

**BİR İMALAT İŞLETMESİNDE  
BİLGİSAYAR DESTEKLİ KAPASİTE  
PLANLAMA SİSTEMİNİN TASARIMI**

**Servet HASGUL**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**EYLÜL - 1991**

Servet HASGUL'un YUKSEK LISANS tezi olarak hazırladığı "Bir İmalat İşletmesinde Bilgisayar Destekli Kapasite Planlama Sisteminin Tasarımı" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

5.1.9.1991

Uye : Prof.Dr. İmdat KARA

Uye : Doç.Dr. A.Ekrem ÜZKUL

Uye : Yard.Doç.Dr. Nihat Yuzugullu

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
1.1.EYLÜL.1991 gün ve ..286.-3. sayılı kararıyla  
onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

## O Z E T

Uretim halindeki işletmeler talepteki düzensiz değişiklikleri karşılayabilmek için kısa, orta ve uzun dönemde kapasite planlarını gözden geçirmek durumundadır. Uretim planlama aşamasından sonra ortaya çıkan ana üretim programının gerçekleştirilebilmesi için gerekli kapasitenin belirlenmesi ve mevcut kapasiteyle karşılaştırılarak dengelenmesi, işletmelerin üretim kaynaklarını verimli kullanılabilsin ve termin taahütlerini yerine getirebilmeleri için zorunludur.

Çalışmada, öncelikle üretim yönetimi butunu içerisinde kapasite kararları incelenmiş, günümüz bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sistemleri içerisinde kapasite planlamasının yeri belirlenmiştir. Kapasite planlama teknikleri tanıtıldıktan sonra bunlarla ilgili teknik sorunlar ele alınmıştır.

Bir buzdolabı fabrikasında yapılan uygulama da ise işletmeye yönelik bilgisayar destekli kapasite planlama sistemi tasarlanmıştır. Böylece kapasite planlaması için gerekli bilgiler bir veri tabanında birleştirilmiş ve bu bilgileri işleyen bir yazılım geliştirilmiştir. Kapasite ile ilişkili sayılabilecek bir başka konunun da montaj hatlarının dengelenmesi olduğu görülerek işletmenin montaj hatlarının dengelenmesi için uygun bir yöntem önerilmiştir.

### Anahtar Kelimeler:

Uretim yönetimi  
Kapasite planlaması  
Kapasite yönetimi  
Montaj hattı dengeleme

## S U M M A R Y

Production plants must review their short, middle and long term capacity plans in order to meet the fluctuations in product demand. The effective utilization of production factors and for meeting of due dates, the capacity requirement for the realization of the master production schedule must be determined and compared with the available capacity.

In this study, initially the capacity decisions within the production management system are analysed, and the role of capacity planning in modern computer supported production planning and control systems are determined. After introducing the capacity planning techniques the technical problems in the subject are analysed.

The applied study is directed to design a computer aided capacity planning system in a refrigerator plant. The data for capacity planning are integrated in a data base and a software using this data base developed. Assembly line balancing is found to be a subject related to capacity planning and a suitable technique is proposed.

### Key Words:

Production management  
Capacity planning  
Capacity management  
Assembly line balancing

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. ÜRETİM YÖNETİMİ VE KAPASİTE PLANLAMASI .....	5
2.1 Üretim Sistemi ve Yönetimi .....	5
2.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması .....	7
2.2.1 Parça tipi üretim .....	8
2.2.2 Kafile tipi üretim .....	9
2.2.3 Kitle tipi üretim .....	9
2.3 Günümüz Üretim Yönetimi Yaklaşımları .....	11
2.4 Üretim Sistemlerinde Kapasite Kavramı .....	15
2.4.1 Kapasitenin tanımı .....	16
2.4.2 Kapasite türleri .....	17
2.4.3 Kapasite kararları .....	19
3. KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİ .....	22
3.1 Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminde Kapasite Planlamasının Yeri .....	22
3.2 Kapasite Planlamasının Düzeyleri .....	28
3.2.1 Kaynak planlaması .....	30
3.2.2 Taslak kapasite planlaması .....	32
3.2.3 Kapasite gereksinim planlaması .....	33
3.3 Kapasite Planlama ve Kontrol Teknikleri .....	34
3.3.1 Genel faktörleri kullanan kapasite planlaması .....	35

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.3.2 Kapasite listeleri .....	37
3.3.3 Kaynak profilleri .....	38
3.3.4 Kapasite gereksinim planlaması teknigi .....	39
3.3.5 Girdi-Çıktı kontrolü .....	40
3.3.6 Öğrenme eğrisi .....	41
3.4 Kapasite Planlamasında Yönetmel ve Teknik Sorunlar .....	42
3.4.1 Kapasite ölçüsünün belirlenmesi .....	43
3.4.2 Kapasite planlama tekniginin seçimi .....	45
3.4.3 Kapasite planının kullanılması .....	47
3.4.4 Veritabanı gereksinimi ve yapısı .....	48
3.4.5 Montaj Hattı Dengeleme .....	50
4. BİR BUZDOLABI FABRİKASINDA KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE UYGULAMASI .....	52
4.1 İşletme Hakkında Genel Bilgiler .....	52
4.2 Mevcut Sistemin Analizi .....	55
4.3 Kapasite Planlama Sisteminin Tasarımı .....	60
4.3.1 Tasarlanan sistemin özellikleri .....	60
4.3.2 Veri tabanının yapısı .....	64
4.3.2.1 Ana üretim programı dosyası .....	64
4.3.2.2 Tezgah/iş merkezi dosyası .....	65
4.3.2.3 Operasyon süreleri dosyası .....	66
4.3.2.4 Kapasite listesi dosyası .....	66
4.3.2.5 Diğer dosyalar .....	67

## İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.3.3 Kapasite planlama sisteminin modülleri ..	67
4.3.3.1 Veri giriş modülü .....	72
4.3.3.2 İşlemler modülü .....	72
4.3.3.3 Raporlama modülü .....	73
4.3.3.4 Sistem modülü .....	75
4.4 Montaj Hatlarının Dengelenmesi .....	75
4.4.1 İşletmede bulunan montaj hatlarının yapısı .....	76
4.4.2 Geliştirilen montaj hattı dengeleme algoritması .....	77
4.5 Uygulama Sonuçları .....	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	80
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	83

### EKLER

- EK-1: Fabrika Yerleşim Planı
- EK-2: 1991 Yılı Ana Üretim Programı
- EK-3: Kapasite Planlama Sistemi Programının Listesi
- EK-4: Veri Giriş Modüllerinin Ekran Görüntüleri
- EK-5: İşlem Modülünün Ekran Görüntüleri
- EK-6: Rapor Örnekleri

## SEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Üretim planlama ve kontrol sistemi .....	6
2.2 Üretim sistemlerinin sınıflandırılması .....	7
2.3 Kapalı devre MRP sistemi .....	13
3.1 Üretim planlama ve kontrol sisteminde kapasite planlamasının yeri .....	24
3.2 Kapasite planlamasının işleyişi .....	26
3.3 Kapasite planlarının kapsadığı üretim birimleri .....	29
3.4 Kapasite planlamasının malzeme çizelgeleriyle ilişkisi .....	30
4.1 Modellere göre ana üretim programındaki aylık üretim miktarlarının değişimi .....	56
4.2 Kapasite planlama sisteminin yapısı .....	63
4.3 Kapasite planlama sisteminin menu ağacı .....	68
4.4 Kapasite planlama sistemi ilişkileri .....	71
4.5 Detaylı tezgah yükleri raporu örneği .....	75



## CİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Kapasite planlama düzeyleri ve yapılabilecek düzenlemeler .....	29
4.1 Fabrikada üretimi yapılan buzdolapları .....	56
4.2 Ana üretim programı dosyasının yapısı .....	65
4.3 Tezgah/iş merkezi dosyasının yapısı .....	66
4.4 Operasyon süreleri dosyasının .....	67
4.5 Kapasite listeleri dosyasının yapısı .....	68

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, bilgisayar donanım ve yazılımlarındaki gelişmeler üretim yönetimine de yansiyarak bilgisayarın sağladığı olanakları üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinde kullanan yeni yöntem ve teknolojiler ortaya çıkmıştır. Çeşitli düzeylerdeki bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sistemleri işletmelerin verimlilik ve etkinliklerini arttırmaktadır. Bu çalışmanın konusu olan kapasite planlaması da üretim planlama ve kontrolündeki sözü edilen bu gelişmeler ışığında ele alınmıştır.

Üretim planlama ve kontrolünde başarılı sonuçlar elde edebilmek için gerekli fonksiyonlardan birisi olan kapasite planlaması, çizelgelenen üretimi gerçekleştirebilmek için gerekli kapasite düzeyinin belirlenmesi, mevcut (elverişli) kapasiteyle karşılaştırılması ve yapılabilecek düzenlemelerin planlanması şeklinde tanımlanabilir. Kapasite planlaması, işgücü, makina saati, tesis ve depolama alanları gibi üretim için gerekli kritik elemanları kapsayan bir faaliyettir.

Kapasite, direkt olarak müşteriye verilen hizmeti etkilemektedir. Aşırı kapasite ile üretim sonucunda düşük kaynak verimliliği ortaya çıkacak, yetersiz kapasite ise zayıf müşteri servisi anlamına gelecektir. Başka bir ifadeyle, gerekenden daha fazla kaynak sağlandığında, kaynakların verimsiz kullanımı, imalat etkinsizlikleri, yüksek maliyet ve düşük kar marjları gibi sonuçlarla karşılaşılacaktır. İdeal olanı planlama süresince üretilecek ürün tipleri, üretim miktarları ve üretim zamanlarını belirleyen ana üretim programını gerçekleştirebilmek için gerekli kapasitenin mevcut ve kullanıma hazır olan kapasiteyle denkleştirilmesidir.

Uretim planlama ve kontrol sistemlerinin tasarımı temelinde aynı kurallara dayanmaktaysa da uygulanacak işletmelerin üretim tiplerine göre bazı farklılıklar göstermektedir. Buna bağlı olarak kapasite planlama çalışmaları da üretim sistemlerinin tiplerine göre bazı farklılıklar göstermektedir. Süreç tipi üretim yapan işletmelerde kapasitenin değiştirilmesi esnek olmadığından kuruluş aşamasında kapasitenin seçimi önem kazanmaktadır. Proje tipi üretim yapan işletmelerde ise daha çok CPM ve PERT teknikleri kullanılmakta ve projeyi tamamlama süresine bağlı olarak faaliyetlerin gereksinim duyduğu kaynakların dengelenmesi amaçlanmaktadır. Sürekli üretim yapan işletmelerde kapasite planlaması daha çok üretim hatlarının dengelenmesine bağlı olmaktadır.

Tüm planlama faaliyetlerinde olduğu gibi kapasite planlaması da kapsadığı dönemler itibarıyla kısa, orta ve uzun dönem olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada haftalık, aylık, bir yıllık dönemlerini içeren kısa dönemden orta döneme kadarki kapasite planlaması üzerinde ağırlıklı olarak durulmuştur. Kısa dönem kapasite gereksinimleri, kapasite gereksinim planlaması (Capacity Requirement Planning - CRP) teknikleri ile belirlenebilirken orta dönem kapasite gereksinimleri için taslak kapasite planlama (Rough-Cut Capacity Planning - RCCP) yaklaşımları kullanılabilir. Uzun dönem kapasite planlaması ise ayları ve yılları kapsayan geniş bir planlama ufkunu gerektiren yeni sermaye yatırımlarını içermektedir.

Taslak kapasite planlama süreçlerinin sağladığı bilgiler yoluyla kaynak düzeyleri ya da malzeme planı değerlendirilerek ana üretim programı verimli bir şekilde uygulanabilmektedir. Kapasite gereksinim planlaması tekniklerini kullanarak daha detaylı kapasite planlarını

geliştirmek de mümkündür. Ancak bu detayların sağlanmasında malzeme gereksinim planlaması (Material Requirements Planning - MRP) sistemi tarafından üretilen malzeme planları, zaman boyutlu kapasite gereksinimlerinin hesaplanmasında temel oluşturmaktadır.

Çalışma üç bölüme ayrılmıştır. Üretim sistemi ve yönetimi ile üretim sistemlerinin sınıflandırılması hakkındaki bilgiler birinci bölümde açıklanarak günümüz üretim yönetimi yaklaşımları ve üretim sistemlerinde kapasite kavramı üzerinde durulmuştur.

Bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sistemlerinde kapasite planlamasının yeri ve önemi ikinci bölümde ele alınmıştır. Kapasite planlamasının düzeyleri incelenerek kısa dönemden uzun döneme kadarki zaman ekseninde kapasite gereksinimlerini belirleyebilmek için kullanılacak kapasite planlama teknikleri tanıtılmış ve karşılaşılabilecek teknik sorunlara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde ise bir buzdolabı fabrikasında kapasite planlama sisteminin tasarlanması ve bir uzantısı olan montaj hattı dengeleme konusunda uygulama çalışması yer almıştır. Bu bölümde öncelikle uygulamanın yapıldığı işletmenin kısaca tanıtılmasından sonra mevcut sistem incelenip karşılaşılan sorunlar dile getirilerek tasarımı yapılan kapasite planlama sistemi ve montaj hattı dengeleme yönteminin gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Kapasite planlaması ve montaj hattı dengeleme problemleri için aranan detaylı bilgilerin miktarına bağlı olarak yoğun veriye gereksinim vardır. Bu verilerin saklanması, istenildiğinde kolayca erişilebilmeleri ve hızlıca değerlendirilebilmesi bilgisayar destekli sistemlerin tasarlanmasıyla mümkündür. Buradan hareketle

bilgisayar destekli olarak tasarlanan kapasite planlama sisteminin önemli avantajlarından birisi de gelişen şartlara bağlı olarak ortaya çıkan durumları vakit geçirmeden değerlendirme olanakı sağlamasıdır. Tasarlanan sistem ileride gerçekleşmesi mümkün yeni düzenlemeleri ve eklentileri içerebilecek bir yapıya sahiptir.

Daha sonra tasarlanan sistemin yapısı açıklanmış ve geliştirilen yazılımın modülleri ile gerekli veri tabanı üzerinde durularak tasarım sonuçlarının değerlendirilmesiyle çalışma tamamlanmıştır.

## 2. ÜRETİM YÖNETİMİ VE KAPASİTE PLANLAMASI

Kapasite planlaması üretim yönetimi butünü içersinde ele alınan ve diğer üretim yönetimi fonksiyonlarıyla uyum içersinde olması gereken bir faaliyettir. Bu kesimde genel olarak üretim sistemleri ve üretim yönetimi kavramları incelenmiş, üretim sistemlerinin sınıflandırılmasına geçilerek üretim tiplerine göre planlama ve kontrol faaliyetlerinin farklılıkları üzerinde durulmuştur. Ayrıca üretim yönetimi yaklaşımlarının bilgisayar destekli olmasıyla birlikte sağlanan gelişmeler üzerinde durularak bunların getirdiği katkılara değinilmiştir. Daha sonra kapasite kavramı incelenmiş ve kapasiteyi etkileyen faktörler ve kapasite kararları üzerinde durulmuştur.

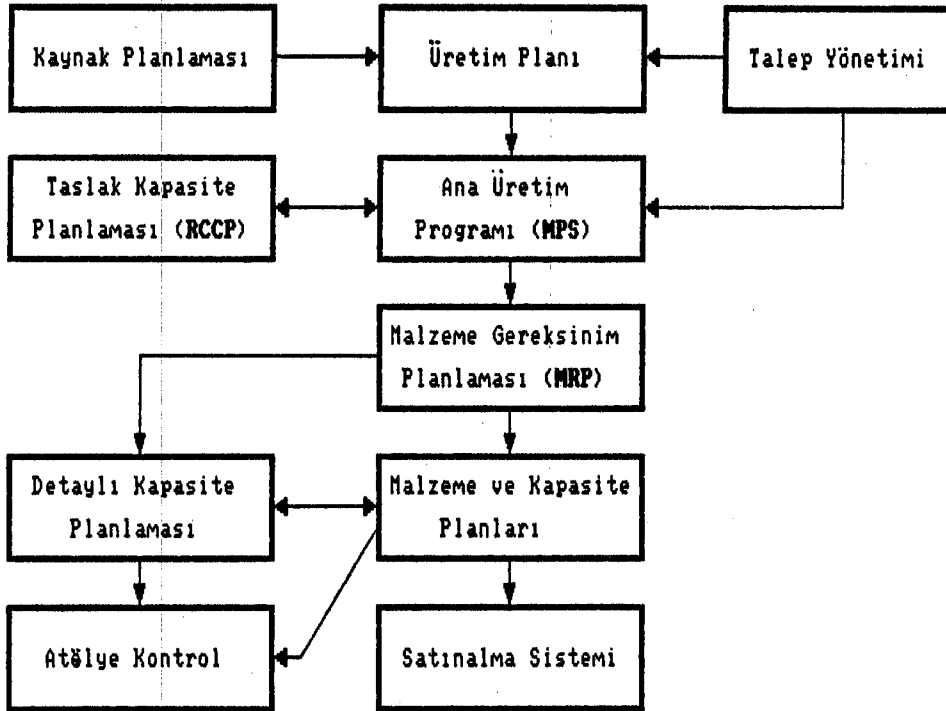
### 2.1 Üretim Sistemi ve Yönetimi

Üretim genel olarak, makina insan ve malzeme kullanımıyla bir fiziksel varlığın yapımı veya bir hizmetin ortaya konması şeklinde tanımlanabilir. Üretimin gerçekleştirilmesinde kullanılan öğelerin bir bütün olarak ele alınmasıyla üretim sistemi ortaya çıkar. Bu sistemin amaca yönelik olarak uyumlu bir şekilde çalışması ise bir yönetsel faaliyettir. Üretim sistemlerinin tasarımı, kurulması ve işletilmesi üretim yönetiminin kapsamını oluşturmaktadır.

Genel olarak, üretim yönetimi, bir işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insangücü kaynaklarının belirli miktarlardaki mamulün istenilen nitelikte (kalitede), istenilen zamanda ve mümkünse en düşük maliyette üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirilmesidir (Kobu, 1981).

Söz konusu bu kaynakların bir araya getirilebilmesi için işletmenin tüm alt sistemlerinin birbirleriyle sürekli iletişim halinde olmaları gerekmektedir. Üretim yönetimi

faaliyetleri, işletmelerin yapısına ve üretim yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak farklı nitelikler gösterse de genel olarak Şekil 2.1'deki gibi ilişkilendirilen faaliyetlerden oluşan bir sistemdir (Volman et al.,1988).



Şekil 2.1: Üretim Planlama ve Kontrol Sistemi

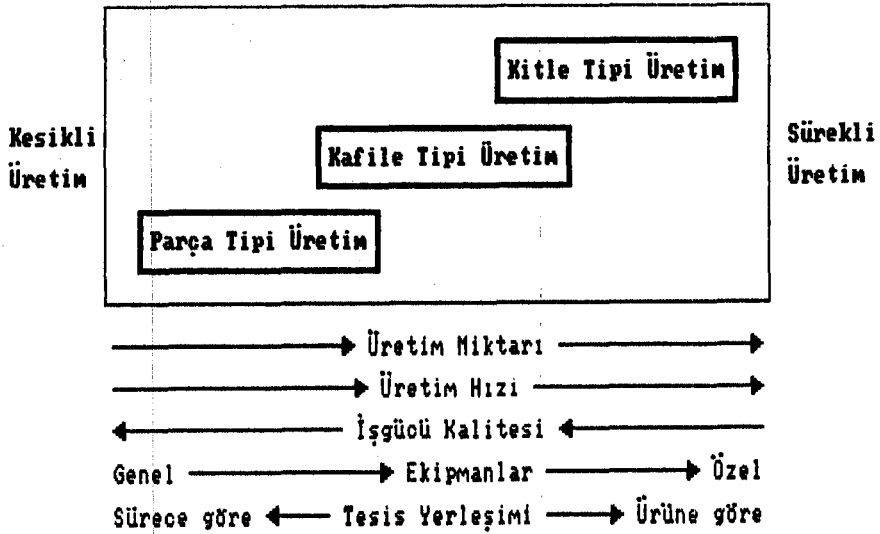
Yukarıda gösterilen faaliyetlere karşılık Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Derneği (American Production and Inventory Control Society - APICS) tarafından önerilen ve kabul gören terim Üretim Planlama ve Kontrol Sistemleri (Manufacturing Planning and Control - MPC) sistemidir.

Ancak başlangıçta üretim planlama ve kontrolü olarak adlandırılan üretim yönetimi faaliyetleri bilgisayar, imalat teknolojileri ve yönetim alanındaki gelişmelerle birlikte yeni boyutlar kazanmış ve konu ile ilgili literatürde farklı üretim yönetimi termonolojisi oluşmuştur. Üretim kaynakları planlaması (MRP II),

bilgisayar destekli üretim ve stok kontrolü, üretim planlama ve kontrol sistemleri olarak adlandırılan bu üretim yönetimi yaklaşımları ilerki kesimlerde tekrar ele alınacaktır.

## 2.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sistemlerinin tiplerinin belirlenmesinde temel teşkil eden özellikler ürün miktarı, ürün çeşitliliği ve üretim için gerekli işlemlerin (operasyon) tekrarlılığıdır. Buna göre iki uç olan sürekli ve kesikli üretim tipleri arasında parça, kabile ve kitle üretimi olmak üzere üç ana üretim tipi vardır. Bazı yönleriyle ortak özellik gösteren üretim tiplerinin faktörler itibariyle çeşitliliği Şekil 2.2'de gösterilmiştir (Groover, 1987).



Şekil 2.2: Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim tipleriyle planlama ve kontrol sistemleri arasındaki etkileşim önemli olduğundan üretim tiplerinin daha ayrıntılı incelenmesi yerinde olacaktır.



### 2.2.1 Parça tipi Uretim

Parça (atölye) tipi (job shop) Uretim belirleyici özelliği üretim miktarının düşük olmasıdır. Üretim partileri küçük birimlerden ve genellikle tek tip urunden oluşur. Parça tipi üretim sistemlerinde ürün çeşitliliği oldukça yüksek olmakla birlikte, ürünler bazında talep, kafiye veya kitle tipi üretim için yeterli değildir (Nişancı, 1984).

Parça tipi üretim, özel müşteri siparişlerini karşılamak için yapılmaktadır. İş değişikliklerinin çok fazla olmasından dolayı üretim ekipmanları genel amaçlı ve esnek olmalıdır. Bu nedenle değişik tezgahlarda çalışabilecek kalifiye işçilerin kullanılması kaçınılmazdır. Büyük makina, uçak, özel alet ve ekipmanlar ve gelecekteki ürünün prototipleri gibi ürünler parça tipi üretime örnek olarak verilebilmektedir (Groover, 1987).

Bina ve gemi inşaatı, üretim miktarları uygun düzeyde olsa bile işlemlerin bir fabrikada gerçekleştirilmemesi nedeniyle parça tipi üretim sınıfında tanımlanmazlar. Bu tip üretim sistemlerine proje tipi üretim adı verilmektedir.

Parça tipi üretim talebin gerçekleşmesine bağlı olarak aşağıdaki gibi gerçekleşebilir (Acar, 1988).

- i. Az sayıda ürünün bir defada üretilmesi,
- ii. Az sayıda ürünün talep geldikçe belirsiz aralıklarla üretilmesi,
- iii. Az sayıda ürünün talep geldikçe belirli aralıklarla üretilmesi.

Son iki üretim şeklinde tekrarın getirdiği bazı kolaylıklar vardır. Ürünlerin daha önceden yapılmış olması tanınmalarını ve üretim sırasında karşılaşılabilecek zorlukların önceden görülmesini sağlar. Özellikle ürün siparişleri önceden tespit edilebilen belirli aralıklarla gelebiliyorsa, üretim planlama ve kontrolü kolaylaşır (Nişancı, 1984).

### 2.2.2 Kafile tipi üretim

Kafile (parti) tipi üretim (batch production) sistemlerinde belirli bir siparişi ya da sürekli talebi karşılamak için benzer veya aynı cinsten ürünler kafileler halinde üretilirler (Nişancı, 1984). Kafile tipi üretimde bir parçaya olan talep aralıklı olarak karşılanmaktadır. Üretim hızı talebi aştığından stoklamak amacıyla da üretilebilir (Groover, 1987).

Kafile tipi üretimde kullanılan tezgahlar genel amaçlı ve yüksek üretim hızına sahiptir. Genellikle çok parçalı dayanıklı tüketim ürünlerinin parçalarının üretimini yapmaktadır.

Kafile tipi üretimde, üretim planlaması ve kontrolü parça tipi üretime göre daha kolaydır. Özellikle kafile büyüklükleri ve üretim kafilelerinin tekrarı arttıkça kazanılan deneyim, belirsizlikleri azaltacağından üretimin planlanması ve kontrolünü kolaylaştıracaktır.

### 2.2.3 Kitle tipi üretim

Kitle tipi üretim aynı ürünlerin üretildiği ve uzmanlaşmanın gerektirdiği üretim sistemlerinde görülür. Kitle tipi üretim sistemlerinin başlıca özelliği ürüne olan talebin çok yüksek olması ve kullanılan tesis ve ekipmanların belirli bir mamule göre tasarlanmasıdır. Ürün

çeşitliliği çok az veya hiç yoktur. Çeşitlilik ürünlerin kendi aralarındaki farklılıklarından ziyade model değişimi gibi bazı küçük değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Nişancı, 1984).

Kitle tipi üretim sistemleri kendi aralarında kullanılan üretim araçları ve ürün özelliğine göre miktar (quantity) ve akış (flow) üretimi olmak üzere iki gruba ayrılır (Groover, 1987).

Miktar üretimi genellikle bağımsız parçaların oldukça standart donanımlar kullanılarak üretilmesidir. Kitle üretimindeki parçalar, yüksek talep hızına sahip (otomobil, ev gereçleri, ampul vb.) montaj ürünleri için donanım parçaları (vida, civata vb.) ve birçok plastik döküm parçalarını içermektedir. Bu tür üretime bağlantısız kitle üretimi adı da verilmektedir (Nişancı, 1984).

Akış üretimine, petrol rafineleri, kimyasal tesisler, çimento ve gıda ürünleri örnek olarak verilebilir.

Kitle tipi üretimde, üretim planlama ve kontrolü ürün çeşitliliğinin az olması nedeniyle diğer üretim sistemlerine göre fazla karmaşık değildir. Kitle üretiminde karşılaşılabilecek ana sorunlar;

- i. Sürekli üretim için iyi dengelenmiş bir üretim hattı tasarımı yapmak,
- ii. Hat üzerindeki tezgahların güvenilirliği ve bakım-onarım sorunlarına cevap bulmak,
- iii. Hammade ve yarı mamul ihtiyaçlarını zamanında karşılamak,
- iv. Ürün tasarımı çalışmalarını etkin bir düzeyde sürdürmek,

v. Uretim hattının düzgün işleyişini sağlayacak şekilde ara stok düzeylerini tespit etmek, şeklinde sıralanabilir (Acar, 1988).

### 2.3 Günümüz Uretim Yönetimi Yaklaşımları

1950'lerden sonra kullanılan geleneksel üretim yönetimi yaklaşımlarının, sürekli gelişen karmaşık imalat ortamlarında ve pazar koşullarında yetersiz kalmaları pek çok sorunu ortaya çıkarmıştır. Bu arada bilgi işlem olanakları hızla gelişmiş ve yöneticilerin gereksinim duyduğu doğru ve güvenilir bilgiye erişim kolaylaşmıştır.

Bilgisayar teknolojisindeki donanım ve yazılım yönlü bu gelişmeler üretim yönetimine de yansiyarak sözkonusu geleneksel üretim yönetimi sorunlarına yeni ve daha etkin yaklaşımlar getiren bir dizi yenilik kendini göstermiştir. Artan rekabet, gelişen imalat teknolojileri, maliyet yuku, verimlilik ve kalite yönlü baskıların da etkisiyle işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için yeni üretim yönetim biçimlerini geliştirmek zorunluluğunu duymaya başlamışlar, geleneksel üretim yönetimi yaklaşımlarını bilgisayar destekli üretim yönetimi yaklaşımlarına dönüştürme çabasına girişmişlerdir. Böylece bilgisayarlardan geniş ölçüde yararlanan yeni bir "yönetim teknolojisi" ortaya çıkmıştır (Özkul ve Kara, 1989).

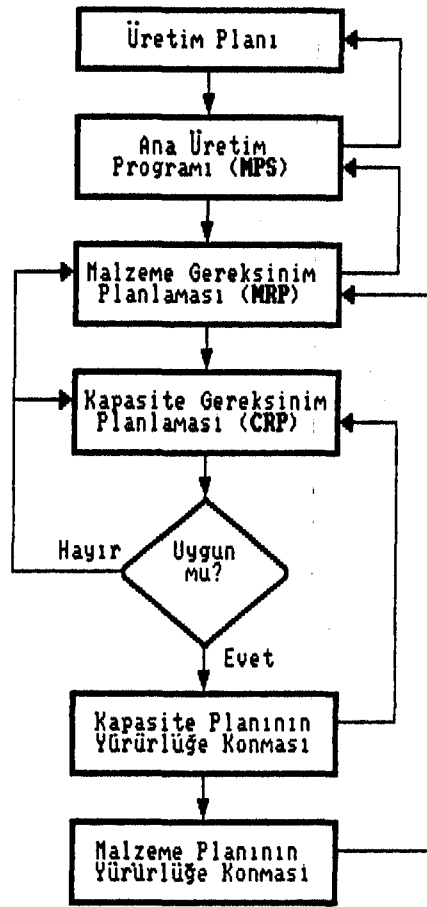
Bilgisayarların sağladığı olanakları üretim yönetimine aktarma, başlangıçta ambar yönetiminde stok takibinin bilgisayar ortamında yapılması ile başladıysa da üretim planlama ve kontrol faaliyetlerini yenileştirme ve

bilgisayar destekli bir biçime dönüştürme konusundaki en önemli başlangıcın Malzeme Gereksinim Planlaması (Material Requirement Planning - MRP) yaklaşımı olduğu söylenebilir.

