgisi, mevcut üretim hattı doluluğu, bekleyen siparişler, teklif edilen mamül için belirlenmiş üretim rotası üzerinden hesaplanan üretim süresi göz önüne alınarak, üretim planlama şefi tarafından tespit edilmektedir. Termine %98 uyumluluk şarttır. Bu yüzden teklifte belirlenen termin aynen siparişe aktarılır.

Teklif maliyetinin hesaplamasında, kullanılacak ham borunun seçimi oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Ham borunun seçimi, maliyeti direkt olarak etkileyen bir faktördür. Çizelge 7.4'teki kriterler ve teklifte istenilen mamülün özellikleri göz önüne alınarak ham boru seçimi üretim planlama şefi tarafından yapılır. Daha sonra seçilen ham borunun stokta bulunup bulunmadığı ve var ise başka bir sipariş için ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilir. Tüm bu kontrol kağıt üzerinde yapılmaktadır. İstenilen özelliklerde ham boru bulunmaması durumunda, üretim planlama şefi tarafından satın alma istek formu oluşturularak, satın alma işlemi başlatılır.

Planlamacı kullanılacak olan ham borunun seçimini yaptıktan sonra, bu ham boruyu teklif isteğinde belirtilen spesifikasyonlara getirmeyi sağlayacak olan operasyonları belirlemektedir.

Bundan sonraki aşamada ham borunun miktarı, %10'luk bir ıskarta gözönünde tutularak hesaplanmaktadır. Bu şekilde ham boru maliyeti ortaya çıkmış olmaktadır. Kullanılacak olan ham borunun dikişli veya dikişsiz olmasına ve diğer bazı kimyasal özelliklerine bağlı olarak malzeme maliyeti değişiklik göstermektedir. Bu arada, ham boru maliyetleri, dikişsiz borular için kg. cinsinden ifade edilmekte iken, dikişli borular için metre cinsinden ifade edilmektedir.

Teklif maliyetinin hesaplanmasındaki son adım ise, aktivite maliyetlerinin hesaplanmasıdır. Bunun için, firma içinde yazılmış olan (Dbase III +) bir program kullanılmaktadır. Ham boru seçimi yapıp, gerekli ham boru miktarı hesaplandığından ve operasyonlar belirlendiğinden, geriye basit bir çarpma işlemi kalmaktadır. Tüm bu bilgilerden, verilen teklifteki birim fiyat bilgisi elde edilmektedir.

Çizelge 7.4 Ham boru seçimi sırasında göz önünde bulundurulacak kriterler  
(Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Ham Boru Seçim Değişkeni</i> | <i>Uygun Spesifikasyon</i>                                                              |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| müşteri teknik şartnamesi       | şartname varsa bu şartnamede belirtilen kimyasal ve fiziksel özellikler sağlanmalı      |
| malzeme cinsi                   | teklif isteğinde belirtilen cins ile aynı olmalı                                        |
| dış çap                         | teklif isteğinde belirtilen spesifikasyondan büyük olmalı                               |
| iç çap                          | teklif isteğinde belirtilen spesifikasyondan büyük olmalı                               |
| et kalınlığı                    | teklif isteğinde belirtilen spesifikasyondan büyük olmalı                               |
| boy                             | teklif isteğinde belirtilen spesifikasyondan büyük olmalı                               |
| miktar                          | teklif isteğinde belirtilen miktarın üretilmesine yetmeli                               |
| kalıp ve malafa imkanları       | ham boruyu istenilen boyutlara getirmek için kullanılacak kalıp ve malafa mevcut olmalı |

#### 7.2.2.1.2.3 Termin programı alınması

Sürekli müşterilerle yıllık ana sözleşmeler imzalanmaktadır. Ana sözleşmeler kapsamında, alınacak olan boruların fiyatları ve fiyat değişimlerinin hangi şartlarda yapılacağına dair bilgiler bulunmaktadır. Ana sözleşmeleri bulunan bu müşteriler, ay içerisinde hangi ölçülerde ve hangi miktarlarda boru istediklerine dair termin programı göndermektedirler. Ancak, boruların ay içerisinde hangi günlerde talep edildiklerine dair bir bilgi bulunmamaktadır. Kesinleşmiş termin programları için sipariş oluşturulmakta ve sipariş formu doldurulmaktadır.



#### 7.2.2.1.2.4 Sipariş alma

Sipariş alma işlemi, iç ticaret ve dış ticaret olarak adlandırılan iki departman tarafından gerçekleştirilmektedir. Tekliflerin kabul edilmesi, termin programının kesinleşmesi ile birlikte MEGA yazılımında sipariş belgesi oluşturulmakta ve sipariş formu üzerine girilen bilgilerin çıktısı (Çizelge 7.5) alınmaktadır. Sipariş formu üzerinde sipariş edilen mamül borunun kodu, standart mamül kodları bulunmadığı için mevcut değildir. Üretilcek olan mamülü ölçüler, norm, malzeme kalitesi, fiziksel özellik vb. teknik bilgiler ayırt etmektedir.

Teklif isteklerinin birçok kalemden oluşabilmesine rağmen, siparişler sadece tek bir kalem için açılmaktadır. Bunun nedeni herhangi bir mamül kodu olmadığından, üretimdeki mamülü, sipariş numarası ile takip edebilmektir. Böylece, üretilen mamülün maliyeti, üretim durumu gibi gerekli olan bilgiler elde edilebilmektedir.

Sipariş formu oluşturulduğunda, hangi teklife istinaden oluşturulduğu bilgisi yer almamaktadır. Teklif maliyetinin hesaplanabilmesi için, istenilen mamül boruyu üretmek için gereken ham boru ve üretim proseslerinin sırası teklif aşamasında belirlendiğinden, sipariş aşamasında kullanılacak ham boru ve prosesler bellidir. Teklif verilmeden de doğrudan sipariş alınabilir. Bu durumda maliyet hesaplaması yapılarak, direkt olarak sipariş formu doldurulur.

Doldurulan sipariş formu, üretim planlama şefi ve ticaret sorumluları tarafından imzalanarak onaylatılır. Böylece sipariş, üretilebilirlik, termin, fiyat ve istenilen ölçüler konularında bir kez daha teyit edilmiş olur. Teyit edilmiş sipariş formu faksla müşteriye gönderilir. Müşteri, sipariş formu üzerindeki bilgilerin doğruluğunu, formu imzalayarak onaylar ve geri gönderir. Müşteri tarafından imzalanmış sipariş formları "OK" ifadesini taşır. Sadece OK'lenmiş siparişler üretime alınırlar.

Her ay, sevkedilebilir siparişler, sevkiyatı yapılan siparişler, üretimi henüz tamamlanmamış olan siparişler, termini bu ay olmayıp ama üretim hattında olan siparişler ve üretimi bu ay

içerisinde tamamlanmayacak olan siparişler ile ilgili raporlar alınmaktadır ve bu raporlar, tüm siparişler bazında, ürün tipi bazında ve sipariş tonajları bazında gruplandırılmaktadır. Satış bölümü siparişi aldığı anda, ödeme şekli bilgisini muhasebeye bildirmektedir. Bu sayede muhasebe bölümü, alacaklar takibi işlemlerini yapabilmektedir. Bunun dışında satış bölümü ile muhasebenin bir ilişkisi olmamaktadır. İrsaliye ve fatura bilgileri, ambar stok sorumlusu tarafından muhasebeye ulaştırılmaktadır.

Çizelge 7.5 Satış siparişinde doldurulan bilgiler (sipariş formu) (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Bilgi</i>                                                  | <i>Kaynak</i>                           | <i>Muhtemel Veriler</i> |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| müşteri ismi                                                  | teklif                                  |                         |
| sipariş tarihi                                                | teklif kabul tarihi                     |                         |
| müşteri vergi dairesi - numarası                              | teklif isteği                           |                         |
| malzeme cinsi                                                 | teklif                                  | dikişli veya dikişsiz   |
| ölçü (dış çap/iç çap/et kalınlığı)                            | teklif                                  |                         |
| toleranslar (iç / dış)                                        | teklif                                  |                         |
| termin                                                        | teklif                                  |                         |
| norm/malzeme/fiziksel özellik<br>(ölçü, norm, çelik kalitesi) | teklif                                  |                         |
| miktar                                                        | teklif                                  | adet, kg., metre        |
| fiyat                                                         | teklif                                  |                         |
| tutar                                                         | teklif                                  | TL / DM                 |
| kullanım boyu/sevk boyu                                       | teklif                                  |                         |
| açma, ezme, bükme, çekme, sertlik                             | teklif                                  |                         |
| yüzey                                                         | teklif                                  |                         |
| teslim yeri                                                   | teklif                                  |                         |
| ödeme şekli                                                   | teklif                                  |                         |
| miktar toleransı                                              | planlama (ham boruya göre hesaplanıyor) |                         |
| müşteri onayı                                                 | müşteri                                 |                         |
| Kalibre Boru onayı                                            | planlama, ticaret                       |                         |
| ambalaj malzemesi                                             | teklif                                  | sandık, çelik çember... |

#### 7.2.2.1.2.5 Stoğa üretim

Kalibre Boru'da nadiren, gelmesi beklenen siparişler için, yeterli kapasitenin bulunması durumunda, sipariş olmadan da üretim yapılabilmektedir. Stoğa üretim yapılacağı zaman gerçekleştirilen işlemler, sipariş ile üretim yapılması ile aynıdır. Stok da tıpkı bir müşteri gibi kabul edilmekte ve stok isimli bir müşteri için sipariş açılmaktadır. Sipariş açıldıktan sonra gerçekleştirilen tüm işlemler aynıdır.

#### 7.2.2.1.2.6 Satın alma siparişi verme

Kalibre Boru bünyesinde üretim ihtiyaçlarını karşılamak üzere, ham boru, kimyasal madde, ambalaj malzemesi, kalıp ve malafa alımları yapılmaktadır. Bunlardan ham boru satın almasını iç ticaret ve dış ticaret sorumluları yapmakta, diğer malzemelerin satın alması ambar ve stok sorumlusu tarafından yürütülmektedir.

Müşteri siparişinin alınması ile birlikte, stoklarda mamül borunun üretilmesi için gerekli olacak ham borunun bulunup bulunmadığı ve ayrıca bu ham boru için önceden verilen bir satın alma siparişi olup olmadığı kontrol edilir. Sonuçta, stoklarda uygun ham boru bulunmuyorsa ve önceden bu ham boru için verilen bir satın alma siparişi yoksa, üretim planlama tarafından boru satın alma sipariş formu doldurularak, boru satın alma isteğinde bulunmaktadır.

Müşteri talebi dikişli boru kullanımını gerektiriyorsa, dikişli boru talep anında sipariş edilmekte ve stokta bulundurulmamaktadır. Ancak dikişsiz borular ithal edildiği için, stoklanmaktadır. Dikişsiz boru ihtiyacı ise, geçmiş veriler ve bekleyen siparişler göz önüne alınarak, tedarikçiye özgü parti büyüklüklerinde sipariş edilmekte ve stoklanmaktadır. Dikişsiz boruların alımı öncesinde de satın alma isteğinde bulunmaktadır.

Yardımcı malzemelerin tedariğinde ise, ambar ve stok sorumlusu, stokları sürekli kontrol ederek, kritik seviyenin altında olduğunu tespit ettiği malzemeler için satın alma isteği formu oluşturmaktadır.

Boru siparişlerinde gönderilen satın alma sipariş formundaki bilgiler, satın alma istek formundaki bilgiler (Çizelge 7.6) ile aynı iken, yardımcı malzemelerde ise, sadece malzeme cinsi, miktar, birim fiyat ve teslim yeri bilgileri bulunmaktadır.

Çizelge 7.6 Satın alma istek formunda bulunan bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i><b>BORU</b></i> |                                  | <i><b>YARDIMCI MALZEME</b></i> |                           |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Bilgi              | Kaynak                           | Bilgi                          | Kaynak                    |
| şartname no        | kalite kontrol                   | malzeme kodu                   | ambar stok                |
| cins               | planlama                         | mal cinsi                      | ambar stok                |
| ölçü               | planlama                         | termin tarihi                  | ambar stok                |
| boy                | planlama                         | kullanıldığı yer               | ambar stok                |
| miktar             | planlama                         | miktar                         | ambar stok                |
| birim fiyat        | ticaret                          | birim                          | ambar stok                |
| tedarikçi          | ticaret                          | tahmini fiyat                  | ambar stok                |
| teslim yeri        | ticaret                          | son alındığı tarih             | ambar stok                |
| ödeme şekli        | ticaret                          | tedarikçi                      | ambar stok                |
| onay               | planlama, ticaret,<br>ambar stok | onay                           | ambar stok,<br>kısım şefi |

Kalibre Boru, ISO - 9000 standartları gereği satın alma siparişi vermeden önce tedarikçi değerlendirmesi yapmaktadır. Tedarikçiler, Kalibre Boru tedarikçi değerlendirme prosedürüne göre puanlanarak performans değerlendirmesine tabi tutulmaktadır. Tedarikçi seçiminde tedarikçinin performans notu, sunduğu fiyat ve terminlere bağlılık kriterleri önem taşımaktadır.

Kalibre Boru bünyesinde satın alma işlemlerinin ve tedarikçi tekliflerinin saklandığı bir bilgi işlem ortamı bulunmamaktadır. Dolayısıyla tüm bu işlemlerin takibi, kağıt üzerinde ve elle yapılmaktadır.

#### 7.2.2.1.2.7 İrsaliye girişi / mal kabulü

Siparişler, irsaliye ile birlikte Kalibre Boru'ya geldiği zaman, ambar stok sorumlusu, irsaliye üzerindeki hammadde ile satın alma sipariş formu (ham boru için) veya satın alma istek formu (yardımcı malzeme için) üzerindeki miktarı ve ebadı karşılaştırır. Bilgilerin aynı olması durumunda malzeme alınmakta, aksi takdirde malzeme firmaya sokulmamaktadır. İrsaliye üzerinde, gelen malın hangi siparişe istinaden gönderildiği bilgisinin bulunmaması ve satın alma sipariş belgelerinin kağıt üzerinde takibinin yapılması nedeniyle, sipariş irsaliye ilişkisini kurmak zor olabilmektedir.

Gelen malzemenin belgelerle uygunluğu kontrol edildikten sonra irsaliye, örnek hammadde ile birlikte kalite kontrol bölümüne gelmektedir. Kalite kontrolde, satın alma sipariş formu veya satın alma istek formu üzerindeki bilgiler bir kez daha kontrol edildikten sonra, gerekli kimyasal ve fiziksel testlerin yapılabilmesi için malzemeye geçici giriş yapılır. Bu esnada ham borunun üretime alınmasını engellemek için, üzerlerine kırmızı kart asılır. Kalite kontrol işlemleri sonucu, ham borular uygun ise kabul, üretimde giderilebilecek bir hataya sahipse şartlı kabul, uygun değilse red işlemleri yapılır. Red olma durumunda malzemeler, ambar stok sorumlusu tarafından iade edilir. Şartlı kabul durumunun belirtilme sebebi, müşteriden bir şikayet geldiğinde sebebin hammadde olabileceğinin bilinmesidir.

Kalite kontrol işlemleri tamamladıktan sonra, irsaliye ile birlikte ambar stok sorumlusuna giriş kalite kontrol raporu örneği gönderilir. Böylece, malın iade edilip edilmeyeceği stok tarafından öğrenilmiş olur.

#### 7.2.2.1.2.8 Fatura girişi / muhasebeye bilgi aktarımı

İrsaliyelerin gelmesini müteakip, en fazla iki, üç gün içerisinde, faturalar ambar stok sorumlusuna gelmektedir. Boru faturaları için, boru siparişini veren ilgili ticaret bölümünden fiyatların onayı alınır. Yardımcı malzeme faturalarının kontrolü ise, ambar stok sorumlusu tarafından yapılmaktadır.

