

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

**MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE
KAPASİTE PLANLAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

1.01616

Hazırlayan
Ali İhsan KAYA

Danışman
Prof.Dr. Feray Odman ÇELİKÇAPA

Balıkesir 2001

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ**

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.....İşletme.....
Ana Bilim Dalında hazırlanan Yüksek Lisans./Doktora tezi jürimiz tarafından
İncelenerek, aday...Ali İhsan KAYA'nın.....,21/07/2001 tarihinde
tez savunma sınavına alınmış ve yapılan sınav sonucunda sunulan
tezin.....Başarılı.....olduğuna oy.....birliği.....ile karar verilmiştir.

PROF.DR.ADEM
GARIBUK
ÜYE

PROF.DR.FERAY
ODMAN
CELİCİGAPA
ÜYE

YRD.DOÇ.DR.GÜL
BÖKAY EMEL
ÜYE

ÜYE

Prof. Dr. Feray
Odman
Celicigapa

ÜYE

ÖZET

Bu çalışmada, talebin dinamik ve ürünün tipinin çok çeşitli olduğu mobilya endüstrisinde üretim kapasitesinin üretim faktörleri kısıtı altında en iyi çözümünün nasıl yapılacağı üzerinde durulmuştur.

Bu amaçla üretim halindeki işletmeler talepteki düzensiz değişiklikleri karşılayabilmek için kısa, orta, uzun dönemde kapasite konusunda plan yapmak veya kapasite planını gözden geçirmek durumundadır. Uzun dönemli kapasite planlamada; binalar, araçlar, kaynakların elde edilmesi ile ilgili kararlar, aylık kapasite planlamada kiralama, işten çıkarma, yeni makinelerin satın alınması gibi alternatifler karşılaştırılarak optimum kapasite belirlenir. Günlük ve haftalık planlamada ise çıktı ve fiili çıktı arasındaki sapmalar incelenir.

Üretim planlama aşamasında ortaya çıkan ana üretim programının gerçekleştirilebilmesi için gerekli kapasitenin belirlenmesi ve mevcut kapasiteyle karşılaştırmalı olarak dengelenmesi, işletmenin üretim kaynaklarını verimli kullanması ve taahhütlerini yerine getirmesi zorunludur.

Çalışmanın ilk aşamasında kapasite kavramına yer verilmiş, üretim yönetimi bütünü içerisinde kapasite planlamasının önemi ve planlama sonucu personel transferi, alternatif ürün rotalama ve fazla mesai olanakları araştırılmıştır. Kapasite planlamada en önemli amaç planlama ile ortalama birim maliyetin minimum olduğu üretim düzeyine ulaşmaktır. Bu amaçla ne tür tedbirlerin alınması gerektiği üzerinde durulmuştur.

İkinci aşamasında mobilya endüstrisi genel olarak tanıtımı, hatta bir model üzerinde gerçeğe yakın değerlerle ana üretim planının hazırlanması, kaba kapasite planının, kapasite ihtiyaç planının yapılması çözüm algoritmaları ve sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Kapasite planlamasının bilgisayar destekli simülasyonu ve mobilya endüstrisinde bir model üzerinde uygulanmıştır. Kapasite planlama tekniklerinden olan simülasyonun önemi ve diğer yöntemlere göre avantajı üzerinde durulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kapasite Planlaması / Malzeme İhtiyaç Planlaması / Kapasite İhtiyaç Planlaması / Kaba Kapasite Planlaması / Simülasyon Tekniği

ABSTRACT

This study focuses on the furniture industry where various types of products are prepared under a dynamic demand function and examines the production capacity subject to production factors constraints.

Due to the dynamic nature of demand, corporations in this industry have to make short, average and long term capacity plans in order to account for this instability. In the long term capacity planning; buildings, vehicles, decisions to achieve the necessary resources have to be taken into account while in monthly planning needs to cover alternatives like how much payment needs to be done for the rent and purchasing of new instruments in order to specify the optimal capacity. Daily and weekly capacity planning studies the variance between the outputs and the nominal outputs.

Corporations have to use their own resources in the best and most productive and efficient way possible under the changing constraints in order to survive. The first part of this study contains information about the definition of capacity, importance of capacity planning in overall production process, routing alternative products and rotating personnel under this planning' conclusions. The main point in capacity planning is to reach the production level where average cost is at its minimum level.

In the second part, furniture industry is defined and a simulation model is prepared. The advantages of this simulation technique is emphasized compared to other capacity planning tools.

KEY WORDS: Capacity Planning/ MRP/ ERP/ Simulation Technique

ÖNSÖZ

Özel sektörde görev yaptığım sıralarda fabrikalarda üretim planlaması yapılmak istendiğini fakat tam olarak uygulanamadığını gördüm. Bir takım yol ve yöntemler tam olarak bilinmiyor teknoloji kullanılmıyordu. Ancak sektör hızla geliyor planlama çalışmaları ise sektör gerisinde kalıyordu. Araştırmayı yapmayı bu amaçla planladım.

Çalışmamda bana destek veren ve değerli zamanından ayıran, yol ve yöntemleri tanıtan ve bende analitik düşünceyi yerleştiren danışman hocam Prof.Dr. Feray Odman ÇELİKÇAPA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Modern işletmecilik görüşümün oluşumunu sağlayan, çalışmamda her zaman yardımcı olan değerli hocam Prof.Dr. Adem ÇABUK'a da teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı hazırlamamda bana destek olan ve kaynaklarından yararlanmama imkan veren Dursunbey Meslek Yüksekokulu akademik ve idari personeline, kendilerine ait olan zamanı bana ayırdıkları için eşim ve oğluma teşekkürü bir borç bilirim.

Balıkesir,2001 Ali İhsan KAYA

MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KAPASİTE PLANLAMASI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	iv
ABSTRACT, KEY WORDS	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1
1. Kapasite Araştırmalarında Kavramsal Çerçeve	2
1.1 Kapasite Kavramı	2
1.2 Kapasite Çeşitleri	4
1.3 Üretim Kapasitesini Belirleyen Faktörler	8
1.3.1 İş Kapasitesi	9
1.3.2 Ürün Kapasitesi	9
1.4 Talep, Stoklar ve Üretim Hızı ile Kapasite İlişkisi	10
1.5 Makine Kapasitesi	11
1.6 İnsangücü Kapasitesi	12
1.7 Kapasite Belirleme Yöntemleri	15
1.8 Kapasite Esnekliği	23

1.8.1	Kapasite Ayarlama İçin Esneklik Sağlanması	24
1.8.2	Kapasite Ayarlama Nedenlerini Azaltmak veya Ortadan Kaldırmak	25
1.9	Kapasite Sınırları	26
1.10	Kapasite- Maliyet İlişkileri	30
2.	Kapasite Planlaması	33
2.1	Kapasite Planlaması Kavramı	33
2.2	Kaba Kapasite Planlaması Kavramı	35
2.3	Sonlu Kapasite Planlama Kavramı	36
2.4	Kapasite Büyüklüğünün Planlanması	37
2.5	Kapasite Planlaması Gereçleri	39
2.6	Kapasite Planlamasının Hedefleri	39
2.7	Kapasite Planlama Süreci	40
2.8	Kapasite İhtiyacının Planlaması	41
2.9	Ana Üretim Çizelgelemesi	51
2.10	Kaba Kapasite Planlaması	53
2.10.1	Kaba Kapasite Planlaması Adımları	53
2.10.2	Kaba Kapasite Kullanım İçin Sınırlar	54
3.	Mobilya Endüstrisi ve Mobilya Endüstrisinde Kapasite Planlaması Uygulanmaları	53
3.1	Mobilya Endüstrisi	55
3.1.1	Mobilya Sanayiinin Yapısı	57

3.1.2 Mobilya Endüstrisinde Temel Sorunlar	63
3.1.2.1 Tedarikle ilgili sorunlar	64
3.1.2.2 Üretimle ilgili Sorunlar	65
3.1.2.3 Pazarlama ile ilgili Sorunlar	65
3.1.3 Mobilya Endüstrisinde Talep	65
3.1.5 Mobilya Endüstrisinde Kapasite Seçimi	67
3.2 Mobilya Endüstrisinde Kapasite Planlarının Uygulanması	67
3.2.1 Uygulama Alanı ile ilgili Genel Bilgiler	68
3.2.1.1 Uygulamada Üretilen Ürünler	69
3.2.1.2 Ürünlerin Parça Listesi	69
3.2.2 Talep Tahmini	70
3.2.3 Zaman Etüdü	71
3.2.3.1 Standart Sürelere İlişkin Veri Tabanının Oluşturulması	71
3.2.3.1.1 İş Ölçümü Aşamaları	72
3.2.3.1.2 İş Ölçümü Teknikleri	72
3.2.4 Hat Dengelemesi	74
3.2.5 Ana Üretim Planının Hazırlanması	77
3.2.5.1 Modüler Parça Listesi	79
3.2.5.2 AÜP'nin iyileştirilmesi	83
3.2.6 Kaba Kapasite Planının Hazırlanması	86
3.2.7 Kapasite İhtiyaç Planının Hazırlanması	91

3.3 Kapasite Planlamasında Simulasyon Yöntemi	96
3.3.1 Simulasyon Tekniği Tanımı ve Kapsamı	96
3.3.2 Modelin Tanıtılması	98
3.3.2.1 Modele İlişkin Varsayımlar	99
3.3.2.2 Modelin Parametreleri	99
3.3.3 Simulasyon Modellerinin Elemanları	100
3.3.4 Simulasyon Modellerinin Özellikleri	101
3.3.5 Simulasyon Tekniğinin Kullanılması	101
3.3.6 Simulasyon Tekniğinin Arena Paket Program Üzerinde Uygulanması	102
4. SONUÇ	107
EKLER	110
KAYNAKÇA	131

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 En Uygun Üretim Miktarı.

Şekil 1.2 Üretim Faktörleri.

Şekil 1.3 Bir Yıllık İşgücü İhtiyacının İşçi Sayısı Cinsinden Aylara Göre Dağılımı.

Şekil 1.4 Büyüklüğün Sağladığı Tasarrufun Çok Önemli Olmadığı Durumda Kapasite Seçimi.

Şekil 2.1 Bir İş Merkezi İçin Yük Durumu.

Şekil 2.2 Yük Durum Raporu.

Şekil 2.3 Kapasite İhtiyaç Planlaması.

Şekil 2.4 K.İ.P Akım Şeması.

Şekil 2.5 A.Ü.P Sistemi.

Şekil 2.6 Kapasite Planlamanın Sınırları.

Şekil 3.1 Müşteri Talep Yapısı.

Şekil 3.2 Son Montaj Grubu Eşitleme.

Şekil 3.3 Kaba Kapasite Ve Kural Tabanı İle İlişkilendirilmiş AÜP Hazırlığı.

Şekil 3.4 AÜP Modifikasyon Süreci.

Şekil 3.6 Kaba Kapasite Planlama.

Şekil 3.7 Kapasite İhtiyaç Planlama.

Şekil 3.8 Kümülatif Olarak Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği.

Şekil 3.9 Aşırı Yüklenmiş KİP Örneği.

Şekil 3.10 Az Yüklü KIP Örneği.

Şekil 5.1 Levha Hattının Arena Programında Oluşturulması.



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 Programlama Örneği

Tablo 2.1 Kapasite Planlaması

Tablo 2.2 Kapasite planlama bölümleri

Tablo 2.3 Kapasite planlama düzeyleri

Tablo 3.1 Küçük işletmelerin sektörel bazda dağılımı

Tablo 3.2 Türkiye Mobilya sanayii işletmeleri yapısal görünümü

Tablo 3.3 Türkiye mobilya sanayi işletmelerinin örgütsel yapısı ve kalite anlayışı

Tablo 3.4 Türkiye mobilya sanayiinde kapasite kullanım oranı

Tablo 3.5 Ürün kodları ve üretilen ürünler

Tablo 3.6 Ürün parça listesi

Tablo 3.7 İş ölçümü yapılacak modüller ve parça sayıları

Tablo 3.8 Siparişler ve aylara dağılımı

Tablo 3.9 Tezgahların işlem süreleri

Tablo 3.10 Son montaj hattı kapasite bilgileri

Tablo 3.11 Süper liste

Tablo 3.12 Son ürünün kapasite katsayısı ile uyarlanması

Tablo 3.13 Mobilya endüstrisi için hazırlanmış bir AÜP

Tablo 3.14 Operasyonlar, iş merkezleri ve işlem süreleri

Tablo 3.15 İş merkezleri için kapasiteler

Tablo 3.16 İş merkezleri haftalık kapasite

Tablo 3.17 İş merkezleri için toplam süreler

Tablo 3.18 Detaylı KİP Örneği



GİRİŞ

Bir işletme için planlama süreklilik içeren bir olgudur. Planlama işletmenin rotasını belirler. Karar verme mekanizmasının belli amaçlara mantıklı bir sıra ile ulaşılması, planlama fonksiyonu faaliyetleri yönünü belirlemede gereklidir. Planlama faaliyetinin önemi üç parametreye göre sınıflandırılır.

- Kararlardan etkilenecek zaman dilimi.
- Ayrılacak işletme kaynaklarının düzeyi.
- İşletme için risk.

Bu parametreler göz önünde bulundurulunca her üç parametre açısından üretim planlamasının işletme açısından önemi farklıdır. İşletmelerde planlama ve kontrol süreci birlikte ele alınır. Belli bir ihtiyaç ortaya çıktığında planlama yapılır. Bu plan çerçevesinde faaliyetler yerine getirilir. Aynı anda kontrol mekanizması da işlenerek sonuçlar elde edilir. Sistem yaklaşımı çerçevesinde geri dönüşüm ile planda oluşan sapmalar ve bunların nedenleri araştırılır.

Tesis planlaması ya da tesis tasarımı, uzun dönemde gerekli üretim kapasitesinin, kuruluş yerinin ve tesis içi yerleşim düzeninin belirlenmesine yönelik stratejik kararlar dizisidir. Bu kararların tümü kısa dönemde üretim maliyetlerini etkiler; makine, teknoloji, arazi ve bina gibi üretim faktörlerine önemli ölçüde yatırım yapmasını gerektirirler. Uzun vadeli nitelik taşımaları nedeniyle işletmelerin bu kararların sonuçlarıyla uzun bir süre birlikte yaşamaları söz konusudur. Bütün bu nedenlerden ötürü, rekabet açısından büyük önem taşıyan tasarım kararlarının, işletme stratejisi çerçevesinde ve üst düzeyde verilmesi gerekir.

İşletme talebi karşılayacak bir üretim miktarını belirlerken işçi alma, işten çıkarma, ara sözleşme ile başka bir işletme imkanlarından yararlanma, fazla-eksik mesai, stoklu üretim gibi kararları verirken kapasite planlama çalışmalarından yararlanır. İşletmeler kapasite planlaması ile temelde " ne kadar" sorusuna cevap verebilmekle birlikte tesisin rekabet sınırlarını belirlemektedir. İşletmenin kapasitesinin yetersiz olduğunda tüketici ihtiyaçlarını zamanında karşılayamadığı için pazar payının ve gücünü kaybeder. Kapasite fazlalığında ise talebi ayarlamak için satış fiyatını düşürecektir . Her iki durum da işletme için sakıncalı bir durum ortaya çıkacaktır.

1. KAPASİTE ARAŞTIRMALARINDA KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yeni bir tesis kurulmadan önce belirlenmesi gereken stratejik işletme kararlarının en önemlilerinden birisi kapasitedir. İşletmeler mevcut ve gelecekteki talebi zaman ve miktar cinsinden karşılamak için yeterli kapasiteye ihtiyaç duyarlar. Bu aşamada kapasiteyi tanımlayan ölçüler çok geneldir. Üretim yapan bir tesisin kapasitesini sabit bir değer ile tanımlamak güçtür. Makinelerin tek tek kapasitelerini bulup toplamakla tesisin tüm kapasitesini bulma imkanı yoktur. Üretim birimlerinin veya iş istasyonlarının aralarındaki ilişkiler karmaşık olduğundan kapasiteyi ölçmek güçtür.

1.1 KAPASİTE KAVRAMI

İşletme literatüründe kapasite kavramı 1920 yılından itibaren kullanılmaya başlanılmıştır. İşletme ekonomisi literatüründe kapasite kavramı daha 1924 yılında VERSHOFEN tarafından kullanılmıştır. VERSHOFEN işletmenin üretim kapasitesini işletmenin fiili olarak kullandığı ve –her nedenle olursa olsun-atıl durumda bulunan üretim süreçleri toplamı olarak tanımlamaktadır. HAMMER kapasiteyi işletmenin üretim kabiliyeti olarak tanımlarken, EBERLE kapasite kavramının herhangi bir tanımını vermeden bu kavramı kapasite kullanım derecesinin üretim maliyetine etkisi ile ilgili çalışmasında kullanmıştır. ISAAC, kapasite kavramını işletme birim maliyetinin minimum kılındığı üretim seviyesini ifade eden optimum kapasite olarak tanımlamaktadır. MELLEROWICZ, işletme kapasitesini işletmenin belli bir zaman aralığında mevcut işgücünün tam istihdamı ve iş araçlarının tam kullanımında ulaşılan üretim seviyesi olarak tanımlamaktadır.¹

Türkçe literatürde kapasite kavramı “birim kudret”, “üretim gücü” gibi tanımlarda genel kapasite anlayışına uygun olarak “bir üretim ünitesinin mevcut makine ve teçhizatıyla, belirli bir süre içinde meydana getirebileceği mal miktarı” şeklinde tanımlanmaktadır.

Bir başka açıdan bakılırsa kapasite bir üretim oranıdır. Yani üretim tesisinin gerçekleştirdiği üretim miktarı ile gerçekleştirebileceği en yüksek üretim miktarı oranıdır.

APICS sözlüğü kapasiteyi iki şekilde tanımlamaktadır. Birinci tanımda kapasite iş yüklemenin toplam değerini gösterir. İkinci tanımlamada kapasite, genel üretim şekli ürün karışımı, işgücü, tesis ve ekipmanla başarılabilecek olan çıktı oranını en yüksek seviyede sürdürebilmektir. Bu iki tanımda da kapasiteye farklı açılardan bakılmıştır; birinci tanımda kapasite imalat üzerinde istek olarak

¹ Constraints Archive, 2001, Archive,(<http://www.cs.unh.edu/ccs/archive/constraints>). (İnternet)

ikinci tanımda ise kendi organizasyonu içinde üretkenliğinin ölçülebilirliği olarak tanımlanmıştır.²

Bu durumda kapasite hangi şekilde kullanılacaksa o şekilde tanımlamak daha doğru olacaktır. Aşağıda üç tane kapasite tanımı verilmiştir.

İstek Kapasitesi: Değişik imalat kalemlerindeki kapasite ihtiyaçlarını önceden belirleyebilmek için, imalat emirleri veya yardımcı montaj imalatı veya bitmiş ürünlerin ölçülebilir bir birime dönüştürülebildiği zaman elde edilen değerdir.

Kullanılan Kapasite: Her iş merkezinin kendine özgü kullanılacak çıktı miktarıdır. Bunlar organizasyon tarafından belirtilir. Değişik organizasyon düzeylerinde değişik kapasite düzeyleri elde edilir.

Maksimum Kapasite: Genel üretim tarifi, üretim karışımı, işgücü ile elde edilebilecek en yüksek çıktı oranını sürdürebilecek miktardır.

Bir işçinin veya bir makinenin kapasitesini yukarıda verilen tanımlara göre ifade etmek oldukça kolaydır. Bir işçinin kapasitesi belirli bir zaman dilimi içerisinde yapabileceği iş miktarıdır. Aynı şekilde, bir makinenin kapasitesi denince, o makinenin birim zamanda gerçekleştirdiği üretim miktarı anlaşılmaktadır.