MRP sisteminin yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla, alınan siparişlerin karşılanabilmesi için yeterli kapasitenin olup olmadığı, darbogaz kaynakların neler olduğu gibi bazı soruların cevaplanmasındaki yetersizlikler ortaya çıkmaya başlamış, böylece ana üretim programını destekleyecek olan kaynaklara (makina, işgücü vb.) olan gereksinimleri belirleyebilmek amacıyla kapalı devre (closed loop) MRP adı verilen ve daha etkin bir sistem ortaya çıkmıştır.

MRP'nin kapalı devre olması bir geri besleme düzeniyle ana üretim programının atölyedeki iş durumunu dikkate alarak değiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Şekil 2.3'te görülen kapalı devre MRP sistemiyle, malzeme gereksinimleri ve önceliklerinin yanı sıra kapasite planlaması ve atölye kontrolü de dikkate alınmış olmaktadır (Wight, 1984).

Hazırlanan ana üretim programı uyarınca hangi malzemenin veya parçanın ne zaman ve ne miktarda temin edileceğinin belirlenmesi için geliştirilen bir teknik olan MRP, Kapasite Gereksinim Planlaması (Capacity Requirement Planning - CRP) sistemiyle bütünleşerek kapalı devre MRP sistemi olmasıyla, genel işletme ve üretim yönetimi fonksiyonlarını ortak veri tabanında bütünleştiren Üretim Kaynakları Planlamasının (Manufacturing Resource Planning - MRP II) temelini oluşturmaktadır.



**Sekil 2.3: Kapalı Devre MRP Sistemi**

MRP II'nin temel özelliklerini Wight (1984) şu şekilde belirtmektedir (Özkul ve Kara, 1989).

- i. Bir işletmede üretim sistemiyle finansal sistem özdeşdir. Her ikisinde de aynı işlemler ve aynı sayılar vardır. MRP II bu özellikten hareketle işlem anında oluşan sayıların finansal sisteme uzantısını sağlar.
- ii. İyi bir sistem gerçeğin benzetimi olmalıdır. MRP II, eğer-olursa analizleriyle farklı üretim programları veya farklı politikaların uygulanması sonuçlarının incelenmesi imkanını verir.

iii MRP II, planlama ve kontrolün temel bileşenleri olan satışlar, ürünler, stoklar, iş merkezleri, üretim çizelgeleri, nakit akışları ve benzeri unsurları bütünleştiren bir sistemdir.

Üretim yönetimi teknolojisindeki bu gelişmeler literature çeşitli başlıklarla yansımıştır. Bu konunun öncülerinden olan Wight (1984) geliştirdiği yaklaşımı Üretim Kaynakları Planlaması (Manufacturing Resource Planning - MRP II) olarak adlandırmıştır.

Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Derneği (American Production and Inventory Control Society - APICS) işletme fonksiyonlarını içine alan planlama ve kontrol faaliyetlerini Üretim Planlama ve Kontrol (Manufacturing Planning and Control - MPC) sistemleri olarak adlandırmakta MRP II ile sınırlı kalmayıp Tam Zamanlı Üretim (Just in Time - JIT) ve Üretim Teknolojisi Eniyilemesi (Optimized Production Technology - OPT) içine alan geniş bir perspektifle ele alarak değişik koşullarda farklı yaklaşımlardan yararlanılabileceği belirtilmektedir.

Bilgisayarla Butunleşik İmalat (Computer Integrated Manufacturing - CIM) ise üretim planlama ve kontrolunda Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design - CAD), Bilgisayar Destekli İmalat (Computer Aided Manufacturing - CAM) ve Esnek Üretim Sistemleri (Flexible Manufacturing Systems - FMS) konularını kapsamaktadır.

Üretim işletmeleri için geliştirilmiş olan günümüz yönetim teknolojilerini "tasarım-yapım yoğun" ve "planlama-kontrol yoğun" sistemler olarak sınıflamak mümkündür (Özkuş ve Kara, 1989).

Üretim yönetimi teknolojileri için benzer bir sınıflama da Smith (1989) tarafından aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

- i. Uretim faaliyetlerinin otomasyonu (CAD, CAM, FMS, robotiks v.b.)
- ii. Bilgisayar destekli üretim ve stok kontrolu (MRP, MRP II, JIT, OPT v.b.)

Ranky (1985) de CIM ve MRP II'nin mühendislik ve işletme veri tabanı etrafında bütünleşeceğini belirtmektedir. Jain (1991) ise CIM, MRP II ve Yönetmel Bilgi Sisteminin (Executive Information System - EIS) bütünleşmesi 90'lı yılların ana hedefi olduğunu belirtmekte ve bu sisteme "Yatırım Çözümü" (Enterprise Solution) adını vermektedir.

Günümüz üretim yönetimi teknolojilerindeki bu gelişmelerin bütünleştirilerek, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkacak olan geleceğin tamamen otomatikleşmiş fabrikaların yapı taşlarından birini oluşturacağı kuşkusuzdur.

Görüldüğü gibi bilgisayar destekli yeni yaklaşımlarla, üretim ve üretim yönetimi faaliyetlerinin yerine getirilmesinde devrim sayılabilecek önemli katkılar sağlanmıştır. Üretim yönetimi kapsamındaki kapasite planlaması faaliyetlerini de bu gelişmeler doğrultusunda ele almak gerekmektedir.

#### **2.4 Üretim Sistemlerinde Kapasite Kavramı**

Kapasite terimi, üretim sistemlerinde çok geniş kullanım alanı bulan bir kavramdır. Bu çalışmada genel olarak üretim işletmelerinin kapasitesinden sözedilmektedir. Üretim yönetiminde kapasite terimi çok farklı şekillerde kullanılması nedeniyle bu kesimde kapasite kavramı ve kapasite türleri incelenerek, kapasite kararlarına değinilecektir.



#### 2.4.1 Kapasitenin tanımı

Bir üretim sisteminde girdilerin çıktılara dönüştürülmesi süreci ve üretim faaliyetlerinin yerine getirilebilmesi için kullanılacak işgücü, donanım ve tesisler söz konusu üretim sisteminin kapasitesini oluşturmaktadır. Başka bir ifadeyle bir üretim sisteminin gerçekleştirdiği veya gerçekleştirmesi gerekli üretim seviyesi o sistemin kapasitesidir.

Buffa (1987) kapasiteyi, bir üretim sisteminin, üretim yeteneğinin sınırlayıcısı olarak tanımlamakta ve birim zamanda elde edilen çıktı olarak ifade etmektedir. Ancak üretim sisteminin kullanma yoğunluğu (fazla mesai, vardiya sayısı vb.) dikkate alındığında bu ölçünün yetersiz kalabileceğini de belirtmektedir.

Özgen (1987) yukarıdaki tanıma benzer olarak, üretim kapasitesini, işletmenin belirli bir süre içerisinde üretim faktörlerini rasyonel bir biçimde kullanarak meydana getirebileceği üretim miktarı olarak tanımlamaktadır.

Groover (1987) ise kapasiteyi, bir dizi üretim koşulları altında üretilebilecek en büyük üretim miktarı olarak tanımlarken, sözkonusu üretim koşullarının da günlük vardiya sayısı, haftadaki çalışma günü, işgücü düzeyi, fazla mesainin olup olmadığı gibi faktörlere bağlı olduğunu ifade etmektedir.

Yapılan bu tanımlardan ortaya çıkan kapasitenin, eldeki üretim faktörlerinin belirli bir dönem içerisinde sunabileceği üretime katılma ölçüsü (adam-saat/dönem vb.) veya çıktı miktarı (adet/dönem, ton/dönem vb.) olduğudur.

Yukarıda açıklanan tanımlardan hareketle kapasite, herhangi bir üretim sisteminin (makina, iş merkezi, işçi, bölüm, tesis vb.) belirli bir zaman aralığında, gerçekleştirebileceği üretim miktarı şeklinde tanımlanabilir. Bu tanıma göre üretim miktarı ve zaman faktörlerinin belirlenmesi kapasite ölçümünde önem kazanmaktadır. Tek ürün üreten işletmelerde ölçünün tanımlanmasında sorun yoktur. Ancak çok çeşitli mamul üreten işletmelerde miktar için ortak bir ölçü bulmak güçleşir. Benzer güçlük zaman faktörü için de sözkonusudur. Genellikle işletmeler farklı vardiya sayıları ve fazla mesai gibi uygulamalarla belirli bir zaman aralığında değişik sürelerde üretim yapabilir.

Kapasite, ürün karmaşasını temsil eden genel ölçülerle (birim, ton, metre, standart zaman vb.) birimlendirilip tanımlanmalıdır. Birim ölçü tüm ürünleri temsil edebilmeli ve zamana bağlı olarak seçilmelidir. Bu yüzden ürün çeşitliliği arttıkça kapasitenin ölçülmesi zorlaşmaktadır. Üretim sisteminin çıktıları benzer nitelikteyse kapasitenin tanımlanması ortak bir birimle yapılabilirken, ürün karışımı olan sistemlerde ise ortak bir birimin kullanılması zordur. Bu gibi durumlarda kapasite, üretimde kullanılan girdiler (yıllık, aylık veya haftalık zaman aralıklarında kullanılan işçilik ve makina saatleri, hammadde miktarı vb.) cinsinden tanımlanabilir.

#### 2.4.2 Kapasite türleri

Kapasitenin tanımlanıp hesaplanmasında karşılaşılan zorluklar değişik yaklaşımların izlenmesine neden olmuş ve buna bağlı olarak değişik tür ve nitelikte kapasite

kavramları ortaya çıkmıştır. Uygulamada karşılaşılan bu kapasite kavramlarından en yaygın olanları, teorik kapasite, pratik kapasite, ve fiili kapasitedir.

Teorik kapasite, işletmenin birim zaman (gün, hafta, ay, yıl vb.) içerisinde durmadan ve dinlenmeden üretebileceği üretim miktarıdır (Özgen, 1987). Ancak uygulamada teorik kapasiteye erişmek mümkün olamamaktadır. Bunun nedeni ise kullanılan makine ve tehzizatın hiç durmaksızın kullanılmasının yanısıra çalışanların sürekli çalışmaması, tatil ve izin gibi dinlenmelerin yasalarla zorunlu kılınması, elektrik kesintileri gibi beklenmeyen aksaklıkların teorik kapasiteye ulaşmayı engeleleyici etkenlerin kaçınılmaz oluşudur (Altug, 1989).

Pratik kapasite, en basit şekilde üretim kapasitesi olarak ifade edilebilir. Pratik kapasitenin belirlenmesi oldukça güçtür. Ancak pratik kapasite iş merkezlerinin normal ve alışılmış çalışma saatlerindeki üretimin bir göstergesidir ve tatil, bakım, ara dinlenmeler, sayım gibi duraklamaları kapsarken beklenmeyen duraklamaları içermez (Altug, 1989).

Fiili Kapasite, işletmenin belirli bir süre içerisinde elde ettiği üretim miktarıdır. Fiili kapasite pratik kapasitenin altında veya üstünde olabilir. Fiili kapasitenin pratik kapasiteye bölünmesiyle elde edilen oran çalışma derecesi olarak ifade edilmektedir.

Bunların dışında normal kapasite, maksimum kapasite, eniyi kapasite, minimum kapasite, beklenen kapasite, tam kapasite, atıl kapasite, niteliksel kapasite ve niceliksel kapasite gibi terimlere de literatürde raslanmaktadır (Özgen, 1987 ve Altug, 1989).

Öte yandan kapasitenin niceliksel (süre, sayı) yönü yanında niteliksel yönü de (Üretime hazır olma, kalite vb.) göz önünde bulundurulmalıdır.

### 2.4.3 Kapasite kararları

Kapasite planlaması birbirine bağımlı iki planlama aşamasından oluşur. Bunlar, ortalama üretim seviyesinin belirlenmesi ve bu seviyeden sapmaları gerektiren durumların karşılanabilmesi için yapılan ayarlama çalışmalarıdır.

Üretim yönetiminde karar vericilerin öncelikle, izleyen iki temel soruya cevap aramalıdır (Tersine, 1989).

i. Neyin üzerinde çalışılmalıdır? (Ne üretilecek?)

ii. Bunu üretebilmek için yeterli kapasite var mı?

İlk soru öncelikler, ikinci soru da kapasiteyle ilgilidir. Öncelikler MRP ile belirlenebilirken kapasite planlamasıyla işgücü ve donanımına ne zaman ve ne kadar gereksinim olduğu belirlenir.

Kapasiteyi etkileyen birçok faktör vardır. Kapasiteyi etkileyen bu faktörlerin bir kısmı yönetimin kontrolü altındayken, bir kısmı da yönetimin kontrolü dışındadır. Yönetimin kontrolü altındaki faktörler;

- . bina/arazi,
- . işgücü,
- . tesis, makinalar ve aletler,
- . günlük vardiya sayısı,
- . haftalık çalışma günü,
- . fazla mesai,
- . dışarıya yaptırma,
- . önleyici bakım.

şeklinde sıralanabilirken yönetimin kontrolü dışında olan faktörler ise;

- . devamsızlık,
- . personel değişiklikleri,
- . işgücü performansı,
- . ekipmanların arızalanması,
- . iskarta ve yeniden işleme,

olarak sıralanabilir. Kapasite yukarıda verilen bu faktörlerin herhangi birisinin değişmesiyle etkilenebilmektedir (Tersine, 1985).

Kapasite planlaması, mevcut kapasiteyle gelecekteki kapasite gereksinimlerini karşılaştırarak denkleştirmeye çalışan etkileşimli bir süreçtir. Kapasitede bir dengesizlik olduğunda aşağıdaki iki adımdan biri uygulanmalıdır (Tersine, 1985).

- i. Eger mevcut kapasite, gerekli kapasitenin altındaysa, mevcut kapasite artırılmalı (fazla mesai uygulaması, ek vardiya, fason-taşaron kullanımı vb.) veya gereksinilen kapasite azaltılmalıdır (ana üretim programının değiştirilmesi, alternatif rotaların seçilmesi vb.).
- ii. Eger mevcut kapasite, gerekli kapasiteden büyükse, mevcut kapasite azaltılmalı (fazla mesai saatlerinin azaltılması, işgücünün kaydırılması ya da işten çıkarılması vb.) veya gereksinilen kapasite arttırılmalıdır (ana üretim programının değiştirilmesi, fason üretim azaltılması vb.).

Bir üretim sisteminin kapasitesi, kaynakların daha verimli kullanımlarıyla veya üretim birimleri arasında kaynak transferleri (ikame) ile belirli ölçüde

değiştirilebilir. Dışarıya yaptırma yoluyla, yani üretimin bir kısmının firma dışında yaptırılması darbogaz teşkil eden işlemlerde kapasite ayarlamaları için esneklik sağlayabilir.

Çalışma saatleri, vardiya sayısı, veya fazla mesai uygulamalarında yapılan değişiklikler de kapasite ayarlamasında yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ancak ek vardiya ve fazla mesai kararları birtakım yeni maliyet öğelerini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle ek vardiya kararı alınırken firmanın özellikleri göz önünde tutularak ekonomik analiz yapılması gerekmektedir.

### 3. KAPASITE PLANLAMA SİSTEMİ

Uretim planlama ve kontrol sistemlerinde kapasite planlaması diğer alt sistemlerle birlikte düşünülmesi gereken ve farklı düzeylerde farklı yaklaşımların söz konusu olduğu bir faaliyettir. Öte yandan uygulamada çözüme kavuşturulması gereken bir çok teknik sorun vardır. Bu kesimde öncelikle kapasite planlamasının, bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sistemindeki yeri ve önemi üzerinde durulmuştur. Kapasite planlamasının düzeyleri incelenerek kısa dönemden uzun doneme kadarki planlama ufkunda kullanılan kapasite planlama teknikleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Daha sonra kapasite planlamasındaki yönetsel ve teknik sorunlar dile getirilerek bir işletmede kapasite planlama sisteminin tasarımı ve kullanımı için nelerin gerekeceği anlatılmıştır.

#### 3.1 Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminde

##### Kapasite Planlamasının Yeri

Malzeme planlarına bağlı gereksinimleri karşılayacak şekilde üretim kapasitesinin uygunluğunu sağlayan kapasite planlaması bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol sisteminin önemli bir bölümüdür. Yeterli kapasitenin sağlanıp sağlanamayacağına yönelik bir çalışma olmaksızın, veya kapasite fazlasının varlığını bilmeksizin üretim planlama ve kontrol sisteminin faydalarının tam olarak gerçekleşmesi mümkün olamayacaktır.

APICS kapasite planlamasını, kapasitenin sınırlarının veya seviyesinin saptanması, ölçülmesi ve ayarlanması şeklinde tanımlamaktadır (Shonberger and Knad, 1985).

Üretim planlama ve kontrol sisteminde, malzeme planlama sistemleriyle birlikte yürütülen kapasite planlaması, çizelgelenen üretimi gerçekleştirmek için gerekli kapasite düzeyinin belirlenmesi, bunun kullanılabilir işletme kapasiteyle karşılaştırılması ve kapasite düzeylerinde veya çizelgelerinde yapılması gerekli düzenlemelerin planlanması şeklinde tanımlanabilir.

Geleneksel olarak kapasite planlama süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Buffa, 1985).

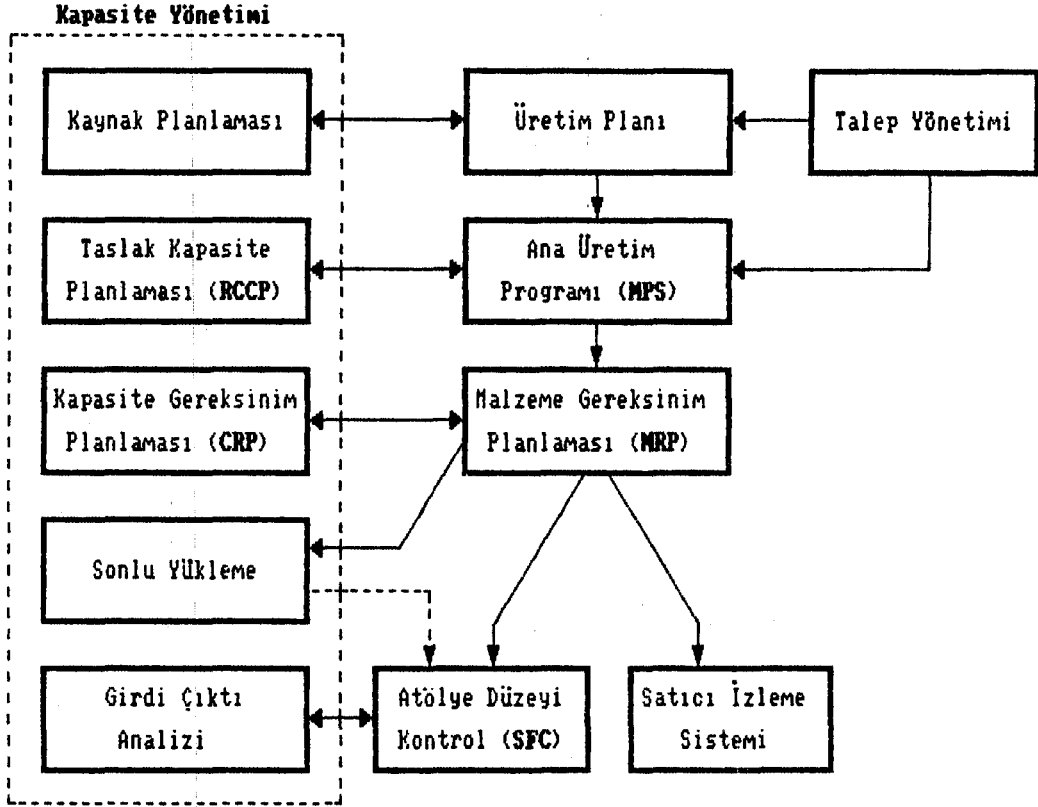
- i. Rekabet koşulları, teknolojide mümkün olabilen etkilerini ve diğer olayları gözönünde bulundurarak gelecekteki talebin kestirilmesi.
- ii. Bu kestirimlerin fiziksel kapasite gereksinimlerine dönüştürülmesi.
- iii. Gereksinimlere bağlı olarak alternatif kapasite planlarının türetilmesi.
- iv. Alternatif planların ekonomik etkilerinin analizi.
- v. Alternatif planların stratejik etkilerinin ve risklerinin tanımlanması.
- vi. Yürürlüğe konacak plana karar verilmesi.

Kapasite planlama kararlarıyla bütünleştirilmiş bir üretim planlama ve kontrol sisteminin diğer modülleri arasındaki ilişki Şekil 3.1'de gösterilmiştir (Volman et al., 1984).

Şekil 3.1 incelendiğinde, kapasite planlaması modüllerinin, kullanılan malzeme planının niteliğine göre farklılıklar gösterdiği gözle çarpılmaktadır. Planlama hiyerarşisinden aşağıya doğru (uzun dönemden kısa döneme



dogru) ilerlendiginde girdi olarak kullanılan malzeme planının ayrıntı düzeyi de artmaktadır. Buna bağlı olarak elde edilen kapasite planları da daha gerçekçi olmaktadır.



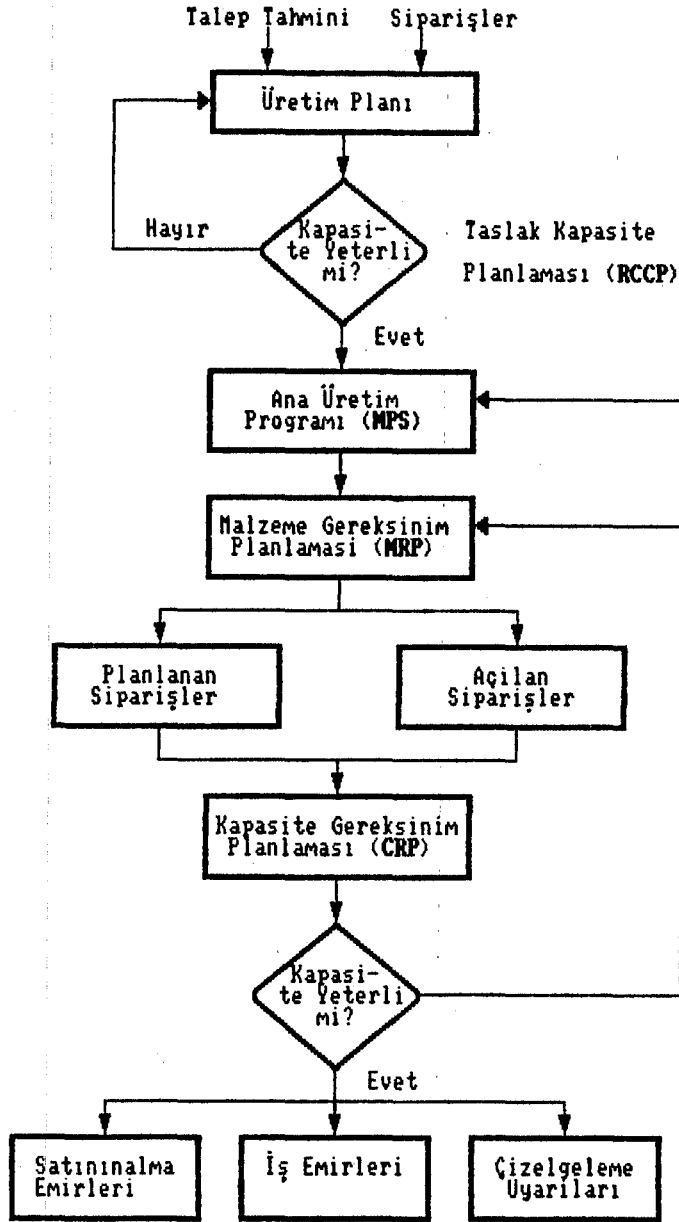
**Sekil 3.1: Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminde Kapasite Planlamasının Yeri**

Dönem çıktı düzeyinin ne olacağını gösteren üretim planı kapasite kararlarının da çıkış noktası olmaktadır. Üretim planı gerçekleşmesi mümkün kapasite kısıtları gözönünde bulundurularak düzenlenmelidir. Üretim planının zaman boyutu genellikle kapasitenin değişebileceği uzunluktadır.

Uretim planı genel anlamda ürün ve ürün modellerine göre daha özel detaylar içeren ana üretim programına dönüştürülerek yürütülür. Şekil 3.2'te görüldüğü gibi üretim planlama aşamasında taslak kapasite planlamasıyla gerçekleşebilir bir ana üretim programı hazırlanır. Eğer ana üretim programı abartılmış ve fazla yüklenmiş ise sonrasında hazırlanacak MRP'nin öncelikleri geçersiz olacak ve istenen sonuca ulaşılamayacaktır. Bu yüzden MRP sonrasında elde edilen öncelikler için mevcut kapasitenin yeterli olduğu doğrulanmalıdır (Tersine, 1985).

Uretim planı ve kaynak planlamasının iyi yapılmasıyla üretim için yeterli kaynaklar başlangıçta elde edileceğinden, kapasite planlamasındaki sorunlar azaltılabilir. Üretim planı çok dengeli bir üretim miktarı öngörüyorsa, sonuçta kapasite değişikliği gereksinimi oldukça azalacaktır. Buna göre titizlikle hazırlanan kaynak ve üretim planlama sistemiyle sağlanan istikrar sonucunda taslak kapasite planlaması ve CRP sistemlerinin kullanılması gerekmeyebilir (Volman et al., 1988).

MRP, atölyedeki iş yüklerini düzenleyemediğinden, kapasite problemlerini çözemez. Ana üretim programının değiştirilmesi kapasitedeki düzensiz değişimleri azaltılabilir. Ancak önceki siparişler ve parti büyüklüğü politikaları atölye düzeyindeki kapasite gereksinimlerini düzensiz değişmesine neden olmaktadır. Kapasite gereksinimlerindeki dalgalanmalar, planlanan siparişlerin öne alınması veya ertelenmesiyle kısmen de olsa düzeltiler.



Sekil 3.2: Kapasite Planlamasının İşleyişi

MRP'nin çıktıları olan açılmış siparişler ve planlanan siparişler CRP'nin girdilerini oluşturmaktadır. CRP ana üretim programını gerçekleştirmek için rota dosyasından alınan standart süreleri kullanarak zaman eksenini ve iş merkezlerine göre kapasite gereksinimlerini hesapla-

maktadır. Buradaki amaç mevcut kapasitenin ana üretim programını desteklemeye uygun olup olmadığını göstermektir. Eğer mevcut kapasite elverişli değilse ana üretim programı tekrar gözden geçirilmeli veya kapasite genişletilmelidir. Kapasite yeterli ise hazırlanan malzeme gereksinim planları uygulamaya konulabilir.

CRP bir işletmede düzeltici faaliyetlerin alınabilmesi için iş merkezlerindeki fazla yükleme, eksik yükleme veya darbogazları zamanında belirlemeyi sağlamaktadır. Ayrıca MRP'den aldığı malzeme gereksinimlerini zaman ekseninde değişik iş merkezlerinin standart sürelerine dönüştürür. Kapasite gereksinimlerini, zaman boyutunda görebilme yeteneği işgücü planlaması açısından oldukça önemlidir (Tersine, 1985).

Yukarıda açıklanan ve Şekil 3.2'de de görülen kapasite planlaması işlemleri elverişli kapasiteyle gelecekteki kapasite gereksinimlerini karşılaştıran gerçek bir etkileşimli süreçtir (Tersine, 1985).

Kapasite planlama sistemlerinin tasarımını etkileyen önemli bir özellik yürütme süresince atölye düzeyinde kontrol (shop floor control) sistemiyle olan ilişkisidir. Atölye düzeyinde kontrolün iyi uygulanabilmesi daha gerçekçi planların yapılmasını sağlar. Yeterli kapasitenin sağlandığı ve atölye düzeyinde kontrol sistemince bu kapasitenin etkili kullanımı kontrol altına alındığı takdirde kapasitenin analizi ve değiştirilmesini gerektirecek çok az sorunla karşılaşılacaktır (Volman et al., 1988).

Etkili bir atölye düzeyi kontrol sistemi MRP sisteminin önceliklerini işlerliğe sokmak için gerekli kapasiteyi değerlendirerek, kısa vadeli kapasite problemlerine bir

bakış sağlamakta ve malzeme planlarında yapılan değişikliklerden etkilenmektedir. Dolayısıyla, etkili bir atölye düzeyi kontrol sistemi, kapasite planlama sistemlerindeki ayrıntı ve duyarlılığa olan gereksinimi azaltmaktadır.

### 3.2 Kapasite Planlamasının Düzeyleri

Talep değişkenliğini karşılayacak şekilde hazırlanan üretim planını tamamlayan, kapasite planlamasının niteliği, planlama döneminin uzunluğuna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kapasite planlama faaliyetlerinin Şekil 3.1'de yer alan beş düzeyi, uzun zaman periyotlarına yönelik geniş kapasite toplamalarından saatlik veya daha kısa bir zaman dilimine yönelik ayrıntılı makina çizelgelemeye kadar geniş bir aralığı kapsamaktadır (Volman et al., 1985).