Faturaların üzerindeki fiyatların doğruluğu onaylandıktan sonra, bu faturaların MEGA yazılımına girişi ambar stok sorumlusu tarafından yapılmaktadır. Faturaların girişi ile, hammaddelerin stok girişi tamamlanmış olmaktadır. Bu aşamada, cari hesaplara ve stok hesaplarına ilgili kayıtlar düşülmektedir.

İrsaliye gelişi ile fatura gelişi arasındaki iki, üç günlük sürede, bulunan gerçek hammadde miktarı ile kayıtlarda gözüken hammadde miktarı arasında farklılık olmaktadır. Böyle bir uygulamanın nedeni, hesapların doğru tutar ile güncellenmesi olarak açıklanmıştır.

İade edilecek olan hammaddelerin iadesi ancak, faturaların gelmesinden sonra yapılabilir. Dolayısıyla faturası gelmemiş ve iade edilecek olan bir hammaddenin faturasının gelmesi beklenmektedir. Bu faturanın girişi yapıldıktan sonra iade faturası kesilerek malzeme iade edilmektedir.

#### **7.2.2.1.2.9 Üretim planlama / üretim formu oluşturma**

Müşteri isteklerinin üretim hattına aktarılması, üretim planlama tarafından hazırlanan ve üretim formu olarak adlandırılan bir belge ile olmaktadır. Bu formun doldurulmasındaki amaç, belli bir sipariş için, kullanılacak olan ham borunun kesinleştirilmesini sağlamak ve bu bilgiyi üretime aktarmak, borunun hangi işlemlerden kaçar defa geçeceğini belirtmek ve her çekme işleminden sonra, borunun hangi ölçülere getirilmesi gerektiğini belirtmektir.

Üretim formu siparişin onaylanmasından (OK'lenmiş sipariş) sonra düzenlenir. Aslında bu formda bulunan bazı bilgiler, teklif aşamasında ortaya çıkmış olmaktadır. Bu bilgiler, hangi borunun kullanılacağı ve hangi işlemlerden yapılacağı bilgileridir ve maliyet hesaplaması için bunların önceden (teklif veya sipariş anında) belirlenmeleri gerekmektedir. Üretim formu, bu bilgilerin (Çizelge 7.7) kesinleştirildiği belgelerdir ve bilgilerin üretime aktarılmasını sağlamaktadır.

Çizelge 7.7 Üretim formunda bulunan bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Bilgi</i>                  | <i>Kaynak</i>                              |
|-------------------------------|--------------------------------------------|
| ölçü                          | sipariş formu                              |
| toleranslar                   | sipariş formu                              |
| miktar                        | sipariş formu                              |
| üretim boyu / adedi           | sipariş formu                              |
| kimyasal, fiziksel özellikler | sipariş formu                              |
| ham boru                      | planlama (maliyet hesabında belirlenmişti) |
| miktar ve stok durumu         | planlama                                   |
| ham boru boyu ve durumu       | planlama                                   |
| üretim yöntemi                | planlama (maliyet hesabında belirlenmişti) |

#### 7.2.2.1.2.10 Üretim takip

Planlama bölümü tarafından oluşturulan üretim formları üretim şefliği tarafından değerlendirilerek haftalık üretim planı çıkarılmaktadır. Haftalık üretim planının hazırlanması esnasında, henüz üretimi tamamlanmamış olan açık siparişler de göz önüne alınmaktadır. Bir hafta içinde tamamlanması gereken siparişler, terminlerine göre çekme makinalarına dağıtılmaktadır. Bir çekme makinasının kapasitesinin aşılması durumunda, diğeri yüklenmektedir. Dolayısıyla, üretimi yapılacak siparişler, çekme makinalarının kapasitesi göz önüne alınarak belirlenmektedir.

Haftalık üretim planına istinaden iş emirleri açılmaktadır. İş merkezi bazında her vardiyada, her ünite için oluşturulan iş emirleri üzerindeki bilgiler (Çizelge 7.8), üretim planlama formeni tarafından elle doldurulmaktadır.



Çizelge 7.8 İş emirleri üzerinde bulunan bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Değişkenler</i> | <i>Değişkenlerin Kaynağı</i>                                   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| ünite (iş merkezi) | -                                                              |
| tarih              | planlamacı tarafından ekrandan girilmekte                      |
| vardiya            | planlamacı tarafından ekrandan girilmekte                      |
| iş emri no         | planlamacı tarafından ekrandan girilmekte                      |
| operatörün ismi    | planlamacı tarafından ekrandan girilmekte                      |
| sipariş numaraları | planlamacı tarafından, üretim formlarından okunarak girilmekte |
| ebat               | planlamacı tarafından, üretim formlarından okunarak girilmekte |
| adet               | planlamacı tarafından, üretim formlarından okunarak girilmekte |
| boy                | planlamacı tarafından, üretim formlarından okunarak girilmekte |
| işlem zamanı       | planlamacı tarafından, belirlenerek ekrandan girilmekte        |

İş merkezlerindeki operatörler verilen bu iş emri formları doğrultusunda işlerini yapmaktadırlar. Ancak bunların belirtilen sırada yapılması zorunlu değildir. Her işlem öncesinde ve/veya sonrasında, bazı bilgiler (Çizelge 7.9) bu forma girilmek suretiyle tekrar planlama formenine ulaştırılmaktadır. Yani her operatör belirli zamanlarda, kullandığı cihazın bazı göstergelerini okuyarak iş emri formuna yazmak zorundadır. Operatörler, iş emri belgesinde belirtilen işleri kendi vardiyaları boyunca bitiremedikleri takdirde, bu işler bir sonraki vardiya için öncelikli işler olmaktadır. Operatörler tarafından girilen bilgiler iş emri formları ile birlikte planlamaya ulaştırılmakta, bu bilgiler planlama formeni tarafından her bir sipariş için toplanmakta ve sipariş bazında ALS yazılımına girilmekte ve bu bilgilere vardiya raporları adı verilmektedir.

Her operatör, vardiya süresince çeşitli proses kontrolleri yapmaktadır. Operatörler, kontrol sonucunda spifikasyonlar dışında boru tespit ettikleri zaman, hatalı boru raporu düzenlenmektedir. Bu rapor, hatalı boru tespit edilmemiş olsa bile doldurulmaktadır. Rapor çerçevesinde hangi boruda hangi tipte hata (hatalar kodlanmış durumdadır) olduğu bilgisi yer almaktadır. Hatalı olarak tespit edilen borular planlama formeni tarafından kontrol edilerek değerlendirilebilir veya ıskarta olarak iki gruba ayrılır ve bu anlama gelen kartlar borulara asılarak bu boruların diğer borulardan ayırt edilmesi sağlanır. Değerlendirilebilir



borular listesi, günlük olarak üretim planlama şefi tarafından doldurulur. Planlama bölümü, ham boru araştırması yaparken, stoklardaki değerlendirilebilir boruları bu liste ile görebilmektedir.

Çizelge 7.9 Vardiya raporlarında bulunan bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Operatör Tarafından<br/>Girilen Bilgiler</i> | <i>Açıklama</i>                                              |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| çalışma başlama saati                           | her iş emri için ayrı ayrı                                   |
| çalışma bitiş saati                             | her iş emri için ayrı ayrı                                   |
| ebat                                            | giriliyor çünkü, işleme sırası<br>iş emri sırası olmayabilir |
| adet                                            | her iş emri için ayrı ayrı                                   |
| boy                                             | her iş emri için ayrı ayrı                                   |
| açıklama                                        | -                                                            |
| ölçüm değerleri (iş merkezi için)               | vardiya süresince                                            |
| ölçüm zamanları (iş merkezi için)               | vardiya süresince                                            |

#### 7.2.2.1.2.11 Paketleme / sevkiyata hazırlık

Mamül üretimi, borular paketleme ünitesinden geçtikten sonra sevkedilebilir borular formu (Çizelge 7.10) düzenlenmektedir. Boru paketleme formunda, her bağda kaç adet olduğu, kaç bağ boru olduğu ve her bağdaki boy ölçüsü kaydedilmektedir.

Sevkedilebilir borular formuna, her bağdaki ortalama boy göz önüne alınarak boy bilgisi girilmektedir. Gerçekleşen üretim miktarının, planlama tarafından hesaplanan başlangıçtaki miktar toleranslarını geçmesi durumunda kalite kontrol, ticaret bölümüne danışmaktadır. Kabuledilebilir ölçüler belirlenerek sevkedilebilir borular raporuna işlenmektedir. Miktar toleransları içinde olan borular işaretlenerek, bunların işlemleri kapatılır.

Sevkedilebilir borular, kalite kontrol tarafından ticaret bölümüne ulaştırılmaktadır. Böylece ticaret bölümü, üretimi biten sevkiyata hazır boruları takip edebilmektedir.

Çizelge 7.10 Sevkedilebilir borular formunda bulunan bilgiler (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>Bilgi</i>           | <i>Kaynak</i>        |
|------------------------|----------------------|
| müşteri                | paketleme iş emri    |
| sipariş no             | paketleme iş emri    |
| ölçü                   | paketleme iş emri    |
| cinsi                  | paketleme iş emri    |
| paketleme (adet/metre) | paketleme formu      |
| boy                    | paketleme formu      |
| devam / bitti          | kalite kontrol       |
| stok kodu              | ambar stok sorumlusu |

#### 7.2.2.1.2.12 Sevkiyat / irsaliye çıkışı

Kalite kontrol tarafından ticaret bölümüne ulaştırılan sevkedilebilir borular raporlarına göre, ticaret bölümü sevkiyatı düzenlemektedir. İlk önce müşteri ile irtibata geçilerek sevkiyat ve üretim miktarı bildirilmekte, miktar toleranslarını aşma durumu söz konusu ise, müşteriden onay alınmaktadır. Daha sonra nakliye şirketleri ile görüşülerek araç çağrılmaktadır. Ticaret bölümü, sevkedilebilir borular formunu baz alarak, yükleme emri belgesini düzenlemektedir. Yükleme emri formunda yüklenmesi planlanan sipariş no, müşteri adı, aracın plakası, yüklenmesi planlanan mamül boru miktarı (adet, kg. veya metre cinsinden) bilgileri yer almaktadır. Kalite kontrol bölümü de yükleme emrini baz alarak müşteriyi bilgilendirmek amacıyla kalite kontrol raporu hazırlamaktadır. Bu raporda, sevkedilen boruların tüm özellikleri (ebat, miktar, fiziksel özellik, kimyasal özellik vb.) belirtilmektedir.

Yükleme emri ve kalite kontrol raporu, yükleme tamamlandıktan sonra ambar stok sorumlusuna gelmektedir. Hafta içerisinde hangi günlerde sevkiyat yapılacağı, haftalık yapılan toplantılarda ambar stok sorumlusuna bildirilmektedir. Ancak yine de, ambar stok sorumlusu o gün sevkiyat olduğunu, aracın tesise gelmesiyle birlikte bilebilmektedir. Bu aşamada irsaliye kesebilmek için mamül stoklarına giriş yapılmaktadır. Mamül stoklarına

giriş yapılmasının hemen ardından, irsaliye belgesi çıkartılmaktadır. İrsaliye belgesinde hangi cins borunun kaç adet ve kaç metre olarak sevk edildiği bilgileri yer almaktadır. İrsaliye çıkışı ile birlikte aynı zamanda, biraz önce girilmiş olan mamülün, stoklardan çıkışı yapılmaktadır. Mamül iadelerinde aynı şekilde giriş yapılmakta ve mamül ambarı giriş formu doldurulmaktadır.

Ambar stok sorumlusu kestiği irsaliyeleri muhasebe bölümüne iletmektedir. Muhasebe bölümünde faturalar kesilerek gerekli işlemler sağlanmaktadır.

Ambar stok sorumlusu yükleme emrinde yer alan sipariş numaralarını, kesilen irsaliyeler üzerine yazarak üretim planlama şefliğine iletmektedir. Üretim planlama şefi, irsaliye üzerine numarası elle yazılmış olan sipariş için kullanılan ham boruyu tespit etmektedir. Sipariş için ne kadar ham boru harcadığını irsaliyenin arkasına yazarak ambar stok sorumlusuna teslim etmektedir. Stok görevlisi de, bu bilgiye istinaden stoklardan ham boru çıkışını gerçekleştirmektedir.

#### **7.2.2.1.2.13 Yardımcı malzeme tüketimleri**

Üretimde hangi üniteler tarafından ne kadar yardımcı malzeme kullanıldığına dair bir rapor, ambar stok sorumlusuna iletilmektedir. Ambar stok sorumlusu, günlük bazda alınan bu tüketim değerlerine istinaden belli periyotlarda, kimi zaman ay sonlarında, stok çıkışlarını yapmaktadır.

Ay sonlarında gerçekleşen stok hareketlerinin dökümü alınarak, çıkışların hangi sebepten olduğu bilgisi, ay boyunca toplanan listeler yardımıyla elle toplanarak doldurulur. Bu bağlamda, çıkış sebebi olarak ya belirli ünite ismi yazılır ya da belirli bir ünite için kullanılmadığı anlamına gelen "genel" tabiri kullanılır.

#### **7.2.2.1.2.14 Maliyetlendirme**

Kalibre Boru'da yapılan maliyetlendirme işlemi, dolaylı ve dolaysız maliyetlerin ayrı ayrı hesaplanıp, dolaysız olanların ilgili yerlere direkt olarak ilişkilendirilmesi ve dolaylı

olanların da çalışma saatleri esas alınarak dağıtılması esasına göre yapılmaktadır. Burada ilgili yerlerden kasıt, ilgili iş merkezleridir (Çizelge 7.11). Yani, maliyetler öncelikle iş merkezi bazında toplanmakta ve daha sonra, bu şekilde ortaya çıkan birim maliyetlerden sipariş maliyetleri hesaplanmaktadır.

Maliyetlendirme işlemleri çerçevesinde, ham boru maliyeti dışındaki maliyetler öncelikle iş merkezlerinde toplanır. İş merkezleri bazındaki maliyetler (Çizelge 7.12) belirli kalemlerden oluşmaktadır.

Çizelge 7.11 Kalibre Boru iş merkezleri (Şahin ve Çakır, 1997).

| <i>No</i> | <i>İş Merkezi</i> |
|-----------|-------------------|
| 1         | tavlama           |
| 2         | yağlama           |
| 3         | uç ezme           |
| 4         | soğuk çekme 1     |
| 5         | soğuk çekme 2     |
| 6         | soğuk çekme 3     |
| 7         | doğrultma         |
| 8         | behringer         |
| 9         | sulu daire        |
| 10        | otomatik kesme    |
| 11        | ateşli testere    |
| 12        | fosfatlama        |
| 13        | kops paketleme    |
| 14        | paketleme         |
| 15        | çapak alma        |

Çizelge 7.12 İş merkezi bazında maliyet kalemleri (Şahin ve Çakır, 1997).

| No | Maliyet Kalemleri                        |
|----|------------------------------------------|
| 1  | amortisman giderleri                     |
| 2  | direkt işçilik giderleri                 |
| 3  | kullanılan malzeme (yardımcı)            |
| 4  | tamir bakım giderleri                    |
| 5  | akaryakıt giderleri                      |
| 6  | elektrik giderleri                       |
| 7  | genel giderler                           |
| 8  | ihracat giderleri (ihraç edilenler için) |

Toplam amortisman ve toplam direkt işçilik giderleri muhasebe hesaplarından alınarak, iş merkezlerinin o ayki çalışma saatlerine göre dağıtılmak suretiyle, iş merkezi bazında amortisman ve toplam işçilik giderleri ortaya çıkmış olmaktadır. Toplam amortisman gideri o ayki 'leasing' giderlerinin bir milyar fazlası olarak hesaplanırken, toplam direkt işçilik bordrolardan toplanan bir bilgidir.

Kullanılan malzemelerin maliyetinin iki kısımdan oluştuğu belirlenmiştir. Genel malzeme maliyetleri, çalışma saatine göre dağıtılırken, sadece belirli bir iş merkezini ilgilendirdiği bilinen malzemeler de, özel yardımcı malzeme gideri olarak toplanmaktadır. Bu yardımcı malzemelerin hangi iş merkezlerinde ne kadar kullanıldıkları stok hareket fişlerinden ambar stok sorumlusu tarafından belirlenip muhasebeye ulaştırılmaktadır. Yardımcı malzemelerin birim fiyatı olarak da satın alma fiyatları kullanılmaktadır.

