

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM PLANLAMA  
VE  
ÜRÜN AĞACI OLUŞTURMA UYGULAMASI**

**Mustafa ÖZBAYRAK**

**Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.**

**Danışman: Prof. Dr. Murat DİNÇMEN**

**Nisan-1987**

Mustafa Özbek'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "BİLGİSAYAR DESTEKLİ YÖNETİM PLANLAMA VE YERİN AĞACI OLUŞTURMA UYGULAMASI" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

13/5/1987

Üye : Prof.Dr. Murat DİNÇMEN (Danışman)

Üye : Prof.Dr. İmdat KARA

Üye : Yrd.Doç.Dr. Harun TAŞKIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17-6-1987 gün ve 149-10 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                 | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>ÖZET</b> .....                                                               | iv    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                           | v     |
| <b>SEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                                    | vi    |
| <b>TABLOLAR DİZİNİ</b> .....                                                    | vii   |
| <b>GİRİŞ</b> .....                                                              | viii  |
| <b>1. ÜRETİM SİSTEMLERİ</b> .....                                               | 1     |
| 1.1 Üretim Sistemi Kavramı .....                                                | 1     |
| 1.2 Üretim Planlama ve Kontrol Sistemini<br>Belirleyici Faktörler.....          | 7     |
| 1.2.1 Ürün özellikleri ve üretim tipi.....                                      | 8     |
| 1.2.1.1 Atelye tipi üretim.....                                                 | 10    |
| 1.2.1.2 Kafale tipi üretim .....                                                | 12    |
| 1.2.1.3 Sürekli üretim .....                                                    | 13    |
| 1.2.2 Tesislerin büyüklüğü .....                                                | 16    |
| 1.2.3 Endüstrinin tipi .....                                                    | 17    |
| 1.3 Üretim Tiplerinde Planlama ve Kontrol<br>problemleri.....                   | 19    |
| 1.4 Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Temel<br>Elamanları ve İşlevleri..... | 22    |
| 1.4.1 ön planlama .....                                                         | 24    |
| 1.4.2 Planlama .....                                                            | 24    |
| 1.4.3 Kontrol .....                                                             | 27    |
| <b>2. ATELYE TİPİ ÜRETİMDE PLANLAMA VE KONTROL<br/>FAALİYETLERİ</b> .....       | 30    |
| 2.1 Atelye Tipi Üretimin Tanımı .....                                           | 30    |
| 2.2 Atelye Tipi Üretimin Yapısı .....                                           | 31    |
| 2.2.1 Parametreleri .....                                                       | 31    |
| 2.2.2 Zaman kavramı .....                                                       | 31    |
| 2.2.3 Hedefleri .....                                                           | 36    |
| 2.2.4 Hedeflerin gerçekleştirilmesi.....                                        | 37    |
| 2.3 Atelye Tipi Üretimde Planlama .....                                         | 37    |
| 2.3.1 Değişken ve parametreler .....                                            | 37    |
| 2.3.2 Planlama faaliyetleri .....                                               | 39    |
| 2.4 Atelye Tipi Üretimde Akış Planlaması .....                                  | 44    |
| 2.4.1 Mamül akışının planlanması .....                                          | 45    |
| 2.4.2 Malzeme planlaması .....                                                  | 47    |
| 2.4.3 İşgücü planlaması .....                                                   | 49    |
| 2.4.4 Takım ve tertibat planlama .....                                          | 50    |
| 2.5 Programlama Fonksiyonu .....                                                | 51    |
| 2.5.1 Programlama tipleri ve metodları .....                                    | 52    |
| 2.5.2 Gantt diyagramlarıyla planlama .....                                      | 62    |

## İÇİNDEKİLER (devam)

|                                                                | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| 2.5.3 Bilgisayarla planlama yapılması .....                    | 64    |
| 2.5.4 İş merkezlerini yükleme .....                            | 67    |
| 2.5.5 Tezgah programlaması .....                               | 68    |
| 2.5.6 Ürün ağacı .....                                         | 69    |
| 3. ÜRÜN AĞACI .....                                            | 72    |
| 3.1 Ana Üretim Planlama için Ürün Ağacı .....                  | 72    |
| 3.2 Ürün Ağacı Oluşturma Prensipleri .....                     | 74    |
| 3.3 Neden Ürün Ağacı .....                                     | 83    |
| 3.4 İhtiyaçların Desteklenmesi .....                           | 87    |
| 4. UYGULAMANIN YAPILDIĞI İŞLETME UYGULAMA .....                | 92    |
| 4.1 Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketi .....                 | 93    |
| 4.2 Problemleri .....                                          | 94    |
| 4.3 Üretim Planlama ve Kontrolde Bilgisayar<br>Kullanımı ..... | 95    |
| 4.4 Kodlama .....                                              | 97    |
| 4.5 Bilgilerin Derlenmesi .....                                | 101   |
| 4.5.1 Ürün yapısı .....                                        | 102   |
| 4.5.2 Parça bilgisi .....                                      | 103   |
| 4.5.3 Operasyon bilgisi .....                                  | 103   |
| 4.5.4 Tezgah bilgisi .....                                     | 103   |
| 4.6 Fabrikada Yapılan Çalışmalar .....                         | 104   |
| 4.7 Bilgisayar Programı .....                                  | 105   |
| 5. SONUÇ .....                                                 | 117   |
| KAYNAKLAR DİZİNİ .....                                         | 121   |



## SEKİLLER DİZİNİ

| Sekil                                                                                              | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.1 Üretim sistemi örneğinin seması.....                                                           | 2     |
| 1.2 Üretim sistemi genel yapısı.....                                                               | 4     |
| 1.3 Otomobil üretim sistemi.....                                                                   | 5     |
| 1.4 Üretim tipleri.....                                                                            | 9     |
| 1.5 Üretim çeşitleri.....                                                                          | 10    |
| 1.6 Atelye tipi üretim.....                                                                        | 11    |
| 1.7 Kitle tipi üretim.....                                                                         | 14    |
| 1.8 Üretim planlama ve kontrol elemanları.....                                                     | 23    |
| 2.1 Atelye tipi üretim ve büyük serili üretimin<br>genel görünüşlerinin sematik karşılaştırılması. | 31    |
| 2.2 İş parçalarının atelye içi geçiş<br>zamanlarının karşılaştırılması.....                        | 33    |
| 2.3 Makinenin (tezgahın) iş zamanı ayrımı.....                                                     | 34    |
| 2.4 Atelye tipi üretimde işlemler arasında<br>iş parçası için doğan zaman türleri.....             | 35    |
| 2.5 İnsan için iş zamanı ayrımı.....                                                               | 38    |
| 2.6 Ana üretim planlama fonksiyonu.....                                                            | 40    |
| 2.7 Ana üretim planlama.....                                                                       | 43    |
| 2.8 X için ürün yapısı.....                                                                        | 54    |
| 2.9 X ürünün tamamlanma süresi.....                                                                | 56    |
| 2.10 Bilgisayarlı üretim planlama ve kontrol.....                                                  | 66    |
| 2.11 Üretim planlama fonksiyonları.....                                                            | 67    |
| 2.12 Vagon için ürün ağacı örnek yapısı.....                                                       | 71    |
| 3.1 Ürün teklif düşüncesi.....                                                                     | 74    |
| 3.2 Tipik bir katalog örneği.....                                                                  | 76    |
| 3.3 Ürün ağacı matris yapısı.....                                                                  | 78    |
| 3.4 Ürün ağacı genel yapısı.....                                                                   | 78    |
| 3.5 İleri düzeyde ürün ağacı.....                                                                  | 81    |
| 3.6 Ürün montaj yapısı.....                                                                        | 83    |
| 3.7 Süper gümüş bisiklet.....                                                                      | 85    |
| 3.8 İleri ürün ağacı.....                                                                          | 86    |
| 3.9 Müşteri sipariş formu örneği.....                                                              | 91    |
| 4.1 Vagon ürün ağacı genel görünümü .....                                                          | 109   |

## TABLOLAR DİZİNİ

| Tablo                                                                        | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Bazı tipik üretim sistemleri.....                                         | 6     |
| 2. X ürünü için gerekli bilgiler.....                                        | 55    |
| 3. Gerekli kaynak zaman listesi.....                                         | 57    |
| 4. X ürünün oluşumu.....                                                     | 59    |
| 5. 11 nolu iş parçasının iş merkezlerindeki zamanı.....                      | 59    |
| 6. 101 nolu atelyenin planlama döneminde gerekli doğrudan ilişki süresi..... | 61    |
| 7. 101 nolu iş merkezi için haftalık planlama dönemi.....                    | 61    |
| 8. Vagonu oluşturan ana montaj grupları.....                                 | 110   |
| 9. 03 grubu ana montaj grupları.....                                         | 111   |
| 10. 03 grubu 3.kademe ana montaj grupları .....                              | 112   |
| 11. 03 grubu 4.kademe ana montaj grupları .....                              | 113   |
| 12. 03 grubu detay parçalar .....                                            | 114   |
| 13. 04 ana montaj grubu genel durumu .....                                   | 115   |
| 14. Tezgâh bazında döküm .....                                               | 116   |

## ÖZET

Verimliliği artırmaya ve kaynakların etkin kullanımına yönelik olarak eniyi ve en düşük maliyetli metod ile, istenen zamanda, gerekli miktar ve kalitede üretim yapılmasını amaçlayan Üretim Planlaması konusu ülkemiz sanayi ve hizmet sektörü için büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda ürün sayısındaki artış, özellikle küçük ve orta büyüklükte çok sayıda farklı mamülü küçük partiler halinde üreten atelye tipi işletmelerin tasarım, planlama ve üretim sorunlarının önemli boyutlara ulaşmasına yol açmıştır. Bu sorunlara kalıcı, etkin ve çağın gereklerine uygun bir çözüm bulmak özellikle günümüzde daha bir önem kazanmıştır.

Bu çalışmada tipik bir atelye tipi üretim sisteminde planlama ve kontrol için bilgisayar desteğinin ilk aşaması olan ürün ağacı kavramı incelendikten sonra sistemin ürünlerinden birisi için bir bilgisayar programı hazırlanmış ve ana üretim planlaması ve malzeme ihtiyaç planlaması yapılabilmesi için gerekli bilgisayar altyapısı hazır hale getirilmiştir.

## ABSTRACT

Along with the optimal and with the lowest cost method which is directed to increase efficiency and effective utilization of resources, production planning that is aimed at production just in time, required quantity and quality has great importance for our country's industrial and service systems.

The great increase in the product kinds in recent years, has increased especially design, planning and production problems of the firms that has been producing generally very different kinds of small and middle-scale products in small-parts or quantities. It is also very important to find permanent, effective and convenient solutions to these problems.

In this study after the bill of materials concepts which is the first-step of computer-support for planning and controlling in a typical job-shop system has been analysed, a computer program has been prepared for a product of system and necessary computer sub-system has been prepared to make master production scheduling and material requirement planning.

## TESEKKÜR

Bu çalışma sırasında pekçok değerli fikirleriyle, yapıcı kritikleriyle ve tavsiyeleriyle bana yön veren İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Hocam Prof.Dr. Murat Dinçmen'e burada teşekkür etmeyi bir borç biliyorum.

Çalışmanın bilgisayara aktarılmasında ve programın yapılması esnasında değerli yardımlarını gördüğüm İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Öğretim Üyelerinden Cemalettin Kubat'a çok teşekkür ediyorum.

Vagon Sanayiinde değerli yardımlarını ve ilgilerini gördüğüm başta Genel Müdür Sayın Yüksek Mühendis Nurhan Arda'ya ve tüm ilgililere teşekkür ederim.

---

## GİRİŞ

Günümüzde bas döndürücü bir hızla gelişen teknolojinin, endüstri devrimiyle ortaya çıkan klasik üretim tiplerine uygulanmasıyla bu üretim tiplerinin günümüzde daha bir önem kazanmasına yol açmıştır. Çok sayıda küçük partiler halinde üretimin yapıldığı atelye tipi üretim de günümüz teknolojisinin tümüyle uygulama alanı bulabildiği üretim tiplerinden birisidir. Ancak yeni sisteme geçişte oluşan aksaklıklar, yeni sistemin eski sisteme entegre edilmesi ve sağlıklı olarak çalışabilmesi için gerekli alt yapının hazırlanması esnasında birtakım problemlerin çıkacağı muhakkaktır.

Bu noktada sorunlara getirilen çözüm yolları daha bir önem kazanmaktadır.

Atelye tipi üretim sistemlerinin planlanmasında çıkacak problemlere getirilecek çözümlerden bir tanesi sistemin tümüyle bilgisayar yardımıyla planlanması ve uygulamanın yine bilgisayarla takip edilmesidir. Esasen bu tür bir uygulamaya nereden başlanacağı yeni sistemin getireceği sorunların başındadır.

Bu amaçla ürüne ait tüm parçaların ve ilgili bilgilerin birarada bulunması daha başlangıçta çıkacak pekçok problemin önlenmesinde yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada, vagon fabrikasında, karmaşık binlerce parçadan oluşan ürüne ait bilgilerin dağınık, eksik ve hatta hiç olmamasının yol açtığı sorunları azaltacak, üretim planlamanın temelini oluşturan bilgisayar yardımıyla oluşturulmuş ürün ağacı kavramı ele alınmış ürünün sistematik bir dökümü yapılmış, montaj seviyeleri ve parçaları ayrıştırılarak bir "Ağac" oluşturulmuştur. Daha sonra ağacın tasarımı gereken planlamaya temel teşkil edecek bilgiler tespit edilerek gerekli ait yapı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla çalışmanın birinci bölümünde üretim planlaması kavramına bir giriş olmak üzere üretim sistemleri üzerinde durulmuş, uygulamanın yapıldığı atelye tipi üretim ile klasik üretim tipleri özet olarak tanıtılmıştır.

İkinci bölümde atelye tipi üretimde planlama ve kontrol faaliyetleri ayrıntılı olarak ele alınmış ve ürün ağacı kavramına giriş yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan kavram ve kavramın uygulanabilirliğine örnek teşkil edecek basit bir ürün üzerinde ürün ağacı detaylı olarak tanıtılmış ve tanıtılmıştır.

Dördüncü bölümde ise, iş yerinde ait bilgiler ve iş yerinde problemleri çözmeye yönelik olarak yapılan

çalışmaların ve bilgisayar programının geniş bir özeti  
verilmiştir.

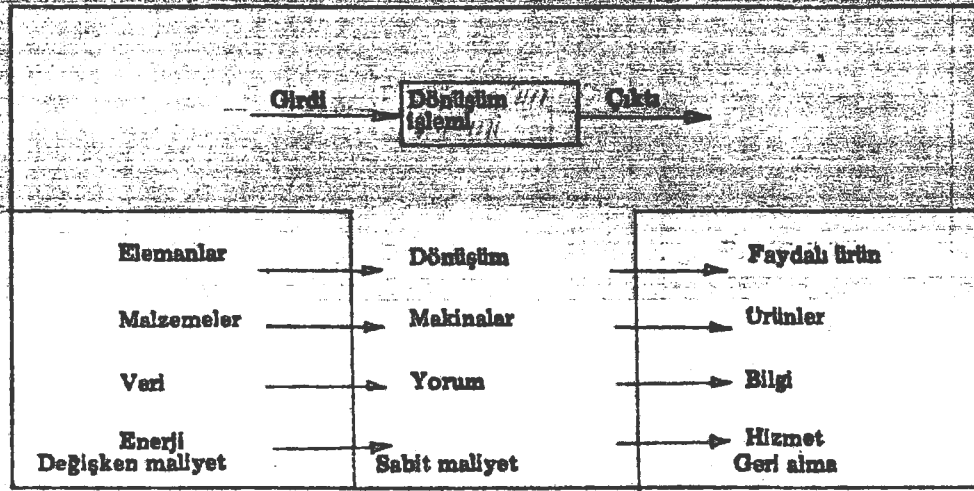
Sonuç başlığı altında ise çalışmada elde edilen  
sonuçlar yorumlanmış ve uygulamaya ilişkin öneriler  
sunulmuştur.

---



### 1.1 ÜRETİM SİSTEMİ KAVRAMI

Üretim, Buffa'ya (1980) göre, fiziksel bir varlık üzerinde onun değerini artırıcı bir değişiklik yapmak veya hammadde ve yarı mamülleri mamül hale dönüştürmektir. Wild (1976) ise üretimi, insan isteklerinin tatmin edilmesi için yapılan faaliyetler olarak tanımlamıştır. Riggs (1980) üretimi tanımlarken faydalı şeylerin üretimi için bilinçli bir şekilde yapılan faaliyettir demektedir. Ekonomistler de genel olarak üretimi bir fayda oluşturulması şeklinde düşünmüşlerdir. Dikkat edilirse bu tanımların hemen hepsi liberal ve sınırlıdır. Buradaki değer artırıcı yada fayda kavramı ise kişiden kişiye değişir. Bazılarına göre fayda satılabilirliktir, bazıları ise buna karşılık zararlı olan alkollü içkiler ve sigara da satılmakta fakat belli bir değer ve faydası yoktur diyebilirler. Hatta fayda kelimesi yararlı bir amacı gösterdiği halde, silah gibi bazı mallar üzerindeki tartışmalar hala sürmektedir. Dikkat ettiğimizde üretim işleminin geniş aralığının aynı özelliği içerdiğini görürüz. Eğer üretimin tanımına üretim sisteminde dahil edersek tanım değişecektir. Üretim sisteminden amaç parçaların faydalı ürünlere dönüşmesi için yapılan tasarımıdır. Süreç, girdilerin çıktılara dönüşmesi için oluşturulan organizasyon işlemleridir. Şekil 1.1 de bu durum gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Üretim sistemi örneğinin şeması

Biz üretimi, insan, malzeme ve enerji gibi girdilerin arzu edilen ürün veya hizmete dönüşmesi için gerekli tüm faaliyetler olarak tanımlayacağız. Bu faaliyetlerin bir kısmı, salt girdilerin çıktı haline dönüşümünü sağlayan üretim süreciyle ilgilidir. Bir makina parçasının üretim sürecine örnek gösterilebilir.

Tanımlardan ve örneklerden de anlaşılacağı gibi üretim sistemleri sadece fiziksel üretimi kapsayan sistemlerce sınırlandırılmamıştır. Hizmet üreten sistemlerde örneğin eğitim, ulaşım, dağıtım vs. girdilerin fiziksel veya kimyasal durumunda bir değişiklik olmamakla beraberyine toplum için bir değer ortaya koymaktadır; dolayısıyla bu sistemlerde üretim sistemi olarak tanımlanır.

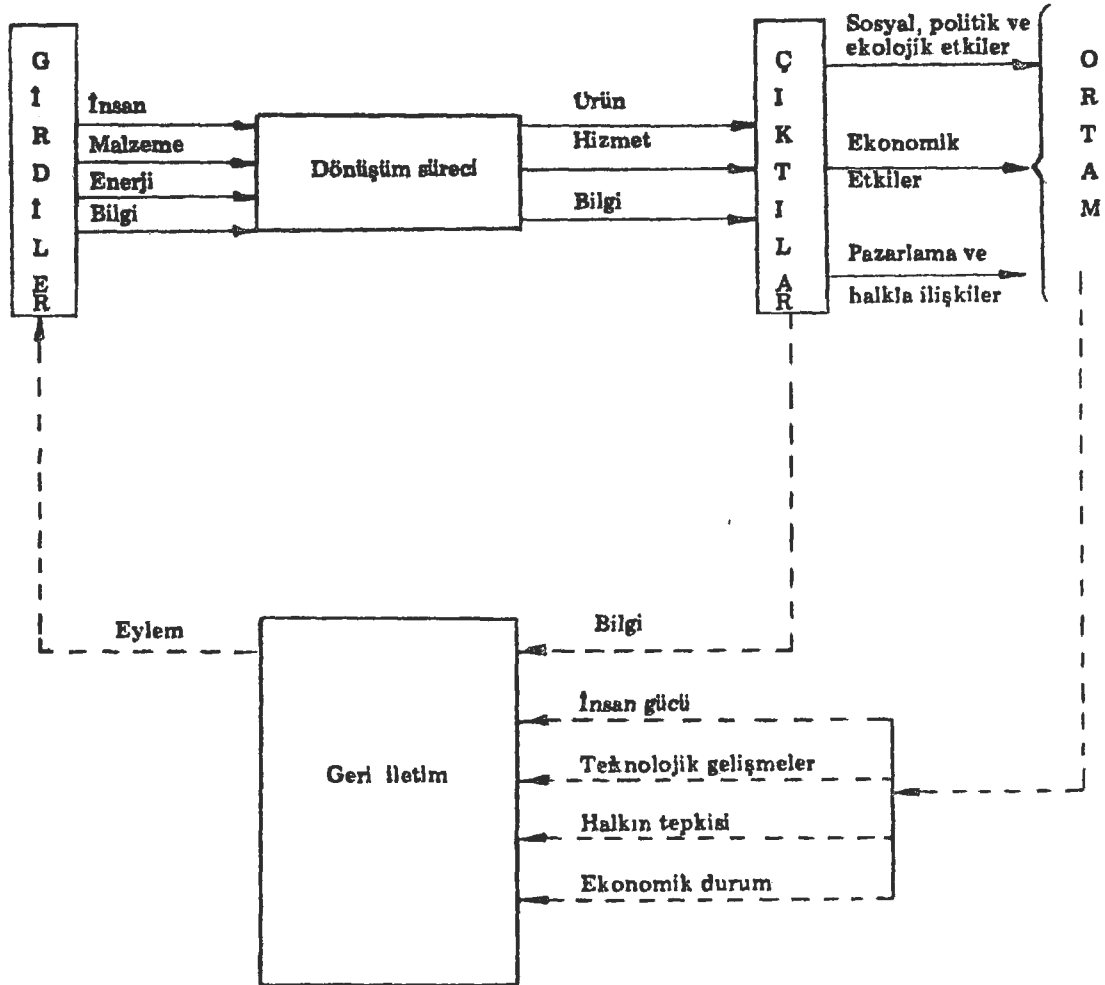
Üretim sistemini daha ayrıntılı analiz ettiğimizde üretime ilişkin diğer faaliyetlerin sistemin kontrol edilmesine yönelik olduğunu görürüz. Üretim sistemlerinde

Kontrol çeşitli şekillerde ve aşamalarda tanımlanabilir. Bunlardan belkide en önemlisi çıktılarından elde edilen bilgiler ışığında gerçekleştirilen geri iletim kontrolüdür. Geri iletimden amaç, elde edilen çıktıların yönetim sürecinin temel unsuru olan karar vericinin hazırlamış olduğu planlara ve belirlemiş olduğu performans ölçülerine uygunluğunu değerlendirmek ve gerekli düzeltmeleri yapmaktır. Bu tür geri iletime örnek olarak kalite kontrolü, envanter kontrolü ve maliyet kontrolü verilebilir.

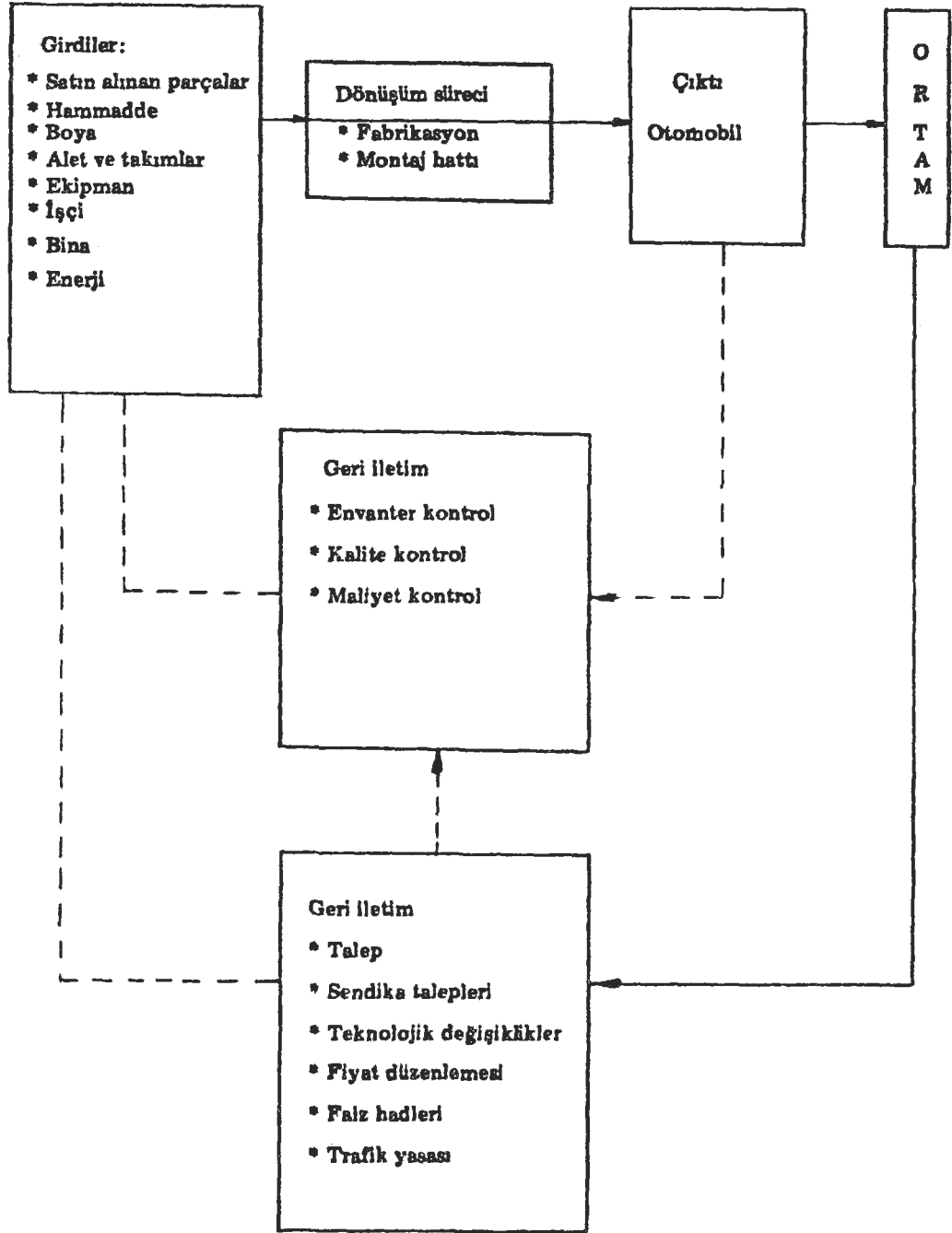
Üretim sistemlerinde geri iletim mekanizması ayrıca sistemin ortamıyla olan ilişkisinden ortaya çıkan bilgileri değerlendirmek ve gerekli önlemleri almak üzere kullanılır. Üretim sisteminin ortamını, diğer üretim sistemleri, müşteriler, sosyo ekonomik ve politik sistemler oluşturur.

Sekil 1.2 de Üretim sisteminin ortamıyla olan ilişkilerini de içeren genel yapısını belirlemektedir.

Üretim sisteminin genel yapısını açıklamak için otomobil Üretim sisteminin girdi çıktı iletim mekanizmasını gösterelim. Sekil 1.3.



Şekil 1.2 Üretim sisteminin genel yapısı



Şekil 1.3 Otomobil üretim sistemi

Üretim sistemleri, üretilen ürünlere göre farklı girdi-çıkıtı ve dönüşüm süreçlerine sahiptir. Bu farklılığı göstermek üzere Tablo 1 düzenlenmiştir.

| Üretim sistemi | Temel girdiler                                                                                                  | Dönüşüm süreci                              | Çıktılar                           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|
| Makina fabr.   | Çelik, diğer metaller, işçi, taşımalar, bina enerjisi                                                           | Hammaddeyi nihai ürüne çevirmek. (fiziksel) | Çeşitli makina ve makina parçaları |
| Lokanta        | Et, ekmek, sebze baharat, işçi, enerji, kazanlar, tabaklar, çatal kaşık, masa, sandalye, mefrusat bina, müşteri | Hammaddeyi yemeklere dönüştürmek (Fiziksel) | Yemekler ve doymuş müşteri         |
| Okul           | Bina, sıra, tahta, kürsü, tebeşir, silgi, laboratuvar laboratuvar aletleri, işçi, öğretmen öğrenci              | Eğitim, öğretim                             | Bilgi                              |

Tablo 1 Bazı tipik üretim sistemleri

Üretim sistemlerini girdiler üzerinde dönüştürmeler yaparak çıktılar üreten girdi-çıkıtı sistemleri olarak ele almak bu sistemlerin problemlerine sistem yaklaşımının

## 1.2 ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL SİSTEMİNİ

### BELİRLEYİCİ FAKTÖRLER

Üretim planlaması ve kontrolü, bir üretim yönetimi faaliyeti olup, belli ürünlerin üretilebilmesi için gerekli tüm araçların tespiti, değerlendirilmesi ve düzenlenmesini içerir. Bu durumda üretim planlaması, hangi ürünün üretileceğini belirlemek, teçhizat ihtiyacını ortaya koymak ve ürünlerin doğru sayılarda ve istenilen zamanda yapılmasını sağlamak için kullanılan bir üretim faaliyettir. (Dağlı, Nişancı, 1981) Özetle üretim planlaması ve kontrolü, üretimden sorumlu yöneticinin gereken zamanda üretim hedeflerine verimli bir şekilde ulaşılabilmesi için ona yol gösteren bir üretim yönetim aracıdır.

Üretim planlama ve kontrolünün hedefi, kaynak kayıplarını en aza indirmek ve üretimde en yüksek verimliliği sağlamaktır. En yüksek verimlilik ise istenilen miktarda ürünü, istenilen zamanda ve kalitede en iyi ve en ucuz yöntemlerle üretmekle sağlanır.