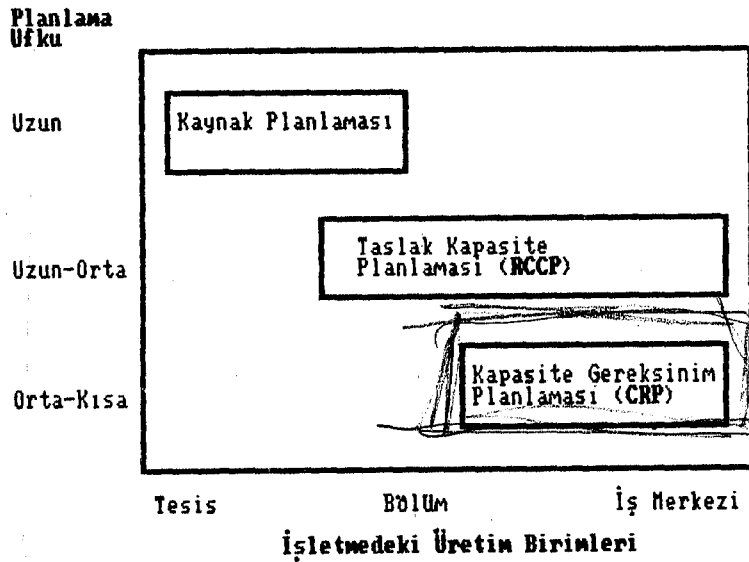
Kapasite planlamasında da genel olarak üç planlama dönemi uzunluğu söz konusudur. Uzun dönem planlamada yeni tesislerin veya binaların yapılıp yapılmayacağına karar verilirken orta dönemde yeni işgücü katılımlarının gerekip gerekmediğine karar verilir. Kısa dönemde ise işletme düzeyinde, hangi iş merkezlerinde kapasite kısıtlarının olduğu ve fazla mesai ile ek vardiya kararlarının alınıp alınmayacağı belirlenmeye çalışır (McClain and Thomas, 1985).

Çizelge 3.1'de kapasite planlamasının üç düzeyi, kullandıkları malzeme planı ve yapılabilecek kapasite değiştirme yaklaşımları gösterilmiştir. (Tersine, 1989).

**Çizelge 3.1: Kapasite Planlamasının Düzeyleri ve Yapılabilecek Düzenlemeler**

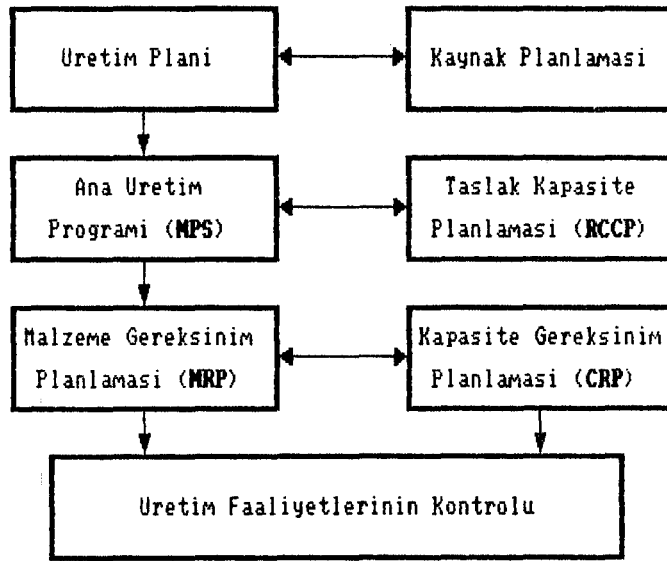
Planlama Düzeyleri	Zaman Boyutu	Kullanılan Malzeme Planı	Yapılabilecek Değişiklik Seçenekleri
Kaynak Planlaması	Uzun dönem	Üretim Planı	Arazi, tesis, ekipman, işgücü
Taslak Kapasite Planlaması	Orta-uzun dönem	Ana Üretim programı (MPS)	İşgücü, rotalama, yapma veya satınalma, taşeron kullanımı
Kapasite Gereksinim Planlaması (CRP)	Kısa-orta dönem	Malzeme gereksinim planlaması (MRP)	İşgücü, rotalama, fazla mesai, taşeron kullanımı

Planlama ufkuna göre kapasite planlamanın işletme bütününün hangi alt birimine yönelik olduğu ise Şekil 3.3'te verilmiştir (Smith, 1989).



**Şekil 3.3: Kapasite Planlarının Kapsadığı Üretim Birimleri**

Uretim planını girdi olarak kullanan kaynak planlamasıdır. Uretim planlamasını takip eden, ana üretim programı için ise taslak kapasite planlaması kullanılır. Malzeme gereksinim planlaması için de kapasite gereksinim planlaması kullanılmaktadır. Söz konusu bu ilişkiler Şekil 3.4'de gösterilmiştir (Smith, 1989).



**Şekil 3.4:** Kapasite Planlamasının Malzeme Planlarıyla İlişkisi

Kapasite planlamasının söz konusu bu düzeyleri ise izleyen kesimlerde daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

### 3.2.1 Kaynak planlaması

Kaynak planlaması (Resource Planning) veya kaynak gereksinim planlaması (Resource Requirement Planning – RRP) üretim planının gerçekleşmesi için temel kaynaklara genel olarak (aggregate) ne ölçüde gereksinim duyulduğunu belirler. Ürün grupları düzeyinde kaynak profilleri elde edilerek temel kaynakların ne kadar kullanılacağı belirlenir. Kaynak profilleri (kapasite listeleri, yuk

profilleri, kapasite planlama faktörleri, zamana bağlı kapasite listeleri, kaynak veya işgucu listeleri) aşağıdaki uç tür bilgiyi içermektedir (Tersine, 1989).

- i. Kullanılacak kaynağın türü,
- ii. Her ürün grubunun kapasite kullanma ölçüsü,
- iii. Kaynakların ne zaman kullanılacağına ilişkin zaman kestirimleri.

Üretim planının kaynak profilleriyle birleştirilmesi sonucunda yönetim, öngörülen planlama ufku için kritik kaynaklara ilişkin gereksinimleri genel olarak belirleyebilmektedir.

Kaynak planı, tüm kapasite planlama faaliyetlerinden görece olarak daha az ayrıntıya ve en uzun planlama ufkuna sahiptir. Kaynak planı en az üretim planları kadar uzun vadeli (örneğin beş yıllık) yapılmaktadır. Zaman dilimleri aylık veya dört aylıktır ve bu dönemler arasında gözden geçirilirler. Gereksinim duyulan kapasite için hazırlanan projeler genellikle bir birim için veya tesisin butunu içindir.

Kaynak planlamasının asıl amacı, uzun dönemdeki kapasite değişikliklerinde, tesisin genişleyen kısımlarında, özel amaçlı makina veya aletlerinin geliştirilmesinde ya da büyük miktarda işgucu değişikliği planlamalarında bir temel oluşturmaktır (Smith, 1989). Başka bir ifadeyle işletmelerin kısa vadede temini olanaksız olan kaynakların niteliklerinin ve miktarlarının saptanması ve bunların zaman ekseninde temininin planlanmasını sağlamaktır.



### 3.2.2 Taslak kapasite planlaması

Taslak kapasite planlaması (Rough Out Capacity Planning - RCCP) ana üretim programını gerçekleştirmek için kapasite problemlerinin kestirilmesi ve gerekli kapasite düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (McClain and Thomas, 1985).

Ana üretim programının iş yüklerine dönüştürülmüş biçimi olarak düşünülebilen taslak kapasite planlaması çizelgelenen her ürün için gereksinim duyulan kapasite düzeyleri kaynak planına benzer şekilde ancak daha ayrıntılı olarak belirlenir. Böylece ana üretim programı genel ölçülerle gerçekçi olması sağlanabilir. Eğer bu sağlanamazsa, yönetimin mevcut faaliyetleri aksatmadan ana üretim programını değiştirmek veya kapasiteyi değiştirmek için gerekli ön süresi vardır.

Planlama ufku ana üretim programı ile aynı ve genellikle bir ile üç yıllıktır. Zaman dilimleri ve gözden geçirme süreleri ise genellikle haftalık veya aylıktır. Yükleme (loading) iş merkezlerindeki adam ve/veya makina saatlerine göre yapılmaktadır.

Taslak kapasite planlaması CRP'ye göre daha az ayrıntılı bilgileri ve daha basit kapasite planlaması tekniklerini kullanmaktadır. Genel olarak zamana bağlı MRP ve rota bilgileri yerine basit planlama faktörleri veya kapasite listelerinin kullanımını içerir. Söz konusu bu basit süreçler daha az ayrıntıya rağmen şirketin kapasitesinin yeterli olup olmadığını oldukça hızlı değerlendirme imkanı sunmaktadır (Berry, 1979).

Taslak kapasite planlaması az bir geliştirme ve kurulum maliyetiyle, rotalama önerileri, makina ekipman yatırımları ve işgücü planlamasında önemli katkılar sağlamaktadır. Bu

özelliğinden ötürü "Eger-Olursa" (What-if) analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. McAreavey (1988) tarafından geliştirilen Bilgisayar Destekli Kaynak Yönetimi (Computer Aided Resource Management - CARM) buna örnek olarak verilebilir. CARM imalat veri tabanını kullanarak farklı ana üretim programı stratejilerini oldukça kısa sürede değerlendirebilmektedir (McAreavey et al., 1988).

### 3.2.3 Kapasite gereksinim planlaması

Temel kapasite problemlerinin çoğu ilk iki aşamada çözülmüş olmasıyla birlikte günlük problemler hala mevcuttur. Kapasite gereksinim planlaması, bu problemleri belirleyerek MRP sistemince belirlenen malzeme planlarının gerçekleştirilebilmelerini sağlar.

Kapasite gereksinim planlaması, bir işletmenin ana üretim programı ile üretim kapasitesi arasındaki uyumu sağlamaya yönelik çalışmaları içermektedir (Dilforth, 1989). CRP, ana üretim programı doğrultusunda hazırlanan malzeme gereksinim planının uygulanabilmesi için gerekli işgücü ve donanım kaynaklarının kullanımlarını belirleyerek kısa ve orta dönemde darboğaz kaynakların neler olduğunu zaman eksenine göre belirlemektedir.

Kapasite gereksinim planlaması,

- Yeni tesis ve imalat sistemlerinin veya tevzi çalışmalarının tasarımları,
- Mevcut kapasitenin yeni bir işi alabilmek için yeterli olup olmadığının kontrolü,
- Mevcut ya da planlanan tesislerin yararlanılma düzeylerinin incelenebilmesi,

- Farklı rotaların ve öncelik kurallarının değerlendirilebilmesi,
- Süreç içinde işlem gören parçaların ve atıl kalan tesislerin belirlenmesi,

konularında gerekli desteği sağlayabilmektedir (Ranky, 1986).

### 3.3 Kapasite Planlama ve Kontrol Teknikleri

Bu kesimde, malzeme planlama sistemlerinin kapasite gereksinimlerini belirlemeye yönelik olarak kullanılan dört kapasite planlama yöntemi tanıtılacaktır. Ayrıca kapasite planlarını kontrol etmek ve izlemek için kullanılan girdi-çıkış analizi ve herhangi bir kapasite planlama tekniğiyle birlikte kullanılabilen ve zamana bağlı gelişen üretim faaliyetlerinin yansıtıldığı öğrenme eğrisi de ele alınacaktır.

Kapasite planlaması teknikleri ayrıntı düzeylerine göre aşağıdaki gibi sıralabilir.

- . Kapasite planlama faktörleri,
- . Kapasite listeleri,
- . Kaynak profilleri,
- . Kapasite gereksinim planlaması.

İlk teknik olan kapasite faktörleri, muhasebe verilerini kullanmakta ve genellikle kaynak planlaması aşamasında kullanılmaktadır. Kapasite listeleri ve kaynak profilleri teknikleri, ürünün özelliklerine ilişkin bilgileri kullanmakta ve genellikle taslak kapasite planlaması ile kullanılmaktadır. Ancak belirli bir ürüne ilişkin veya ortalama bir ürüne göre yapılacak değerlendirmelerde kaynak planlamasında kullanılabilir. Başka bir ifadeyle uzun dönemli

planlamalarda tesise yönelik kararların alınabilmesi için de kullanılabilir. MRP, kapasite gereksinim planlaması tekniğinin girdisi olup bu teknik sadece CRP aşamasında kullanılabilirken, taslak kapasite planlamasında veya kaynak planlamasında kullanılamaz.

### 3.3.1 Genel faktörleri kullanan kapasite planlaması

Genel faktörleri kullanan kapasite planlaması (Capacity Planning Using Overall Factors - CPOF) yaklaşımı veya kapasite planlama faktörleri (Capacity Planning Factors) manuel temele dayanan ve taslak kapasite planlarına göre daha basit bir yaklaşımdır. Kapasite planlama faktörleri yaklaşımı genellikle standartlardan türetilen planlama faktörlerine veya son ürünün geçmiş dönemlerdeki verilerine dayanır. Bu planlama faktörleri ana üretim programı verilerine uygulandığında genel (overall) işgücü veya makina saati kapasite gereksinimleri türetilebilir. Bu genel tahmin, daha sonra geçmiş dönem verilerine göre iş merkezlerine dağıtılır. CPOF planları genellikle haftalık veya aylık dönemler için uygulanırken işletme ana üretim programında bir değişikliğe giderse bu planlar gözden geçirilmelidir.

Kapasite faktörleri yaklaşımının ilk aşamasında ana üretim programında yer alan, her bir son ürüne ait standart işgücü zamanından hareketle toplam kapasite gereksinimi hesaplanır. Daha sonra her bir dönem için hesaplanmış olan kapasite gereksinimleri, geçmiş dönemlerde karşılaşılan oranların kullanılmasıyla her bir iş merkezine dağıtılır.

Hesaplama kolaylılığı ve az veri gerektirmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılan kapasite faktörleri sürecinin bazı sınırlamaları vardır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Smith, 1989).

- Uretim için gerekli tedarik süreleri işlemlere katılmadığından ilk dönemlerdeki yük daha fazla olmaktadır.
- Süreç içindeki ve stoktaki parçalar hesaba katılmamaktadır.
- Her bir birim için kullanılan ortalama süreler geçmişteki ürün karmasının aynı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Eğer ürün karmasında değişiklik olursa birim başına ortalama süreler de değişeceğinden bu durum gerekli kapasiteyi de etkileyecektir.
- Servis ve yeniden işlenecek parçaların işlemlere dahil edilebilmesi için ana üretim programına bunların yansıtılması gerekmektedir.

Kapasite faktörleri süreci veya çeşitleri birçok imalat işletmesinde kolaylıkla kullanılabilir. Veri gereksinimleri (özellikle muhasebe sistemi verileri) en azdır ve hesaplamalar oldukça doğrudur. Sonuç olarak her bir iş merkezindeki kapasite gereksinimlerinin kapasite faktörleri yaklaşımıyla belirlenmesi sadece ürün karması ya da iş merkezleri arasındaki geçmiş dönemdeki iş bölümleri sabit kaldığı sürece geçerlidir. Bu sürecin temel avantajları kolayca hesaplanabilir olması ve en az veriyi gerektirmesidir. Bir çok işletmede sözkonusu bu veriler hazır olarak bulunduğu için kullanılabilir durumdadır ve hesaplamalar elle yapılabilir.

### 3.3.2 Kapasite listeleri

Bir ürünü üretmek için kullanılan malzeme ve parçaların gereksinimlerini belirlemek için baş vurulan malzeme listeleri (Bill of material - BOM) gibi kapasite listeleri (Bill of capacity - BOC) de bir son ürünün üretilebilmesi için gerekli kapasitenin belirlenmesinde kullanılmaktadır. BOC sürecinin işleme için gerekli veriler BOM ve rotalama dosyasında yer almaktadır.

Kapasite listeleri yaklaşımı, ana üretim programındaki her bir son ürün ile her bir iş merkezinde gereksinilen kapasite arasında kapasite faktörleri yaklaşımına göre daha doğrudan bir bağlantı kurulmasını sağlar. Bununla birlikte kapasite listeleri süreci kapasite faktörleri sürecinden daha fazla veriye gereksinim duyar. Kullanılan ek veriler malzeme listesiyle rota verileridir. Ayrıca direkt işgücü ya da makina zamanı verileri her bir operasyon için hazır olmalıdır. Sonuç olarak kapasite listeleri süreci ürün karmaesinde herhangi bir değişikliği işlemlerine yansıtmaktadır.

Kapasite listeleri, her bir iş merkezinde bir son ürünün üretilmesi için gereken toplam standart zamanı belirtir. Hesaplamalar malzeme listelerinde belirtilen kullanımlarla, birim değer başına harcanan toplam zamanın çarpılmasını içerir. Kapasite listesi mühendislik verilerinden oluşturulabilir ya da benzer veriler standart maliyet sisteminde bulunabilir. Bazı firmalar tarafından kullanılan alternatif bir yaklaşım da kapasite listesinin kritik olarak değerlendirilen bazı iş merkezleri için hazırlanmasıdır (Volman et al., 1988).

Her bir son ürün için kapasite listesi bir kez hazırlandıktan sonra ana üretim programı, her bir iş merkezindeki kapasite gereksinimlerinin hesaplanması için kullanılabilir.

### 3.3.3 Kaynak profilleri

Kaynak profilleri (Resource profile) veya başka bir ifadeyle zaman boyutlu kapasite listeleri (Time phased bill of capacity - TPBOC) süreci üretimin standart tedarik süresi verisini kullanarak ana üretim programını geriye doğru çizelgeleme yöntemiyle kapasite gereksinimlerini hesaplar. Ancak kapasite listelerinde olduğu gibi eldeki stok miktarları ve süreç içindeki parçalar işlemlere katılmamaktadır. Bundan başka hazırlık süresi, sayısı ve parti büyüklüğü tanımlamaları gibi spesifik etkiler de gözönüne alınmamaktadır (Smith, 1989).

Kapasite listeleri ve kapasite planlama faktörleri yaklaşımları her bir iş merkezinin projelenmiş iş yüklerinin zaman boyutunu hesaba katmazlar. Kaynak profillerinin geliştirilmesinde üretim süresi verisi, her bir üretim tesisi için kapasite gereksinimlerinin zaman boyutlu değişimlerini belirlemek amacıyla dikkate alınmaktadır.

Herhangi bir kapasite planlaması tekniğinin kullanılmasında, kapasite planlamasının devreleri (haftalık, aylık, dört aylık vb.) değişebilmektedir. Ancak devrelerin gerektiğinden fazla olduğu durumlarda, zaman boyutlu bilginin değerinin büyük bir kısmı verilerin toplanması sırasında kaybedilebilir. Bu durum birçok firmada, bir haftadan da büyük devrelerin kapasite gereksinimlerindeki önemli değişiklikleri gölgelediği anlamına da gelmektedir (Volman, 1988).

Kaynak profili süreci, kapasite listeleri sürecinin bir eksikliğini gidermekte, tedarik sürelerini yükleme yapıldığı anda hesaba katmaktadır. Ancak kapasite listeleri sürecinde olduğu gibi eldeki stok miktarları ve süreç içindeki parçalar hesaba katılmamaktadır. Yanı sıra hazırlık süresi ve sayısı ile parti büyüklüğü gibi özel etkiler de gözönüne alınmamaktadır (Smith, 1989).

### 3.3.4 Kapasite gereksinim planlaması tekniği

Daha önce tanımlanan kapasite planlama teknikleri, ana üretim programının yanı sıra BOM, rotalama ve işmerkezleri bilgilerini kullanırken CRP, MRP'nin açılan siparişler ve planlanan siparişler bilgilerini de işlemlerine katmaktadır.

CRP'nin hazırlanması kaynak profillerine oldukça benzer olmasına rağmen ana ayrım CRP'nin gerekli kapasite miktarını hesaplamak için MRP'nin kesinleşen sipariş miktarlarını ve zamanlamasını kullanmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla kapasite gereksinim planlaması, kaynak profili sürecinden dört noktada ayrılmaktadır (Volman 1988).

- CRP MRP'nin açılması (explosion) sonucu ortaya çıkan bilgileri kullanır. Böylece bütün gerçek parti büyüklükleri yanında planlanan teslimatlar ve planlanan siparişler göz önüne alınabilir.
- MRP sistemin brütten nete doğru hesaplanması hem parça halindeki, hem de birleştirilmiş haldeki parçaların (yarı mamul) stoklarını da üretim kapasitesinin hesabına katmaktadır.



- Atölye düzeyinde kontrol sistemiyle, atölyedeki süreçte bulunan tüm işlerin (Work in Process - WIP) mevcut durumunu hesaplar, dolayısıyla iş merkezi için gerekli olan kapasitelerin hesaplanmasında sadece kalan işlerin tamamlanması için gerekli kapasite de göz önüne alınır.
- CRP servis parçaları talebini hesaplar ayrıca ana üretim programında hesaplanamayan ve MRP planlamacıları tarafından parça kayıt hataları, ıskarta durumlarında ve bu gibi nedenlerdeki gerekebilecek herhangi bir ek kapasiteyi de hesaplayabilir.

CRP yukarıda açıklanan söz konusu bu üstünlükleri gerçekleştirebilmek için kaynak profili yaklaşımındaki (BOM, rota, standart zamanlar, tedarik süreleri) bilgilerinin yanı sıra her bir iş merkezindeki açılan siparişlerin mevcut durumu ve planlanan siparişler gibi ek bilgiler gerektirmektedir. CRP yaklaşımı MRP bilgilerini sadece ana üretim programını tamamlayabilmek için gerekli kapasiteyi hesaplamak amacıyla kullanır. MRP veri tabanındaki açılmış siparişler ve planlanan siparişler için kapasite gereksinimlerinin yanı sıra süreçteki ve stoktaki parçaları da dikkate almaktadır. MRP verileri açılmış ve planlanan siparişlerin zamanlamasını içerdiğinden kapasite gereksinimlerinin zaman boyutu kaynak profillerine göre daha gerçekçi olmaktadır.

CRP'nin yukarıda sıralanan üstünlüklerinin yanı sıra bazı maliyet yüklerini de beraberinde getirmektedir. Her şeyden önce CRP'nin uygulanabilmesi için işletmede

MRP'sisteminin kullanılması gerekmektedir. Daha fazla bilgi daha büyük veri tabanının tasarımı ve işlemlerde daha çok bilgisayar zamanını gerektirmektedir.

### 3.3.5 Girdi-Çıktı kontrolü

Önceki kesimlerde tartışılan kapasite planlama tekniklerinin ana amacı, yururlukte bulunan malzeme planına göre belirlenen kapasite gereksinimlerinin planlanmasını (projeksiyonunu) sağlamaktır. Böylece mevcut kapasiteyle, kapasite gereksinimlerini dengeleyebilmek için zamanında önlem alınabilir. Kapasiteyi iptal etme veya ona eklentiler yapmaya da malzeme planında düzenlemeler yapmaya ilişkin ilk kararlar alındıktan sonra çalışılabilir bir kapasite planı ortaya çıkar. Daha sonraki eylem ise faaliyetlerin doğru ve yeterli olup olmadıklarını belirlemek için bu planı izlemek (monitoring) ya da kontrol altında tutmaktır. İzleme aynı zamanda kapasite planlama verilerinde düzeltmeler için temel oluşturur (Volman et al., 1988).

Kapasite planının izlenmesi için girdi-çıkıtı kontrolü bir temeldir. Bununla herhangi bir iş merkeziyle ilgili olarak planlanan girdi ve planlanan çıkıtının gerçek girdi ve çıkıtıyla karşılaştırılması kastedilmektedir. Kullanılan kapasite planlama tekniği planlanmış girdiyi tarif eder. Planlanmış çıkıtı kapasite düzeyini belirlemek için yapılan yönetsel kararların sonucudur. Yani planlanan çıkıtı, iş saatleri ve benzeri temellere bağlıdır.

### 3.3.6 Öğrenme eğrisi

Öğrenme eğrisi (learning curves) önceki kesimlerde tanımlanan kapasite planlama teknikleriyle birlikte kullanılabilen bir kapasite planlamasını geliştirme tekniğidir. Bu kavramı daha da genişletmek amacıyla öğrenme

egrisine, Uretim gelişme fonksiyonu da denmektedir. Öğrenme eğrisi bir imalat etkinliklerindeki beklenen gelişmelere bağlı olarak Urunun Üretilmesi için gerekli olan birim işgücünün belirlenmesinde kullanılabilir. İnsanlar kendilerine verilen bir işi yapmak için gerekli işlem zamanı, kazandıkları deneyim ve becerilere (öğrenme) bağlı olarak azaltmaktadır.

Öğrenme eğrisi, işletme geneline veya bir birime yönelik olarak uygulanabileceği gibi tüm etkilerin birleştirilerek eş zamanlı olarak da uygulanması mümkündür (Chese and Aquilino).

Öğrenme eğrisinin kullanımında kullanılan varsayımlar şu şekilde sıralanmaktadır.

- i. Bir birim Urunun veya verilen bir işi tamamlamak için gerekli zaman ek bir birimin Üretilmesi için gerekli zamandan daha az olmalıdır.
- ii. Birim zaman belirli bir oranda azalmalıdır.
- iii. Zamanın azalması Üssel fonksiyon gibi spesifik ve kestirilebilir bir dağılım olmalıdır.

Öğrenme eğrisi özellikle yeni kurulan tesislerin veya yeni istihdam edilen işgücünün uzun dönem kapasite planlamasında yardımcı olmaktadır.

### 3.4 Kapasite Planlamasında Yönetsel ve Teknik Sorunlar

Kapasite planlama sisteminin tasarımında ve kullanımında pek çok yönetsel boyut söz konusudur. Bu bölümde üretim planlama ve kontrol sisteminin bakış açısından kapasite planlama sistemlerinin tasarımında karşılaşılabilecek sorunlar üzerinde durulmuştur.

Kapasitenin tanımlanması ve ölçümü ele alınarak uygun kapasite planlama tekniginin seçimi ile kapasite planlarının kullanımı incelenecektir.

### 3.4.1 Kapasite ölçüsünün belirlenmesi

Üretim halindeki bir işletmenin kapasitesinin ölçülmesi üretim planlama ve programların, yanısıra kapasite planlarının hazırlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Söz konusu bu plan ve programların duyarlılığı kapasite değerlerinin gerçeğe uygun olmasıyla sağlanabilir.

Kapasite ölçümünde, ele alınan ürünün türüne bağlı olarak çıktının değişik birimleri kullanılabilir. Örneğin süreç endüstrilerinde birim zamandaki ton yada litre gibi ölçüler kullanılmaktadır. Tekrarlı üretimde ise ürünün birim zamandaki fiziksel birimi kullanılabilir.

Kesikli üretim sistemlerinde bir aylık gibi bir sürede birçok ürün üretilebileceğinden çıktının daha genel birimi olarak standart saat kullanılır. Üretimin standart saati, herbir parçanın standart zamanıyla üretilen parçaların miktarının çarpımına eşittir. Standart zaman, normal tempoda çalışan kalifiye ve iyi eğitilmiş bir işçi için gerekli süredir.

Standart saatteki çıktı, elverişli iş saatlerine, fiili çalışma süresine ve operatörlerin etkinliğine bağlıdır. Bir sistemin kapasitesi tanımlanırken kullanım oranı (utilization) ve etkinlik faktörünün yaratabileceği değişiklikler gözönünde bulundurulmalıdır.

İmalat halindeki bir işletmenin gelecekteki kapasite ölçüsünün seçimini etkileyen üç temel eğilim olduğu

belirtilmektedir (Volman et al., 1988). Birincisi direkt işgücü, ikincisi yapım veya alım kararları ve sonuncusu imalat teknolojisinin yapısının incelenmesidir.

Direkt işgücü günümüz işletmelerinde azalmakta ve buna bağlı olarak kapasite ölçüsü olarak kullanımı önemini yitirmektedir. Yine işletmeler tüm parçaları kendileri üretmek yerine dış alımlara gitmekte ve bunun sonucunda satınalma analizleri, gelen malzeme muayenesi ve mühendislik koordinasyonu gibi faaliyetler kritik kaynak olmaktadır (Volman et al., 1988).

Fabrikasyon uygulayan bir çok işletme için, bazı makinaların teknolojisi çok hızlı değişir. Esnek otomasyon bir makina merkezindeki işlenebilecek parçaların çeşitliliğini büyük oranda artırmıştır. Ürün karmaşıklık pazar koşullarının etkisiyle, geçmiş dönemlere nazaran gelecekte daha fazla olacağından bu durum çeşitli ekipmanların kapasite gereksinimlerini artıracaktır. Dahası ekipmanlar pahalılaştıkça, kritik donanımın kapasite planlama ve kontrolünün daha ayrıntılı yapılması gerekli olabilecektir (Volman et al., 1988).

Söz konusu bu değişiklikler gelecekte, geleneksel direkt işgücü saatinin ve taslak kapasite planlama yöntemlerinin kapasite yönetimi için yetersiz kalacaklarını göstermektedir. Kapasite planlaması ve kontrol yöntemlerinin seçiminde iki önemli sonuç ortaya çıkmaktadır (volman et al.,1988).

- i. Ölçüm birimi anahtar (kritik) kapasite kısıtlarıyla ilişkili olmalı,
- ii. Uygun ölçü gelecekte değişebilmelidir.