Tamir bakım maliyetlerinin hesaplanmasında da yardımcı malzeme maliyetlerinin hesaplanması prosedürü kullanılmaktadır.

Akaryakıt giderleri, yağlama, fosfatlama ve tavlama iş merkezleri için özel olarak belirlenebilmekte ve maliyet bilgileri muhasebeden alınmak suretiyle iş merkezi bazında maliyetler ortaya çıkmış olmaktadır.

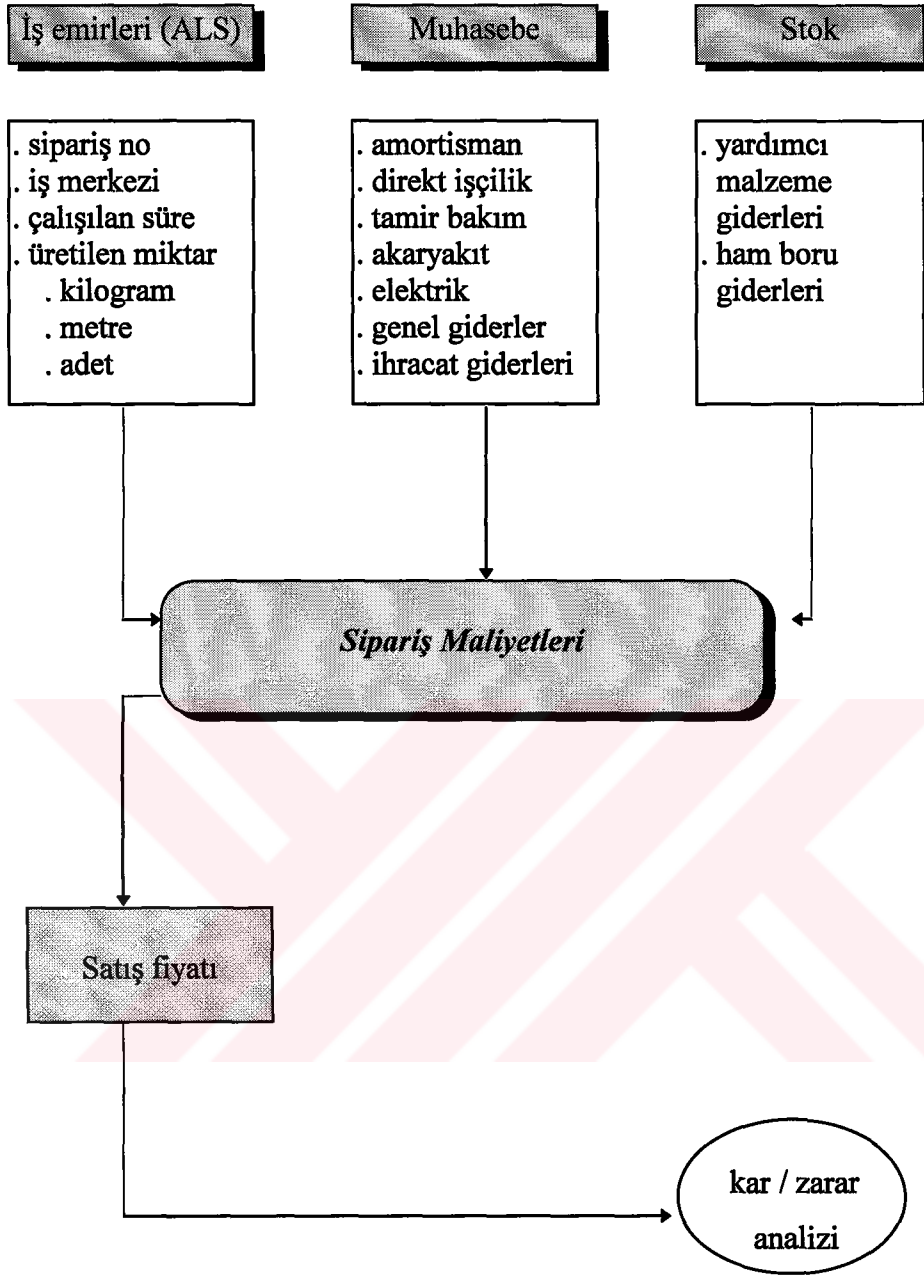
Elektrik giderleri, her iş merkezi için belirlenmiş olan belirli bir katsayı ile çalışma saatleri göz önünde bulundurularak, iş merkezleri bazında belirlenmiş olmaktadır.

Muhasebede ilgili hesaplarda toplanan genel giderler, iş merkezlerinin o ayki çalışma saatlerine göre dağıtılmak suretiyle, iş merkezi bazında genel giderler hesaplanmış olmaktadır.

Toplam ihracat giderleri, muhasebeden ilgili hesaplardan alındıktan sonra tüm iş merkezlerine eşit olarak dağıtılmaktadır.

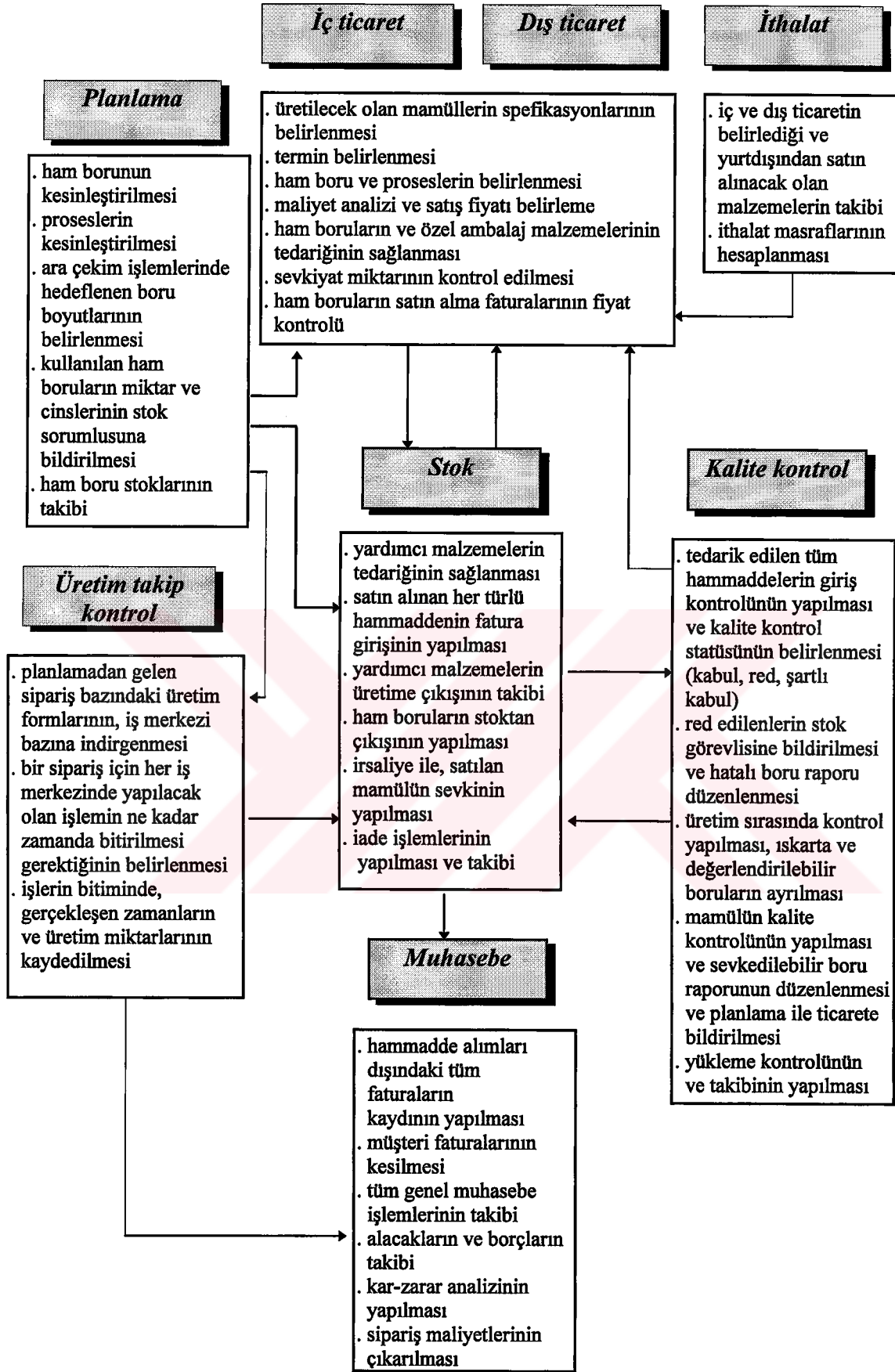
Burada hesaplanan rakamlar toplanmak suretiyle iş merkezi bazında aylık toplam maliyetler ortaya çıkmış olmaktadır. Sonuçta, iki adet toplam gider (üretim toplamı ve genel toplam) ve bunlara karşılık da iki adet birim maliyet (dış satımlar birim maliyet ve iç satımlar birim maliyet) bulunmuş olmaktadır. Bu maliyetlere, kullanılan ham boru maliyetleri de eklenmek suretiyle sipariş maliyetleri hesaplanmış olmaktadır. Kullanılan ham boruların faturaları ambar stok sorumlusu tarafından muhasebe programına (MEGA) girilmek suretiyle, bu bilgi muhasebeye ulaştırılmaktadır. Ay sonunda yapılan bu maliyet analizi sonucunda, yapılan satışlarda kar-zarar durumu incelenmekte ve bu bağlamda kar zarar yüzdelerini gösteren bir rapor alınmaktadır.

Kalibre Boru maliyetlendirme sisteminin (Şekil 7.3) anlatılmasıyla birlikte, Kalibre Boru'daki mevcut sistemin ve iş akışlarının (Şekil 7.4) anlatımı tamamlanmış bulunmaktadır. Kalibre Boru sistem analizi çalışmasının bundan sonraki bölümünde, Kalibre Boru'daki mevcut sistemin, IAS yazılımına uyarlanması konusu incelenecektir. Bunun gerçekleşmesi için, mevcut sistemde yapılması gereken değişiklikler ve mevcut işlemlerin IAS yazılımı ile nasıl takip edileceği konuları ele alınacaktır.



Şekil 7.3 Kalibre Boru maliyetlendirme sistemi (Şahin ve Çakır, 1997).





Şekil 7.4 Kalibre Boru mevcut iş akışları (Şahin ve Çakır, 1997).



### 7.2.2.2 Kalibre Boru'daki mevcut sistemin IAS yazılımıyla yapılabilirliğinin analizi

Kalibre Boru sistem analizi çalışmasının bu ikinci aşamasında, IAS yazılımı ile Kalibre Boru'da yapılan işlemlerin nasıl takip edileceği irdelenmiş, yazılımın yetersiz olduğu noktalar belirlenmiş ve bu noktalara yönelik çözüm önerileri getirilmiştir. Bu çözüm önerileri genelde mevcut sistem üzerinde yapılacak değişiklikleri içeren öneriler olmuştur. Mevcut iş akışlarına fazlaca müdahale edilmemesi, IAS yazılımının Kalibre Boru'da sorunsuz olarak uygulanabilmesi açısından, önemle üzerinde durulan bir konu olmuştur. Ancak, mevcut sistemde tespit edilen ve işlerin takibini zorlaştıran bazı uygulamaların değiştirilmesi, yeni sistemle birlikte gerekli görülmüştür.

Bu anlatım sırasında, gereksiz ayrıntıdan kaçınılmış, sadece bütünleşmeyi ilgilendiren ve iş akışlarının ortaya çıkarılmasına yönelik açıklamalar getirilmiştir.

Kalibre Boru'da gerçekleştirilen bazı işlemlerin yapılış şeklinin ya da sırasının değiştirilmesinin uygun olacağı kararına varılmıştır. Bu değişiklikler özetlenecek olursa ;

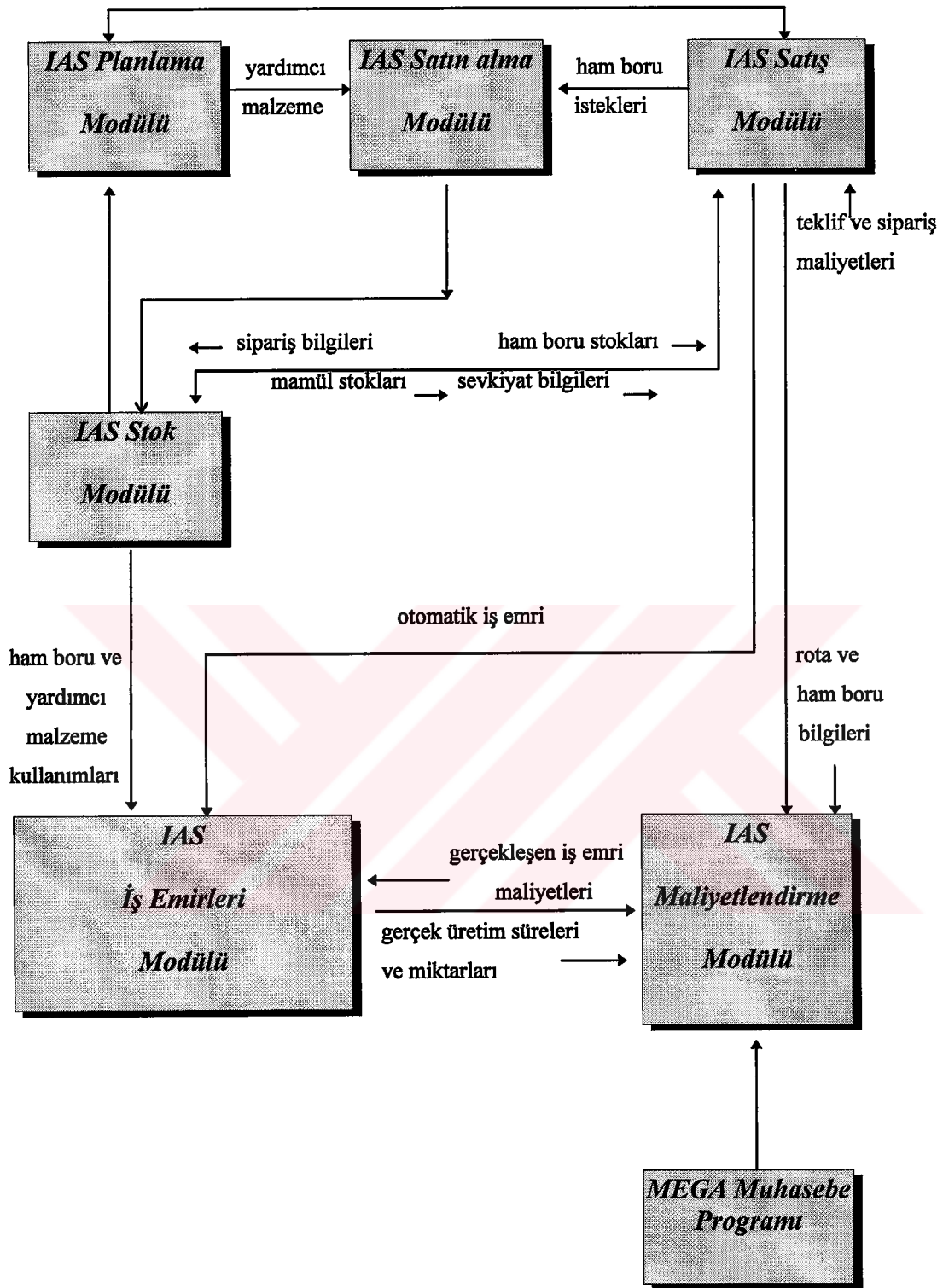
1. Ham boruların stok giriş işlemlerinin yapılması için, faturanın gelmesi beklenmeyecek, bu işlem irsaliye ile gerçekleştirilecektir (iki üç gün fatura bekleniyordu),
2. Ham boruların üretime çıkışları sistemde takip edilecek, iş emri başlatıldığı anda üretime ham boru çıkışı yapılacaktır (ambar stok sorumlusu tarafından irsaliyeyi düzenledikten sonra yapılıyordu). Böylece, ham boruların stok çıkışının mamül boru satışı ile birlikte yapılması uygulaması kaldırılmış olacaktır,
3. Mamül boruların stok takibi yapılacak, dolayısıyla üretimin bitmesi ile birlikte mamül borular için stoğa giriş işlemi yapılacaktır (ambar stok sorumlusu irsaliyeyi düzenlemeden hemen önce mamül boru stok girişini yapıyordu, irsaliyenin düzenlemesi ile de mamül borunun hemen stok çıkışını yapıyordu. Yani mamül borunun stoğa girmesiyle çıkması aynı anda olduğundan mamül boru takibi, sevkedilebilir boru raporlarından elle yapılmaktaydı),
4. Bunların dışında, değerlendirilebilir veya ıskarta olarak ayrılan boruların stok takibi yapılacak ve hangi stok yerinde hangi borudan ne kadar bulunduğu izlenecektir. Bunu

sağlamak maksadıyla, bu malzemeler için stok hareketi yapmak gerekli olacaktır (değerlendirilebilir ve ıskarta borular, her vardiyada operatörler tarafından düzenlenmesi zorunlu olan hatalı boru raporlarıyla elle takip edilmekteydi).