Üretim planlama-kontrol sistemlerinin organizasyonu tamamen bunların uygulamaya konulacakları üretim tesisinin tipine bağlıdır. Planlama ve kontrol politikalarının hazırlama ve uygulama yöntemleri temelde aynı kurallara dayanmaktadır. Diğer taraftan üretim yönetiminin belirli konularına daha fazla ağırlık verilmesi amacıyla üretim tesisinin ihtiyaçlarının fonksiyonudur. Yönetimin hammadde

ve ürün stoklama, tezgah seçimi ve yenilenmesi, çizelgeleme denetim ve kontrol sistemleriyle ilgili ve benzer problemlere verdiği ağırlık tesisin yapısına göre çeşitlilik gösterir. Üretim planlama ve kontrolün organizasyon içindeki yerini belirleyen üç temel faktör şunlardır; (Nişancı, 1984)

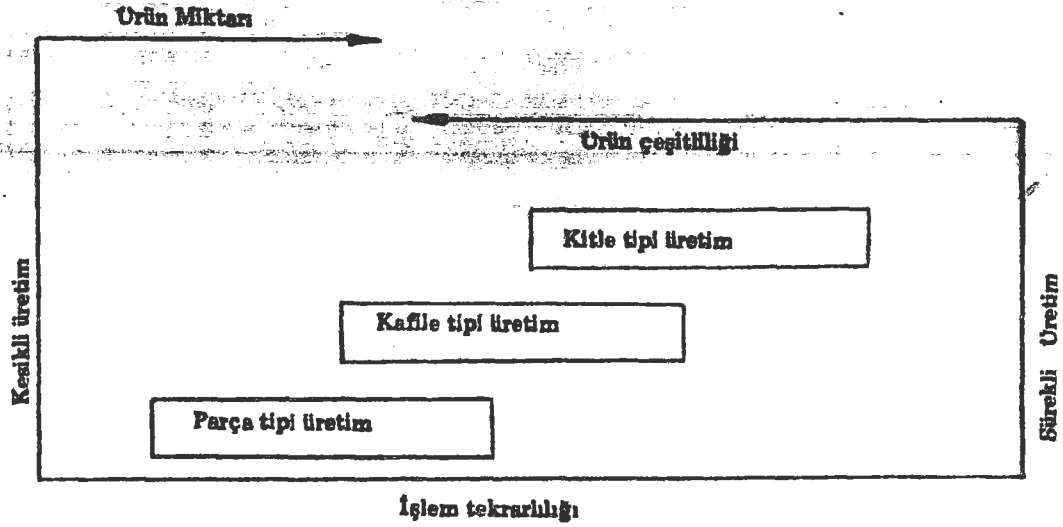
- \* Ürün özellikleri ve üretim tipi
- \* Tesisin büyüklüğü
- \* Endüstrinin tipi

#### 1.2.1 Ürün Özellikleri ve Üretim Tipi

Üretilen ürünün çeşitli özellikleri üretim tipine karar vermede belirleyicidir. Bu özelliklerden en belirleyici olanları, ürüne olan talep, ürün çeşitliliği ve ürünün üretilmesinde gerekli olan teknolojidir. Üretilen ürünün bu özellikleri üretim tipini, tesis büyüklüğünü ve endüstrinin tipini direkt olarak etkilediğinden buna bağlı olarak üretim planlama ve kontrol sistemlerinin karmaşıklığı ve önemi bir tesisten diğerine değişiklik gösterir. Üretim tipleri üretilen ürünün miktarı, ürün çeşitliliği ve ürünleri işlemede gerekli işlem (operasyon) tekrarlılığına göre sürekli üretim ile kesikli üretim gibi iki uç üretim arasında çeşitlilik gösterir. Kesikli ve sürekli üretim tipleri uçları arasındaki üretim tipleri ise belirli yerlerde çalışan parça (atelye), kafiye ve kitle üretimleri olarak



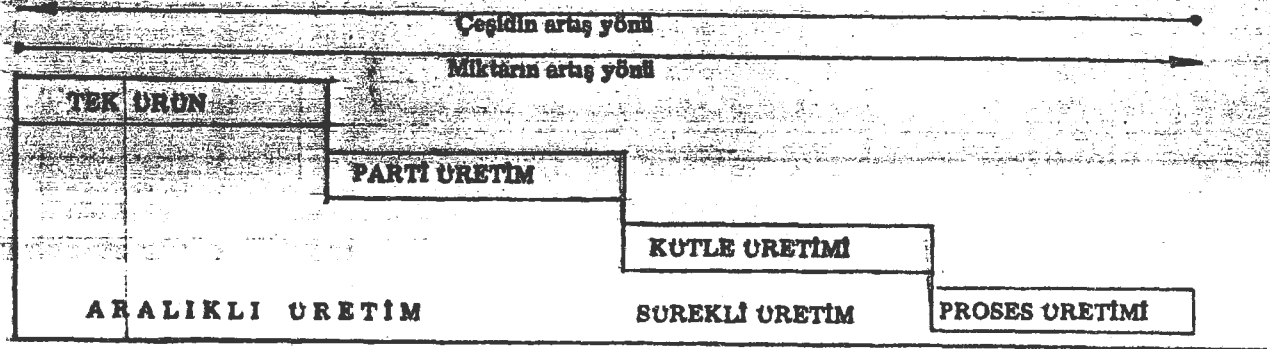
isimlendirilir. Üretim tiplerinin faktörler itibariyle çeşitliliği Şekil 1.4 de görülmektedir.



Şekil 1.4 Üretim tipleri (Wild, 1976)

Şekil 1.4 de gösterilen üretim tiplerinin kesin olarak birbirlerinden ayırtmada yararlı sayılabilecek endeks veya değerler yoktur. Genelde miktar ve çeşitlilik gibi ürün özellikleri ile bunların getirdiği işlemlerde tekrarlılık derecesinin yoğunluğu üretim tiplerinin belirlenmesinde temel teşkil eder. Üretim tipleri ile üretim planlama ve kontrol sistemleri arasındaki etkileşim son derece önemlidir. Diğer bir deyişle, üretim tipine göre üretim planlama ve kontrol sistem ve yöntemleri değişiklik gösterir. Bu değişiklik ise değişiklik ise değişik tip planlama ve kontrol problemlerine temel teşkil eder. Bu problemlerin karmaşıklığına bağlı olarak üretim planlama ve kontrol sistemlerinin tasarım ve uygulamalarındaki zorluklarda uç noktalarda çeşitlilik gösterir. Bu sistemlerin uygulamasında mamul ve bilgisayar uygulamaları

bunun en açık kanıtıdır. Bu nedenle üretim tiplerinin daha detay incelenmesi gerekmektedir. Şekil 1.5

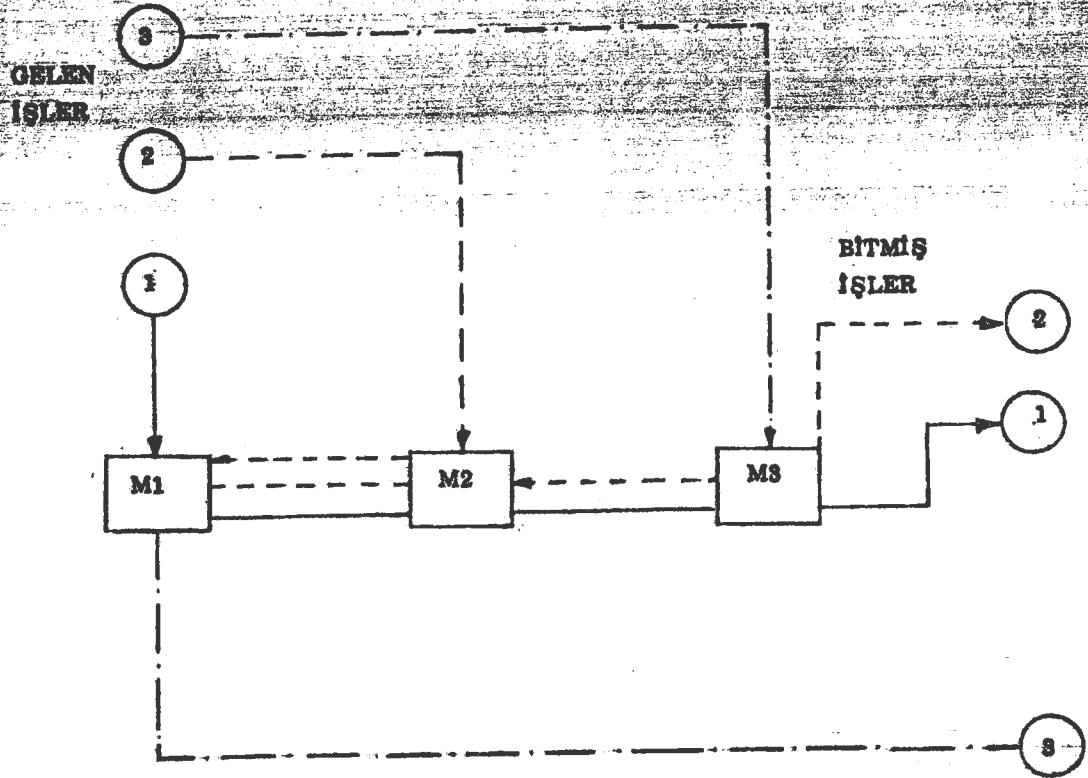


Şekil 1.5 Üretim çeşitleri

#### 1.2.1.1 Atelye Tipi Üretim

Bu tip üretim sistemlerinde ürün çeşitliliği çok yüksek olmakla birlikte ürünler bazında talep, katile veya kitle tipi üretim için yeterli değildir. Doğal olarak ürün çeşitliliği ve düşük üretim miktarları işlemlerde tekrarlılığıda enaz seviyeye indirmektedir. Bu tip üretim sistemlerinde ürün özellikleri ve yukarıda belirtilen nedenlerle birçok değişik işlemi yapabilen çok işlemli tezgahlar kullanılır. Bunun sonucu ise her tezgaha bir operatör kullanmak yerine, değişik tezgahlarda çalışabilecek esnek işçi kullanımı kaçınılmazdır. Atelye tipi üretimde belirli özellikleri olan ürün siparişleri karşılanır. Üretilen miktar az olmakla beraber bunlar belirli işleri görmeye yönelik özel makina veya teçhizat yada mevcut makinelerin yedek parçaları gibi üretim kalemlerini kapsar. Büyük makina, lazan, proses aletleri, elektronik alet ve malzeme taşıma aletleri gibi ürünler

atelye tipi üretime en tipik örneklerdir. Sekil 1.6 da tipik bir atelye tipi üretim görülmektedir.



Sekil 1.6 Atelye tipi üretim

Atelye tipi üretim talep düzenliliğine bağlı olarak aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilebilir; (Nisancı, 1984)

Küçük sayıda ürünlerin bir defaya mahsus olarak üretilmesi, bu siparişlerin tekrarlanmadığı durumlarda üretim tekniklerinin geliştirilmesine yönelik araştırma ve

tekniklerdir. Ayrıca standart üretim

tarafından çok iyi bir talep tahmin yönteminin geliştirilmesi planlama faaliyetlerini nispeten kolaylaştırır.

Küçük sayıda ürünlerin üretiminin aralıklarla tekrarlandığı atelye tipi üretimde tekrarın getirdiği bazı kolaylıklar mevcuttur. Bu durumda ürünlerin daha evvelden yapılması, bunların tanınmasını ve üretim esnasında karşılaşılabilecek zorlukların önceden görülmesini sağlar. Özellikle ürün siparişleri önceden belirlenebilen belirli aralıklarla geliyorsa, üretim planlama ve kontrolü tekrarsız parça üretimine göre daha kolaylaşır. Ayrıca tekrardan dolayı metod geliştirme ve standart zaman bulma çalışmalarının maliyeti daha düşük olur. Bu ise daha etkili bir üretim planlaması ve kontrolü sistemi geliştirilmesine temel teşkil eder.

#### 1.2.1.2 Kafile Tipi Üretim

Bu tip üretim sistemlerinde belirli bir siparisi yada sürekli karşılamak için benzer veya aynı cinsten ürünler kafileler halinde diğer ürün kafilelerinin üretiminin tamamlanmasını takip eder. Atelye tipi üretimde olduğu gibi yardımcı aletlerin ve iş metodlarının geliştirilmesi kafilenin büyüklüğüne bağlıdır. Eğer kafile bir defaya mahsus olmak üzere üretilecekse üretimin etkinliğini artırıcı araştırma ve geliştirme çalışmalarının maliyeti karşılanamayabilir. Kafile tipi üretimde üretim planlama ve kontrolü atelye tipi üretime nispeten daha kolaydır. Bununla beraber, aşağıdaki durumlara göre kafile

tipi Üretimin kendi içinde üretim planlama ve kontrolü zorlaşabilir veya kolaylaşabilir;

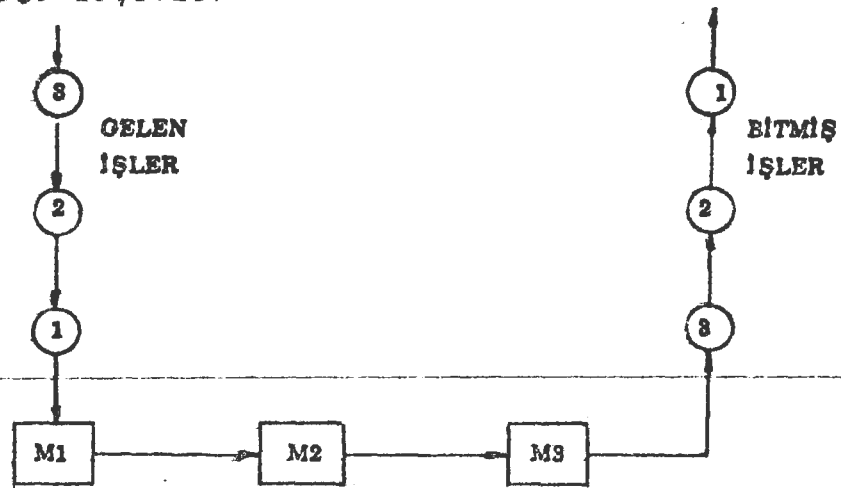
- \* Kafilenin bir defaya mahsus olmak üzere üretilmesi
- \* Kafilenin düzensiz aralıklarla ihtiyaç olduğu zaman üretilmesi
- \* Kafilenin sürekli talebi karşılamak için bilinen zaman aralıklarında üretilmesi.

Kitle tipi üretimde katile büyüklüğü arttıkça ve ürün katilelerinin tekrarı arttıkça üretim planlama ve kontrol sistemi geliştirme ve uygulama faaliyetleri kolaylaşır. Katile büyüklükleri ve katile tekrarları arttıkça kazanılan deneyim üretimin planlaması, planın uygulaması ve kontrolündeki en önemli zorluklardan biri olan belirsizliği azaltır. Pres, döküm, torna gibi tezgah işlerinde, çeşitli cam ve kimyasal ürünlerin üretiminde çok rastlanılan katile tipi üretim endüstride çok yaygın bir üretim tipidir.

#### 1.2.1.3 Sürekli Üretim (Kitle tipi Üretim)

Bu tip üretim aynı ürünlerin üretildiği ve ihtisaslaşmanın gerçekleştirildiği üretim sistemlerinde görülür. Kitle tipi üretimin en belirgin özelliği adındanda anlaşılacağı gibi yüksek sayıda ürün üretimidir. Bu tip üretimde ürün çeşitliliği yok denemek kadar azdır veya hiç yoktur. Çeşitlilik ürünlerin arasındaki farklılıktan ziyade küçük ölçekte örneğin model değişimi gibi bazı değişikliklerden kaynaklanır. Bu tip üretim

sisteminin kurulabilmesi için talebin üretim hızından daha fazla olması şartı vardır. Diğer bir ifade ile, üretimin tümü pazar bulabiliyorsa bu tip üretim sisteminin kurulması anlam taşır. Aksi takdirde özel ve pahalı makina ve teçhizatla donatılmış bu tip üretim sistemlerinde üretim esnekliği olmadığından talep düşüşlerinin maliyeti çok fazla olur. Bu tip üretimde, ürün çeşitsizliği ve yüksek seviyede üretim gibi nedenler kullanılan üretim işlemlerinin çok sayıda tekrarına yol açar. Dolayısıyla işlemleri daha verimli bir metotla gerçekleştirmesini sağlayacak işletme araştırmalarının yapılması ve bunların standart hale getirilmesi kaçınılmazdır. Yine bu amaca yönelik özel teçhizatın yapılması ve araştırılması da şarttır. Kitle tipi üretim sistemleri kendi aralarında kullanılan üretim araçları ve ürün özelliklerine göre bağımsız ve seri kitle üretimleri olarak ikiye ayrılırlar. Şekil 1.7 de bu sistemin tipik bir şeması görülmektedir. (Dağı, Nigancı, 1981)



Şekil 1.7 Kitle tipi üretim

### \* Bağılantısız Kitle Üretimi

Bu tip sistemlerde kitle üretimi yoğun insangücü ve mekanizasyon kullanımıyla elde edilir. Çok sayıda aynı işi yapan insangücü ile bir üründen çok sayıda elde etmek mümkündür. Teknolojik düzeyi en düşük olan bu tip üretim sistemleri günümüzde çok yaygın değildir. Diğer taraftan mekanizasyon ile gerçekleştirilen kitle üretiminin temelini yüksek kapasiteli ve özel işlemleri yapmak için tasarlanmış otomatik tezgahlar oluşturur. Küçük dişliler veya civatalar işleyen otomatik tezgahlarla donatılmış bir üretim sistemi mekanizasyon ile yapılan kitle üretimine örnek olarak verilebilir. Burada vurgulanmak istenen, bu sistemlerde tezgahlar arasında iş akışının olmamasıdır. Diğer bir deyişle bir tezgaha giren parça bu tezgahta son ürün haline dönüştürülür.

### \* Seri Kitle Üretimi

Bu tip kitle üretimi ileri bir teknolojiyi gerektirir ve karmaşık ürünleri üreten sistemlerde görülür. Seri kitle üretiminde temel belirleyici unsur ürünlerin bir ürün işlem/operasyon biriminden diğerine transferidir. Bu üretim birimleri arasındaki ürün transferi, ürün akışı olarak adlandırılır. Seri kitle üretiminde sistemin başlangıç noktasından başlayan hammadde, yarımamül ve parça gibi girdiler işlem birimlerinden geçer ve son ürün haline dönüşerek sistemden çıkarlar.

Seri kitle üretimi akışık ve kesikli seri üretim olmak üzere ikiye ayrılır. Akışık kitle üretiminde işlenen

hammadde ve kimyasal ürünlerin üretimi akışık kitle üretiminin en önemli örnekleridir.

Kesikli seri kitle üretiminin en popüler örnekleri motorlu taşıt montaj hatlarıdır. Bu üretim tipinde son ürün birbirilerini takip eden iş istasyonlarındaki işlemlerin yapılmasıyla oluşturulur. Teknolojik açıdan en gelişmiş üretim tipi olan seri üretimde yarı işlenmiş ürünlerin akışı otomatik transfer aletleriyle veya mamül transfer aletleriyle sağlanır.

Üretim planlaması ve kontrolü sisteminin geliştirilmesi ve uygulamaya konulması açısından kitle tipi üretim sistemlerinde diğerlerine nazaran planlama ve kontrol faaliyetleri fazla karmaşık değildir. Daha önceden belirlendiği üzere ürün çeşitliliğinin azlığı üretim planlama ve kontrolünü kolaylaştıran başlıca nedendir.

#### 1.2.2 Tesislerin Büyüklüğü

Üretim planlama ve kontrolünü yürütecek birimin organizasyonu ve bu birimin faaliyetleri tesisin büyüklüğüne bağlıdır. Tesis ne kadar büyük olursa üretim faaliyetlerinin karmaşıklığı da o derecede artar. Tesisin büyüklüğü genelde istihdam edilen insan gücü, toplam yatırım tutarı, senelik ciro gibi kriterlerle ölçülür. Tesislerin çoğunluğunun orta ve büyük tesisler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla üretim planlama ve kontrolünde bu büyüklükteki tesisler tipik tesisler olarak alınabilir. Diğer taraftan büyük tesisler ise bir sürü tesisin yatay



entegrasyonundan oluşabilirler. (Nisanca, 1984)

Tesisin büyüklüğünün üretim planlaması ve kontrolü faaliyetlerindeki zorluklara direkt etkisi olmakla beraber büyük tesislerde bu faaliyetlerin merkezce veya tesislerdeki yerel birimlerce yürütülmesi kararı çözümü zor bir problemdir. Özellikle malzeme ve standart parçaların elımı, planlama, ürün standardizasyonu, ve basitleştirilmesi gibi faaliyetlerin merkezce yürütülmesi avantajlıdır. Bu tip merkezileştirme tesislerden ve deneyimlerden en iyi faydalanmayı sağlar.

Ayrıca en alt tesislerin üretimi, dağıtımı, teçhizat ve istihdam politikaları ve yatırım bazındaki ilişkiler merkezi bir planlamayı ve kontrolü zorunlu kılar. Diğer taraftan aşırı merkezi planlama ve kontrol çok sayıda faaliyetlerin koordinasyonunu gerektirir. Bunu başarmak oldukça zordur ve bu durumlarda merkezce yapılan planlama ve kontrollerde aksama ve gecikmeler olabilir. Dolayısıyla bu iki uç planlama ve kontrol tipinin ortasında bir çözüm en iyi çözüm olarak teklif edilebilir. (Dağı vd., 1981)

### 1.2.3 Endüstrinin Tipi

Üretim planlama ve kontrol faaliyetlerini etkileyen diğer bir faktörde endüstrinin tipi, yani üretim sisteminin ihtisas alanıdır. Endüstriler çeşitli yöntemlerle sınıflandırılmakla beraber üretimi belirleyen faktörlere göre sınıflandırma en yaygın yöntemidir. Bu faktörler genellikle hammadde, proses ve son ürün gibi üç

asamasıyla tanımlanır.

Kullanılan hammaddelere göre, örneğin demir, bakır lastik vb. endüstrilerin sınıflandırması pratik değildir.

Bunun ana nedeni hammaddelerin değişik endüstrilerde değişik aşamalarda kullanılmalarıdır. Üretilen ürünlere

göre endüstrilerin sınıflandırması daha mantıksaldır.

Bunun nedeni böyle bir sınıflandırmanın kullanılan hammadde, işgücü niteliği, prosesler ve bu tip üretimlerde gözlenen ortak problemler hakkında bilgi içermesidir. Son ürüne göre sınıflandırmanın en önemli güçlükleri ise üretilen sayısız ürünün bulunması ve bir tesisde birden fazla ürünün üretilmesinden kaynaklanmaktadır.

En kolay sınıflandırma yöntemi ise metal endüstrisi kimya endüstrisi gibi kullanılan belli başlı üretim proseslerine göre sınıflandırma yöntemidir. Böyle bir sınıflandırma son ürün açısından çok geniş bir ürün yelpazesini içermekle beraber aynı ürünü üreten ve benzer büyüklükte olan sistemleri içerir. Bu sistemlerde ise üretim planlama ve kontrol problemleri birbirlerine benzerlik gösterirler.

Genelde bir endüstri içinde değişik üretim tipini uygulayan üretim sistemleri olmakla birlikte bazı endüstrilerde bu daha bir tek düzelik gösterir. (Nişancı

1984) Örneğin tekstil, tası, besin maddesi endüstrilerinde üretim sistemleri hemen hemen aynı üretim tipine yönelmişlerdir. Bu gibi durumlarda herhangi bir endüstri içindeki üretim sistemlerinde üretim planlama ve

kontrolü faaliyetleri ana hatlarıyla benzerlik gösterirler. Bu ise en uygun üretim planlaması ve uygulamasında yön gösterici olarak birçok problemin çözülmesini sağlar.

### 1.3. Üretim Tiplerinde Planlama ve Kontrol Problemleri

Üretim tiplerindeki farklılaşma bu sistemlerde gözlemlenen problemlerdeki değişikliklerin temel nedenidir. Bu durum söz konusu sistemlerde üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerinde karşılaşılan değişik yerdeki problemlere ortak çözüm bulmayı ortadan kaldırır. Üretim tipleri itibarıyla planlama ve kontrol problemlerinin bu sistemlerin yukarıda yapılan sınıflandırılması çerçevesinde incelenmesini gerektirir.

i-Atelye tipi üretimde karşılaşılan problemler: üretim planlama ve kontrolü faaliyetleri açısından diğer üretim tiplerine nazaran en karmaşık olanıdır. (Dağlı, Nisancı 1984) Ürün çeşitliliği bu tip sistemlerde karşılaşılan planlama ve kontrol problemlerinin ana kaynağıdır. Ürün çeşitliliği üründen ürüne değişen bazı özellikleri beraberinde getirir. Bu özellikler şunlardır: (Dağlı, Nisancı 1984)

-Her ürünün değişik sayıda işlemden geçmesi

-Her ürünün değişik işlem sırasının olması

-Değişik ürünlerin aynı işlemde bile çok farklı işlem zamanı alması

Bu özelliklere birde talep sayısı ve talep zamanlaması

açısından raslanan farklılaşma eklendiğinde planlama ve kontrol faaliyetleri dahada zorlaşır. Daha öncede de belirtildiği gibi bu tip sistemlerde işlem tekrarının düşük olması nedeniyle zaman etüdü yapmak zordur. Bu durumda üretim planının hazırlanması, hazırlansa bile plana göre yapılması zorlaşır.

Diğer taraftan işlemlerin başlama ve bitişindeki belirsizlikler üretim kontrolünde zorlaştırır. Bütün bu zorlukların neticesinde bu tip üretim sistemlerinde yüksek seviyede yarı normal stokları, düşük işgücü ve tezgah kullanımı, uzun üretim süreleri sipariş teslimindeki gecikmeler belli başlı ve bu tip sistemlere has problemlerdir.

(ii)-Kafile tipi üretimde karşılaşılan üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerindeki zorluklar ve karşılaşılan problemler atelye tipi üretime göre hem çeşitlilik hemde karmaşıklık açısından daha küçük boyutlardadır. Bunun temel nedeni ürün çeşitliliğinin göreceli olarak azalmasıdır. Bu ise üretim işlem ihtiyaçları ve işlem süreleri itibarıyla çeşitliliğinin, diğer bir ifade ile karmaşıklığın azalmasını sağlar. Zaman etüdü yapma imkanlarının artması birden fazla parça işlenmesi söz konusu olduğunda daha sıhhatli bir üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerine imken hazırlar. Kafile tipi üretimde çözülmesi gereken en önemli problemler en ekonomik kafile büyüklüklerinin bulunması ve kafileleri çizelgelendesi problemidir. Bu iki ana problemin

çözülmesi üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerini basitleştirir. Müsteri siparisine göre yapılan üretimde katile büyüklüklerini sipariş miktarları belirler. Bu durumda katilelerin üretiminin planlanması müşteri tarafından talep edilen teslim tarihleri ve tesisin işgücü yükü gözönüne alınarak yapılır. Diğer taraftan ürünler stoklama için üretilecekse hem katile büyüklüklerinin, hemde bunların çizelgelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Burada, en ekonomik katile büyüklüğünün belirlenmesinde, üretim hazırlık maliyetlerinin ve talep hızının ve ürünleri envanterde tutma maliyetlerinin dikkate alınması gerekir. Ayrıca katile büyüklüğü üretim süresini belirlediğinden üretim planlamasında bu noktada hesaba katılmalıdır. Katile tipi üretim, atelye tipi üretimle kitle üretimi arasında bir köprü meydana getirir. Dolayısıyla, bu üretim tipinde üretim planlama ve kontrolü faaliyetleri parça üretimine nazaran daha kolaydır ve aynı zamanda kitle üretimine göre daha karmaşıktır.

(iii)-Kitle üretimini temel özelliği olan ürün çeşitliliğindeki azlık bu tip üretim sistemlerinde üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerinde diğer üretim tiplerine nazaran göreceli olarak kolaylık sağlar. Ürün çeşitliliğinin azlığı katile ve atelye tipi üretimlerde gözlenen problemlerin çoğunu ortadan kaldırır. Kitle tipi üretimde üretim planlama ve kontrolü faaliyetleri çerçevesinde en önemli problem ürün değişikliğinden dolayı üretim hattının yeniden düzenlenmesi, ara stok

seviyelerinin belirlenmesi, makina ve teçhizatın bakım ve onarım gibi problemleridir. Diğer taraftan, seri üretimde, tesis, donanım ve yerleşim düzeninin tek bir ürün için planlanması nedeniyle bu tip üretimde üretilen üründe değişiklik söz konusu değildir. Seri üretimde planlama ve kontrol problemleri hat dengelemesi, bakım onarım ve emniyet stoğu belirlenmesi gibi problemleri içerir.

#### 1.4. Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Temel Elemanları ve İşlevleri:

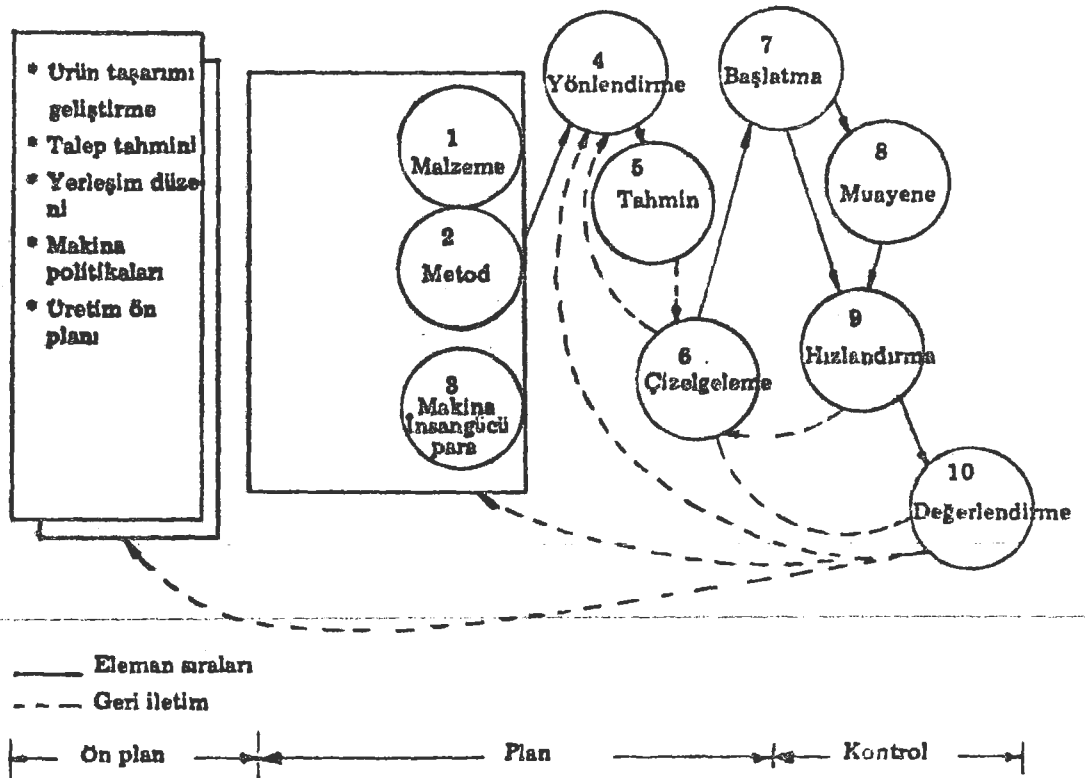
Üretim tipinden bağımsız olarak kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanımının önemi ve bu amaca yönelik üretim faaliyetlerinin koordinasyonunun üretim planlama ve kontrolüyle sağlandığı önceden belirtilmişti. Üretimde kalite, miktar, zaman ve düşük maliyet gibi kısıtları bir arada en iyi şekilde sağlayan üretim sisteminin verimliliği tartışılmaz. Üretim planlama ve kontrol sistemi böylesine verimli bir sistemin beynidir. Üretim sistemlerindeki tüm faaliyetleri kapsayan üç farklı aşama vardır. Bunlar, planlama, işlem (uygulama) ve kontrol aşamalarıdır. (Dağlı, Nişancı 1984)

Planlama, arzu edilen üretim hedeflerine en ekonomik yada verimli şekilde ulaşabilmek için kaynakların en iyi kullanımıyla ilgili ana hatları belirler. (Buffa, 1980)

Planlama, verilen veya mevcut verilerin incelenmesiyle başlar ve üretim birimi için alt hedefleri belirler. Bu alt hedefler zamana göre ve ana hedefe ulaşmaya yönelik

şekilde belirlenir. Planlamayı takip eden işlem aşaması ise hazırlanan planın işbirliğinin sağlanmasına yönelik çalışmaları kapsar. Kontrol aşaması faaliyetleri ise geliştirilen geri iletişimli kontrol mekanizmasının yardımıyla üretim işlemlerinin başlatılması ve üretimin denetimini kapsar.