Kapasite ölçüsünü seçmede ilk iş anahtar ve yetersiz kaynakları yansıtacak şekilde tanımlanmasıdır. Bilindiği gibi kapasite kontrolünü tüm kaynaklara uygulamak oldukça karmaşıktır. İzleyen işlem ölçü birimini tanımlamaktır. Eger anahtar kaynak insan ise işçilik saati uygun birim olabilir. Diğer ölçü birimleri de ton, litre, kalıp sayısı, ocak sayısı, metre, metrekare, makina saati olabilir. Bazı durumlarda bunlar "eşdeğer" ölçülere çevrilerek daha çok ürünün veya kaynağın hesaplamalara dahil edilmesi sağlanır.

Kaynaklar ve ölçü birimi belirlendikten sonra eldeki mevcut kapasitenin kestirilmesidir. Buradaki temel husus teorik ve pratik kapasite arasındaki ilişkinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### 3.4.2 Kapasite planlama tekniğinin seçimi

Önceki kesimlerde tanımlanan kapasite planlama teknikleri bir malzeme planını kapasite gereksinimlerine dönüştürmekteydi. Söz konusu bu teknikler kesinlik, bütünlük ve hazırlanma kolaylıklarında çeşitlilik göstermektedir. Genel olarak, kullanılan veri miktarı ve hesaplama zamanı artıkça, kapasite gereksinimlerinin kalitesi ve detayları gelişmektedir (Volman et al., 1988).

Bir işletmenin kapasite planlama tekniğini seçmedeki ana kriter, daha karmaşık yaklaşımları desteklemenin ek maliyetlerinin, karar almadaki veya sonraki tesis işlemlerinde faydalı olup olmayacağının karşılaştırılmasıdır. Aynı zamanda malzeme planlama sisteminin kalitesinin bu ödünleşmede (trade-off) üzerinde önemli bir etkisi olduğu da dikkate alınmalıdır.

Kalite ve maliyet yönlü ödünleşme dışında farklı yaklaşımlar ve uygun kapasite planlama tekniginin seçimini etkileyen hususlar da vardır. Örneğin belirli bir iş yerindeki kapasiteyi değiştirmek için gerekli zamanın uzunluğu daha uzun vadeli ve genel bir değerlendirmeyi gerektirebilir. Fazla mesai kararları kolaylıkla alınamıyorsa ya da dışarıya yaptırmak mümkün olamıyorsa kısa vadede kapasite değişikliklerinin yapılması olanaksız olabilir. Benzer şekilde yeni istihdam edilen işçilerin eğitim süreleri çok uzunsa ya da alternatif rotalar mümkün değilse aynı etki söz konusudur.

Bu gibi durumlarda detaylı ve kısa vadeli kapasite planlarına olan ihtiyaç azalırken sorun genellikle eldeki kapasitenin daha verimli bir şekilde değerlendirilmesidir. Eger zaman dilimleri bir aydan daha büyükse CRP ve taslak kapasite planlaması arasındaki belirgin farklılıklar kalkar. Dikkate alınması gereken bir diğer faktör de kapasite gereksinimlerinin doğruluğu ve yapılabilecek kapasite değişikliğinin büyüklüğüdür.

Bir şirketin kapasite yönetimindeki önemli bir özellik de "Eger-Olursa" (What-if) analizlerinin yapılabilmesi yeteneğidir. Bu sayede alternatif malzeme planlarının kapasite kullanımını görebilmek mümkün olmaktadır. Önemli sayılabilecek bir hesaplama maliyetiyle bu analiz CRP ile en ayrıntılı şekilde yapılabilmektedir. Yanısıra eger-olursa analizleri, ana üretim programından hareketle taslak kapasite planlama teknikleriyle daha basit ve süratli olarak yapılabilmektedir. Bazı işletmeler bu özelliğinden ötürü taslak kapasite planlama tekniklerini tercih etmektedirler (Volman et al., 1988).

Tanıtlımı yapılan dört kapasite planlama tekniginden daha ayrıntılı ve gerçekçi olan CRP önerilebilir. Ancak taslak kapasite planlama tekniklerinin maliyet ve hız gibi avantajları ve özellikle eger-olursa analizleri için sağlayacağı yararlar gözardı edilmemelidir.

Tüm bu koşullar dikkate alındığında kapasite planlama tekniginin seçiminde maliyet-kalite ödünleşmesinin tek başına yeterli olmadığı görülmektedir. Önemli olan hangi teknigin yöneticiye kapasiteyle ilgili en iyi kararları almasında yardımcı olacağını belirlenmesidir.

### 3.4.3 Kapasite planının kullanılması

Kapasite planlaması için kullanılan tüm teknikler, yöneticilerin iyi veya kötü bir karar alabileceği verileri sunmaktadır. Ancak genel hatlarıyla seçenekler ortadadır. Eger eldeki kapasiteyle planlanan kapasite arasında bir uyumsuzluk varsa kapasite veya malzeme planının değiştirilmesi gerekmektedir. Kapasite değiştirilecekse yapılabilecek düzenlemeler fazla/az mesai, kiralama, işten çıkarma, kullanımdaki makinaları azaltmak/çoğaltmak gibi bir çok faktör sayılabilir.

Kapasite gereksinimleri, alternatif rotaların kullanılması, yapma ya da satınalma kararları, taşeron kullanımı, hammadde değişiklikleri veya müşteri teslim tarihlerinin değiştirilmesi gibi yöntemlerle değiştirilebilir.

Kısaca yöneticilerin görevi kapasiteyi gereksinime veya gereksinimi kapasiteye göre değiştirmek ya da her ikisini de değiştirerek bir denge oluşturmaktır. Yapılabilecek



değişiklikler pazar durumu, şirket politikaları, kurumsal kısıtlamalar, maliyet ve esneklik gibi faktörlere bağlıdır (Volman et al., 1988).

Kapasite planlamaya konu olan birimlerinin seçimi, sistemin daha etkin kullanımına olanak verir. Kapasite birimleri sadece imalat, mühendislik ve rotalama amaçları için tanımlanan iş merkezleri olmak zorunda değildir. Tesisin çıktı düzeyini belirleyen anahtar kaynakların (işgücü ya da sermaye) oluşturduğu gruplar olabilir. Bir çok işletmede kapasite planlaması sadece anahtar tezgahlar (iş merkezleri) veya kritik işlemler olabilmektedir. Bunlara ilişkin kapasite planlaması ayrıntılı olarak yapılırken, diğerleri için kaynak planlaması ve atölye kontroluyla yetinilebilir.

#### 3.4.4 Veritabanı gereksinimi ve yapısı

Bilgisayarlı üretim planlama ve kontrol sisteminin en önemli ögesi veri tabanıdır. Üretim faaliyetlerini planlamak için kullanılacak veri tabanı, işletmenin ürünleri, alt montajları, parçaları ve malzemeleri ile bunların stok miktarlarını, nasıl üretileceklerini veya montaj edileceklerini ve üretilebilmeleri için hangi kaynakların kullanılabileceği hakkında geniş bilgiye sahip olmalıdır.

Kapasite planlama tekniklerinin herbiri farklı sistemlerle farklı ilişkiler gerektirmektedir. Dolayısıyla verilerin farklı olması farklı veri tabanı tasarımlarını gerektirmektedir.

Kapasite faktörleri, kapasite listesi, kaynak profili ve CRP yaklaşımları kapasite gereksinimlerini geliştirmek için ana üretim programı verilerini kullanmaktadır.

Kapasite faktörleri yaklaşımı ana Üretim programı için gerekli tüm direkt işgücü gereksinimini hesaplamakta ve geçmiş dönemlerdeki dağıtım oranlarına göre iş merkezlerine yansıtmaktadır. Kapasite listeleri ise her bir iş merkezindeki kapasiteleri hesaplamak için malzeme listeleri ve rota bilgilerini kullanarak ana Üretim programında yer alan ürün karmasını dikkate alır. Kaynak profili yaklaşımı, ek olarak tedarik (Üretim) süreleri verilerini kullanarak son ürünün üretilmesi için gerekli kapasiteyi zaman eksenine göre belirlemektedir. CRP işlemlerinde MRP ve atölye kontrolundan aldığı bilgileri kullanmaktadır (Volman et al., 1988).

Görüldüğü gibi kapasite planlama tekniklerinin ayrıntı düzeyleri arttıkça gerektirdikleri veri miktarı ve işlem süreleri de artmaktadır. Bu da kapasite yönetimi için uygun ayrıntı düzeyi veri tabanının kurulmasını ve bakımını etkileyecektir. Ayrıca girdi-çıkıtı kontrolunun yapılabilmesi için atölye düzeyi kontrol sistemiyle bir bağlantının kurulması gerekmektedir.

Kapasite listeleri yaklaşımının gerektirdiği veri tabanı CRP'ye göre daha az olmasına rağmen, işletmede MRP sistemi kullanılıyorsa zaten CRP veri tabanı vardır. Bu nedenle bir çok işletme taslak kapasite planlamasını kullanarak düşük hesaplama maliyetiyle analiz edilebilecek sorulara yanıt vermek için ek bir veri tabanı gerektirmediginden CRP sistemini kullanmaktadır. Bu işlem oldukça pahalıya mal olabilmektedir. Dolayısıyla eğer-olursa analizlerinde yeteri kadar seçenek oluşturulmamakta veya hiç kullanılmamaktadır.

Veri tabanı siseminin tasarımında dikkat edilecek bir diğer özellik de yapılacak eklenti ve düzenlemelerle genişleme imkanı sunmasıdır. Tasarım aşamasında yapılacak yerinde seçimler verimli sistemlerin kurulmasını sağlayacaktır.

### 3.4.5 Montaj Hattı Dengeleme

Talepte meydana gelen dalgalanmayı karşılamak için hazırlanan ana üretim programında yer alan üretim miktarlarına bağlı değişen üretim hızları kitle tipi üretim yapan işletmelerde montaj hatlarının yeniden dengelenmesini gerektirmektedir.

Tüketici isteklerindeki değişiklikler sonucu ürün karmaşasının artması montaj hatlarında daha çok ürünün üretilmesine yol açmaktadır. Birden fazla ürünün aynı montaj hattında birleştirilmeleri montaj hatlarının sık sık dengelenmesini gerektirmektedir.

Montaj hatlarında kurulacak istasyon sayıları, çevrim süresi, dengeleme gecikmesi gibi özellikler kapasite düzeylerine de yansımaktadır. Bu açıdan bakıldığında montaj hatlarının dengelenmesi kapasite planlama çalışmalarıyla birlikte yapılması gerekli faaliyetlerden biridir.

Montaj hatlarında en az kayıp ve gecikmeyi sağlayacak uygun hat dengeleme çözümlerini bulabilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar, matematiksel programlama yöntemleri ve bulgusal yöntemler olarak iki grupta incelenebilir. Ayrıca son yıllarda kullanımı oldukça yaygınlaşan benzetim teknikleri de oldukça etkili olabilmektedir (Acar ve Estaş, 1986).

Milas (1990) ise bir çok işletmede kullanılmakta olan yöntemin hala geçmiş dönemlerde edinilen tecrübeye ve deneme yanılmaya dayandığını belirtmektedir. Bunun arkasında yatan en önemli etken ise montaj hatlarında karşılaşılan bazı kısıtların söz konusu bu yöntemlere yansıtılamamasıdır.

Sezgisel yöntemleri de içeren montaj hattı dengeleme yöntemlerin çözümlerinde üretim işlemlerinde önemli değişiklikler gerektirebilmektedir. Dengelem problemlerinin çözümünde yalnızca bir dengeleme yöntemi kullanmak her zaman yeterli olmayabilir. Çeşitli yöntemlerin bileşiminden oluşan bir çözüm yöntemi çok daha uygun olabilir. Montaj hatlarının dengelenebilmesi için uygun bir yöntemin geliştirilmesi ve bilgisayar desteğinin sağlanması oldukça önemli yararlar sağlayacaktır (Hax and Candea, 1984).

#### 4. BİR BUZDOLABI FABRİKASINDA KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE UYGULAMASI

Bu kesimde Arçelik A.Ş.'ye bağlı Eskişehir Buzdolabı Fabrikasında yapılan uygulama çalışması yer almaktadır.

Öncelikle uygulamanın yapıldığı işletme tanıtılmış ve mevcut sistem analiz edilerek görülen aksaklıklar belirlenmiştir. Söz konusu bu aksaklıkları gidermek amacıyla tasarlanan bilgisayar destekli kapasite planlama sisteminin özellikleri belirtilerek kurulan veri tabanı ile geliştirilen yazılım tanıtılmıştır. İşletmede gözlenen montaj hattı dengeleme problemine de değinilerek bir yöntem önerilmiştir.

##### 4.1 İşletme Hakkında Genel Bilgiler

1975 yılında üretime geçen fabrikanın üretim faaliyetleri ile hammadde ve bitmiş mamul stoklarının yapıldığı kapalı alanı 40.000 m<sup>2</sup>'dir. Fabrikada bulunan ve Ek-1'de verilen fabrika blok planında gösterilen üretim bölümleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- . Mekanik imalat dairesi
- . Polisaj ve maden kaplama
- . Fosfat ve boyahane
- . Poliüretan imalat dairesi
- . Evaporatör dairesi
- . Plastik üretim dairesi
- . Kondanser imalat dairesi
- . Unit montaj
- . Son montaj

Mekanik imalat dairesinde saç ruloları kesilerek kapı, gövde, arka duvar, kabin dibi gibi parçalar şekillendirilir. Ayrıca montaj sırasında kullanılan bazı

parçalar da preslerde basılarak gruplar punta kaynağı ile birleştirilirler. Mekanik imalat dairesinden çıkan kapı, gövde gibi bu gruplar kirleri arındırılmak üzere askı tipi konveyörler aracılığıyla fırına ve takiben fosfat kurumaya gönderilir. Ardından astar ve asıl boyanın atıldığı boyahane bölümüne iletilir. Bu aşamadan sonra yüzeyde boya hatası, kabarcık, putur gibi kusurlarının olup olmadığının kontrolü kalite kontrol ekiplerince yapılır. Yaklaşık 20 dakika kadar fırında tutulan gruplar, kalite yönlü başka bir kontrolden geçtikten sonra poliüretan imalat dairesine gelir.

Poliüretan imalat dairesine gelen gövde birimine elle yapılan birkaç ara işlemden sonra plastik imalat dairesinden gelen plastik iç gövde monte edilir. Daha sonra yalıtımı sağlamak amacıyla boşluklar poliüretan ile doldurulur.

Plastik imalat dairesinde, plastik iç gövde, plastik iç kapı, conta, meyvelik, tereyag-peynir kapagı gibi birimlerin üretimi yapılmaktadır. Isıtılarak hamur haline gelen plastik hammaddesi merdanelerden geçirilerek tabaka haline getirilir. Bu tabakalar otomatik makinalarda belirlenen ölçülerde dilinir. Kontrolden geçen tabakalar iç gövde veya iç kapı olmak üzere vakum preslere iletilir. Meyvelik, tereyag-peynir kapagı gibi plastik parçalar enjeksiyon preslerinde benzer işleme tabi tutulurken, conta plastigi ve mıknatıs üretiminde farklı olarak hamur kıvamına getirilen karışım, yapışmayı önlemek üzere soğutma sıvılarında çekilir. Mıknatısa elektrik şoku uygulanarak mıknatıslık özelliği kazandırılır.

Unit montaj ve evaporatör ve kondanser imalat daireleri, kondansör, evaporatör, esanjör gibi birimlerin üretildiği bölümdür. Komprasör, kondanser ve evaporatör kaynakla birleştirildikten sonra sızdırmazlık kontrolü yapılır.

Son montaj hattında, gövde, kapı, komprasör, termostat ve diğer aksesuarların montajı yapılarak buzdolabı üretimi tamamlanır ve kalite kontrol işlemlerinden sonra ambalajlanarak stoklanır.

Fabrikanın üretim sistemi kitle tipi (sürekli) üretimdir. Mekanik imalat dairesi ve plastik imalat dairesi gibi üretim birimlerinde katile tipi üretim söz konusudur. Bu bölümlerde üretilen gövde, kapı, kabin dibi gibi parçalar ile iç gövde, meyvelik gibi plastik aksamlar partiler halinde üretilmekte ve daha sonra montaj bantlarında birleştirilmektedir.

Fabrikada montaj işlemlerinin yapıldığı montaj hatları ise genel olarak şu şekilde sıralanabilir.

- . Kapı montaj hattı
- . Unit montaj hattı
- . Gövde montaj hattı
- . Son montaj hattı

Ara montajlarının tamamlanmasından sonra son montaj hattında tüm işlemler tamamlanarak buzdolabı üretimi biter.

İşletmede üretilen buzdolapları üretim teknolojilerine göre gövde saçlarının yapısına bağlı olarak U-BUKUM ve PANEL olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kuruluş aşamasından bu yana U bukum tipi üretim yapılmaktadır. Panel tipi dolaplar yeni üretim teknolojisi gerektirmiş ve bu amaçla yeni tezgahlar alınmıştır. Ayrıca bu gruplar

kendi içlerinde de kapı sayıları ve boyutlarına göre farklı modelleri içermektedir. Çizelge 4.1'de fabrikada üretimi yapılan buzdolapların modellerine göre dağılımları verilmektedir.

**Çizelge 4.1: Fabrikada Üretimi Yapılan Buzdolapları**

Grup	Tip	Modeller
U BUKUM	Tek Kapılı	351, 401
	Çift Kapılı	365, 415
	Geniş Dolap	450
PANEL	Tek Kapılı	170
	Çift Kapılı	325, 475, 385
	Uç Kapılı	425

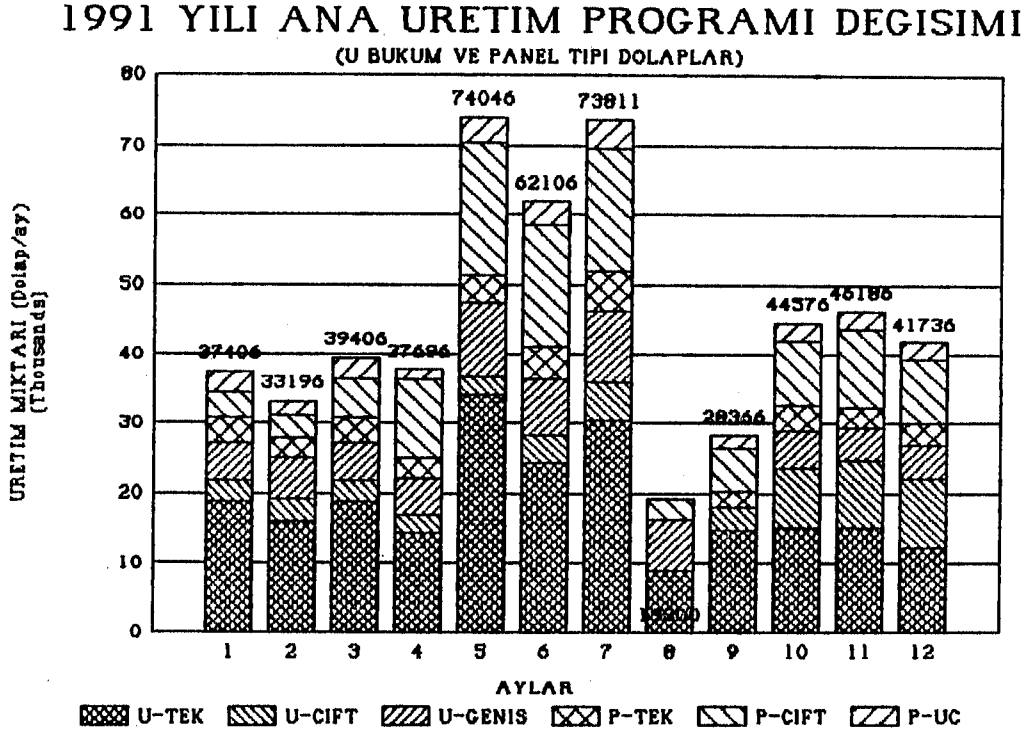
Gelişme süreci U bukumden panele doğru kaymaktadır. Önümüzdeki yıllarda yapılacak ek yatırımlarla panel tipi dolapların model sayısı ve üretim miktarları arttırılacaktır. U bukum üretim hattının ise kaldırılması düşünülmektedir.

#### 4.2 Mevcut Sistemin Analizi

İşletmede üretimi yapılan buzdolabına olan talep mevsimsel dalgalanmalar göstermektedir. Dolayısıyla holding merkezinde buluna pazarlama ve satış bölümüne yapılan talep tahmin çalışmasına göre dönem başında hazırlanan ana üretim programı da işletmenin kapasite düzeylerinin belli dönemlerde değiştirilmesini gerektirmektedir. Ek-2'de verilen şirketin 1991 yılı için hazırladığı ana üretim programı aylara göre her bir buzdolabı modelinden



Uretilecek miktarları belirtmektedir. Şekil 4.1'de ana üretim programında yer alan ürünlerin modellerine göre değişimi görülmektedir.



**Şekil 4.1: Modellere Göre Ana Üretim Programındaki Aylık Üretim Miktarlarının Değişimi**

Ana üretim programındaki (talebe bağlı olarak) meydana gelen bu dalgalanmalar kapasitenin artırılması veya azaltılması kararlarına yol açmaktadır. Kapasite arttırmak için kullanılan yöntem ise vardiya sayısını arttırmak ve bunun sonucunda mevsimlik işçi alımına gitmektir. İşletme politikası gereği fazla mesai uygulaması mümkün olduğunca kullanılmamaktadır. İşletmede çekirdek bir işgücü kadrosunun sabit tutulup gerektiğinde mevsimlik işçilerin alınıp çıkarılması işgücü gereksinimlerinin karşılanması

İçin uygulanan temel yöntemdir. Kapasiteyi azaltmak için vardiya sayılarının azaltılması ve mevsimlik çalışan işçilerin işten çıkarılması yöntemi uygulanmaktadır.

İşletmede yapılan tüm üretim planlama ve kontrol faaliyetleri ana üretim programı çerçevesinde yürütülmektedir. Malzeme planları işletmenin mini bilgisayarında bulunan MRP sistemiyle sağlanmaktadır. Ancak işletmede kullanılan MRP sistemi sadece dışarıdan alınacak malzemelerin gereksinimini belirlemede işletme içersinde üretilen parça ve alt montajların gereksinimlerini hesaplamamaktadır. Aynı zamanda kullanılmakta olan MRP sisteminin zamanlama boyutu yoktur. Bu yüzden kapasite planlaması MRP'nin çıktıları olan planlanan ve verilmiş siparişlere göre yapılamamaktadır. Söz konusu bu nedenden dolayı kapasite gereksinimlerinin belirlenmesi için ana üretim programı kullanılmaktadır.

Ana üretim programında yer alan üretim miktarlarını gerçekleştirmek için gerekli kapasitenin hesaplanmasında bilgisayarlardan yararlanıldığı belirtilmektedir. Ancak uygulama daha çok elle yapılan hesaplamalar ve tecrübeye dayalı olarak elde edilen sonuçların raporlama amacıyla bilgisayara aktarılması şeklindedir. Bu amaçla MS-Excel hesap tablosu yazılımı kullanılmaktadır. İşletmede üretim aşamasındaki operasyonların standart zamanları belirlenmiş ve kaydedilmişlerdir.

Kapasite gereksinimlerinin hesaplanmasında tüm modeller dikkate alınmamakta her bir gruptan seçilen hacim ve işlem yönlü en büyük dolap belirleyici model olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucunda hesaplanan kapasite gereksinimlerinin duyarlılığı azalmaktadır. Kapasite gereksinimleri, belirleyici model olarak seçilen ürünlerin

kritik kaynaklardan tükettiği sürenin üretim miktarlarıyla çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Kapasite gereksinimlerinin hesaplanması için kullanılan bu yöntem kapasite listeleri yaklaşımına benzemekteyse de bazı farklılıklar göstermektedir. Özellikle ürün ağacı ve operasyon sürelerinde meydana gelebilecek değişiklikler işlemlere yansıtılamamaktadır.

Kapasite gereksinimleri hesaplandıktan sonra mevcut kapasitenin yetip yetmediği incelenmekte ve gerektiğinde ilgili iş merkezlerinin vardiya sayısı arttırılmakta veya azaltılmaktadır. İş merkezlerinin vardiya sayıları belirlendikten sonra iş merkezinde çalıştırılması gerekli işçi sayısı ile çarpılarak gerekli işgücü düzeyi belirlenmektedir. Bu aşamada yapılabilecek bazı işçi kaydırmaları gözönünde bulundurulurken fazla mesai yoluna gidilmemektedir.

İşletmede uygulanmakta olan kapasite planlama çalışmalarında görülen aksaklıklar şu şekilde özetlenebilir.

- Ana üretim programında yer alan tüm ürünler için kapasite gereksinimleri hesaplanmamaktadır. Belirleyici modellere göre yapılan işlemlerin duyarlılığı azalmaktadır.
- Mevcut verilerin bir veri tabanında kaydedilmemiş olması nedeniyle işlemlerde bilgisayar desteği gerektiği gibi sağlanmamaktadır.
- Farklı ana üretim programlarının etkilerinin görülebilmesi veya ana üretim programında yapılan değişikliklerin kapasite planlarına nasıl yansıtılacağına belirlenmesi zaman alıcı çabaları gerektirmektedir.

- Ana Üretim programının dolayısıyla Üretim hızının değiştirilmesi montaj hatlarına yansımakta ve montaj hatlarının yeniden dengelenmesini gerektirmekte, bu durum oldukça fazla zaman alabilmektedir.
- Montaj hatlarının dengelenmesi için sezgisel yöntemler kullanılmakta, öncelikler ve diğer kısıtlamalar dengelemeyi yapan mühendisin bilgi ve tecrübelerine dayanmaktadır.

Kapasite planlaması ve montaj hattı dengeleme konusundaki bu aksaklıklar, daha etkin sistemlerin tasarlanması ve özellikle bilgisayar desteğinin sağlanmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu amaçla tasarlanan kapasite planlama sistemi ve montaj hattı dengeleme yöntemi için belirlenen temel hedefler şu şekilde sıralanabilir.

- İşletmede, kapasite planlama çalışmaları için kullanılabilir bilgilerin bir veri tabanı sisteminde oluşturulması.
- Söz konusu bu veri tabanını kullanarak kapasite gereksinimlerini hızlı ve gerçekçi olarak belirleyecek bir yazılımın geliştirilmesi.
- Farklı ana üretim programlarını deneylemek için gerekli ek düzenlemelerin yapılması.
- Montaj hatlarının dengelenmesinde, fabrikadaki montaj hatlarının yapısına uygun, benimsenebilir ve iyice çözümleri hızlı bir şekilde verebilen bir yöntemin geliştirilmesi.
- Tasarlanan sistemin işlenmesi ve yaşatılabilmesi için gerekli yardımcı elemanların oluşturulması.

### 4.3 Kapasite Planlama Sisteminin Tasarımı

İşletmede yürütülmekte olan kapasite planlama çalışmalarında görülen aksaklıkların giderilmesi ve bir veri tabanı oluşturularak bilgisayar destekli bir yaklaşımın geliştirilmesi çalışmanın temel hedefidir. Bu amaçla İşletmenin yapısına uygun bir kapasite planlama tekniği ve düzeyi belirlenip gerekli veri tabanı oluşturulmuş ve bu bilgileri işleyip istenen raporları tureten bir dizi modülden oluşan "Kapasite Planlama Sistemi" tasarlanmıştır.

Böylece işletmede başarılı bir üretim sistemine ulaşılabilmesi için değişen durum ve koşullara göre hızla yapılan değerlendirmeler üretim kaynaklarının verimli kullanılabilmesine yardımcı kararların alınmasında destek sağlayacaktır.

#### 4.3.1 Tasarlanan sistemin özellikleri

Tasarımı yapılan Kapasite Planlama Sisteminin detaylarını açıklamadan önce temel özelliklerinin tanıtılması yerinde olacaktır.

Kapasite planlama sistemlerinin tasarlanmasındaki önemli aşamalardan biri kullanılacak kapasite planlama tekniğinin seçimidir. Bu çalışmada tasarımı yapılan kapasite planlama sisteminin esası konuyla ilgili literatürde, "Kapasite Listeleri" (Bill of capacity - BOC) olarak adlandırılan ve taslak kapasite planlama aşamasında kullanılan kapasite planlama tekniğine dayanmaktadır.

Kapasite listeleri her bir iş merkezinde bir son ürünün üretilmesi için gerekli toplam standart zamanı belirlemektedir. Kapasite listeleri bir kez hazırlandıktan

sonra urun ağacı ve rotalar değişmedikçe ana üretim programını gerçekleştirmek için her bir iş merkezinin kapasite gereksinimleri hesaplanabilir.

Tasarlanan kapasite planlama sisteminde kapasite listeleri tekniğinin seçiminde aşağıdaki faktörlerin etkisi olmuştur.

- Kapasite listeleri yaklaşımının kullanılabilmesi için gerekli veriler işletme içersinde değişik ortamlarda olmakla birlikte mevcut durumdadır. Dolayısıyla veri tabanı tasarımı kolaylaşmakta ve ek bilgilerin derlenmesi gerekmemektedir.
- Sürekli üretim yapıldığından ara stoklar ve süreç icindeki stoklar üretim miktarına kıyasla oldukça azdır. Ayrıca üretim hızının yüksek olması tedarik sürelerini de kısaltmaktadır. Bu durumda süreçte bulunan bu stokların kapasiteye yansıtılmaması ve tedarik sürelerinin dikkate alınmaması çok fazla önem arz etmez.
- İşletmede kullanılmakta olan MRP sisteminde belirlenen kapasite gereksinimlerinin zaman boyutu yoktur. Bu yüzden mevcut MRP sistemiyle birlikte daha gerçekçi ve detaylı bilgiler sunan CRP tekniğinin kullanılması mümkün olamamaktadır.
- İşletmede kullanılmakta olan kapasite planlama yöntemi bazı farklılıklar içerse de kapasite listeleri sürecine benzemektedir. Dolayısıyla sistem değişikliği sorun yaratmayacaktır.