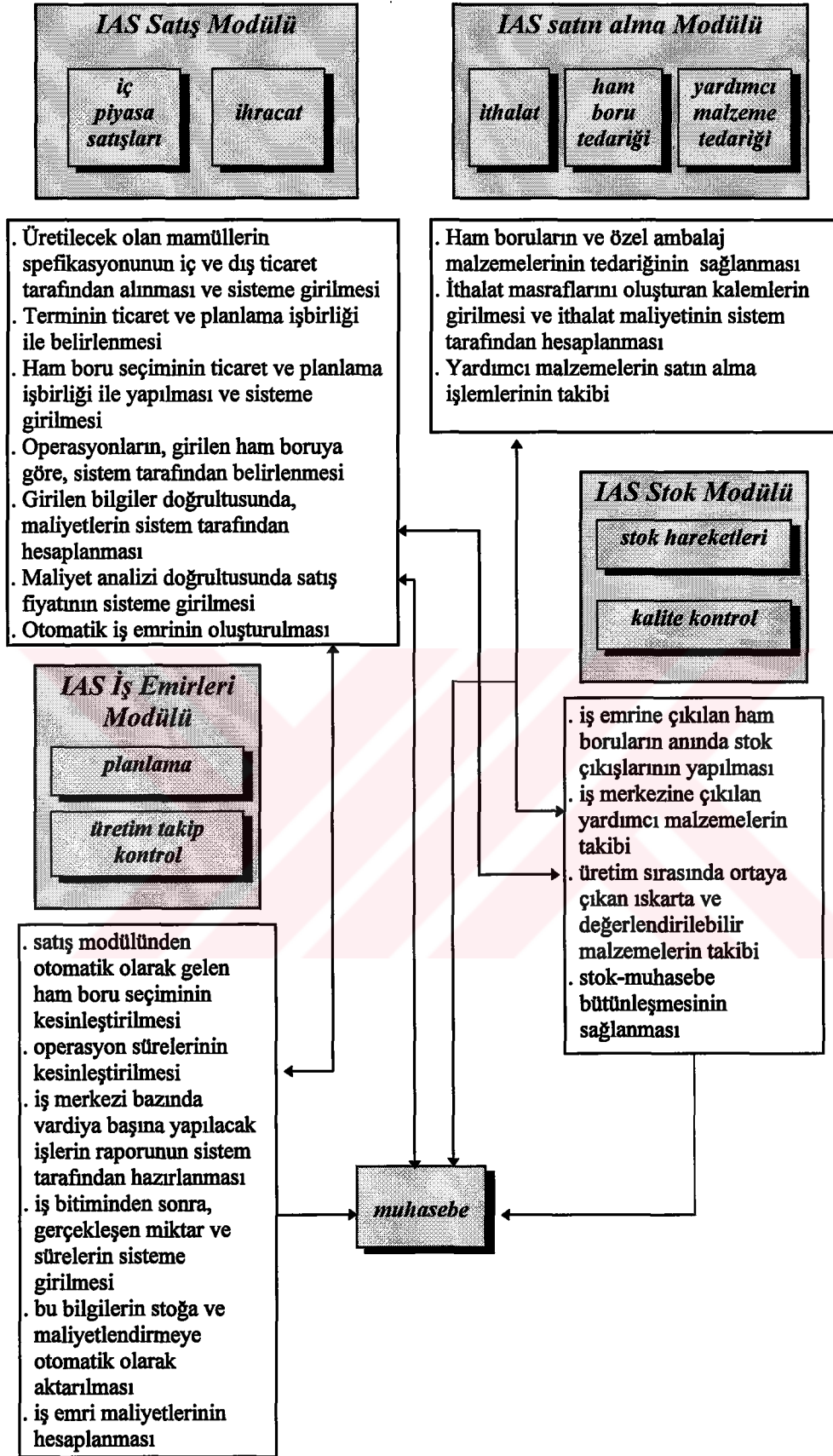
IAS yazılımının Kalibre Boru'da kolay bir şekilde uygulanabilmesi için, Kalibre Boru iş akışlarında yapılacak değişikliklerin yanısıra, IAS yazılımında da bazı değişikliklerin yapılması gerekecektir. Bu değişiklikler şu şekilde özetlenebilir :

1. Satış teklifi ve siparişi içerisinden otomatik malzeme oluşturma fonksiyonu geliştirilecektir. Malzeme sınıfına girilecek olan özelliklere sahip bir malzeme, sistem tarafından otomatik olarak oluşturulacak ve malzeme numarası da sistem tarafından verilecektir,
2. Satış teklifi ve siparişi içerisinden ürün ağacı ve rota tanımlanabilmesine imkan sağlanacaktır,
3. Rota seçiminin sistem tarafından yapılmasını sağlayacak bir algoritma geliştirilerek, maliyetlendirme için ön koşul olan rota seçiminin otomatik yapılması sağlanacaktır,
4. Satış teklifi ve siparişi içerisinden maliyetlendirme çalıştırılarak planlanan maliyetlerin görülebilmesi sağlanacaktır,
5. Maliyetlendirme sonuçlarının, maliyet kalemleri ile birlikte, değişik tarihler için sistemde tutulması ve listelenmesi sağlanacaktır,
6. İş emri içerisinden satın alma isteği oluşturulabilmesine imkan sağlanacaktır,
7. Sipariş içerisinden sistemin otomatik iş emri oluşturabilmesi sağlanacaktır,
8. İş bitiş onayında birden fazla birim girilmesi sağlanacaktır,
9. IAS yazılımında muhasebe ile ilgili olarak oluşturulan bilgilerin toplanacağı bir tablo oluşturularak, MEGA muhasebe programı ile bütünleşme sağlanacaktır.

Sonuç olarak, yapılan analiz neticesinde, IAS yazılımında yapılacak olan değişikliklerle birlikte, Kalibre Boru'da yapılan işlemlerin tamamının takip edilebileceği anlaşılmıştır. Ayrıca Kalibre Boru'ya IAS yazılımının kurulması ve iş akışlarının yeni sisteme göre düzenlenmesi (Şekil 7.5) sağlandıktan sonra, IAS yazılımı ile Kalibre Boru'nun bütünleşmesinin sağlanması (Şekil 7.6) mutlaka gerekecektir (Şahin ve Çakır, 1997).



Şekil 7.5 Yeni sistemde iş akışları (Şahin ve Çakır, 1997).



Şekil 7.6 IAS yazılımı ile Kalibre Boru bütünleşmesi (Şahin ve Çakır, 1997).

### 7.2.3 IAS yazılımının Kalibre Boru'da kurulumu

Kalibre Boru sistem analizi çalışması esnasında, mevcut sistem ve iş akışları ve IAS yazılımıyla Kalibre Boru bütünleşmesinin sağlanması için hem Kalibre Boru'daki mevcut sistemde hem de IAS yazılımında yapılması gereken değişiklikler belirtilmişti. Uygulamanın bu aşamasında, IAS yazılımı ile Kalibre Boru'daki işlemlerin nasıl takip edileceği incelenecektir. Bu incelemeyi şu alt başlıklara ayırabiliriz :

1. Malzeme tanımlaması,
2. Operasyon sayılarının belirlenmesi,
3. Her çekimde hedeflenen boru ölçüsünün belirlenmesi,
4. Operasyon sırasının belirlenmesi,
5. Değişen boru ölçülerine göre birimlerin dönüşümlerinin hesaplanması,
6. İş merkezleri ve iş merkezi aktiviteleri,
7. İş merkezi seçimi ve operasyon sürelerinin hesaplanması,
8. Gerekli ham boru miktarlarının bulunması.

Yukarıda adı geçen noktaların açıklanması, IAS yazılımının Kalibre Boru'ya kurulumu anlamına gelmektedir, çünkü bu noktalar Kalibre Boru'da yapılan tüm işlemleri içermektedir. Uygulamanın bundan sonraki aşamaları, gerekli donanımın sağlanması, son kullanıcıların kişisel bilgisayarlarına IAS yazılımının yüklenmesi, ilgili kişilere gerekli eğitimlerin verilmesi ve paralel geçiş yöntemiyle yeni sisteme geçmektir. Bu çalışmalar tamamlandıktan sonra, sistemin çalışması gözlenerek, ihtiyaç duyulması halinde gerekli düzenlemeler yapılacaktır.

#### 7.2.3.1 Malzeme tanımlaması

Malzemede tutulması ve sipariş alınırken girilmesi gerekli olan bazı bilgiler (Çizelge 7.13) bulunmaktadır. Belirtilen bilgilerin büyük bir kısmı aynı zamanda ham borular için de girilmektedir. Dolayısıyla, bu bilgilerin tanımlanacak bir malzeme sınıfı içerisinde tutulması uygun olacaktır. Çizelge 7.13'te belirtilen bilgilerin dışında ayrıca firma, tesis, sektör, özel tedarik tipi, statü, malzeme kodu, malzeme adı, malzeme grubu, stok birimi ve ikinci stok birimi bilgileri, IAS yazılımı tarafından otomatik olarak atanmaktadır.



Çizelge 7.13 Malzeme tanımlanırken girilmesi gerekli olan bilgiler (Çakır, 1997).

| <i>No</i> | <i>Alan İsmi</i>                 | <i>Durumu</i>                              |
|-----------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1         | Dikişli / Dikişsiz               | Mecburi                                    |
| 2         | Dış çap                          | Arama kriteri                              |
| 3         | Dış çap + toleransı              |                                            |
| 4         | Dış çap - toleransı              |                                            |
| 5         | İç çap                           | Arama kriteri                              |
| 6         | İç çap + toleransı               |                                            |
| 7         | İç çap - toleransı               |                                            |
| 8         | Et kalınlığı                     | Arama kriteri                              |
| 9         | Et kalınlığı + toleransı         |                                            |
| 10        | Et kalınlığı - toleransı         |                                            |
| 11        | Kullanım boyu                    |                                            |
| 12        | Kullanım boyu birimi             |                                            |
| 13        | Kullanım boyu toleransı          |                                            |
| 14        | Sevk boyu                        | Mecburi (girilmezse 3-6 m. olarak gelir)   |
| 15        | Sevk boyu birimi                 |                                            |
| 16        | Norm                             | Mecburi                                    |
| 17        | Malzeme kalitesi                 | Mecburi                                    |
| 18        | Fiziksel özellik                 | Mecburi                                    |
| 19        | Çekme                            |                                            |
| 20        | Akma                             |                                            |
| 21        | Uzama                            |                                            |
| 22        | Yüzey durumu                     |                                            |
| 23        | Açma                             |                                            |
| 24        | Ezme                             |                                            |
| 25        | Bükme                            |                                            |
| 26        | İç çapak durumu (var / yok)      | Mecburi / Arama kriteri                    |
| 27        | Mamül grubu                      | Mecburi                                    |
| 28        | Doğrultma toleransı (dar/normal) | Mecburi                                    |
| 29        | EDDY durumu (var / yok)          | Mecburi                                    |
| 30        | Tavlanmış (evet / hayır)         | (Ham borular için) Mecburi / Arama kriteri |
| 31        | Yağlanmış (evet / hayır)         | (Ham borular için) Mecburi / Arama kriteri |
| 32        | Uç ezilmiş (evet / hayır)        | (Ham borular için) Mecburi / Arama kriteri |
| 33        | Sabit Boy                        |                                            |
| 34        | İhraç mı? (evet / hayır)         | Mecburi ( otomatik değer hayırdır)         |

### 7.2.3.2 Operasyon sayılarının belirlenmesi

Malzemenin (dolayısıyla mamül borunun ve ham borunun) sistemde tanımlanmasından sonra kullanıcı (satış elemanı), stoklarına bakarak ham boru stoklarından uygun olanı seçerek, mamülün üretiminde kullanılacak hammaddeyi belirleyebilecektir.

Bundan sonraki aşama, IAS yazılımının mamülün rotasını otomatikman tanımlamasıdır. Bu tanımlamanın yapılabilmesi için bir algoritmaya ihtiyaç vardır. Bu algoritma da tamamen çekim sayısının belirlenmesine bağlıdır.

Çekim işlemi bir borunun çekilmek suretiyle uzunluğunun, dış çapının, iç çapının ve dolayısıyla et kalınlığının değiştirilmesi işlemidir. Fakat bir boru, bir çekimde ancak belirli bir miktara kadar çekilebilmektedir. Bu yüzden çekim sayısının hesaplanması, rotanın belirlenmesi için gereklidir. Çekim sayısı hesaplanırken 4 aşamalı bir işlem yapılmaktadır. Bu işlemler şu şekildedir :

#### 7.2.3.2.1 Uzama katsayısı (deformasyon) kriterine göre çekim sayısının bulunması

Bu hesaplamalarda kullanılan bazı simgeler bulunmaktadır. Bunlar ;

$D_1$  = çekim öncesi dış çap ;  $D_2$  = çekim sonrası dış çap

$d_1$  = çekim öncesi iç çap ;  $d_2$  = çekim sonrası iç çap

$s_1$  = çekim öncesi et kalınlığı ;  $s_2$  = çekim sonrası et kalınlığı

$l_1$  = çekim öncesi boy ;  $l_2$  = çekim sonrası boy

$U_k$  = uzama katsayısı ;  $H$  = çekim sayısı

$H_1$  = uzama katsayısı kriterine göre hesaplanan çekim sayısı

$H_2$  = dış çap kriterine göre hesaplanan çekim sayısı

$H_3$  = et kalınlığı kriterine göre hesaplanan çekim sayısı

Öncelikle, çekim sayısı hesaplanırken baz alınan bir uzama katsayısı (Denklem 7.1) vardır. Ancak, uzama katsayısı kriterine göre bulunan çekim sayısı sadece bir alt sınır olmaktadır.

$$U_k = \{ ((D_1 - s_1) \times s_1) / ((D_2 - s_2) \times s_2) \} \quad (\text{Denklem 7.1})$$

Bu hesaplamadan sonra bir çekim sayısı (Denklem 7.2) ortaya çıkmaktadır.

$$H_1 = \text{round} \left\{ \ln (U_k) / 0.40 \right\} \quad (\text{Denklem 7.2})$$

#### 7.2.3.2.2 Dış çap kriterine göre çekim sayısının bulunması

Her borunun, dış çapının büyüklüğüne göre, çekilebileceği bir limit miktarı bulunmaktadır. Bu miktar, çap büyüklüklerine göre Çizelge 7.14'te verilmiştir.