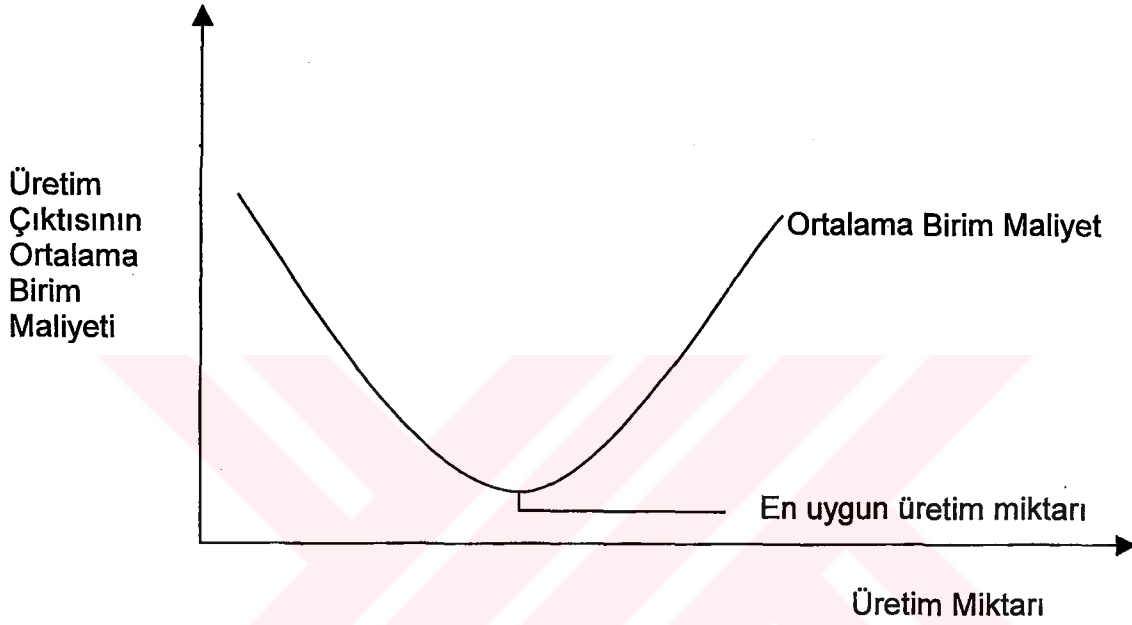
Öte yandan, bir fabrikanın kapasitesini ifade etmek tek bir işçi veya makinada olduğu kadar kolay değildir. Fabrikada veya üretim tesisinde yer alan işçi ve makinaların her birinin kapasitelerinin tek tek alt alta toplanması ile toplam kapasiteye varılamaz. Burada kapasiteyi "üretim tesisinin birim zamanda üretebileceği çıktı miktarı olarak tanımlanabilir.³ Zira üretim tesisinin talep dalgalanmaları karşısında nasıl bir politika izleyeceği bir yönetim stratejisidir. Optimum kapasite kavramı burada ortaya çıkmaktadır. Optimum üretim miktarı ortalama birim maliyeti minimize eden ve piyasa talebini karşılayan üretim miktarıdır. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi işletme büyüdükçe ve üretim miktarı arttıkça ortalama birim maliyet düşer. Çünkü üretilen her ek ürün sabit maliyetlerin bir kısmını düşürür.

Ortalama birim maliyetteki bu azalma belli bir noktaya kadar devam eder ve işgücü malzeme akışının koordinasyonundaki artan maliyetler sonucu işletme yöneticileri yeni kapasite kaynakları arayışına girer. Bu durumda yöneticiler

² APICS (American Production and Inventory Control Society),2001,
(<http://www.apics.org>),(internet)

³ Bülent Kobu, (1994), Üretim Yönetimi, (İstanbul Üniversitesi İşletme İ.E. Yayın No : 24), s. 228.

alternatif büyüklüklere sahip tesisler için ortalama birim maliyetleri karşılaştırarak işletmeleri için en uygun üretim miktarını belirlerler. Bunun aksi ölçek ekonomisi dışına çıkmak olur ki son yıllarda bunun dışına çıkma fazlaca gerçekleşmektedir. Çünkü teknolojik olanaklar çerçevesinde küçük ve orta büyüklükteki işletmeler talepteki dalgalanmaları daha iyi karşılayabilmekte, daha fazla üretim yapabilmektedirler. Bunda en büyük etken esnek üretim kapasitesine sahip olmalarıdır.⁴



Şekil 1.1 En Uygun Üretim Miktarı

1.2 KAPASİTE ÇEŞİTLERİ

İşletme ekonomisi-literatüründe, üretim kapasitesi ile ilgili yaklaşımların ve pratikte görülen amaçların çokluğuna paralel olarak çok sayıda kapasite çeşidi ortaya koyulmuştur.⁵

- Teknik, Ekonomik Kapasite;

Teknik kapasite işletmenin en büyük üretim gücü, ekonomik kapasite ise birim ürün maliyetinin en küçük olduğu üretim düzeyini gösterir. Özel kapasite

⁴ Feray Odman Çelikçapa, (1998), *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*, (İstanbul : Alfa Yayınevi), s.43.

⁵ Haluk Orkut, Murat Başkak, (1992), *Tesis Tasarımı*, (Ankara : Ar Yayınevi), s.22.

kavramları, üretken birimin üretim hızına bağlı olarak en büyük, normal, en küçük ve en uygun kapasite çeşitleri elde edilir.

- Niceliksel, Niteliksel Kapasite;

Niceliksel kapasite, işletmenin veya temel üretken birimlerin belirli bir zaman aralığında miktar cinsinden ifade edilen üretim düzeyidir. Niteliksel kapasite kavramı iki noktayı belirtir. Üretim konusuna yönelik olarak üretilen işin veya ürünün iyiliği , nitelikleri , üretken birime ve işletmeye yönelik olarak da seçenek ve ürünler üretme yeteneğidir. Niceliksel kapasite kavramı ile söylenmek istenen diğer bir nokta da, yine temel üretken birime ve işletmeye yönelik olmak üzere , üretilen iş ve ürünle ilgili olarak "toleransları en küçükleme yeteneği" veya "üretilen işlerde ulaşılabilecek hassasiyet derecesi" şeklinde ortaya konulmaktadır.⁶

- En Büyük , En Uygun , En Küçük, Tam Kapasite;

En büyük (Maksimum) kapasite, uzun dönemde sürekli olarak gerçekleştirilmesi olası olan en büyük üretim hızında ulaşılan üretim düzeyidir. Bu tanımdan anlaşılacağı gibi, en büyük kapasite olarak belirlenen bir üretim düzeyini ifade eder. En uygun (optimum) kapasite, ekonomik bir kavramdır. Belli bir formel amacı gerçekleştiren üretim düzeyi , en uygun kapasite olarak tanımlanır. Bu formel amaç genellikle birim ürün üretim maliyetinin en küçük değerinde olmasıdır. En küçük (minimum) kapasite , temel olarak teknik olarak belirlenen bir üretim düzeyini gösterir. Tam kapasite birim ürün ve maliyetinin en küçük değeri temel alınarak belirlenen en uygun kapasitedir.

- Ömür , Dönem Kapasitesi;

Kapasitenin saptanmasında temel alınan takvim zamanı aralığına göre bir çok kapasite çeşidi tanımlanabilir : Saniye , dakika , saat , gün , hafta , ay ve yıl kapasiteleri gibi. Bu kapasite çeşitleri , ortak bir kavram altında toplanarak , dönem kapasitesi kavramı ile ifade edilmektedir. Ömür kapasitesi , işletmenin iş

⁶ Aynı., s.23

araçlarının teknik ömür veya ekonomik ömür boyunca sahip olduğu üretim yeteneğini göstermektedir.

- Kuramsal , Gerçek Kapasite;

Kuramsal kapasite , erişilmesi olası olan en üst üretim düzeyidir. Gerçek kapasite de fiili üretim düzeyidir.⁷

- Temel Üretken Kapasite , Kısmi Kapasite , İşletme Kapasitesi , Sektör Kapasitesi;

Temel üretken kapasite , temel üretken birimlerin üretim yeteneğidir. Kısmi kapasite , aynı işi üreten temel üretken birimlerin oluşturduğu üretim yeteneğidir. İşletmenin ürün üretim kapasitesi, kısmi kapasitelerin oluşturduğu iş kapasitelerinden üretilen ve işletmenin konusunu oluşturan ürün kapasitesi olarak tanımlanır. Aynı veya benzer ürün çeşidi üreten işletmelerin bir araya getirilmesiyle "girişim kapasitesi" ve ulusal ekonomi düzeyinde de "sektör kapasitesi" geçerlidir.

- Birim Toplam Kapasite;

Birim kapasite , üretkenlik özelliğine sahip olan en küçük bölünmez birimin üretim yeteneğini ifade etmek üzere kullanılmaktadır. Bu birimin bölünmesi durumunda , üretkenlik özelliği kaybolacaktır. Toplam kapasite , birim kapasitelerden oluşan kısmi kapasiteler ve işletme kapasitesidir.

- İş , Ürün Kapasitesi;

Ürün kapasitesi , işletmenin en son üretim aşamasının veya sonuncu üretim aşamasındaki yatay kapasite birikimli toplam değerinin üretim yeteneğini ifade etmektedir. Bundan dolayı tüm işletmenin işlem yeteneğini ifade etmek üzere , işletmenin ürün kapasitesi kavramı , x-üretim aşamasının ürün kapasitesi kavramıyla ikame edilir böylece yarı ürün kapasiteleri de işletmenin tek bir ürün çeşidine erişkin üretim yeteneği olduğundan , kısmi ürün kapasitesi kavramıyla ifade edilir.

⁷ Aynı., s.24

- **Asıl Kapasite , Yan Kapasite , İkame Kapasitesi;**

Asıl kapasite , işletmenin maddeci amacına uygun olarak üretilen ürün veya üretim çeşitleridir. Yan kapasite , temel ürünle birlikte ortaya çıkan yan ürünleri içermektedir. İkame kapasitesi , piyasadaki değişmeler ve gelişmelerle başkaca dış etkenlerin gerektirmesi sonucunda işletmenin elinde bulunan varolan üretim etmenleriyle kısa vadede üretme yeteneğinde olduğu başka ürün çeşitlerini ifade etmektedir.

- **Personel , İş Araçları , Malzeme , Organizasyon Kapasitesi;**

Personel kapasitesi iş gücünü , iş araçları kapasitesi makine , tesis ve diğer araç ve gereçlerin üretim yeteneklerini , malzeme kapasitesi işletmenin elindeki ve elde edileceği malzeme miktarını gösterir. Organizasyon kapasitesi ise, yönetim ve organizasyondaki amirlerin üretime katkısını belirtir.

- **Atıl , Yedek , Zorlanmış Kapasite ;**

İşletmenin üretim kapasitesi ile satış düzeyi arasındaki zaman uyumunun sağlanması , özellikle mekanizasyon ve otomasyon derecesi yüksek olan günümüz endüstri işletmelerinde büyük bir önem kazanmıştır. Bu uyumun sağlanmasında ürün stoklaması yanında başvurulmuş geniş bir yol , işletmenin var olan üretim düzeyini sürdürmek üzere , üretim sürecine alınan yedek kapasitelerin üretime hazır tutulmalarıdır. Yedek kapasitenin sürekli bir üretim yeteneği vardır. Bu üretim yeteneği, kapasite birimi üretime alınmadığı sürece gizlidir , üretime alındığında ise açığa çıkar.⁸

- **Üretim Kapasitesi , Üretim Kapasitesinin Olası Kullanımı , Üretim Kapasitesinin Fiili Kullanımı , Üretim Kapasitesinin Planlı Kullanımı;**

Üretim kapasitesi , işletmenin uzun dönemdeki amacıdır. Üretim kapasitesinin olası kullanımı ise , işletmenin yakın amacını oluşturur. Üretim kapasitesinin fiili kullanımı ve üretim kapasitesinin planlı kullanımı kavramları ise kapasiteye değil , kapasite kullanım derecesine ilişkin kavramlardır. Birinci kavram , işletmenin fiilen ulaştığı ve kontrol amacıyla saptanan üretim düzeyini , ikinci kavram ise , ulusal ekonominin amaçlarına göre , işletmenin gerçekleştirebileceği en büyük düzeyin altında ön görülen veya planlanan üretim miktarını ifade eder.

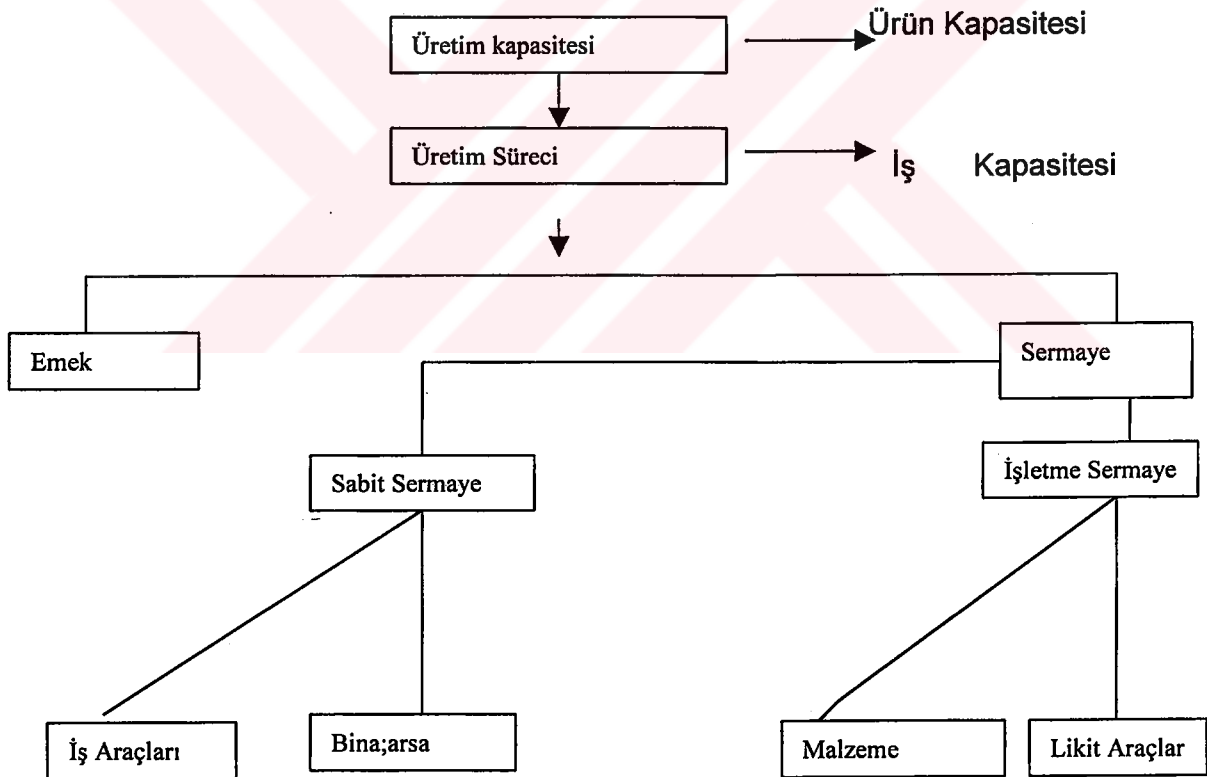
⁸ Aynı., s.25

1.3 ÜRETİM KAPASİTESİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER.

İşletmenin üretim kapasitesini belirleyen faktörler genel olarak emek, sermaye ve organizasyon faktörleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Emek ve sermaye faktörleri kapasiteyi doğrudan belirlerken organizasyon faktörünün kapasiteyi belirleyiciliği dolaylı olup emek sermaye kombinasyonunun üretkenlik özelliğine kavuşturulmasıyla ortaya çıkmaktadır.⁹

Bu üç faktör tarafından belirlenen işletmenin üretim kabiliyeti nicel olarak temel üretken birimlerin üretim hızları, iş zamanı fonları ve temel üretken birim sayısı ile tanımlanmakta, iş zamanı fonuna esas alınan takvim zamanı aralığı ile de dönem kapasitesi belirlenmektedir.

İşletmenin üretim kapasitesi bir analize tabi tutulduğunda, ürün üretimini gerçekleştiren faktörler olarak üretim faktörlerine ulaşılabacaktır. Bu üretim faktörleri Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Üretim Faktörleri

⁹ J.H.Greene, (1987) "Production And Inventory Control Handbook", Mc Grow Hill,s.445.

Bu şekilde elde edilen kapasite faktörleri (emek ve sermaye) ile ilgili olarak literatürde tam bir görüş birliği vardır. Diğer kapasite faktörleri, bu faktörlerin belirli bir kapasiteyi yaratmak üzere birleşmelerinden ortaya çıkmaktadır.

Temel üretken birimler, sadece emek faktörlerinden oluşacağı gibi genellikle emek/sermaye kombinasyonları olarak da ortaya çıkarlar. Bu kombinasyon "bir insan / bir makine" , " bir çok insan / bir makine " veya " bir çok insan / bir çok makine " şeklinde bir yapıya sahip olabilir. Önemli olan temel üretken birimi meydana getiren kombinasyonun bölünmezlik özelliğidir. Bir işletmenin kapasitesi türetilmiş bir büyüklüktür ve kendisini oluşturan temel üretken birimlerin kapasiteleri tarafından belirlenecektir. Bunların ışığında temel üretken birimin tanımı şöyle yapılabilir: Üretim kabiliyetine sahip bölünmeyen en küçük üretim faktörü (emek/ sermaye) kombinasyonuna temel üretken birim denir.¹⁰

1.3.1. İŞ KAPASİTESİ

İşletmede aynı ürünü üreten birden fazla homojen temel üretken birimin üretim sürecinde bulunması halinde, bu temel üretken birimlerin iş kapasiteleri toplamıyla, işletmenin bu iş çeşidine ilişkin toplam iş kapasitesi tanımlanacaktır.

İşletmenin homojen temel üretken birimlerinin kapasiteleri toplam işletmenin iş çeşidine ilişkin kısmi kapasitesini meydana getirecektir. Şayet bütün bu homojen temel üretken birimler eşit kapasiteye sahipse işletmenin i İndeksli iş çeşidine ilişkin kısmi kapasitesi (c_i), n sayıda homojen temel üretken birimi için

$$C_i = n \cdot c_i \dots \dots \dots$$

Olarak; şayet bu homojen temel üretken birimler değişik kapasitelere sahipse

$$C_i = \sum_{j=1}^n c_j \dots \dots \dots$$

¹⁰ F.R. Jacobs, Mabert V.A.(1998),**Production Planning,Scheduling And Inventory Control**, Mc Graw Hill.s.344.

şeklinde belirlenecektir.¹¹ Aynı zamanda temel üretken birim kapasiteleri iş kapasiteleri olarak tanımlanırlar.

1.3.2 ÜRÜN KAPASİTESİ

Piyananın belli bir ürün veya ürün çeşitleri şeklinde olan talebini karşılamak üzere, sanayi işletmelerinde temel üretken birim kapasiteleri ve kısmi kapasiteler bu basamakta ürüne dönüştürülür. İşletmenin maddeci amacını oluşturan bu ürünlerin, hammadde veya yarı ürün durumundan piyasaya sunulacak ürün durumuna getirilinceye kadar işletmenin üretim sürecinde belli operasyonlardan geçirilmesi gerekecektir. Bu süreç göz önünde tutulduğunda, söz konusu işlemleri yerine getirecek niteliklere sahip temel üretken birimlerin belli miktarda üretim sürecine alınmak üzere tedarik edilmeleri gereği ortaya çıkacaktır.¹²

1.4 TALEP,STOKLAR VE ÜRETİM HIZI İLE KAPASİTE İLİŞKİSİ

Talep tahminindeki yanılgılar ve minumum-maksimum stok düzeyinin seçimindeki isabetsizlik üretim hızının sık sık değiştirilmesini zorunlu kılar.¹³

Bu durumda hazırlık maliyeti yükseleceği gibi maksimum makine ve insan gücü kapasitesi altında çalışılır. Düşük kapasite ile çalışma bir çeşit görünmez maliyet unsuru doğurur. Kapasite kaybı verimliliği doğrudan olumsuz yönde etkiler. Bir üretim tesisinin makine ve insan gücü maksimum talebe göre tespit edilemez. Verimlilik ve maliyet açısından mevcut kapasitenin, mümkünse tamamına yakın kısmından yararlanılması istenir. Makine ve insan gücünün tam kapasite ile çalıştırılması yerine, diğer maliyet unsurlarını azaltan kapasitenin saptanması daha doğrudur.