- Aylık dönemlere göre yapılan ana üretim programında yer alan ürün karmaları çok fazla değişmemekte ve bu durumda ani kapasite değişiklikleri meydana gelmemektedir.

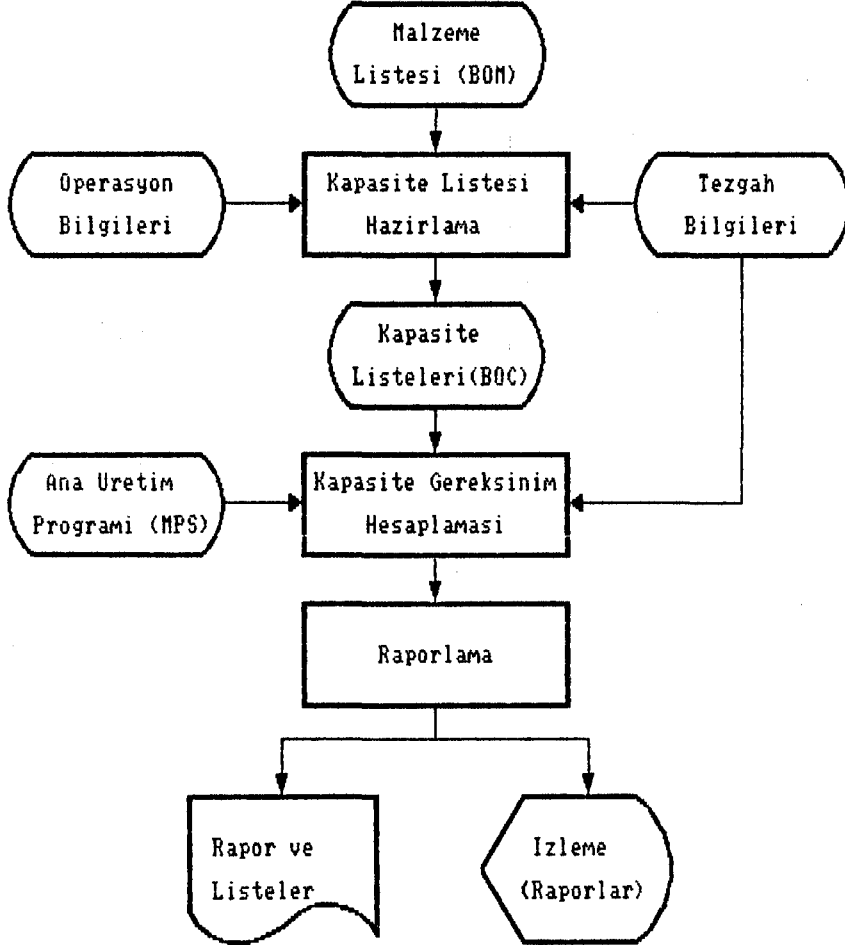
Yukarıda açıklanan bu faktörler kapasite listeleri yaklaşımının dezavantajlarını azaltmaktadır. Bu tekniğin kullanılmasıyla işletmede üretilmekte olan ve ana üretim programında yer alan tüm modellere göre ve her bir iş merkezi için gerekli kapasite düzeylerinin kısa sürede hesaplanması mümkün olmaktadır. Söz konusu bu nedenlerden dolayı ana üretim programını kullanarak kapasite gereksinimlerini belirlemede kapasite listesi yaklaşımının yeterli olacağı görülmüş ve bu amaçla gerekli veri tabanının tasarımı yapılmıştır.

Verilerin büyük bir bölümünün işletmede mevcut durumdadır. Ancak farklı ortamlarda bulunan bu verilerin yapılabilecek diğer genişleme olanaklarını da dikkate alarak bir veri tabanında birleştirilmesi yerinde olacaktır.

Tasarlanan kapasite planlama sistemi ana üretim programının öngördüğü aylık üretim miktarları (dolap/ay) ve dönemlerine göre yapılmaktadır. İşletmede parti tipi üretim yapan tezgah, makina, bölüm gibi iş merkezlerinin kapasite gereksinimleri tezgah saati olarak hesaplanırken gerektiğinde tek bir dönem veya iş merkezi için de hesaplama yapmak mümkündür. İş merkezlerinin kapasite gereksinimleri hesaplandıktan sonra gerekli vardiya sayıları ve işgücü düzeyi kolaylıkla belirlenebilir.

Tasarımı yapılan bilgisayar destekli kapasite planlama sisteminin yapısı Şekil 4.3'te verilmiştir. Malzeme listesi (BOM), tezgah ve operasyon bilgilerinden hareketle kapasite

listeleri (BOC) hazırlanır. Daha sonra hazırlanan bu kapasite listeleri ve ana üretim programı bilgileri kullanılarak her bir iş merkezi için kapasite gereksinimleri hesaplanır.



**Sekil 4.2: Kapasite Planlama Sisteminin Yapısı**

Kapasite gereksinimlerinin hesaplanması aşamasından sonra kapasitenin yetip yetmediğinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla raporlama modülünün kullanılması ile yazıcı ve ekranda sonuçlar incelenmelidir.



### 4.3.2 Veri tabanının yapısı

Tasarlanan bilgisayar destekli kapasite planlama sisteminin en önemli ögesi veri tabanının tasarımıdır. dBASE III PLUS veri tabanı yönetim sistemi yazılımında oluşturulan kapasite planlama sisteminin veri tabanı dosyaları içersinde temel teşkil edenler izleyen kesimlerde ele alınacaktır.

#### 4.3.2.1 Ana üretim programı dosyası

İşletmenin yıllık olarak hazırlanan ana üretim programı her bir modele göre aylık üretilecek buzdolabı sayılarını belirtmektedir. İş takvimi de dikkate alınarak hazırlanan ana üretim programı bilgileri URETIM.DBF dosyasına dönem başında girilmelidir. Söz konusu bu dosyanın yapısı izleyen tabloda verilmiştir.

**Çizelge 4.2: Ana Üretim Programı Dosyasının Yapısı**

Alan Adı	Tip ve genişlik	Açıklamalar
NO	Karakter (2)	Dönem Kodu
DONEM	Karakter (10)	Ait olduğu dönemin adı
ISGUNU	Nümerik (5,2)	Dönemin net işgünü sayısı
B_351	Nümerik (5)	B-351 modelinden üretilecek miktar
B_401	Nümerik (5)	B-401 " " "
...	...	...
...	...	...

Ana üretim programı yıl içersinde değişikliğe uğrarsa gerekli günlemeler yapılmalıdır. Alternatif ana üretim programlarının etkilerinin görülmesi, başka bir ifadeyle eğer-olursa analizlerinin yapılabilmesi için alternatif ana üretim programlarının da bu dosyaya kaydedilmesi gerekir. Ancak verilecek dönem numaralarının tekrarlanmamış olmasında karışıklığı önlemesi bakımından yarar vardır.

#### 4.3.2.2 Tezgah/iş merkezi dosyası

Fabrikada bulunan tüm tezgah ve iş merkezlerin gerekli bilgileri TEZGAH.DBF isimli dosyada kaydedilmiştir. Tüm tezgahlar ve iş merkezleri bir tek tezgah koduyla tanımlanmıştır. İşletmede tezgahlara yönelik bir kodlama sistemi olmadığından tezgah kodları bu çalışmayla birlikte oluşturulmuştur. Tezgah kodları altı karakterlik uç kesimden oluşmaktadır. Bu kesimlerden ilki (ilk uç harf) tezgahın bulunduğu imalat merkezini tanımlamaktadır. Son iki karakter tezgah numarası iken ortadaki tek harf ise tezgahın her iki grupta ortak kullanıldığını veya sadece panel üretim hattında ya da U bukum hattında yer aldığını göstermektedir.

Fabrikada katile tipi üretim yapan tüm tezgah ve iş merkezlerinin kayıtlı bulunduğu TEZGAH.DBF dosyasının yapısı Çizelge 4.3'teki gibidir.

**Çizelge 4.3: Tezgah/İş Merkezi Dosyasının Yapısı**

Alan Adı	Tip ve genişlik	Açıklamalar
TEZGAH	Karakter (6)	Tezgah/iş merkezi kodu
TEZGAH_ADI	Karakter (25)	Tezgah/iş merkezi adı
ISCI	Nümerik (2)	Tezgahta çalışan işçi sayısı
SAYI	Nümerik (2)	Aynı özellikteki tezgah sayısı
FIRE	Nümerik (2)	Tezgahtaki fire oranı (%)
DURMA	Nümerik (2)	Tezgahın durma oranı (%)
SURE	Nümerik (3)	Vardiyadaki çalışma süresi
VARDIYA	Nümerik (1)	Günlük Vardiya Sayısı
IM	Karakter (3)	Tezgahın bulunduğu imalat merkezi

Tezgah bilgilerinde değişiklik olduğunda gerekli önlemler yapılmalıdır. Bu dosya TEZGAH alanına göre indekslenmekte ve diğer dosyalarla olan ilişkiler yine bu alan ile sağlanmaktadır. IM alanı tezgahın veya iş

Kapasite listeleri dosyasının yapısı Çizelge 4.5'teki gibidir.

**Çizelge 4.5: Kapasite Listeleri Dosyasının Yapısı**

Alan Adı	Tip ve genişlik	Açıklamalar
TEZGAH	Karakter (6)	Operasyonun yapıldığı tezgah kodu
B_351	Nümerik (5,3)	B-351 modeli için standart süre
B_401	Nümerik (5,3)	B-401 " " " "
...	...	...
...	...	...

Kapasite listeleri dosyasında her bir iş merkezinde her bir model için gerekli toplam standart zamanlar yer almaktadır. Bu dosya TEZGAH alanına göre indekslenmekte ve ilişkilendirilmektedir.

#### 4.3.2.5 Diğer dosyalar

Kapasite planlama sisteminde yer alan diğer veritabanı dosyaları şu şekildedir.

- . Mamul matrisi (MATRIS.DBF)
- . Günlük üretim miktarları (TEMPO.DBF)
- . Ürün bilgileri (MAMUL.DBF)
- . Tesis bilgileri (TESIS.DBF)
- . Ara işlem dosyası (SONUC.DBF)

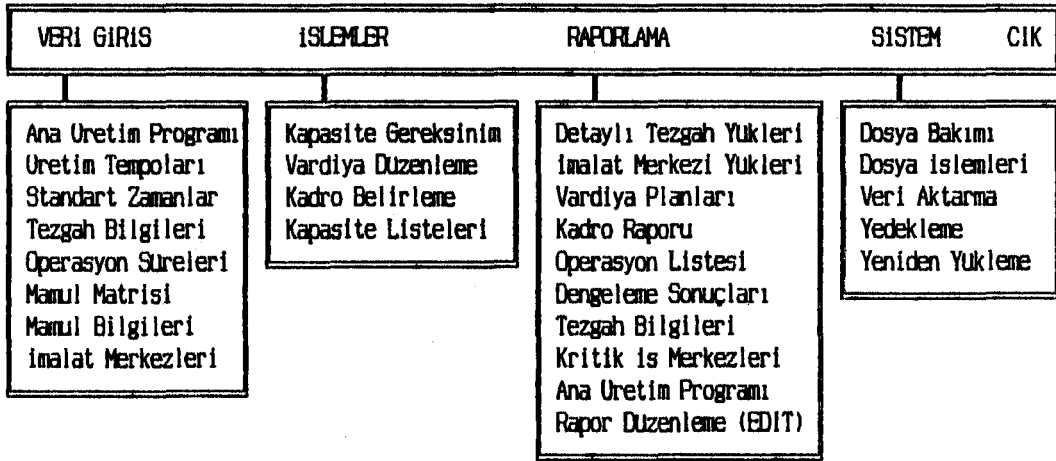
Bu dosyalar sistemin kullanılabilmesi için gerekli yardımcı bilgileri içermektedir.

#### 4.3.3 Kapasite planlama sisteminin modülleri

İşletmenin kapasite gereksinimlerini bilgisayar destekli olarak belirlemeye yönelik hazırlanan KPS, veri tabanında bulunan bilgilerin bir grup program modüllerince işlenip sonuçların türetilmesini sağlar. Söz konusu bu programlar dBASE ortamında yaratılan veri tabanı

bilgilerine erişim sağlamak ve kullanıcının belirlediği işlemleri menüler aracılığıyla yürütmektedir. Program CLIPPER derleyicisiyle derlendiğinden taşınması kolay ve kullanımı oldukça etkindir. Geliştirilen programın listesi EK-3'te verilmiştir.

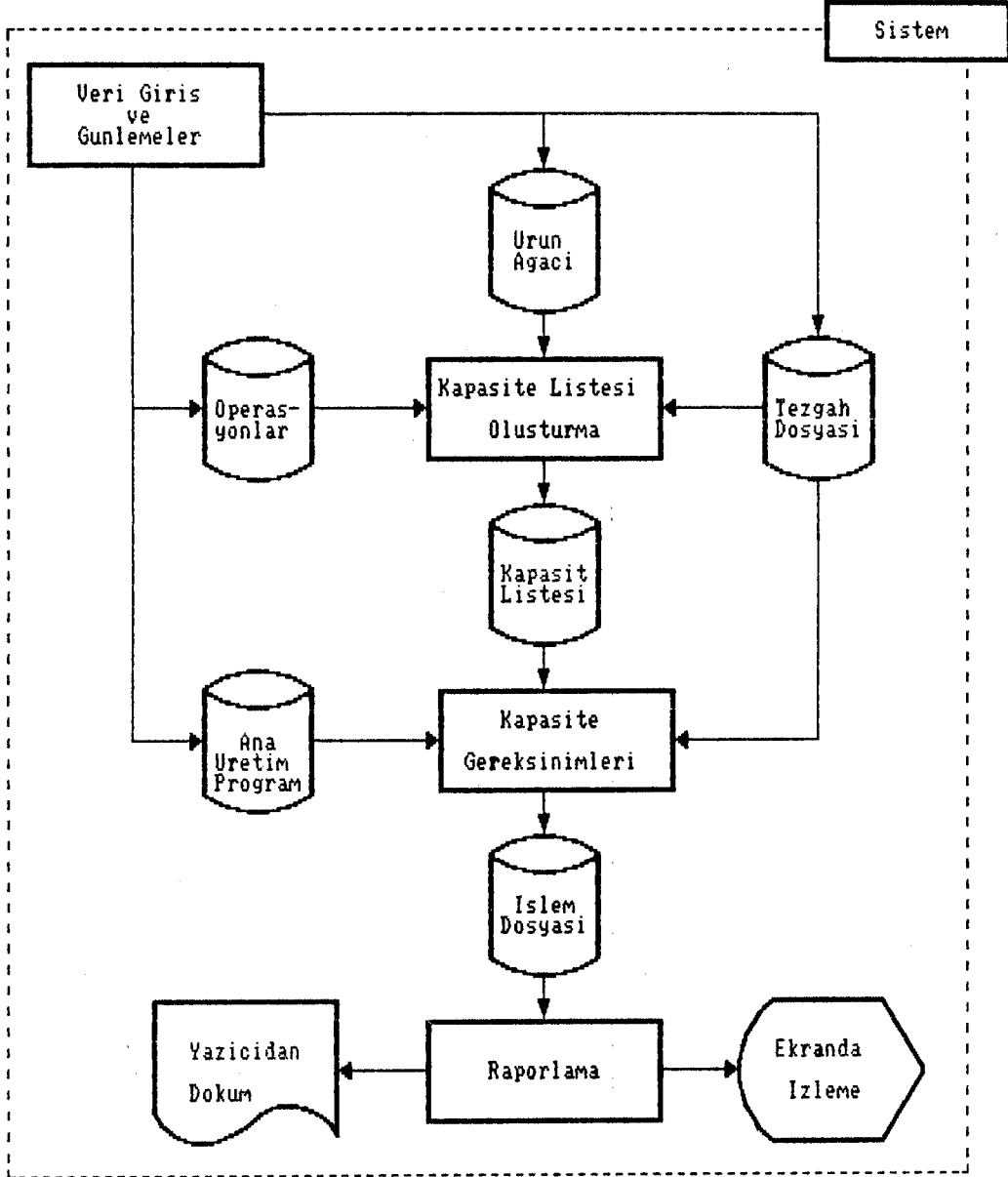
İşletmenin yapısı dikkate alınarak tasarlanan bilgisayar destekli kapasite planlama sistemi (KPS) Şekil 4.3'deki menü ağacından da anlaşılacağı üzere dört ana modülden meydana gelmiştir.



Şekil 4.3: Kapasite Planlama Sisteminin Menü Ağacı

Veri girişlerinin ve gerekli güncellemelerin yapılabilmesi işlemi Veri Giriş modülüne yerine getirilmektedir. İşlemler modülünde ise kapasite planlama işlemlerinin alt sistemleri yer almaktadır. Bu modül Raporlama modülü için gerekli bilgileri oluşturmakta ve kullanımlarına olanak sağlamaktadır. Raporlama modülünde ise söz konusu bu rapor ve listelerin görüntülenmesi veya yazıcıdan dokümanlarının alınması için kullanılmaktadır. Veri tabanının bakımının yapılması, yedeklenmesi veya yeniden kurulması için gerekli

işlemler ise Sistem modülüne yerine getirilmektedir. Şekil 4.4'te kapasite planlama sistemi ve modülleri arasındaki ilişkiler genel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Kapasite Planlama Sisteminin İlişkileri

Kapasite planlama sisteminde geliştirilmiş olan programların hepsi bu kesimde yer almamıştır. Özellikle yığın veri girişi, kontrol ve düzeltme amacıyla

gerçekleştirilen çok sayıdaki geçiş programları uygulamaya geçişle birlikte işlevlerini tamamlamış olduğundan bu bölümde ele alınmayacaklardır.

#### 4.3.3.1 Veri giriş modülü

Kapasite planlama sisteminde kullanılan veri tabanı dosyalarına veri girişi ve gerektiğinde güncellemelerin yapılabilmesi için Şekil 4.3'deki menü ağacında da görülen veri giriş seçeneklerinin kullanılması gerekmektedir. Veri girişi işleminin basitleştirilmesi için hatalı girilen verilerin düzeltilebilmesi olanakları, önceki bilgilere bir tuşla erişebilme, yanlış veri girişinde ikaz gibi bazı kolaylıklar sağlanmıştır.

Butun veri giriş programlarında kullanıcının vuracağı tuş sayısını en düşük düzeyde tutabilecek düzenlemeler yapılmış, bazı kesimlerde tekrar etme olasılığı yüksek olan alanlar için son girilen verilerin ekrana hazır gelmesi sağlanmıştır.

Veri giriş modülünün ekran görüntülerinin bir kısmı EK-4'te verilmiştir.

#### 4.3.3.2 İşlemler modülü

Kapasite listelerinin hazırlanması ve kapasite gereksinimlerinin hesaplama işlemleri bu modül tarafından gerçekleştirilmektedir. İşlemler, herhangi bir dönemdeki veya tesisteki bir tek iş merkezi için yapılabileceği gibi istendiğinde tüm iş merkezleri için aynı anda yapılabilmektedir.

Kullanılan yöntem ise önceki kesimlerde tanıtılan kapasite listeleri yaklaşımıdır. Kapasite listelerinin hesaplanması işlemi ise aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$M_{jk}$ : j-inci urunde k-inci parçadan kullanılan miktar (adet/dolap),

$O_{ijk}$ : i-inci tezgahta j-inci urunde bulunan k-inci parçanın l-inci operasyonun standart zamanı (dakika/adet),

$T_{ij}$ : i-inci tezgahta j-inci urunu üretmek için gerekli toplam standart zaman (saat/dak),

olmak üzere

$$T_{ij} = \sum_k (M_{jk} \sum_l O_{ijkl}) / 60$$

şeklinde belirlenir. Kapasite listelerinden hareketle kapasite gereksinimlerinin hesaplanmasında,

$A_{jt}$ : t-inci dönemde j-inci urunden üretilecek miktar (dolap/ay),

$F_i$ : i-inci tezgahın fire oranı (%),

$D_i$ : i-inci tezgahın durma (arıza, bakım, hazırlık) oranı (%),

$G_{ijt}$ : t-inci dönemde i-inci tezgahtaki j-inci urunu üretmek için gerekli kapasite (saat/ay)

$K_{it}$ : t-inci dönemde i-inci tezgahın toplam kapasite gereksinimi (saat/ay)

iken,

$$G_{ijt} = \frac{(A_{jt} T_{ij}) \left(1 + \frac{F_i}{100}\right)}{\left(1 - \frac{D_i}{100}\right)} \quad \text{ve} \quad K_{it} = \sum_j G_{ijt}$$

formülleri kullanılmaktadır. Toplam kapasite gereksinimleri aylık iş gününe bölünürse gerekli vardiya sayıları ve iş merkezlerinde çalışması gereken işçi sayısının vardiya sayısı ile çarpılması gerekli işgucu düzeyinin belirlenmesi

için kullanılır. Ancak bu noktada bazı kaydırmaların ve fazla mesai gibi uygulamaların değerlendirilmesi gerekmektedir.

İşlemler modülünün gerekli görülen bazı ekran görüntüleri Ek-5'te verilmiştir.

#### 4.3.3.3 Raporlama modülü

Raporlama modülüyle kapasite planlamasında kullanılabilen raporlar ve listeler türetilmektedir. Örnek olarak bir iş merkezinin kapasite gereksinimlerinin gösterildiği izleyen rapor verilebilir.

##### DETAYLI TEZGAH YUKLERİ RAPORU

İmalat Merkezi ...: 201  
 Tezgah Kodu .....: 201005  
 Tezgah Adı .....: 400 TON OTOMATİK  
 Tezgah Sayısı ...: 1 Adet  
 Operator Sayısı...: 1 Kisi  
 Durma Oranı .....: 10 %  
 Fire Oranı .....: 5 %

Çalışma Süresi ...: 425 dak/Vardiya

##### Kapasite Gereksinimleri

No Dönem	B-351	B-401	B-365	B-415	B-450	B-170	B-325	B-475	B-385	B-425	TOPLAM
01 OCAK	69.9	62.1	16.2	5.6	99.1	72.9	108.9	299.4	0.0	0.0	734.2
02 SUBAT	58.2	54.3	16.2	5.6	109.1	58.3	98.0	326.7	0.0	0.0	726.5
03 MART	69.9	62.1	16.2	5.6	99.1	72.9	108.9	260.6	38.9	0.0	734.2
04 NISAN	54.3	46.6	16.2	2.1	97.5	58.3	81.7	136.1	163.3	0.0	656.2
05 MAYIS	120.7	120.7	16.2	2.1	196.9	75.8	186.7	466.7	256.7	0.0	1442.5
06 HAZİRAN	88.9	82.6	26.7	2.1	149.4	88.5	149.3	229.4	248.9	0.0	1065.8
07 TEMMUZ	120.7	93.7	35.5	4.2	186.8	113.8	149.3	416.1	248.9	0.0	1369.0
08 AĞUSTOS	31.8	31.8	0.0	0.0	133.1	0.0	96.4	299.4	0.0	0.0	592.6
09 EYLÜL	59.6	44.0	21.4	2.1	0.0	46.7	70.0	102.1	72.9	0.0	418.8
10 EKİM	55.1	50.5	16.2	44.5	101.0	70.0	93.3	248.1	123.9	0.0	802.5
11 KASIM	59.6	45.9	16.2	51.5	92.3	54.4	116.7	247.9	145.8	0.0	830.4
12 ARALIK	45.9	41.3	16.2	51.5	92.3	62.2	93.3	233.3	116.7	0.0	752.7

Sekil 4.5: Detaylı Tezgah Yukleri Raporu Örneği



Raporlama modulunde oluşturulan raporlar, yazıcıdan dökümleri alınabilir veya ekranda incelenebilirken, gerektiğinde bir kelime işlemci gibi istenen bazı düzenlemelerin yapılması mümkündür. Bu amaçla Raporlama menüsündeki "Rapor Düzenleme (EDIT)" seçeneğinin seçilerek düzenlenmesi istenen rapor yüklenmelidir. Gerektiğinde bu raporların herhangi bir kelime işlemci veya hesap tablosu (WordStar, Excel, Lotus 1-2-3 vb.) yazılımlara transferi yapılabilmektedir. Bu sayede raporlama ve sunumda değişik yazılımlardan yararlanma olanığı sağlanmaktadır. EK-6'da Raporlama modulünden elde edilebilen bazı listeler örnek olarak verilmiştir.

#### **4.3.3.4 Sistem modulu**

Sistem moduluyla veri tabanının bakımı, yedeklenmesi ve yeniden kurulması gibi temel işlevler yerine getirilmektedir. Sistemin yaşatılması için söz konusu bu işlemler gereklidir. Özellikle indeks dosyalarında meydana gelebilecek veri kayıplarının giderilebilmesi için zaman zaman veri tabanının bakımı yapılmalıdır.

Ayrıca bu modulde bulunan dosya işlemleri seçeneği ile veri tabanında bulunan tüm dosyaların incelenmesi mümkündür. Veri aktarma seçeneğiyle de veri tabanında bulunan bilgilerin istenen bir koşula göre başka ortamlara aktarılması olanığı sağlanmaktadır.

#### **4.4 Montaj Hattlarının Dengelenmesi**

Ana üretim programının değişmesine bağlı olarak montaj hatlarının dengelenmesi gerekmektedir. İşletmede montaj hatlarının dengelenmesi ilgili mühendisin geçmiş dönemlerden edindiği tecrübeye dayanmaktadır. Oysa literatürde montaj hatlarının dengelenmesine yönelik

önerilen bulgusal yöntemler oldukça iyi sonuçlar verebilmekte ve yapılabilecek bazı düzenlemelere olanak sağlayabilmektedir.

#### 4.4.1 İşletmede bulunan montaj hatlarının yapısı

Fabrikada bulunan montaj hatlarının temel özelliği ise hattın her iki tarafında yapılması gerekli operasyonların olmasıdır. Çalışanlar montaj hatlarının her iki tarafında bulunamayacağından atanacak operasyonların ayrılmasını gerektirir. Bu durum istasyonlara atanacak işlerin kombinasyonunu kısıtlamaktadır.

Montaj hatlarında karşılaşılan ve önemli görülen bazı kısıtlar aşağıdaki gibidir.

Öncelik kısıtı, işin teknolojik sıralama zorunluluğudur.

Montaj işlemlerinin belirli bazı önceliklere göre yapılmaktadır. Söz konusu bu öncelikler dengeleme işlemini yapan mühendisin bilgisi dahilinde olup herhangi bir ortamda kayıtlı değildir.

Alan kısıtı, sabit makina ve donanımın bulunduğu alanlarda veya ara stoklamanın yapıldığı bazı iş elemanlarının belirli istasyonlarda yapılması zorunluluğudur. Bu tür istasyonlarda yapılması gerekli işler başka istasyonlara dağıtılamamaktadır.

Çalışma pozisyonu kısıtı, istasyonda çalışacak işçinin çalışma pozisyonun tanımlanmaktadır. Ayakta yapılan iş elemanları ile oturarak yapılacak iş elemanları aynı iş istasyonunda birleştirilmemelidir. Bu yüzden ayakta veya oturarak yapılmakta olan elemanların belirlenmesi ve atanmasının buna göre yapılması gerekmektedir.

Alet kullanım kısıtı, iş istasyonlarının işlemlerinde birden fazla yardımcı aletin kullanılmasının istenmemesidir. Bazı iş elemanları lastik tokmak, hava tabancası, matkap gibi yardımcı el araçları gerektirmektedir. Birden fazla aletin aynı istasyonda kullanılması bazı sakıncalar doğurabileceğinden mümkün olduğunca atamaların kullanılan ekipmana göre yapılması istenmektedir. Bu sayede gerekli alet sayısı da en az olmaktadır.

Erişim kısıtı, montaj hatlarını her iki tarafında yapılan operasyonların aynı iş istasyonuna atanamamasıdır. Çalışanlar hattın karşı tarafına geçemeyecekleri veya buzdolabını çeviremeyecekleri için bu tür operasyonların aynı iş istasyonuna atanmamaları gerekmektedir.

Bölünmezlik kısıtı, bazı iş elemanlarının tek başlarına anlamlı fakat diğer elemanlarla bir alt grup oluşturmasıdır. Bu elemanların aynı iş istasyonunda bulundurulmasının sağlanması için birleştirilmeleri yerinde olacaktır.

#### 4.4.2 Geliştirilen montaj hattı dengeleme algoritması

Helgeson ve Burnie tarafından geliştirilen göreceli pozisyon ağırlıkları yönteminden (ranked positional weight technique) esinlenilerek işletmede bulunan montaj hatlarının yapısına uygun bir yöntem geliştirilmiştir (.

Geliştirilen yöntemin kullanılmasıyla öncelik kurallarının yanı sıra montaj bandının sağ ve solunda yer alan operasyonların birlikte değerlendirilebilme olanığı sağlanmaktadır. Birlikte olması istenmeyen elemanların tanımlanmasıyla çalışma pozisyonları ve alet kullanımları

da dikkate alınmaktadır. Ayrıca operasyonların birleştirilmesiyle, birlikte yapılması gereken ve aynı iş istasyonunda bulunması istenen elamanlar gruplanabilir. Böylece alet kullanım kısıtı ve bölünmezlik kısıtı sağlanabilir. Sabit istasyonlarda yapılacak elamanlar da başlangıçta atanarak dengeleme işlemlerinde kolaylık sağlanabilir.