Çizelge 7.14 Dış çap kriterine göre çekim aralıkları (Çakır, 1997).

| <i>Çekim Sonrası Dış Çap (D<sub>2</sub>) Aralığı (mm)</i> | <i>Maksimum Çekim Miktarı (mm)</i> |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 0 - 10                                                    | 2                                  |
| 10 - 15                                                   | 4                                  |
| 15 - 20                                                   | 5                                  |
| 20 - 40                                                   | 8                                  |
| > 40                                                      | 10                                 |

Dış çap kriteri gözönüne alınarak çekim sayısı hesabı yapılırken, Çizelge 7.14'te belirtilen çekim aralıklarına göre ham boru dış çap ölçüsünden aşağıya doğru, mamül borunun dış çap ölçüsüne kadar inilerek dış çap kriterine göre çekim sayısı (H<sub>2</sub>) bulunur.

#### 7.2.3.2.3 Et kalınlığı kriterine göre çekim sayısının bulunması

Çekim sayısı hesabında diğer bir kriter de et kalınlığıdır. Burada iki aralık söz konusudur. Eğer çekim sonrası et kalınlığı (s<sub>2</sub>) değeri 3 mm.'den büyük veya eşit ise, maksimum çekim miktarı 1 mm. olmaktadır. Aksi takdirde (s<sub>2</sub> < 3 mm), maksimum çekim miktarı 0.7 mm. olmaktadır. Dış çap kriterinde olduğu gibi, ham borunun et kalınlığından mamül borunun et kalınlığına, maksimum çekim aralığı göz önüne alınarak inilecek olursa, et kalınlığı kriterine göre çekim sayısı (H<sub>3</sub>) bulunmuş olur.

“\*” round fonksiyonu, reel bir sayıyı bir üst tam sayıya tamamlayan bir fonksiyondur.



#### 7.2.3.2.4 İç çap kontrolü

Burada yapılan kontrol, aslında uzama hesabı sonucunda bulunan çekim sayısının uygulanabilir bir sayı olup olmadığının kontrolüdür. Burada borunun iç çapak durumuna göre, iki durum söz konusudur. Ham boru iç çapaklı değilse, iç çap çekim miktarının ( $d_1 - d_2$ ) uzama katsayısı kriterine göre bulunan çekim sayısına ( $H_1$ ) oranı (yani  $(d_1 - d_2) / H_1$  oranı), birden küçük olursa, bu mamül boru, seçilen ham borudan çekilemez.

Ham boru iç çapaklı ise, aynı oran (yani  $(d_1 - d_2) / H_1$  oranı) üçten küçük olursa, aynı şekilde bu mamül boru, seçilen ham borudan çekilemez.

Bu durum söz konusu olursa IAS yazılımı, kullanıcıyı uyararak otomatik rota oluşturmayı durduracaktır. Böyle bir durumda kullanıcı, ya rotayı elle oluşturacak ya da başka bir ham boru seçerek, sistemin yeni bir rota oluşturmasını isteyecektir.

Sonuç olarak, tüm hesaplamaların ve kontrollerin sonucunda, çekim sayısı (Denklem 7.3) şu şekilde bulunur :

$$H = \max ( H_1 , H_2 , H_3 ) \quad (\text{Denklem 7.3})$$

#### 7.2.3.2.5 Fiziksel özelliğin etkisi

Bütün hesaplamaların dışında bir kriter de, mamül borunun fiziksel özelliğidir. Mamülün fiziksel özelliği BKW (son çekimden sonra tavlanmış yumuşak borunun fiziksel özelliği) ise, çekim sayısı bir artmaktadır.

#### 7.2.3.2.6 Örnek çekim sayısı hesaplaması

Buraya kadar anlatılan çekim sayısı hesaplamasının daha iyi anlaşılabilmesi için bir örnek hesaplama aşağıda verilmiştir :

Mamül borunun dış çapı : 20 mm , iç çapı : 14 mm , fiziksel durumu : BKW olsun.

Ham borunun dış çapı : 33.7 mm , iç çapı : 24.7 mm ve iç çapağı alınmış olsun.

Buna göre çekim sayısı hesaplanmak istenirse, ilk önce boruların et kalınlıkları (Denklem 7.4) hesaplanmalıdır.

$$s = (D - d) / 2 \quad (\text{Denklem 7.4})$$

Mamül borunun et kalınlığı 3 mm olarak  $(20 - 14) / 2 = 3$ , ham borunun et kalınlığı ise 4.5 mm olarak  $(33.7 - 24.7) / 2 = 4.5$  hesaplanır. Bundan sonra  $H_1$  ,  $H_2$  ve  $H_3$  değerleri hesaplanabilir.

$H_1$  değerinin hesaplanabilmesi için ilk önce uzama katsayısının bulunması gerekmektedir. İlgili formülde (Denklem 7.1) gerekli değerler yerlerine konursa, uzama katsayısı ( $U_k$ ) “ $\{((33.7-4.5) \times 4.5) / ((20-3) \times 3)\} = 2.89$ ” olarak bulunabilir. Bulunan uzama katsayısı değeri  $H_1$  formülünde yerine konacak olursa, uzama katsayısı kriterine göre çekme sayısı ( $H_1$ ) “round  $\{ \ln(2.89) / 0.40 \} = 3$ ” olarak hesaplanabilir.

Bulunan uzama katsayısına göre bulunan çekme sayısının uygun bir değer olup olmadığı, iç çap kontrolü yöntemiyle tespit edilmelidir. İlgili kriter uygulanırsa,  $(24.7 - 14) / 3 = 3.56$  değeri bulunur ki bu,  $3.56 > 1$  (çünkü ham borunun iç çapağı alınmıştı) koşulunu sağlamaktadır. O halde, hesaplanan  $H_1$  değeri uygundur.

Çizelge 7.14’te belirtilen dış çapa göre çekim aralıklarından yararlanarak  $H_2$  değeri bulunabilir.

$33.7 < 40$  olduğundan dış çaptan en fazla 8 mm alınabilir ( $33.7 - 8 = 25.8$  mm),

$20 < 25.8 < 40$  olduğundan dış çaptan en fazla 8 mm alınabilir ( $25.8 - 8 = 17.8$  mm),

$17.8 < 20$  olduğundan hesaplama bitmiştir (mamül borunun dış çapı 20 mm idi).

O halde,  $H_2 = 2$  olarak bulunur.

Et kalınlığı kriterine göre çekim sayısını hesaplamak gerekirse,

4.5 > 3 olduğundan et kalınlığından en fazla 1 mm alınabilir ( 4.5 - 1 = 3.5 mm),  
 3.5 > 3 olduğundan et kalınlığından en fazla 1 mm alınabilir ( 3.5 - 1 = 2.5 mm),  
 2.5 < 3 olduğundan hesaplama bitmiştir (mamül borunun et kalınlığı 3 mm idi).

O halde  $H_3 = 2$  olarak hesaplanır.

Tüm bu hesaplamalardan ve kontrollerden sonra çekim sayısı hesaplanabilir. İlgili formülde (Denklem 7.3) gerekli değerler yerine konursa,

$H = \max ( 3, 2, 2 ) = 3$  olarak hesaplanır. Ancak bu aşamada da mamül borunun fiziksel özelliği kontrol edilmelidir. Mamül borunun fiziksel özelliği BKW olduğundan, bulunan çekim sayısını (H) bir arttırmak gerekir.

Sonuç olarak, örnekteki ham borudan mamül boruya inmek için (3+1) 4 çekme işlemi gerekmektedir. Çekim sayısı hesaplandıktan sonra, her çekimde hedeflenecek çekim ölçülerinin hesabı ve operasyon sıralarının belirlenmesi kolay olacaktır.

#### 7.2.3.3 Her çekimde hedeflenen boru ölçüsünün belirlenmesi

Çekim sayısının hesaplanmasından sonraki aşama, her çekimde ulaşılmak istenen çekim sonrası iç çap ve dış çap ölçülerinin belirlenmesidir. Aslında bu değerlerin nasıl bulunacağı, dış çap kriterine ve et kalınlığı kriterine göre çekim sayısının hesaplanması bahsinde anlatılmıştır.

Dış çap kriterine göre çekim sayısının bulunması esnasında kullanılan maksimum çekim aralıkları (Çizelge 7.14) dikkate alınacak olursa, buradaki değerlerin (ham borudan mamül boruya inilirken elde edilen her çekim aralığı), ara çekimlerdeki borunun dış çap ölçüsünü ifade ettiği görülecektir. Dış çap kriterine göre hesaplanan çekim sayısı, et kalınlığı ve uzama kriterlerine göre hesaplanan çekim sayısından daha büyükse, zaten çekim sayısı dış çapa göre hesaplanan sayı olacaktır. Dış çap hesabından bulunan çekim sayısı, uzama ve et kalınlığı hesabından bulunan çekim sayısından daha küçük olursa, bu durumda da ara

çekim değerleri, çekim aralıklarına uymayabilir. Ancak bu durumun bir sakınca doğurmayacağına karar verilmiştir.

Et kalınlığının ara çekimlerdeki hesabı da aynı dış çapta olduğu şekilde belirlenir. Ancak, et kalınlığı hesabından bulunan çekim sayısı, sonuç olarak bulunan maksimum çekim sayısından küçük ise, ara çekimlerdeki et kalınlığının hesabı (Denklem 7.5) değişmektedir.

$$s_2 = s_1 - ( (s_2 - s_1) / H ) \quad (\text{Denklem 7.5})$$

Dış çap ve et kalınlıkları hesaplandığında da iç çaplar otomatik olarak (Denklem 7.4) hesaplanmış olacaktır.

Çekme işleminden sonra meydana gelen dış çap, et kalınlığı ve iç çap ölçü değişikliklerinin dışında, boruların boyları uç ezme, çekme ve kesme işlemlerinden sonra da değişebilmektedir.

Uç ezme işleminden sonra boru boyları 200 mm. azalmaktadır. (Çekme makinasındaki kazağın boruyu kavrayabilmesi için borunun bir ucunda yaklaşık 200 mm.'lik uç ezerek bir kafa açılmaktadır.)

Çekme işlemi sonucunda borunun ne kadar uzayacağı daha önce açıklanan uzama katsayısının (Denklem 7.1) yardımıyla hesaplanmaktadır (Denklem 7.6).

$$l_2 = l_1 \times U_k \quad (\text{Denklem 7.6})$$

Kesme işleminden sonra da boru boyları değişmektedir. Kalibre Boru'da söz konusu olan üç çeşit kesme işlemi vardır. Bunlar uç kesme, boy kesme ve sabit boy kesme işlemleridir.

Uç kesme işleminde borunun boyu kısalmamaktadır. Burada kesilen miktar, uç ezme işlemi esnasında yapılan 200 mm.'lik kafalardır. İster son çekim isterse ara çekim olsun, her çekme işleminden sonra ezilen uçlar mutlaka kesilir.

Boy kesme işlemi müşterinin, sevk boyunun rastgele (random) boy (rastgele boy : 3-6 m) olmasını istediği zamanlarda yapılan son kesme işlemidir. Son çekme işleminden sonraki boru, fire vermeyecek şekilde 3 metre ve 6 metre arasındaki değerlerde kesilmektedir.

Sabit boy kesme işlemi ise, müşterinin, sevk boyunu sabit (fix) boy istediği zamanlarda yapılan kesme işlemidir. Son çekme işleminden sonraki boru, müşterinin isteği olan sabit boyya göre kesilmektedir. Oluşan fire müşteriye yansıtılmaktadır.

Boy kesme işlemleri, müşteri talebine ve uzama katsayısına göre kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

#### 7.2.3.4 Operasyon sırasının belirlenmesi

Kalibre Boru'da operasyonlar hemen hemen her zaman aşağıda belirtilen sırayla olmaktadır:

1. Tavlama,
2. Yağlama,
3. Uç ezme,
4. Çekme,
5. Doğrultma,
6. Kesme,
7. Paketleme.

Bu operasyonların dışında, fosfatlama operasyonu (mamül grubu kops olduğunda yapılmaktadır) ve EDDY operasyonu (mamül spefikasyonlarında belirtildiği zaman yapılan bir elektromanyetik çatlak testidir) olmak üzere iki operasyon daha bulunmaktadır.

Bu arada, ham boru tavllanmış ve/veya yağlanmış ve/veya uç ezilmiş ise (bu bilgiler Çizelge 7.13'ten alınmaktadır) bu operasyonlar (Çizelge 7.13'te bu bilgilerin sorulduğu alanların karşılığı evet olan operasyonlar) atlanmaktadır.

Bunun dışında, 6. operasyondan (kesme) sonra, eğer çekim sayısı birden büyük ise, paketleme operasyonu yapılmamakta, tekrar birinci operasyona dönülmekte ve aynı işlemler, son çekim de yapılan kadar tekrarlanmaktadır. Tüm çekim işlemleri yapıldıktan sonra, en son olarak paketleme operasyonu yapılmaktadır.

Mamül grubu kops olduğu zaman (bu bilgi Çizelge 7.13'ten alınmaktadır) son çekimden sonra fosfatlama operasyonu yapılmaktadır.

Bu anlatılanların dışında mamül grubunun fiziksel özellik durumu (bu bilgi Çizelge 7.13'ten alınmaktadır) NBK, GBK, BKS (bu fiziksel özellikler son çekme işleminden sonra tavlanan yumuşak borulara ait olan fiziksel özelliklerdir) olduğu zaman son çekimden sonra, işlemler şu sırayla devam etmektedir :

1. Çekme (son çekim),
2. Doğrultma,
3. Kesme (bu kesme işlemi uç kesmedir),
4. Tavlama,
5. Yağlama,
6. Doğrultma,
7. Kesme (bu kesme işlemi boy kesmedir),
8. Paketleme.

Bütün bu anlatılanlara ilaveten, eğer mamül spefikasyonlarında EDDY işlemi varsa, operasyon sırası son çekimden sonra şu sırada olmaktadır :

1. Çekme (son çekim),
2. Doğrultma,
3. Kesme (bu kesme işlemi uç kesmedir),
4. EDDY,
5. Kesme (bu kesme işlemi boy kesmedir),
6. Paketleme.

### 7.2.3.5 Değişen boru ölçülerine göre birimlerin dönüşümlerinin hesaplanması

Bu ana kadar anlatılanlarla kullanıcı, malzeme özelliklerini girebilmekte ve tanımlanan malzemelerden birinin ham boru olarak seçilmesiyle birlikte, seçilen ham borunun mamül boru olana kadar geçeceği operasyonlar ve her operasyon sonucu oluşacak borunun dış çap, iç çap, et kalınlığı ve birim boyu belirlenebilmektedir. Bu hesaplamalar yapıldığı takdirde bir malzeme için birimlerin birbirlerine dönüşümleri rahatlıkla yapılabilecektir.

Metre - adet dönüşümü için, toplam metrenin (siparişteki ve/veya iş emrindeki) birim boya bölünmesi yeterli olacaktır.

Metre - kilogram dönüşümü için ise, bir çevrim katsayısı (Denklem 7.7) tanımlanmıştır. Bu çevrim katsayısının hesaplanması ile istenen dönüşüm yapılabilmektedir.

$$\text{m/kg çevrim katsayısı} = (D - s) \times s \times 0.02466 \quad \text{Denklem (7.7)}$$

Kilogram - metre dönüşümü için ise, yukarıda hesaplanan çevrim katsayısının (Denklem 7.7) çarpmaya göre tersini almak yeterli olacaktır.

Yani, sonuç olarak herhangi bir malzemenin toplam boy (metre), toplam kilogram ve toplam adet bilgileri birbirine kolaylıkla dönüştürülmektedir. Siparişte bunlardan sadece birisinin girilecek olmasına rağmen, rotanın IAS yazılımı tarafından belirlenmesi sırasında bu dönüşümler kullanılacaktır. Çünkü, operasyon süreleri, değişik operasyonlar için farklı birimler kullanılarak hesaplanacaktır.

### 7.2.3.6 İş merkezleri ve iş aktiviteleri

Çalışmanın bu aşamasında, Kalibre Boru için tanımlanacak iş merkezleri, bu iş merkezlerinde yapılan operasyonlar ve her operasyon için tanımlı olacak aktiviteler (Çizelge 7.15) belirlenmiştir.