Üretim hızının sabit ve az değişir tutulması amacı ile başvurulabilecek çareler şöyle sıralanabilir:

- Stok yapılır.
- Düşük talep dönemlerinde satışları arttırıcı tedbirler alınır.
- Yüksek talep düzeylerini düşürücü tedbirler alınır.
- Çalışma saatleri fazla mesai veya ek vardiya ile arttırılır veya azaltılır.
- Yeni işçi alma veya işten çıkarma ile işgücü ayarlanır.

¹¹ M.T. Müftüoğlu,(1978),İşletme İktisadı Açısından Sanayi İşletmelerinde Kapasite,(Ankara Üniversitesi S.B.F. yayın no:422),s.12

¹² Aynı.,s.13

¹³ Bülent Kobu, (1994), Üretim Yönetimi,(İstanbul Üniversitesi İşletme İ.E. Yayın No : 24), s. 223.

- İmalatın bir kısmı fason olarak diğer firmaya yaptırılır.

Bu çarelerden birinin sorunu ekonomik olarak tek başına çözülmesi beklenmemelidir. Ancak bunların bir kaçının uygun oranda karışımı ile çare bulunabilir.¹⁴

1.5 MAKİNE KAPASİTESİ

Üretim programının hazırlanmasına her makinenin gerçek ve fiili kapasitesinin bilinmesi gereklidir. Bir makinenin maksimum kapasitesi; çalışma hızı, dayanıklılık, güvenilirlik v.b. fiziksel niteliklere bağlı olduğundan kolaylıkla hesaplanabilir.¹⁵

Makine kapasitesinin planlanmasında, bir işlem için harcanması gereken makine zamanının tespiti ile başlanır. Bunun için önce net makine süresi bulunur, buna hazırlık, gecikme süresi eklenerek normal süre bulunur. Üretilmesi istenen miktar normal süreye bölünürse, makine-saat cinsinden kapasite ve buradan makine sayısı belirlenir.¹⁶

Amaç her makinenin gerçek kapasite değerlerini hesaplamak olduğuna göre, makine-saat cinsinden bir makinenin kapasitesi;

$$\text{Makine-saat} = \frac{\text{İşlemin çıplak makine süresi} + \text{hazırlık süresi} + \text{olası gecikmeler}}{\text{Üretim miktarı}}$$

Makine-saat cinsinden kapasite bulunmasına rağmen; makine sayısı, makinenin çalışma süresiyle yakından ilgilidir. Eğer bir makine günde 12 saat ve haftada 7 gün çalışıyorsa; $12 \times 7 = 84$ saat/hafta elverişli kapasite var demektir. Aynı makine günde 8 saat haftada 5 gün çalışabiliyorsa, aynı süre içinde elverişli makine kapasitesi 40 saat olur. İkinci durumda aynı işi görebilmek için $84 / 40 = 2.1$ veya yaklaşık olarak 2 makineye ihtiyaç vardır. Bazı işletmeler üretim gücünü arttırmak için vardiya sistemine geçerler. Bu şekilde işletme sahip

¹⁴ Bülent Kobu, (1994), *Üretim Yönetimi*, (İstanbul Üniversitesi İşletme İ.E. Yayın No : 24), s. 224.

¹⁵ Mahmut Tekin, (1993), *Üretim Yönetimi*, (Konya : Tek Yayınevi), s.195.

¹⁶ Feray Odman Çelikçapa, (1998), *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*, (İstanbul : Alfa Yayınevi), s.34.

olduğu makineler ile üretim miktarını artırır. Vardiya sistemi ile tesis, makine bina yatırımı azalır ve ürün başına düşen genel masraf payları azalır. Ancak birim ürün başına düşen amortisman payı aynı kalır. Makinenin bakım-onarım sorunları artar ve çalışma verimi düşebilir.

1.6 İNSANGÜCÜ KAPASİTESİ

İleri teknolojilerin kullanıldığı üretim sistemlerinde makine kapasitesi ön plana geçer, insangücü ikinci planda kalır. Emek yoğun bir işletmede ise durum bunun tersinedir. İnsangücüne ait kapasite söz konusu olduğunda, işgörenlerin nitelikleri, psikolojik ve yasal faktörler nedeniyle belirsizlik daha fazladır. Planlamacı için önemli olan sorun, çalışma düzenindeki işgücü kapasitesinin üstünde ve altında kalan alanları minimum yapacak çareleri araştırmak ve bunu en ekonomik yoldan gerçekleştirmektir. İşgücü hesaplamasında eşdeğer ürün miktarı bir kapasite ölçüsü olarak ele alınabilir. Konu bir örnekle incelenebilir.¹⁷

Örnek 1:

Ürün Cinsi			
	A	B	C
Gerekli İşçilik (Saat)	20	10	5
Talep (Adet)	200	400	80

Birim işçilik süreleri en küçük süreye bölünerek eşdeğer ürün miktarı bulunur. Eşdeğer ürün miktarı A için 4, B için 2 ve C için 1'dir. Bunu talep miktarı ile çarptığımızda;

$$200 \times 20 + 10 \times 400 + 5 \times 80 = 8400 \text{ adet' tir.}$$

Yani A,B,C' nin üretimi için 8400 adet b üretmeye yetecek işgücüne gereksinim vardır. O halde toplam işçilik saati;

$$5 \times 8400 = 42.000 \text{ saattir.}$$

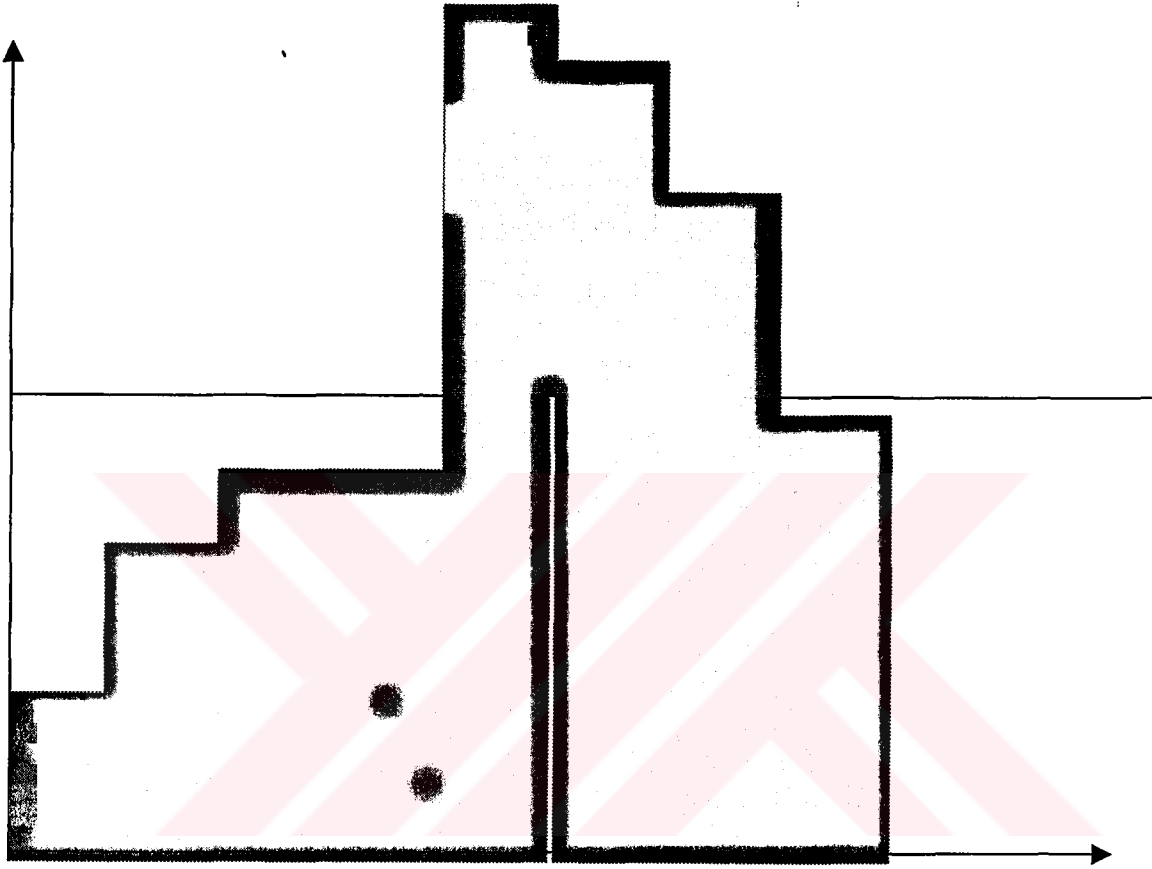
¹⁷ Feray Odman Çelikçapa, (1999), Üretim Planlaması, (İstanbul: Alfa Yayınevi),s.35.

Postabaşı, ustabaşı, temizlik işçileri, sevkiyat, ambar, ambalaj, bakım-onarım gibi belirsizlik ve çeşitlilik içeren endirekt işçilik hesaplanmasında ise şu yöntemler kullanılabilir.

- Kestirme Yüzde Yöntemi: Planlayıcının deneyimine dayanan bu yöntemde, üretim miktarına göre endirekt işçilik azaltılır veya çoğaltılır.
- Standart Ölçüler Yöntemi: Geçmiş kayıtların incelenmesi, kronometraj, benzer endüstri dalları için kabul edilmiş standartlar kullanılır.
- Optimum Saat Yöntemi: Optimum direkt işçilik / fiili direkt işçilik+endirekt işçilik oranı ile hesaplanır.
- Kıyaslama Grafikleri: Tesisin geçmişteki faaliyetlerine ilişkin kayıtların sistematik biçimde analizi ve değişimlerin yorumlanarak, trend analizi ile geleceğe yönelik tahminler yapılır.
- Örneklem Yöntemi: Endirekt işçilik çalışmalarının departmanlara dağılımları yapıldıktan veya iş cinsine göre tanımları yapıldıktan sonra uygun bir zaman aralığında gerekli sayıda gözlemlerle yoğunluk ve süreler belirlenir.¹⁸

Adam-saat cinsinden direkt ve endirekt işçilik saati toplanarak toplam işçilik saati bulunur. İşgücü ihtiyacını hesaplarken toplam işçilik saatini normal mesai saatine bölmeden önce; aylık çalışma sürelerinin değişkenliği fiilen çalışan işçi miktarı, çalışma temposu ve verimliliği, vardiya etkisi, yedek işgücü gereksinimi, işlerin sürekliliği gibi faktörlerinin etkisi gözden geçirilmelidir.

¹⁸Bülent Kobu, (1994), *Üretim Yönetimi*, (İstanbul Üniversitesi İşletme İ.E. Yayın No : 24), s. 224.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 AYLAR



Normalin Üstünde İşgücü



İşgücü



İşgücü Kapasitesi

Şekil 1.3 Bir Yıllık İşgücü İhtiyacının İşçi Sayısı Cinsinden Aylara Göre Değişimi
Kaynak: Kobu Bülent, (1994), Üretim Yönetimi, İstanbul: İ.Ü. Yayınları.
s. 224.

1.7 KAPASİTE BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Üretim yönetimi alanında verilen birçok kararda, makine, insan gücü, zaman, depo alanı, hammadde gibi kaynaklarla finansal kaynakların en etkin kullanımının sağlanması amaçlanır. Kapasite belirleme iki aşamalı olarak yürütülebilir. İlk aşama işletmenin kapasitesinin belirlenmesidir. İkinci aşama departman yada tezgah kapasitesinin belirlenmesi olmaktadır.

Kapasite kararlarının verilmesinde sayısal analize dayalı çeşitli yöntemler kullanılır. Aşağıda kapasite belirleme yöntemlerinden;

- Bayesian Analizi,
- Başabaş Analizi,
- Dinamik Programlama Yaklaşımı,
- Simulasyon tekniği incelenmiştir.

- Bayesian Analizi;

Satışların olasılıklı değerlerine dayalı bir yöntemdir. Farklı büyüklükteki kapasitelere göre satışların ne olabileceği tahmin edilir ve umulan değerler toplanarak maksimum satış gelirin ulaşabilecek kapasite seçilir. Kapasite büyüklükleri geniş, orta, küçük gibi sınıflara ayrılırken, satış tahminleri de yüksek, normal, düşük gibi sınıflandırılır. Satışların gerçekleşme olasılıkları ile kapasite büyüklüklerine ilişkin bir örnek verelim.¹⁹

¹⁹ Demir Aslan,(1995),*Üretim Planlaması*, (İzmir: Sel Yayınevi),s.29.

Kapasite Büyükülüğü	Kapasiteler ve Satışlar Satış Tahminleri		
	Yüksek (%15)	Orta (%50)	Küçük (%35)
Yüksek	350.-	275.-	-15.-
Orta	225.-	200.-	50.-
Küçük	150.-	125.-	90.-

Kapasite büyüklüklerine göre satış tahminleri ile gerçekleşme olasılıkları çarpılır ve bu çarpımlar yatay olarak toplanırsa o kapasite büyüklüğünün umulan getirisi elde edilir.

Kapasite Seçiminde Umulan Getiriler

Kapasite Büyükülüğü	Satış Tah. Umulan Getiri			Kapasiteye bağlı Top. Getiri
	Yüksek	Orta	Küçük	
Yüksek	52.5	137.5	-5.25	184.75*
Orta	33.75	100	17.5	151.25
Küçük	22.5	62.5	31.5	116.5

Satışlara ilişkin tahminlerin gerçekleşme olasılıklarına göre işletme için "yüksek" kapasite seçimi daha yüksek umulan getiri verebilecektir.

- Başabaş Analizi;

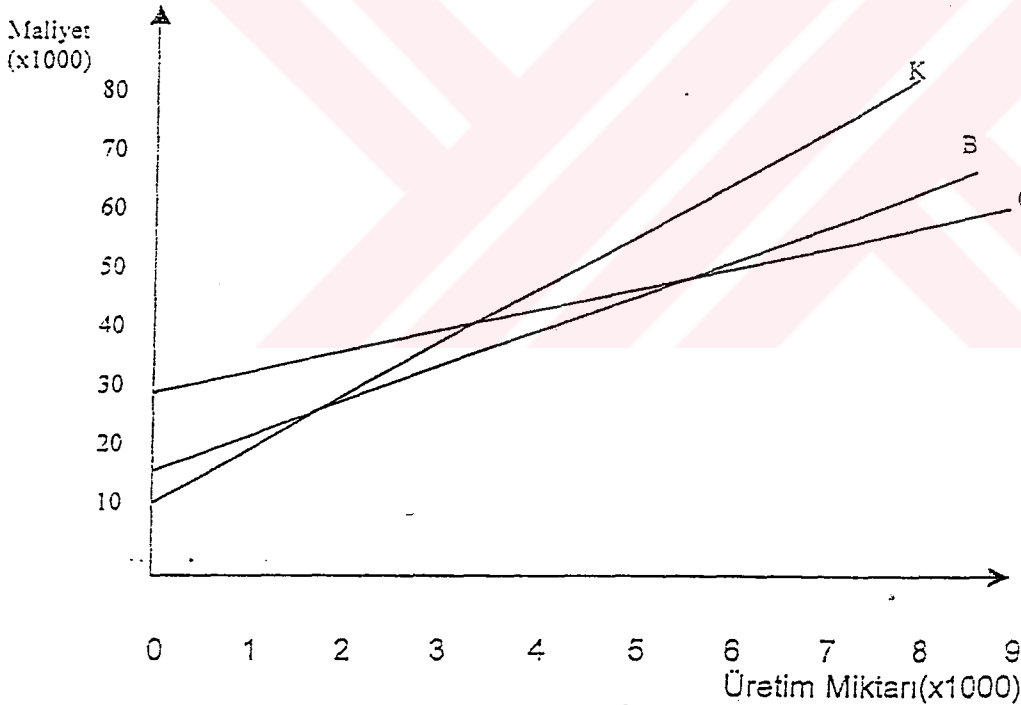
Kapasite seçimi için başvurulabilecek yöntemlerden biri de başabaş analizidir. Farklı büyüklükteki kapasiteler için sabit ve değişir maliyetlere göre doğrusal denklemler kurma olanağı varsa analiz başarı ile yürütülebilir. Oluşturulan başabaş analiz modelinde kapasite büyüklüklerine ilişkin, sabit ve değişir maliyetler yardımı ile maliyet fonksiyonları oluşturulur. Oluşturulan fonksiyonlara göre çizilen başabaş grafiğinde satış tahminini en düşük maliyetle sağlayan kapasite seçilir.²⁰ Örneğin, yapılan satış tahminlerine göre yılda 5.000 birim mamul satılabilecektir. Üretim için kurulacak tesisin kapasitesi geniş, orta ve küçük çaplı olabilecektir. Kapasite büyüklüğüne göre maliyet fonksiyonları şöyledir:²¹

$$K_b = 31500 + 1916 M$$

$$K_o = 20000 + 3750 M$$

$$K_k = 10000 + 7080 M$$

Bu eşitliklere ilişkin başabaş grafiği aşağıda görüldüğü gibi çizilebilir;



²⁰ Johnson Lynwood, A. Douglas, C. Montgomery, (1974), *Operation Research*, New York, s.120.

²¹ Demir Aslan, (1995), *Üretim Planlaması*, (İzmir: Sel Yayınevi), s.30.

Satış tahminleri ortalaması 5000 birim olduğuna göre kurulacak işletme için "orta" büyüklükteki kapasitenin seçilmesi uygundur.

- Dinamik Programlama Yaklaşımı;

Kapasite tasarımcıları çoğu kez bütçe, teknik olanaklar vb. kısıtlamalarla karşılaşır. Özellikle sermaye harcamaları ile kısıtlanan tasarımcılardan bu kısıtlama koşulu içinde en iyi çıktıyı verecek kapasite tasarımını bulması istenir. ²²Böyle durumlarda HOWARD'ın dinamik programlama yaklaşımı ile soruna çözüm bulmak yararlı olur. Çözümlemesi istenen sorun matematiksel olarak şöyle ifade edilir.²³

$$\text{Tasarımda Beklenen Fayda Max. } U\ddot{O} = \sum_{i=0}^n \ddot{O}_i(X_i)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq M$$

$$X_i \geq 0, \text{ tamsayı}$$

$U\ddot{O}$: Tasarımda beklenen fayda,

X_i : "i" inci seçenek için bölüştürülen kaynak miktarı,

$\ddot{O}_i(X_i)$: "i" inci seçenekten sağlanan fayda,

n : Tamsayı oldu varsayılan olası seçenek sayısı

M : Bölüştürülecek toplam kaynak miktarı,

²² Demir Aslan,(1995),*Üretim Planlaması*, (İzmir: Sel Yayınevi),s.31.

²³Michael P. Hottenstein,(1968),*Models and Analysis For Production Management*. International Texbook Co.,Seranton Penn,s.132.

S : Bölüştürülen kaynak miktarı, (S=0,1,2,3,4,.....M); S=M Koşulu yok S<M olabilir.

Beklenen ödül S'nin bir fonksiyonudur.

$f(S) = \text{maksimum}$,

$0 \leq M_n \leq S \quad [\text{Ö}_n(M_n) + F_{n-1}(S-M_n)]$

$F_n(S)$ = S kaynak miktarının n kadar seçeneğe bölüştürülmesinin en iyi fayda olmaktadır.

Toplam Fayda:

$\text{Ö} = \text{Ö}_n(M_n) + F_{n-1}(M-M_n)$ olacaktır.

Çözüm sırasında iki alt sorun ile karşılaşılacaktır:

- Fayda nasıl en çok olabilir?
- $F_{n-1}(M-M_n)$ nasıl elde olunacaktır?

Birinci alt sorun çeşitli maksimizasyon teknikleri ile çözümlenebilir. İkinci alt sorunun çözümüne basamak olmak üzere

$F_{n-1}(M) = \text{Maximum}_{0 \leq M_n \leq M} [\text{Ö}_{n-1}(M_n-1) + f_{n-2}(M-M_n)]$ yazılabilir.
Fonksiyonu maksimize etmek için ;

$F_{n-2}(M-M_{n-1})$ i bulmak,
 $F_{n-3}(M-M_{n-2})$ yi bulmak gerekir.