Üretim planlama ve kontrol elemanları ve bunlar arasındaki etkileşim Şekil 1.8'de görülmektedir. Şekil 1.8'den faydalanarak planlama ve kontrol faaliyetlerinin kapsamı aşağıda verilen aşamalarda incelenebilir. (Everette, 1978)



Şekil 1.8 Üretim planlama ve kontrol elemanları

**1.4.1. Ön Planlama:** Ön planlama çalışmaları gerekli verilerin incelenmesini ve üretim planının ana hatlarını belirleyici çalışmaları kapsar. Özellikle yeni bir üretim tesisinin kurulma veya yeni bir ürünün üretimine geçilmesinden önce yapılan pazar araştırmaları, ürün tasarlama ve geliştirme çalışmalarını içerir. Bunların yanısıra gerekli makina ve teçhizatın seçimi, yerleşim düzeninin tasarlanması, yeni proses ve malzeme tiplerinin seçimi, üretim akışı tasarımı konularında yapılan araştırmalar da ön planlama çalışmalar içindedir. Üretim planlama ve kontrolünün ön aşaması olan ön planlamada malzeme, makina, insangücü, parasal ihtiyaçlar ve iş metodlarıyla ilgili veriler toplanır ve işlenir. Ön planlama aşamasındaki çalışmalar olmaksızın güvenilir bir planın yapılması imkansızdır.

#### 1.4.2. Planlama

Planlama çalışmaları temelde kaynak ve işlerin planlanması olarak iki ana konuda yapılır. (Buffa, 1980) Kaynaklara yönelik planlama çalışmaları şu konuları kapsar;

**Malzeme Planlaması:** Üretimin çeşitli aşamalarında gerekli hammadde, yarı mamul, parça gibi girdilerin istenilen miktar ve zamanda hazır olması gerekir. Malzeme planlaması çalışmaları malzeme kalitelerinin belirlenmesi, gerekli miktar ve tedarik şartları, standardizasyon, dış alım ve muayene gibi konuların belirlenmesi işlerini de



kapsar. Kısaca istenilen miktar ve kalitedeki girdilerin en ucuz şekilde ve istenilen zamanda tedarik edilmesi çalışmaları malzeme planlamasının özünü teşkil eder.

-Metod Tasarımı: Bu planlama elemanının işlevi alternatif üretim metodlarının incelenmesi ve bunlardan mevcut üretim imkanları çerçevesinde en iyisinin seçilmesi ve standart hale getirilmesidir.

Metod tasarımı sonucu belirli ürünlerin hangi tezgahlarda ve nasıl işlenecekleri belirlenir. Bu bilgiler olmaksızın üretim planlaması yapmak imkansızdır.

-Makina, insangücü v.b. Kaynakların Planlanması:Metod tasarımı eldeki üretim kaynaklarının durumunu gözönünde bulundurmalıdır. Ayrıca gerektiğinde yeni makina alımına gitme kararları bu planlama içerisine alınabilir. Ayrıca makineler bazında bakım onarım çalışmalarının planlanması üretimde süreklilik için gereklidir. Bu çalışmalar sonucu gerekli makina, ihtiyaç anında problem çıkarmaksızın çalışmaya hazır olur. Diğer taraftan üretim yardımcı alet ve edevatın istenilen anda hazır olma çalışmaları da bu planlamanın içeriğine dahildir. Aynı şekilde insangücünün yeterli sayıda olmaları, bunların becerilerinin yapılması işlerin üstesinden gelecek durumda olmaları gerekir. Bunu sağlamak için ek istihdam, eğitim programları düzenlenmesi

---

ve gerektiği anda insangücünün hazır olması önemli bir kaynak planlama çalışmasıdır. Özellikle atolye ve tefile tipi üretimlerde birden fazla işi yapabilecek insangücünün planlanması kaçınılmazdır. Hangi ürünün ne zaman, ne



tezgah hazırlama, tezgah bozulma gibi nedenlerden doğacak zaman kayıpları dikkate alınmalıdır.

Yükleme çalışmalarını takiben çizelgeleme elemanı devreye girer. Çizelgeleme ise zaman bazında işlerin tezgahlara dağıtma çalışmalarını kapsar. Bu çalışmalardan belirli ölçütleri sağlayacak şekilde ve ayrıntılı olarak hangi tezgahta ne zaman hangi işin başlanacağı belirlenir.

Çizelgelemede kullanılan en yaygın ölçütler aşağıdaki gibidir:

- Kısa zamanda işleri bitirme
- Yüksek tezgah/ışgucu kullanımı
- Sipariş teslimlerinde en az gecikme
- Düşük ara stok serisi v.b.

#### 1.4.3 Kontrol

Üretim kontrolü elemanları, başlatma, durdurma, hızlandırma ve değerlendirme olarak tanımlanır. Ayrıca stok, iş akışı ve ara stok seviyeleri kontrolü, önemli kontrol çalışmalarını içerir. Kontrolün en önemli işlevi üretimdeki aksamaların belirlenmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi için bilgi geri beslemesini sağlamaktır. Günümüz üretim sistemlerinin formallığına paralel olarak üretim sırasında beklenmedik çeşitli olaylar üretim planından sapmaları tetiklenerek yapılmaktadır. (Nişancı, 1984) Bu sapmaların varlığı ve dereceleri ancak iyi bir kontrol sistemiyle belirlenebilir. Bu sapmaların zamanında düzeltilmesi için kontrol sistemiyle çalışılır. Üretim kontrolü elemanlarının kontrol çalışmalarına katkılarını kısaca tanımlar.

kontrol konusuna getirmesi bakımından gereklidir;

-Başlatma: Üretim planlamanın uygulamaya konması başlatma elemanı vasıtasıyla gerçekleşir. Çizelgelenen zamanlarda üretim kaynaklarının harekete geçirilmesi başlatma elemanlarıyla sağlanır. Başlatma işlemleri gerekli malzeme, alet işlem formlarının zamanında işçilere dağıtılması ve iş akışının yönlendirme pusulalarına göre yapılmasını sağlayan çalışmaları kapsar.

-Hızlandırma: Bu kontrol elemanı işin başlatılmasından sonra işin takibi çalışmalarını kapsar. Beklenmedik nedenlerden kaynaklanan gecikme ve plandan sapmaları önlemek için gerekli önlemler hızlandırma çalıştırmalarıyla yapılır. Hızlandırma işlemleri yapılırken çizelgeleme görünümünde bulundurulmalı ve gerekirse planda ve çizelgede değişiklikler yapılmalıdır.

-Muayene: Üretilen ürünün miktarının ve kalitesinin kontrolü muayene olarak tanımlanır. Muayene sonucu tespit edilen miktar olarak eksiklikler yada kalitenin istenen seviyede olmayışı üretim planında değişikliklere yol açabilir. Diğer taraftan muayene masraflı olduğundan her ürünün tek tek muayenesi çok zordur. Bu nedenle kalite kontrolü ve örnekleme yaklaşımlarından faydalanarak en uygun muayene metodunun belirlenmesi gerekir. Muayene sonucu tespit edilen yetersizlikler kalite problemlerinin giderilmesinde ve üretim planından sapmaları azaltma indiriminde önemli üzerinde durulması gereken noktalardır.

- Değerlendirme: Değerlendirme geleceğe yöneliktir.

planlama çalışmalarına ışık tutması açısından çok önemlidir. Temelde değerlendirme planlama ile kontrol aşamaları arasında önemli bir iletişim mekanizmasıdır. Kontrol sürecinde sistemin çalışmasıyla ilgili elde edilen değerli bilgilerin değerlendirilmesi bu elamanın temel işlevidir. Değerlendirme sonuçlarına göre uzun veya kısa vadeli tedbirlerin neler olması gerektiği ortaya çıkar.

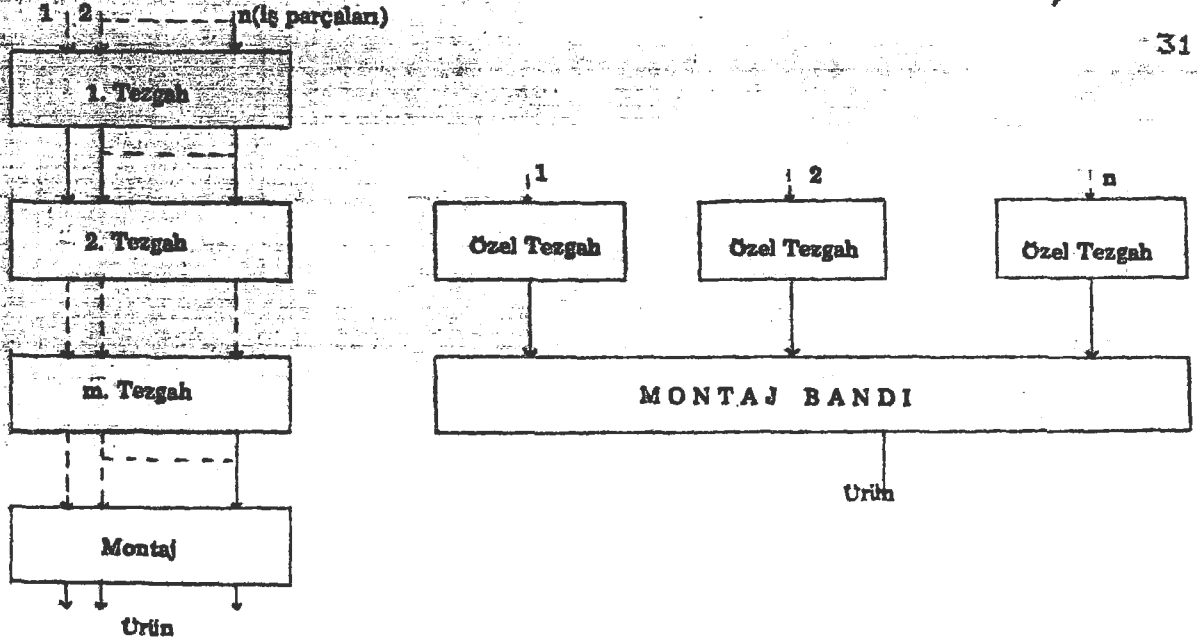
Üretim planlama ve kontrol sistemleri üzerinde çok sayıda araştırma mevcuttur. Biz küçük sayılarda çok çeşitli ürün imal eden tipik bir atelye üretim yapan sistemde, üretim planlama ve kontrol çalışmalarının daha etkili ve sağlıklı olabilmesi amacıyla bu çalışmaların başlangıcını teşkil eden ürüne ait ürün ağacı üzerinde duracağız.

## ATELYE TİPİ ÜRETİMDE ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL FAALİYETLERİ

### 2.1.ATELYE TİPİ ÜRETİMİN TANIMI

Tek veya küçük seriler halinde üretilmesini istediğimiz parçaların geometrilerine göre çeşitli tezgahlarda işlenerek montaj bölümünde birbirlerine eklenerek ürünün ortaya çıkması işlemlerinin tümüne atelye tipi üretim adı verilir. Bu üretimde çok amaçlı tezgahlar kullanılır ve bu tezgahlarda niteliği ve niceliği değişik tipte olan iş parçaları işlenir. Şekil 3.1. de atelye tipi üretim ile büyük serili üretim sematik olarak karşılaştırılmıştır. Atelye tipi üretimde iş parçaları genellikle çok kademeli işlem sonucu montaja gelir ve her bir kademede iş parçaları değişik işlemlerden geçerler. (Ayanoğlu 1986)

Büyük serili üretimin tezgahları ise genellikle belli tipteki iş parçaları için geliştirilmiş özel makineler veya birbirine kenetlenmiş makina gruplarıdır. Atelye tipi üretimde gerekli çok amaçlı tezgahların otomasyonu nümerik kontrollü tezgahlar ile gerçekleştirilmektedir. Simon'un esnek otomasyon olarak nitelendirdiği bu tezgahlarda iş parçası, geometrisi ve teknolojisine göre hazırlanacak bilgi taşıyıcısı (delikli seril veya manyetik bant) sayesinde otomatik parça işlenmesi gerekmektedir. (Dingmen, 1977)



Sekil 2.1. Atelye tipi üretim ve büyük serili üretimin genel görünümünün şematik karşılaştırılması

## 2.2.ATELYE TİPİ ÜRETİMİN YAPISI

### 2.2.1.Parametreleri

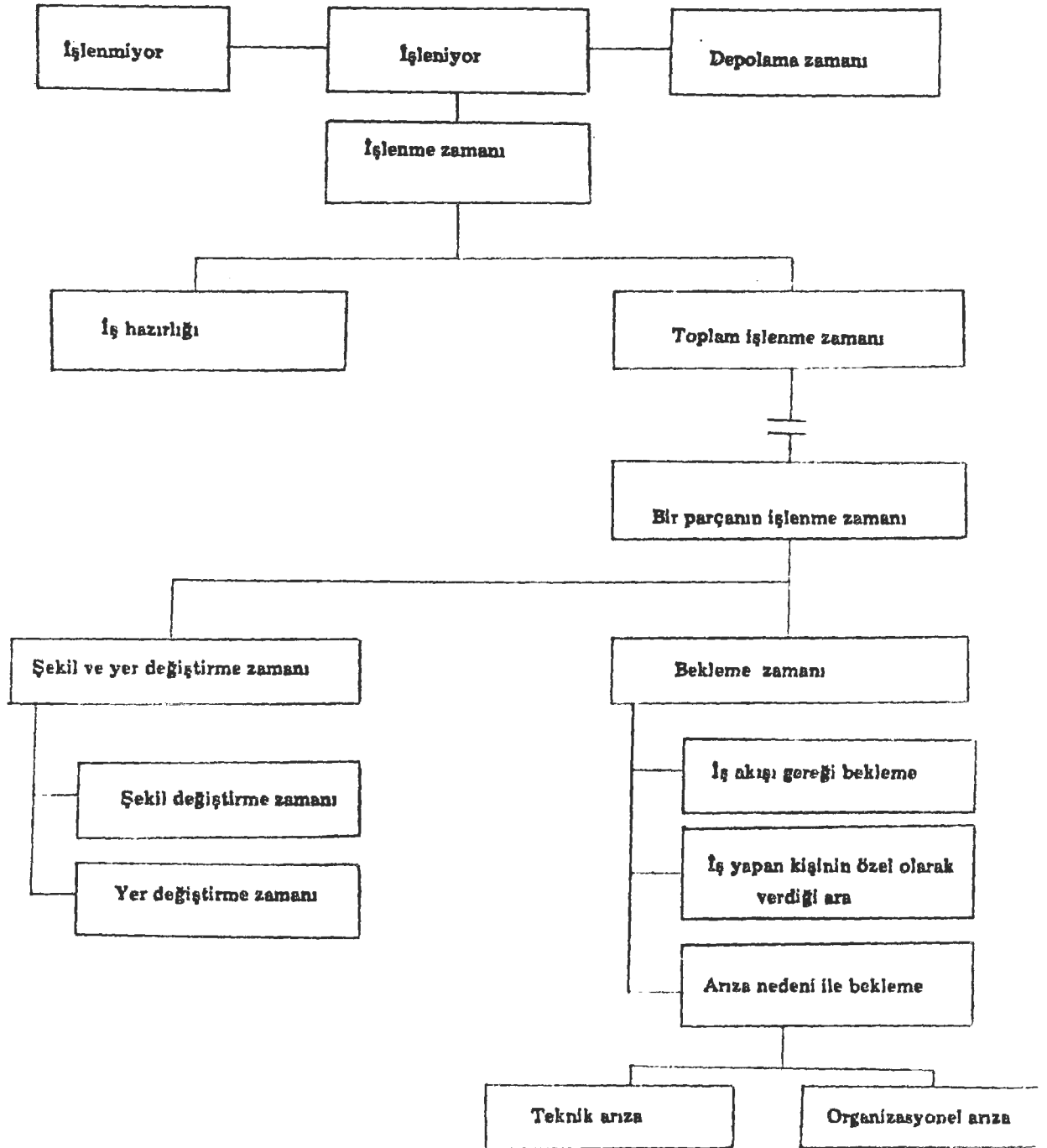
Atelye tipi üretimde insan, makine ve malzeme olarak üretim işlemlerini üç unsur bulunmaktadır. Bu üç unsurdan oluşan üretim sisteminde üretimi etkileyen birçok değişken mevcuttur. Bunların başında zaman gelmektedir. Sözü edilen bu üç değişkenin atelye içindeki zamanların bilinmesi ürünün ne kadar zamanda gerçekleştirilebileceği, üretim sistemindeki araçların hangi verimde çalıştıkları, üretime kaç malolacağı gibi önemli hususların bulunması için gereklidir. (Ayanoğlu, 1986)

### 2.2.2. Zaman Kavramı

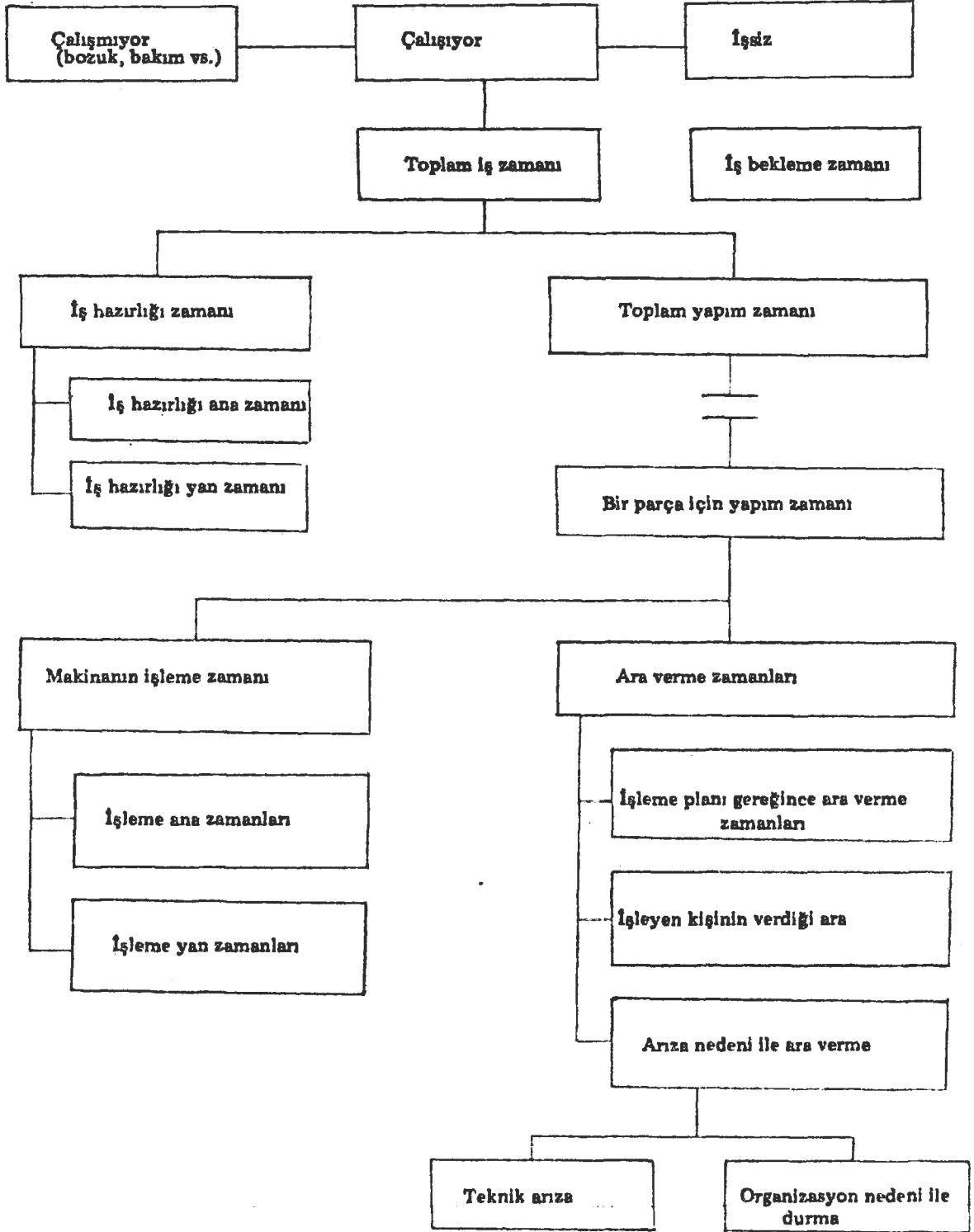
Mamul hale getirilecek malzemenin atelye içinde hammaddeden mamul hale gelinceye kadar geçirdiği zamanlar

şekil 3.2.de görüldüğü gibi değişik türdeki zaman türlerine ayrılabilir.Sonuçta malzemenin atelyede geçirdiği zaman bulunur.Aynı nitelikte şekil 3.3.de üretim makinasının çalışma zamanlarının ayırımı görülmektedir.Her iki tablodan yararlanarak iş parçasının iki tezgah arasında geçirdiği zamanları şekil 3.4.de görüldüğü gibi sınıflandırabiliriz.Birinci tezgah önüne gelen iş parçası veya iş parçası grubu bu tezgahın başka işle meşgul olması nedeniyle işleme alınabilmek için beklemeye başlar.Tezgahın üzerindeki işlemler tamamlandıktan sonra tezgah bu kez gelen iş parçasını işlemek üzere gerekli takım ve tertibat ile donatılır.Ve bu iş parçasının işlenmesine başlanır.İşlemler sonucu bu iş parçası işlem göreceği ikinci tezgaha götürülmek üzere gerekli taşıma aracını bekler.Taşıma işlemi tamamlandıktan sonra bu kez ikinci tezgah önünde işleme alınmak üzere beklemeye başlar.Böylece tezgahtan tezgaha geçerek işlemleri tamamlanan iş parçası montajda üründeki yerini alır.(Dingmen 1977)

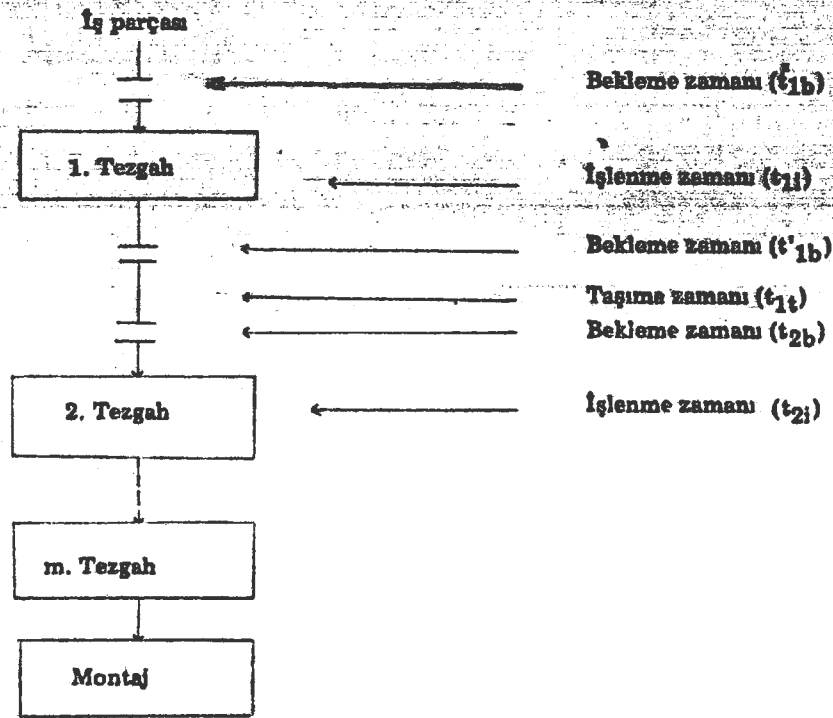




Şekil 2.10 Bir parçanın işlenme zamanı ile ilgili zamanların sınıflandırılması



Şekil 1 D.İ. Makinelerin (Ateşçilerin) iş zamanı ayarları



Sekil 2.4 Atelye tipi üretimde işlemler sırasında iş parçası için doğan zaman türleri

Üretim sisteminin üçüncü unsuru olan insanın atelye içi zamanlarının ayırımı ise şekil 3.5. de görülmektedir. Bu tabloda gösterilen zaman türlerinin tespit edilmesiyle özellikle işyeri değerlendirilmesi ve uygulanacak işyeri ücreti hesaplanır. Üretim planlamasında, malzemenin ne

### 2.2.3. Hedefler

Belirtilen üretim parametrelerinin belli düzeylerde olmaları halinde üretim istenilen düzeye erişecektir. Üretimin hedefleri olarak açıklanabilecek nitelikleri şu şekilde sıralamak mümkündür. (Dingmen 1977)

1-Üretim miktarının satılabilir düzeyde maksimuma çıkarılması.

2-Üretim araçlarının teknik ve finansal verimlerinin maksimum yapılması.

3-Üretim zamanlarının minimuma indirilmesi.

4-Üretim araçlarının işlemler için gerekli harisli zamanlarının minimuma indirilmesi.

5-Atelye içinde işlem görmek üzere bekleyen iş parçası sayısının minimuma indirilmesi.

6-Ürünün müşteriye (veya diğer atelyeye) teslim zamanının gerçekleştirilmesi.

7-İşlemler sırasında bozulan iş parçası sayısının minimuma indirilmesi.

8-Üretim kapasitesinin maksimuma çıkarılması.

9-Hammadde girdilerinin minimuma indirilmesi.

10-Parça işlemlerinin tamamlanması için gerekli üretim kademeleri sayısının minimuma indirilmesi.

11-Üretim araçlarının boş bekleme zamanlarının minimuma indirilmesi.

12-İş parçalarının atelye içi bekleme zamanlarının minimuma indirilmesi.

13-Toplam üretim giderlerinin minimuma indirilmesi.

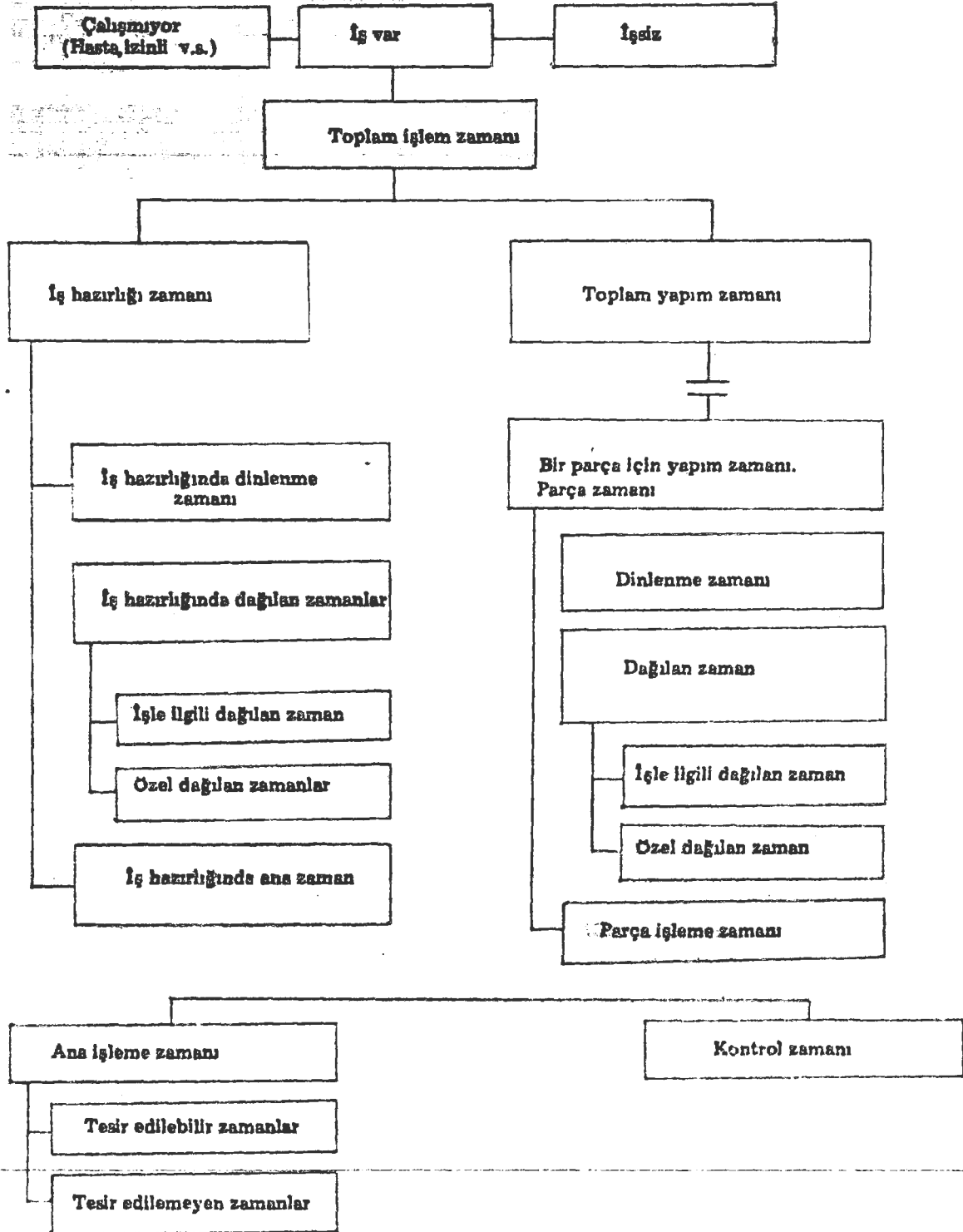
#### 2.2.4. Hedeflerin Gerçekleştirilmesi

Yukarıda sıralanan hedeflerin gerçekleştirilmesi, başlangıçta atelye tipi üretimin niteliklerinin iyi bilinmesi ve üretim planlarının iyi hazırlanmasıyla mümkündür. Bütün bunlar içinde üretimi yapılan mamulün ağacının belirlenmesi ve çizilmesi gerekmektedir. İyi hazırlanmış bir mamul ağacı daha başlangıçta aksaklıkların belirlenmesinde ve giderilmesinde yardımcı olacaktır.