Geliştirilen yöntemin algoritması aşağıdaki gibidir.

1. **Adım:** Tüm elemanların göreceli pozisyon ağırlıklarını hesapla.
2. **Adım:** İlk iş istasyonu için en yüksek pozisyon ağırlığı olan işi (elamanı) seç ve ata. İstasyon tipi (bantın ön veya arkası) bu işin tipine eşit olsun.
3. **Adım:** Atanmış işlerin birikimli sürelerini istasyon çevrim süresinden çıkararak kalan süreyi hesapla.
4. **Adım:** Daha sonraki en yüksek pozisyon ağırlığı olan işi seç, izleyen kontrolleri yaparak işi atamaya çalış.
  - a. Seçilen işin öncelik kurallarına uygunluğuna bak. Eğer önceki işler atandıysa izleyen kontrolleri yap aksi halde 5. Adıma git.
  - b. Seçilen işin tipi istasyon tipine uyuyorsa kontrollere devam et. Aksi durumda 5. Adıma git.
  - c. Seçilen işin atanacak istasyonda birlikte bulunamayacağı eleman varsa 5. Adıma git.
  - d. İşin süresini kalan süreyle karşılaştır. Eğer işin süresi kalan süreden küçük ise işi

istasyona ata ve kalan süreyi ve atanmış işlerin birikimli sürelerini yeniden hesapla. Aksi durumda 5. Adıma git.

5. Adım: Kalan süre içersinde istenen koşulları sağlayan iş kalmayınca kadar 4. Adımı uygula, eğer iş atanamıyorsa yeni bir istasyon yarat işlerin tümü atandıysa dur.

#### 4.5 Uygulama Sonuçları

İşletmede bulunan kapasite planlaması ile ilgili bilgilerin ortak bir veri tabanında birleştirilmesi ve bu bilgileri kullanan bir yazılımın geliştirilmesi tasarlanan kapasite planlama sisteminin en önemli kesimidir.

Kapasite planlama sisteminin kurulmasındaki önemli aşamalardan birisi kapasite planlama teknikleri arasından uygun olanının seçilmesidir. Bu aşamada işletmenin üretim sistemi incelenmiş, kullanılmakta olan sistemde var olan bilgilerden yararlanma olanakları dikkate alınarak, işletmenin yapısına uygun olan kapasite listeleri tekniği seçilmiştir.

Geliştirilen yazılım kapasite listeleri tekniğini kullanarak işletmede bulunan her bir iş merkezi için kapasite gereksinimlerini belirlemektedir. Ancak uygulamada karşılaşılan bazı teknik sorunlar kapasite listeleri tekniğinin tam olarak uygulanabilmesini önlemektedir. Özellikle, işletmede belirli bir parti büyüklüğü politikasının uygulanmaması, tezgah hazırlık sürelerinin kapasite gereksinimlerine yansıtılmasını güçleştirmiştir. Bu güçlük hazırlık sürelerinin iş merkezlerinin durma oranlarına yansıtılmasıyla giderilmiştir. Bazı iş

merkezlerdeki hazırlık sürelerinin oldukça kısa olması nedeniyle bu tür iş merkezlerindeki hazırlık süreleri ihmal edilebilmektedir.

Bilgisayar destekli olarak tasarımı yapılan kapasite planlama sistemi dört ana modülden oluşmaktadır. Veri giriş modülü veri tabanında bulunan verilerin güncellenmesi ve yeni veri girişlerinin yapılabilmesi için kullanılmaktadır. İşlemler modülü ise kapasite listelerinin oluşturulması ve kapasite gereksinimlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Raporlama modülünde oluşturulan rapor ve listelerin ekran veya yazıcıdan incelenmesi mümkündür. Söz konusu bu raporlar bir metin dosyasında (ASCII) saklanmakta ve istenildiğinde başka yazılımlara aktarılabilir. Bu sayede raporlama ve sunum kolaylıkları sağlanmaktadır. Veri tabanının bakımının yapılması, yedeklenmesi ve yeniden kurulması gibi temel işlevler ise sistem modülüne yerine getirilmektedir.

Kapasite planlama sisteminin kurulmasındaki amaç salt kayıt tutma ve işlemlerde hız ve duyarlılığı arttırmak değildir. Bunlar işletme etkinliğini arttırmada rol oynasalar da asıl yararlar, toplanan verilerin analizi, raporlanması ve yöneticilere verimlilik arttırıcı eylemlere yönelik değişik seçenekleri değerlendirebilme olanığı sunmasıdır. Bu sayede farklı ana üretim programlarının etkileri görülüp uygun planın seçilmesi ve yürürlüğe konması mümkün olabilmektedir.

Kapasite planlama sistemi kurulduktan sonra hemen kullanıma alınması bazı sorunlar doğurabilir. Öncelikle veri tabanına gerekli tüm verilerin girilmesi, bu verilerin doğruluğunun sınanması ve işlemlerin doğru yapıldığı gözlemlendikten sonra bu bilgilerden hareketle

yerinde kararlar alınabileceğine güven duyulmalıdır. Bu yüzden bir süre eski yapılış düzeniyle yeni yapılış düzeninin birlikte yürütülmesinde yarar vardır.

Kapasite planlama sisteminin tasarlanmasının yanısıra işletmede montaj hatlarının dengelenmesi problemi de gözlenerek işletmenin yapısına uygun olabilecek bir yöntem önerilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerin, günümüz ekonomik koşulları altında varlıklarını sürdürebilmeleri için tüm yönetsel faaliyetlerde bilimsel yöntem ve tekniklerden mümkün olduğunca fazla yararlanma istekleri üretim yönetimine de yansıyor, özellikle bilgisayar desteğinin sağlanmasıyla bir çok yeni yaklaşım kendini göstermiştir. Geliştirilen üretim yönetimi teknolojileri içerisinde kapasite planlamasının önemli bir yeri vardır.

Çizelgelenen üretimi gerçekleştirebilmek için yeterli kapasitenin olup olmadığının belirlenmesi farklı ana üretim programlarının etkilerinin görülebilmesi başka bir ifadeyle eğer-olursa analizlerinin yapılabilmesi, kapasite planlama tekniklerinin kullanılmasıyla mümkün olmaktadır.

Çalışmada genel olarak üretim sistemleri ve yönetimine değinilerek günümüz üretim yönetimi yaklaşımları incelenmiş, kapasite kavramı ve kapasiteyi etkileyen faktörlerle, kapasite kararları üzerinde durulmuştur.

Kapasite planlamasının, üretim planlama ve kontrol sistemindeki yerinin belirlenmesiyle kısa, orta ve uzun planlama dönemlerinde farklı kapasite planlama düzeylerinin olduğu görülmüştür. Kısa, orta ve uzun dönem kapasite planlaması için kullanılan tekniklerin önemli yer tuttuğu görüldüğünden bu teknikler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu sayede söz konusu bu tekniklerin avantaj ve dezavantajları belirlenmiş ve karşılaştırmalı olarak ortaya konabilmiştir. Kapasite planlama sistemlerinin kurulmasında karşılaşılabilecek teknik ve yönetsel sorunlara değinilerek çalışmanın araştırma bölümü tamamlanmıştır. Bu aşamadan sonra ortaya çıkan bazı sonuçları kısaca şu şekilde sıralayabiliriz.



- Kapasite planlaması, programlanan üretimi gerçekleştirebilmek için üretim planlama ve kontrol sisteminde uzun, orta ve kısa dönemi ile tesisten iş merkezine kadar her aşamada yapılması gereken bir faaliyettir.
- Üretim planlama aşamasından sonra malzeme planları da gerçekleştiriliyorsa, malzeme planlarıyla birlikte kapasite planlarının yapılması çizelgelenen üretimin gerçekçi olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir.
- Farklı ana üretim programlarının eğer-olursa analiziyle değerlendirilmesi, yöneticilerin etkin ve yerinde kararları almalarına yardımcı olmaktadır. Bu işlem en kolay ve en basit şekilde taslak kapasite planlama teknikleriyle yapılabilmektedir.
- Seçilen özel kapasite planlama tekniklerinin planlama dönemleri ve ayrıntı düzeyleri, etkin yönetsel kararların alınmasını sağlayacak gerçek şirket koşullarına uymalıdır.
- Kapasite planlamasının ayrıntılı olması daha fazla veri tabanı ve bakımını gerektirecektir.
- Kapasite sadece planlanmamalı, aynı zamanda izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır.
- Üretim planlamasının ve kaynak planının titizlikle yapılması sonucunda daha basit kapasite planlama yaklaşımları yeterli olacaktır.
- Kısa dönem kapasite bilgilerine olan gereksinim, atelye düzeyinde kontrol sisteminin iyi yürütülmesi ile azalmaktadır.

- Kitle tipi üretim sistemlerinde kapasite planlamasıyla birlikte yapılması gerekli faaliyetlerden birisi de montaj hatlarının dengelenmesidir.

Bir imalat işletmesinde bilgisayar destekli kapasite planlama sisteminin tasarımı ise çalışmanın uygulama alanıdır. Bu amaçla dBASE veri tabanı yönetim sistemiyle bir kapasite bilgileri veri tabanı oluşturularak, söz konusu bu veri tabanını kullanan bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım kapasite planlama tekniklerinden olan kapasite listeleri yaklaşımını işletmenin kendine özgü koşullarıyla birleştirmiştir. Ayrıca yapılabilecek genişleme olanakları dikkate alınmıştır.

Tasarımı yapılan kapasite planlama sistemi, kurulan veri tabanında bulunan bilgileri kullanarak ana üretim programını gerçekleştirebilmek için her bir iş merkezindeki gerekli kapasite düzeylerini, üretimi yapılan tüm modellere göre belirlemektedir.

İşletmede karşılaşılan ve kapasite planlamasıyla ilgili olan diğer bir problem de montaj hatlarının dengelenmesidir. Bu problemin çözüme kavuşturulması için bir yöntem önerildiyse de daha etkin yöntemler geliştirmek mümkündür. Montaj hatlarının dengelenmesi yeni araştırma konusu olarak önerilebilir.

Konu ile ilgili bundan sonraki yapılabilecek çalışmalardan bir diğeri de atelye düzeyinde kontrol sisteminin kurulmasıdır. Bu durum ayrı bir araştırma konusu olabilecek nitelikte ve gelişmelere açıktır.

### KAYNAKLAR DIZINI

- Acar N., Eştaş S., 1986, Kesikli Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 309, Ankara, 156 s.
- Acar N., 1989, Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 280, Ankara, 192 s.
- Altug O., 1989, Maliyet Muhasebesi İlkeler-Uygulamalar, Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Yayın ve Yardım Vakfı Yayınları, 434-667, 422 s.
- Bedworth D.D., Bailey J.E., 1987, Integrated Production Control System, Management, Analysis, Design, John Wiley And Sons, Inc., 478 p.
- Buffa E.S., 1983, Modern Production/Operations Management, John Wiley And Sons, Inc., 682 p.
- Berry W.L., Volmann T.E. and Whybark D.C., 1979, Master Productions Scheduling Principles And Practice, American Production and Inventory Control Society (APICS), 184 p.
- Chase R.B. and Aquilano N.J., 1985, Production and Operations Management, A lie Cycle Approach, Richard D. Irwin, Inc., 854 p.
- Dilforth, J.B., 1989, Production and Operation Management, Manufacturing and Nonmanufacturing, Random House, 565 p.
- Funk P., 1989, Throughput planning instead on capacity planning is next logical step after MRP II, Industrial Engineering, 21, 1, 40-44.
- Gray C.D., 1987, The Right Choise A Complete Guide to Evaluating and Installing MRP II Software, Oliver Wight Limited Publications Inc., 256 p.

**KAYNAKLAR DIZINI (devam)**

- Groover M.P., 1987, Automation, Production Systems, And Computer Integreted Manufacturing, Prentice-Hall International Editions, 808 p.
- Hax A.C. and Candea D., 1984, Production and Inventory Management, Prentice Hall, Inc., 544 p.
- Hendry L.C. and Kingsman B.G., 1989, Production planning system and their applicability to make-to-order companies, European Journal of Operation Resarch, 40, 1-15.
- Jain A.K., 1991, Beyond MRP II: The enterprice solition, Industrial Engineering, 23, 3, 31-36.
- Kobu B., 1981, Uretim Yönetimi, Istanbul Universitesi Yayınları, 2298, 758 s.
- Kessler J., 1991, MRP II: in the mids of a continuing evolution, Industrial Engineering, 23, 3, 33-35.
- Landvater D.V. and Gray C.D., 1989, MRP II Standart System A Handbook For Manufacturing Software Survival, Oliver Weight Limited Publucation, Inc., 264 p.
- Meredith J.R., 1987, The Management of Operations, John Wiley and Sons, Inc., 710 p.
- McAreavey D., Hoey J. and Leonard R., 1988, Design the closed loop elements of a material requirements planning system in a low volume, make-to-order company (with case study), International Journal of Production Research, 26, 7, 1141-1159.
- Milas G.H., 1990, Assembly line balancing... Let's remove the mystery, Industrial Engineering, 5, 31-36.
- New S.J., Loskett A.G. and Boaden R.J., 1991, Using simulation in capacity planning, Journal of the Operational Resource Society, 42, 4, 271-279.

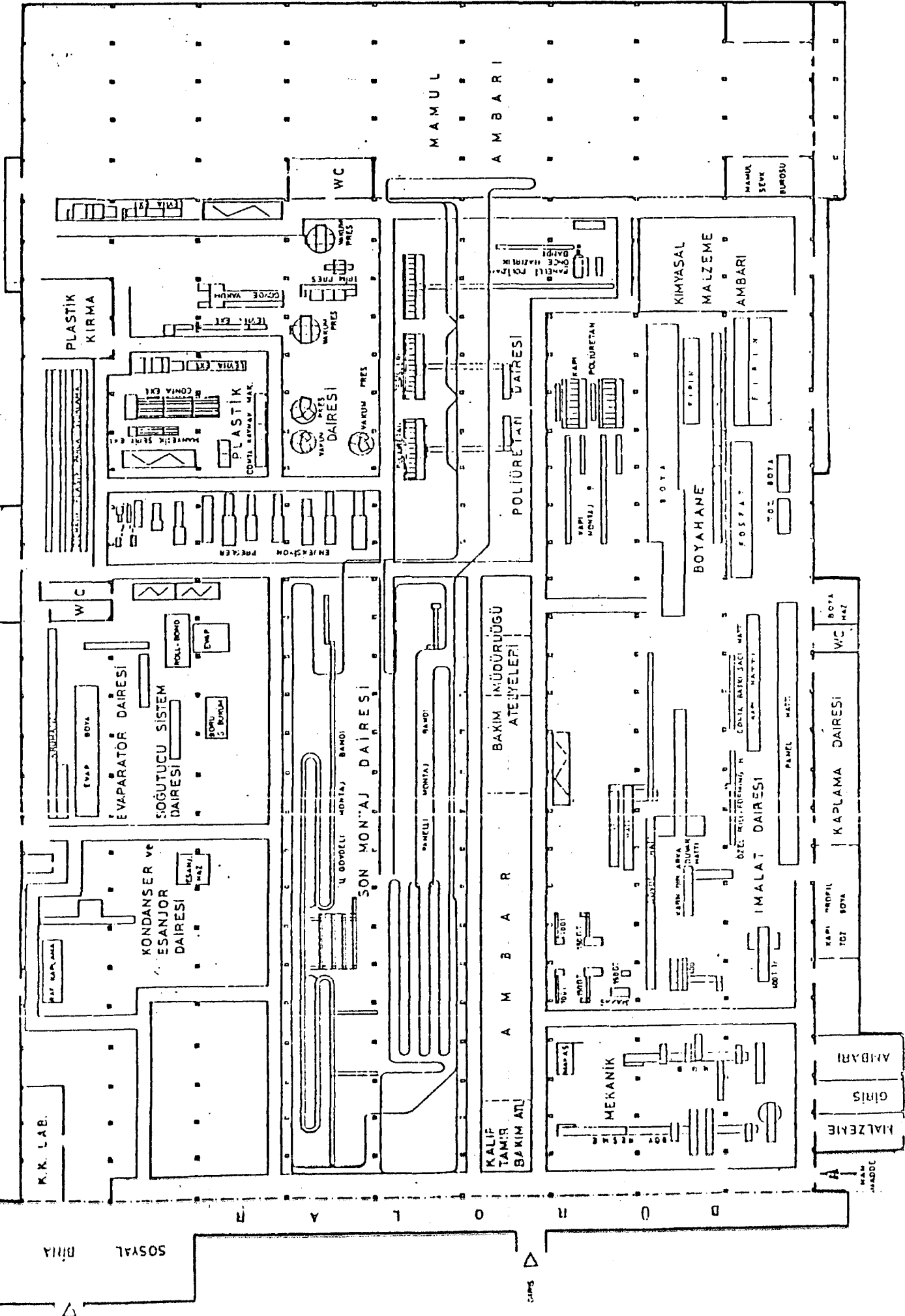
**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Nişancı İ., 1984, Üretim Planlaması ve Kontrolü, Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü (SEGEM), 180 s.
- Özgen H., 1987, Üretim Yönetimi, Bizim Büro Basımevi, Adana, 232 s.
- Özkul A.E. ve Kara İ., 1989, Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II), (Seminer Notları), ORHİM Eğitim ve Kültür Merkezi, İstanbul, 88 s.
- Ranky P.G., 1986, Computer Integrated Manufacturing, Prentice-Hall, Inc., 514 p.
- Saatçioğlu D., 1983, Üretim Sistemi Tanımı, Üretim Planlama Sistemleri Tasarımı, Cilt I, Prof. Mustafa Parlar Eğitim ve Araştırma Vakfı, 152 s.
- Smith S.B., 1989, Computer Based Production and Inventory Control, Prentice-Hall, Inc., 468 p.
- Tersine R.J., 1985, Production/Operations Management: Concepts Structure and Analysis, Elsevier Science Publishing Co., Inc., 752 p.
- Tersine R.J., 1988, Principles of Inventory and Materials Management, Elsevier Science Publishing Co., Inc., 556 p.
- Volman T.E., Bery W.L. and Whybark D.C., 1988, Manufacturing Planning and Control Systems, Richard D. Irwin, Inc., 746 p.
- Wight O.W., 1981, MRP II: Unlocking America's Productivity Potential, Oliver Wight Limited Publications, Inc., 556 p.

## E K L E R

- EK-1: Fabrika Yerleşim Planı
- EK-2: 1991 Yılı Ana Üretim Programı
- EK-3: Kapasite Planlama Sistemi Programının Listesi
- EK-4: Veri Giriş Modüllerinin Ekran Görüntüleri
- EK-5: İşlem Modülünün Ekran Görüntüleri
- EK-6: Rapor Örnekleri

EK-1 : Fabrika Yerleşim Planı



Ocak Subat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül Ekim Kasım Aralık TOPLAM

B-130 Lüks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-130 Std.	460	0	500	500	895	0	1,100	0	400	0	0	0	3,855
B-130 İhr.	500	500	500	500	725	1,275	500	0	500	1,500	0	0	6,500
<b>Mini Buzdolabı</b>	<b>960</b>	<b>500</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,620</b>	<b>1,275</b>	<b>1,600</b>	<b>0</b>	<b>900</b>	<b>1,500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,355</b>

B-351 Lüks	6,000	4,200	5,250	3,000	9,900	6,900	7,900	4,500	4,450	3,800	4,350	2,400	62,650
B-351 Std.	2,900	3,050	3,650	3,700	6,200	4,700	7,200	0	3,000	3,000	3,100	3,100	43,600
B-351 İhr.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	0	1,000	1,000	1,000	1,000	12,000
<b>B-351 Toplam</b>	<b>9,900</b>	<b>8,250</b>	<b>9,900</b>	<b>7,700</b>	<b>17,100</b>	<b>12,600</b>	<b>17,100</b>	<b>4,500</b>	<b>8,450</b>	<b>7,800</b>	<b>8,450</b>	<b>6,500</b>	<b>118,250</b>

B-401 Lüks	4,802	4,302	5,452	2,552	10,900	7,100	5,979	4,500	3,232	4,002	3,302	2,652	58,775
B-401 Std.	3,350	2,750	2,700	3,400	5,552	3,952	6,000	0	2,350	2,500	2,550	2,550	37,654
B-401 İhr.	648	648	648	648	648	648	1,296	0	648	648	648	648	7,776
<b>B-401 Toplam</b>	<b>8,800</b>	<b>7,700</b>	<b>8,800</b>	<b>6,600</b>	<b>17,100</b>	<b>11,700</b>	<b>13,275</b>	<b>4,500</b>	<b>6,230</b>	<b>7,150</b>	<b>6,500</b>	<b>5,850</b>	<b>104,205</b>

B-450 Lüks	5,360	5,900	5,360	5,275	10,650	8,080	10,100	7,200	0	5,460	4,990	4,990	73,365
B-450 İhr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>B-450 Toplam</b>	<b>5,360</b>	<b>5,900</b>	<b>5,360</b>	<b>5,275</b>	<b>10,650</b>	<b>8,080</b>	<b>10,100</b>	<b>7,200</b>	<b>0</b>	<b>5,460</b>	<b>4,990</b>	<b>4,990</b>	<b>73,365</b>

<b>Tek Kapılı Buzdolabı</b>	<b>24,060</b>	<b>21,050</b>	<b>24,060</b>	<b>19,575</b>	<b>44,850</b>	<b>32,380</b>	<b>40,475</b>	<b>16,200</b>	<b>14,680</b>	<b>20,410</b>	<b>19,940</b>	<b>17,340</b>	<b>295,820</b>
-----------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------

B-365 Lüks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-365 Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-365 İhr.	2,296	2,296	2,296	2,296	2,296	3,776	5,036	0	3,036	2,296	2,296	2,296	30,216
<b>B-365 Toplam</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>3,776</b>	<b>5,036</b>	<b>0</b>	<b>3,036</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>2,296</b>	<b>30,216</b>

B-415 Lüks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-415 Std.	500	500	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,500
B-415 İhr.	300	300	300	300	300	300	600	0	300	6,300	7,300	7,300	23,600
<b>B-415 Toplam</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>600</b>	<b>0</b>	<b>300</b>	<b>6,300</b>	<b>7,300</b>	<b>7,300</b>	<b>25,100</b>

<b>Çift Kapılı Buzdolabı</b>	<b>3,096</b>	<b>3,096</b>	<b>3,096</b>	<b>2,596</b>	<b>2,596</b>	<b>4,076</b>	<b>5,636</b>	<b>0</b>	<b>3,336</b>	<b>8,596</b>	<b>9,596</b>	<b>9,596</b>	<b>55,316</b>
------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

<b>U-Büküm Buzdolabı</b>	<b>27,156</b>	<b>24,946</b>	<b>27,156</b>	<b>22,171</b>	<b>47,446</b>	<b>36,456</b>	<b>46,111</b>	<b>16,200</b>	<b>18,016</b>	<b>29,006</b>	<b>29,536</b>	<b>26,936</b>	<b>351,196</b>
--------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------



	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM
B-170 T	1,450	700	1,450	700	1,600	1,000	2,300	0	100	1,300	500	900	12,000
B-170 ihr.	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	3,550	3,550	0	2,300	2,300	2,300	2,300	27,800
<b>Tek Kapılı Panel. Bd.</b>	<b>3,750</b>	<b>3,000</b>	<b>3,750</b>	<b>3,000</b>	<b>3,900</b>	<b>4,550</b>	<b>5,850</b>	<b>0</b>	<b>2,400</b>	<b>3,600</b>	<b>2,800</b>	<b>3,200</b>	<b>39,800</b>
B-325 T	2,700	2,350	2,700	1,825	4,400	3,200	4,000	3,100	650	2,200	2,950	2,200	32,275
B-325 ihr.	800	800	800	800	1,600	1,600	800	0	1,600	800	800	800	11,200
<b>B-325 Toplam</b>	<b>3,500</b>	<b>3,150</b>	<b>3,500</b>	<b>2,625</b>	<b>6,000</b>	<b>4,800</b>	<b>4,800</b>	<b>3,100</b>	<b>2,250</b>	<b>3,000</b>	<b>3,750</b>	<b>3,000</b>	<b>43,475</b>
B-385 T	0	0	1,000	4,200	6,350	6,150	6,150	0	1,625	2,935	3,500	2,750	34,660
B-385 ihr.	0	0	0	0	250	250	250	0	250	250	250	250	1,750
<b>B-385 Toplam</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,000</b>	<b>4,200</b>	<b>6,600</b>	<b>6,400</b>	<b>6,400</b>	<b>0</b>	<b>1,875</b>	<b>3,185</b>	<b>3,750</b>	<b>3,000</b>	<b>36,410</b>
B-475 T	7,600	8,300	6,600	3,400	11,900	5,800	10,600	7,700	2,525	6,280	6,275	5,900	82,880
B-475 ihr.	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	1,100
<b>B-475 Toplam</b>	<b>7,700</b>	<b>8,400</b>	<b>6,700</b>	<b>3,500</b>	<b>12,000</b>	<b>5,900</b>	<b>10,700</b>	<b>7,700</b>	<b>2,625</b>	<b>6,380</b>	<b>6,375</b>	<b>6,000</b>	<b>83,980</b>
<b>Çift Kapılı Panel. Bd.</b>	<b>11,200</b>	<b>11,550</b>	<b>11,200</b>	<b>10,325</b>	<b>24,600</b>	<b>17,100</b>	<b>21,900</b>	<b>10,800</b>	<b>6,750</b>	<b>12,565</b>	<b>13,875</b>	<b>12,000</b>	<b>163,865</b>
B-425 T	2,800	1,900	2,800	1,300	3,300	3,300	4,050	0	1,750	2,400	2,400	2,400	28,400
B-425 ihr.	200	200	200	200	200	200	200	0	200	200	200	200	2,200
<b>Uç Kapılı Panel. Bd.</b>	<b>3,000</b>	<b>2,100</b>	<b>3,000</b>	<b>1,500</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>	<b>4,250</b>	<b>0</b>	<b>1,950</b>	<b>2,600</b>	<b>2,600</b>	<b>2,600</b>	<b>30,600</b>
<b>Panelli Buzdolabı</b>	<b>17,950</b>	<b>16,650</b>	<b>17,950</b>	<b>14,825</b>	<b>32,000</b>	<b>25,150</b>	<b>32,000</b>	<b>10,800</b>	<b>11,100</b>	<b>18,765</b>	<b>19,275</b>	<b>17,800</b>	<b>234,265</b>
<b>TOPLAM BUZDOLABI</b>	<b>46,066</b>	<b>42,096</b>	<b>46,106</b>	<b>37,996</b>	<b>81,066</b>	<b>62,881</b>	<b>79,711</b>	<b>27,000</b>	<b>30,016</b>	<b>49,271</b>	<b>48,811</b>	<b>44,736</b>	<b>595,756</b>
<b>İş Günleri</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>21.25</b>	<b>27</b>	<b>21.25</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>25.25</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>271.75</b>

## TEMPOLAR

Mini Buzdolabı (12)	80	80	80	80	60	60	60	0	60	60	0	0
U-Büküm Tek Kapılı	1,100	1,100	1,100	1,100	1,800	1,800	1,800	1,800	1,300	1,300	1,300	1,300
U-Büküm Çift Kapılı	750	750	750	750	1,250	1,250	1,250	1,250	900	900	900	900
Panel Tek Kapılı (12)	750	750	750	750	1,300	1,300	1,300	1,300	800	800	800	800
Panel Çift Kapılı	700	700	700	700	1,200	1,200	1,200	1,200	750	750	750	750
Panel Uç Kapılı	600	600	600	600	1,000	1,000	1,000	1,000	650	650	650	650

### EK-3: Kapasite Planlama Sistemi Program Listesi

```
*****
*      KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİ      *
*****
CLEAR ALL
SET CONFIRM ON
SET DATE BRITISH
SET DELETED ON
SET EXACT ON
SET BELL OFF
SET SCOREBOARD OFF
DECLARE M1[9],M2[5],M3[12],M4[6]
*
M1[1]="Ana Üretim Programı"
M1[2]="Üretim Tempoları"
M1[3]="Standart Zamanlar"
M1[4]="Tezgah Bilgileri"
M1[5]="Operasyon Süreleri"
M1[6]="Mamul Matrisi"
M1[7]="Mamul Bilgileri"
M1[8]="İmalat Merkezleri"
*M1[9]="Montaj Hatları"
*
M2[1]="Kapasite Gereksinim"
M2[2]="Vardiya Düzenleme"
M2[3]="Kadro Belirleme"
M2[4]="Kapasite Listeleri"
*M2[5]="Hat Dengeleme"
*
M3[1]="Detaylı Tezgah Yükleri"
*M3[2]="İmalat Merkezi Yükleri"
M3[2]="Vardiya Planları"
M3[3]="Kapasite Listeleri"
M3[4]="Operasyon Listesi"
M3[5]="Dengeleme Sonuçları"
M3[6]="Tezgah Bilgileri"
M3[7]="Kritik İş Merkezleri"
M3[8]="Ana Üretim Programı"
M3[9]="Rapor Düzenleme (EDIT)"
*
M4[1]="Dosya Bakımı"
M4[2]="Dosya İşlemleri"
M4[3]="Veri Aktarma"
M4[4]="Yedekleme"
M4[5]="Yeniden Yükleme"
*
SET WRAP ON
CLEAR
@0,0 TO 2,79 DOUBLE
SET COLOR TO I
@24,0 Say "ARÇELİK A.Ş.
SET COLOR TO
CLEAR TYPEAHEAD
KEYBOARD CHR(13)
DO WHILE .T.
  @1, 2 PROMPT " VERİ GİRİŞ "
  @1,22 PROMPT " İŞLEMLER "
  @1,42 PROMPT " RAPORLAMA "
  @1,62 PROMPT " SİSTEM "
  @1,74 PROMPT " ÇIK "
  MENU TO Secim
  @3,0 CLEAR TO 23,79
DO CASE
  CASE Secim=0
  LOOP
  CASE Secim=1
  KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİ"
```