Aşağıda ki örnekle bu aşamanın nasıl gerçekleştirildiği ve algoritmanın nasıl kurulduğunu açıklamaya çalışalım.

A Şirketi ortaklarından 600 milyon TL. toplamış ve bu parayla yatırım yapmak istemektedir. Çeşitli araştırmalar sonucu birkaç fabrika kurabileceği anlaşılmıştır. Ancak fabrika veya fabrikalara en çok 400 milyon lira yatırım yapılabilecektir. Sermayenin geri kalan kısmı arazi vb. harcamalar için gereklidir. Danışman firma A şirketine üç proje sunar. Her projede çeşitli yatırım düzeylerine göre üretim miktarı ve beklenen karlar belirtilmiştir.²⁴

²⁴ Demir Aslan,(1995),*Üretim Planlaması*, (İzmir: Sel Yayınevi),s.31.

Tablo 1.1 A Şirketi Yatırım/Kapasite/Fayda İlişkileri

Yatırım (Milyon TL.)	Üretim (Birim)	İmalat Birimi	Kapasite			Beklenen Faydalar(MilyonTL.)		
			Proje1	Proje2	proje3	Proje1	Proje2	proje3
100	5000	Makine Malzeme İşgücü	25 6000 190	20 6200 220	20 5800 230	0.3	0.5	0.6
200	6500	Makine Malzeme İşgücü	30 7350 230	35 7000 200	30 7200 220	0.4	0.8	0.7
300	8000	Makine Malzeme İşgücü	35 9800 280	40 9200 270	35 9000 275	1.2	1.2	1.3
400	10000	Makine Malzeme İşgücü	50 12500 350	60 12000 300	55 12200 330	2.7	2.5	2.2

Çözüm için farklı sıralama yapılabilir. Burada yapılan sıralama şöyledir;

İlk aşamada yalnızca 1. Projeye,
İkinci aşamada 1. ve 2. Projeye,
Üçüncü aşamada 1.,2. ve 3. Projeye bölüştürme yapalım.
Bölüştürmeye konu olan paranın ölçütü yüz milyon lira olarak alındığında her
aşamada beş olabilir durum ortaya çıkmıştır. Yani $S = (0,1,2,3,4)$ yüz milyon üç
ayrı projeye bölüştürülecek ve beklenen fayda artacaktır.

Aşama-1: Bu aşamada S kadar miktar birinci projeye bölüştürülecektir. Bu
bölüşümün sonucu 4 birim paranın (400 milyon) birinci projeye tahsisi
maksimum getiri verecektir.

$$F_1(S) = \max_{0 \leq M \leq S} [\bar{O}_1(M_1)] \text{ olur.}$$

Bu durumda,

$$\begin{aligned} \bar{O}_1(0) &= 0.0 \text{ ve } f_1(0) = 0.0 \\ \bar{O}_1(1) &= 0.3 \text{ ve } f_1(1) = 0.3 \\ \bar{O}_1(2) &= 0.4 \text{ ve } f_1(2) = 0.4 \\ \bar{O}_1(3) &= 1.2 \text{ ve } f_1(3) = 1.2 \\ \bar{O}_1(4) &= 2.7 \text{ ve } f_1(4) = 2.7 \text{ en çok beklenen fayda.} \end{aligned}$$

Aşama-2: Bu aşamada yine S kadar para 1. ve 2. Projeler arasında paylaşılacaktır. Bu projelere yapılacak yatırım M2 ile gösterilecektir, yani (S-M2) kadar miktar proje 1'e yatırılacaktır. Bu durumda,

$$F_2(S) = \max_{0 \leq M \leq S} [\ddot{O}_2(M_2) + F_1(S-M_2)]$$

S = 0 için $f_2 = 0$ olacaktır.

S = 1 için seçenekler:

$$F_2(1) = \max_{0 \leq M \leq 1} \begin{cases} [\ddot{O}_2(1) + f_1(0) = 0.5] \\ [\ddot{O}_2(0) + f_1(1) = 0.3] \end{cases} = 0.5$$

Aynı düşünceyle S=2,S=3,S=4'ü de yazabiliriz.

$$F_{21}(2) = \max_{0 \leq M \leq 2} \begin{cases} [\ddot{O}_2(2) + f_1(0) = 0.8] \\ [\ddot{O}_2(1) + f_1(1) = 0.8] \\ [\ddot{O}_2(0) + f_1(2) = 0.4] \end{cases} = 0.8$$

Burada eşdeğer iki seçenek karşımıza çıkıyor. Yani proje 2'ye 200 milyon yatırmakla, proje 1 ve proje 2'ye 100'er milyon yatırmak bize aynı faydayı sağlar.

$$F_{21}(3) = \max_{0 \leq M \leq 3} \begin{cases} [\ddot{O}_2(3) + f_1(0) = 1.5] \\ [\ddot{O}_2(2) + f_1(1) = 1.1] \\ [\ddot{O}_2(1) + f_1(2) = 0.9] \\ [\ddot{O}_2(0) + f_1(3) = 1.2] \end{cases} = 1.5$$

Buradaki paylaşımında ise 400 milyonun 2. Projeye yatırılması en büyük getiriye sağlayacaktır.

$$F_{21}(4) = \max_{0 \leq M \leq 4} \begin{cases} [\ddot{O}_2(4) + f_1(0) = 2.5] \\ [\ddot{O}_2(3) + f_1(1) = 1.8] \\ [\ddot{O}_2(2) + f_1(2) = 1.2] \\ [\ddot{O}_2(1) + f_1(3) = 1.7] \\ [\ddot{O}_2(0) + f_1(4) = 2.7] \end{cases} = 2.7$$

Bu paylaşımında ise 400 milyonun 1.projeye yatırılması en büyük getiriye sağlayacaktır.

Aşama-3: Bu aşamada üç proje arasında bölüşüm yapılacaktır. Belli M3 miktarını üç projeye paylaşılacaktır.

S = 0 için $F_{3,21}(0) = 0$ olacaktır.

S= 1 için

$$F_{3,21}(1) = \max_{0 \leq M_3 \leq 1} \begin{cases} [\ddot{O}_3(1) + f_{21}(0) = 0.6] \\ [\ddot{O}_3(0) + f_{21}(1) = 0.5] \end{cases} = 0.6$$

S=2 için

$$F_{3,21}(2) = \max_{0 \leq M_2 \leq 2} \begin{cases} [\ddot{O}_3(2) + f_{21}(0) = 0.7] \\ [\ddot{O}_3(1) + f_{21}(1) = 1.1] \\ [\ddot{O}_3(0) + f_{21}(2) = 0.8] \end{cases} = 1.1$$

200 milyonluk yatırımın 100 milyonu proje3'e 100 milyonu da proje 1 ve 2 arasında paylaşılır. Ancak $f_{21}(1)$ için en iyi sonuç paranın proje 2'ye yatırılmasıdır.

S=3 için

$$F_{3,21}(3) = \max_{0 \leq M_2 \leq 3} \begin{cases} [\ddot{O}_3(3) + f_{21}(0) = 1.3] \\ [\ddot{O}_3(2) + f_{21}(1) = 1.2] \\ [\ddot{O}_3(1) + f_{21}(2) = 1.4] \\ [\ddot{O}_3(0) + f_{21}(3) = 1.5] \end{cases} = 1.5$$

Bu paylaşımında 300 milyonun 1 ve 2 projelerine yatırımı sonucunu veriyor. $F_{21}(3)$ 'ün sonucu ise yatırımın 2. Projeye verilmesidir.

S=4 için

$$F_{3,21}(4) = \max_{0 \leq M_2 \leq 4} \begin{cases} [\ddot{O}_3(4) + f_{21}(0) = 2.2] \\ [\ddot{O}_3(3) + f_{21}(1) = 1.8] \\ [\ddot{O}_3(2) + f_{21}(2) = 1.5] \\ [\ddot{O}_3(1) + f_{21}(3) = 2.1] \\ [\ddot{O}_3(0) + f_{21}(4) = 2.7] \end{cases} = 2.7$$

Bu paylaşımında proje 3'e yatırım yapılmamasını, 400milyonun 1.ve2. projelere yatırılmasını öngörüyor. 1. ve 2. Projeler arasında 400 milyonun bölüştürülmesinde en iyi seçeneği aşama 2'de belirlenmişti. Bu seçenek ise tüm yatırımın 1. Projeye yatırılması yolundadır. Bu seçenek 10000 birim üretecek 50 makine, 12500birim malzeme ve 350 işgücü kapasiteli bir fabrika kurulmasını öngörmektedir.

- Simulasyon ile kapasite planlaması

Simulasyon matematik modellerin kullanılmadığı her yerde uygulanabilen çok esnek ve etkili bir yöntemdir. Bir problemin simulasyon yöntemi ile çözülebilmesi için tek şart sistemin davranışlarına ait bilgi toplayabilmektir.²⁵ Ayrıca simulasyon ile elde edilen çözümlerin optimal olmadığı, ancak yeterli sayıda tekrardan sonra optimale yaklaşılabileceği unutulmamalıdır.

Kapasite problemlerinin pek çoğunda belirsizlik unsuru vardır. Talep, işlem veya tamir-bakım sürelerinde değişimler, arızalar, müşterilerin hizmet ünitesine varışları v.b. olaylarda belirsizlik olağan sayılır. Eğer belirsizlik belirli bir olasılık dağılımı ile temsil edilemiyorsa, simülasyona başvurmadan başka çare yoktur. Aşağıdaki örnek bir hizmet ünitesinde kapasite planlamasına yardımcı olacak bilgilerin simulasyon ile nasıl bulunacağını göstermektedir.²⁶

Örnek: Bir turist enformasyon merkezinde turistlerin gelişleri tesadüfidir ve memurun her turistte harcadığı süre de 1-4 dakika arasında değişmektedir. Yapılan gözlemler sonunda turistlerin merkeze varışları arasındaki sürelerin (ta) ve hizmet sürelerinin (ts) olasılık dağılımları tespit edilmiştir. Aşağıdaki tablodaki bilgiler yardımıyla simulasyon programı hizmetin yapılışı ve yeterliliğine ilişkin üç ölçüyü hesaplayıp vermektedir.

Ta (dak.)	P(a)	ts (dak.)	P(s)
1	0.02	1	0.16
2	0.24	2	0.29
3	0.32	3	0.36
4	0.18	4	0.19
5	0.06		
1.00		1.00	

²⁵ Sevinç Üreten,(1997),*Üretim/İşlemler Yönetimi*, (Ankara : Bizim Yayınevi),s.292.

²⁶ Bülent Kocu, (1994), *Üretim Yönetimi*, (İstanbul Üniversitesi İşletme İ.E. Yayın No : 24),s.25.

Program sonucu olarak:

Ortalama bekleme süresi	= 0.400 dakika
Ortalama kuyruk uzunluğu	= 0.000 kişi
Sistemde harcanan ortalama zaman	= 2.800 dakika

şeklinde belirlenmiştir. Sonucun güvenilirliğini arttırmak için daha pek çok çözüm bulmak ve sonra yukarıdaki değerlerin ortalamasını almak gerekir. Güvenilir sonuçlar bulunduktan sonra hizmetin verimini arttıracak şekilde kapasite alternatifleri üzerinde durulur.

1.8 KAPASİTE DENGESİ VE ESNEKLİĞİ

Çeşitli cins mamul üreten bir fabrikada her mamulün toplam üretim miktarı içindeki payı her an değişebilir. Planlama ne kadar dikkatli yapılırsa yapılsın, makineler arasındaki hız farklarından dolayı kullanma oranları aynı olmayacaktır.²⁷ Dolayısıyla bir takım makineler yoğun çalışırken diğerlerinin boş durması gibi bir durum ortaya çıkacaktır. Kapasite dengesini oluşturmak için; üretim sistemi içerisindeki darboğaza yol açan işlemler belirlenir. Darboğaza yol açan makinelerin ya çalışma süreleri uzatılarak fazla mesai uygulanır veya yeni aynı özellikte yada özellikleri daha fazla olan yeni bir makine alınır. Bütün bunlar uygun değilse darboğaza yol açan işlem fason yaptırılır. Burada amaç sistemin toplam etkinliğini arttırmak ve sistem kapasitesinde denge oluşturmaktır.

Ancak bir üretim sisteminde kapasite dengesini güçleştiren en önemli sınırlayıcı şart taleptir. İstenilen üretim miktarı ile üretim sisteminin maksimum kapasitesinin aynı olması çok nadirdir. Dolayısıyla bu uyumsuzluğun sebep olduğu ek maliyetlere ve boş kapasite kayıplarına katlanmak kaçınılmaz olmaktadır. Talep üzerinde bir sınır bulunmaması halinde maksimum kapasite kullanımını sağlayacak çözümler bulmak mümkündür.²⁸ İşletmelerin kapasite konusunda en çok ilgilendikleri konu kapasite kullanım oranıdır. Kapasite kullanım oranı; fiili kapasitenin tasarlanan veya planlanan kapasiteye bölünmesi ile hesaplanır.²⁹ Burada pay ve payda aynı birim ve süre(makine saat/gün, üretim çıktısının parasal değeri/ay gibi) cinsinden ifade edilir.

Talep ile ilgili belirsizlikleri karşılayabilmek için iki temel kapasite yönetimi stratejisi vardır. Bu stratejiler şunlardır;

²⁷ M.A. Vonderemse and G.P. White,(1991), *Operations Management*, (USA: West Publishing Company), s.273.

²⁸ M.T. Müftüoğlu, (1978), *Sanayi İşletmelerinde Üretim Kapasitesi*,(Ankara: Sakarya Yayınevi),s.374.

²⁹ A.S. Monroe, (1967),*Investment For Capacity Exponson*.M.I.T. Press,s.310.

1.8.1 KAPASITE AYARLAMALARI İÇİN ESNEKLİK SAĞLAMA STRATEJİSİ

Üretim kapasitesi belirli limitler içerisinde değiştirilebilir. Kapasite artışları kaynakların daha iyi kullanımıyla sağlanabilir.³⁰ Bu ise üretim birimleri arasında kaynak transferleri ile ya da bu kaynakların en iyi kullanımını sağlamakla elde edilir. Geçici kapasite azaltma ise, yine kullanılmayan üretim kaynaklarının transferleri ile sağlanabilir. Kapasite ayarlamaları şu yöntemlerle yapılabilir:

- Fason imalat yöntemi,
- Çalışma süresi yöntemi sayılabilir.
- Fason imalat yöntemi : Üretimin bir kısmının firma dışında yaptırılması darbogaz teşkil eden işlemler için söz konusudur. Bu şekilde diğer tezgah, insan gücü gibi kaynakların kullanım oranları ve dolayısıyla üretim miktarları da arttırılabilir. Bunun yanı sıra fason imalat miktarı, yatırım-kapasite oranını etkiler. Bu yüzden (yap) yada (satın al) kararlarının sürekli olarak gözden geçirilip yenilenmeleri gerekir.
- Çalışma süresi (Vardiya) yöntemi: Çalışma saatlerindeki değişikliklerle kapasite ayarlamaları yapılabilir. Örneğin, çalışma saatleri, vardiya ve fazla mesai uygulamalarındaki değişiklikler, kapasite ayarlamasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ancak, herhangi bir sistemde en uygun vardiya sayısının tespiti, sanıldığı gibi kolay bir konu değildir. Bir yerine iki vardiya ile çalışmaya başlandığında yatırım maliyetlerinin yarı yarıya azalacağını düşünmek hatalı olacaktır. İlave vardiyalar ve fazla mesai kararları birtakım yeni maliyet öğelerini ortaya çıkaracaktır. Bunlar, ikinci vardiya işçilerine ödenen fazla mesai primleri ve gece vardiyaları ile fazla mesai çalışmalarında artan fire oranının maliyetidir. Bu nedenle, ilave vardiya kararları alınırken, endüstrinin özellikleri göz önünde tutularak ekonomik bir analiz yapılması gerekir. Genel olarak işçi başına yatırım oranının yüksek olduğu demir –çelik, kimya ,petro-kimya gibi sanayi kollarında ilave vardiyalar daha ekonomik olmaktadır. Buna karşılık işçi başına yatırım oranının düşük olduğu işletmelerde ödenen fazla mesai primleri genellikle yatırımdan yapılan tasarrufu karşılamakta, hatta ilave maliyetler getirmektedir.³¹

³⁰ K.N.Dervitsiotis,(1981), *Operations Management*,(New York: McGraw-Hill Book Co.),s.213.

³¹ Nesime Acar, (1998), *Üretim Planlaması*, (Ankara: M.P.M.Yayıncıları),s.38.

1.8.2 KAPASİTE AYARLAMA NEDENLERİNİ AZALTMAK VEYA ORTADAN KALDIRMAK

Bazı durumlarda geçici kapasite ayarlamalarının yapılması çok zor ya da imkansız olabilir. Özellikle, çok sayıda ve çok çeşitli üretim kaynakları kullanılan üretim sistemlerinde, kesintisiz çalışan proses tipi üretim sistemlerinde ve kalifiye işgücü ve özel tezgahların kullanıldığı üretim sistemlerinde kapasite ayarlamaları pek tercih edilmez.

Üretimin stoklanabildiği sistemlerde üretimin stoklanması, talepteki oynamalara karşı kullanılan yaygın bir sistemdir. Bu yöntemle kaynakların kullanım oranları belli bir seviyenin üzerinde tutulabilir ve aynı zamanda talep artışları karşılanabilir.³²

1.9 KAPASİTE SINIRLARI

Kapasitenin büyütülmesiyle ortaya çıkan maliyet azaltımları genellikle belli bir kapasite büyüklüğünden itibaren ve hatta bazı sektörlerde sanıldığından çok daha küçük kapasite büyüklüklerinde son bulmaktadır. İşletmenin üretim bölümünde gittikçe azalarak ortaya çıkan ve belli bir kapasite büyüklüğünde son bulan maliyet azaltımlarına karşılık, diğer bölümlerde ortaya çıkabilecek maliyet artışlarının daha fazla ağırlık kazanmasından dolayı işletmenin toplam maliyeti olumsuz bir gelişme gösterecektir. İşletmenin kapasitesi büyüdükçe, belli bir büyüklükten itibaren ortalama birim ürün maliyeti artar. Buna neden olan etmenler şunlardır³³:

- Yönetim
- Satış
- Tedarik Piyasalarının Yapısı ve Büyüklüğü
- Ulaştırma
- Finansman Olanakları
- Yönetim

Kapasitenin büyütülmesini sınırlayan en önemli etmen, işletmenin üretim kapasitesinin sabitliğidir. İşletmenin yönetim organizasyonunda ortaya çıkan zorluklar, kontrol gereksiniminin artması ile kontrol genişliğinin sınırlı olmasıdır.

Yönetim işlevlerinden eşgüdüm (koordinasyon) işlevi, riske girmenin kontrol işlevi ile eşgüdümünden oluşur. Eşgüdüm işlevi de işletmenin kapasitesinin

³² Aynı.,s.41.

³³ Halis Erkut ,Murat Başkak, *Tesis Tasarımı*, (Ankara: Gül Yayınevi),s.22.

büyütülmesini sınırlayan sabit etmendir. Diğer yönetim işlevleri alt kademelere aktarılabilirken, son eşgüdüm işlevi yalnızca üst yönetim tarafından gerçekleştirilebilir. Üst yönetim kademesinin yönetim yeteneğinin sınırlı olmasından dolayı, işletmenin büyütülmesi, bu sabit etmen tarafından ekonomik bakımdan sınırlanacaktır.