#### 2.3. ATELYE TİPİ ÜRETİMDE PLANLAMA

##### 2.3.1. Değişken ve Parametreler

Üretim planlama ve kontrol faaliyetleri tahmin çalışmalarıyla başlar. Tahmin çalışmaları sadece satışa yönelik olabileceği gibi diğer üretim elemanlarına (tezgah kapasiteleri, işgücü, malzeme vb.) da yönelik olabilir. Tahminlerde yapılacak yanlışlar çoğu zaman planlara yansır ve en azından yeniden planlama çalışmalarını zorlaştırır. Tahmin yapılacak süreç, mamulün ve buna bağlı olan talebin karakterine bağlıdır. Mamule olan talep, periyodik değişiklikler gösteriyorsa tahmin en az bir periyodu içine almalıdır. Bu süre işletmenin gereklerine göre birkaç aydan birkaç yıla kadar uzanabilir. (Kobu 1979)



Şekil 2.5 İnsan için iş zaman ayırımı

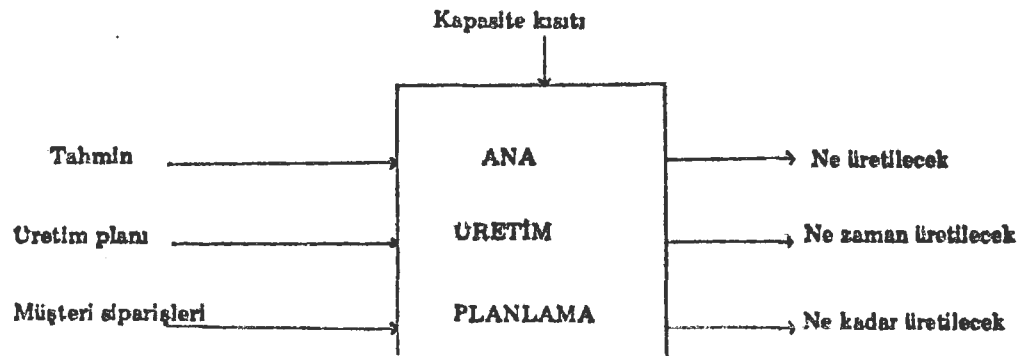
### 2.3.2. Planlama Faaliyetleri

Planlamanın hazırlık safhasında derlenen bilgilerin ışığı altında hazırlanan ana planlar genel olarak şu bilgileri içerir.

- a) Üretilecek her ürünün üretim miktarları
- b) Her ürün için alternatif üretim süreçleri ve her üretim süreciyle üretilecek ürün miktarları
- c) Her bir bölüm, hat, tezgah vs. tarafından üretilecek ürün miktarları
- d) Ürünün hedeflenen envanter seviyeleri
- e) Fazla mesai, ilave vardiyalar, kullanılmayan kapasiteler
- f) İşgücü seviyeleri
- g) Üretim sistemi içindeki alt sistemler arasında hareket edecek olan malzeme ve yarı mamül miktarları
- h) Yan üreticilerden ne tip girdilerin ne miktarlarda temin edileceğini belirleyen planlar
- ı) Satın alınacak ihtiyaçları

Hazırlanan bu ana plan ışığında ortaya çıkan bilgiler daha sonra detaylı planlamada kullanılır. Yukarıda maddeler halinde sıralandığı gibi ana planlamada yapılan iş, üretimle ilgili olan "ne yapılacak" gibi soruların cevaplandırılmasıdır. Bu soruları cevaplandırmak için, tahmin çalışmaları sonucu elde edilen başlangıç noktasını oluşturur. Ana planlar genellikle beş-on yıllık olarak hazırlanırlar. Bu kadar uzun süre faaliyetlerin detaylı

olarak planlanmasına izin vermez. Ana planlamada amaç problemleri büyük bir zaman aralığı içinde ana hatlarıyla düşünmek ve meydana gelmesi mümkün şartlara göre işletmenin faaliyetlerini planlamaktır. Bu açıdan bakılırsa ana planlamanın, yöneticinin karar vermesini kolaylaştırıcı bir faaliyet listesi olduğu söylenebilir. Ana planlamada önemli bir hususta üretim tipinin seçilmesidir. Memöl sürekli olarak veya partiler halinde üretilebilir. Bu büyük ölçüde talebe bağlıdır. Küçük sayıda istekler, kısa işlem ve hazırlık süreleri, memölün sürekli imalini gerektirir. Bununla birlikte genellikle bu iki durum arasındaki durumlarla karşılaşılır. Bu durumda parti ve sürekli üretim tiplerinin avantaj ve dezavantajları düşünülerek karar verilir. (Tersine 1981)





### -Teknoloji seçimi

Mamül cins ve miktarının belirlenmesi, ana üretim metodunun belirlenmeside yardımcı olur. Mamül ve metod mühendisliği bölümleri planlama için gerekli bilgileri belirler. Yapılan tasarıma göre hangi mamülün hangi işlemlerden geçerek imal edileceği belirlenir. Burada mamülün cinsi kadar miktarı da önemlidir. Örneğin çok sayıda mamül için döküm, az sayıda mamül için kaynağın tercih edilmesi gibi kullanılacak malzemenin ve temin kaynaklarının belirlenmeside işlem planlaması ile paralel yürütülür.

### -Değişiklik Planlaması

Gelecek yıllarda geliştirilecek yeni mamuller hangileridir? mevcut mamüller üzerinde yapılacak değişiklikler ne yönde olacaktır? ana planlar bu sorulara elden geldiğince tam ve kesin cevaplar vermelidir.

### -Finansman Planlaması

Planlama periyodunda imal edilecek mamüller için yeni tesisler, tezgahlar, malzeme, işgücü ve diğer unsurlar gerekir. Bu unsurların temini için gerekli parasal kaynakların planlanmasına "finansman planlaması" denir. Günümüzde birçok kuruluş uzun vadeli finansman planları yapmaktadır. Pazarlama, muhasebe gibi bölümler bilgi ve fikir vererek finansman planlamasına yardımcı olur.

### 2.3.3. Atelye Tipi Üretimde Sıralama Problemi

Atelye tipi üretim sistemlerinde iş merkezleri

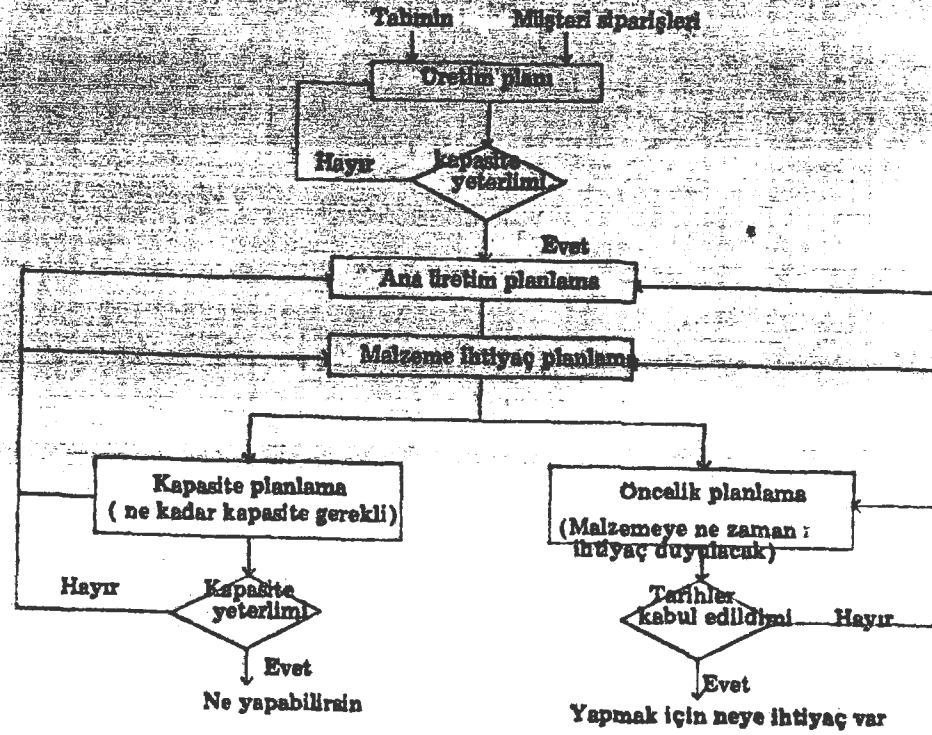
Birtakım ekipman veya operasyonlara göre oluşturulmuştur. Ürünler kabileler halinde iş merkezlerinden geçerler ve bu herhangi sırayı takip edebilir. Ürün çok çeşitlidir, bunun yanında ürün imalat aşamalarından yavaş geçer. Bunun sonucu olarak da imalat ara stok ihtiyacı ortaya çıkar. İmalat ara stokların kontrolü oldukça zordur. Ayrıca ekipman hazırlama maliyetlerinin yüksek oluşu ve vasıflı işçi ihtiyacının fazla olmasında önemli bir faktördür. Kısaca atelye tipi üretim sistemlerinde üretim planlama ve kontrolü hem zor hem de pahalıdır.

Atelye sıralama problemi genel olarak belli bir başarının ölçümünü eniyileyecek iş akışını belirlemek olarak tanımlanır. Klasik atelye sıralama problemi dört faktöre bağlı olarak farklı sınıflara ayrılabilir. (Kiran 1977)

-İşlerin geliş şekli: Belirli bir dönem için iş listesi bilinmektedir ve işler boş olan atelyeye hemen işlenmek üzere gelirler. Genellikle iş listesi değişmez. Böyle problemler statik problem olarak adlandırılır. Eğer iş listesi sürekli ve rasgele değişiyorsa ve işler düzensiz aralıklarla atelyeye gelmekte ise o zaman problem dinamik bir problemdir. Bu nedenle sıralama yerine çizilegeleme terimi bu tip problemler için

---

ullanılmaktadır.



Şekil 2.7 Ana üretim programlama

-Tezgah sayısı: Atelyede yer alan tezgah sayısına göre de sıralamama problemi, tek tezgahlı veya çok tezgahlı olmak üzere ikiye ayrılır. Tezgah sayısının çok olması sıralama probleminin çözümünü zorlaştıran bir faktördür.

-İş akışı: Eğer gelen bütün işler aynı sırayı takip ediyorsa sıralama problemi akış tipi olarak nitelendirilir. Bunun yanı sıra, işler farklı sıraları takip ediyorsa atelyede karışık iş akışından söz edilir.

-Başarının ölçütü: Atelye performansını değerlendirmek için kullanılan ölçüt sıralama problemlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu ölçütler içinde en önemlileri ve en çok kullanılanları şunlardır.

\* Ürünlerin sistem içinde üretim ve bekleme zamanlarını içeren "akış zamanı" bu durumda amaç, akış zamanını en aza indirecek sıralamayı geliştirmek olacaktır.

\* Kuyrukta bekleyen ortalama iş sayılarının yansıttığı

üretim içi stok seviyesi

\* İşlerin tezgahlarda bekleme süreleri

\* Siparişlerin gecikme süreleri

\* Tezgah hazırlama zamanı kayıpları

\* Tezgah ve işgücü kullanım oranları

Sıralama problemlerinin çözümünde en çok kullanılan tekniklerin birisi Henry L. Gantt tarafından geliştirilen tekniktir. Bu teknikte, her makinada yapılacak işler, zamanın bir fonksiyonu olarak gösterilirler. Veya, cisimlerin makinelerde temsil ettiği bu teknik esnasında mevcut durumu açıkça gösterdiği için faydalıdır. Ancak Gantt şemaları mevcut durumun düzeltilmesi konusunda herhangi bir çözüm içermezler. (Kiran 1977)

#### 2.4. ATELYE TİPİ ÜRETİMDE AKIS PLANLAMASI

Ana planlama, hangi cins mamülün ne kadar üretileceği hakkında uygulayıcıya fikir verir. Fakat eldeki bu bilgilerle üretimi düzgün olarak yürütmek, işletmenin başarısını artırmak tesadüflere kalmıştır. Örneğin beklenmedik arızalar üretimi aksatabilir, veya geciken bir malzeme üretim akışında aksamalara neden olabilir. Üretimin istenilen amaçlara göre yürüyebilmesi elden geldikince tüm şartları gözönüne alan detaylı yapılmasına bağlıdır. Üretimle ilgili tüm öğeleri gözönüne alarak faaliyetlerle, insanlar arasında bağ kurma çalışmasına "akış planlaması" adı verilir. Üretimle ilgili öğelerin

çokluğu bunlardaki kontrolün en zor ve yorucu bölümüdür.

Akış planlaması genellikle bir yıllık periyotları kapsar.

Bu periyottaki talep tayin edilerek üretim miktarı belirlenir ve üretimi gerçekleştirmek için gerekli kaynakların planlaması yapılır. Üretim için gerekli kaynakları dört ana grupta toplamak mümkündür.

#### 2.4.1. Mamül Akışının Planlanması

Mamül akışı planlamasında, ana planlama esaslarından ve mühendislik bölümünden gelen bilgilerden yararlanılır. Mühendislik bölümünden gelen parça listeleri, işlem planları ele alınır. Parça alt montaj ve mamüllere ait miktar kararları verilir. Talep sürekli ise, sürekli üretim stok maliyetini ve çeşitli kayıpları azaltır. Talepteki mevsimlik veya periyodik dalgalanmalar parti üretimini uygun hale getirir.

Sürekli üretim söz konusu ise, üretim hızı genellikle günlük miktarlar olarak belirlenir. Üretim hızının belirlenmesinde genellikle montaj, alt montaj ve parçaların üretim hızları da etkili olur. Mamül montajı ile alt montajlar arasında çok sıkı bir bağ vardır. Alt montaj işlemlerinden birindeki uzun bir duruş mamül üretiminide durdurur. Bu nedenle küçük ve ucuz montajlar partiler halinde üretilir. Ancak bu halde partilerin istenilen

hazırda bulunan yerlerine ulaşacağından emin olunmalıdır.

Son montajın (mamül) partiler halinde üretilmesi genellikle alt montaj ve parçalarında partiler halinde imalini gerektirir. Parça imalinin, sürekli veya parti

karakterinde oluşu, mamül veya alt montajlara göre farklı bir anlam taşır. Sürekli parça üretimi için, yüksek hızlı, özel amaçlı ve pahalı tezgahlar gereklidir. Dolayısıyla bu tezgahlarda ortaya çıkacak boş zamanlar, başka parçaların üretimiyle değerlendirilemez. Sürekli parça üretiminde çok büyük miktarlar tercih edilir. Fretikte çoğu kez sürekli mamül ve alt montaj yapılmasına karşılık parçaların parça halinde üretildikleri görülür. Parçaların partiler halinde üretilmesi ise hazırlık maliyetlerinin artmasına ve işletme içi envanterlerinin büyümesine yol açar. Mamül veya parça üretiminde imalat hatlarının kullanılması yani mamül envanter seviyesini azaltma gibi nedenlerle tercih edilebilir. Bu halde imalat hatlarının iyi bir şekilde dengelenmesi şarttır. Hat üzerindeki iş istasyonlarında tüm üretimi etkiler. Gecikme işçiye bağlı nedenlerle bozul parça çıkması, takımın körlenmesi, kırılması gibi nedenlerle oluşabilir. Bu tür gecikmeleri göz önüne almadan planlanan bir imalat hattı istenilen yararları sağlayamaz. Tam tersi, malzeme taşıma maliyetini, fabrika ihtiyacını, envanteri arttırır.

Genellikle parçaların benzer tezgah gruplarından oluşan imalat dairelerinde yapıldığı görülür. Bu şekilde sürekli üretime daha yakın bir ilişki belli. Bu parçaların, bu işe aydınlanmış atelyelerde yapılması halidir. Atelyeler fabrika içindedirler fakat sanii fabrikaya özel parçaları veren bağımsız bir iş atelyesi gibi hareket ederler. Bu şekilde iyi bir haberleşme

sağlanarak, fiyatlandırma için standart maliyetlerden yararlanılır. Ayrıca her yeni parti mamül için ayrı iş emirleri, parça listesi çıkarılmasında önlenmiş olur.

(Ayanoglu 1986)

#### 2.4.2. Malzeme Planlaması

Üretimin en önemli öğelerinden biride malzemedir. Malzemeler üretimdeki fonksiyonlarına ve özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Özelliklerine göre malzemeler:

a-Hammaddeler: Genellikle mamülün bünyesine giren ve üretimde kullanılan önce işlenmemiş malzemelerdir. Örneğin petrol ve seramik sanayiinde kullanılan çeşitli hammaddeler.

b-Mamül malzemeler: Bir başka sanayi kolunun mamülü olan maddelerdir. Bunlar tekrar tekrar işlenerek yada işlem görmeden üretime katılırlar. Bazıları üretim için gerekli olduğu halde mamül bünyesine girmezler.

c- Bitmiş parça ve alt montajlar: Genellikle mamül bünyesine hiçbir işlem görmeden giren maddelerdir. Başka sanayi kuruluşlarının mamülü olan bu maddeler tek bileşenli parçalar (civatalar, bağlama elemanları vb.) veya çok bileşenli parçalar (otomobil radyoları vb.) olabilir.

~~Malzemeler üretimdeki fonksiyonlarına göre şu şekilde sınıflandırılır:~~

a-Dolaysız (direkt) malzemeler: Mamülün bünyesine giren malzemelerdir. Bunlarda;

1.Yardımcı malzemeleri: Üretim teknolojisinin gerektirdiği veya mamüle, istenen özellikleri sağlayan malzemelerdir.

2.Kullanım malzemeleri: Bunların ayırt edici özelliği yalnız bir kez kullanabilmeleridir. (Örneğin yakıtlar)

Mamül miktarları ve bunların nasıl yapılacakları belli olduğuna göre, parça ve montaj listeleri, işlem planları yardımıyla gerekli malzeme miktarları ve bunların sarf yerleri belirlenebilir. Mamül yapımı için gerekli bütün malzemeleri, bunların sarf miktarlarını ve yerlerini gösteren bir belge (ana malzeme belgesi) malzeme akı planlamasını teşkil eder.

Az sayıda mamülün sürekli üretiminde, ana malzeme belgesinin kullanılması gerekmez. Aralıklı üretimde, ilk parti mamülün üretimi için hazırlanan ana malzeme belgeleri dosyalanır ve ürünlerinde gerekli değişiklikler yapılarak bir çok kez kullanılır. Sipariş üretiminde ise tekrarlanması mümkün siparişlere ait ana malzeme belgeleri mamül yapımı için yetki vermez, fakat iş emirlerinin bazı kısımları bunlardan kopya edilir. (Karayalçın 1970)

Bazı mamüller tek parçadan ibarettir. Örneğin, bazı döşüm mamüller, çelik cubuklar ve kütükler vs. birçok parça ve alt montajdan meydana gelen mamüllere göre tek parçalı mamüller için malzeme planlaması daha basittir. Parçalardan oluşan mamüller için yalnız stok miktarlarının



değil bu parça ve malzemelerin temin kaynaklarını ve kalitelerinin kontrolünde güçleşir.

Hammadde stok kontrolü ile parça ve alt montaj stok kontrolü biraz farklıdır. Hammadde stokları için genellikle belirli bir stok seviyesini elde bulundurma temeline dayanan politiklar uygulanır. Parça ve alt montaj stokları ise, bitmiş mamül ihtiyacına göre planlanır.

Parça ve alt montaj stok kontrol politikaları temelde iki ayrı şekilde düşünülebilir:

1-Geleceğe dönük stok politikaları: Burada malzeme ihtiyaçları doğrudan doğruya yapılması planlanan miktar miktarına göre hesaplanır. Bu tür politikalara "ön planlama" denir.

2-Geçmiş bilgilerin analizine dayanan stok politikaları: Burada temel düşünce geçmişteki malzeme kullanımlarının gelecekte de süreceğidir. Bu tür kontrol tiplerine "sipariş noktası metodu" örnek gösterilebilir. Pratikte bu iki türün kombinasyonları sıklıkla görülmektedir.

#### 2.4.3. İş Gücü Planlaması

Üretim için gerekli insan kaynağının planlanması üretim planlama ve kontrolün temel problemlerinden biridir. İşgücü planlaması için işletmenin ana planları ve yapılan tahminler temel bilgilerdir. Ana planlar uzunca bir süre için işletmenin politikalarını belirler. Ancak her iş merkezi için ne kadar insanın ne zaman gerekli

olduğu ve bunların hangi işleri yapacaklarının bilinmesi gereklidir. "Detaylı iş gücü planlaması" veya "iş gücü yikleme" adı verilen bu çalışma ile bütçeleme kolaylaşır işletme daha verimli hale gelir.

Günümüzde bazı işletmeler iş gücü planlamasını personel bölümüne ait bir iş gibi görmektedir. Bu tür işletmelerde iş gücü planlaması verilen prensip ve bilgilere göre personel bölümü tarafından yapılır. Ancak iyi bir iş gücü planlamasının, fabrikadaki işyeri ve imkanları iyi tanıyan bir bölüm tarafından yapılmasının faydaları, pek çok işletmenin bu görevi üretim planlama ve kontrol bölümüne vermesine neden olmuştur. Üretim planlama ve kontrol bölümü planını hazırlarken zaten gerekli iş gücünü gözönüne alacaktır. Bu şekilde üretim planları gerekli iş gücü miktarını azçok belirler. Hangi bölümde hangi işler için kaç kişinin çalışacağına karar verilmesi ile iş gücü planlaması yapılmış olur. Dolaysız ve dolaylı işler için gerekli işçi listeleri çıkartılır. Bu listeler personel bölümüne gönderilir. (Ayanoğlu 1986)

#### 2.4.4. Takım ve Tertibat Planlama

Verilen işlerin en iyi yapılması ve tezgahların en verimli olarak kullanılması takım ve kalıpların en uygun şekilde planlanması ile olur. Tezgahların düşük maliyetler yüksek üretim hızları istenen toleranslar ile emniyetli bir şekilde çalışması seçilen takım ve aparatların işe uygun, yeterince hassas ve kaliteli olmalarına bağlıdır.

Parça üretimi ve montajlarda kullanılan takımları iki gruba ayırabiliriz:

1-Standart takımlar: Üretimde genellikle bu tür takımlar kullanılır. Bunlarla pek çok işlem yapılabilir ve her çeşit parça üretilebilir. Üretim, gerekli takımlar, mamül ve metot mühendisliği çalışmaları sırasında ortaya çıkar. Kullanılacak takımların maliyetlere etkisi bakımından bu bölümler bazı tahminlerde bulunur. Tüm bu bilgiler bir ön planlama çalışması için üretim planlama ve kontrol bölümüne gelir. Ön planlama çalışması sonucunda hangi işler için ne tür takımların kullanılacağı belirlenmiş olur.

2-Özel takımlar: Yalnız bir cins mamülün üretiminde kullanılırlar. İşletme bu tür takımları ya kendi üretir veya sipariş eder. Çoğu halde özel takım kullanımı üretim hızını artırmak için veya eski alışkanlıklarının devamı şeklinde ortaya çıkar. Bu gibi hallerde mümkün olduğunca standart takımlarla çalışmak tercih edilmelidir.

## 2.5. PROGRAMLAMA FONKSİYONU

Programlama deyimini iki farklı şekilde yorumlamak mümkündür. Üretim programları ana üretim planlarını ilk 3-12 aylık bölümlerinin zamanlandırılmış şeklidir. Bu tür bir üretim programı birkaç aylık süre için yapılacak ürünlerin toplam miktarlarını bu üretimi yapabilmek için gerekli kaynakları gösterir. Bir üretim programı yürürlükte iken mamül cinsi değişikliği yapılması

istenmez, fakat miktar değişikliklerine izin verilebilir.

Programlama, kaynakların işlere, hangi işlerin ne zaman ve hangi sıra ile yapılacağı belirtilerek tahsisidir. Üretim kontrol çalışmaları içinde programlama, genellikle işlemler için beklenen başlangıç ve bitiş zamanlarını belirlemek demektir. Programlama aynı zamananda, zamanından önce karar vermeyide içine almaktadır. Planlamanın yaptığı tesbitler programlama için başlangıç verilerini oluşturur. Bununla birlikte planlamanın, programlamadan tamamıyla bağımsız olduğu söylenemez. Programcı, aldığı verilere göre belirlenmiş görevleri yapabilmek için eldeki kaynakları nasıl dağıtacağını belirler. Ortaya çıkan programı değerlendirerek sonuçlarını planlamacıya iletir. Planlamacı, bu programın gerçekleştireceği performanstan tatmin olmassa, planlanmış kaynak kapasitelerini (hatta işleri) değistirebilir. Programcı gözden geçirilmiş yeni verilere göre başka bir program oluşturur. Bu ilişki her iki tarafıda tatmin edinceye ve bir sonuca ulaşıncaya kadar devam eder.

#### 2.5.1. Programlama Tipleri ve Metodları

Programlama hem siparişlerle hemde tezgahlarla ilgili olabilir. Program bir sipariş için her işlemin beklenen başlangıç ve bitiş zamanlarını gösteriyorsa, bu bir "sipariş programı" dır. Bir tezgah için iş emirleri üzerinde işlemlerin başlangıç ve bitiş zamanlarını

gösteren programa ise "tezgah programı" adı verilir.

Programlamada kullanılan tekniklerde iki gruba ayrılır:

1-Geriye doğru programlama: Programlamaya siparişin tamamlanması gereken tarihten başlanır ve geriye doğru gidilerek işin başlayacağı tarih hesaplanır. Bu tür programlama çok bileşenli (montaj işlemleri gereken) mamül üretiminde uygulanır. Burada mamülü meydana getiren parçalar farklı sürelerde imal edilirler ve çeşitli montaj kademelerinde kullanılırlar. Eğer tamamlanmış mamülün teslim tarihi belirli ise geriye doğru programlama yapılması gerekir.

Parça siparişlerinin programlamasına, bu siparişlerin istenen bitiş zamanları ile başlanır. Montaj programlarına göre parçalara ne zaman gerek duyulacağı bellidir. Parçaların kullanım yerlerine varmaları için kısa bir zaman ayrıldıktan sonra ortaya çıkan tarih, montaj programına uymalıdır. Montaj programından, alt montajların bitiş tarihleride aynı şekilde bulunabilir. Eldeki bu bilgiler yardımıyla alt montajın istenilen zamanda tamamlanabilmesi için alt montajı meydana getiren parçaların istenilen bitiş zamanlarıda belirlenebilir. Burada dikkat edilecek nokta ortaya çıkabilecek elde olmayan gecikmeler için bir emniyet süresinin ayrılmasıdır.

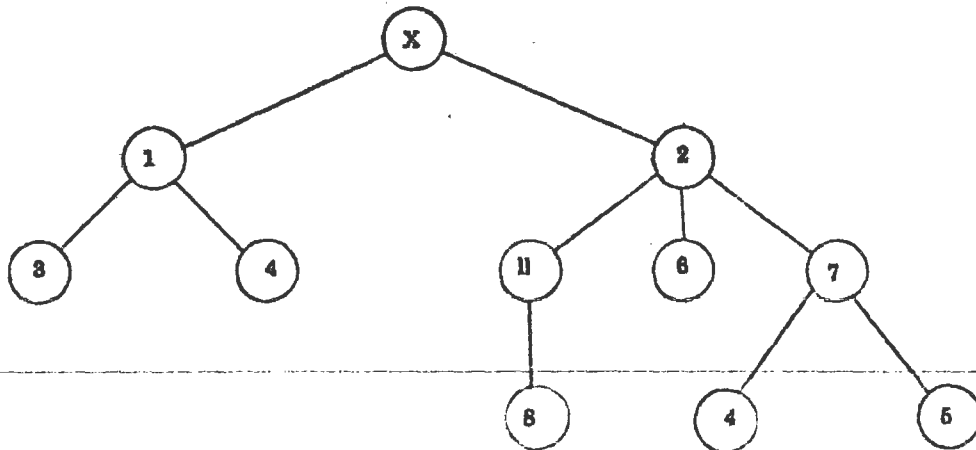
Son işleme ait bitiş tarihi belirlendikten sonra, bundan parçaların işlem hazırlık ve taşıma süreleri

çıkarılarak daha önceki işlemlerin bitiş tarihleri bulunabilir. Bu şekilde parça üzerinde yapılacak ilk işlemin başlangıç tarihi belirlenir ve ortaya çıkan program iş emri üzerine geçirilerek yürürlüğe konur.

Tüm bu işlemlerin eksiksiz olarak yürütülebilmesi için gerekli bilgilerle donatılmış ve birbirleriyle olan ilişkileri tespit edilmiş bir ürün ağacına olan ihtiyaç daha belirgin hale gelmektedir.

Bu noktada parçanın montaj grubuna girinceye kadar geçirdiği operasyonlar, operasyonun yapıldığı atelye ve tezgahlar hazırlık süreleri ve nihayet işlem sürelerinin önceden hiyerarşik bir düzende tespit edilmiş olması planlama işlerini büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.

Örneğin "X" gibi bir ürünün imalatıyla ilgili gerekli planlamayı yapalım. X için ürün ağacı aşağıdaki şekilde görülmektedir. Şekil 2.8. Yine X ürünü için ilgili parçalara ait bir takım bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.



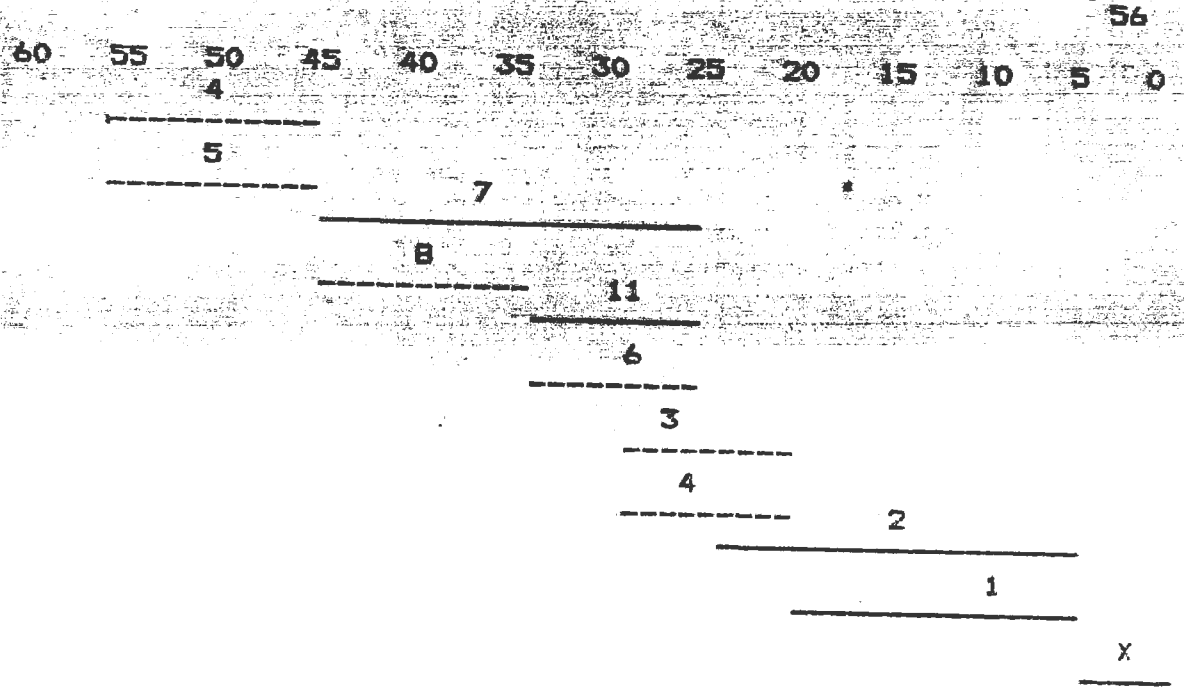
Şekil 2.8. X için ürün yapısı

| Ürün tanımı | Birim miktar | Tamamlanma süresi | Ürün tipi |
|-------------|--------------|-------------------|-----------|
| X           | 1            | 5                 | İmalat    |
| -1          | 2            | 15                | İmalat    |
| --3         | 1            | 10                | Satınalma |
| ---4        | 1            | 10                | Satınalma |
| -2          | 3            | 20                | İmalat    |
| --11        | 1            | 10                | İmalat    |
| ---8        | 1            | 10                | Satınalma |
| --6         | 2            | 10                | Satınalma |
| --7         | 2            | 20                | İmalat    |
| ---4        | 1            | 10                | Satınalma |
| ---5        | 1            | 10                | Satınalma |

Tablo 2.X Ürünü için gerekli bilgiler

Sekil 2.8. bir X ürünü üretmek için gerekli sürenin dengelenmesinin bir başka yolunu göstermektedir. Burada gerekli toplam zamanın 55 gün olduğunu görebiliriz. Bununla birlikte dışarıdan satın aldığımız parçaları gözönüne almazsak 7 ci birime kadar olan gerçek toplam imalat süresinin 45 gün olduğunu görebiliriz.