Çizelge 7.15 Operasyonlar ve aktiviteler (Çakır, 1997).

| No | İş Merkezleri  | Operasyon | Aktiviteler |        |         | Çizelgeleme Formülü |
|----|----------------|-----------|-------------|--------|---------|---------------------|
|    |                |           | hazırlık    | makina | işçilik |                     |
| 1  | tavlama        | tavlama   |             | var    | var     | makina              |
| 2  | yağlama        | yağlama   |             | var    | var     | makina              |
| 3  | yağlama        | yağlama   |             | var    | var     | makina              |
| 4  | uç ezme        | uç ezme   |             | var    | var     | makina              |
| 5  | çekme-1        | çekme     | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 6  | çekme-2        | çekme     | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 7  | çekme-3        | çekme     | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 8  | çekme-4        | çekme     | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 9  | doğrultma      | doğrultma | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 10 | sulu daire     | kesme     |             | var    | var     | makina              |
| 11 | behringer      | kesme     |             | var    | var     | makina              |
| 12 | otomatik kesme | kesme     |             | var    | var     | makina              |
| 13 | fix kesme      | kesme     |             | var    | var     | makina              |
| 14 | EDDY           | EDDY      | var         | var    | var     | hazırlık + makina   |
| 15 | paketleme      | paketleme |             |        | var     | işçilik             |
| 16 | kops paketleme | paketleme |             |        | var     | işçilik             |

#### 7.2.3.7 İş merkezi seçimi ve operasyon sürelerinin hesaplanması

Çalışmanın bu bölümünde, tanımlanan iş merkezlerindeki operasyon süreleri belirlenecektir.

##### 7.2.3.7.1 Operasyon sürelerinin hesaplanması

###### 7.2.3.7.1.1 Tavlama operasyonu

Tavlama operasyonu süresi (Çizelge 7.16) kilogram üzerinden hesaplanmaktadır.



Çizelge 7.16 Tavlama operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı (mm)</i> |        | <i>Et Kalınlığı Aralığı (mm)</i> |      | <i>Saatte Tavlanan Miktar (kg)</i> |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|------|------------------------------------|
| 0                           | 20.99  | 0                                | 1.49 | 800                                |
| 0                           | 20.99  | 1.5                              | 2.99 | 1300                               |
| 0                           | 20.99  | 3                                | > 3  | 1500                               |
| 21                          | 40.99  | 0                                | 1.49 | 1000                               |
| 21                          | 40.99  | 1.5                              | 2.99 | 1200                               |
| 21                          | 40.99  | 3                                | > 3  | 1600                               |
| 50                          | 75.99  | 0                                | 1.49 | 1200                               |
| 50                          | 75.99  | 1.5                              | 2.99 | 1500                               |
| 50                          | 75.99  | 3                                | > 3  | 1600                               |
| 76                          | 107.99 | 0                                | 1.49 | 1200                               |
| 76                          | 107.99 | 1.5                              | 2.99 | 1500                               |
| 76                          | 107.99 | 3                                | > 3  | 1700                               |
| 108                         | >108   | 0                                | 1.49 | 1200                               |
| 108                         | >108   | 1.5                              | 2.99 | 1500                               |
| 108                         | >108   | 3                                | > 3  | 1700                               |

Tavlancak boru miktarına göre tavlama operasyonu için gerekli süre, bu birim sürelerle göre hesaplanabilecektir. Ancak borunun fiziksel özelliğinin NBK, GBK, BKW olması durumunda borularda hassasiyet var demektir. Bu durumda, bulunan makina sürelerinin %20 fazlası alınmalıdır.

#### 7.2.3.7.1.2 Yağlama operasyonu

Burada yağlanacak boru miktarının kaç bağ yaptığı önemli olmaktadır, çünkü bir bağ borunun yağlanması için gerekli süre 45 dakikadır. Yağlanacak boruların kaç bağ yaptığı dış çap ölçülerinden hesaplanmaktadır. Yani, sistem yağlanacak borunun dış çap ölçülerinden (Çizelge 7.17) bir bağdaki maksimum boru sayısını bularak, bağ sayısını hesaplayacaktır. Buradan operasyon süresi hesaplanacaktır. Ancak, bu hesaplamaların bir kıstasdan daha geçirilmesi gerekmektedir. Bu kıstas, vincin taşıyabileceği maksimum

ağırlıktır. Vinç maksimum 3500 kilogram taşıyabilmektedir. Eğer bu şart sağlanmazsa, bağ sayısı bir arttırılır.

Çizelge 7.17 Yağlama operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı (mm)</i> |     | <i>Bir Bağdaki Maksimum Boru Adedi</i> | <i>Örnek : (toplam boru) (adet)</i> | <i>Bağ Sayısı (adet) (1 bağ ağırlığı ≤ 3500 kg)</i> | <i>Toplam Süre (dakika)</i> |
|-----------------------------|-----|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|
| 10                          | 20  | 350                                    | 1000                                | 3                                                   | 135                         |
| 21                          | 30  | 250                                    | 1000                                | 4                                                   | 180                         |
| 31                          | 40  | 150                                    | 1000                                | 7                                                   | 315                         |
| 41                          | 50  | 100                                    | 1000                                | 10                                                  | 450                         |
| 51                          | 60  | 65                                     | 1000                                | 16                                                  | 720                         |
| 61                          | 70  | 45                                     | 1000                                | 23                                                  | 1035                        |
| 71                          | 90  | 35                                     | 1000                                | 29                                                  | 1305                        |
| 91                          | 114 | 25                                     | 1000                                | 40                                                  | 1800                        |
| 115                         | 159 | 20                                     | 1000                                | 50                                                  | 2250                        |

Fosfatlama operasyonu (mamül grubu kops olduğu zaman, paslanmaya karşı koruma amaçlı yapılan bir yüzey kaplama işlemidir) için kapasite 1600 adet/saat olarak belirlenmiştir.

#### 7.2.3.7.1.3 Uç ezme operasyonu

Uç ezme operasyonu için makina sürelerinin hesaplanması maksadıyla bir kural bulunamamıştır. Bu nedenle deneysel veriler kullanılarak süreler saptanacaktır. Bu amaçla, belirli dış çap, et kalınlığı ve bir sonraki operasyonda (çekme operasyonu) hedeflenen dış çap aralıkları için belirlenecek birim sürelerin yer aldığı bir tablo yardımıyla operasyon süreleri hesaplanacaktır. Bu tablo, bir destek tablosu olacaktır ve kullanıcı tarafından değişiklik yapılabilir. Bu operasyon süresi belirlenirken de adet bilgisi esas olmaktadır. Bir adedi ezme için geçen süre hesaplandıktan sonra, toplam iş emri adedi ile çarpılmak suretiyle toplam operasyon süresi hesaplanabilecektir.

#### 7.2.3.7.1.4 Çekme operasyonu

Çekme operasyonu için gerekli olacak toplam sürenin hesaplanması biraz daha zor olacaktır. İşletme içerisinde birden fazla çekme makinası bulunmaktadır. Her bir makinanın özellikleri ve dolayısıyla operasyon süreleri farklı olmaktadır. Bu nedenle, öncelikle uygun makinanın (iş merkezinin) seçilmesi gerekmektedir. Kalibre Boru'da dört adet çekme makinası bulunmaktadır. Bunlardan üçü faaliyette iken, henüz bir tanesi faaliyete başlamamıştır. Bu üç makinanın teknik özelliklerini şöyle sıralayabiliriz :

1. Makina, 10 ton çekim kuvvetindedir ve dış çap 51 mm ve daha küçük olan boruların çekiminde kullanılmaktadır.
2. Makina, 20 ton çekim kuvvetindedir ve dış çapı 63 mm.'ye kadar (63 mm hariç) olan boruları çekebilmektedir.
3. Makina, 30 ton çekim kuvvetindedir ve dış çapı 63 mm.'den büyük olan (63 mm dahil) olan boruları çekebilmektedir.

Buna göre öncelikle çekilecek boruların dış çapı 63 mm. ve daha büyük ise, tonajına bakılmadan 3. makina seçilmelidir. Bu anlatılanlar göz önünde bulundurulursa, makina seçimi şu şekilde olacaktır. Sistem ilk önce çekilecek borunun tonajını (Denklem 7.8) hesaplayacaktır. Bu tonaj hesabına göre bir makina seçilecektir. Bu seçimden sonra dış çap kontrolü yapılacaktır. Dış çap seçilen makinaya uymuyorsa, bir üst makina kontrol edilecektir. Dış çap bu makinanın çekebileceği dış çap aralığına da uymuyorsa, son makina seçilecektir.

$$\text{Boru tonajı} = \{(((D_1-s_1) \times s_1 \times 3.14) - ((D_2-s_2) \times s_2 \times 3.14)) \times 2 \times S_t\} / 1000 \quad (\text{Denklem 7.8})$$

$S_t$  = malzeme (çelik) kalitesine göre değişen bir katsayıdır. Şu şekilde listelenebilir :

1. Çelik kalitesi St34 ise,  $S_t = 40$ ,
2. Çelik kalitesi St35 ise,  $S_t = 40$ ,
3. Çelik kalitesi St37 ise,  $S_t = 40$ ,

4. Çelik kalitesi St52 ise,  $S_t = 55$ ,
5. Çelik kalitesi C60 ise,  $S_t = 85$ ,
6. Çelik kalitesi SAE 4140 ise,  $S_t = 85$ .

Bu şekilde iş merkezi seçimi yapıldıktan sonra, hazırlanacak bir destek tablosundan (Çizelge 7.18) uygun sürelerin seçimi yapılacaktır. Böylece çekme operasyonu için gerekli süre hesaplanacaktır.

Çizelge 7.18 Çekme operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı<br/>(mm)</i> |        | <i>Et Kalınlığı Aralığı<br/>(mm)</i> |                 | <i>Saatte Çekilen Miktar<br/>(m)</i> |
|---------------------------------|--------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 0                               | 20.99  | ne olursa olsun                      | ne olursa olsun | 350                                  |
| 21                              | 49.99  | 0                                    | 1.99            | 400                                  |
| 21                              | 49.99  | 1.99                                 | 3.99            | 450                                  |
| 21                              | 49.99  | 4                                    | >4              | 350                                  |
| 50                              | 75.99  | 0                                    | 1.99            | 350                                  |
| 50                              | 75.99  | 1.99                                 | 3.99            | 400                                  |
| 50                              | 75.99  | 4                                    | >4              | 300                                  |
| 76                              | 107.99 | 0                                    | 1.99            | 275                                  |
| 76                              | 107.99 | 1.99                                 | 3.99            | 300                                  |
| 76                              | 107.99 | 4                                    | >4              | 200                                  |
| 108                             | >108   | 0                                    | 1.99            | 120                                  |
| 108                             | >108   | 1.99                                 | 3.99            | 200                                  |
| 108                             | >108   | 4                                    | >4              | 120                                  |

Çekilecek boruların iç çapları 15 mm.'den küçük ise, Çizelge 7.18'deki saatte çekilen miktarlar ikiye bölünmelidir. Yani, kapasite yarıya düşmektedir.

Ayrıca, bulunan bu operasyon süreleri çekme işleminde hassasiyet olup olmamasına göre de değişebilmektedir. Hassasiyet varsa, Çizelge 7.18'deki saatte çekilen miktarlar, %20

azaltılmalıdır. Aşağıdaki kontrollerden birinin olması durumunda, çekme hassasiyeti var demektir. Hassasiyet koşullarını şu şekilde özetleyebiliriz :

1. Dış çap aralığı 0 - 30.99 mm iken, toplam toleransın 0.10 mm.'den küçük olması,
  2. Dış çap aralığı 31 - 50.99 mm iken, toplam toleransın 0.15 mm.'den küçük olması,
  3. Dış çap aralığı 51 - 75.99 mm iken, toplam toleransın 0.20 mm.'den küçük olması,
  4. Dış çap aralığı 76 - 107.99 mm iken, toplam toleransın 0.30 mm.'den küçük olması,
  5. Dış çap aralığı 108 - >108 mm iken, toplam toleransın 0.50 mm.'den küçük olması,
  6. Dış çap aralığı 0 - 49.99 mm iken, et kalınlığı aralığının 0 - 0.7 mm olması,
  7. Dış çap aralığı 50 - 75.99 mm iken, et kalınlığı aralığının 0.7 - 1.2 mm olması,
  8. Dış çap aralığı 76 - 107.99 mm iken, et kalınlığı aralığının 1.2 - 2 mm olması,
  9. Dış çap aralığı 108 - >108 mm iken, et kalınlığı aralığının 2 - 2.5 mm olması,
- durumlarında çekme işleminde hassasiyet vardır ve hesaplanan operasyon sürelerinin %20 fazlası alınmalıdır.

#### 7.2.3.7.1.5 Doğrultma operasyonu

Doğrultma operasyonu için standart operasyon süreleri dış çap aralıkları için (Çizelge 7.18) belirlenmektedir.

Çizelge 7.19 Doğrultma operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı<br/>(mm)</i> |        | <i>Bir Saatte İşlenen<br/>miktar (m)</i> |
|---------------------------------|--------|------------------------------------------|
| 0                               | 21.99  | 600                                      |
| 22                              | 49.99  | 750                                      |
| 50                              | 75.99  | 500                                      |
| 76                              | 107.99 | 350                                      |
| 108                             | >108   | 200                                      |

Doğrultma operasyonundan hemen önceki çekme operasyonunda hassasiyet varsa, doğrultma operasyonunda da hassasiyet var demektir ve bu durumda Çizelge 7.18'de

belirtilen işlem miktarları %20 azaltılmalıdır. Ayrıca, borunun fiziksel özelliği NBK ve et kalınlığı 2.00 mm.'in altında ise, doğrultma işleminde hassasiyet söz konusudur ve işlem sürelerinin %20 fazlası alınmalıdır.

#### 7.2.3.7.1.6 Kesme operasyonu

Kalibre Boru'da üç adet kesme makinası bulunmaktadır. Dolayısıyla otomatik rota oluştururken öncelikle iş merkezi seçimi yapılmalıdır. Bu kesme tezgahları şunlardır :

1. Sulu daire,
2. Behringer,
3. Otomatik kesme.

Kesilecek malzemenin malzeme grubu kops ise, otomatik kesme makinası seçilecektir. Bunun dışında, kesilecek malzemenin et kalınlığı 3mm.'den büyük veya eşitse Behringer ve dış çapı 50 mm.'den büyük veya eşitse yine Behringer kesme makinası seçilecektir. Bunların dışında kalan tüm durumlarda sulu daire seçilmelidir.

Sulu daire kesme (Çizelge 7.20) ve Behringer kesme (Çizelge 7.21) makinasında işlem süreleri kesilecek boruların dış çap ve et kalınlıklarına göre değişmektedir.

Çizelge 7.20 Sulu daire makinasında işlem süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralıkları<br/>(mm)</i> |       | <i>Et Kalınlığı<br/>Aralıkları (mm)</i> |      | <i>Saatte Kesilen<br/>Miktar (adet)</i> |
|------------------------------------|-------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|
| 0                                  | 21.9  | 0                                       | 0.99 | 100                                     |
| 0                                  | 21.9  | 1                                       | 1.49 | 200                                     |
| 0                                  | 21.9  | 1.5                                     | 1.99 | 160                                     |
| 0                                  | 21.9  | 2                                       | >2   | 140                                     |
| 22                                 | 49.99 | 0                                       | 0.99 | 70                                      |
| 22                                 | 49.99 | 1                                       | 1.49 | 180                                     |
| 22                                 | 49.99 | 1.5                                     | 1.99 | 150                                     |
| 22                                 | 49.99 | 2                                       | >2   | 120                                     |

Çizelge 7.21 Behringer makinasında işlem süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralıkları<br/>(mm)</i> |        | <i>Et Kalınlığı<br/>Aralıkları (mm)</i> |      | <i>Saatte Kesilen Miktar<br/>(adet)</i> |
|------------------------------------|--------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|
| 10                                 | 21.99  | 0                                       | 3.99 | 200                                     |
| 10                                 | 21.99  | 4                                       | >4   | 160                                     |
| 22                                 | 49.99  | 0                                       | 3.99 | 180                                     |
| 22                                 | 49.99  | 4                                       | >4   | 150                                     |
| 50                                 | 75.99  | 0                                       | 3.99 | 100                                     |
| 50                                 | 75.99  | 4                                       | >4   | 80                                      |
| 76                                 | 107.99 | 0                                       | 3.99 | 60                                      |
| 76                                 | 107.99 | 4                                       | >4   | 50                                      |
| 108                                | >108   | 0                                       | 3.99 | 20                                      |
| 108                                | >108   | 4                                       | >4   | 12                                      |

Behringer makinasında yapılan işlem sabit boy kesme işlemi ise, kesme işleminde hassasiyet var demektir ve bulunan sürelerin %20 fazlası alınmalıdır.