Temel politikalar bir kez belirlenip herkes tarafından anlaşıldıktan sonra , üretim yönetimi eylemlerini belli sınırlar içerisinde plan ve programlar yürütüp kontrol eder ve aynı zamanda, ilişkili bulunduğu bölümlerin de bu sınırlara göre hareket etmelerini sağlar. Üst yönetim bunlara dayanarak politikalarını saptar. Uygulamada üretim yönetiminin karşılaştığı en önemli sorun, diğer bölümler üzerinde doğrudan otoritesi olamamasına rağmen, onların politikalara uygun hareket edip etmediklerini izleme ve kontrol görevini yüklenmiş olmasıdır. Bu görev, başarılı, bilgili ve etkili toplumsal ilişkileri kurulup yaşatılması ile gerçekleştirilebilir.³⁴

- Satış İmkanları

İşletmenin kapasitesinin büyütülmesiyle , maliyet azaltımları ile birlikte , maliyet yapısı da sabit maliyetler lehine değişmekte ve dolayısıyla işletmenin riski artmaktadır. Bu risk özellikle, işletmenin üretebileceği ürün miktarının pazarlanmasında ortaya çıkacaktır.Çünkü üretilen ürünlerin formel amaca uygun bir fiyatla piyasada satılması gereklidir.

İşletmenin pazarlama olanaklarını belirleyen etmenler , işletmenin içinde bulunduğu sektörün büyüklüğü ve yapısı ile bu sektörde zaman içinde oluşan değişimlerdir. İşletme, sektöre göre belirlenen son sıra gelinceye kadar, satış miktarını, pazarlama olanaklarını kullanarak arttırabilecektir. Öte yandan, pazarlama araçlarının kullanılması, işletme için yeni bir mali yük getirecektir. İşletmenin ürün kapasitesi büyütüldükçe satış giderleri yükselecek ve bu yükselişin üretim bölümünde gerçekleştirilen maliyet azaltımlarını aşması durumunda ortalama birim maliyet artmaya başlayacaktır.

İşletmenin kapasitesi büyüdükçe ekonomik gücü de artacak ve böyle bir piyasa , küçük ve orta boyutlu yeni rakip işletmeler için fiilen kapanacaktır. Bu durum, piyasaya hakim olan büyük işletmeleri daha da güçlendirecektir. Ayrıca piyasanın talep yapısı da , piyasa direncinin etkisini belirleyen diğer bir öğedir.

Artan yönetim kapasitesine ilişkin marjinal pazarlama giderleri, ulaşılan satış hacmi tarafından değil , işletmenin içinde bulunduğu piyasa şekli, oransal pazar payı ve rakip işletmelerin tepkileri tarafından belirlenecektir. Piyasa ne kadar büyük ve homojen yapıya sahipse , işletmenin ekonomik gücü ne kadar

³⁴ Aynı.,s.26.

fazla ve rekabet yoğunluğu ne kadar az ise, işletmenin ürün kapasitesinin büyütülmesinde karşılaşılabilecek piyasa direnci o oranda önemsiz olacaktır.³⁵

- Tedarik İmkanları

Önemli olan konum, işletmenin ürün kapasitesi büyütüldükçe, malzeme maliyetinde oluşabilecek olası gelişmelerin belirlenmesidir.³⁶ İşletmenin toplam malzeme maliyeti, kapasite büyüklüğünün bir işlevi olarak azaldığında, işletmenin tedarik bölümünde de büyüklüğün sağladığı maliyet azaltımları gerçekleştirilebilecek, aksi durumda ise tedarik işlevi, işletmenin üretim kapasitesinin büyütülmesini sınırlandıran bir etmen olarak ortaya çıkacaktır. Burada malzeme maliyetini oluşturan iki öğenin, birim ürün için gerekli malzeme miktarının malzemenin tedarik miktarının, her malzeme çeşidi için ayrı ayrı olmak üzere kapasite büyüklüğünün bir işlevi olarak belirlenmesi gerekecektir.

- İşletmenin ürün kapasitesinin büyütülmesinin bir sonucu olarak, birim ürün üretiminde gerekli malzeme kullanım miktarında az veya çok bir azaltım sağlanması olasıdır. Böylece, bazı malzeme çeşitlerinin ürün üretim katsayıları azalacak ve bu durum, üretim işlevleri üzerinde maliyet işlevlerine yansiyarak, gerçekleştirilen maliyet azaltımını belirleyecektir.
- İşletmenin ürün kapasitesinin büyütülmesinin bir sonucu olarak, malzeme fiyatlarının değişip değişmeyeceği noktası, büyüklüğün sağladığı önemli bir maliyet azaltımıdır. Ürün kapasitesinin büyütülmesiyle işletmenin tedarik bölümünde sipariş büyüklükleri artacak ve bunun bir sonucu olarak sağlanan fiyat indirimleriyle, özellikle malzeme yoğun işletmelerde, önemli maliyet azaltımları sağlanabilecektir.

- Ulaştırma

Bir işletme için ürettiği ürünlerin müşterilere iletimi oldukça önemlidir. Bunun için işletme kapasitesi göz önüne alınarak gerekli ve yeterli dağıtım kanalları kurulmalıdır bu kanalların etkin çalışması sağlanmalı ve kanallar sık sık kontrol edilerek eksiklikler giderilmelidir.

³⁵ Sevinç Üreten,(1997),*Üretim/İşlemler Yönetimi*, (Ankara : Bizim Yayınevi),s.282.

³⁶ Oygur Yamak,(1980),*Üretim Yönetimi*, (İzmir: Ün Yayınevi), s.68.

- **Finansman Olanakları**

İşletmenin kapasitesinin büyütülmesi için gerekli yatırımların finansman gereksinimi kapasitesinin büyütülmesini sınırlayıp sınırlayamayacağı çok önemlidir. Büyük işletmelere finansman gereksiniminin gerek öz kaynaklar ve gerekse dış kaynaklardan sağlanmasında küçük ve orta büyüklükteki işletmelere göre daha avantajlıdır.

Sermaye piyasası, genellikle büyük işletmelere açıktır. Aynı şekilde, banka kredilerinin sağlanmasında da büyük işletmeler kredi koşulları bakımından avantajlıdır. Pay senedi çıkarılarak finansman gereksiniminin karşılanmasında, daha güven verici olan büyük işletmeler, sermaye piyasasında rağbet görecektir. Finansman gereksiniminin otopfinansman kaynaklarından karşılanmasında da büyük işletmeler daha avantajlıdır. Otopfinansman kaynaklarını oluşturan kar, amortismanlar ve ileri dönemlerde ortaya çıkacak olan karışıklıklar, büyük işletmelerde daha büyük finansman imkanları sağlanacaktır. Ayrıca varolan finansman imkanların en etkin bir şekilde kullanılması da avantaj sağlar. Büyük işletmeler, küçük işletmelere göre daha çok sayıda yatırım seçeneklerine sahiptirler ve dolayısıyla bunlar arasından yapılacak seçim de daha etkin olacaktır.³⁷

İşletmenin kapasitesinin büyütülmesini veya işletmenin kuruluş aşamasında daha büyük kapasitelerde bulunmasını engelleyen en önemli sınırlayıcı etmen, finansman gereksinimlerinin karşılanmaması olarak gösterilmelidir. İşletmenin finansman gereksinimini karşılamak üzere temin edebileceği kredi hacmi genellikle, öz sermayenin yüksekliğine bağlıdır. İşletme, yeni pay senetleri çıkararak, yeni ortaklar alarak veya var olan ortakların paylarını yükselterek öz sermayesini arttırıp kredi sınırını genişletme olanağına sahiptir.

- **Amortismanların Kapasiteyi Genişletme Etkisi;**

Amortismanların kapasiteyi genişletme etkisi, kısmi kapasiteleri oluşturan iş araçları sayısı arttıkça ve iş araçlarının ekonomik ömrü uzadıkça daha etkin olacaktır. Bu etki, tam bölünebilirlik koşulunun geçerli olması durumunda, en yüksek değeri olan ikiye ulaşacak, yeni kapasitenin sadece amortisman fonları kullanılarak büyütülmesi durumunda, kuruluş kapasitesinin iki katına

³⁷ Halis Erkut ,Murat Başkak, **Tesis Tasarımı**, (Ankara: Gül Yayınevi),s.28.

ulaşabilecektir. Ama tam bölünebilirlik koşulunun hiçbir zaman geçerli olmamasından dolayı bu değere hiçbir zaman ulaşamayacaktır.³⁸

1.10 KAPASİTE-MALİYET İLİŞKİLERİ

İşletme yöneticilerinin optimal yatırım kararlarını verebilmesi için üretim faktörleri ile ilgili sabit, değişken ve ortalama maliyetler kapasite seçimini önemli ölçüde etkiler.

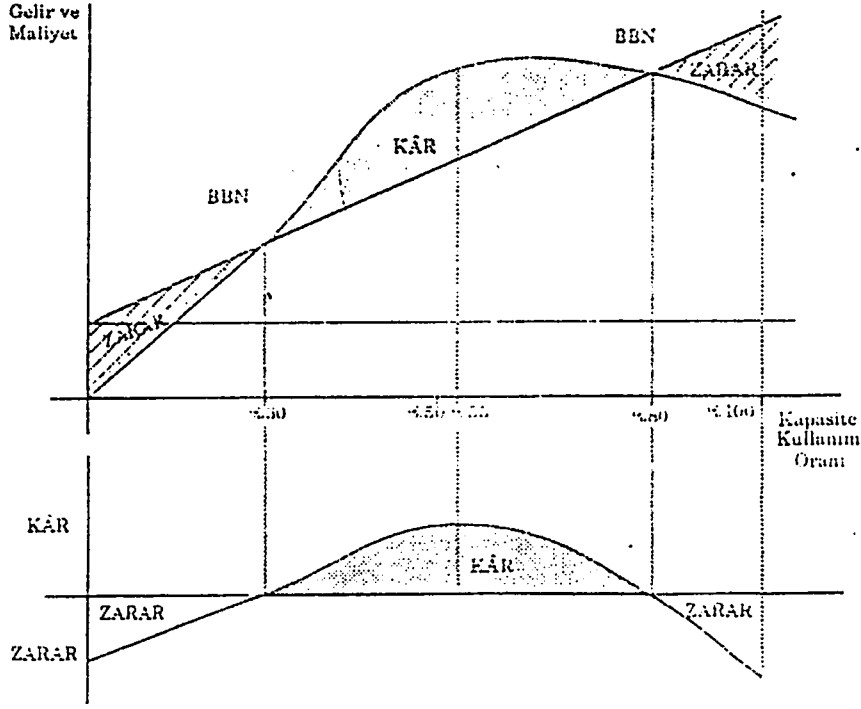
Toplam maliyetin üretim miktarına bölünmesiyle, ortalama maliyet bulunur. Marjinal maliyet, üretim bir birim artırıldığında toplam maliyette meydana gelen artış olarak ifade edilir. Kapasite planlamasında ortalama maliyet ve marjinal maliyetin önemli bir rolü vardır.

İşletme kapasitesinin artması, makine ve işgücü verimliliğinin yükselmesi sonucu, maliyetlerde bir azalma durumu olabilir. İşletmenin üretim kapasitesinin artırılması durumunda; üretim hızında elde edilen artış hızı, üretim maliyetlerindeki artıştan az veya çok olabilir. Bu amaçla kapasitede yapılacak artış ve azalışların üretim maliyetlerini hangi oranda etkilediğinin bilinmesi, kapasite büyüklüğünün tespitinde önemlidir.

Kapasite artışlarının sağladığı tasarruflar çeşitli sebeplerden kaynaklanabilir. Bunlardan birincisi, sermaye maliyetindeki artış oranı üretim hızındaki artış oranından daha düşük olabilmektedir. İkincisi, işgücü ile genel imalat giderlerindeki artış oranının, kapasite artışına oranla nispeten düşük olmasıdır. Bununla birlikte hammadde maliyetleri kapasiteyle doğru orantılı bir artış göstermektedir.

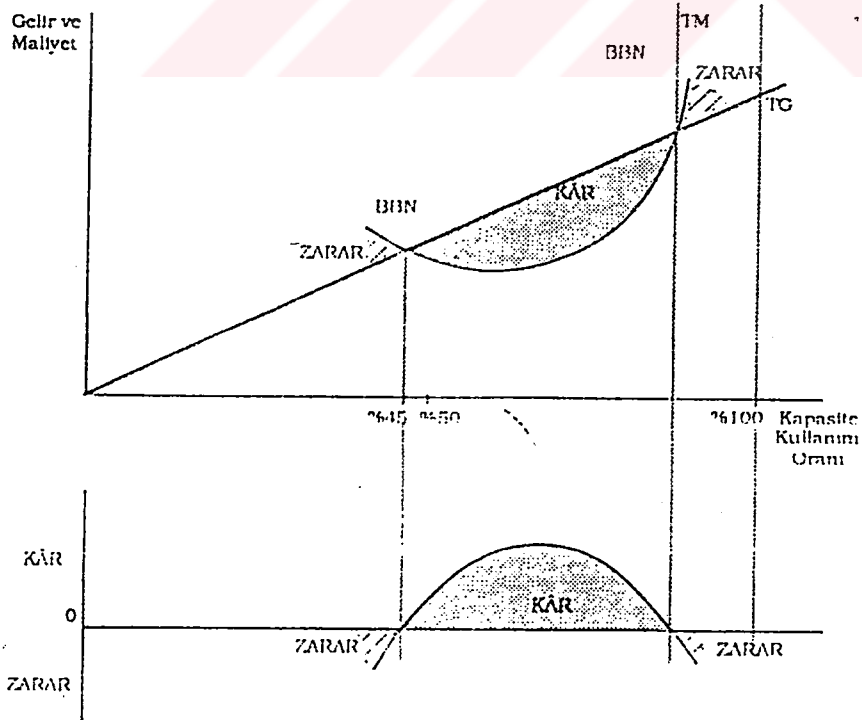
Şekil 1.4a' da başabaş noktası analiziyle optimal kapasite büyüklüğü, kar ilişkisi gösterilmiştir.

³⁸Aynı.,s.28

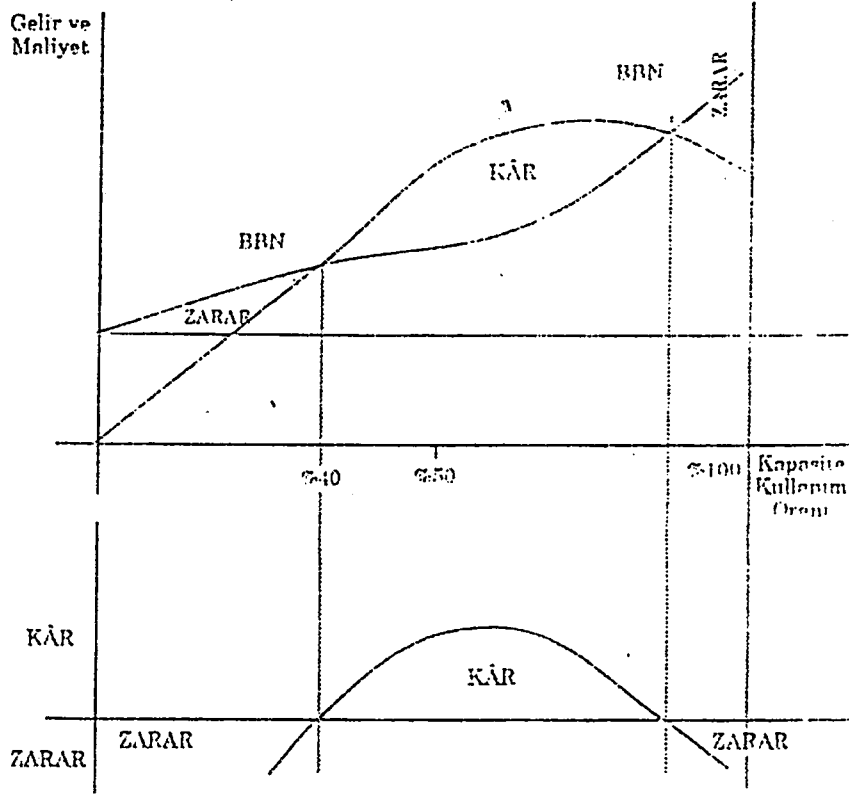


Şekil 1.4a Optimal Kapasite Büyüklüğü Kar-Zarar İlişkileri

Şekil incelendiğinde %30'luk kapasite düzeyinde BBN'a geçilmekte ve kar elde edilmekte, %55 kapasitede maksimum kar sağlanmakta ve %80 kapasitede ikinci BBN'A geçilmektedir. Kapasite artışı ve maliyetlerin de doğrusal olarak artması nedeniyle, kapasite büyüklüğü bir tasarruf sağlamayacaktır.



Şekil 1.4b Optimal Kapasite Büyüklüğü Kar İlişkileri



Şekil 1.4c Optimal Kapasite Büyüklüğü Kar İlişkileri

Şekil 1.4c' de hem gelir hem de maliyetler eğrisel bir özelliğe sahip bulunmaktadır.

BBN analiziyle yukarıdaki üç şekil incelendiğinde, bunlardan şekil 1.4a'da %30 kapasite düzeyinde yani diğerlerine göre (şekil 1.4b=%45, şekil 1.4c= %40) en düşük kapasite düzeyinde BBN'a (kara) geçilmektedir. Bu da gösteriyor ki yetersiz talep durumunda bile karlı çalışabilme mümkündür.³⁹

Sonuç olarak, büyüklükleri optimal ölçülerin dışında kalan işletmelerin, daha yüksek maliyetlerle çalışmak zorunda kalacaklarını ve optimum büyüklükteki işletmelerle rekabet etmekte güçlük çekecekleri söylenebilir.⁴⁰

³⁹ Aynı.,s.30.

⁴⁰ Sevinç Üreten,(1997), Üretim/İşlemler Yönetimi,(Ankara: Bizim Yayınevi),s.277.

2. KAPASİTE PLANLAMASI

Bir üretim tesisinin kurulacağı yer saptandıktan sonra kapasitesinin ne olacağına karar verilmesi ve “ne kadar” sorusuna cevap aranmalıdır. Üretim tesisinin kapasitesi işletmenin rekabet sınırları belirtmektedir. Kapasitenin yetersiz olduğu durumda işletme tüketici isteklerini zamanında karşılayamayacağı için pazar payını kaybetmekte, kapasite fazla ise de talebi ayarlayabilmek için satış fiyatından indirim gitmektedir. Her iki durumda işletme için sakıncalıdır ve planlamanın önemini ortaya çıkarmaktadır.⁴¹

2.1 KAPASİTE PLANLAMASI KAVRAMI

Kapasite planlaması ürüne karşı olan taleple ve bu talebin tahmini ile sıkı sıkıya ilişkilidir. Bu nedenle talep tahmini planlamanın ilk ve önemli aşamasıdır. Planlamada amaç “ne kadar üretilecek” sorusuna cevap verebilmektir. Öte yandan işletmenin stok politikası ve üretim hızı kapasite planlamasını etkiler. Tutarlı planlama için üretim hızının değişimi ya sabit yada pek az olmalıdır. Optimum kapasite maliyet minimizasyonunun sağlandığı üretim miktarları dolaylarında seçilmelidir. Bugünün teknolojisine dayalı üretim kısa sürede çok ürün üretecek düzeydedir. Ne var ki bunların üretime hazırlanma maliyetleri de yüksektir. Bu nedenle birim başına hazırlık maliyetlerini azaltmak için fazla üretim yapma eğilimi vardır. Ancak bu durumda stok maliyeti, stoktan doğan risk ve maliyet artar. Bu durumda planlama yapılırken sağlam verilere dayanan, ciddi, elle tutulur bir ekonomik analize gerek duyulur. Bu analizde tesis yatırım maliyeti, işgücü temin maliyeti ile stok maliyetini en aza indirecek çözüm aranır.⁴²

Kapasite planlamasının ana amacı maliyetlerin düşük olduğu, pazar taleplerinin karşılandığı bir kapasite düzeyinin belirlenmesidir.⁴³ Planlama aşağıdaki Tablo 2.1’ de olduğu gibi uzun dönemli, orta dönemli ve kısa dönemli olmak üzere üç aşamadan oluşur. Uzun dönemli kapasite planlamasında binalar, araçlar, kaynakların elde edilmesi veya düzenlenmesi. Orta dönemli kapasite planlamasında kiralama, işten çıkarma, yeni makinelerin satın alınması, fason işler gibi alternatifleri karşılaştırarak kapasite belirlenir.