X ürününde yer alan her birim bir parçaya sahiptir. X ürünüde bir parçaya sahip fakat daha alt parçaların birleşmesinden meydana geldiği için tek bir parça ile göstereceğiz. Örneğin 2 numaralı parça daha alt seviyeli parçalardan oluştuğu için aynı zamanda bir montaj grubudur.



Sekil 2.9. X ürününün tamamlanma süresi (Satın alınan parçalar için süre kesikli çizgi ile gösterilmiştir)

Herhangi bir birimin parçalarından birisinde bir değişiklik yapıldığında "nerede kullanıldığı" belirlenip öncelikle içinde bulunduğu alt montaj grubu daha sonra da tüm ürüne olan etkisi yeniden hesaplanır.

Alt parçalardan oluşan bir montaj ürününün hesaplanmasında iki yönlü işlem vardır. Birincisi, parçalar için gerekli olan hesaplamaları belirlemek için yukarıdan aşağıya doğru ürün ağacının kademelerini araştırmak. İkincisi en alt seviyeden yukarıya doğru parçaların tamamlanma sürelerini hesaplamak. Eğer örneğimizdeki X ürününün tüm seviyelerini yeniden hesaplarsak 7 ve 11 numaralı parçalar için aşağıdaki parça kayıtlarını yeniden oluşturabilmek için gerekli kaynak zamanın listelenmesi gerekir.



| Birim | Geriye doğru<br>Tamamlanma | Gerekli<br>kaynak | İs<br>merkezi |
|-------|----------------------------|-------------------|---------------|
| 7     | -0                         | 4                 | 220           |
| 7     | -4                         | 2                 | 101           |
| 7     | -6                         | 2                 | 209           |
| 7     | -8                         | 3                 | 150           |
| 7     | -11                        | 2                 | 101           |
| 7     | -13                        | 5                 | 220           |
| 7     | -18                        | 2                 | 101           |
| 11    | -0                         | 5                 | 101           |
| 11    | -5                         | 5                 | 290           |

Tablo 3. Gerekli kaynak zaman listesi

Parçalar için bir başka yol is merkezleriyle ilgili kümülatif kaynak zaman ihtiyacını göstermektir. Kümülatif değerler en üstten en alta doğru tamamlanma süresini göstermektedir. Şimdi bu iki birim (alt montaj grubu) için gerekli kaynak zaman tanımlamalarını yapalım.

Bu iki birimin altında sadece parçalar vardır. Yani kendisini oluşturan dahada alt montaj grupları değildir.

Bu iki birim altında ise 2 numaralı parça grubu

İşçiliği varsayarsak 7 ve 11 numaralı parçalar, için istenen harcanmış gerekli süre olduğundan 7 ve 11 numaralı parçalarda kuyruk olmayacaktır. Şimdi 2 numaralı parçanın montajı için 7 ve 11 numaralı birimlerden birer adet gerekmektedir harcanan zaman ise % 50 si beklemede % 50 side doğrudan işçilikte harcanmaktadır. 7 ve 11 numaralı parçalarla birlikte 2 numaralı montaj grubunun ve nihayet diğer montaj gruplarıyla X ürününün oluşumu aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

7 nolu alt grup

| Geriye doğru<br>tamamlanma süresi | İş Merkezi |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                   | 101        |      | 150  |      | 220  |      | 250  |      |
|                                   | Mik.       | Küm. | Mik. | Küm. | Mik. | Küm. | Mik. | Küm. |
| -0                                | -          | 6    | -    | 3    | 4    | 9    | -    | 2    |
| -1                                | -          | 6    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 2    |
| -2                                | -          | 6    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 2    |
| -3                                | -          | 6    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 2    |
| -4                                | 2          | 6    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 2    |
| -5                                | -          | 4    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 2    |
| -6                                | -          | 4    | -    | 3    | -    | 5    | 2    | 0    |
| -7                                | -          | 4    | -    | 3    | -    | 5    | -    | 0    |
| -8                                | -          | 4    | 3    | 3    | -    | 5    | -    | 0    |
| -9                                | -          | 4    | -    | 0    | -    | 5    | -    | 0    |
| -10                               | -          | 4    | -    | 0    | -    | 5    | -    | 0    |
| -11                               | 2          | 4    | -    | 0    | -    | 5    | -    | 0    |
| -12                               | -          | 2    | -    | 0    | -    | 5    | -    | 0    |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -13 | - | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |
| -14 | - | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |
| -15 | - | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |
| -16 | - | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |
| -17 | - | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |
| -18 | 2 | 2 | - | 0 | - | 5 | - | 0 |

Tablo 4 X Ürünün oluşumu

11 nolu alt grup

İş Merkezi

|                                   | 101  |      | 150  |      | 220  |      | 290  |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Geriye doğru<br>tamamlanma süresi | Mik. | Küm. | Mik. | Küm. | Mik. | Küm. | Mik. | Küm. |
| -0                                | 5    | 5    | -    | 0    | -    | 0    | -    | 5    |
| -1                                | -    | -    | -    | 0    | -    | 0    | -    | 5    |
| -2                                | -    | -    | -    | 0    | -    | 0    | -    | 5    |
| -3                                | -    | -    | -    | 0    | -    | 0    | -    | 5    |
| -4                                | -    | -    | -    | 0    | -    | 0    | -    | 5    |
| -5                                | -    | -    | -    | 0    | -    | 0    | 5    | 5    |

Tablo 5. 11 Nolu parçanın iş merkezlerindeki zamanı

Geriye doğru  
tamamlanma süresi

İs Merkezi 101 için gerekli  
kümülatif

| Gün | Hafta | Ay | Gün | Hafta | Ay |
|-----|-------|----|-----|-------|----|
| -0  | -0    | -0 | 13  | 13    | 13 |
| -1  |       |    | 11  |       |    |
| -2  |       |    | 11  |       |    |
| -3  |       |    | 11  |       |    |
| -4  |       |    | 11  |       |    |
| -5  | -1    |    | 11  | 11    |    |
| -6  |       |    | 11  |       |    |
| -7  |       |    | 11  |       |    |
| -8  |       |    | 11  |       |    |
| -9  |       |    | 11  |       |    |
| -10 | -2    |    | 11  | 11    |    |
| -11 |       |    | 11  |       |    |
| -12 |       |    | 11  |       |    |
| -13 |       |    | 11  |       |    |
| -14 |       |    | 11  |       |    |
| -15 | -3    |    | 11  | 11    |    |
| -16 |       |    | 11  |       |    |
| -17 |       |    | 11  |       |    |
| -18 |       |    | 11  |       |    |
| -19 |       |    | 11  |       |    |
| -20 | -4    | -1 | 11  | 11    | 11 |
| -21 |       |    | 6   |       |    |
| -22 |       |    | 6   |       |    |
| -23 |       |    | 6   |       |    |

|     |    |   |   |
|-----|----|---|---|
| -24 |    | 6 |   |
| -25 | -5 | 6 | 4 |
| -26 |    | 4 |   |
| -27 |    | 4 |   |
| -28 |    | 4 |   |
| -29 |    | 4 |   |
| -30 | -6 | 4 | 4 |
| -31 |    | 4 |   |
| -32 |    | 2 |   |
| -33 |    | 2 |   |
| -34 |    | 2 |   |
| -35 | -7 | 2 | 2 |
| -36 |    | 2 |   |
| -37 |    | 2 |   |
| -38 |    | 2 |   |

Tablo 6. 101 nolu atelyenin planlama döneminde gerekli  
dogrudan ilişki süresi

| Geriye doğru<br>tamamlanma<br>(hafta) | Kümülatif<br>miktar | Bir önceki<br>periyot | Gerekli<br>zaman<br>miktarı |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| -0                                    | 13                  | 11                    | 2                           |
| -1                                    | 11                  | 11                    | 0                           |
| -3                                    | 11                  | 11                    | 0                           |
| -4                                    | 11                  | 4                     | 7                           |
| -5                                    | 4                   | 4                     | 0                           |
| -6                                    | 4                   | 2                     | 2                           |
| -7                                    | 2                   | 0                     | 2                           |

-----  
Toplam 13

Tablo 7. 101 nolu iş merkezi için haftalık planlama dönemi

**2-İleri doğru programlama:** Bu metod daha çok teslim tarihi belli olmayan veya mümkün olan en kısa zamanda bitmesi gereken işler için kullanılır. Zaman çizelgesinde başlangıç olarak ilk işlemin başlayacağı tarih kullanılır. Bu tarihe işlem, taşıma ve hazırlık zamanları eklenerek her işlem için başlangıç ve bitiş zamanları tespit edilir.

#### 2.5.2. GANTT DİYAGRAMLARIYLA PLANLAMA YAPILMASI

Henry L. Gantt tarafından 20. yüzyıl başlarında geliştirilen bu şemalar, günümüze değin gerekli pratikliğini yitirmemiştir. Son yıllarda aynen veya ısıklı levhalar veya tahtalar şeklinde kullanılmaktadır. Gantt diyagramları çeşitli değişkenler üzerindeki gelişmelere göre ifade eder. Bu nedenle programlama, yükleme ve ilerleme kontrolünde gerekli bilgileri kolayca elde etmek mümkündür. Şemaların iki ekseninden birisi, genellikle yatay eksen, zamana ayrılmıştır. Diğer eksen ise üretimle ilgili bir faktörü gösterir. Bu faktöre göre şemalar gruplandırılabilir. Genellikle iş merkezi veya siparişi gösteren Gantt diyagramları, üretim faktörü olarak malzeme veya işçiyi ele alarak da düzenlenebilir.

Zaman eksenini, programlama ileriye doğru yapılıyorsa periyod başlangıcı 0 alınarak düzenlenir. Geriye doğru programlamada işin bitiş 0 olmak üzere eksen numaralanır.

Gantt şemaları programlama, yükleme ilerleme kontrolünde birçok yararlar sağlar. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir: (Kıran 1977)

1. Planlanan ve fiili üretimi birarada gösterir.

2. Siparişe göre düzenlenerek operasyon sıraları görülebilir.

3. Günü gününe işleme ile, gecikme ve sapmalar kolayca görülebilir. Sıkı bir kontrol sağlar ve yeniden planlamaya yardımcı olur.

4. Tezgah yükleri, darboğazları, boş geçen tezgah ve işçilik zamanları, sebepleri ile beraber görülebilir.

5. Malzeme, takım istekleri hakkında bilgi verir.

6. Hazırlanmaları ve kullanılmaları ucuz ve kolaydır.

Bunların yanında şemaların bazı özellikleri kullanılmalarında dezavantaj teşkil etmektedir.

1- Sadece son kontrol anındaki durumu gösterirler. Statiktirler.

2- Şartlardaki herhangi bir değişiklik şemaya hemen aksettirilmediği için karışıklıklar, şaşkınlıklar olabilir.

3- Yanlış tahmin veya işleme hataları periyot sonuna kadar etkili olabilir.

4- Şartların değişmesi ile, yeni bir şema hazırlamak gerekebilir ki buda zamana bağlıdır ve fiili gecikmeye, şemanın hazırlanmasından doğan bir gecikmenin daha eklenmesine neden olur.

Gantt şemaları kullanılış amaçlarına göre çeşitli şekillerde hazırlanabilir.

### 2.5.3. BİLGİSAYARLA PLANLAMA YAPILMASI

Her üretim işletmesi yüksek satış hacmi, devir hızı, tam kapasite kullanımı, siparişleri zamanında karşılama, maliyet tasarruflu üretim miktarı ve ekonomik stok gibi hedeflere ulaşmak için planlama ve kontrol sistemlerine ihtiyaç duyduğunu belirtmiştik.

Ulaşılmak istenen hedeflerin sayısı ve hacmi belirlenen değerleri aşarsa veya diğer bir ifade ile planlanan faaliyetlerin hacmi belirlenen büyüklüğe ulaşarsa bilgisayarlı bir üretim sistemi kurmak kaçınılmaz olacaktır.

Özellikle uzun ve orta dönem üretim problemleri için bilgisayar desteğinin getireceği kolaylık ve yararlar bu sistemin kullanılmasını ayrıca zorunlu kılan nedenlerin başında sayılabilir. Bilgisayarlı üretim planlamanın önemli konuları şunlardır:

- Tahmin planlama
- Verimlilik analizleri
- Şebeke planlama
- İş yükleme teknikleri

Üretim planlaması için çok yeni ve ümitvar olan bilgisayar arama teknikleriyle, önceden belirlenen bilgisayar karar kuralı çerçevesinde optimum sonuç verecek

~~karar değişkenlerinin değerleri aranır. Bu yaklaşımın~~  
analitik yaklaşımlardan farkı gerçek maliyet ilişkilerini veren maliyet/kar modellerinin kullanılmasıdır.  
(Saatçioğlu, 1983)



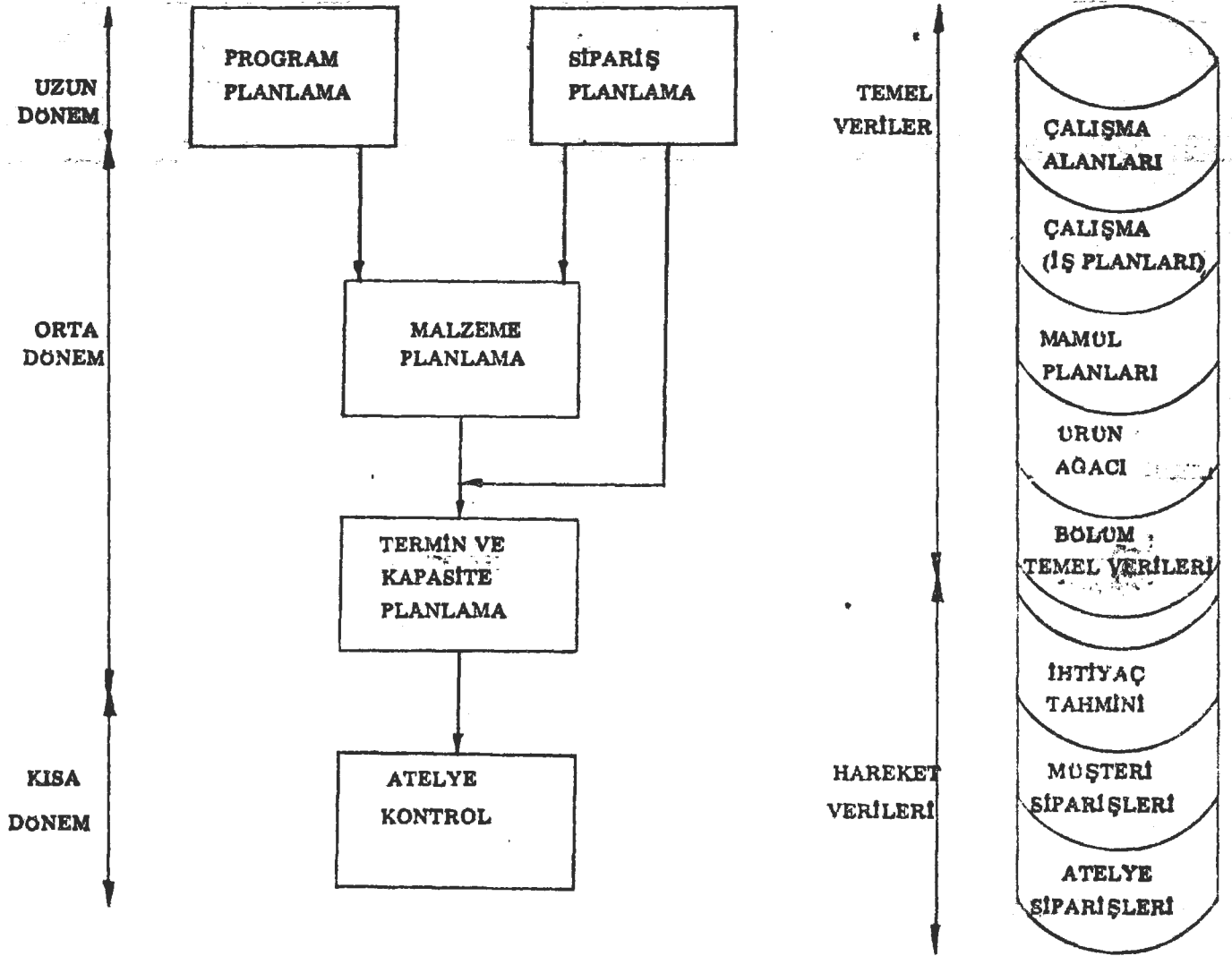
Her ne kadar bu teknikler optimum çözümleri garanti etmiyorsa da üretim planlamasında aşağıda belirtilen avantajlara sahiptir

1- Dönemler itibarıyla maliyet modelinde gerekli ayarlamalar yapılarak, ürün tipi değişimi, teknoloji değişimi, ücretlerdeki artış gibi değişiklikler kolayca modele sokulabilir.

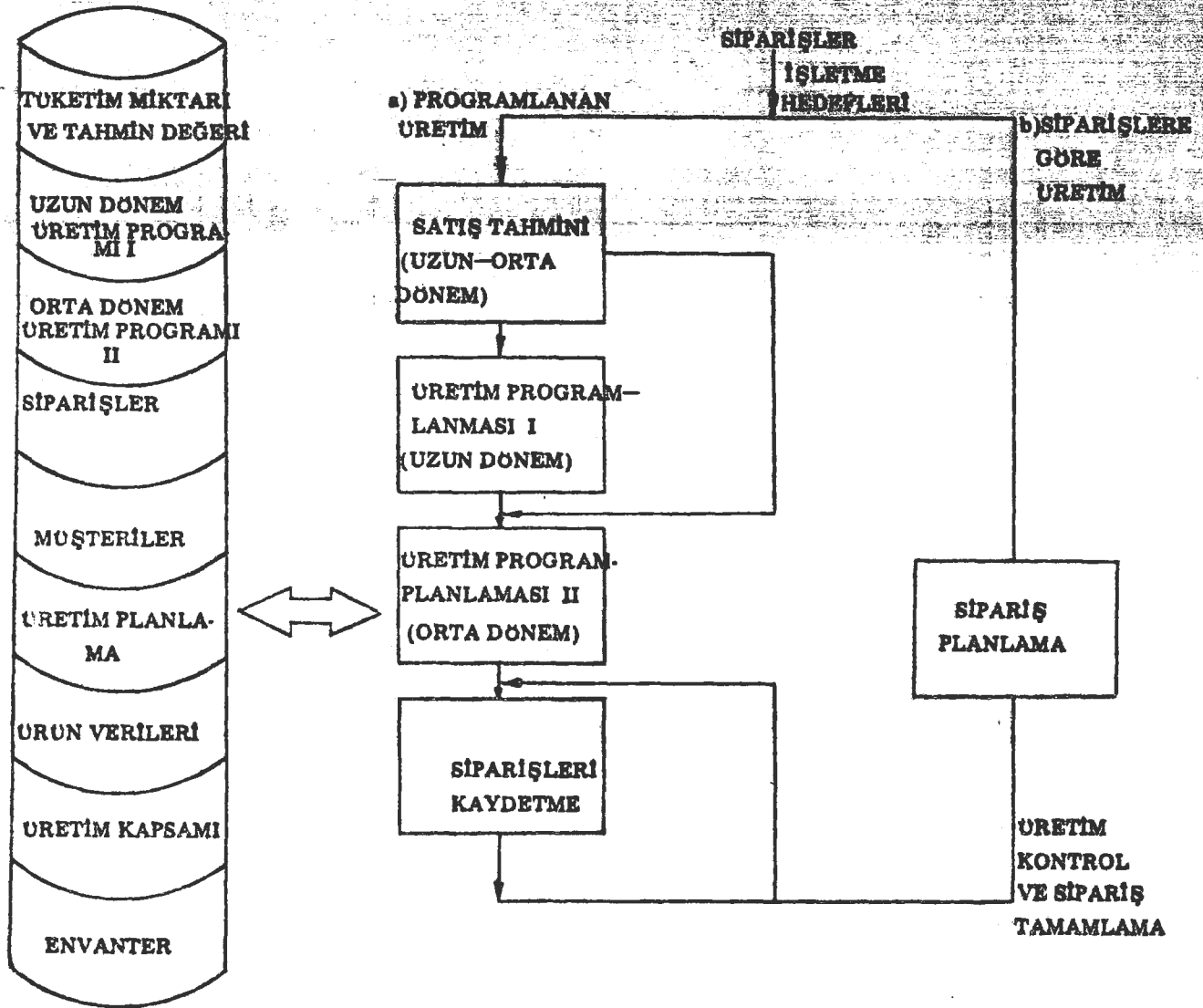
2- Duyarlılık analizleri kolaylıkla yapılabilir.

3- Karmaşık maliyet ilişkilerinin, çok amaçlı fonksiyonların karmaşık kısıt ilişkilerinin bulunduğu ve analitik tekniklerin uygulanamadığı durumlarda kullanılabilir.

Bilgisayar arama tekniklerinin en büyük dezavantajlarından birisi optimal çözümü garanti etmeyişi ve maliyet ilişkilerinin bulunmasıyla, arama yöntemlerinin geliştirilmesindeki zorluklardır.



Sekil 2.10 Bilgisayarlı Üretim Planlama ve Kontrol



Şekil 2.11 Üretim Planlamanın Fonksiyonları

#### 2.5.4. İş Merkezlerini Yükleme

Bir tezgahın, tezgah grubunun veya bir bölümün önünde bulunan işin "yükü", basit olarak sözkonusu işin miktarıdır. Bir periyot içinde bir tezgaha gönderilen her iş, ek bir iş için o tezgahın kapasitesini azaltır. Bu nedenle eldeki işin tezgahı ne kadar meşgul edeceğine ve

her yeni işin gelişi ile o tezgah üzerinde yapılacak işlerin ne kadar zaman alacağını bilmek gerekir. Eğer program için yürütülmesini aksatmayacak şekilde hazırlanmış ise, bölüm veya tezgah gruplarına ait işler aksamayacaktır. Tezgah yükleri çoğunlukla gelecekteki bazı istenmeyen olayları önlemek için kullanılır. Gecikecek işler, aşırı yüklenmeler, tezgah yük analizi ile önceden hesaplanabilir. Aynı zamanda kapasite fazlalıkları, tezgah ve işçilerin boş kalacakları zaman belirlenir. Böylece o dönem için atelyedeki kritik ve gevşek noktalar belirlenmiş olur. Tezgah yükleri iki şekilde ifade edilir;

a- iş saati olarak

b- üretilen mamül veya mamülün para değeri olarak

Eğer üretimde tezgahlar ağır basıyorsa yükün tezgah saati olarak, üretimde insan faktörü ağırlık kazanmışsa mamül miktarı veya işin para ile karşılığı yük birimi olabilir. (Karayalçın, 1970)

#### 2.5.5 Tezgah Programlaması

Eldeki işleri yapabilecek kapasite varsa, ayrıca bunları programlamaya gerek yoktur. Tezgahlar aşırı yüklü değillerse, bir tezgah programlanan işleri istenen zamanda, normal çalışma saatleri içinde yapar. Fakat çoğu kez atelyedeki tezgahların biri veya birkaçı çeşitli nedenlerle bozulur. Bu tür durumlarda tezgahların hangi işlere tahsis edileceği ve tezgah programlaması önem kazanır. Böyle durumlarda darboğazların giderilmesi

tezgahlarda yapılacak işlerin dosyalanmasıyla giderilebilir. İşler, en önce yapılacak iş en üste gelmek üzere dosyalanır. Herbir işin başlangıç ve bitiş zamanları bu sıraya göre tahmin edilebilir. Dosyalamanın avantajı çok esnek oluşu, program değişikliklerinde dosyadaki sıranın değiştirilmesi ile kolayca yapılabilmesidir.

Darboğazlar tezgah programlamaları ile giderilemiyorsa, üretimin aksamaması ancak kapasitenin artırılması ile mümkündür. Burada geciken işlerden dolayı doğan kayıp ile yeni tezgahın boş kalma maliyetinin karşılaştırılması gerekir.

#### 2.5.6 Ürün Ağacı

Yapılan ilk programların uygulanmasında aksaklıklar ortaya çıkıyorsa, bunların düzenlenmesi veya yeni programların yapılması gerekir. Program değişikliklerinin nedeni çoğu kez üretimde olagelen veya daha başlangıçta, planlamanın hazırlık safhasında ve ana planların oluşturulması sırasında bazı noktaların gözden kaçırılması olmaktadır.

Oldukça sık karşılaşılan bir durum da, işlerin beklenilenden daha uzun süre almasıdır. Malzeme veya takım eksikliği gecikmeye sebep olur. Buda plan ve programlarda değişikliğe veya yeniden plan ve program hazırlamaya neden

olabilir. Değişiklik veya yeniden programlama, üretimle ilgili tüm dokümanların değişmesine yol açar. İş emri, hareket emri üzerindeki başlama ve bitiş tarihleri bazende

miktarlar değişir. Plan ve programlardaki bu değisikliğin zorluğu yanında zaman alıcı olması, daha başlangığta planlamanın dikkatli ve hassas yapılmasını ortaya koymaktadır. Üretimle ilgili elemanların çokluğu ve yapılan işlerin karmaşıklığı dolayısıyla zorluklar çekildiğini ortaya koymuştuk. Üretimi istenilen ölçülerde ve amaca uygun olarak gerçekleştirmek isteyen firma, üretimine yani ürüne ait tüm bilgileri derleyip toplamak zorundadır. Ürünü oluşturan parçalar, yardımcı malzemeler, ana ve alt montaj grupları belirlenmelidir. Bunun yanında, üretim planlamasında ayıramıyacağımız malzeme ve stok planlamalarında da bu tür bilgilerin toplanması gereklidir. Bu bilgilerin planlama ve programlama safhasına geçilmeden önce derlenip toplanması halinde, hem planlama aşamasında karşılaşılacak zorluklar daha başlangığta önlenmiş olacak, hem de sonradan ortaya çıkacak problemler sebebi ile yeniden programlama veya plan ve programların değiştirilmesi minimum düzeye indirilmiş olacaktır. Ürün ağacının oluşturulması bu amaca yönelik çalışmaların başlangığ safhasıdır. Kısaca ürün ağacı ürünün hayatını ve hangi parçalardan oluştuğunu gösteren topolojik bir yapıdır. Bu topolojik yapıya paralel olarak, hangi tür planlamaya zemin hazırlanıyorsa o planlamanın bilgileri de ürün ağacında bulunmalıdır. Genel olarak, üretim planlama, malzeme ve stok planlaması için ürün ağacının taşıyacağı bilgiler şunlardır.

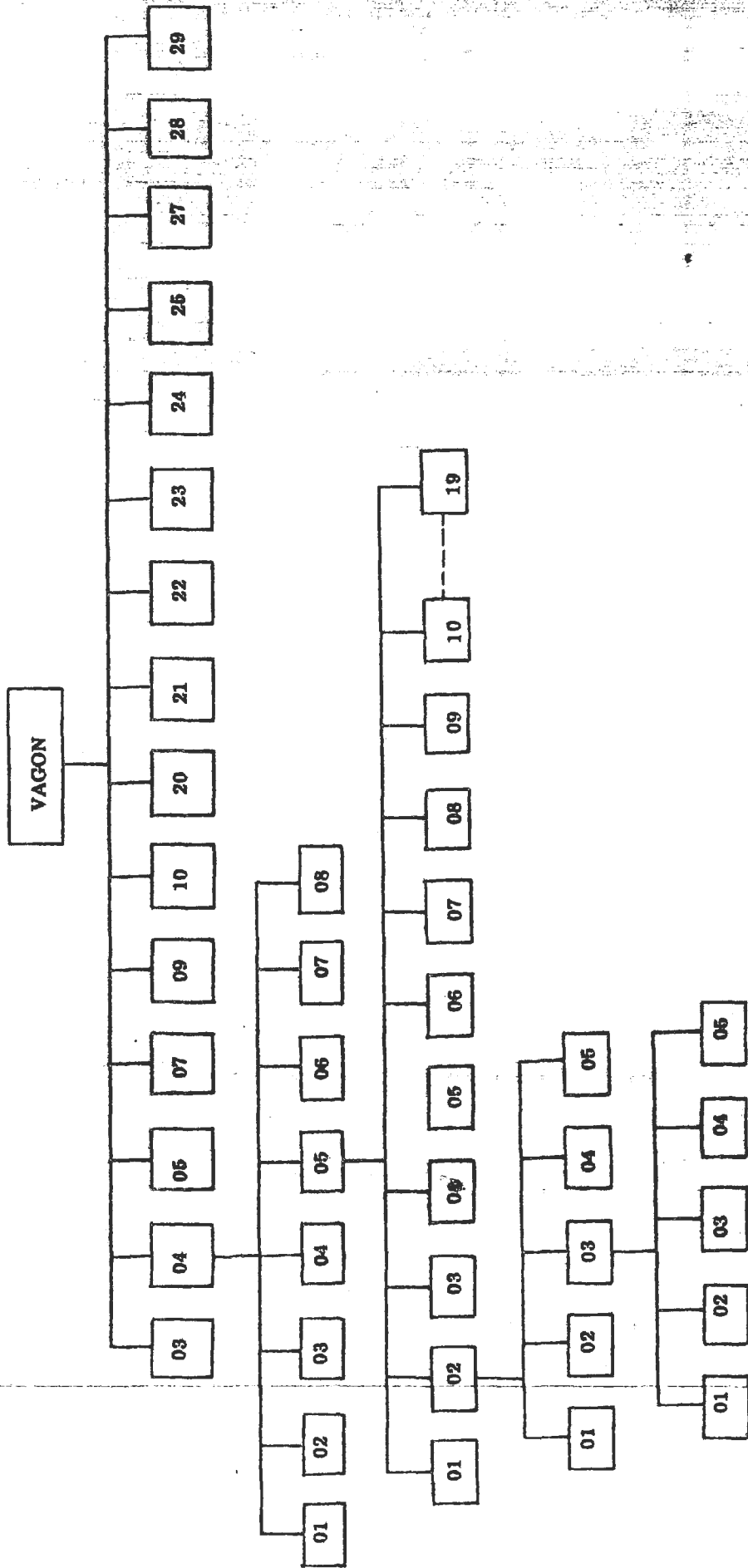
-Ana ürün ve buna bağlı olarak ana ürünü oluşturan tüm ana montaj grupları, birim ürünlerdeki kullanım miktarları

-Ürünü oluşturan ana montaj gruplarının alt grup veya parçaları. Birim ürünlerdeki kullanım miktarları.