EK-3 (devam)

```

    @3,0 TO 12,21 DOUBLE
    AltSecim=AHOICE(4,2,11,20,M1)
CASE Secim=2
    @3,20 TO 8,42 DOUBLE
    AltSecim=AHOICE(4,22,7,41,M2)
CASE Secim=3
    @3,40 TO 13,65 DOUBLE
    AltSecim=AHOICE(4,42,12,64,M3)
CASE Secim=4
    @3,60 TO 9,79 DOUBLE
    AltSecim=AHOICE(4,62,8,78,M4)
CASE Secim=5
    CLOSE ALL
    SET COLOR TO
    CLEAR
    QUIT
ENDCASE
IF LASTKEY()=4.AND.Secim<>4    && ->
    KEYBOARD CHR(4)+CHR(13)
ELSEIF LASTKEY()=4.AND.Secim=4    && ->
    KEYBOARD CHR(4)
ELSEIF LASTKEY()=19.AND.Secim<>1    && <-
    KEYBOARD CHR(19)+CHR(13)
ELSEIF LASTKEY()=19.AND.Secim=1    && <-
    KEYBOARD CHR(27)+CHR(19)
ENDIF
IF AltSecim = 0
    @3,0 CLEAR TO 20,79
    LOOP
ENDIF
SAVE SCREEN TO Ek0
DO CASE
    CASE Secim=1
    DO VeriGiris WITH AltSecim
    CASE Secim=2
    DO islem WITH AltSecim
    CASE Secim=3
    DO Liste WITH AltSecim
    CASE Secim=4
    DO Sistem WITH AltSecim
ENDCASE
RESTORE SCREEN FROM Ek0
KEYBOARD CHR(13)
ENDDO
RETURN
*
*
PROCEDURE VeriGiris
*****
PARAMETERS AltSecim
CLEAR
SET ESCAPE ON
DO CASE
    CASE AltSecim=1
    SELECT A
    USE URETIM INDEX DONEMNO
    Cerceve3(0,0,23,79," ANA URETIM PROGRAMI GiriSi ")
    AltSatir(2)
    DECLARE A(FCOUNT())
    AFIELDS(A)
    DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
    CASE AltSecim=2
    SELECT A
    USE TEMPO INDEX TEMPONO
    Cerceve3(0,0,23,79," GUNLUK URETIM TEMPOLARI GiriSi ")
    AltSatir(2)
    DECLARE A(FCOUNT())

```

EK-3 (devam)

```

AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
CASE AltSecim=3
SELECT C
USE STDZAMAN INDEX TEZGAH1
Cerceve3(0,0,23,79," STANDART ZAMAN BiLGiLERi GiRiSi ")
AltSatir(2)
DECLARE A(FCOUNT())
AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
CASE AltSecim=4
SET ESCAPE ON
SELECT B
USE TEZGAH INDEX TEZGAHNO
TezgaHNo=SPACE(6)
DO WHILE .T.
SET COLOR TO
CLEAR
@0,0 TO 23,79 DOUBLE
SET COLOR TO I
@0,2 SAY " TEZGAH BiLGiLERi GiRiSi "
@24,0
@24,0 SAY "Esc:Dönüs ^W:Kayit PgDn:ileri PgUp:Geri"
SET COLOR TO
@03,10 SAY "TEZGAH NO .....: [      ]"
@06,12 SAY"TEZGAH ADI .....: [      ]"
@08,12 SAY"TEZGAH SAYISI .....: [ ] adet"
@10,12 SAY"OPERATOR SAYISI .....: [ ] kisi"
@12,12 SAY"DURMA ORANI .....: [      ] %"
@14,12 SAY"FiRE ORANI .....: [      ] %"
@16,12 SAY"CALISMA SÜRESi .....: [      ] saat/vardiya"
@19,10 SAY "iMALAT MERKEZi KODU.....: [      ]"
@21,10 SAY "iMALAT MERKEZi.....: [      ]"
SET CONFIRM OFF
@03,39 GET TezgaHNo PICTURE "@9"
READ
IF READKEY()=12   && Esc
EXIT
ENDIF
IF TezgaHNo=SPACE(6)
SAVE SCREEN TO EKran
Cerceve2(5,1,23,78," TEZGAH LiSTESi ")
AltSatir(2)
SET ESCAPE ON
DECLARE A(FCOUNT())
AFIELDS(A)
DBEDIT(6,2,22,77,A,"LIST")
RESTORE SCREEN FROM EKran
LOOP
ENDIF
SELECT B
SEEK TezgaHNo
IF .NOT.FOUND()
APPEND BLANK
ENDIF
TAdi=B->TEZGAH_ADi
mSAYI=B->SAYI
mISCI=B->ISCI
mDURMA=B->DURMA
mFiRE =B->FiRE
mSURE =B->SURE
mIM =B->IM
DO WHILE .T.
@06,39 GET TAdiPICTURE "@!"
@08,39 GET mSAYiPICTURE "@9"
@10,39 GET mISCIPICTURE "@9"
@12,39 GET mDURMA PICTURE "@9"
@14,39 GET mFiREPICTURE "@9"

```

EK-3 (devam)

```

@16,39 GET mSUREPICTURE "9.999"
@19,39 GET mIM PICTURE "!!!"
READ
IF READKEY()=12
EXIT
ENDIF
REPLACE B->TEZGAH WITH M->TezgahNo
REPLACE B->TEZGAH ADI WITH M->Tadi
REPLACE B->SAYI WITH M->mSAYI
REPLACE B->ISCI WITH M->mISCI
REPLACE B->DURMA WITH M->mDURMA
REPLACE B->FIRE WITH M->mFIRE
REPLACE B->SURE WITH M->mSURE
IF LASTKEY()=18&& PgUp
IF EOF()
GO BOTTOM
ELSE
SKIP -1
ENDIF
TezgahNo=B->TEZGAH
EXIT
KEYBOARD CHR(13)
ENDIF
IF LASTKEY()=7&& PgDn
IF EOF()
GO TOP
ELSE
SKIP
ENDIF
TezgahNo=B->TEZGAH
EXIT
KEYBOARD CHR(13)
ENDIF
ENDDO
ENDDO
CASE AltSecim=5
SELECT E
USE OPZAMAN INDEX TEZGAH2
Cerceve3(0,0,23,79," OPERASYON SURELERI Girisi ")
AltSatir(2)
DECLARE A[FCOUNT()]
AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
CASE AltSecim=6
SELECT A
USE MATRIS INDEX STOKNO
Cerceve3(0,0,23,79," MAMUL MATRISI Girisi ")
AltSatir(2)
DECLARE A[FCOUNT()]
AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
CASE AltSecim=7
SELECT A
USE MAMUL
Cerceve3(0,0,23,79," MAMUL Bilgileri Girisi ")
AltSatir(2)
DECLARE A[FCOUNT()]
AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
CASE AltSecim=8
SELECT A
USE TESIS INDEX TESISNO
Cerceve3(0,0,23,79," İMALAT MERKEZİ Bilgileri Girisi ")
AltSatir(2)
DECLARE A[FCOUNT()]
AFIELDS(A)
DBEDIT(2,1,22,78,A,"EDIT")
ENDCASE

```

EK-3 (devam)

```

CLOSE ALL
RETURN
*
*
PROCEDURE islem
*****
PARAMETERS AltSecim
SELECT G
USE MAMUL
ModSay=LASTREC()
DECLARE M[ModSay]
FOR i=1 TO ModSay
    M[i]=G->KOD
    SKIP
NEXT
USE
DO CASE
    CASE AltSecim=1
        DO KGP
    CASE AltSecim=2
        DO Vardiya
    CASE AltSecim=3
        DO Kadro
    CASE AltSecim=4
        DO BOC
    CASE AltSecim=5
        DO GRAFIK WITH 1
        Mesaj(10,"Bir tusa basiniz !..")
        DO GRAFIK WITH 2
        Mesaj(10,"Bir tusa basiniz !..")
    OTHERWISE
        ?? CHR(7)
ENDCASE
CLOSE ALL
RETURN
*
PROCEDURE KGP
*****
PUBLIC DonemNo,miM,TezgahNo
SELECT A
*USE TEMPO INDEX TEMPOIND
USE URETIM INDEX DONEMIND
SELECT B
USE TEZGAH INDEX TEZGAHIND
SELECT C
USE STDZAMAN INDEX TEZGAH1
SELECT D
USE SONUC INDEX TEMTEZ
DonemNo=SPACE(2)
miM=SPACE(3)
TezgahNo=SPACE(6)
DO WHILE .T.
    Sec=DetaySor()
    SET COLOR TO WH+
    DO CASE
        CASE Sec=0
            SET COLOR TO
            CLOSE ALL
            RETURN
        CASE Sec=1
            RUN COPY SONUC.DBF SONUC.BAK >NULL
            SELECT D
            ZAP
            SELECT A
            GO TOP
            DO WHILE .NOT.EOF()
                SELECT B
    
```

EK-3 (devam)

```

GO TOP
DO WHILE .NOT.EOF()
TezgaHNo=B->TEZGAH
miM=B->IM
@14,45 SAY A->NO
@16,45 SAY B->IM
@18,45 SAY B->TEZGAH
SELECT C
SEEK TezgaHNo
IF FOUND()
    SELECT D
    APPEND BLANK
    DO Hesapla
ENDIF
SELECT B
SKIP
    ENDDO
    SELECT A
    SKIP
    ENDDO
CASE Sec=2
    SELECT A
    SEEK DonemNo
    IF FOUND()
        SELECT B
        GO TOP
        DO WHILE .NOT.EOF()
TezgaHNo=B->TEZGAH
@14,45 SAY A->NO
@16,45 SAY B->IM
@18,45 SAY B->TEZGAH
SELECT C
SEEK TezgaHNo
IF FOUND()
    SELECT D
    SEEK DonemNo+TezgaHNo
    IF .NOT.FOUND()
        APPEND BLANK
    ENDIF
    DO Hesapla
ENDIF
SELECT B
SKIP
    ENDDO
    ELSE
    Mesaj(16,"Donem No Hatali !..")
    ENDIF
CASE Sec=3
    SELECT A
    SEEK DonemNo
    IF FOUND()
        SELECT B
        GO TOP
        DO WHILE .NOT.EOF()
IF miM<>B->IM
SKIP
LOOP
ENDIF
TezgaHNo=B->TEZGAH
@14,45 SAY A->NO
@16,45 SAY B->IM
@18,45 SAY B->TEZGAH
SELECT C
SEEK TezgaHNo
IF FOUND()
    SELECT D
    SEEK DonemNo+TezgaHNo
    IF .NOT.FOUND()

```

EK-3 (devam)

```

        APPEND BLANK
    ENDIF
    DO Hesapla
ENDIF
SELECT B
SKIP
    ENDDO
ELSE
    Mesaj(16,"Donem No Hatali !..")
ENDIF
CASE Sec=4
    SELECT A
    SEEK DonemNo
    IF FOUND()
        SELECT B
        GO TOP
        DO WHILE .NOT.EOF()
    IF mIM<>B->IM
        SKIP
        LOOP
    ENDIF
    SELECT C
    SEEK TezgaHNo
    IF FOUND()
        SELECT D
        SEEK DonemNo+TezgaHNo
        IF .NOT.FOUND()
            APPEND BLANK
        ENDIF
        DO Hesapla
    ENDIF
    ENDDO
ELSE
    Mesaj(16,"Donem No Hatali !..")
ENDIF
ENDCASE
ENDDO
Mesaj(16," ISLEM TAMAM !.. ")
RETURN
*
PROCEDURE Hesapla
*****
TopS=0
TopV=0
EnbS=0
EnbV=0
Say=0
FOR i=1 TO ModSay
    mTP="A->B_"+MCi]
    mSZ="C->B_"+MCi]
    mST="D->S_"+MCi]
    mVD="D->V_"+MCi]
    IF &mSZ<>0
        Say=Say+1
        Saat=&mTP*(1+B->FIRE/100)*(&mSZ/60)/(1-B->DURMA/100)
*
        saat=tempo*fire*standartzaman
        Vard=(Saat/A->ISGUNU)/(B->SURE*B->SAYI)
        IF Saat>999
            Saat=999
        ENDIF
        IF Vard>9
            Vard=9
        ENDIF
        REPLACE &mST WITH Saat
        REPLACE &mVD WITH Vard
        TopS=TopS+Saat
        TopV=TopV+Vard
        EnbS=IF (EnbS<Saat, Saat, EnbS)
    
```



EK-3 (devam)

```

        EnbV=IF (EnbV<Vard, Vard, EnbV)
    ENDIF
NEXT
Say=IF (Say=0, 1, Say)
REPLACE D->ND WITH A->ND
REPLACE D->TEZGAH WITH TezgaHNo
REPLACE D->S_ORT WITH TopS  &&/Say
REPLACE D->S_ENB WITH EnbS
REPLACE D->V_ORT WITH Vard/Say
REPLACE D->V_ENB WITH EnbV
V = ROUND((TopS/A->ISGUNU) / (B->SURE*B->SAYI), 0)
IF V=0
    V=1
ENDIF
REPLACE D->VARDIYA WITH M->V
REPLACE D->ISCI WITH D->VARDIYA*B->SAYI*B->ISCI
RETURN
*
FUNCTION DetaySor
*****
@12,20 TO 20,59 DOUBLE
@14,25 SAY "Donem No .....: [  ]"
@16,25 SAY "imalat Merkezi ...: [  ]"
@18,25 SAY "TezgaH Kodu .....: [  ]"
set confirm off
DO WHILE .T.
    @14,45 GET DonemNo PICTURE "!!!"
    READ
    IF LASTKEY()=27
        RETURN 0
    ENDIF
    IF DonemNo=SPACE(2)
        RETURN 1
    ENDIF
    SELECT A
    SEEK DonemNo
    IF .NOT. FOUND()
        Mesaj(6,DonemNo+" nolu DONEM kayitli degil")
        LOOP
    ENDIF
    DO WHILE .T.
        @16,45 GET miM PICTURE "!!!"
        READ
        IF LASTKEY()=27
            EXIT
        ENDIF
        IF miM=SPACE(3)
            RETURN 2
        ENDIF
        SELECT g
        USE TESIS INDEX TESISNO
        SEEK miM
        IF .NOT. FOUND()
            Mesaj(6,miM+" nolu TESIS kayitli degil")
            LOOP
        ENDIF
        USE
        DO WHILE .T.
            @18,40 GET TezgaHNo PICTURE "@!"
            READ
            IF LASTKEY()=27
                EXIT
            ENDIF
            IF TezgaHNo=SPACE(6)
                RETURN 3
            ENDIF
        ENDIF
        SELECT B
        SEEK TezgaHNo

```

EK-3 (devam)

```

    IF .NOT. FOUND()
        Mesaj(6,TezGahNo+" nolu TEZGAH kayitli degil")
    LOOP
ENDIF
RETURN 4
ENDDO
ENDDO
ENDDO
SET COLOR TO
RETURN 0
*
PROCEDURE Vardiya
*****
SELECT A
USE TEMPO INDEX TEMPONO
SELECT B
USE TEZGAH INDEX TEZGAHNO
SELECT D
USE SONUC INDEX TEMTEZ
SELECT E
USE TESIS INDEX TESISNO
TempoNo=" "
DO WHILE .T.
    SET COLOR TO
    DO EKRAM1
    SET CONFIRM OFF
    @ 2,21 GET TempoNo PICTURE "!!!"
    READ
    IF LASTKEY()=27
        EXIT
    ENDIF
    IF LASTKEY()=23.OR.TempoNo=SPACE(2)
        SELECT A
        GO TOP
        SET COLOR TO
        Cerceve2(2,26,17,79," ÜRETİM TEMPOLARI ")
        AltSatir(1)
        SET ESCAPE ON
        DECLARE A[FDCOUNT()]
        A[FIELDS(A)
        DBEDIT(3,27,16,78,A,"LIST")
        LOOP
    ENDIF
    SELECT A
    SEEK TempoNo
    IF .NOT.FOUND()
        Mesaj(0,TempoNo+" Nolu Tempo Yok !..")
    LOOP
ENDIF
SET COLOR TO W+
@2,26 SAY A->DONEM
miM=" "
SAVE SCREEN TO Ek1
DO WHILE .T.
    RESTORE SCREEN FROM Ek1
    @4,20 GET miM PICTURE "!!!"
    READ
    IF LASTKEY()=27
        EXIT
    ENDIF
    IF LASTKEY()=23.OR.miM=" "
        SELECT E
        GO TOP
        SET COLOR TO
        Cerceve2(4,26,17,66," TESIS LİSTESİ ")
        AltSatir(1)
        SET ESCAPE ON
        DECLARE A[FDCOUNT()]

```

EK-3 (devam)

```

AFIELDS(A)
DBEDIT(5,27,16,65,A,"LIST")
LOOP
ENDIF
SELECT E
SEEK miM
IF .NOT.FOUND()
Mesaj(2,miM+" Kodlu Tesis Yok !..")
LOOP
ENDIF
SET COLOR TO WH
@4,26 SAY E->TESIS
TezguhNo=SPACE(6)
SAVE SCREEN TO EK2
DO WHILE .T.
RESTORE SCREEN FROM EK2
@10,17 GET TezguhNo PICTURE "@!"
READ
IF LASTKEY()=27
EXIT
ENDIF
IF LASTKEY()=23.OR.TezguhNo=SPACE(6)
SELECT B
GO TOP
SET COLOR TO
Cerceve2(10,26,23,79," TEZGAH Listesi ")
AltSatir(1)
SET COLOR TO
SET ESCAPE ON
SET FILTER TO B->IM=M->miM
DECLARE ALCOUNT()
AFIELDS(A)
DBEDIT(11,27,22,78,A,"LIST")
SET FILTER TO
LOOP
ENDIF
SELECT B
SEEK TezguhNo
IF .NOT.FOUND()
Mesaj(8,TezguhNo+" Nolu Tezguh Yok !..")
LOOP
ENDIF
SET COLOR TO WH
@10,26 SAY B->TEZGAH_ADI
@12,24 SAY B->SAYI
@13,24 SAY B->ISCI
@14,23 SAY B->DURMA
@15,23 SAY B->FIRE
@16,23 SAY B->SURE
SELECT D
SEEK TempNo+TezguhNo
IF .NOT.FOUND()
Mesaj(10,TezguhNo+" Hesaplanmamis")
LOOP
ENDIF
SET COLOR TO WH
FOR i=1 TO M->ModSay
mT="A->B_"+M[i]
mS="D->S_"+M[i]
mV="D->V_"+M[i]
@2+i,54 SAY M[i]
@2+i,59 SAY &mT PICTURE "9,999"
@2+i,65 SAY &mS PICTURE "99,999"
@2+i,73 SAY &mV PICTURE "9.999"
NEXT
@21,65 SAY D->S_ORT PICTURE "99.999"
@21,73 SAY D->V_ORT PICTURE "9.999"
@22,65 SAY D->S_ENB PICTURE "99.999"

```



```

ENDIF
SET COLOR TO W+
@2,26 SAY A->DONEM
miM=SPACE(3)
SAVE SCREEN TO Ek1
DO WHILE .T.
  RESTORE SCREEN FROM Ek1
  @4,20 GET miM PICTURE "@!"
  READ
  IF LASTKEY()=27
  EXIT
ENDIF
IF LASTKEY()=23.OR.miM=SPACE(3)
SELECT E
GO TOP
SET COLOR TO
Carceve2(4,26,17,66," TESIS LiSTESi ")
AltSatir(1)
SET ESCAPE ON
DECLARE A[FcOUNT()]
AFIELDS(A)
DEEDIT(5,27,16,65,A,"LIST")
LOOP
ENDIF
SELECT E
SEEK miM
IF .NOT.FOUND()
Mesaj(2,miM+" Kodlu Tesis Yok !..")
LOOP
ENDIF
SET COLOR TO W+
@4,26 SAY E->TESIS
* TopS=TopSaat(TempoNo,miM)
TopI=Topisci(TempoNo,miM)
@4,70 SAY TopI
SET COLOR TO I
@6,2 SAY " TEZGAH LiSTESi "
AltSatir(2)
SET ESCAPE ON
SELECT B
GO TOP
SELECT D
GO TOP
SET RELATION TO TEZGAH INTO TEZGAH
COUNT FOR D->ND=TempoNo.AND.B->IM=miM TO Say
IF Say=0
Mesaj(8,miM+"`de Kayitli TezgaH Yok !..")
LOOP
ENDIF
SET FILTER TO D->ND=TempoNo.AND.B->IM=miM
DECLARE A[7]
DECLARE B[7]
A[1]="TEZGAH"
A[2]="B->TEZGAH_ADI"
A[3]="B->SAYI"
A[4]="B->SURE"
A[5]="VARDIYA"
A[6]="ISCI"
A[7]="ACIKLAMA"
B[1]="TEZGAH"
B[2]="TEZGAH_ADI"
B[3]="SAYI"
B[4]="SURE"
B[5]="VARDIYA"
B[6]="isci"
B[7]="ACIKLAMA"
DEEDIT(7,1,22,78,A,"EDIT",.F.,B)
SET FILTER TO

```

EK-3 (devam)

```

        SET RELATION TO
    ENDDO
ENDDO
SET COLOR TO
RETURN
*
FUNCTION TopIsci
*****
PARAMETERS TempoNo,miM
PRIVATE Toplam
Toplam=0
SELECT D
DO WHILE TempoNo=D->NO%&..OR.EOF()
    SELECT B
    SEEK D->TEZGAH
    IF B->IM=miM
        Toplam=Toplam+(D->ISCI*D->VARDIYA*B->SAYI)
    ENDIF
    SELECT D
    SKIP
ENDDO
RETURN LTRIM(STR(Toplam,6))
*
PROCEDURE EOC
*****
EH=SOR(12,"Kapasite Listeleri Hazirlansin mi?")
IF EH='E'
SELECT A
USE MATRIS INDEX STOKNO
SELECT B
USE OPZAMAN INDEX STOKNO2
REINDEX
SELECT C
USE STDZMN INDEX TEZGAH1
REINDEX
RUN COPY STDZMN.DBF STDZMN.BAK > NULL
SELECT B
DO WHILE .NOT.EOF()
    ParcaNo=B->STOK_NO
    TezgahNo=B->TEZGAH
    SELECT A
    SEEK ParcaNo
    IF FOUND()
        SELECT C
        SEEK TezgahNo
        IF .NOT. FOUND()
            APPEND BLANK
            REPLACE C->TEZGAH WITH TezgahNo
        ENDIF
        FOR i=1 TO ModSay
            mKL="C->B_"+M[i]
            mFM="A->B_"+M[i]
            mSZ="B->B_"+M[i]
            REPLACE &mKL WITH &mFM*&mSZ
        NEXT
    ENDIF
    SELECT B
    SKIP
ENDDO
Mesaj(12,"ISLEM TAMAM !...")
CLOSE ALL
ENDIF
RETURN

```

EK-3 (devam)

```

*
PROCEDURE Liste
*****
PARAMETERS AltSecim
SELECT G
USE MAMUL
ModSay=LASTREC()
DECLARE M[ModSay]
FOR i=1 TO ModSay
    M[i]=G->KOD
    SKIP
NEXT
USE
DO CASE
    CASE AltSecim=1
        DO KGLST
    CASE AltSecim=2
        DO VPLST
    CASE AltSecim=3
        DO KLLST
    CASE AltSecim=4
        DO oplst
    CASE AltSecim=6
        do tezgahlst
    CASE AltSecim=7
        do kritiklst
    CASE AltSecim=8
        DO AUFLST
    CASE AltSecim=9
        DO Duzenle
    OTHERWISE
        ?? CHR(7)
ENDCASE
CLOSE ALL
RETURN
*
PROCEDURE AUFLST
*****
IF FILE("ALP.FRN")
    EH=SOR(14,"Rapor Yeniden Olusturulsun mu?")
ELSE
    EH="E"
ENDIF
IF EH="E"
    SELECT A
    USE URETIM INDEX DONEMNO
    *
    RUN COPY ALP.FRN ALP.BAK > NUL
    SET ALTERNATE TO ALP.FRN
    SET ALTERNATE ON
    SET CONSOLE OFF
    ? "ANA URETIM PROGRAMI"
    ? "======"
    ?
    ?
    ? "No Donem      "
    FOR i=1 TO ModSay
        ?? " B-"+M[i]+" "
    NEXT
    ? "======"
    FOR i=1 TO ModSay
        ?? "======"
    NEXT
    DECLARE T[ModSay]
    FOR i=1 TO ModSay
        T[i]=0
    NEXT
    DO WHILE .NOT.EOF()

```

EK-3 (devam)

```

? A->NO+" "+A->DONEM
FOR i=1 TO ModSay
  mB="B "+M[i]
  TC[i]=TC[i]+mB
  ?? &mB      &&TRANSFORM(&mB, "99,999")
  ?? " "
NEXT
SKIP
ENDDO
? "          "
FOR i=1 TO ModSay
  ?? "====="
NEXT
? "          "
FOR i=1 TO ModSay
  ?? TRANSFORM(TC[i], "9999999")
  ?? " "
NEXT
?
?
?
USE TEMPO INDEX TEMPOIND
? "GUNLUK URETIM TEMPOLARI"
? "====="
?
?
? "No Donem      "
FOR i=1 TO ModSay
  ?? "B-"+M[i]+" "
NEXT
? "====="
FOR i=1 TO ModSay
  ?? "====="
NEXT
DECLARE T[ModSay]
FOR i=1 TO ModSay
  T[i]=0
NEXT
DO WHILE .NOT.EOF()
  ? A->NO+" "+A->DONEM+" "
  FOR i=1 TO ModSay
    mB="B "+M[i]
    ?? &mB, " "
  NEXT
  SKIP
ENDDO
SET CONSOLE ON
SET ALTERNATE TO
ENDIF
Goster("AUP.FRN")
RETURN
*
PROCEDURE KGLST
*****
IF FILE("KG.FRN")
  EH=Scr(14, "Rapor Yeniden Olusturulsun mu?")
ELSE
  EH='E'
ENDIF
IF EH="E"
  SELECT A
  USE URETIM INDEX DONEMNO
  SELECT B
  USE TEZGAH INDEX TEZGAHNO
  SELECT D
  USE SONUC INDEX tezdon
  SELECT E

```



EK-3 (devam)

```

USE TESIS INDEX TESISNO
RUN COPY KG.FRN KG.BAK > NUL
SET ALTERNATE TO KG.FRN
SET ALTERNATE ON
SET CONSOLE OFF
SELECT B
DO WHILE .NOT.EOF ()
  TezgaHNo=B->TEZGAH
  miM=B->IM
  ? "TEZGAH YUKLERI"
  ? "===== "
  ?
  ? "imalat Merkezi ...: "+B->IM
  ?
  ? "TezgaH Kodu .....: "+TezgaHNo
  ? "TezgaH Adi .....: "+B->TEZGAH ADI
  ? "TezgaH Sayisi ....: "+STR(B->SAYI,2)+" Adet"
  ? "Operator Sayisi...: "+STR(B->ISCI,2)+" Kisi"
  ? "Durma Orani .....: "+STR(B->DURMA,2)+" %"
  ? "Fire Orani .....: "+STR(B->FIRE,2)+" %"
  ?
  ? "Calisma Suresi ...: "+STR(B->SURE,2)+" dak/Vardiya"
  ?
  ? "Elverisli Kapasite ...: "
  ?
  ?
  ? "Kapasite Gereksinimleri"
  ? "===== "
  ?
  ? "No Donem      "
  FOR i=1 TO ModSay
    ?? "B-"+M[i]+" "
  NEXT
  ?? " TOPLAM"
  ? "===== "
  FOR i=1 TO ModSay
    ?? "===== "
  NEXT
  ?? "===== "
  SELECT D
  DO WHILE TezgaHNo=D->TEZGAH
  ? D->NO+" "
  SELECT A
  SEEK D->NO
  ?? A->DONEM
  Top=0
  FOR i=1 TO ModSay
    mB="D->S "+M[i]
    Top=Top+mB
    ?? TRANSFORM(&mB,"999.9")
    ?? " "
  NEXT
  ?? TRANSFORM(Top,"9999.9")
  SELECT D
  SKIP
  ENDDO
  ?
  ? CHR(12)
  ?
  SELECT B
  SKIP
  ENDDO
  SET CONSOLE ON
  SET ALTERNATE TO
ENDIF
Goster("KG.FRN")
RETURN
*
```