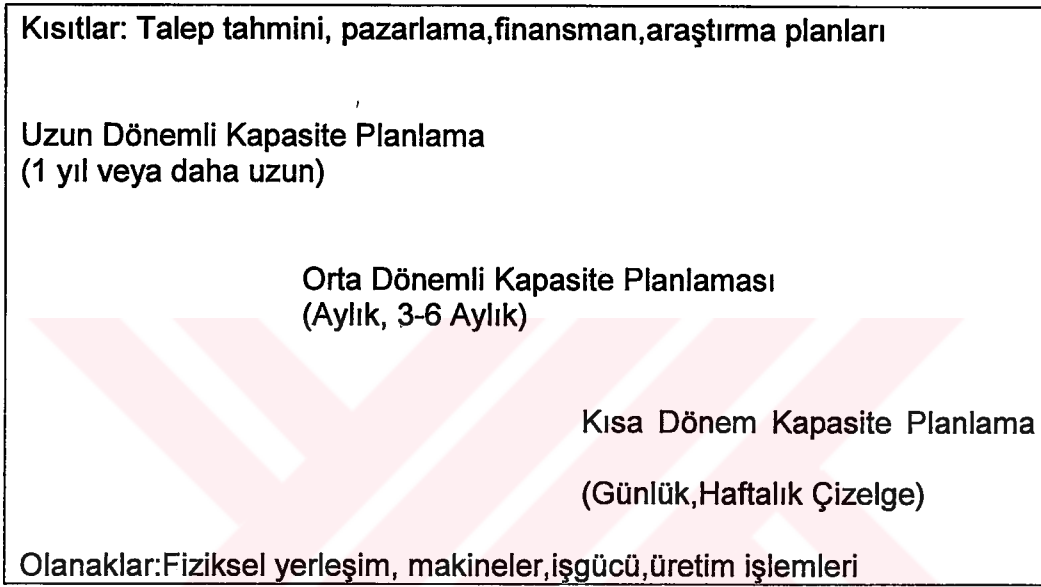
⁴¹ Feray Odman Çelikçapa, (1998), *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*,(İstanbul : Alfa Yayınevi),s.42.

⁴² Richard B. Chase and N.J.(1995) *Aquilana, Production and Operation Management*, İlionis,s.325.

⁴³ V.J.Graciano, (1974), *Production Capacity Planning Long Term*, Production and Inventory Management,s.15.

Kısa dönemli kapasite planlamasında ise günlük ve haftalık çizelgelemeden oluşmaktadır.⁴⁴

Tablo 2.1 Kapasite Planlaması



Kaynak: Çelikçapa, Odman Feray, Üretim Yönetimi ve Teknikleri, Bursa 2000, s.46.

Günümüzde üretim için planlama yapılırken , kapasite sınırlayıcıları planın onaylanması için son kaynak sınırlayıcısı olmak yerine, öncelikle incelenmesi gereken bir özellik kazanmıştır.⁴⁵ Kapasite üretim sistemlerinde amaç olmaktan çıkarak araç olmuştur. Belirli bir kapasiteye göre talep alınırken artık talep miktarına göre kapasite belirlenmesi uygulanmaya başlanmıştır. Bu durumda bir parçanın ne kadar ve nerede üretilmesi ile ilgili kararlar alınırken, üretim sistemi içindeki makineler, teçhizatlar ve bunlara ait kapasite incelenmelidir.⁴⁶ Klasik kapasite anlayışı talep-üretim-kapasite, yerini sipariş-

⁴⁴Feray Odman Çelikçapa,(1998), Üretim Yönetimi ve Teknikleri,(İstanbul : Alfa Yayınevi) ,s.43.

⁴⁵ Hüseyin Özgen,(1998), Üretim Yönetimi,(İstanbul: Birsen Yayınevi),s.101

⁴⁶ Ömer Esen,(1985), İşletmelerde Sistem Yaklaşımı,(İstanbul: Birsen Yayınevi),s.55.

kapasite-üretim sıralamasına bırakmıştır. Kapasiteyi sonsuz kabul eden planlamada hataların ortaya çıkması kapasiteyi sonlu kabul eden anlayışı ortaya çıkarmıştır.

2.2 KABA KAPASİTE PLANLAMASI KAVRAMI

Literatürde, kapasite planlaması ve kontrolü üzerinde en çok “sınırlı” ve “sınırsız” makine yüklemeleri tartışılmıştır. Birinci teknik; makinelerin kullanılabilir kapasiteleri dahilinde planlanan işlerin yüklenmesidir. Diğer teknikte ise kullanılabilir kapasite dikkate alınmadan işlerin yüklenmesidir. “Sınırlı” ve “sınırsız” makine yükleme yaklaşımının diğer bir alternatifi ise “Kaba Kapasite Planlaması” tekniğidir.

Kaba kapasite planlaması(KKP) geçici olarak yapılan Ana Üretim Çizelgelemesinin (AÜÇ) işletmenin kapasitesi ile uyumlu olup olmadığını test etmek için yapılır. AÜÇ'nin firmanın kapasitesine yükleyeceği yükün ve bu yüke karşılık işletme kaynaklarının yeterli olup olmadığını hesaplanması işlemidir. Kısaca AÜÇ'nin işletme için uygun olup olmadığını kontrolüdür. Bu kontrol sonucunda AÜÇ'nin neresinde aşırı yükleme varsa bunlar değişik alternatiflerle düzeltilir. İdeal bir kaba kapasite planlama, uygun bir AÜÇ tarafından Malzeme İhtiyaç Planlamasının (MİP) harekete geçirilmesini sağlayan planlamadır.

KKP teknikleri, geçici AÜÇ miktarlarını basit olarak yük şekline çevirir. Bu çevirme AÜÇ'deki ürünlerin standart yükleri esas alınarak yapılır. Standart yükler; AÜÇ'deki her bir ürünün üretimi sırasında işletme kaynaklarına nasıl yük getirdiğini gösterir.

KKP, kritik iş merkezinde istek duyulan kapasite ihtiyaçlarının bütün bilgilerini ana üretim planlarından alarak hesaplar. KKP kapasite yetmezliğini ve bütün kapasite işleri için ihtiyaçların önceden bilinmesini sağlar.

KKP üretimde kapasitenin iyi bir şekilde dengelenmesinin zorlukları, farklı alternatif analizlerle, üretim planlama işlemini destekler. KKP istek kapasitesi ile eldeki kapasiteyi dengelemeye çalışan bir ilkel işlemdir. Üretim planını başarmak için kullanılan KKP teknikleri, ihmaller ve değişik uzun dönem planlar geliştireceği zaman oldukça önem kazanırlar. Bu yolu kullanarak, KKP bir “olursa ne olacak ? (What if)” simülatörüdür. KKP kapasite hareketlerini tamamlamak için kullanılır.⁴⁷

⁴⁷ T.E.Vollman, (1997), *Manufacturing Planning and Control Systems*, (New York: Mc GrowHills), s.103.

$(n!)^m$ tane olmaktadır. Bu kadar çözüm için , optimum sonucu veren bir algoritma ise yoktur. Bu sebeple çözüm algoritmaları optimum sonuca ulaşmak yerine, muhtemel optimal çözüm kümeleri aramaktadır. Hiçbir algoritma optimalliği garanti edememekte fakat optimale yaklaşım sağlamaya çalışmaktadır.⁵⁰

Çözüm için kullanılan yöntemler temelde dört sınıfa ayrılabilir.

- Matematik Programlama
- Bulgusal (Heuristic) Metotlar
- Genetik Algoritmalar
- Yapay Zeka Uygulamaları

Genel olarak KİP'in içerdiği sonsuz çizelgelemenin en önemli dezavantajı geçersiz ve uygulanamaz çizelgeler üretmesidir. Sonlu çizelgeleme yaklaşımının en önemli avantajı ürettiği çizelgelerin gerçekçi olmasıdır. Fakat bu yaklaşım kapasite eksikliği problemlerini gizleyebilmektedir.⁵¹

Türkiye de ne yazık ki klasik Kapasite İhtiyaç Planlaması yaklaşımlarını bile uygulayan firma sayısı çok azdır. Sonlu çizelgeleme yaklaşımı son zamanlarda yavaş da olsa sesini duyurmaya çalışmaktadır.

2.4 KAPASİTE BÜYÜKLÜĞÜNÜN PLANLANMASI

Belli bir ürün çeşidi veya çeşitlerini belirli düzeyde üretebilecek büyüklükte bir kuruluş kapasitesinin gerçekleştirilmesi veya var olan ürün üretim düzeyini arttırmak üzere ek kapasitenin kurulması , temel olarak bir yatırım sorunu son zamanlarda yaygın ifade biçimiyle bir proje değerlendirme sorunudur.⁵²

İşletmenin kapasite büyüklüğünün planlanmasında hareket noktasında işletmenin üretim hedefini ve üretim konusu oluşturan ürün veya ürün çeşitlerinin belirlenmesidir. Bu ürünlerin piyasaya sunulması işletmenin formel amacını gerçekleştirecek şekilde uygun bir fiyatla pazarlaması söz konusudur. Bunun için, piyasanın bu ürün veya ürün çeşitlerine ilişkin istem düzeyinin, satış fiyatının, reklam harcamalarının, pazarlama organizasyonunun, kısaca

⁵⁰ Nesime Acar, Semra Eştaş, (1991), Kesikli Seri Üretimde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, (Ankara: MPM. Yayınları, s.33.

⁵¹ Kevin Johnson, (1999), Finite Capacity Scheduling Using Opt.: A Case Study Review, s.40.

⁵² S.C.Mc. Carthy, K.d.Barber, (1992), Medium To Short Term Finite Capacity Scheduling, (New York: Mc Grow Hill), s.345.

işletmenin pazarlama giderlerinin belirlenmesine ilişkin bir piyasa araştırması yapmak gerekecektir.

Piyasanın talep düzeyi ve talebin nitelik ve nicelik olarak zaman süreci içindeki değişme eğilimleri, tüketici istekleri ve zevkleri, piyasanın rekabet durumu, rakip işletmelerin büyüklükleri ve piyasa payları, gerçekleştirilebilecek satış fiyatı ve diğer bilgiler, piyasa araştırması ile saptanmalıdır. Ayrıca satış hacminin zaman süreci içindeki dağılımı, işletmenin maddeci amacı olarak saptanan ürünle ilgili sektörü konjonktürel özellikleri , iç ve dış piyasanın gelişme durumuyla ilgili öngörüler işletmenin kapasite büyüklüğü planlanmasında gerekli olan önemli bilgilerdir.⁵³

Piyasaya ilişkin olarak elde edilen bu bilgiler yanında , kapasite büyüklüğünün gerektirdiği yatırım ve işletme finansman gereksinimin nasıl karşılanacağı , seçilen üretim teknolojisinde uygun işgücünün temini ile eğitimi , seçilen teknolojinin gerektirdiği malzeme çeşitlerinin gerekli nitelikte , nicelikte ve zamanda tenim edilip edilmeyeceği gibi noktalar da, kapasite büyüklüğünün planlanmasında göz önünde tutulmalıdır.

İşletmenin üretim kapasitesi büyüklüğünün planlanmasında aşağıdaki noktaların belirlenmesi gerekir:⁵⁴

- Hangi ürün veya ürün çeşitleri üretilecektir?
- Hangi ürün kapasite büyüklüğü seçilecektir?
- Satış hacmindeki mevsimsel ve başka çeşit dalgalanmaların var olması durumunda, kapasite büyüklüğü ile ürün stoku büyüklüğü arasındaki ikame, hangi oranda gerçekleştirilecektir?
- Üretim derinliğinin saptanması, yani işletmenin üretim kapasitesi, hangi üretim aşamalarını içerecektir?

⁵³ Haluk Orkut, Murat Başkak,(1992), *Tesis Tasarımı*,(Ankara : Ar Yayınevi), s.28.

⁵⁴ OygurYamak,(1980), *Üretim Yönetimi*, (İzmir: Ün Yayınevi),s.225.

2.5 KAPASİTE PLANLAMASI GEREÇLERİ

Burada kaba kapasite planlama (KKP) kapasite ihtiyaç planlama (KİP) ve girdi / çıktı kontrolü tanımlanacaktır. APICS sözlüğü KKP'yi şu şekilde tanımlar: "üretim planı ve/veya ana üretim planının anahtar kaynaklarının üzerindeki sıkıştırılmasıdır" der.⁵⁵ Anahtar kaynak olarak; insan çalışma saatlerini, makine saatini, depolama, standart maliyet miktarını, taşıma maliyetini, envanter miktarı alınır.

KİP'i ise, ayarlama, ölçme ve bir üretim planı ile birbirine uygun kapasite düzeyi veya ayarlanan sınırların fonksiyonudur. Burada kapasite ihtiyaç planlama dönemi, üretim görevlerinin yerine getirilmesi için ne kadar toplam makine kaynağı gerektiği metodudur.⁵⁶

Girdi / çıktı kontrolü ise bir kapasite kontrol tekniğidir. Bu teknik, bir iş merkezinde gerçekte çıkan ile, kapasite ihtiyaç planlaması tarafından geliştirilmiş planlanmış çıktılarının birbiri ile karşılaştırılmasıdır.

Kaba kapasite planlama (KKP) üretim planlama metodu esnasında kapasite zorlanmalarının tanımlanması için kullanılır. Bu noktada kapasite kontrolü uygulanabilir bir üretim planı geliştirilmesine yardım eder.

KİP geçerli esas planda kapasite zorlanmalarını tanımlamak için kullanılır. Kapasite ihtiyaçlarını analiz etme ve gelecekteki kapasite problemlerini çözümlenmeleri, ana planın başarısını sağlamada yardımcı olur. Girdi / çıktı raporu kapasitenin planlanan şekilde devam edip etmediğini anlamak için kullanılır.

2.6 KAPASİTE PLANLAMASININ HEDEFLERİ

Kapasite planlamasının hedefini aşağıdaki ifade en iyi şekilde ortaya koyabilir:

İstek kapasitesi - Eldeki kapasite = Kapasite Hareketi.....

⁵⁵APICS (American Production and Inventory Control Society),2001,
(<http://www.apics.org>),(internet)

⁵⁶ Hüseyin Özgen, (1981), Üretim Planlama ve Kontrolü, (İstanbul: Birsen Yayınevi),s.123.

Eğer ihtiyaç ve eldeki kapasite birbirine eşit ise, herhangi bir kapasite hareketi istenmez. Eğer eldeki kapasite istek kapasitesinden düşük ise, kullanılacak kapasiteyi arttırmak için bazı hareketler ilave edilmelidir. Eğer kullanılabilir kapasite istek kapasitesinden büyük ise, bazı hareketler eklenerek kullanılabilir kapasite, istek duyulan kapasite seviyesine indirilir. Her iki durumda da en çok istenen hareket, kullanılabilen kapasiteyi değiştirmektir. Bazı durumlarda eğer kullanılabilir kapasiteyi değiştirmek ekonomik veya pratik çözüm olmazsa, diğer bir çözüm yalnızca istek kapasitesini kullanılabilir kapasite düzeyine indirmektir. Tarif edilen işleri bitirmek için yeterli kapasite miktarı sağlanamıyorsa yönetim planlarının değişmesi de bu işlemler içerisindedir.⁵⁷

Bu konuda imalat firmaları ve yönetimi aşağıdaki bilgilere ihtiyaç duyarlar:

- Yönetimin ihtiyaç duyduğu üretim kapasitesi tesis içinde mevcut mu? Mevcut değilse hangi hareketler ile tesisin kapasitesi bu planların seviyeye yükseltilebilir? Bunun maliyeti nedir? Eğer bu mümkün değilse, hangi plan tesis kapasitesi için uygundur? Yakın gelecekte herhangi bir iş merkezinin maksimum kapasiteyi aşma tehlikesi var mı?

Eldeki bilgiler ışığında, yönetim tesis kapasitesini ayarlama konusunda daha iyi kararlar verebilir. Bütün kapasite planlamasının özü, belirli aşamalar içerisinde gerekli kararları verebilmektir.⁵⁸ Bunu sağlamak için eldeki kapasite ile ihtiyaçların birbiriyle uyumlu olması gerekmektedir.

2.7 KAPASİTE PLANLAMA SÜRECİ

Kapasite planlama süreci aşağıdaki Tablo 2.2' de gösterilmektedir. Burada kaynak kapasite planlama (KAKP), kaba kapasite planlama (KKP) , kapasite ihtiyaç planlama (KİP) aşamalarının girdi ve çıktıları verilmektedir.

⁵⁷ M.A. Vonderemse and G.P. White,(1991) *Operations Management*, (USA: Went Publishing Company),s.234.

⁵⁸ Harl J.E.,(1983), *Reducing Capacity Problem In Material Requirements Plannig System*,Production And Inventory Manegement,s.59.

Tablo 2.2 Kapasite Planlama Süreci

EVRELER	GİRDİLER	ÇIKTILAR
Kaynak Kapasite Planlaması (KAKP)	Üretim Planlama (Üretim Grupları) Kaynak Maliyeti (Emek Maliyeti, Kapasite Maliyeti)	Aylık kaynak ihtiyaçları
Kaba kapasite Planlaması (KKP)	Kaynak Kapasite Elde Edilebilirliği Ana Üretim Planı Yükleme Tablosu Üretim Zamanı Değerlendirilmesi	Haftalık kaba biçimlendirilmiş kapasite ihtiyaçları
Kapasite İhtiyaç Planlaması (KİP)	Malzeme İhtiyaç Planı Eldeki kapasite Envanter Durumu	Haftalık veya günlük kapasite ihtiyaç planlama

Kaynak: Vonderemse M.A. and G.P. White,(1991), Operations Management, Went Publishing Company, USA.

2.8 KAPASİTE İHTİYACININ PLANLAMASI

Kapasite ihtiyaç planlaması, kısa veya orta dönem için belirlenen üretim amaçlarına ulaşmak için dönemler itibariyle üretim merkezlerinin ihtiyaç duyduğu kapasite ihtiyaçlarını belirleyen bir fonksiyondur.⁵⁹

Malzeme ihtiyaç planlaması sistem çıktılarını, hangi tip parçaların ne zaman ve ne miktarda üretileceğini belirler. Bu çıktılar ise, üretimi gerçekleştirmek için gerekli kapasite ihtiyaçlarına çevrilirler. Bu tip çevirme sonucunda tezgah yük

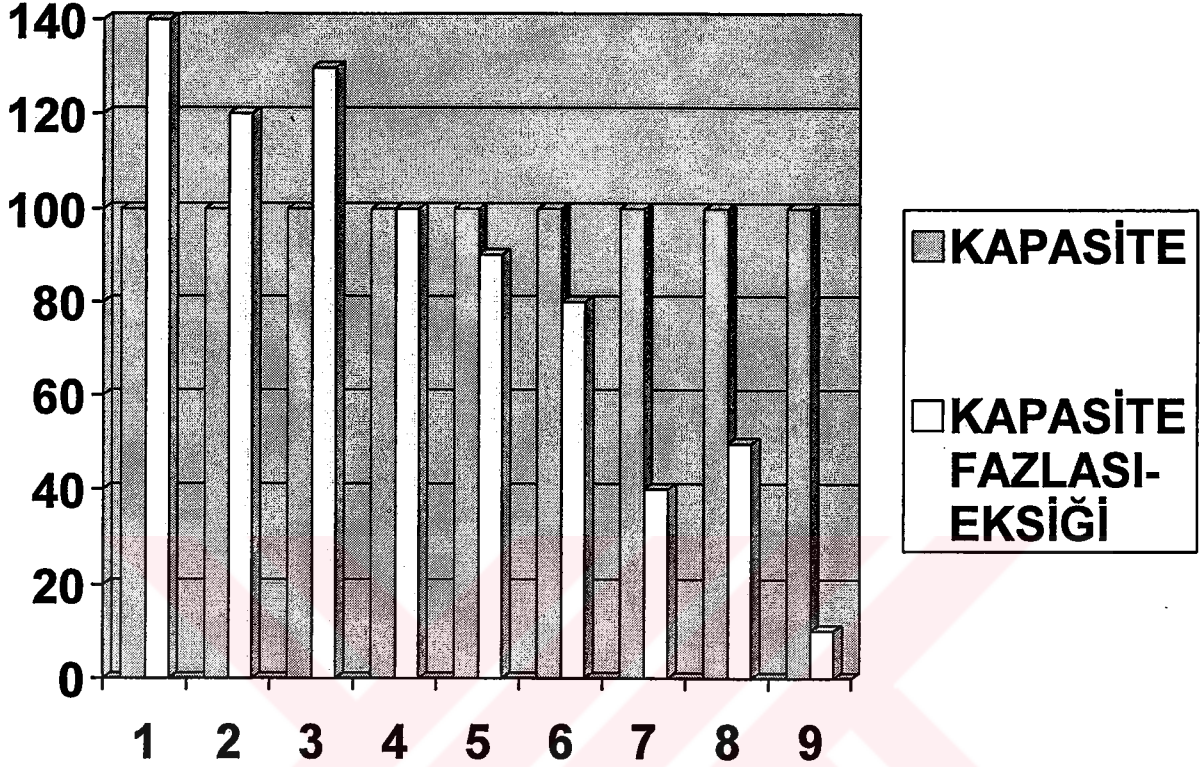
⁵⁹ P.N. Alay and G.H. Zimmer,(1974), Capacity Planning Industrial Engineering,s.134

durumu veya iş yükü olarak tanımlanan dökümanlar elde edilir. Bu dökümanların iş merkezlerinin mevcut kapasite ile karşılaştırılması sonucunda, aşağıda belirtilen günlük işletme soruları cevaplandırılabilir:⁶⁰

- Fazla mesai gerekli mi?
- Bir departmandan diğerine iş transferi gerekiyor mu?
- Bir departmandan diğerine işgücü transferine ihtiyaç var mı?
- Dışarıya iş yaptırma (fason imalat) durumu söz konusu olabilir mi?
- Yeni bir vardiya başlatmaya ihtiyaç var mı?
- Yeni iş gücü alınması gerekiyor mu?