Otomatik kesme makinasında operasyon süreleri, makinanın saatte 400 adet boruyu kesebildiği varsayılarak hesaplanmalıdır.

#### 7.2.3.7.1.7 Paketleme operasyonu

Paketleme operasyonunda, süre hesaplaması paketlenen bağ adedinden ortaya çıkmaktadır. Bir bağın paketlenmesi ortalama 30 dakika sürmektedir. Dolayısıyla, toplam operasyon süresinin hesaplanabilmesi için toplam bağ sayısı bulunmalıdır. Toplam bağ sayısı da daha önce belirtildiği gibi, dış çap aralıklarına (Çizelge 7.22) bağlıdır.



Çizelge 7.22 Paketleme operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı (mm)</i> | <i>Bir Bağdaki Maksimum Boru Adedi</i> |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| 0 - 16                      | 271                                    |
| 17 - 21                     | 169                                    |
| 22 - 28                     | 127                                    |
| 29 - 40                     | 91                                     |
| 41 - 55                     | 61                                     |
| 56 - 70                     | 37                                     |
| 71 - 105                    | 19                                     |
| 106 - 130                   | 10                                     |

Çizelge 7.22'den, paketlenecek boruların kaç bağ teşkil edeceği bulunarak, toplam paketleme operasyonu süresi hesaplanacaktır. Mamül grubu kops olan borular, kops paketleme iş merkezinde işlem görmektedir. Bu iş merkezinde saatte 1000 adet boru paketlenebilmektedir.

#### 7.2.3.7.1.8 EDDY operasyonu

EDDY operasyonu, son çekimden sonra, mamül spefikasyonlarında belirtilmesi durumunda ve mamül dış çapının 18 mm.'den büyük olması durumunda yapılan bir işlemdir. Operasyon süresi dış çap aralıklarına (Çizelge 7.23) bağlıdır.

Çizelge 7.23 EDDY operasyonu birim süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Dış Çap Aralığı (mm)</i> | <i>Saatte İşlenen Miktar (adet)</i> |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 18                          | 30.99                               |
| 31                          | 50.99                               |
| 51                          | 80.99                               |
| 81                          | >81                                 |



### 7.2.3.7.2 Hazırlık sürelerinin hesaplanması

Buraya kadar anlatılan algoritmalarla bulunan sürelerin tamamı (paketleme operasyonu hariç) makina aktivitelerinin süreleridir. İşçilik aktivitelerinin süreleri tüm iş merkezleri için makina aktivitelerinin süreleri ile aynıdır. Hazırlık aktivitelerinin süreleri (Çizelge 7.24) sabit olup, her iş merkezi için mevcut değildir.

Çizelge 7.24 Hazırlık aktivitelerinin süreleri (Çakır, 1997).

| <i>Operasyon</i> | <i>Hazırlık Süresi<br/>(dakika)</i> |
|------------------|-------------------------------------|
| otomatik kesme   | 120                                 |
| doğrultma        | 15                                  |
| çekme            | 30                                  |
| EDDY             | 60                                  |

### 7.2.3.7.3 Mamül grubunun operasyon sürelerine etkisi

Bütün buraya kadar anlatılan işlemler neticesinde bulunan operasyon süreleri son bir kontrolden geçirilmektedir. Bazı mamül gruplarında hassasiyet bulunmaktadır. Bu mamül grupları için bulunan operasyonların makina sürelerinin (dolayısıyla işçilik sürelerinin) %20 fazlasının alınması gerekmektedir. Bu mamül grupları şunlardır :

1. Amortisör,
2. Gazlı amortisör,
3. Hidrolik lift,
4. Pnömatik,
5. Tüfek borusu.

Bunların dışında mamül grubu profil ve şekilli boru olursa bulunan toplam mamül maliyetinin 1.2 ile çarpılması gerekmektedir. Ancak, bu bilginin otomatik rota oluşturulması ile bir ilgisi yoktur.

#### 7.2.3.8 Gerekli ham boru miktarlarının bulunması

İstenen mamül boru miktarı ve bulunan rotaya göre gerekli ham boru miktarı (uzama katsayısı hesabında (Denklem 7.1) tersten gidilerek bulunmaktadır) hesaplanabilmektedir (Çakır, 1997).

#### 7.2.4 Gerekli donanımın sağlanması, eğitimler ve yeni sisteme geçiş

Kalibre Boru'da son kullanıcılara ait olan tüm kişisel bilgisayarlar 486 DX-100 mikro işlemcili bilgisayarlardı. Bunlar Pentium-133 mikro işlemcili bilgisayarlarla değiştirilmiştir. Bunun dışında herhangi bir donanım değişikliği yapılmamıştır. Daha sonra son kullanıcıların kişisel bilgisayarlarına IAS yazılımı yüklenerek eğitimler başlamıştır.

Ancak, bir plan ve program dahilinde düzenli bir eğitim programı yürütülememiştir. Üst yönetim, herhangi bir eğitim almadığından dolayı sistemi tanıyamamış, sistemin temelinde yatan felsefeyi benimseyememiş ve bu sistemin ve felsefenin gerektirdiği yönetim şeklini kabullenememiştir. Doğal olarak bu eksiklik, sistemin işleyişini gelecekte çok olumsuz yönde etkileyecektir. Son kullanıcıların eğitimleri ise, sistemi ve felsefeyi çalışanlara tanıtmayı ve benimsetmeyi hedefleyeceği yerde, daha çok bir menü tanıtım eğitimi olmaktan daha uzağa gidememiştir. Ayrıca eğitimlerin büyük bir çoğunluğu Pazar günleri yapıldığından (Kalibre Boru'da Cumartesi günleri de çalışılmaktadır) hem eğitimi veren IAS yetkilisinin hem de eğitimi alan Kalibre Boru çalışanının gönüllü katılımının sağlandığı pek söylenemez.

Tüm bu aşamalardan sonra yeni sisteme paralel geçiş yöntemiyle geçilme kararı verilmiştir.

1 Ocak 1998 - 1 Nisan 1998 tarihleri arasında hem mevcut sistem ile hem de yeni sistem ile çalışılacaktır. 1 Nisan 1998 tarihinden itibaren tamamen yeni sisteme geçilecektir. Bu esnada, yeni sistemin aksaklıkları ve eksiklikleri belirlenerek, bunların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.

### 7.2.5 Değerlendirme

Kalibre Boru'da bu ana kadar yapılan MİP sistemi uygulama projesi kapsamındaki çalışmalar incelenecek olursa, yapılan çalışmaların ve kurulan sistemin MİP sistemleriyle hiçbir ilgisi olmadığı açıkça görülecektir. Yani proje başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Kalibre Boru'da kurulan sistem mevcut sistemin yeni bir yazılımla devam ettirilmesinden ibarettir.

Başarısızlığın nedenlerinden önce MİP felsefesinin Kalibre Boru'ya uygun olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Bilindiği gibi MİP sisteminin işleyebilmesi için daha önce açıklanmış (Bölüm 3.1.3) olan bazı ön koşullar bulunmaktadır. Bu ön koşullardan bazılarının, Kalibre Boru'ya göre değerlendirilerek, üzerinde durulması gerekmektedir.

MİP sisteminin işleyebilmesi, kuruluş içinde bir ana üretim planının varlığına bağlıdır. MİP sistemi, ana üretim planının parça numaraları cinsinden ifade edilebileceğini kabul eder. Ayrıca her envanter birimi, bir kodla tanımlanmalıdır. Bu kodlama sistemi kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir olmalıdır.

Kalibre Boru'da ise herhangi bir kodlama sistemi bulunmadığı gibi, bir kodlama sisteminin oluşturulması da pek mümkün değildir. Bunun başlıca nedeni Kalibre Boru'da, ürünün özelliğinden dolayı standart bir hammadde ve mamülün bulunmamasıdır. Malzeme tanımlanırken girilen bilgiler (Çizelge 7.13) incelenecek olursa, burada 33 ayrı alan içinde girilen bilgilerin herhangi birindeki bir değişikliğin farklı bir malzemeyi (ham boru veya mamül boru) tanımladığı anlaşılabilecektir. Sadece malzemenin boyutsal özellikleri (dış çap, iç çap ve et kalınlığı) sonsuz tane malzeme tanımlanabilmesi için yeterlidir. Ayrıca boyutsal özellikleri aynı olan malzemelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, iç çapak durumu, sevk boyu...vb. özellikleri değiştiğinde bunlar da farklı malzeme olmaktadır. Örneğin tüm boyutsal, fiziksel, kimyasal ve diğer özellikleri aynı olan iki mamülden birinin, sadece sevk boyu diğerinden bir milimetre daha kısa olduğunda bu iki mamül birbirinden tamamen farklı iki malzeme olmaktadır. Bunun nedeni, birinin kullanıldığı yerde diğerinin kullanılamamasıdır. Ayrıca mamülün kesin tanımı ancak, müşteriden sipariş onayı

alındıktan sonra yapılabilmektedir. Aslında IAS firması bu durumu, yapmış olduğu sistem analizi çalışmasında aşağıdaki saptamalar ile belirtmiştir :

1. Ölçülerin, kimyasal ve fiziksel özelliklerin değişmesi ile birlikte, çok sayıda mamül boru tipi ortaya çıkmaktadır,
2. Üretilen borunun tüm özellikleri ancak sipariş aşamasında belli olmaktadır,
3. Mamüllerin belirli bir kod numarası ya da isim ile takip edilmesi çok zordur,
4. Siparişte özellikleri belirtilen mamül boruyu üretmek için kullanılabilecek ham boru standart değildir. Aynı mamül üretiminin yapılabileceği farklı siparişler için farklı tipte ham boru kullanılabilmektedir,
5. Standart mamül yapıları bulunmamaktadır. Mamül yapıları her siparişte, eldeki mamül çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir,
6. Bir mamül üretiminde standart olarak hangi ham borunun kullanılacağı belli olmadığından, yapılacak olan işlemler ve işlem sayıları da standart olarak belli değildir. Aynı mamülün üretimi esnasında yapılacak olan işlemler her siparişte değişebilmektedir,
7. Böylece mamülün üretim rotası, her siparişte birlikte yeniden çizilmektedir.

MİP sisteminin ana kurallarından birisi de, bağımlı talep koşulunun söz konusu olduğu envanterlerin yönetimi için geçerli olmasıdır. Kalibre Boru, bir borunun boyutlarını soğuk çekme yöntemiyle değiştirerek mamül haline getirmektedir. Bu soğuk çekme işlemi esnasında ham borunun bünyesine katılan herhangi bir parça, bileşen, montaj veya alt montaj bulunmamaktadır. Yani, Kalibre Boru’da herhangi bir bağımlı talep söz konusu değildir.

Kısaca Kalibre Boru’da, standart bir malzeme (ham boru ve/veya mamül boru) tanımı yapılamadığından bir kodlama sistemi geliştirilememektedir. Bir kodlama sistemi geliştirilemediğinden ana üretim planı, malzeme listeleri tarafından ifade edilememekte ve rotalar oluşturulamamaktadır. Ayrıca, Kalibre Boru’da bağımlı talep kavramı söz konusu değildir. Böyle bir üretim ortamında sağlıklı bir MİP sisteminin uygulanabilmesi neredeyse imkansızdır.

Burada şu sorunun sorulması da gereklidir : “Kalibre Boru’da MİP sisteminin uygulanmasına ihtiyaç var mıdır?” Kalibre Boru, sipariş üzerine çalışan neredeyse hiç stok bulundurmıyan küçük ölçekli bir işletmedir. Yurtdışından temin edilen dikişli borular hiç stoklanmamakta; sadece yurtdışından temin edilen dikişsiz boruların belli boyutlarda olanları küçük miktarlarda stoklanmaktadır. Ayrıca, stoğa büyük miktarlarda malzeme giriş ve çıkışı olmamaktadır. Böyle bir üretim ortamında MİP sisteminin gerekliliği tartışmaya açıktır.

Tüm bu açıklamalardan sonra Kalibre Boru’da MİP sistemi uygulama projesinin başarısızlık nedenlerini şu şekilde özetleyebiliriz :

1. Yeterli bilgi eksikliği : Kalibre Boru’da üst yönetim de dahil, MİP sistemlerinin aslında ne oldukları tam olarak bilinmemektedir. MİP sistemleri gerekli planları, programlamaları ve hesaplamaları hızlı şekilde yapan bir yazılım olarak görüldüğünden, kurulan sistemin MİP sistemi olmadığı Kalibre Boru üst yönetimi tarafından anlaşılamamaktadır. Bu durum IAS yetkileri tarafından hiçbir zaman ifade edilmemiştir. Bilgi eksikliğine rağmen, MİP sistemlerinin ne olduğunu, sistemin temelinde yatan felsefenin anlaşılmasını ve bu felsefenin gerektirdiği yönetim biçiminin ortaya konmasını amaçlayan bir ön çalışma yapılmamıştır. En azından yukarıdaki açıklamaları ortaya koyacak olan bir çalışma bile, üst yönetimin bakış açısını değiştirecektir.

2. MİP sistemine geçiş kararının verilmesi ve IAS firmasının seçimi : Kalibre Boru’da böyle bir süreç yaşanmamıştır. MİP sistemine geçiş kararı, IAS yetkilerinin Kalibre Boru yönetim kurulu başkanıyla yapmış oldukları bir toplantı sonucu verilmiştir ve aynı toplantının sonucunda IAS yazılımı seçilmiştir. Bu arada IAS yazılımın tanıtıldığı tanışma toplantısında anlatılanlar, doğru olarak kabul edilmiş ve yazılım hiç sorgulanmamıştır. IAS firmasına referans sorularak, yazılım gerçek bir ortamda çalışır şekilde test edilmemiştir.

3. Proje grubunun oluşturulması : Kalibre Boru’da MİP sistemi uygulama projesi grubu sadece bir kişiden, üretim planlama şefinden oluşmaktaydı. Bu durum, sadece MİP sistemi uygulama projesi için değil, her proje için en önemli şart olan disiplinler arası çalışma imkanını ortadan kaldırmıştır. Üretim planlama şefi kendisi için önemli olmayan, fakat

muhasabe, ticaret gibi bölümler için hayati önem taşıyan bazı noktaları, doğal olarak, gözönüne alamamıştır. Sonuçta uygulama esnasında bölümler arası bütünleşmenin sağlanması zorlaşmış ve karmaşa yaşanmıştır.

4. Üst yönetimin desteği : Üst yönetim, bu projeyi sadece çalışanların işlerini yaparken kullanacağı bir yazılım olarak gördüğünden gerekli desteği tam olarak verememiştir. Proje kendi gidişatına bırakılmıştır. Sadece belli dönemlerde IAS yetkilileri ile çalışanların yazılımı kullanıp kullanamadığı denetlenmiştir. Doğal olarak bu durum, son kullanıcılar olan çalışanları olumsuz yönde etkilemiş ve sistemi kabullenmelerini zorlaştırmıştır.