EK-3 (devam)

```

USE stdzaman INDEX tezgah1
RUN COPY KL.FRN KL.BAK > NUL
SET ALTERNATE TO KL.FRN
SET ALTERNATE ON
SET CONSOLE OFF
SELECT d
  ? "KAFASITE LİSTELERİ"
  ? "===== "
  ?
  ? "Tezgah Tezgah Adi           "
  FOR i=1 TO ModSay
    ?? "B-" + MCi] + " "
  NEXT
  ? "===== "
  FOR i=1 TO ModSay
    ?? "===== "
  NEXT
DO WHILE .NOT.EOF()
  TezgahNo=d->TEZGAH
  select b
  seek tezgahno
  ? TezgahNo+" "+B->TEZGAH_ADI+" "
  FOR i=1 TO ModSay
    mb="d->B_" + MCi] + " "
    ?? &mb
    ?? " "
  NEXT
  SELECT d
  SKIP
ENDDO
SET CONSOLE ON
SET ALTERNATE TO
ENDIF
Goster("KL.FRN")
RETURN
*
PROCEDURE tezgahLST
*****
IF FILE("tezgah.FRN")
  EH=Scr(14,"Rapor Yeniden Olusturulsun mu?")
ELSE
  EH='E'
ENDIF
IF EH="E"
  SELECT B
  USE TEZGAH INDEX TEZGAHNO
  SELECT D
  USE TESIS INDEX TESISNO
*
  RUN COPY Tezgah.FRN tezgah.BAK > NUL
  SET ALTERNATE TO tezgah.FRN
  SET ALTERNATE ON
  SET CONSOLE OFF
  ? "TEZGAH BİLGİLERİ"
  ? "===== "
  ?
  SELECT B
  DO WHILE .NOT.EOF()
    TezgahNo=B->TEZGAH
    miM=B->IM
    select d
    seek miM
    ? "Tezgah Kodu .....: "+TezgahNo
    ? "Tezgah Adi .....: "+B->TEZGAH_ADI
    ? "imalat Merkezi ...: "+B->IM+" "+D->TESIS
    ? "Tezgah Sayisi ....: "+STR(B->SAYI,2)+" Adet"
    ? "Operator Sayisi...: "+STR(B->ISCI,2)+" Kisi"
  
```

EK-3 (devam)

```

? "Durma Orani .....: "+STR(B->DURMA,2)+" %"
? "Fire Orani .....: "+STR(B->FIRE,2)+" %"
? "Calisma Suresi ...: "+STR(B->SURE,2)+" Saat/Vardiya"
? "_____""
?
SELECT B
SKIP
ENDDO
SET CONSOLE ON
SET ALTERNATE TO
ENDIF
Goster("tezgah.FRN")
RETURN
*
PROCEDURE oplst
*****
IF FILE("op.FRN")
  EH=Sor(14,"Rapor Yeniden Olusturulsun mu?")
ELSE
  EH='E'
ENDIF
IF EH="E"
  SELECT B
  USE opzaman INDEX TEZGAH2
  REINDEX
  CLOSE ALL
  RUN COPY op.FRN op.BAK > NULL
  SET ALTERNATE TO op.FRN
  SET ALTERNATE ON
  SET CONSOLE OFF
  ? "OPERESYON BILGILERI"
  ? "===== "
  ?
  set heading on
  display all off
  SET CONSOLE ON
  SET ALTERNATE TO
ENDIF
Goster("op.FRN")
RETURN
*
PROCEDURE kritiklst
*****
IF FILE("kritik.FRN")
  EH=Sor(14,"Rapor Yeniden Olusturulsun mu?")
ELSE
  EH='E'
ENDIF
IF EH="E"
  USE SONUC
  INDEX ON NO+TEZGAH TO TEMTEZ
  INDEX ON NO+TEZGAH TO dontEZ
  close
ENDIF
Goster("kritik.FRN")
RETURN
*
*
PROCEDURE Sistem
*****
PARAMETERS AltSecim
DO CASE
  CASE AltSecim=1
    SET COLOR TO I
    set cursor off
    @10,16 G-FAF,10 13,64

```

```

Golge(10,16,13,64)
@13,16 SAY "%0"
CLOSE ALL
SET COLOR TO
USE TEMPO
INDEX ON NO TO TEMFOND
USE MAMUL
INDEX ON KOD TO MAMUL
USE URETIM
INDEX ON NO TO DONEMNO
@11,17 SAY " "
*
USE STDZAMAN
INDEX ON TEZGAH TO TEZGAH1
@11,22 SAY " "
*
USE TEZGAH
INDEX ON TEZGAH TO TEZGAHNO
@11,28 SAY " "
INDEX ON IM TO IMTEZ
@11,34 SAY " "
*
USE OPZAMAN
INDEX ON TEZGAH TO TEZGAH2
INDEX ON STOK_NO TO STOKNO2
@11,40 SAY " "
USE SONUC
INDEX ON NO+TEZGAH TO TEMTEZ
INDEX ON NO+TEZGAH TO donTEZ
@11,46 SAY " "
INDEX ON TEZGAHNO TO TEZTEM
INDEX ON TEZGAHNO TO TEZdon
@11,52 SAY " "
USE TESIS
INDEX ON IM TO TESISNO
USE MATRIS
INDEX ON STOK_NO TO STOKNO
@11,58 SAY " "
*
CLOSE ALL
Mesaj(16, 'SISTEMİN BAKIMI YAPILDI !..')
SET CURSOR ON
RETURN
CASE AltSecim=2
DECLARE M41[8]
M41[1] = "GÜNLÜK ÜRETİM (TEMPO)"
M41[2] = "TEZGAH BİLGİLERİ"
M41[3] = "İMALAT MERKEZİ (TESİS)"
M41[4] = "STANDART ZAMAN"
M41[5] = "OPERASYON"
M41[6] = "SONUÇLAR (TEMPO)"
M41[7] = "SONUÇLAR (TEZGAH)"
M41[8] = "MODELLER (MAMUL)"
@10,54 TO 19,79 DOUBLE
DO WHILE .T.
    Sec41 = ACHOICE(11,56,18,77,M41)
    DO CASE
        CASE Sec41=1
            USE TEMPO INDEX TEMFOND
        CASE Sec41=2
            USE TEZGAH INDEX TEZGAHNO
        CASE Sec41=3
            USE TESIS INDEX TESISNO
        CASE Sec41=4
            USE STDZAMAN INDEX TEZGAH1
        CASE Sec41=5
            USE OPZAMAN INDEX TEZGAH2
        CASE Sec41=6
    
```



EK-3 (devam)

@00,3 Say " VARDIYA PLANLAMASI "

SET COLOR TO W

RETURN

\*

PROCEDURE MESAJ2

\*\*\*\*\*

PARAMETERS M

?? CHR(7)

SAVE SCREEN

SET COLOR TO I

@6,18 CLEAR TO 10,62

@6,18 TO 10,62 DOUBLE

@8,INT((80-LEN(M))/2) SAY M

INKEY(0)

RESTORE SCREEN

SET COLOR TO

RETURN

\*

FUNCTION Golge

\*\*\*\*\*

PARAMETERS y1,x1,y2,x2

PRIVATE y1,x1,y2,x2,i

FOR i=y1+1 TO y2+1

@ i,x2+1 SAY CHR(177)+CHR(177)

NEXT

@ y2+1,x1+1 SAY REPLICATE(CHR(177),x2-x1)

RETURN ""

\*

FUNCTION Cerceve2

\*\*\*\*\*

PARAMETERS y1,x1,y2,x2,Baslik

PRIVATE y1,x1,y2,x2,Baslik

@ y1,x1,y2,x2 BOX "┌┐┐┐=┐┐┐┐ "

@ y1,x1+2 SAY "┌"

@ y1,x1+LEN(Baslik)+3 SAY "┐"

@ y1+2,x1 SAY "┐┐"

@ y1+2,x2 SAY "┐┐"

SET COLOR TO I

@ y1,x1+3 SAY Baslik

SET COLOR TO

RETURN ""

\*

FUNCTION Cerceve3

\*\*\*\*\*

PARAMETERS y1,x1,y2,x2,Bas

PRIVATE y1,x1,y2,x2,Bas

@ y1,x1,y2,x2 BOX "┌┐┐┐=┐┐┐┐ "

@ y1,x1+2 SAY "┌"

@ y1,x1+LEN(Bas)+3 SAY "┐"

@ y1+3,x1 SAY "┐┐"

@ y1+3,x2 SAY "┐┐"

SET COLOR TO I

@ y1,x1+3 SAY Bas

SET COLOR TO

RETURN ""

\*

FUNCTION Mesa.j

\*\*\*\*\*

PARAMETERS y,Ms.j

PRIVATE x

SAVE SCREEN

x=INT((80-LEN(Ms.j))/2)-2

SET COLOR TO I

@ y,x CLEAR TO y+4,x+LEN(Ms.j)+6

@ y,x TO y+4,x+LEN(Ms.j)+6 DOUBLE

@ y2,x+3,SAY,MSJ

EK-3 (devam)

```

*?? CHR(7)
TONE(190,3)
INKEY(0)
SET COLOR TO
RESTORE SCREEN
RETURN ""
*
FUNCTION AltSatir
*****
PARAMETERS Tipi
SET COLOR TO I
@24,0
DO CASE
  CASE Tipi=1
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul <---:Sec [Ctrl]
PgDn PgUp Home End"
  CASE Tipi=2
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul F8:Sil F10:Ekle <---:Gir [Ctrl]
PgDn PgUp Home End"
  CASE Tipi=3
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul F8:Sil <---:Gir PgDn PgUp Home End
Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp"
  CASE Tipi=4
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul F8:Sil <---:Gir PgDn PgUp Home End
Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp"
  CASE Tipi=5
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul F8:Sil <---:Gir PgDn PgUp Home End
Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp"
  CASE Tipi=6
    @24,0 SAY "Esc:Donus F5: Bul F6:Kusul F8:Sil <---:Gir PgDn PgUp Home End
Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp"
  OTHERWISE
    @24,0 SAY "Esc:Donus"
ENDCASE
SET COLOR TO
RETURN ""
*
FUNCTION Bilgi
*****
PARAMETERS y,Msj
PRIVATE x
x=INT((80-LEN(Msj))/2)-2
*SET COLOR TO I
*@ y,x CLEAR TO y+4,x+LEN(Msj)+6
@ y,x TO y+4,x+LEN(Msj)+6 DOUBLE
*Golge(y,x,y+4,x+LEN(Msj)+6)
@ y+2,x+3 SAY Msj
*SET COLOR TO
RETURN ""
*
FUNCTION Soru
*****
PARAMETERS Y,Soru
PRIVATE x,Cevap
SAVE SCREEN
*?? CHR(7)
SET COLOR TO I
Soru=Soru+' (E/H) -> [ ]'
x=INT((80-LEN(Soru))/2)-2
@ y,x CLEAR TO y+4,x+LEN(Soru)+6
@ y,x TO y+4,x+LEN(Soru)+6 DOUBLE
@ y+2,x+3 SAY Soru
Cevap=""
SET CONFIRM OFF
TONE(180,4)
DO WHILE .NOT.Cevap$"EH"
  Cevap="H"
  @ y+2,x+LEN(Soru)+1 GET Cevap PICTURE "!"

```



EK-3 (devam)

```

    READ
ENDDO
SET CONFIRM ON
SET COLOR TO
RESTORE SCREEN
RETURN Cevap
*
Function DosyaSec
*****
*dosadi=DosyaSec (*.prg")
Parameters y,x,Kapsam
Declare Dosya[Adir(Kapsam)]
Adir(Kapsam,Dosya)
Asort(Dosya)
@ Y,X to Y+9,X+13 Double
Secim=Achoice(Y+1,X+1,Y+8,X+12,Dosya,1)
IF Secim=0
    Sec=SFACE(12)
ELSE
    Sec=Dosya[Secim]
ENDIF
Return Sec
*
*
Function Goster
*****
PARAMETERS file
IF .NOT. FILE("%file")
    Mesaj(12,file+" Dosyasi Bulunamadi !..")
    RETURN ""
ENDIF
SET CURSOR OFF
CLEAR
SET COLOR TO W+/N
@ 0,0 SAY "Dosya Adi...: "+UPPER(file)
@ 1,0 TO 1,79
* @ 23,0 TO 23,79
SET COLOR TO I
*(@24,0 SAY SPACE(7)+CHR(24)+SPACE(14)+CHR(25)+SPACE(14)+;
* + "PgUp          PgDn          Esc"
@24,0
@24,0 SAY "Esc:Donus      "+CHR(24)+SPACE(4)+CHR(25)+"      PgUp      PgDn"
SET COLOR TO
* memoedit(file,t,l,b,r,browse,user function,line length)
MEMOEDIT(MEMOREAD(file),2,0,23,79,.F.,"",80)
SET CURSOR ON
Return ""
*
Procedure Duzenle
*****
file=DosyaSec(13,66,"*.*")
IF .NOT.FILE("%file")
    Mesaj(12," Dosya Bulunamadi !..")
    RETURN
ENDIF
SET CURSOR on
CLEAR
SET COLOR TO W+/N
@ 0,0 SAY "Dosya Adi...: "+UPPER(file)
@ 1,0 TO 1,79
* @ 23,0 TO 23,79
SET COLOR TO I
*(@24,0 SAY SPACE(7)+CHR(24)+SPACE(14)+CHR(25)+SPACE(14)+;
* + "PgUp          PgDn          Esc"
@24,0
@24,0 SAY "Esc:Donus Ctrl+W:Kayit "

```

EK-3 (devam)

```

SET COLOR TO
* memocedit(file,t,l,b,r,browse,user function,line length)
MEMOCEDIT(MEMOREAD(file),2,0,23,79,.t.,"editor",250,8,1,0)
CLEAR TYPEAHEAD
Return
*
FUNCTION Editor
*****
parameters mode,line,col
    if lastkey()=23
        return 0
    endif
do case
CASE mode = 0
    set color to i
    @ 24,59 SAY "Satir: " + pad(LTRIM(STR(line)), 4)
    @ 24,70 SAY "Sutun: " + pad(LTRIM(STR(col+1)), 3)
    set color to
    return 0
case mode=2
    if lastkey()=23
        return 0
    endif
otherwise
    do case
    case lastkey()=27
        eh=Scr(10,"IPTAL EDILECEK Mi")
        if eh="E"
            return 0
        else
            return 1
        endif
    case lastkey()=273
        return 23
    endcase
endcase
return 0
*
FUNCTION Center
*****
* Syntax: Center(<expC>,<expN>)
PRIVATE string, width
PARAMETERS string, width
IF PCOUNT() = 1
    width = 80
ENDIF
IF LEN(string) >= width
    RETURN string
ENDIF
RETURN SPACE(INT(width/2)-INT(LEN(string)/2))+string
*
*
FUNCTION List
*****
PARAMETERS mode,alan
DO CASE
CASE mode = 0
    RETURN 1
CASE mode = 1 .or. mode = 2
    TONE (200,3) && ?? CHR(7)
    RETURN 1
CASE mode = 3
    ?? CHR(7)
    Mesaj(10,"Dosyada kayıt yok !..")
    RETURN 0
CASE LASTKEY() = 27
    RETURN 0
CASE LASTKEY() = 13

```

EK-3 (devam)

```

IF DEF()="TEMPO"
    TempoNo=A->NO
ELSEIF DEF()="TESIS"
    miME->IM
ELSEIF DEF()="TEZGAH"
    TezgahNo=B->TEZGAH
ENDIF
RETURN 0
CASE LASTKEY() = -4
    SET CURSOR ON
    SAVE SCREEN
    SET COLOR TO I
    @8,25 CLEAR TO 10,55
    @8,25 TO 10,55 DOUBLE
    Bul=SPACE(15)
    @9,27 SAY "BUL: ["           ]"
    @9,33 GET Bul PICTURE "@!"
    READ
    IF READKEY()=12
        RETURN 1
    ENDIF
    Bul=ALLTRIM(Bul)
    SET CURSOR OFF
    SET EXACT OFF
    SEEK Bul
    SET EXACT ON
    SET COLOR TO
    RESTORE SCREEN
    RETURN 2
CASE LASTKEY() = -5
    SET CURSOR ON
    SAVE SCREEN
    SET COLOR TO I
    @8,10 CLEAR TO 10,70
    @8,10 TO 10,70 DOUBLE
    @9,12 SAY "KOSUL: [" +SPACE(50)+" ]"
    Kosul=SPACE(50)
    @9,20 GET Kosul PICTURE "@!"
    READ
    IF READKEY()=12
        SET CURSOR OFF
        SET COLOR TO
        RESTORE SCREEN
        RETURN 1
    ENDIF
    SET CURSOR OFF
    SET COLOR TO
    RESTORE SCREEN
    SET FILTER TO %KOSUL
    IF FERROR() <> 0 .OR. DOSEFFOR() <> 0
        Mesaj(12," HATALI KUSUL !.. ")
    SET FILTER TO
ENDIF
RETURN 2
ENDCASE
*
FUNCTION Edit
*****
PARAMETERS mode,alan
Gir = A[alan]
DO CASE
    CASE mode = 0
        RETURN 1
    CASE mode = 1 .or. mode = 2
        TONE (200,4) %& ?? CHR(7)
        RETURN 1
    CASE mode = 3
        ?? CHR(7)

```

EK-3 (devam)

```

@24,30 SAY "Dosyada kayıt yok.."
INKEY(0)
RETURN 0
CASE LASTKEY() = 27
RETURN 0
CASE LASTKEY() = -4
SET CURSOR ON
SAVE SCREEN
SET COLOR TO I
@8,25 CLEAR TO 10,55
@8,25 TO 10,55 DOUBLE
Bu1=SPACE(15)
@9,27 SAY "BUL: [                               ]"
@9,33 GET Bu1 PICTURE "@!"
READ
IF READKEY()=12
    set color to
    RETURN 1
ENDIF
Bu1=ALLTRIM(Bu1)
SET CURSOR OFF
SET EXACT OFF
SEEK Bu1
SET EXACT ON
SET COLOR TO
RESTORE SCREEN
RETURN 2
CASE LASTKEY() = -5
SET CURSOR ON
SAVE SCREEN
SET COLOR TO I
@8,10 CLEAR TO 10,70
@8,10 TO 10,70 DOUBLE
@9,12 SAY "KOSUL: ["+SPACE(50)+"]"
@9,20 GET Kosul PICTURE "@!"
READ
IF READKEY()=12
    SET CURSOR OFF
    SET COLOR TO
    RESTORE SCREEN
    RETURN 1
ENDIF
SET CURSOR OFF
SET COLOR TO
RESTORE SCREEN
SET FILTER TO %KOSUL
IF FERROR() <> 0.OR.DOSERROR() <> 0
    Mesaj(12,"HATALI KUSUL !..")
    SET FILTER TO
ENDIF
RETURN 2
CASE LASTKEY() = -7 %&F8
SET CURSOR ON
EH=Scr(ROW()-2, '^Q== Bu kayıt silinsin mi?')
SET CURSOR OFF
IF EH='E'
    DELETE
    RETURN 2
ENDIF
RETURN 1
CASE LASTKEY() = 13
SET CURSOR ON
SET INTENSITY OFF
SET COLOR TO U+
READEXIT(.T.)
@ROW(),COL() GET &Gir PICTURE "@!"
READ
READEXIT(.F.)

```

EK-3 (devam)

```
IF LASTKEY()=13
  KEYBOARD CHR(4)
ENDIF
IF LASTKEY()=5
  KEYBOARD CHR(5)
ENDIF
IF LASTKEY()=24
  KEYBOARD CHR(24)
ENDIF
SET INTENSITY ON
SET COLOR TO
SET CURSOR OFF
RETURN 1
CASE LASTKEY() = -9 &&F10
  APPEND BLANK
  KEYBOARD CHR(13)
  RETURN 1
  OTHERWISE
  IF LASTKEY()>32
    KEYBOARD CHR(13)+CHR(LASTKEY())
  ENDIF
  RETURN 1
ENDCASE
```

\*

EK-4: Veri Giriş Ekran Görüntüleri

VERİ GİRİŞ	İSLEMLER	RAPORLAMA	SİSTEM	ÇIK
------------	----------	-----------	--------	-----

Ana Üretim Programı
Üretim Tempoları
Standart Zamanlar
Tezgaah Bilgileri
Operasyon Süreleri
Mamul Matrisi
Mamul Bilgileri
İmalat Merkezleri

ARÇELİK A.Ş.

KAPASİTE PLANLAMA SİSTEMİ

ANA ÜRETİM PROGRAMI GİRİŞİ								
NO	DONEM	İSGUNU	B_351	B_401	B_365	B_415	B_450	B_170
01	OCAK	26.00	9900	8800	2296	800	5360	3750
02	SUBAT	24.00	8250	7700	2296	800	5900	3000
03	MART	26.00	9900	8800	2296	800	5360	3750
04	NISAN	21.00	7700	6600	2296	300	5275	3000
05	MAYIS	27.00	17100	17100	2296	300	10650	3900
06	HAZİRAN	21.00	12600	11700	3776	300	8080	4550
07	TEMMUZ	27.00	17100	13275	5036	600	10100	5850
08	AGUSTOS	9.00	4500	4500	0	0	7200	0
09	EYLÜL	15.00	8450	6230	3036	300	0	2400
10	EKİM	25.00	7800	7150	2296	6300	5460	3600
11	KASIM	26.00	8450	6500	2296	7300	4990	2800
12	ARALIK	24.00	6500	5850	2296	7300	4990	3200

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul FB:Sil ←:Gir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

GONLOK QRETIM TEMPOLARI Girisi								
NO	DONEM	B_351	B_401	B_365	B_415	B_450	B_170	B_325
01	OCAK	1100	1100	750	750	1100	750	700
02	SUBAT	1100	1100	750	750	1100	750	700
03	MART	1100	1100	750	750	1100	750	700
04	NISAN	1100	1100	750	750	1100	750	700
05	MAYIS	1800	1800	1250	1250	1100	1300	1200

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul F8:Sil <-:Gir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

STANDART ZAMAN BILGILERI Girisi									
TEZGAH	B_351	B_401	B_365	B_415	B_450	B_170	B_325	B_475	B_385
201001	0.533	0.564	0.558	0.574	0.597	0.000	0.000	0.000	0.000
201002	0.234	0.252	0.325	0.334	0.254	2.000	2.000	2.000	2.000
201003	0.237	0.237	0.518	0.518	0.502	1.000	1.220	2.000	2.000
201004	0.394	0.394	0.574	0.574	0.394	0.450	0.000	0.674	1.000
201005	0.363	0.363	0.363	0.363	0.951	1.000	1.600	2.000	2.000
201006	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	2.000	2.100	0.168	0.185
201007	0.094	0.094	0.238	0.238	0.094	2.000	1.430	1.360	0.000
201008	0.088	0.310	0.262	0.276	0.322	1.000	2.430	2.000	0.000
201009	0.584	0.584	1.276	1.276	0.584	1.000	1.100	1.200	0.000
201010	0.316	0.316	0.316	0.316	0.316	2.000	1.400	2.000	0.000
201011	6.513	6.764	6.764	6.764	7.033	2.000	1.300	1.000	0.000
201012	2.577	2.577	6.541	6.541	3.142	1.000	2.000	3.000	0.000
202001	0.568	0.568	1.128	2.008	0.568	0.000	0.000	0.000	0.000
202002	0.668	0.669	0.209	0.209	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000
202003	1.181	1.239	0.124	0.124	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
206001	5.283	5.283	6.567	6.567	5.290	0.000	0.000	0.000	0.000
210001	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210003	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul F8:Sil <-:Gir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

TEZGAH BilGILERi GiRiSi

TEZGAH NO .....: [201009]

TEZGAH ADI .....: [PUNTA KAYNAK ]

TEZGAH SAYISI .....: [ 1] adet

OPERATOR SAYISI .....: [ 3] kisi

DURMA DRANI .....: [10.00] %

FIRE DRANI .....: [10.00] %

CALISMA SORESi .....: [7.100] saat/vardiya

IMALAT MERKEZi KODU.....: [ ]

IMALAT MERKEZi .....: [ ]

Esc:Donus PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

OPERASYON SORELERi GiRiSi

TEZGAH	STOK_NO	PARCA_ADI	OPERASYON	B_351
210001	4020770100	ARKA DUVAR	RULODAN ARKA DUVAR DILINMESI	0.046
210001	4038990000	KAPI SACI	RULODAN KAPI SACI DILINMASI	0.870
210001	4020720100	GOVDE SACI	RULODAN GOVDE SACI DILINMESI	0.980
210001	4040640008	ARKA AYAK	RULODAN ARKA AYAK DILINMESI	0.010
210001	4021200000	C.B.S.	RULODAN C.B.S. DILINMESI	0.013
210002	4020720200	GOVDE SACI	RULODAN GOVDE SACI KESILMESI	0.068
210002	4036150100	KAPI SACI	RULODAN KAPI SACI KESILMESI	0.037
210003	4020770100	ARKA DUVAR	ARKA DUWARDAN CAPAK ALMA	0.215
210003	4038990000	KAPI SACI	KAPI SACINDAN CAPAK ALMA	0.022
210004	4033530000	ARABOLME SACI	ARABOLME SACI BASILMASI	0.091
210004	4020730000	ON ALT SAC	ON ALT SAC BASILMASI	0.093
210005	4040640000	ARKA AYAK	ARKA AYAK BASILMASI	0.160
210006	4035290000	ON AYAK	ON AYAK BASILMASI	0.050
210007	4042800000	UST MENTESE	UST MENTESE BASILMASI	0.023

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul F8:Sil ←:6ir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp



Ek-5: İşlemler Modulünün Ekran Görüntüleri

VERİ GİRİŞ	İŞLEMLER	RAPORLAMA	SİSTEM	ÇIK
------------	----------	-----------	--------	-----

Kapasite Gereksinim  
Vardiya Düzenleme  
Kadro Belirleme  
Kapasite Listeleri  
Hat Dengeleme

Donem No .....: [ ]  
imalat Merkezi ...: [ ]  
Tezgah Kodu .....: [ ]

VARDIYA PLANLAMASI		MODEL	TEMPO	SAAT	VARDIYA
Donem NO .....: [01] >OCAK		351	1,100	49.289	0.110
imalat Merkezi.: [201] >MEKANİK İMALAT DAİRESİ		401	1,100	43.812	0.090
Σ Kapasite Gereksinimi...: saat/gun		365	750	24.984	0.050
Σ işgücü Gereksinimi.....: kisi/gun		415	750	8.705	0.020
Tezgah No...: [201003] >MAKAS		450	1,100	56.524	0.120
Tezgah Sayisi...: 3 adet		170	750	78.776	0.170
işçi Sayisi.....: 1 kisi		325	700	89.700	0.190
Durma Oranı.....: 4.00 %		475	700	23.507	0.690
Fire Oranı.....: 21.00 %		385	700	0.000	0.000
Çalışma Süresi...: 6.000 saat/vardiya		425	600	63.021	0.130

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul F8:Sil <-:Gir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

KADRO BELİRLEME		SAYI	SURE	VARDIYA	İSÇİ
Donem (Tempo)...: [01] >OCAK					
imalat Merkezi.: [201] >MEKANİK İMALAT DAİRESİ				81	
TEZGAH LİSTESİ					
TEZGAH	TEZGAH ADI	SAYI	SURE	VARDIYA	İSÇİ
201001	BOY KESME-DİLME (RDB)	4	7.500	0	0
201002	BOY KESME HATTI (SACMA)	2	7.400	1	4
201003	MAKAS	3	6.000	1	3
201004	150 TON GENİŞ TABLA	3	7.000	0	0
201005	400 TON OTOMATİK	1	8.000	1	1
201006	100 TON RULO BESLEMELİ	1	7.000	1	2
201007	100 TON PNMATİK BESLEME	1	7.800	1	2
201008	15 TON ÖZEL PRES	1	7.000	2	4

Esc:Donus F5:Bul F6:Kusul F8:Sil <-:Gir PgDn PgUp Home End Ctrl+PgDn Ctrl+PgUp

EK-6: Raporlama Modülünün Örnek Listeleri

TEZGAH BİLGİLERİ

Tezgah Kodu .....: 201001  
Tezgah Adı .....: BOY KESME-DİLME (RDB)  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 4 Adet  
Operator Sayısı...: 3 Kisi  
Durma Oranı .....: 20 %  
Fire Oranı .....: 12 %  
Çalışma Süresi ...: 8 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201002  
Tezgah Adı .....: BOY KESME HATTI (SACMA)  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 2 Adet  
Operator Sayısı...: 2 Kisi  
Durma Oranı .....: 5 %  
Fire Oranı .....: 10 %  
Çalışma Süresi ...: 7 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201003  
Tezgah Adı .....: MAKAS  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 3 Adet  
Operator Sayısı...: 1 Kisi  
Durma Oranı .....: 4 %  
Fire Oranı .....: 21 %  
Çalışma Süresi ...: 6 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201004  
Tezgah Adı .....: 150 TON GENİŞ TABLA  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 3 Adet  
Operator Sayısı...: 1 Kisi  
Durma Oranı .....: 10 %  
Fire Oranı .....: 10 %  
Çalışma Süresi ...: 7 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201005  
Tezgah Adı .....: 400 TON OTOMATİK  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 1 Adet  
Operator Sayısı...: 1 Kisi  
Durma Oranı .....: 10 %  
Fire Oranı .....: 5 %  
Çalışma Süresi ...: 8 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201006  
Tezgah Adı .....: 100 TON RULO BESLEMELİ  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 1 Adet  
Operator Sayısı...: 2 Kisi  
Durma Oranı .....: 5 %  
Fire Oranı .....: 10 %  
Çalışma Süresi ...: 7 Saat/Vardiya

---

Tezgah Kodu .....: 201007  
Tezgah Adı .....: 100 TON PnöMATİK BESLEME  
İmalat Merkezi ...: 201 MEKANİK İMALAT DAİRESİ  
Tezgah Sayısı ...: 1 Adet  
Operator Sayısı...: 2 Kisi  
Durma Oranı .....: 10 %  
Fire Oranı .....: 21 %  
Çalışma Süresi ...: 8 Saat/Vardiya

---