Geleneksel stok kontrolü yaklaşımında, bu sorunların cevaplandırılması için kullanılan ana araç, yük durumu raporu olarak tanımlanan dökümandır. Bu rapor, işletmenin çizelgeleme ve yükleme sistemi tarafından hazırlanır. Verilen siparişlerle ilgili operasyonlar çizelgelendikten sonra, bu çizelgeye göre gerekli işçilik saatleri, iş merkezleri ve dönemler itibarıyla toplanır. Her hangi bir iş merkezi için hazırlanan tipik yük durumu genellikle şekil 2.1'de verilen bir görünümde dir.

⁶⁰Nesime Acar,(1998), Üretimde Planlaması,,(Ankara: MPM.Yayınları),s.80.



Şekil 2.1 Bir İş merkezi için Yük Durumu

Şekil 2.1 'de verilen örnek yük durumu şeması:

- Eksiktir, çünkü planlanan siparişlerden kaynaklanan iş yükünü gözününe almaz.
- Geçersizdir, çünkü iş önceliklerinin güncelliği korunmamaktadır.

Planlanan siparişler yük durumu raporuna dahil edilmezse, iş yükü şimdiki dönemi takiben giderek azalacaktır. Bu tip bir projeksiyon ise eksiktir çünkü şimdiki dönemin dışında kalan gelecek dönemler için geçerli bir bakış açısı sağlamaz. Bu ise çok önemli bir sorun oluşturur. Bilindiği gibi, kapasite ile ilgili düzeltici faaliyetler (yeni iş gücü alma, fason imalat vb..) belirli bir süre gerektirdiğinden, geleceğe yönelik birkaç dönemlik yük durumunun net bir şekilde belirlenmesi şarttır.

Çizelge gerisinde kalan, başka bir deyişle, gecikme olarak görülen işler ise genellikle değişen ihtiyaçlar karşısında teslim tarihinde gerekli düzeltmelerin yapılmamasından kaynaklanır. Sipariş teslim tarihleri ile operasyon tarihlerinde sürekli olarak gerekli güncellemenin yapılması, gecikme olarak görülen iş yükünü azaltacaktır.⁶¹

- **Yük Durumu Raporlarının Yararları :**

İyi hazırlanmış bir yük durumu raporunun üç ana özelliği vardır:

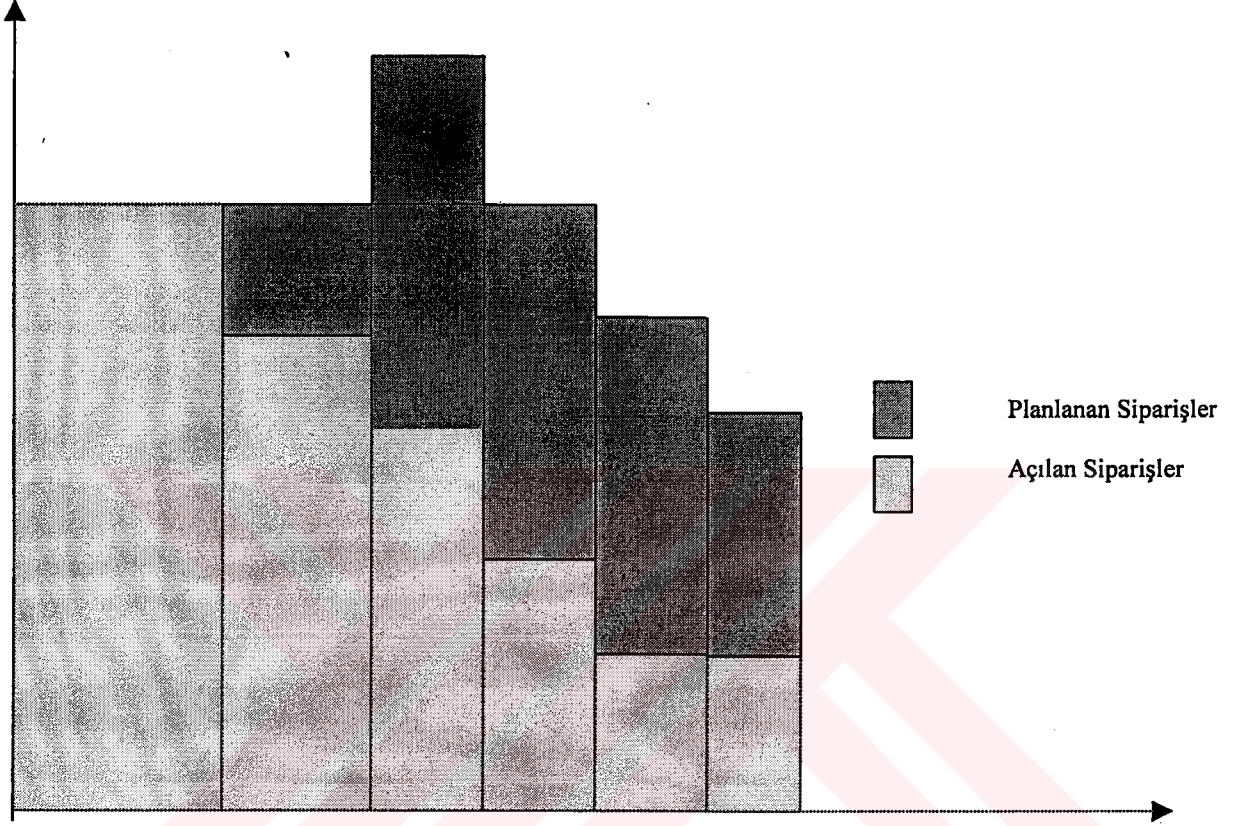
- Gerek açılmış gerekse planlanan siparişleri içerir.
- Geçerli önceliklere dayanılarak hazırlanmıştır.
- Gelecek dönemlere yönelik geçerli bir bakış açısı sağlar.

Malzeme ihtiyaç planlaması sistemi, kapasite ihtiyaç planlaması problemini çözümlenecek potansiyele sahiptir. Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, açılmış siparişlerin yarattığı iş yüküne, planlanan siparişler ile yaratılacak iş yükünü ilave ederek gerçekçi bir yük durumu yoğunluğu tespit eder. Tüm planlama döneminin bütün olarak değerlendirilmesi ise geleceğe yönelik yeterli bir bakış açısı sağlayacaktır. Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin, öncelik planlama sistemi olarak da kullanıldığı ortamlarda ise öncelik geçerliliği ihtiyacı karşılanabilir. Açılan siparişlerin teslim tarihleri revize edilirken, tüm yük durumu geçerli ve güncel önceliklere dayandırılarak malzeme ihtiyaç planlama sistemi tarafından hazırlanır.

Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, kapasite ihtiyaç planlamasını kendisi yapmaz. Ancak bu planlamanın yapılması için gerekli girdi tabanı oluşturulur. Yük durumu raporu veya kapasite ihtiyaç raporu, bu sistem çıktılarına göre hazırlandığında, şekil 2.2 'de verilen bir görünüm söz konusu olur. Kullanılan, operasyon çizelgeleme yöntemine göre, çizelge gerisi (gecikmiş işler) iş yükü tam olarak ortadan kalkmaz ancak dengeli bir şekilde gelecek dönemlere dağıtılır.⁶²

⁶¹ Nesime Acar,(1999), **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, (Ankara: MPM Yayınları),s.60

⁶² Aynı.,s.61



Şekil 2.2 Yük Durum Raporu

Kaynak: Acar Nesime, Malzeme İhtiyaç Planlaması, MPM Yayın No:323,s.62.

Şekil 2.2'de görüldüğü gibi yük durumu, dönemler arasında bazı farklılıklar gösterir; başka bir deyişle yük durumunun tüm dönemler itibarı ile dengede olduğunu söylemek yanlıştır. Dönemler arasındaki yük durumu farklılıklarını dengelemek amacı ile bazı kısa-dönem kapasite ayarlama yöntemlerine başvurmak gereklidir.

Kısa malzeme ihtiyaç planlama sisteminin çoklu fonksiyonlarını özetlemek gerekirse, bu sistemin belirli bir ana üretim planı çerçevesinde, üretim lojistikleri alanında merkezi bir planlama sistemi olduğunu söyleyebiliriz. Satın alma, çizelgeleme, kapasite ihtiyaç planlaması gibi diğer sistemler ise malzeme ihtiyaç planlama sisteminin çıktılarını işleyecek şekilde tasarlanmışlardır. Bilindiği gibi

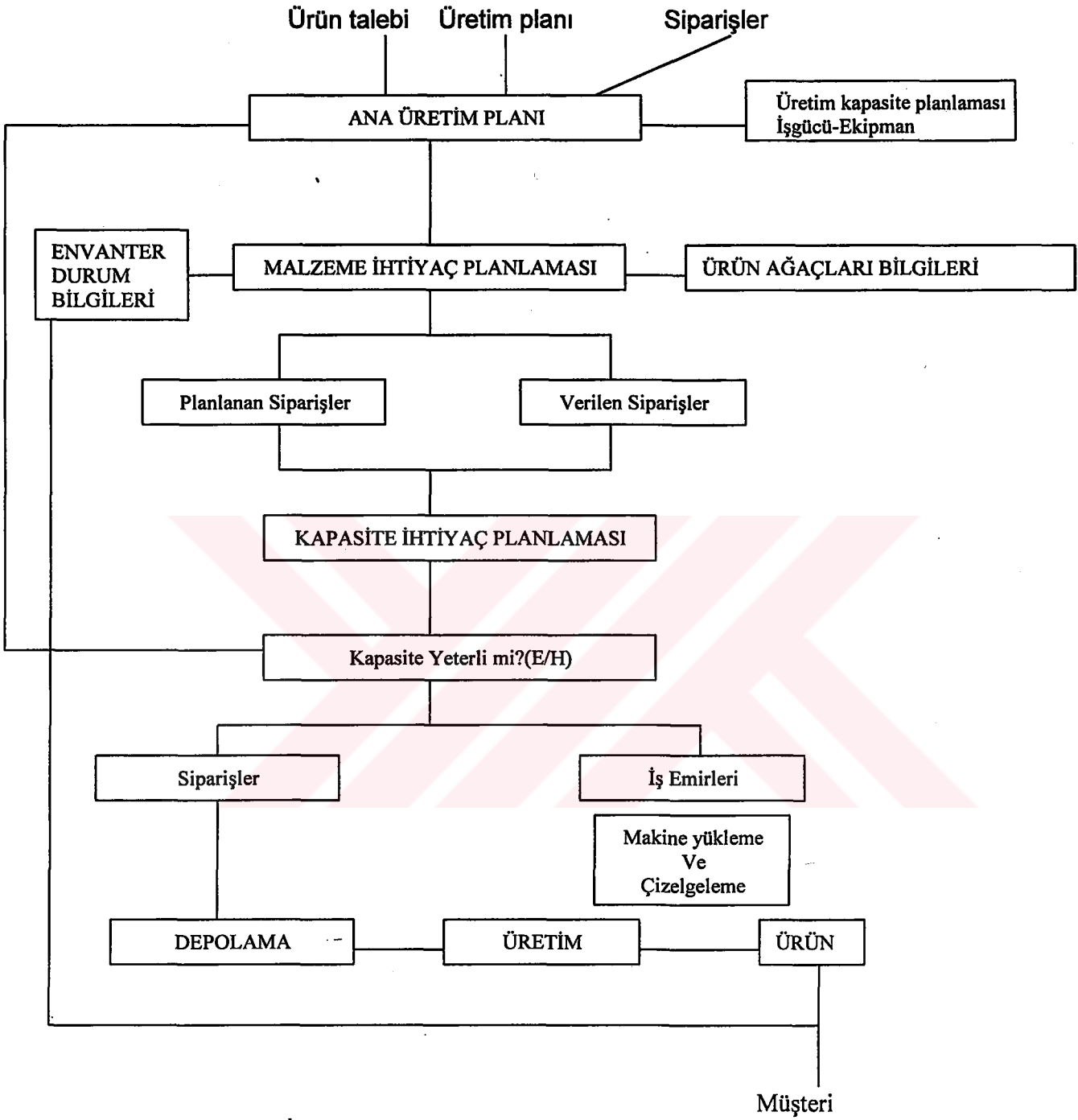
bu sistemlerin etkin bir düzeyde faaliyet göstermeleri, kullandıkları girdilerin (başka bir deyiş ile malzeme ihtiyaç planlama sistemi çıktılarının) tam, geçerli , doğru ve güncel olmalarına bağlıdır. Malzeme ihtiyaç planlama sistemleri ise bu nitelikte çıktılar üretecek şekilde geliştirilmişlerdir.

AÜP'nin sonucu ihtiyaç duyulan kapasitenin yeterli olup olmadığı kontrol edilir. Kapasite daha önce de belirtildiği gibi birim üretim başına harcanan üretim saatleri ile ölçülür. Çünkü bu ölçüt iyi bir göstergedir. İşletme tek tip üretim yapıyor ise kapasite ürün birimi ölçülebilir. Üretken olmayan kapasite operatör hataları,devamsızlık, iskarta, yeniden elden geçirme olarak ele alınır ve üretken kapasiteden düşülür.

Kapasite İhtiyaç Planlamasının adımları;

- Gerekli verileri toplamak
- Malzeme ihtiyaç planlaması temel alınarak her parçaya doğru geri planlamak.
- Gerekli kapasiteyi hesaplamak.
- Bütün kapasiteyi kaynak kapasite zorlanmaksızın, oluşturulan plan ile uygun bir şekilde yüklemek. (Sınırsız yüklemek)
- Elde edilebilir kapasite ile kapasite ihtiyacını karşılandırmaktır.

Eğer eldeki kapasite yeterli ise, kurallı planlar gevşetilerek plana uydurulur. Eğer kapasite yeterli değil ise, elde edilebilen kapasitenin her biri artırılır veya ana üretim planı elde edilen kapasite yeterli olana tekrar gözden geçirilir. (Sınırlı yükleme)



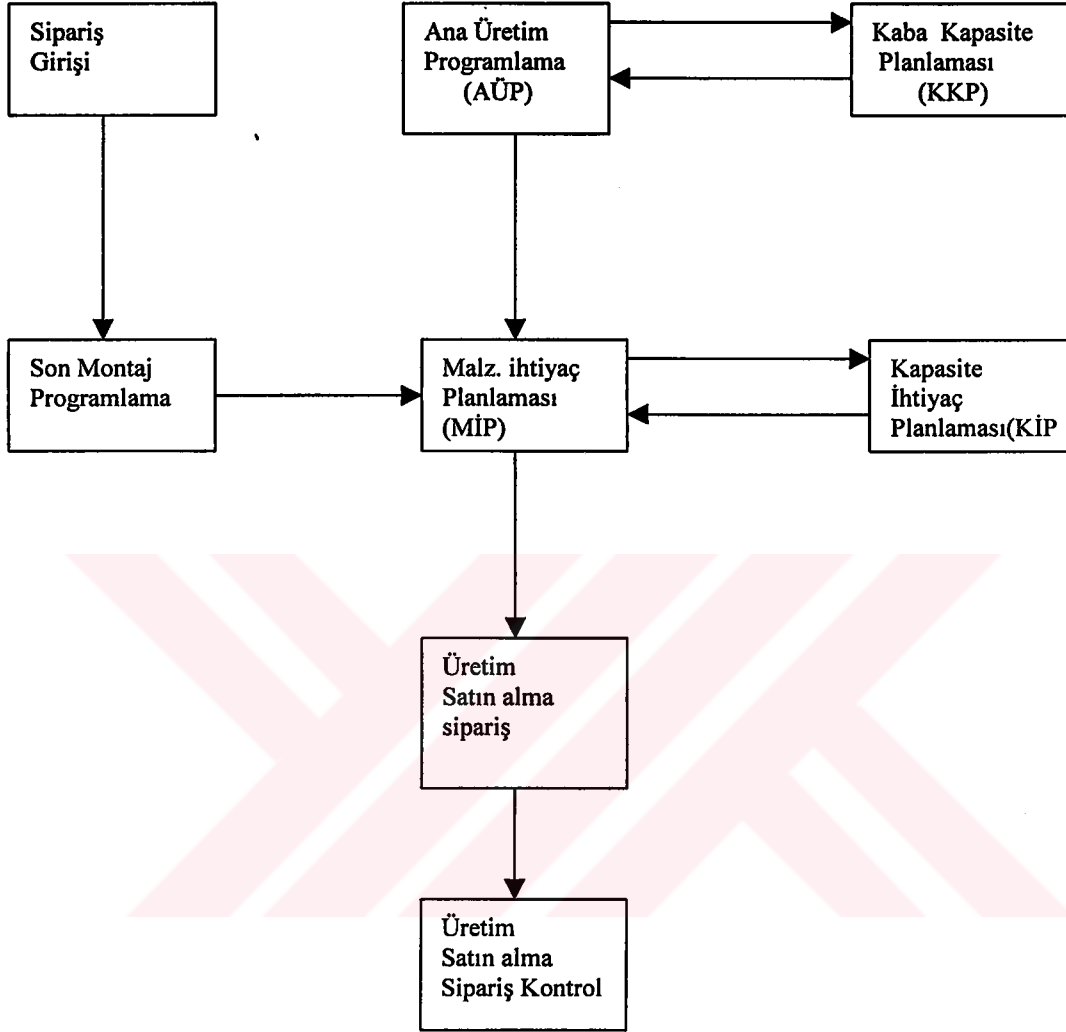
Şekil 2.3 Kapasite İhtiyaç Planlaması

Kaynak: Cihan Dağlı, Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi Semineri, Ankara, 1983

Kapasite İhtiyaç Planlaması yaklaşımı Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) talebini tanımlayan ve geri bildirim sağlayan bir sistemdir. KİP, açık ve planlanmış iş emirlerini değerlendirerek her iş merkezine yüklenen iş miktarını hesaplar. Daha sonra bu iş yükünü planlama ufkundaki her periyot için iş merkezinin kullanılabilir kapasitesi ile karşılaştırır.⁶³

KİP, gelecekteki açıkları kapatmak için planlı siparişler açan MİP'den farklı olarak hiçbir sipariş açmaz, siparişleri yeniden çizelgelemez veya silmez. Bunun yerine bir geri besleme aracı olarak güçlü bir simülasyon olanağı sunar. Şekil 2.4.'de bu işlemin akım şeması verilmektedir.