-Kullanılan yardımcı malzeme ve parçalar, kullanılan miktarları.

Şekil 2.12 de ürün ağacının topolojik yapısı görülmektedir. Yukarıdan aşağıya doğru tüm parçaların döküldüğü ürün ağacını hazırlamak oldukça zaman alıcıdır. Zira, montaj alt montaj ve parçaların hangi grup içinde yer aldığının belirlenmesi, gerekmektedir.

Günümüzde bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ve ürün ağacının bilgisayara uyarlanması ile, hem ağacın taşıdığı bilgi sayısı artmakta hem de zamanla değişebilecek bilgiler kolayca takip edilip değiştirilebilmektedir. Bilgisayara yüklenmiş ürün ağacı yukarıdaki bilgilerden başka, her parçanın hangi atelyelerde işlem gördüğü, hammadde ve yardımcı malzeme kaynakları, atelyelerin toplam iş yükleri gibi bilgileride bulundurabilecektir. (Ayanoğlu, 1986)



Şekil 2.12 Vagonda Ürün Ağacı



## ÜRÜN AĞACI

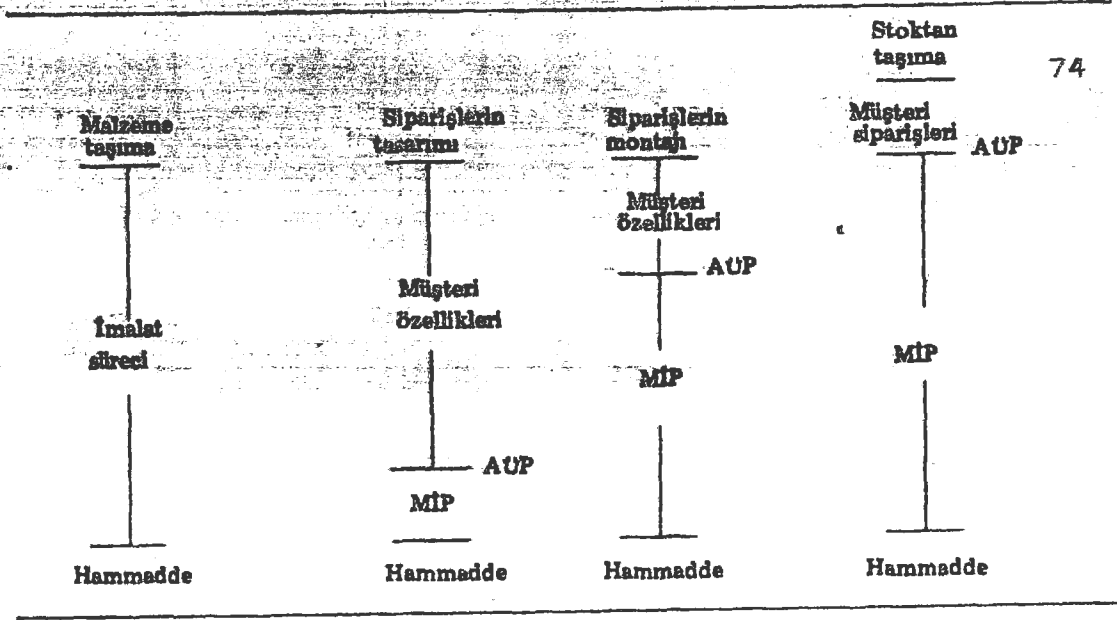
### 3.1. ANA ÜRETİM PLANLAMA İÇİN ÜRÜN AĞACI

Bir ürün için ürün ağacının ticari fonksiyonu sadece tasarım noktasında ürünün tanımlanmış olmasıdır. Bu tanım normal olarak çizim üzerinde parça listesi veya süreç endüstrisinde bir formülasyondur. Malzeme ihtiyaç planlaması ürün ağacının fonksiyonunu defletmektedir. Ürün ağacı, malzeme ihtiyaç planlaması altında, ürünün yapısı, tamamlanma durumu, zamanlama ve süreç kademeleri için kullanılmaktadır. Ana üretim planlama ise ürün ağacının fonksiyonunu daha ileri bir seviyeye yükseltmektedir. Ürün ağacı, bu noktada üst planlama seviyesine karar desteği için bir alt yapı sağlamak durumundadır. Ürün ağacı ana programlamanın fonksiyonel alanı içinde müşteri siparişlerinin kontrolü, montaj programları ve talep tahminleri için bir temel oluşturur. Üst seviye yapısına bir yaklaşım ürün teklifinin işletme felsefesinde bir temel olmaktadır. Bir işletme, müşteri siparişleri için tamamen mühendislik tasarımları aşamasında bir ürün teklif edebilir veya montajı yapılmış hazır bir malzeme ya da satış için stoklanmış hazır bir malzeme sadece kod numarasını teklif edebilir. Ana üretim programlamaya destek için ürün yapılandırma (ağac oluşturma) nin anahtar kriteri ürün teklifi bazında

İşletmenin politikasının tanımlanmış olmasıdır. (Kneppelt, 1984)

Sekil 3.1. Ana üretim programlama (AÜP) ve malzeme ihtiyaç planlamasında (MİP) bilgisayar sistemi desteği sağlayabilmek için ürün ağacında her kademedeki ürünün ana tiplerini göstermektedir. Her müşterinin sipariş özelliklerine göre ürün yapısı geliştirileceğinden, mühendislik aşamasında hammadde veya satın alınan parça seviyesi konusunda AÜP ve MİP desteği sınırlıdır. İleri malzeme planlama da MİP içinde sınırlıdır, fakat ürün ağacı geliştirilmesi gibi, MİP ürün taşıması konusunda kritik yol hesaplarında kullanılabilir.

Sekil 3.1.in son kısmında stoktan tasıma çevresi son ürün parça numarasında tanımlanacak AÜP ile kontrol edilen hammadde, satın alınan parçalar ve alt montaj planlaması için MİP'sini göstermektedir. Üçüncü tip- montaj, sipariş çevresi- bugünün tüm işletmelerinde hemen hemen tek ortak yöndür. Özel nihai ürün bileşimi müşteri sipariş özellikleri belli olmadıkça tanımlanmaz. AÜP, ürünü oluşturan toplam parça sayısında tanımlanır ve MİP ana üretim programına destek için tüm hammaddeyi, satın alınan parçaları ve alt montaj gruplarını kontrol eder.



Sekil 3.1 Ürün telif düşüncesi:

### 3.2. ÜRÜN AGACI OLUŞTURMA PRİNŞİPLERİ

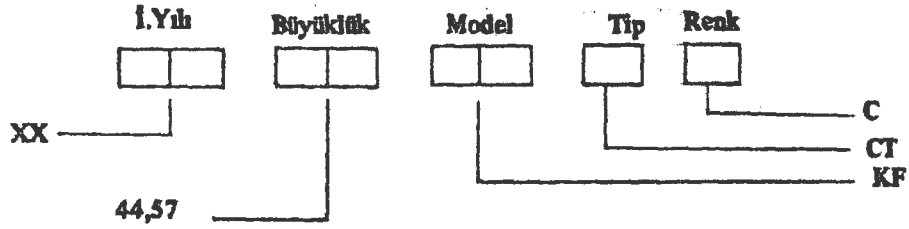
Pek çok işletme montaj sipariş çerçevesinde her ürün bileşimi için tek ürün numarası üzerine dönüştürme planlama yapar. Her birim ürün parçası numarası tüm ürün yapısını yansıtır. Ve müşteri sipariş özelliğine hatta bazı durumlarda işletme çeşitli değişim veya kısımlarla ürün temin politikası benimsemiş olmasına rağmen tek ürün parça numarasını kabul eder. Fakat her mümkün değişim ve kısımlar için tek bir parça numarası kullanılması talep tahminlerini, ana programlamayı ve müşteri siparişleri tanımını belli imkanı kılmar ama çok zorlaştırır. Etilik aynı ürün bileşimi için daha önce bir veya daha fazla oluşturulduğunda yeni müşteri siparişi için farklı parça numarası oluşturulacaktır. Bu malzeme istisnaları ticaret fonksiyonunun bir sonucudur, tasarım noktasında ise ürünün tanımlanmasıdır.

**Malzeme planlama sistemleri (AUP-MIP) ileri düzeyde** bir planlama için ürün ağacı kullanırlar. Birim parça numarası oluşturulduğunda ürün tahmini her kalem ürün parça numarası için gerekir. Yeni müşteri siparişleri için bileşimlerin veya yeni birim parça numaralarına malzeme parçalarının esnekliğinin aktarılması sınırlıdır. Hatta bunlar tahminler için aynı olabilir. Parça veya alt montaj grupları müşteri siparişleri üzerine oturtulmuş bir parça numarasından oluşmuş ürün ağacında gösterilmezler. Bu durumda daha fazla yok edilebilecek bir problem çıktığında montaj atelyesindeki insan müdahalesi heric sınırlanmış bir kontrol imkanı vardır. (Kneppelt, 1984 )

Sık karşılaşılan bir başka durum pazarlama şubesinin, imalatla kullanılan birim parça numarasında müşteri isteklerinin kolay anlaşılır hale getirilmesi tekniğini geliştirmesidir. Şekil 3.2. tipik bir ürün kataloğundan alınmıştır. (Industrial instruments, 1983) örnek, bir makina siparişi için geliştirilmiştir. Biz bunu bir bisiklet siparişi için kullanılan katalog numarasını geliştirmek için klavuz olarak kullanacağız. Bu katalog numarası müşteriye yollanacak olan bisiklet için tek ürün numarası olacaktır. Tasıma, planlama, envanter ve ürün

---

|             |  |
|-------------|--|
| Büyüklik :  |  |
| Model :     |  |
| İmal Yılı : |  |
| Tip :       |  |
| Renk :      |  |



Şekil 3.2. Tipik bir katalog örneği

yapısı bu tek parça numarası üzerine oturtulmuştur. Ürünün stoktan mı veya montajdan mı alınacağı, envanter kayıt işlemleri veya taşıma için bu ürün numarası temeldir. Stoktan veya montajdan müşteriye taşıma sorusu bir zamanlama problemi dir. İmalat genellikle pazarlamanın kullandığı parça numarası tekniğini bilemez veya tanımlayamaz. Böylece imalat ürün numarası tasarımını kendi oluşturur. Pazarlama da satış potansiyeline ve stoktaki ürüne dayalı bir ürün geliştirir. Tabii olarak, talep tahmini ve ana programlama, müşteri siparişleri için temel gereklilik noktası olduğundan her montaj seviyesinde

parçalarının yeniden oluşturulmasıdır. Yeniden oluşturma işinde ilk adım montaj guruplarındaki aynı parçaları kullanan ürün ailelerinin teşhis edilmesidir. Tasınması planlanmış ürün sayısı gerekli ortak parça guruplarının sayısına eşit olduğundan planlama ve programlamada yardımcı olacaktır.

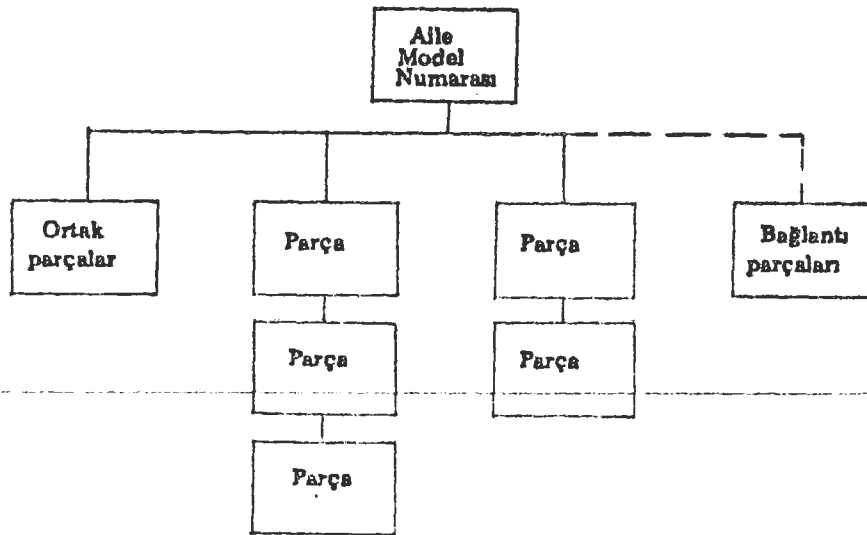
Ürün ailesindeki ortak parçaların daha iyi tanımlanmasına yardımcı olacak teknik, ürün ağacı matrisinin tanımlanmasıdır. Ürün ağacı matrisi el ile geliştirilebilir fakat ürün ağacı ağacı bilgisayarla aktarılırsa özel bir bilgisayar programı geliştirmek gerekecektir. Meydana gelen ürün ağacı matrisi ürün parça numaralarıyla erişilen bir tablo oluşturacaktır. Alt montajlar parçalar ve hammaddelerin parça numaraları (kod numaraları) tablonun sol tarafında yer almaktadır. Bir iç kolon montaj ve parçaların her üründe kaç kez kullanıldığını (birim adeti) göstermektedir. Bu ailedeki ürünler için ortak parça sayılarını da göstermektedir.

Sekil 3.3 Bisiklet için ürün ağacı matrisinin bir kısmını göstermektedir. Görüldüğü gibi, bisikletin parçaları sol tarafta, bisiklet modelleri tablonun sağ üst tarafında listelenmiştir.

| Kod no  | Parça tanımı            | U/M | Kullanılan model numarası |             |              |            |
|---------|-------------------------|-----|---------------------------|-------------|--------------|------------|
|         |                         |     | SS-53-RM-CY               | SS-53-TM-CY | SS-53-RM-TSS | SS-53-TM-T |
| FR-53-S | Gümüş şasi (53 CM)      | EA  | 1                         | 1           | 1            | 1          |
| FR-53-S | Gümüş şasi (57 CM)      | EA  |                           |             |              |            |
| SA-T-M  | Oturak-Binek/Erkek      | EA  |                           | 1           |              |            |
| SA-R-M  | Oturak-Binek/Kadın      | EA  |                           |             |              |            |
| SE-O1   | Oturak desteği (25-6MM) | EA  | 1                         | 1           | 1            | 1          |
| TC-O1   | Yedek parçalar          | EA  | 1                         | 1           |              |            |

Sekil 3.3. Ürün ağacı matris yapısı

Farklılık için Ürün ağacı matrisinin analizi sonucu birleşik parçalar için gerekli takım vs. izlenebilir. Daha iyi analizi ortak parçalarla ilgili bilgiler (Ürün ağacı matrisinde gösterildiği gibi) daha iyi bir Ürün ağacı oluşturmak için başlangıç temeli oluşturun. Sekil 3.4 Daha iyi Ürün ağacının genel yapısını göstermektedir.



Sekil 3.4. ürün ağacı genel yapısı

Daha iyi bir ürün ağacı oluşturma'nın ilk adımı ürün ailesi için bir parça numarası modeli atamaktır. Bu parça numarası, aileyi tanımlar ve ürün ağacının yapısal ilişkisi için bağlantı noktalarını şekillendirir. Aynı zamanda, aile içindeki birim sayısı, dönem içinde üretim ve taşıma planı için teslim tarihlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Aile içindeki tüm aktif parçaları tanımlamak için parça kod numaraları belli bir şekilde içinde yapılandırılabilir. Bu parça numarası altında, aile için herhangi bir modelde sürekli kullanılan parçaların listesidir. Bu MIF de eşlenmiş olan grupları bu parçaların planlaması altında yapılandırılması için parça sayısı ile ilgili Ana Üretim programı planlamasına yardımcı olur. (Gessner, 1986)

Sekil 3.4 de görüldüğü gibi modelle bağlantılı bir parça numarası serisi vardır. Dikey ilişkide gösterilirse bir kısım model bileşimini oluşturan parçaların listeden seçilmelidir. Bu kısım parça numaraları stoklanmış parça numaralarında tanımlar. Tek bir ürün sağlayan aktif parçalar alt parçalarla birleştirildiğinde parça listesini tanımlayan geçici bir parça numarası verilebilir. Bu, parçaların dönüşüm serisi normal olarak aynı özellikleri ihtiva ettiğinden, herhangi bir değişikten farklı bir şeydir. Amaç sadece bir alt model grubunun parçalarını planlamada kullanılan geçici parça numaraları serisinin değişimini araştırmaktır.

Sekil 3.4'deki ileri düzeyli ürün ağacında bir başlık



tasarım bağlantı parçalarıdır. Bağlantılar tek ürünü tanımlamak için seçilecek veya seçilmeyecek bir alt montajı sadece tanımlar. Bağlantı terimi, alt montajlara ilave edilen bakım araçları veya yedek parçaları ifade etmektedir.

Yukarıdaki tanımlar altında ileri derecede bir ürün ağacının yapısı ortak parça numaralarını, alt montaj numaralarını ve bağlantı parçalarının numaralarını da içerecektir.

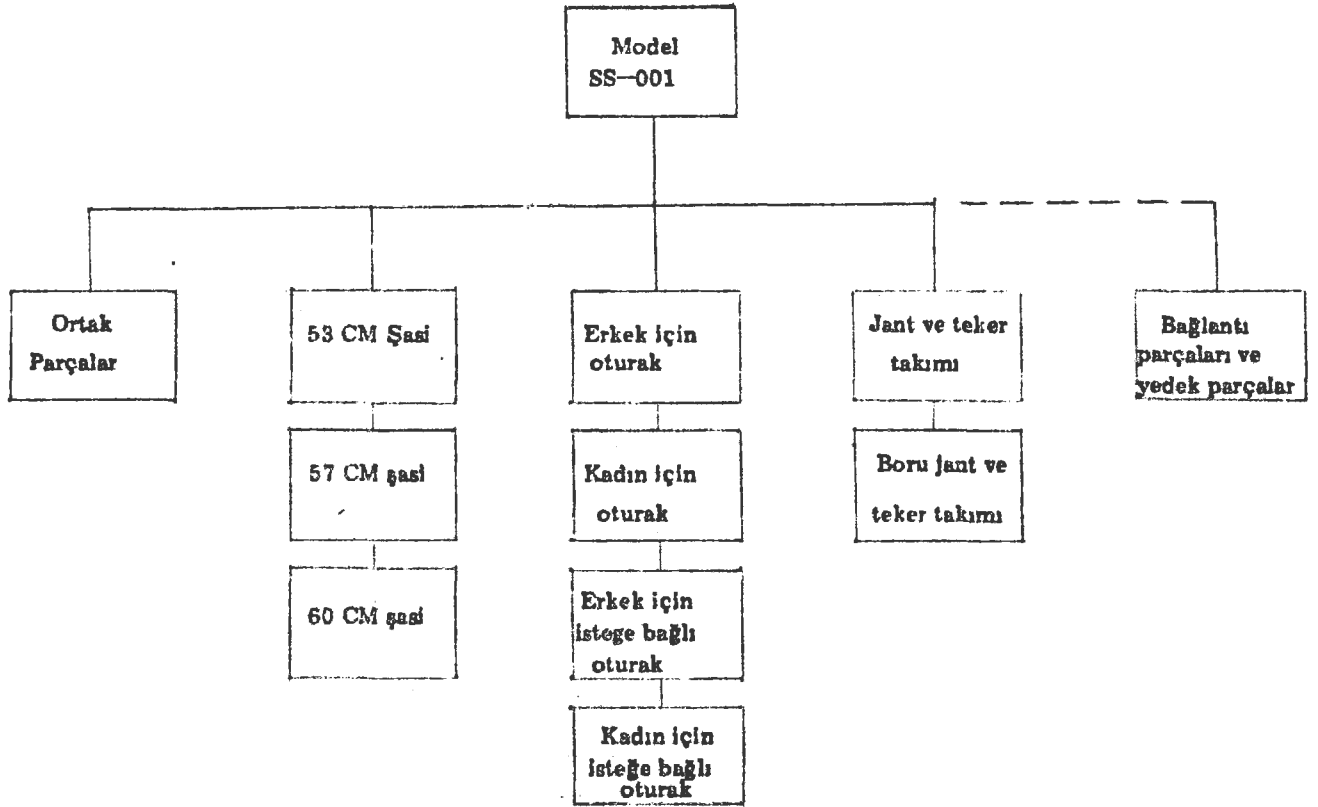
Sayı 7.5 bisiklet örneği için ileri düzeyli bir ürün ağacının basit bir yapısını göstermektedir. Ana programın planlaması, model numarası, ortak parçalar, sasi, oturulacak yer vs. altında, parça seviyelerinde tanımlanacaktır.

Ortak parçalar için geçici parça numaraları altında yapılandırma, tüm parçalar ve alt montajlar bisikletin herhangi bir modelini yapmayı gerektirir. Alt montaj, bisiklet montajını tamamlamak için yapılan seçimi gösteren yatay ilişkilerde yapılandırılmıştır. Herhangi bir bağlantı bisikletin montajı için kullanılabilir veya kullanılmaz. İleri bir ürün ağacını yapılandırırken, müşteri istekleri, envanter yatırımı gereksinmesi ve uygun imalat süresiyle ilgili özel kapasite kısıtları da

---

gözönüne alınacaktır. Genel bir ürün tanımı, müşteri siparişleri tarafından özel işlemleride içerecektir. Örneğin ürün tüketicisine ulaştırılmadan evvel ürün hakkındaki genel bilgiler bir katalog olarak verilebilir.

Bir başka örnek çeşitli isimler altında satılan diğer bisikletlerin üretimi ile ilgili olabilir. Standart bisikletle başka isimler altında satılan diğer bisikletler arasındaki fark boya vs. gibi ilave bir takım işlemlerdir. Bu tip işlemler müşteri isteklerine bağlıdır.



Şekil 3.3 İleri düzeyde ürün ağacı

İleri Ürün ağacı tanımı ve ilave seviyeler öneriler

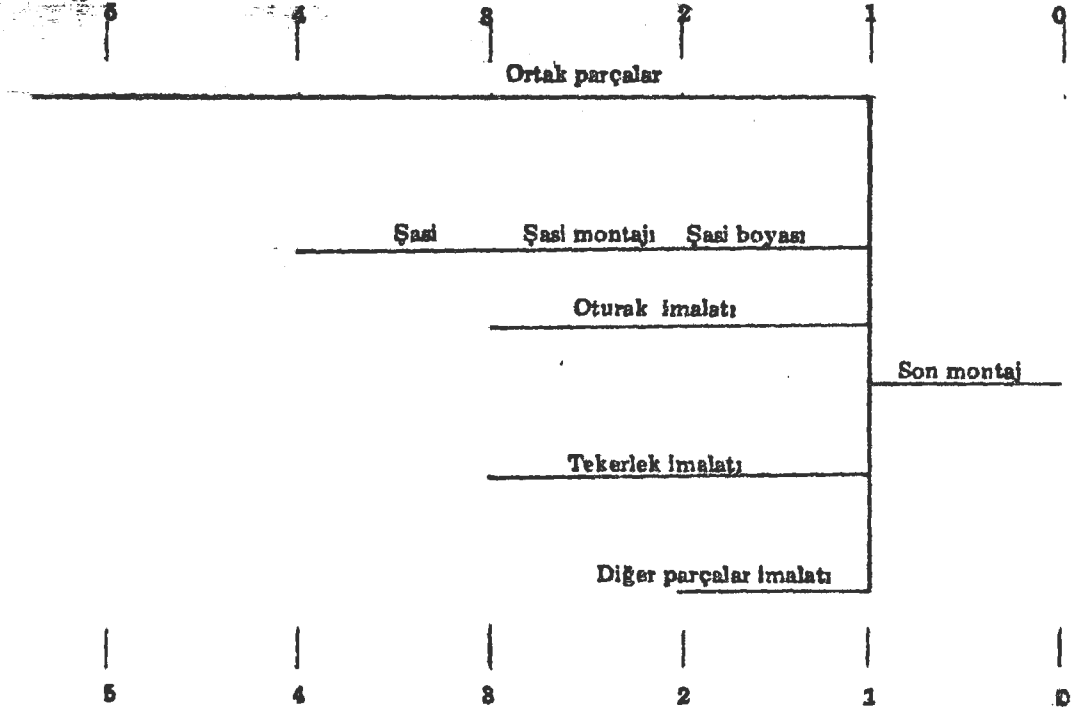
yatırımına karşılığında nınel durumundadır. Her bir ürün parçalarından alt montaj gruplarını ve yedek parçaları geliştirmek ve sadece gerçek müşteri talepleri olduğunda

işçiliği parçalarla dengelemektir. Bununla birlikte, eğer alt montaj grupları bağıl olarak pahalı olmazsa, daha fazla envanter yatırımı ve yedek parça yapımından ziyade onların optimum kullanım planı daha iyi olacaktır. Yapılandırma analizinde diğer bir gözönüne alınacak husus imalat süresidir. Toptan satışlarda ürünün teslim tarihinde hazır hale gelmiş olması önemlidir.

Bu tip analizler ürün ailesi için ömür çevrimi içinde devam etmelidir. Bir program ürünün çeşitli düzeylerde tanımlanması için gerekli olan imalat sürelerini gösterir. Kritik yolu belirleyen raporları üretmek mümkündür. Bir başka önemli bilgi, tanımlama ve teslimat ilgili çeşitli düzeylerdeki işin bitirilmesine ait yatırımlar hakkında olabilir. Bu risk varsıllan bir durum firmaların ürünün tamamlanacağı son birkaç hafta boyunca en büyük işçilik yatırımlarını yaptığı durumdur.

Şekil 3.6 da bisiklet ürün ağacının alt montajı imalat ve teslimi göstermek için çizilmiştir. Eğer stoktan teslim olacaksa, bisikletler için stoktan teslim tahminleri yapılmak zorundadır. Eğer bir haftalık montaj süresi uygun ise bisikletler bir hafta içinde teslim edilecek müşteri siparişleri için montaj yapılacak düzeyleri ana programda gösterilebilir. Fakat, bu durum boyalı, boyanmış, sırtı gibi temel parçaların stoklanmasını gerektirir. Eğer pazarlama bu süreyi iki hafta olarak esnek tutarsa bu defa boyalı ve sırtı gibi şeylerin stoklanmasına gerek kalmayacaktır. Çünkü bu süre temin ve yapım için

yeterli olacaktır. Bu tip analizlerin ürün ağacı düzeyinde sağlanmış olması pek çok fayda sağlayacaktır.



Sekil 3.6. Ürün montajı

### 3.3. NEDEN ÜRÜN AĞACI ?

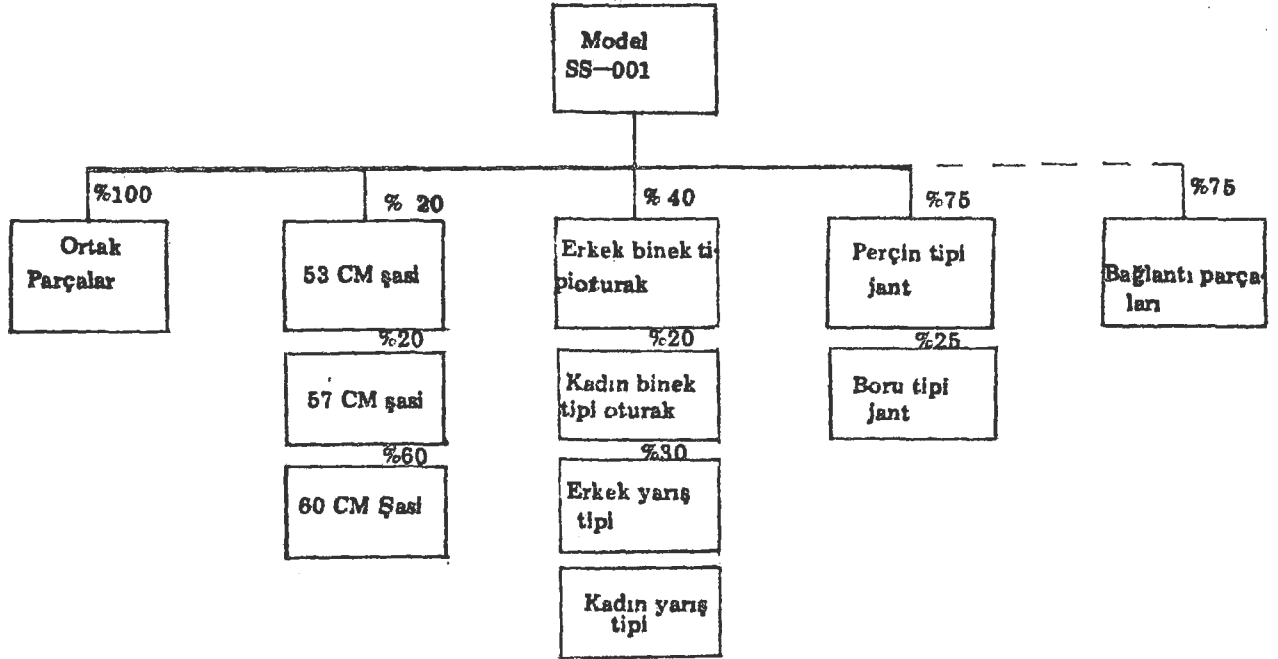
Bir önceki başlıkta özet olarak ileri ürün ağacı

tahminidir. Herbir ürün bileşimi bulunduğu çevre altında tek parça numarasına ve yapısına, pazarlama ise her parça için tahmin oluşturma zorunluluğuna sahip olacaktır. İleri ürün ağacı yaklaşımı kullanılarak, pazarlama, tahmin için bir model oluşturulabilir ve ana parçalara diğer parçaların kullanım yüzdesine ait çok iyi bir tahminde bulunabilir. Bilgisayar bu noktada parça yüzdelerini ve parça düzeylerini ve tahmin modelini kullanarak kısmi komplelerin (alt montajların) oluşturulmasında yardımcı olabilir. Bu durum hem pazarlama hemde ana programlama düzeyinde oldukça gerçekçi bir tahmin sağlayacaktır.

İleri ürün ağacı yaklaşımının bir başka faydası ise alt montajların planlanmasını daha iyi organize etmemiz için bize bir fırsat sağlamış olmasıdır. Planlama esnasında bazen, tahmin hatalarını telafi için ilave gruplar yapılması istenir. Tabi olarak ortak parçalar modülündeki ana parçalar için zamanın yüzde yüzü gerektiğinden pazarlamayla bir tahmin modeli geliştirilmesi sağlanır.

Sekil 3.7. bisiklet için alt montajlara ait tamamlanma sürelerinin yüzde olarak paylaşımını göstermektedir. Bu yüzdeler model seviyesinde tahminden ana program tahmini oluşturulmasında kullanılır. Bu başlangıç planıdır. Fakat ana programcıların teshisi, ortak parçaların belirli bir zaman çerçevesi içinde satılmış olması sellindedir. Bu durumda programcılar bu talep durumuna göre planlarını değiştirebilirler. Bu yolla, kullanım yüzdeleri yüzde

yüzden büyük olabilecek alt montajların tahsisine ait yüzdelere karşılık gelen planlama tamamlanır. Yüzde yüzden daha büyük eşitliklerin atanması tüm planın gereğinden fazla şişirilmesine yol açacaktır.