5. Eğitimler : Daha önce de belirtildiği gibi, belli bir plan ve program dahilinde düzenli bir eğitim verilememiştir. Üst yönetim hiçbir eğitime katılmamıştır. Bu yüzden, olaya bakış açıları değişmemiştir. Son kullanıcılar olan çalışanlara da sadece, “buradan stok hareketlerini takip edebilirsin, şuradan sipariş açabilirsin...vb.” tarzı bir menü tanıtımından öteye gidemeyen bir eğitim programı uygulanmıştır. MİP sisteminin özü olan, asıl başarıyı getirecek olan sistemin temelindeki felsefe, çalışma mantığı tanıtılıp benimsetilmemiştir.

6. IAS firmasındaki Kalibre Boru proje sorumlusunun, projenin ortasında değişmesi : Yedi aylık bir çalışma sonucu Kalibre Boru’yu tam olarak tanıdıktan ve sistem analizi çalışmasını tamamladıktan sonra, IAS firmasındaki Kalibre Boru proje sorumlusu, işten ayrılma nedeninden dolayı değişmiştir. Yerine atanan kişi, Kalibre Boru’yu tam olarak tanımadığından uyum sağlamakta zorlanmıştır. Bu durum ileride sistemde boşluklar yaratacak bazı hataların yapılmasına neden olmuştur.

7. Kalibre Boru üst yönetiminin sistemden beklentileri : Kalibre Boru üst yönetimi, sistemden beklentilerini projenin herhangi bir döneminde ortaya koymamış ve sistemin performansını ölçecek belli kriterleri belirlememiştir. Onların en büyük beklentileri, sistemin, her sipariş için maliyetlendirmeyi otomatik olarak doğru bir şekilde yapmasıdır. Bunu başaran herhangi bir yazılım onlar tarafından başarılı olarak nitelendirilmektedir. Doğal olarak, bunu farkedenden IAS yetkilileri de çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmışlardır.



8. Sistemin çalışanlar tarafından kabullenilmesi : Yukarıda açıklanan tüm bu olumsuzluklardan sonra son kullanıcı olan çalışanlar tarafından sistem, sadece işlerini arttıran, üst yönetimin kendilerini daha rahat kontrol etmesi amacını taşıyan (yazılımda her kullanıcıya bir kod verilmiştir. Üst yönetim o anda kimin ne yaptığını rahatlıkla izleyebilmektedir. Aslında bu kodlar, işlerin daha rahat izlenebilmesi ve kimin sistem içinde ne yetkiye sahip olduğunun belirlenmesi amacıyla verilmiştir. Ancak bu durum, çalışanlar üzerinde, bizzat üst yönetim tarafından baskı aracı olarak kullanılmıştır) bir yazılım olarak görüldüğünden sisteme karşı direnç oluşmuştur. Bu direnci ortadan kaldırmak amacıyla herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

9. IAS firmasının tutumu : IAS firması, Kalibre Boru'ya uygulanan sistemin, mevcut işlemlerin yeni bir yazılımla devam ettirilmesinden ibaret olduğunu bilmesine rağmen, bu durumu değiştirecek herhangi bir çalışmayı gerekli görmemiştir. Kalibre Boru'ya MİP sisteminin uygulanmasının neredeyse imkansız olduğunu farkettileri halde, bunu hiçbir zaman ifade etmedikleri gibi, Kalibre Boru'ya MİP sistemi uyguladıkları iddialarını sürdürmüşlerdir. Tabi ki, bu iddiayı sürdürürken Kalibre Boru'daki MİP sistemleri hakkındaki bilgi seviyesini bilmekte ve bundan yararlanmaktaydılar. Kalibre Boru üst yönetiminin sistemden beklentilerinin sadece her sipariş için doğru bir maliyetlendirme ve siparişlerin kolaylıkla izlenebilmesi olduğunu farkedenden IAS yetkilileri, belli bir süre sonra MİP sistemlerinden bahsetmez oldular. Hatta Kalibre Boru'daki mevcut işlemlerin kolaylıkla yürütülmesi için IAS yazılımında yapılması gereken bazı değişiklikleri de kabul etmediler. Bunun sebebini, yazılımın ileride ortaya çıkacak olan yeni versiyonlarının Kalibre Boru'ya uygulanamayacağı olarak açıklamışlardır.

Tüm bu hatalardan sonra başarılı bir proje çalışması beklemek mümkün değildir. Ancak, Kalibre Boru'ya kurulan IAS yazılımını bir MİP sistemi projesi olarak ele almayıp, mevcut sistemin iyileştirilmesi olarak ele alırsak, çalışma başarılı ve faydalı olmuştur. Bu bakış açısı ile bakıldığında sistem şu faydaları sağlamıştır :

1. Sipariş bazında işlemler arasında bütünleşme sağlanmış ve aksaklıklar giderilmiştir,
2. Bölümler arasında bütünleşme sağlanmıştır,

3. Yapılan işlemler otomatikleştirilmiştir. Son kullanıcının bir malzeme tanımlayıp teklif hazırlaması, üretimden sevkiyata kadar tüm işlemler otomatik olarak yapılabilmesini sağlamaktadır,
4. Sipariş bazında izlenebilirlik tam olarak sağlanmıştır,
5. İş akışları yeniden düzenlenmiş ve bazı işlemler kolaylaştırılıp kısaltılmıştır,
6. Elle takip edilen işlemler bilgisayarlarla takip edilmeye başlanmıştır,
7. Yeni sistem fabrika içindeki gerçek durumu (o anki stok durumları, o anki yapılan işlemler...vb.) yansıtmaktadır. Eski sistem ancak birkaç gün öncesini yansıtmaktaydı.

Yeni sistemden elde edilen bu yararlardan dolayı, Kalibre Boru üst yönetimi ve IAS yetkilileri projeyi başarılı saymaktadırlar. Ancak yine de kurulan bu sistemi, MİP sistemi olarak adlandıramayız.





## BÖLÜM 8. SONUÇLAR

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra uluslararası ticaret anlaşmalarının ısrarla uygulanması ve giderek liberalleşen dünya ekonomisinde, uluslararası rekabeti teşvik eden politikalardan verim alınması, endüstriyel yönetim tekniklerindeki, gelişmelerin daha da süratlenmesine neden olmuştur. Bilgisayarların her ölçekteki firma tarafından ulaşılır hale gelmesi, üretim yönetiminde Üretimde Mükemmellik felsefesinin doğmasına yol açmıştır.

Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) ve Üretim Kaynakları Planlaması (ÜKP), üretimde mükemmellik felsefesinin ortaya koymuş olduğu hedefleri yakalamaya giden zorlu yolda önemli endüstriyel yönetim sistemlerindendir.

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, envanter yatırımlarını en aza indirmek, üretimi ve etkenliği arttırmak ve alıcıya yapılan hizmeti geliştirmek amacıyla kullanılan bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. Ürüne yönelik olması, geleceği göstermesi, zaman dilimleri ile çalışması ve sistemin kendi içinde bir bütünlüğe sahip olması temel özellikleridir. Malzeme ihtiyaç planlaması, son ürün için gerekli hammadde ve yan malzemelere ait sipariş planlarını parça bazında miktar ve zaman olarak tayin edebilmektedir. Ayrıca, sipariş planlarına gerçekleşme zamanlarını vererek öncelikleri ve en önemlisi sevkiyat zamanlarını önerebilmektedir. Diğer bir yönü ile de MİP sistemi çıktıları, kapasite planlarının girdileri olarak işlevlerini sürdürmekte ve endüstri biriminin kapasite kullanımındaki etkinliğini arttırmaktadır.

Ancak MİP sistemlerini, sadece yukarıda açıklanan hesaplamaları yapan bir bilgi işlem yazılımı olarak görmek, başarısızlığa giden temel nedendir. MİP sistemlerinin başarısı kullanılan bilgisayarda, yazılımda, hesaplama yönteminde veya çizelgeleme tekniğinde değildir. MİP sistemlerinin başarısı, sistemin temelinde yatan hayat görüşünde, felsefede ve mantıktadır. Bu tür endüstriyel yönetim tekniklerinin Amerika veya Japonya, ama daha ziyade Japonya, gibi ülkelerde ortaya çıkıp gelişmeleri bir rastlantı değildir. Japonlar, hayat görüşlerini, kültürlerini, üretimde mükemmele ulaşma çabalarını ve günlük hayatlarına kadar yansıtmış olan sürekli gelişim arzularını kullandıkları üretim tekniklerine

geçirmişlerdir. Yani Japonlar, yönetim biçimlerini kültürleri ile yoğurmuşlardır. Başarılarının kaynağı bu felsefeden gelmektedir.

Bu felsefeyi tanımadan, kavramadan ve benimsemeden yapılacak olan tüm MİP sistemi uygulama girişimleri büyük olasılıkla başarısızlıkla sonuçlanacaktır. Sistem bir şekilde işleyebilir, sağlam ve gerçekçi çıktılar verebilir. Ancak bu, sistemde boşluklar ve aksaklık bulunmadığı anlamına gelmez. Sistemin özünü benimsemeden, neyi neden yaptığını bilmeden yapılan tüm çalışmalar bir noktada mutlaka tıkanacaktır.

MİP sistemi uygulaması projesi kolay bir proje değildir. Bir sanayi kuruluşunun yaşamındaki en önemli projelerden biridir. MİP sistemini uygulamak isteyen firmaların yöneticileri, ilk önce bu sistemin temelindeki felsefeyi benimsedikten ve tüm çalışanlarına benimsettikten sonra ve yönetim şekillerini bu felsefenin gerektirdiği şekilde değiştirdikten sonra, sistemden olan beklentilerini açıkça ve gerçekçi olarak ortaya koymalıdır. MİP sistemleri, her türlü problemi çözen mucizevi yönetim teknikleri değildir. MİP sistemi sadece problem olan noktalara dikkatleri çekmektedir. Problemi çözecek olan yine insandır. Eğitimler bu temel üzerine oturtularak, mutlaka projenin başlaması ile birlikte başlamalıdır. Yazılımın kullanımının öğretilmesi projenin en basit aşamasıdır. Zor olan, 30-35 yaşlarına gelmiş olan bir çalışana söz konusu felsefenin benimsetilmesidir. Bunu sağlamak için, projenin en başından itibaren, belirli bir plan ve program dahilinde, en temel kavramlara kadar inen bir eğitim verilmelidir. Daha sonraki aşamalarda üst yönetimin ve çalışanların projeye katkıları ve katılımları mutlaka sağlanmalıdır.

En baştan itibaren MİP sisteminin uygulanması projesinin zor, zaman alıcı, yorucu ve hatta masraflı bir proje olduğu kabul edilmelidir. Ancak, işletmeler faaliyet alanlarında olaylara tam olarak hakim olabilmek, tüm kaynaklarını etkin olarak kullanabilmek ve pazar paylarını arttırabilmek için rakiplerinden daha iyi, daha hızlı ve daha düşük maliyetli sistemleri kullanarak müşteri taleplerini karşılamak zorundadırlar. Bu yüzden işletmeler, endüstriyel yönetim tekniklerinin uygulanması projesi çalışmalarını yürütmelidirler. Çünkü, gelişen dünyamızda herkes kendi ihtiyaçlarını karşılayacak ürünlerin en iyisini istemektedir ve eğer firmalar en iyiyi veremiyorsa, rekabet savaşında daha iyisini yapacak bir başka firma mutlaka olacaktır.

## KAYNAKLAR

Acar, N., (1996), Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 280, Ankara.

Acar, N., (1997a), Malzeme İhtiyaç Planlaması, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 323, Ankara.

Acar, N., (1997b), Tam Zamanında Üretim, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 542, Ankara.

Anderson, D. R., Evans, J. R., Sweeney, D. J. ve Williams, T.A., (1990), Applied Production and Operations Management, West Publishing Co., St. Paul.

Bilgin, U., (1996), Kalibre Boru Kalite El Kitabı, Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş., İzmit.

Çakır, Y. S., (1997), Modifikasyon İstek Formu, Industrial Application Software Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş., İstanbul.

Diyalog Bilgisayar Üretim Sistemleri Yazılım ve Danışmanlık Ltd. Şti., (1997), “Sipariş Üzerine Üretim ile Stoğa Üretim Arasındaki Fark MRP-II Proje Uygulamasını Nasıl Etkiler?”, Üretim ve Kurumsal Kaynak Planlaması MRP-II / ERP, 1-2 Mayıs 1997, İstanbul.

Dilworth, J. B., (1983), Production and Operations Management Manufacturing and Nonmanufacturing, Random House Business Division, New York.

Emanet, Y., (1997), Üretim Kaynakları Planlaması ve Optimize Üretim Sistemlerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 545, İstanbul.

Erdem, İ., (1996), Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlaması, Yüksek Lisans Ders Notları, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erkut, H., (1989), Sistem Analizi, Kıyı Yayınları, 802, İstanbul.

Eryüksel, H., Yazıcı, A. ve Güçlü, A. N., (1994), “MRP-II Malzeme İhtiyaç Planlaması”, TBD Bilişim’ 94, 14-18 Eylül 1994, İstanbul.

Gaither, N., (1991), Production and Operations Management, The Dryden Press, Forth Worth.

[Http://www.mrp3.com](http://www.mrp3.com), (1996), MRP-III, Stewart - Fraizer Tools Inc.

IAS Bilgi İşlem ve Danışmanlık San. ve Tic. A.Ş., (1997), Tanıtım Kataloğu, İstanbul.

İlyasoğlu, E., (1994), “MRP-II’ye Yönetimsel Yaklaşım : Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, TBD Bilişim’ 94, 14-18 Eylül 1994, İstanbul.

İlyasoğlu, E., (1997), “Yönetici Açısından MRP-II Uygulamaları”, Üretim ve Kurumsal Kaynak Planlaması MRP-II / ERP, 1-2 Mayıs 1997, İstanbul.

Jacobi, M. A., (1996), “The Technology Trap : Systems Alone Are Not The Solution”, APICS Online Edition, 6(5):1-5.

Kobu, B., (1994), Üretim Yönetimi, Avcıol Basım Yayın, İstanbul.

Krajewski, L. J. ve Ritzman, L. P., (1994), Operations Management Strategy and Analysis, Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts.

Örnek, A., (1989), “MRP-II Sistemlerinin Kurulmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Uygulamaya Koyma”, Endüstri Mühendisliği, 1(3):9-14.

Stock, J. R. ve Lambert, D. M., (1987), Strategic Logistics Management, Irwin, Illinois.

Sum, C. C., Yang, K. K., Ang, J. S. K. ve Quek, S. A., “An analysis of Material Requirements Planning (MRP) Benefits Using Alternating Conditional Expectation (ACE)”, Journal of Operations Management, 13(1995):35-58.

Şahin, D. ve Çakır, Y. S., (1997), Kalibre Boru Sistem Analizi Raporu, Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş., İzmit.

Tanyaş, M., (1995a), “Rekabet, Toplam Kalite, Yeniden Yapılanma ve Üretim Kaynakları Planlaması (MRP-II)”, IAS Tanıtım Toplantısı, İstanbul.

Tanyaş, M. (1995b), “Üretim Kaynakları Planlaması (MRP-II) Çözümlerinin Geliştirilmesi, Hedefleri ve Yararları”, IAS Tanıtım Toplantısı, İstanbul.

Turbide, D. A., (1995), “MRP-II Still Number One!”, IEE Solutions, July(1995):28-31.

Yıldızdoğan, M., (1989), “MRP-II Bugünü ve Yarını”, Endüstri Mühendisliği, 1(3):5-8.

**ÖZGEÇMİŞ**

|                      |             |                                                                                              |
|----------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doğum tarihi         | 16.11.1972  |                                                                                              |
| Doğum yeri           | İstanbul    |                                                                                              |
| Lise                 | 1984 - 1991 | Kocaeli Anadolu Lisesi                                                                       |
| Lisans               | 1991 - 1995 | Yıldız Teknik Üniversitesi<br>Kocaeli Mühendislik Fakültesi<br>Endüstri Mühendisliği Bölümü  |
| Yüksek Lisans        | 1995 - 1998 | Yıldız Teknik Üniversitesi<br>Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı |
| Çalıştığı kurum(lar) | 1996 -1997  | Kalibre Boru San. ve Tic. A.Ş.                                                               |