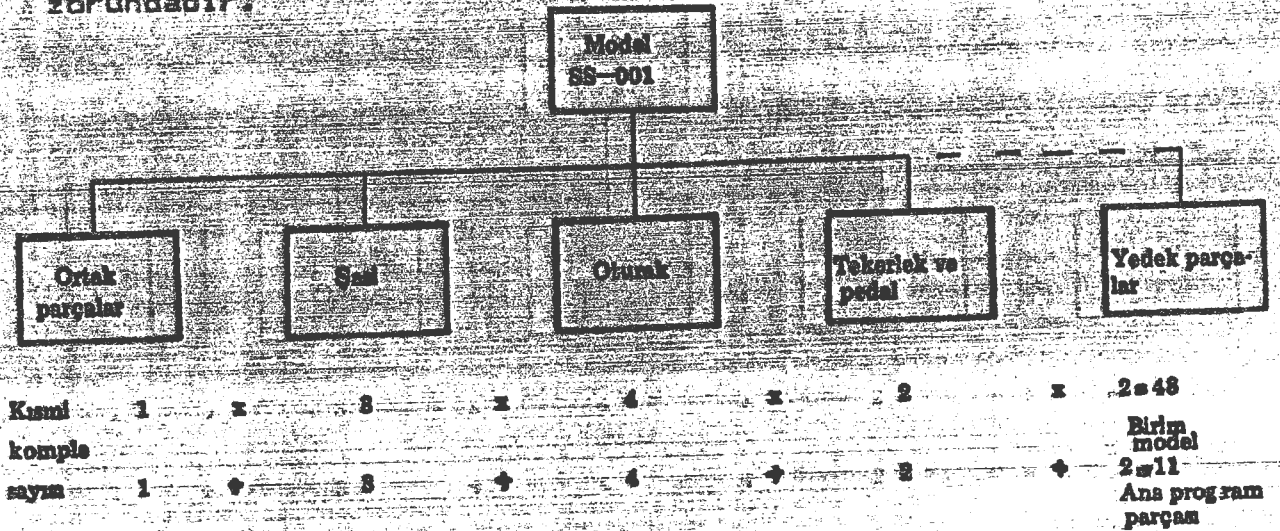


Sekil 3.7. Süper güncel bisiklet

Ürün ağacı yaklaşımı, fabrika içinde olduğu gibi müşterilerle olan iletişimin etkili bir şekilde olmasını sağlar. Özel bir müşteri bileşimi gerekli alt montaj gruplarının ve ortak parçaların seçimiyle yapılabilir. Teslim sözü tarihi, montaj seviyesinde toplanabilirlik gözlemine göre yapılabilir. Herhangi bir yeniden programlama bu gözlem ve ürün ağacı terminolojisinde özel müşteri bileşimi ile yeniden düzenlenebilir.

Ürün ağacının devamı ileri ürün ağacı yaklaşımı kullanılmasına yardımcı olacaktır. Eğer bir ileri ürün ağacı bir ortak parçalar ürün ağacını ve otuziki alt montaj

kullanılarak bu durum daha iyi izah edilebilir. Sekil 4.8de görüldüğü gibi ileri ürün ağacında sadece 11 parça numarası ile 48 bisiklet yapılabilecektir. Eğer iki ilave büyüklükte (5 şasi) ve renkte (5 şasi çarpı 3 renk=15), ana program parçaları sadece 23 iken tek modelin sayısının 240'a çıkmasına karar verilecektir. Her ürün kavramı için tek parça numarası altında tüm planlama tahminlerinin yapılması, 240 tek parça sayısı üzerinde tamamlanmak zorundadır.



Eğer iki boy büyük şasi ve iki renk ilave edilirse

|   |   |    |   |   |   |   |   |             |
|---|---|----|---|---|---|---|---|-------------|
| 1 | x | 15 | x | 4 | x | 2 | x | 2=240       |
| 1 | + | 15 | + | 4 | + | 2 | + | Birim model |
|   |   |    |   |   |   |   |   | 2=28        |

Sekil 3.8. İleri ürün ağacı

Ana program parçaları

### 3.4. İHTİYAÇLARIN DESTEKLENMESİ

Çalışmada bu noktaya kadar ileri ürün ağacı kavramı ana programı ve yapılanma ile ilgili konular tartışıldı. Zamanında müşteriye ürünü ulaştıran kara geçen bir firma sözkonusudur. Bunun için ürün ağacı kavramı bazı teorik fonksiyonları da çok iyi bir şekilde içermelidir. Müşteri siparişleri girilse ileri ürün ağacı kavramı gibi düşünülebilir. Fakat müşteriye teslim tarihi ana üretim planlamaya doleyısıyla ürün ağacına dayalı planlamaya bağlıdır. Bu konu oldukça önemlidir. Bir firma planlama ve müşteri siparişlerinde ileri ürün ağacı kavramını kurmak için gayret göstermekte fakat 6 haftalık bir üretim hatası stratejisi takip etmektedir. Bu yaklaşım firma için oldukça iyi sonuçlar verdi. Çünkü seçenekler ve genel parçalar üzerinde ana planlama raporlarının onchlar elemanlarından bir tanesinde mümkün söz verme aralığıdır. Bu genel parçalarda, seçeneklerde olduğu gibi zaman bazında mümkün miktarlar sağlanır. Bu gerçekçi olarak müşteri teslim tarihlerinin geliştirilmesi için bağlayıcı bir anahtar kavramdır.

Eğer bu metod sipariş zamanı yerine kullanılırsa bazı ürünlerin 6 haftadan daha az zamanda tüketiciye ulaşması mümkün olacaktır.

~~Şekil 7.9. bisiklet için bir sipariş formu~~

Amacıdır. Planlamacı bu formu seçilen gösterimi ve kendi programını seçilen noktalar üzerinde geliştirmek için kullanacaktır. Bu ise son montaj programında müşteri



siparişlerinin daha gerçekçi olmasını sağlayacaktır. Müşteri sipariş formu şekil 3.2 de gösterilen katalogla çok benzerdir. Bununla birlikte şekil 3.2 nin sonu müşteri siparişleri için bir birim parçayı teşkil etmekteydi. Böylece imalat müşteri siparişlerinin gösterimi için değerli bir bilgiyi kaybeder. Gösterim, stok, kapasite ve müşteri arasındaki rekabetteki anlaşmaların yapılmasında çok önemlidir.

İkinci kritik tedarik fonksiyonu fiyatlandırma ve ürünün maliyetinin tesbit edilmesidir. İleri ürün ağacında var olan çay, parçaların önüne satılan parçaların ayarlanmasıdır. Maliyetleme yapısal seviyede yani parça aile model bazında, bir alt seviyeyi inceler. Yani bir ürün gösterimi söz konusu olmadıkça veya bir parça maliyeti söz konusu olmadıkça nihai ürünün maliyeti belirlenemez. Bu fiyatlamada olduğu gibi ileri ürün ağacı kavramının uygulanmasında dikkatli ve ihtiyatlı bir analiz gerektirir.

Analizi gerektiren tedarik fonksiyonlarının üçüncü safhasında nihai ürünün oluşturulması için atelye rapor ihtiyaçları ileri ürün ağacı oluşturmada gerekli olan birisidir. Parça sayıları, burada ürünün oluşturulması için kullanılan döşemenleri anahtar kabul eder. Bu rapor için ileri ürün oluşturulmada yeni bir atelye raporu için atelyedeki personelle bağlantı kurup haberleşmek gerekli bilgilerin temini gerekir. Bazı firmalarda genel montaj çizimi ve açıklamaları müşteri siparişleri

kullanılarak oluşturulmuş listelerle bağlantılı olarak yapılır. Bununla birlikte çok ve karmaşık işlemlerin istendiği durumlarda bazı atelye dökümanlarına ihtiyaç olmaktadır. Atelye için ileri ürün ağacı planlama kavramının gerçek duruma doğru hareket edileceğini gösteren çözümleri şirket ve ürün ailesi için değişik olacaktır.

Bisiklet örneğinde olduğu gibi planlama anahtarı: tekerlek çubuğu ve tekerlek göbeği genel parçaları geçiren numaralarla ifade edilmiştir. Fakat tekerlek oluşturma katmanındaki diğerlerinin olduğu tekerlek göbeği ve çubuğu da gerektirir. Atelye talimatları bu ilişkileri düzenlemelidir. Bunun için bir teknik, tekerlek için orijinal ürün ağacı oluşturmak olabilir. Fakat bu mühendislikte ve montaj talimatlarında kullanılmalıdır. Malzeme planlama işlerinde kullanılamaz. Sipariş gerçekleşme zamanlarında atelye raporlarına ürün ağacı dahil edilmelidir. Montaj gruplarındaki parçalar orijinal ürün yapısı ile uyum sağlayan kullanım noktasında kodlanmalıdır.

Son kritik tedarik fonksiyonu, şirket içerisindeki anahtar fonksiyonların formüle edilmesinde ve tanımlanmasında rol oynar. İleri ürün ağacı oluşturulması veya donanımının sağlanması birimler arasında açık haberleşme ve koordinasyonu gerektirir.

Diğer ana planlarda olduğu gibi ana planlama da bir talimatın sorumludur.

\* Plan geliştirmede rol alma,

- \* Neticesi uygulanabilir programın devamının sağlanması,
- \* İleri ürün ağacının devamının sağlanması,
- \* Stratejilerin kurulması ve işletilmesindeki rol alma,
- \* ihtilafların yeniden çözülmesinde anlaşma ve belirlemeler,

- \* Nihai montaj planının devamının sağlanması,
- \* Haberleşme,
- \* Faydaların anlaşılması,

Bunların sağlanmaması, üst yönetimin ve pazarlamanın bazı anahtar rolleri göstermemesiyle netice mümkün olmaz.

- Üst yönetim şunları yapmalıdır:

- \* Ana planın rolünü anlamalı,
- \* Çift ana plan üzerinde ısrar etmeli,
- \* Anlaşmazlıkları çözmede rol almalı.
- \* Bakım ve devam için sorumluluğu tanımalı.

- Pazarlama ise şunları yapmalıdır:

- \* İleri ürün ağacı tanımına yardım etmeli,
- \* Strateji oluşturmada rol almalı,
- \* Plan geliştirme, tahmin, v.s. de rol almalı,
- \* Talep yönetiminde ve sipariş teslim sürecesinde rol almalıdır,

---

\* Kısıtları anlamalıdır

## MÜŞTERİ SİPARİŞ FORMU

Süper Gümüş Bisiklet

Sipariş no: \_\_\_\_\_

Müşteri ismi: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

İsteme tarihi: \_\_\_\_\_ Sipariş miktarı: \_\_\_\_\_

Sadece birine kullanacak

Ortal parçalar

☐

Sasi

55 CM

☐

57 CM

☐

60 CM

☐

Oturak

Erkek-yanık

☐

Erkek-binek

☐

Kadın-yanık

☐

Kadın-binek

☐

Tekerlekler

Perçin tipi

☐

Boru tipi

☐

Yedek parçalar

☐

Montaj talimatı (varsa)

Tesisat talimatı

#### UYGULAMANIN YAFILDIGI ISLETME VE UYGULAMA

Ürün ağacı oluşturulmasını bir endüstri kuruluşunda gerçekleştirmek amacıyla Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketi (TUVASAS) uygulama yeri olarak seçilmiştir. İşletmede çok sayıda parça ve parça gruplarının üretimiyle gerçekleştirilen - atelye tipi üretim - ürün tipik ürün ağacının iyi bir örneğini oluşturacağı düşüncesini desteklemiştir. Bu bölümde Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketi (TUVASAS) tanıtılacak daha sonra uygulamanın gerçekleştirilmesi tartışılacaktır.

---

#### 4.1 TÜRKİYE VAGON SANAYİİ ANONİM ŞİRKETİ (TUVASAS)

Adapazarı Vagon Sanayii Müessesesi 25.10.1951 tarihinde çeşitli yolcu ve yük vagonlarının onarılması amacı ile vagon atelyesi adı altında işletmeye açılmıştır.

1961 yılına kadar yılda 1200 yolcu ve 600 adet yük vagonu onarımı yapan atelye giderek genişletilmiş bünyesindeki yük vagonu onarımı görevi alınarak yılda tiplerine göre 50-80 adet yolcu vagonu imalatı ve 1200 adet yolcu vagon onarımı yapabilecek kapasitede vagon fabrikası durumuna getirilmiştir. Bunu takiben yönetim kurulu kararı ile 1.4.1975 tarihinden itibaren Adapazarı Vagon Sanayii Müessesesi (ADVAS) haline dönüştürülmüştür.

Ağustos 1976 tarihinde Fransız ALSTHOM firması ile bir sözleşme imzalanarak elektrikli otomatizasyonun yapımı planlanmıştır.

Müessese, vagonun çelik inşaat, kaynak, soğutma ve montaj gruplarını içine alan diğer fabrikalardan gelen parçaları birleştirerek vagonu meydana getiren İmalat Fabrikası, Kuruluşun imalat ve onarım fabrikalarının ihtiyacı olan mamül parçalarının imalatının yapıldığı Donanım Fabrikası, işletmelerden tamire gelen yolcu vagonlarının durumlarına göre tamiratının yapıldığı Onarım Fabrikası,

Müessese fabrikalarında yapımı programlanmış bulunan

~~her türlü vagonun ahşap ve döşeme işlerini yapan Ahşap ve~~

~~Döşeme İşleri Fabrikası,~~

Sıcak su ve soğuk su, basınçlı hava tesisleri,

asetilen üretim tesisleri, oksijen üretim tesisleri,

kullanma ve içme suyu tesislerinin bulunduğu Üretim Fabrikasından oluşmuştur.

Müessesede 1980 itibarıyla 324 teknik, genel idari ve yardımcı hizmetler gören memur ile 2337 işçi çalışmaktadır. Müessese 1986 yılında anonim şirket haline dönüştürülmüş ve adı Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketi (TUVASAŞ) olarak değiştirilmiştir.

#### 4.2 Problemleri

Klasik atelye tipi üretim yapan TUVASAŞ'ta karşılaşılan problemlerin pek çoğu üretim sisteminin yapısından kaynaklanmaktadır. Tespit edilebilen problemlerin ana nedenleri ise şöyle sıralanabilir;

-Özellikle sipariş üzerine üretim yapıldığı için parça çeşitliliği ve talepteki belirsizlikler.

-Parça çeşitliliğinin neden olduğu

- \* Değişik işlem zamanları
- \* Değişik işlem sayıları
- \* Değişik işlem tipleri
- \* Değişik işlem sıralamaları
- \* Karmaşık üretim akışı

Bu problemlerin belirtileri ise şöyle sayılabilir;

\* Üretim planlamasının ve kontrolünün işletmenin yapısından ve üretim tipinden kaynaklanan zorluklar nedeniyle ilinen düzeyde olmaması.

\* Ara stoklarda bazen büyük boyutlara varan yığılmalar,

\* Çeşitli nedenlerle parçaların uzun süre kuyrukta

beklemeleri,

\* Parçaların sistemdeki akış sürelerinin belirsiz ve genellikle yüksek olması ,

\* Siparişlerin iç ve dış şartlardan dolayı zamanında karşılanamaması , gecikmelerin olması,

\* Makine ve teçhizat kullanım verimliliğinin düşük olması,

\* Yarı işlenmiş parça sayısının büyük boyutta olması nedeniyle sisteme yüklediği envanter maliyetleri ,

\* Sık sık fazla mesaiye gidilmesi.

Tüm bunların yanısıra organizasyon eskimis ve ihtiyaca cevap veremez olmuştur. Sistemin talebi daha verimli karşılayabilmesi için değişik biçimde organize edilmesi, parça tasarım ve imalatının entegre edilmesi sistemin yeni yapısına uygun ciddi ve yeni teknoloji ile beslenen planlama ve kontrol yapılması kaçınılmazdır.

#### 4.3. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLDA BİLGİSAYAR KULLANIMI

İşletme bölümleri içinde Üretim Planlama ve Kontrol, bilgi yükü bakımından ve işlem karmaşıklığı yönünden önemli bir yer işgal eder. İşletme büyüklüğü yeterli olduğu ve gerekli ön hazırlıklar yapıldığı takdirde Üretim Planlama ve Kontrol faaliyetlerinde bilgisayar kullanılması için hiç bir sebep yoktur. Bu alanda uygulananın geç kalmasının nedeni Üretim Planlama ve Kontrol faaliyetlerinin sistem yaklaşımı ile yeni bir görüşe göre bastan aşağı düzenlenmesinin güçlüğüdür. Bunda



başarı sağlandığı takdirde bilgisayardan yararlanılması mümkün olan Üretim Planlama ve Kontrol faaliyetlerinden bazıları şöyle sıralanabilir;

1) Üretim programlarının hazırlanması ve program düzeltmelerinin otomatik olarak yapılması.

2) İmalat için gerekli hammadde, malzeme ve parça listelerinin hazırlanması, zamanında tedarik için ilgili ünitelerin uyarılması

3) Hammadde ve mamul ambarında minimum stok maliyetini sağlayacak düzenin sürdürülmesi, Giriş çıkış kayıtlarının ve sipariş emirlerinin otomatik olarak yapılması

4) İmalat için gerekli teknik resim kalite spesifikasyonları, malzeme, işlem hızları, standart süreler, başlangıç ve bitiş zamanları v.b. bilgilerin toplanarak iş emirlerinin hazırlanması ve dağıtımı

5) Fiili Üretim kayıtlarının analiz edilerek programdan sapmaların tespiti ve ilgililerin uyarılması

6) İmalattan gelen bilgilerin standartlarla karşılaştırılması ve günlük işçilik, makina ve departman verim raporlarının düzenlenerek yöneticilere kısa zamanda ulaştırılması

7) Kalite kontrol kayıtlarının analiz edilmesi ,

8) Malzeme, işçilik ve makina zamanı bilgilerinin toplanarak maliyet kontrolünde kullanılması analizlerinin yapılması.

Üretim planlama ve kontrolde bilgisayar kullanmanın yararlarını duyarlılıkla tespit etmek güçtür.Ön

hazırlıklar ve bilgisayar kullanma maliyetleri toplamının sağlanan yararlarla kıyaslanması genellikle mümkün olmaz, kısa vade için böyle bir kıyaslama daha yanıltıcı olabilir. Fakat uzun vadede düşünüldüğünde ve titiz bir inceleme yapıldığında bilgisayar kullanmanın hem zaman hemde mali açıdan işletmelere çok büyük yararlar sağlayacağı bir gerçektir.

#### 4.4 KODLAMA

Üretim sistemlerinin büyümesi, işletmeler arası ilişkilerin yoğunlaşması, mamüllerini oluşturan parçaların çeşit ve miktar olarak artması gibi nedenler faaliyetleri ve fiziksel varlıkları sistematik olarak tanımlamak bir arada ihtiyaç göstermiştir. İsim veya kelimelerle tanımlama hem zaman alması hemde hata ihtimallerini artırarak ihtimalleri yüzünden giderek geçerliliğini kaybetmektedir.

Diğer taraftan bilgisayarların uygulama imkanlarının artması kodlamanın büyük önem kazanmasına yol açmıştır. Bilindiği gibi bilgisayarlar genellikle kendilerine sayısal olarak verilen bilgileri işleyecek biçimde tasarlanmışlardır. Bilgisayar kullanımı söz konusu olduğunda, bilgisayara gerekli işlemlerin yaptırılabilmesi

malzeme, yedek parça, iş emri, imalat bölümü, maliyet unsuru, işçi, ücret sınıfı v.b. akla gelebilecek herşey olabilir.

Kod, rakam, harf veya her ikisinin karışımından oluşan bir semboller grubudur. Bir cismi veya kavramı tanımlamaya yarayan çeşitli bilgileri kod yardımıyla kısaca ve sistematik olarak göstermek ve kolaylıkla işlemek mümkündür. Günümüzde işletmelerdeki faaliyetlerin ve fiziksel varlıkların hemen hemen tümünü kodlamak adeta zorunlu hale gelmiştir. Kodlamada rakamlar bilgisayarlarında etkisi ile daha fazla kullanılmaktadır. Alfabetik kodlar, bir hanede daha fazla sayıda sembol bulundurma ve hatırlamayı sağlama avantajlarının önem taşıdığı yerde tercih edilir. Gerçekten alfabetik kodlama ile bir haneye Türkçede 23, İngilizcede 26 sembol yerleştirilebilir. Nitekim ülkemizde taşıt plakalarında harflerin yer almasının nedeni budur. Alfabetik kodun bir kısmı temsil ettiği varlığın ismini hatırlatmak amacıyla kullanılabilir. Alfabetik kodlarda üç veya en fazla dört harf kullanılmalıdır. Çünkü bundan fazlasını hatırlamak güç olduğundan harf kullanmanın sağlayacağı avantaj kaybolur.

Rakamların kullanılacağı sayısal kodlarda 10 hatta 12 haneye kadar girilebilir. Kodu oluşturan her hane veya hane grubu belirli bir özellik temsil etmektedir.

Vagon fabrikasında ürün aşacı oluştururken geliştirilen kodlama sistemi ise şu şekilde dir. Yapılacak

işin gereği üzerine sadece rakamlardan oluşan bir kodlama sisteminin yeterli olacağı anlaşıldıktan sonra en yukarıdan en aşağıya hesaplanarak 10 rakamlı bir kodlama sisteminin uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Buna göre ilk iki rakam ana ürünü oluşturan ana montaj grubunu ondan sonraki iki rakam ana montaj grubunu oluşturan alt montaj grubunu temsil etmektedir. Bunlardan sonra gelen üçüncü ikili rakam grubu alt montaj grubuna dahil olan ve bu grubu oluşturan ikinci dereceden alt montaj grubunu yedi ve sekizinci rakamlar son montaj grubunun daha bir alt grubunu son iki rakam ise tüm bu gruplarda yer alan detay parçaları temsil etmektedir. Bir örnek ile açıklamak gerekirse kodu 0302010015 olan bir parça 03 cü ana montaj grubunda ikinci alt montaj parçasının içinde yer alan ve bu ikinci alt montaj grubunun içindeki montaj gruplarından birincisinin 15 ci detay parçasını ifade etmektedir.

Bir kod sistemini oluştururken göz önüne alınması gereken prensipler şunlardır;

1- Kodun tümü önceden tanımlanmış belirli bilgileri belirli bir sıraya göre vermelidir. Yani her hane veya hane grubunun belli konuları tanımlama görevi olmalıdır.

2- Kod açık uçlu olmalıdır. Yani sisteme yeni elemanlar katılmak istendiğinde bunları kolaylıkla ilave etmek mümkün olmalıdır.

3- Sınıflandırma ve sembollerin grublandırılması mantıksal olmalıdır. Kodun vereceği bilgiler konunun doğal sırasına uygun dizilmelidir.

4- Kodun uzunluğunu sınırlayan faktörlerin varlığı göz önüne alınmalıdır. Özellikle bilgisayar kullanımı söz konusu olduğunda kod için ayrılan sütun sayısı sınırlı olmaktadır.

5- Kod sembolleri sırasında bilgi gruplarını ayırmak amacıyla (.), (;), (-), (/) gibi işaretler kullanılabilir. Muhasebe, kütüphane gibi konularda uygun olabilen bu işaretler genellikle uzun bilgileri ihtiva eden maddeler, üretim gibi konuların kodlanmasında uygun olmaz.

#### 4.4.1 Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminde Kodlamanın Yararları

Yapısı ve bir örneği yukarıda tanıtılan kodlama sisteminin ve bu sisteme bağlı ilerdeki sayfalarda görülen ürün ağacı bilgilerinin fabrikada kullanılmasıyla aşağıdaki yararlar söz konusu olacaktır.

1- Kodlama ile parçaların sınıflandırılması ve üretim planlarının hazırlanması kolaylaşacaktır.

2- Benzer iş parçaları aynı grupta toplanarak terzah hazırlık zamanlarında ve parça işleme zamanlarında tasarruf yapılacaktır. Kontrolü ve takibi yapılarak parça sayısı artacaktır.

3- Herden fazla yerde bulunan standart parçaların belirlenmesinde kolaylık sağlanacaktır.

4- Ve bütün parçaların özelliklerinin bulunması ve bu parçaların işlenmesinde kullanılacak, terzah, takım tertibat ve kontrol aleti seçininde etkinlik sağlanacaktır. Atelyeden yönetime bilgi akışı kolaylaşır.

T. G.  
Yükseköğretim Kurulu

T. G.  
Yükseköğretim Kurulu,  
Dokümantasyon Merkezi

#### 4.5 BİLGİLERİN DERLENMESİ

Ürün ağacını oluşturacak bilgilerin öncelikle derlenmesi, toplanması ve yapılacak işe uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bilgilerin ilki ürünü oluşturan ana parça ve parça gruplarının belirlenmesi olmaktadır. Bu noktada gerekli bilgileri taşıması bile ürünün topolojik yapısının belirlenmesi ve çizilmesi gerekmektedir. Daha sonra topolojik yapıya uygun olarak tespit edilmiş olan birinci dereceden ana montaj grupları ve varsa ikinci dereceden montaj gruplarıyla ikinci dereceden alt montaj grupları ve yardımcı parçaların birim üründeki kullanım miktarının belirlenmesi ile ilave ürün ağacı çizimi tamamlanmış olur. Bilgisayar kullanımı söz konusu olduğunda ürün ağacının çok daha fazla bilgiyi içermesi ve planlama için tüm ön bilgileri taşıması bilgisayar kullanımı felsefesine daha uygun olup bu durumun planlama için daha faydalı olacağı da açıktır. İşlemeden temin edilen bilgilerin bir ürün ağacı şeklinde bilgisayara aktarılması durumunda ağacın taşıyacağı diğer

montaj grubuna ne oranda katıldıkları

4- Dışarıdan hazır parça olarak alınan ve yan sanayiye siparis ile yaptırılan yardımcı malzemelerin gerekli olan detay açıklamalarının ve ne zaman tanzim edilmesi gerektiğinin belirtildiği açıklamalar kısmı

5- Ürün oluşturulurken montaj esnasında takip edilecek yol ve montaj süreleri vs.

Bu sıralanmalar dışında ilâtinin ve sanayii kolunun planlama için gerekli bazı özel bilgilere ihtiyaç duyabildiği durumlarda bu bilgiler ürün ağacının ana yapısını bozmayacak şekilde ağaca ilave edilir.

Kapsamlı üretim planlama ve kontrol faaliyetlerine temel oluşturacak ürün ağacının sağlıklı bir şekilde oluşturulabilmesi için öncelikle bazı temel bilgilerin bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu noktada bilgileri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

#### 4.5.1 Ürün Yapısı

Vagonu meydana getiren parçalar arasındaki ilişkileri içeren bu listenin hazırlanması sistemin yürütülmesi için büyük önem taşımaktadır.

Bu liste hazırlanırken parçalarla ilgili şu bilgiler üzerinde durulmuştur.

-Her parça kod numarası

-Her parça kod numarası

-Kullanım miktarı

#### 4.5.2 Parça Bilgisi

Vagonu oluşturan malzeme, yarı mamul, ve ürüne ait tüm temel bilgileri içeren bu listede şu bilgiler bulunmaktadır.

- Parça kod no
- Parçanın adı
- Kullanım birimi
- Parça resim numarası
- İşlem gördüğü atelye

#### 4.5.3 Operasyon Bilgisi

İmalatı yapılan tüm parçalar için fabrika dahilinde tezgahlara yüklenen işlemler şu temel bilgileri ile listelere kaydedilmiştir.

- Parça kod numarası
- Parçanın işlem gördüğü atelye kod numarası
- Parçanın işlendiği tezgahın adı
- İmalat süresi
- Parti hazırlık süresi
- Operasyon adı

#### 4.5.4 Tezgah Bilgileri

İşlemlerin yapıldığı fabrika dahilindeki tezgahlara ait bilgiler liste haline getirilmiştir. Bu konudaki temel bilgiler.

- 
- Tezgahın kodu,
  - Tezgahın adı,
  - Tezgahın bulunduğu atelye kodu olmaktadır.



#### 4.6. FABRIKADA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Vagon ürün ağacını oluşturacak bilgiler tesbit edildikten sonra bu bilgileri toplamak amacıyla fabrikada yapılan çalışmaları tez çerçevesinde aşağıdaki maddeler halinde sıralamak mümkündür.

1) Mavi tren ana hat pulman yolcu vagonu için vagonu oluşturan bağlantı parçaları dahil tüm parçalar tek tek tespit edilmiştir. Sonra bu parçaların ilişkili olduğu diğer parçalardan hareketle sırasıyla daha alt montaj gruplarından nihayet oluşturdıkları montaj grubuna kadar yer aldıkları gruplar ve aileler tespit edilmiştir.

2) Detay parçalar dahil tüm alt ve üst seviyeli montaj gruplarının sırasıyla işlem gördükleri atelyeler işlem süreleri fabrikanın imkanları ölçüsünde tespit edilmiş ve bunlar bilgisayar programına aktarılmıştır.

3) Tespit edilen tüm parçalar fabrikanın daha önce kod olarak kullandığı resim numaralarına sadık kalınarak daha anlaşılır ve pratik olarak yeniden kodlanmış ve tüm parçalar yukarıda anılan bilgilerle donatılmış bilgisayar programına aktarılmıştır.

4) Örneğin bir grup için parçaların hangi tergehlarda işlem gördüğü işlemin nevi, süresi, hazırlık zamanı tespit edilmiştir. Örneğin grup için tergeh yolları dolayısıyla atelye yükleri gösterilmiştir.

#### 4.7. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Tüm bu bilgileri içeren kapsamlı bir vagon ürün ağacı programı hazırlanmış, ilgili bilgilerle donatılmış olan pulman vagonu oluşturan yaklaşık 5000 adet parçanın tamamı bilgisayara girilmiştir ve sayfa 109 dan itibaren bu bilgilerin dökümü görülmektedir. Fabrika genel müdür ve yardımcısıyla fabrikayı oluşturan ilgili birimlerin yetkililerine program tanıtılmıştır. Program geliştirilmiş kararlara temel teşkil eden bilgi sağlama ve akışının pratik sonucu görülmüştür.

Program daha önce anılan kodlama bölümündeki tekniğe uygun olarak tasarlanmış ve tüm dökümleri ve aramaları bu kod sistemine göre yapmaktadır. Kodun ilk iki rakamı fabrikada yaygın olarak kullanılan daha önceki kodlamayla benzer tutularak yeni geliştirilen sisteme fabrika çalışanlarının yabancı kalmamaları sağlanmıştır. Daha sonraki sütunda, fabrikada daha önce kod olarak kullanılan resim numaralarına yer verilmiş böylece eski sistem kod anlayışı bir anda ortadan kaldırılmayarak bunun açacağı aksaklığın önüne geçiş amaçlanmıştır. Üçüncü sütunda parçalar hiyerarşik bir düzende bağlantı parçaları dahil tümüyle faydedilmes daha önce işletmede binlerce kartta ancak tutulan parçalara ait bilgiler bireraya

toplanmıştır. Daha sonraki sütunlarda parçanın işleniş gördüğü atelyeler fabrikanın atelyelere verdiği daha önceki kodlama sistemine sadık kalınarak listelenmiştir. Böylece herhangi bir parçanın ilk operasyondan montajda

Ürüne katılınca kadar katettiği yol rahatlıkla izlenir hale gelmiştir. Bunun sağladığı bir başka yarar ise atelye yüklerinin elde edilebilir eniyi doğrulukla<sup>4</sup> belirlenmiş olmasıdır. Böylece işletme, ana üretim planlama ve malzeme ihtiyacı planlamasında kullanacağı sağlıklı bir takım verilere kavuşmuştur. Programda kitle halinde üretilen parçalar için parti hazırlık süreleri fabrikanın imkanları ölçüsünde elde edilebildiği kadarıyla bilgiler buraya kaydedilmiştir. Daha sonra analiz tezgah bazına indirgenmiş her parçanın işlem gördüğü tezgahlar belirlenmiş, bu tezgahlar için işletmenin verdiği kod numaraları kullanılmış, parçanın gördüğü operasyon ve bunun süresi belirlenmiştir. Dolayısıyla her parça için işleme seviyesi tezgah bazına indirgenmiştir. Böylelikle tezgah yüklerinin belirlenmesine büyük ölçüde yardımcı olunmuştur. Bu, sıralama ve çizelgeleme planlarında işletmenin işlerini büyük ölçüde kolaylaştıracak seviyede bir bilgi sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Aynı zamanda program genelinde işletmenin dışarıdan hazır olarak temin ettiği parçaların izlenebilmesi sağlanmış böylelikle bu yönlü bir planlama için zemin hazırlanmıştır.

Program ürüne ait tüm ana grupların ağaç yapısının her kademesi ayrı ayrı görülebilecek bir şekilde hazırlanmış dolayısıyla herhangi bir ana montaj grubu içindeki tüm alt montaj gruplarıyla bunlar içindeki bir alt montaj grupları ve parçalar hiyerarşik olarak izlenebilir hale

getirilmiştir. Bu ağacın kökünden herhangi bir dalın en uç noktasına gidisi, dolayısıyla buna ait bilgileri birarada görebilme imkanını sağlamaktadır.

Yukarıda anılan program kapsamına giren işlevler bundan sonraki sayfalarda örnek teşkil etmesi açısından özet olarak listelenmiştir.

Sekil 4.1 de vagon ürün ağacının genel gösterimi yer almaktadır. Burada vagonun 03 den 70 e kadar kodlanmasında ana montaj gruplarından oluştuğu görülmektedir. Bu montaj gruplarının dökümü ise Tablo 8 de verilmiştir. Sekil 4.1 de Sasi grubunun 0301 den 0306 ya kadar 6 alt grupları oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu grupların dökümü ise Tablo 9 da verilmektedir. Yine Sekil 4.1 de 03 ü oluşturan 6 alt gruptan birincisi örnek olarak dallandırılmış ve bunun 17 alt gruptan oluştuğu görülmüştür. Bununla ilgili döküm Tablo 10 da verilmiştir. Bu kademedeki alt gruptan ikincisi dallandırılmış bunların 4. kademede 10 adet alt montaj grubundan oluştuğu anlaşılmaktadır. Bununla ilgili bilgisayar dökümü Tablo 11 de görülmektedir. Nihayet beşinci kademede grupları oluşturan detay parçalar görülmektedir. Bizim örneğimizde dördüncü kademede alt montaj gruplarından birincisi oluşturan detay parçalar görülmektedir. Bunun 8 adet olduğunu anlıyoruz. Bununla ilgili döküm ise Tablo 12 de görülmektedir.

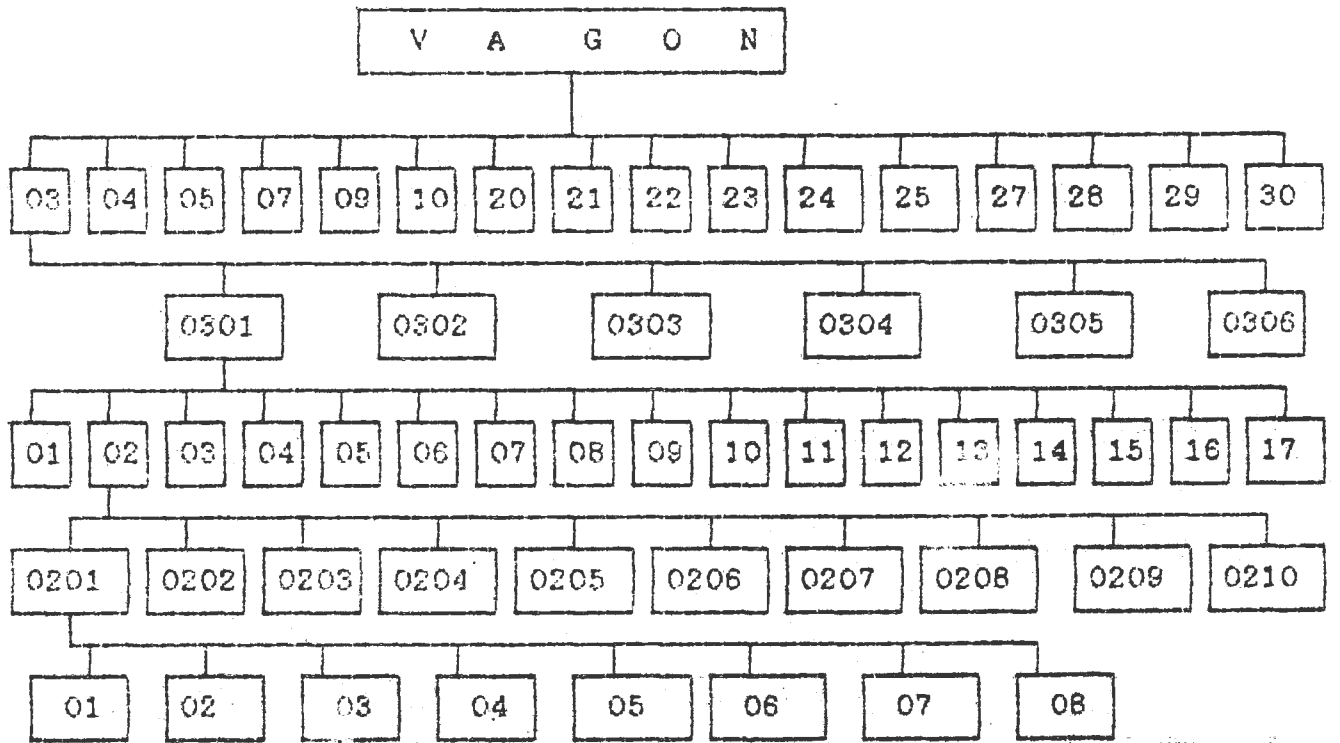
Tablo 8 de verilen ana montaj gruplarında, ana montaj grubunun (veya detay parçanın) adı, resin numarası, birim vagondaki sayısı (BVS), sırayla işlem gördüğü atelyeler

(AT1,AT2,AT3,AT4), toplam işlem zamanı (T1Z) ve parti hazırlık süresi (PHSU) bilgileri verimektedir. Parçanın işlem gördüğü her atelyedeki işlem süresinin fabrikadan teminin güçlüğü karşısında hazır olan toplam işlem zamanlarının ürün ağacının bu aşamasına dahil edilmesi uygun görülmüştür. Tablo 9 dan Tablo 12 ye kadar olan dökümlerde Şekil 4.1 de genel gösterimde örnek olarak izlenen alt alt montaj grupları ve parçalar görülmektedir.

Bu örneklerin dışında vagonu oluşturan bütün ana montaj alt montaj ve parça gruplarının istenilen şekilde düzenleri hazırlanan program paketiyle mümkündür. Program benzer şekilde ve vagona olduğu üzere 10000 in üzerinde parçaya sahip herhangi bir başka ürüne de uyarlanabilir. Burada önemli olan veri girişinde ilgili ürün bilgilerinden yararlanılmasıdır.

Tablo 13 de ürün ağacındaki bilgilerin bir başka döküm şekli örnek olarak verilmiştir. Burada 04 ana montaj grubunun (Boji grubu) 01 alt grubu (Buatagres kayıtları) ve 02 alt grubu (Boji şasesi) ile daha alt grupları ve detay parçaları verilmektedir.

Tablo 14 de ise son olarak hazırlanan program sayesinde ürün ağacının bir başka döküm şekli görülmektedir. Tezgah bazında her bir parçanın adı, resim numarası, işlem gördüğü atelyeler, parti hazırlık süresi, işlem gördüğü tezgahın adı, kodu, operasyon adı ve operasyon süresi bu tabloda yer almaktadır.



Şekil 4.1: Vagon Ürün Ağacı Genel Görünümü

## PARÇA LİSTESİ DOKÜMÜ

| PARÇA KODU |                  |             |     |     |     |     |     |
|------------|------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| PARÇA ADI  | RESİM NO         | BVS         | AT1 | AT2 | AT3 | AT4 | TİZ |
| 0300000000 | SASI             | 1056.03.657 |     |     |     |     |     |
| 0400000000 | BOJİ             | 583679      |     |     |     |     |     |
| 0500000000 | CER TERTİBATI    | 1041.05.*** | MON |     |     |     |     |
| 0700000000 | EL FREN TESİSAT  | 1056.07.*** |     |     |     |     |     |
| 0900000000 | FREN TESİSATI    | 1**09.***   | MON |     |     |     |     |
| 1000000000 | VAZİ VE PLAKALA  | 1***10.***  |     |     |     |     |     |
| 2000000000 | RUZBARLIKLAR     | 1041.20.*** |     |     |     |     |     |
| 2100000000 | ALIN DUV DOL KA  | 1068.21.**  |     |     |     |     |     |
| 2200000000 | KAPI VE KİLİTLE  | 1068.22.*** |     |     |     |     |     |
| 2300000000 | PENCERE VE HAVA  | 1041.23.*** |     |     |     |     |     |
| 2400000000 | GECİT KOPRUSU    | 1068.24.*** |     |     |     |     |     |
| 2500000000 | KOLTUK KANEPE    | 1056.25.*** |     |     |     |     |     |
| 2700000000 | AYDINL DİNAMO B  | 1068.27.*** |     |     |     |     |     |
| 2800000000 | BOFAJ VE İSİTİCİ | 1073.28.*** |     |     |     |     |     |
| 2900000000 | ELEK İSİT        | 1052.29.*** |     |     |     |     |     |
| 3000000000 | WD VE BU TESİSA  | 1073.30.*** |     |     |     |     |     |

Tablo 8: Vagonu Oluşturan Ana Montaj Grupları

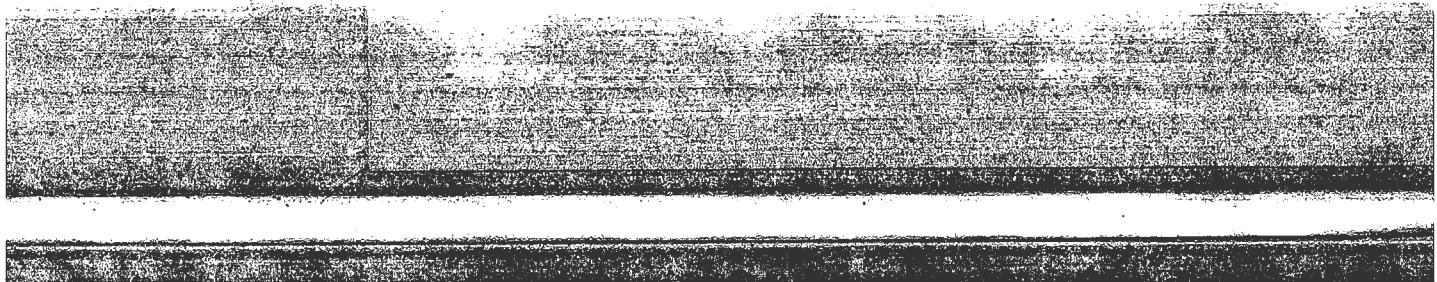
## PARÇE İSTESİ DOKÜMANI

| PARÇE NO  |                | BÜYÜKLER |         |         |         |         |         |         |
|-----------|----------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PARÇE NO  | PARÇE ADI      | RESİM NO | BÜYÜK 1 | BÜYÜK 2 | BÜYÜK 3 | BÜYÜK 4 | BÜYÜK 5 | BÜYÜK 6 |
| 030000000 | BAŞ            | 001      |         |         |         |         |         |         |
| 030000000 | BAŞ EL FİREKİ  | 002      |         |         |         |         |         |         |
| 030200000 | BAŞ İTME KİLMİ | 003      |         |         |         |         |         |         |
| 030300000 | BAŞ EL FİREKİ  | 004      |         |         |         |         |         |         |
| 030400000 | BAŞ BİNGİ      | 005      |         |         |         |         |         |         |
| 030500000 | BAŞ BİNGİ      | 006      |         |         |         |         |         |         |
| 030600000 | BAŞ BİNGİ      | 007      |         |         |         |         |         |         |

Tablo 9: 03 Grubu Ana Montaj Grupları



**Tablo 10: 03 Grubu 3. Kademe Ana Montaj Grupları**



## FABRILISTE 1 DE 1994

| GRUBA 4    |                 | RESIN AG       |     | EVS AT: AT2 AT3 AT4 T1Z |     |     |  |  | FMSH |  |
|------------|-----------------|----------------|-----|-------------------------|-----|-----|--|--|------|--|
| 0301020001 | DEK TRAVERT     | 1041.03.142    | MDN |                         |     |     |  |  |      |  |
| 0301020002 | DEK TRAV UST PL | 1041.03.152    | 1   | 930                     |     |     |  |  | 14   |  |
| 0301020003 | DEK TRAV BOY    | 1041.03.153    | 2   | 930                     | 911 |     |  |  | 180  |  |
| 0301020004 | DEK TRAV ALT    | 1041.03.157    | 1   | 930                     | 911 | 925 |  |  | 120  |  |
| 0301020005 | ARA RIPE        | 1041.03.159/1  | 2   | 925                     |     |     |  |  | 6    |  |
| 0301020006 | ARA RIPE        | 1041.03.159/2  | 2   | 925                     |     |     |  |  | 6    |  |
| 0301020007 | ARA RIPE        | 1041.03.159/3  | 2   | 925                     |     |     |  |  | 6    |  |
| 0301020008 | ARA RIPE        | 1041.03.159/4  | 2   | 925                     |     |     |  |  | 6    |  |
| 0301020009 | ARA RIPE        | 1041.03.159/6  | 6   | 925                     |     |     |  |  | 14   |  |
| 0301020010 | TAUTYE LAMPST   | 1041.03.159/14 | 4   | 925                     |     |     |  |  | 15   |  |
| 0301020011 | TRK4 LEM ALT    | 1041.03.155/15 | 4   | 925                     |     |     |  |  | 18   |  |

Tablo 11: 03 Grubu 4. Kademe Ana Montaj Grupları

## TARİH LİSTESİ GÖRÜLÜ

| PARÇA KODU                 |                 |      |     |     |     |     | PHEU |
|----------------------------|-----------------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| PARÇA ADI                  | RESİM NO        | ÖLÇÜ | AT1 | AT2 | AT3 | AT4 |      |
| 0301020100 BÜBEK ALT PLAKA | 1041.03.1052A   | MDX  |     |     |     |     |      |
| 0301020101 BÜBEK ALT PLAKA | 1041.03.1053    | 1    | 930 | 911 |     |     | 26   |
| 0301020102 CEMBER          | 1041.03.1054    | 1    | 930 | 920 |     |     | 29   |
| 0301020103 RIPE            | 1041.03.1055    | 4    | 925 |     |     |     |      |
| 0301020104 RIPE            | 1041.03.1052B/4 | 8    | 925 |     |     |     |      |
| 0301020105 CEMBER          | 1041.03.160/1   | 1    | 925 |     |     |     | 3    |
| 0301020106 CEMBER          | 1041.03.160/2   | 1    | 920 |     |     |     | 8    |
| 0301020107 CEMBER          | 1041.03.160/3   | 1    | 925 | 920 |     |     | 11   |
| 0301020108 ALTLIK SAGI     | 1041.03.142/10  | 4    | 925 |     |     |     | 5    |

Tablo 12: 03 Grubu Detay Parçalar

## PARÇA LİSTESİ DOKÜMANI

| PARÇA KODU | PARÇA ADI       | RESİM NO   | BVS | AT1 | AT2 | AT3 | AT4 | T12 | PHSU |
|------------|-----------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 0400000000 | BÖLÜ            | 583679     |     |     |     |     |     |     |      |
| 0401000000 | BÜYÜKRES KAY    | 583679.H2  |     | KON |     |     |     |     |      |
| 0401000001 | SİZİRMALIK RD   | 583679/16  | 16  | 925 |     |     |     |     |      |
| 0401000002 | KAYIT BAKASI    | 583677     | 16  | 911 |     |     |     |     |      |
| 0401000003 | HELDİON BUSTA   | 578447     | 16  | 606 | 911 | 605 | 920 |     |      |
| 0401000004 | AMORTİSOR BOMUN | 578444     | 16  | 930 | 911 | 601 |     |     |      |
| 0401000005 | ARA BAKA        | 583670     | 16  | 930 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000006 | EMNİYET YAYI    | 578453     | 16  | 920 |     |     |     |     |      |
| 0401000007 | PILETİL         | 578450     | 16  | 930 | 911 | 606 |     |     |      |
| 0401000008 | ARA PARÇA       | 578449     | 16  | 930 | 911 | 606 |     |     |      |
| 0401000009 | ARA PARÇA       | 578449.A/3 | 16  | 930 | 911 | 606 |     |     |      |
| 0401000010 | ARA PILETİL     | 578448     | 16  | 930 | 911 | 606 |     |     |      |
| 0401000011 | TAMİT PARÇASI   | 578452/1   | 16  | 915 |     |     |     |     |      |
| 0401000012 | ARA             | 578452/2   | 16  | 915 |     |     |     |     |      |
| 0401000013 | EMNİYET BAKASI  | 578452/1   | 16  | 925 | 920 | 601 | 911 |     |      |
| 0401000014 | EMNİYET BAKASI  | 578452     | 16  | KON | 930 | 911 |     |     |      |
| 0401000015 | SİĞİT YAKITI    | 583675/1   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000016 | ARA PARÇA       | 583675/2   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000017 | ARA             | 583675/3   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000018 | ARA             | 583675/4   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000019 | ARA             | 583675/5   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000020 | KAYIT BAKASI    | 583675     | 16  | KON | 930 | 911 |     |     |      |
| 0401000021 | SİĞİT YAKITI    | 578442/1   | 16  | 925 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000022 | KAYIT BAKASI    | 578442/2   | 16  | 915 | 911 |     |     |     |      |
| 0401000023 | SİĞİT YAKITI    | 578442     | 16  | KON | 911 | 606 |     |     |      |
| 0401000024 | BÜYÜKRES KAY    | 583679     | 16  | 601 |     |     |     |     |      |
| 0401000025 | BÖLÜ BAKASI     | 578449     |     | KON |     |     |     |     |      |
| 0401000026 | BÖLÜ BAKASI     | 578449     | 4   | KON | 601 | 920 |     |     |      |
| 0401000027 | TAMİT           | 578676/1   | 16  | 925 | 920 | 930 | 601 |     |      |
| 0401000028 | BÖLÜ BAKASI     | 578676/2   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000029 | BÖLÜ BAKASI     | 578676/3   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000030 | TAMİT BAKASI    | 578676/4   | 16  | 925 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000031 | TAMİT BAKASI    | 578676/5   | 32  | 925 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000032 | TAMİT           | 578676/6   | 4   | 930 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000033 | TAMİT           | 578676/5   | 4   | 930 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000034 | ALT FLANK       | 578676/2   | 4   | 930 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000035 | ALT FLANK       | 578676/1   | 4   | 930 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000036 | ENİNE KİTİS     | 578677     | 4   | KON | 930 | 601 |     |     |      |
| 0401000037 | ALT FLANK       | 578677/1   | 4   | 930 | 920 | 601 |     |     |      |
| 0401000038 | BAYRAK          | 578677/2   | 4   | 930 | 920 | 601 |     |     |      |
| 0401000039 | BAYRAK          | 578677/4   | 4   | 930 | 920 | 601 |     |     |      |
| 0401000040 | ALT FLANK       | 578677/3   | 4   | 930 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000041 | BAYRAK          | 578678     | 4   | KON | 601 | 920 |     |     |      |
| 0401000042 | BAYRAK          | 578678/1   | 4   | 915 | 601 | 920 |     |     |      |
| 0401000043 | ALT FLANK       | 578678/2   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000044 | ALT FLANK       | 578678/3   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000045 | ALT FLANK       | 578678/4   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000046 | ALT FLANK       | 578678/5   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000047 | ALT FLANK       | 578678/6   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000048 | ALT FLANK       | 578678/7   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000049 | ALT FLANK       | 578678/8   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000050 | ALT FLANK       | 578678/9   | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000051 | ALT FLANK       | 578678/10  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000052 | ALT FLANK       | 578678/11  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000053 | ALT FLANK       | 578678/12  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000054 | ALT FLANK       | 578678/13  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000055 | ALT FLANK       | 578678/14  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000056 | ALT FLANK       | 578678/15  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000057 | ALT FLANK       | 578678/16  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000058 | ALT FLANK       | 578678/17  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000059 | ALT FLANK       | 578678/18  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000060 | ALT FLANK       | 578678/19  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000061 | ALT FLANK       | 578678/20  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000062 | ALT FLANK       | 578678/21  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000063 | ALT FLANK       | 578678/22  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000064 | ALT FLANK       | 578678/23  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000065 | ALT FLANK       | 578678/24  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000066 | ALT FLANK       | 578678/25  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000067 | ALT FLANK       | 578678/26  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000068 | ALT FLANK       | 578678/27  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000069 | ALT FLANK       | 578678/28  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000070 | ALT FLANK       | 578678/29  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000071 | ALT FLANK       | 578678/30  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000072 | ALT FLANK       | 578678/31  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000073 | ALT FLANK       | 578678/32  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000074 | ALT FLANK       | 578678/33  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000075 | ALT FLANK       | 578678/34  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000076 | ALT FLANK       | 578678/35  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000077 | ALT FLANK       | 578678/36  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000078 | ALT FLANK       | 578678/37  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000079 | ALT FLANK       | 578678/38  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000080 | ALT FLANK       | 578678/39  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000081 | ALT FLANK       | 578678/40  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000082 | ALT FLANK       | 578678/41  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000083 | ALT FLANK       | 578678/42  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000084 | ALT FLANK       | 578678/43  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000085 | ALT FLANK       | 578678/44  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000086 | ALT FLANK       | 578678/45  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000087 | ALT FLANK       | 578678/46  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000088 | ALT FLANK       | 578678/47  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000089 | ALT FLANK       | 578678/48  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000090 | ALT FLANK       | 578678/49  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |
| 0401000091 | ALT FLANK       | 578678/50  | 4   | 915 | 601 |     |     |     |      |

Tablo 13: 04 Ana Montaj Grubu Genel Dökümü

# PARAĞA

# TEZGAHANLARIN

1-K O D U.....:340(85000)  
 2-A D I.....:GECIT KOPR 5401  
 3-RESİM NO.....:1041.23.03/1  
 4-DR. VAGDANKI SAVIRI.....:2  
 5-A T E L Y E 1.....:1408  
 6-A T E L Y E 2.....:1230  
 7-A T E L Y E 3.....:1925  
 8-A T E L Y E 4.....:1  
 9-TOPLAM İSLEM ZAMANI.....:19  
 10-PARTİ HAY. SÜRESİ.....:1  
 11-K O D U.....:1241  
 12-A D I.....:KEHNE  
 13-İSLEM ADI.....:1000R-BURH  
 14-İSLEM SÜRESİ.....:13

15-K O D U.....:1292  
 16-A D I.....:BYST AEST  
 17-İSLEM ADI.....:KEMK  
 18-İSLEM SÜRESİ.....:14  
 19-K O D U.....:1  
 20-A D I.....:MYT  
 21-İSLEM ADI.....:DELSK TELV  
 22-İSLEM SÜRESİ.....:12  
 23-K O D U.....:1  
 24-A D I.....:1  
 25-İSLEM A D I.....:1  
 26-İSLEM SÜRESİ.....:1  
 27-K O D U.....:1  
 28-A D I.....:1  
 29-İSLEM A D I.....:1  
 30-İSLEM SÜRESİ.....:1

D. BUZATI A. GÖNÜK C. ÇIK A. AT

Tablo 14: Terzih Bazında Döküm

### SONUÇ

Son yıllarda alınan bir takım kararlarla hızlı bir yapı değişikliği gösteren Türk ekonomisi hayatında endüstri de payına düşeni almış ve değişen koşullara ayak uydurabilmesi için yapısal bir takım değişikliklere giteci zorunda kalmıştır. Bu çerçevede hızla değişen ekonomik hayatta endüstri ayakta durabilmek, mevcut pazar payını koruyabilmek için tüm iç ve dış şartlarla hayata bir mücadeleye girmiştir. Bu amaçla modern bir takım teknoloji ve bu imkanlarla beslenmiş idari bir mekanizmaya olan ihtiyaç her zamankinden çok daha fazla olmuştur.

20. yüzyıl en büyük avantajı bilgisayar alanındaki inanılmaz gelişmelerdir. Ülkemizde hızla yaygınlaşan ve hemen hemen her kesimde kullanım alanı bulabilen bilgisayarlar Türk endüstrisinde de hak ettiği yeri hızla almaktadır. Ne varki, bu araçların etkin bir şekilde kullanımı malesef arzu edildiği seviyede değildir. Hem bilgi hem de üretim sistemlerinde eğitim görmüş personel eksikliği bilgisayar desteğiyle bir takım üretim ve yönetim problemlerine çözüm getirmeyi güçleştirmektedir.

---

Ürün ağacı oluşturma bu tür problemlerin çözümüne başlangıç teşkil etmesi açısından planlama için ilk adım olmaktadır. Şüphesiz bu çalışmanın tüm problemleri bir anda çözmesi beklenemez. Ancak, özellikle pek çok montaj, eli

montaj ve parçanın biraraya getirilmesiyle oluşturulan ürünlerin üretildiği işletmelerde üretim planlaması ve programlamasına bu tür bir yaklaşımla başlanmasının getireceği bir takım avantajlar vardır.

Bu çalışmada ele alınan fabrikanın en önemli problemlerinden birisi tipik atelye tipi üretim üretim problemlerinden olan pek çok farklı ürün ve parça ile ilgilenilmesidir.

Diğer bir problem ise bu ürün ve parçaların üretim programları yapılırken ihtiyaç duyulan malzeme, atelye, tezgah, operasyon ve zamana ait bilgilerin tam olarak bilinmemesidir.

Üretimin hazırlanacak plan ve programa göre sürdürülmesi ve planlanan amaçlara ulaşılması, başlangıçta iyi bir planlama sisteminin oluşturulmasına bağlıdır. Bu planlama sistemi, ürünü oluşturan tüm alt birimlerin, birbiriyle etkileşimini ve ana ürünle olan ilişkisinin bilinmesini gerektirir. Bu durum ürün ağacının hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Planlamaya bu tür bir başlangıç ile planların sonradan düzeltilmesi ve değiştirilmek zorunda kalınması ihtimali

önceki arama ile kıyaslandığında inanılmayacak bir hızlaşmıştır. Parçalarla ilgili tüm bilgiler biraraya toplanarak daha önce binlerce kartta tutulan aynı bilgiler yaklaşık 1.5 MByte'lık bir bilgisayar çözümlenmiştir. Parçaların donatıldığı bilgilerle, herhangi bir parçanın ilk operasyondan son üründeki yerini alıncaya kadar geçirdiği evreler gözönüne serilmiştir. Bu durum çalışmanın kapsamını aşan ana üretim programlaması ve malzeme ihtiyacı planlamasının ihtiyacı duyduğu temel bilgileri sağlamaktadır.

Bunun sağladığı bir başka avantaj ise atelye içinde hangi ürünün üretiminin hangi aşamasında olduğunu izlemek gibi atelye yönetiminin en önemli sorunlarından birisine getirilen etkinliktir. Bu bilgilere dayanarak atelye içindeki akışların dengelenmesi, planlamayı büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.

Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketine yapılan bu çalışma beklenenden çok daha ümit verici sonuçlar vermiştir. İncelenen ürünün tüm öteki ürünlere, birkaç küçük düzenlemeyle uygulanabilir olması düşünülürse, çalışma sonucunun tüm fabrika üretim planlaması ve programlaması için bir başlangıç noktası oluşturmaları mümkündür. Son olarak tüm bunlardan belki daha önemlisi

---

tamamen klasik yöntemle çalışan bir sistemde

bilgisayarlamaya geçiş olayının psikolojik sıkıntısının yersiz olduğu gözönüne serilmiş, sağlayacağı faydaların mütevazı bir örneği sunulmuş ve işletmenin bu yönlü çalışmalarına hız kazandırılmıştır.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ayanoğlu, M., 1986, Bilgisayar Destekli Üretim Planlama ve Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü., 192 s.
- Black, E.S., 1983, "Cellular Manufacturing Systems Reduce Setup Make Small Lot Product Economical", Industrial Engineering, November, p.37
- Buffa, E.S., 1980, Basic Production Management, John Wiley and Sons Inc., New York, 615 p.
- Carson, G.B., 1970, Fabrika İdareciliği El Kitabı (Çev. İ.İlhami Karayalçın) İTÜ Yayınları.
- Dağlı, C., Benli, B., Nişancı, H.İ., 1981, Üretim planlama ve Kontrolü Seminer Notları, Seğen Yayınları., Ankara, 185 s.
- Dinçmen, M., 1977, 15 Akış Zamanları Ve Terazah Verimleri, Doçenlik Tezi, Trabzon.
- Everette, E.A., Ronald J.E., 1978, Production and Management, Prentice-Hall, N.J., 445 p.
- Gessner, R.A., 1986, Master Production Schedule Planning, John Wiley and Sons, New York, 246 p.
- Catalog Introduction, 1983, Industrial Instruments,
- Kıran, A.S., 1977, Programlama Kararlarında Kullanılacak Ön ve Art Gecikme Yapılı Matematiksel Yini Sıralama Model ve Algoritmaları, Doktora Tezi, İTÜ Makina Fakültesi.
- Kneppelt, L.R., 1984, Bill of Material and Its Application, Production and Inventory Management, First Quarter p.82-98
- Kotlu, B., 1979, Üretim Yönetimi, İcletme Fak. İktis. Yay., İstanbul, 745 s.
- Nişancı, H.İ., 1984, Üretim Planlaması ve Kontrolü, SEĞEN Yayınları, Ankara, 180 s.
- Riggs, J.L., 1981, Production Systems, John Wiley and Sons, New York, 635 p.

Saatçioğlu, Ö., 1983, Ana Üretim Planlama, Pratik Yaklaşımlar, Seminer Notları, MPM Yayınları, Ankara.

Tersine, R.J., 1980, Production Operations Management, North Holland Inc., New York, 765 p.

Wild, R., 1976, The Techniques of Production Management, Holt, Rinehart and Winston Ltd., London, 520 p.