⁶³Nesime Acar,(1999), **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, (Ankara: MPM Yayınları),s.21.



Şekil 2.4 Kapasite İhtiyaç Planlama(KİP) Akım Şeması

Kaynak: Cihan Dağlı, Malzeme İhtiyaç Planlama Sistemi Semineri, Ankara, 1983

KİP bir çok yönden gerçekten kuvvetli bir simülasyon aracı olmasına rağmen en önemli kısıtı kapasiteyi sınırsız kabul etmesidir.⁶⁴ Bir tesise işi kapasite kısıtı göz önüne almadan yüklemek gerçekçi değildir. Böyle bir durumda çoğu zaman üretilen çizelgeler ve planlar geçersiz olmaktadır. Bunun önüne geçmek için KİP

⁶⁴ Semra Durmuşoğlu, (1994), *Kapasite Planlaması*, (İstanbul: İTÜ Yayınları), s.44.

sistemleri tekrar eden Ana Üretim Çizelgesi düzeltmelerine dayanan ilkel bir teknik kullanmaktadır. Aşağıdaki tablo 2.3'de kapasite planlama düzeyleri verilmektedir.

Tablo 2.3 Kapasite Planlama Düzeyleri

Üretim Yönetimi	Detay	Amaç
Üretim planı	Uzun Dönem	Firma amaçlarını destekleme
Ana Üretim Çizelgesi	Orta/Uzun Dönem	Terminlere uyma, stok yapma
Malzeme İhtiyaç Planlaması	Kısa/Orta Dönem	Sipariş Özellikleri
Atölye Kontrolü	Çok Kısa Dönem	İş Merkezleri Yükleme

Son yıllarda üretim planlaması yapılırken, kapasite sınırlayıcıları öncelikle incelenmesi gereken bir özellik kazanmıştır. Karmaşık bir üretim sistemi içerisinde birbirine bağımlı düzeylerin sıralanması ve sonlu kapasite planının geliştirilmesi için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri optimize üretim teknolojisidir. Optimize üretim teknolojisi; maliyet, kapasite ve üretim işlemleri çerçevesinde optimum bir üretim programının elde edilmesini amaçlayan bir bilgisayar yazılım paketidir⁶⁵. Diğer yöntem ise MICROSS'tur. Bu yöntemde iş atölyesi veya montaj tipindeki küçük miktarda üretim yapan küçük ve orta işletmelere yönelik, mikro bilgisayara dayanan bir sistem tasarlanmıştır.

⁶⁵ Feray Odman Çelikçapa, (1998), *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*, (İstanbul : Alfa Yayınevi), s.45

2.9 ANA ÜRETİM ÇİZELGELEMESİ

Ana üretim çizelgesi; kısa üretim dönemlerinde her haftadaki değişik her son üründen ne kadarının montajının yapılacağını düzenleyen plandır. AÜP diğer tüm planların temelini oluşturur ve gelecekte üretilecek nihai ürünlerin önceden yer aldığı belgedir. Bu plan yapılırken pazar tahminleri, müşteri siparişleri, envanter düzeyleri ve diğer gerekli bilgilerden yararlanır. AÜP, kendi imalat planlarını yaparken tahminlere, siparişlere, parti büyüklüğüne ve söz verilebilir mevcut ürün miktarlarına bakarak bir dengeleme planı hazırlar. Buna da "söz verilebilir" ürün miktarı denir. AÜP hazırlanırken talep tahminleri önemli bir girdi olarak göz önüne alınır ve kapasitenin de maksimum seviyede kullanımı arzullanır. Yani bazı ürünlere henüz satış talebi olmadığı halde ürünlerin üretimine başlanır, bazı ürünlere ise pazarda talep olsa bile ürünlerin üretimi durdurulabilir.

AÜP'nin düşük bir stok seviyesi ile müşteri talebini karşılaması arzu edilen bir durumdur. İmalatçı firmalar için; hem çok çeşitli ürünler üretmek hem de bu ürünleri uzun dönemde üretmek yanında, ideal bir modelin aynı zamanda müşteri taleplerinin karşılanması da çok önemlidir.

- Ana Üretim Çizelgelemesi Yapısı Ve Ortamı :

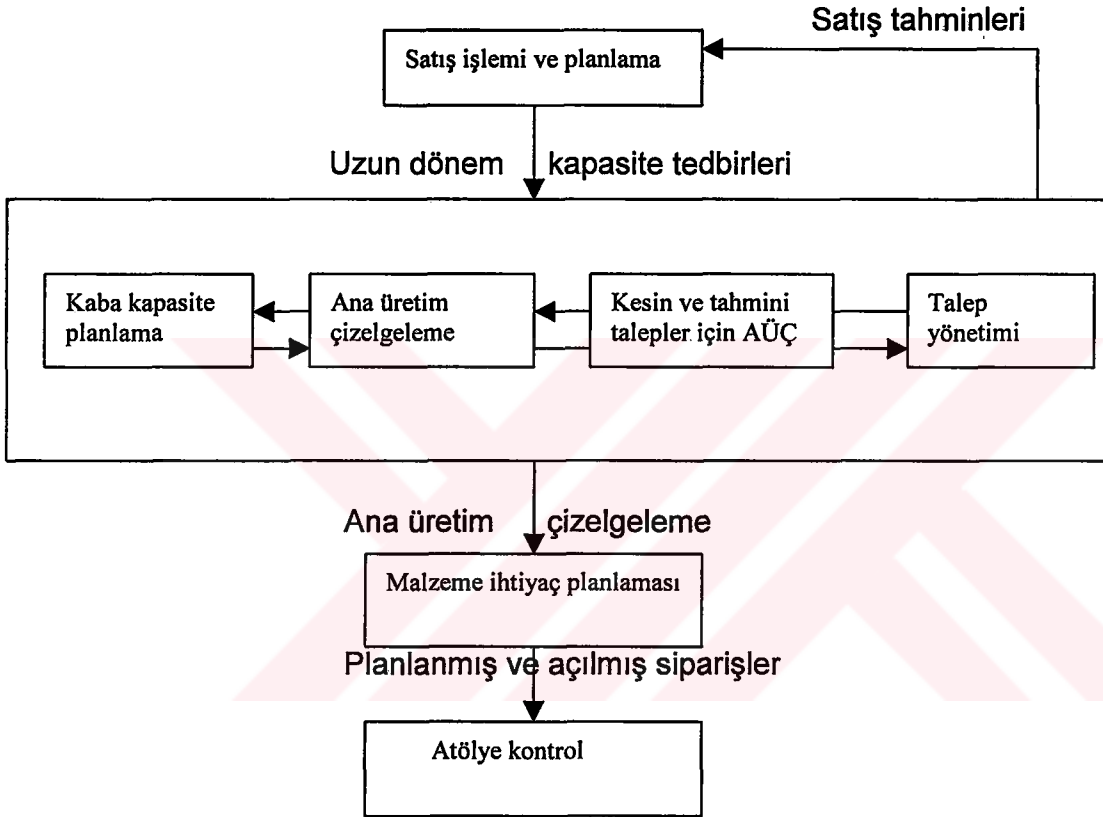
Ana üretim planı, imalat ile olan temel iletişim hattını kurar. Ürünleri oluşturan parçaların hangi oranda kullanılacaklarını kesinleştirir. Bu bir üretim programı olduğu için ürünleri oluşturan parçaların ve diğer ihtiyaçların alınmasını da gerekli hale getirir.⁶⁶

AÜP'den bir ürün için gerekli tüm ihtiyaçların ve maliyetlerin belirlenmesi elbette AÜP'deki bazı özel ürünler nihai ürün olduktan sonra son şeklini alacak tarzda tasarlanır. Diğer bir ifadeyle son ürün bir başka grubun parçası olabilir.

AÜP' imalat yapan firmalarda uygulanır. İmalatçı firmanın faaliyetleri ise stoğa üretme, siparişe göre montaj, siparişe göre üretim ve proje için mühendislik çalışmaları olarak sınıflandırılabilir.

⁶⁶ Zhao X., Lee T.S.,Freezing,(1980), The Production Schedule in Multilevel Material Requirement Planning Systems Under Deterministic Demand. **Production Planning Control**, s.144.

Şekil 2.5'de üretim yönetimi hiyerarşisinde ana üretim çizelgesinin, stratejik alan ile taktik alan arasındaki yeri gösterilmiştir.



Şekil 2.5 AÜP Sistemi

Kaynak: Zhao X., Lee T.S., Freezing The Production Schedule in Multilevel Material Requirement Planning Systems Under Deterministic Demand. Production Planning Control, s.144.

Stratejik alan ; Üretilecek ürünleri belirleyen, bu ürünler ile müşteri pazar beklentilerini karşılaştıran ve üretim sistemlerini tasarlayan konuları kapsar.

Taktik alan ise ; Uzun dönemde talebin karşılanması için üretilecek ürünlerin detaylı planlama işlemlerini kapsar. Bu ürünler daha sonra montaj

gruplarına , alt montaj gruplarına, parçalara ve belli zamanlardaki üretim için gerekli malzeme planlarına kadar indirgenir. İşletme planlama bölümünden gelen talepler üretim sistemi üzerinden AÜP düzeyine indirgenmiş taleplerdir.

2.10 KABA KAPASİTE PLANLAMASI

KKP üretim işlemi ile birleştirilir. Üretim planı beş önemli fonksiyona sahiptir.⁶⁷

- Geniş üretim kapasitesi için ihtiyaç duyulan çıktının oranına karar vermeleri.
- Üretim kapasitesinin ürünlere pay edilmeleri.
- Çıktı hedeflerinin organizasyona haber verilmeleri.
- Çıktı hedeflerine destek vermek için kaynakların tasdik edilmeleri.
- Finans planlarına girdi olarak yardımcı olmaları.

2.10.1 KABA KAPASİTE PLANLAMASI ADIMLARI

KKP esas olarak bir raporçudur. İşlem adımları aşağıdaki şekildedir.

- Tip üretim ağacının seçimi
- Kritik kaynakların tanımlanması
- Üretim yükleme profilinin hesaplanması
- Kaba kapasite planının hesaplanması

Kaba kapasite planının meydana çıkarılmasındaki anahtar karışımlar, bir birim ürün üretmek için ihtiyaç duyulan kaynakların düzeylerini gösteren, ürün yükleme tablosunda bulunurlar. Öncelikle bu yük tabloları oluşturulmalıdır. Plan, önerilmiş üretim planından geliştirilen tablonun basit bir içeriğinin oluşturulmasıdır. Bu tablo ürün için her bir iş merkezinde toplam kapasite

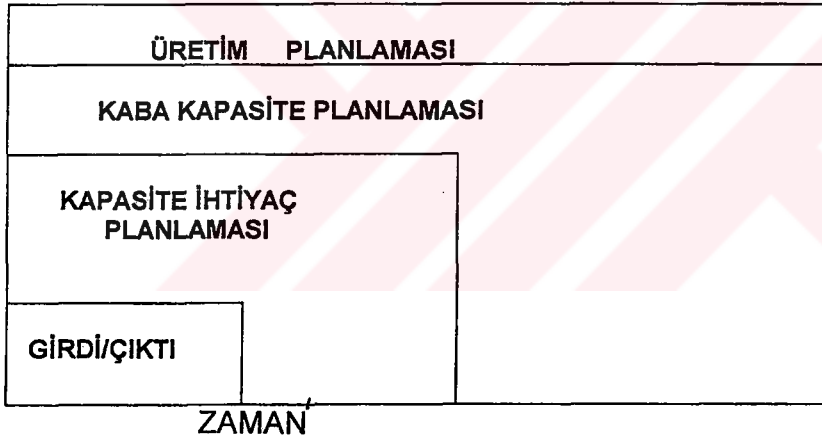
⁶⁷ L.R.Kneppelt, (1984), *Product Structuring Considerations For Production and Inventory Management*, First Quarter,s.234.

ihtiyacını gösterir. Ayrıca bu tablo, her iş merkezi için ihtiyaç duyulan toplam kapasite ile eldeki kapasiteyi karşılaştırır ve saat bazında kapasite hareketlerini hesaplar. Önemli bir faktör servis talebidir. Eğer servis ihtiyacı kapasitenin önemli bir miktarını kullanıyorsa, bu durum KKP içerisinde dahil edilmelidir.

Uzun temin sürelerine sahip üreticiler zaman bazında geliştirilmiş KKP'yi isterler. Oluşturulan yeni tablo aylık üretim için kapasite ihtiyacının bir özetini gösterir. Ayrıca tablo servis için ihtiyaç duyulan kapasiteyi de içerir. Eldeki kapasite, aylık toplam kapasite hareketleri hesaplanır.

2.10.2 KABA KAPASİTE PLANLAMASININ KULLANIM SINIRLARI

KKP için zaman periyot uzunluğunun sınırı analiz edilmiş kaynaklara bağlıdır. KKP sınırı tipik olarak, KİP'in sınırından ileriye, üretim planının sonuna kadar genişler. Bu sınırlar genellikle 12 ile 24 aydır. Aşağıda Şekil 2.6'da bu sınırlar görülmektedir.



Şekil 2.6 Kapasite Planlama Sınırları

3. MOBİLYA ENDÜSTRİSİ VE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KAPASİTE PLANLAMASI UYGULAMALARI

Mobilya endüstrisinde kapasite seçimi diğer endüstrilerde olduğu gibi talebe bağlıdır. Satışlardaki dalgalanmalara göre en üst düzeyde analizler yapılmakta ve analiz sonuçlarına göre kapasite gereksinimi veya fazlalığı belirlenmektedir. Aksi halde işletme atıl kapasite ve fazla işgücü veya talebin stokta bulunmaması nedeniyle zarara uğramaktadır. Bu bölümde mobilya endüstrisi tanıtılacak ve kapasite planlaması uygulamaları yapılacaktır.

3.1 MOBİLYA ENDÜSTRİSİ

Mobilya Latince kökenli bir sözcük olup, gerek kavram ve gerekse sözcük olarak Türkçeye sonradan girmiştir. Mobilya Latince'de "mobilius" sözcüğünden türetilmiştir. Bu sözcük İtalyancaya "mobilia", Fransızcaya "mobilier", Almancaya da "möbel" olarak girmiştir. Mobilyanın İngilizce karşılığı ise "furniture" dur.⁶⁸

Mobilya mesken ve büro gibi oturlan alanları süslemek ve çeşitli amaçlar için kullanılmak maksadıyla edinilen eşya olarak tanımlanabilir. Tanımdan da anlaşılacağı gibi mobilyanın iki fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlardan birisi kullanım, diğeri ise süslemedir. Mobilyanın tarihsel süreci incelendiğinde dönem dönem bu iki fonksiyonlardan birinin diğerinin önüne geçtiği görülmektedir. Yine çeşitli dönemlerde mobilyanın çizgi, form, estetik, güzellik ve özellikleriyle ülkenin kültürünü yansıttığı görülür. O halde mobilyanın diğer bir fonksiyonu da kültürel dir.⁶⁹

Mobilya çeşitli malzemelerden üretilmektedir. Ancak ahşap malzeme, mobilya üretiminde her zaman birinci sırada olma özelliğini korumuştur. Ahşap malzemeyi mobilya üretiminde önemli kılan nedenler bu malzemelerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mobilya üretiminde ahşap malzemeyi tercih ettiren özellikler şunlardır.⁷⁰

- Değişik renk ve görünüme sahip olması,
- Boya ve cila ile çekici hale getirilebilmesi,

⁶⁸ Ahmet Kurtoğlu, (1992), *Mobilya Üretim Tekniği*, (İstanbul: İ.Ü Yayınları), s.10.

⁶⁹ Ahmet Kurtoğlu, (1992), *Mobilya Üretim Tekniği*, (İstanbul: İ.Ü Yayınları), s.13.

⁷⁰ United Nations, (1977), *Furniture and Joinery Industries For Developing Countries*, New York, s.383.

- Kullanım süresinin artması ile daha zengin görünüm ve koyu renk kazanması,
- Isıyı az iletmesi nedeniyle dokunulduğunda soğuk ve sıcak hissi vermemesi,
- El ve makine ile kolayca işlenebilmesi,
- Çivi, vida ve tutkal ile kolayca birleştirilebilmesi,
- Üretiminin ve taşınmasının kolay ve ekonomik olması,
- Yenilenebilir bir kaynak olarak her ülkede az veya çok miktarda üretilmesi.

Mobilya üretiminde ahşap malzeme ya masif, ya da ahşap levha olarak kullanılmaktadır. Yonga levha, lif levha, MDF, Kontrplak, kontrtabla, kaplama gibi ahşap malzemeden imal edilmiş levhalar mobilya üretiminde tercih edilmektedir. Bunun nedenleri ise; bu malzemelerin ucuzluğu, hafifliği, standart mobilyaya uygunluğu, kitlesel ve seri mobilya üretimine müsait olması vb. dir.

İmalat sanayinin ara mallar üreten sektörler grubunda yer alan orman ürünleri sanayinin bir alt kolu olan ahşap mobilya endüstrisi ileri derecede işlenmiş malzemeyi hammadde olarak kullanarak sektörün son halkasını oluşturmaktadır.

Araştırmanın kapsamına giren işletmeler;orman ürünleri sanayinin ikinci imalat sanayii içinde yer alan, birinci imalat sanayinin ürünlerini, hammadde olarak kullanan ve genelde aşağıdaki ürünleri üreten ahşap mobilya endüstrisini oluşturan işletmelerdir. Bu işletmelerin ürettikleri ürünler şu şekilde sınıflandırılabilir.

- Oturma odası takımı: Genelde bir üçlü , bir ikili ve iki tekli koltuk ile ikisi küçük biri büyük üç sehpadan oluşur.
- Yatak odası takımı: Çeşitli boyutlarda yapılabilen yatak , çekmeceli komodin , iki kapaklıdan beş kapaklıya kadar değişebilen elbise dolabı , ayna v.b. parçalardan oluşur.
- Yemek takımı: Bir masa , altı – sekiz sandalye , kitaplık , dolap ve vitrinden oluşan kütüphane.

- Mutfak dolapları .
- Televizyon sehpası , portmanto , çalışma masaları ve kanepeler.

3.1.1 MOBİLYA SANAYİNİN YAPISI

Türkiye mobilya sanayiinin yapısal görünümü tablo 3.2'de özetlenmiştir, mobilya sanayi işletmelerinin %99.4'ünde 1-9 işçi çalışmaktadır. DİE'ye göre 25 kişiden fazla işçi çalıştıran işletmelerin sayısı 76'dır ve genel içindeki payı sadece %0.034'dür.

Ülkemiz mobilya endüstrisini işyeri büyüklüğüne göre başlıca üç grupta toplayabiliriz :

- Çok küçük işletmeler
- Küçük işletmeler
- Orta büyüklükteki işletmeler

Genellikle az sermaye kullanımı yanında daha çok el emeği ile faaliyette bulunan ayrıca çabuk karar verme imkanına sahip düşük düzeylerde üretim gerçekleştiren ekonomik teşebbüsler olarak tanımlanan küçük işletmeler nitel özellikler açısından yapılan bir tanımlamaya göre ise kendi alanında bir hakimiyet kuracak büyüklüğü olmaksızın işletilen ve bağımsız mülkiyete konu olan işletmeler şeklinde tanımlanabilmektedir.⁷¹

Devlet planlama teşkilatı altıncı beş yıllık kalkınma planını özel ihtisas raporuna göre ;

1-9 kişi çalışan işyerleri çok küçük,
10-49 kişi çalışan işyerleri küçük,
50'den daha fazla çalışanı olan işyerleri orta ölçekli olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3.1'de küçük ölçekli işletmelerin sektörel bazda dağılımları verilmiştir.

⁷¹ Ali Ceylan,(1982), **Küçük İşletmelerin Finansal Sorunları ve Bursa Bölgesinde Bir Uygulama**, (Bursa: U.Ü Yayınları) ,s.20.

Tablo 3.1 Küçük Ölçekli İşletmelerin Sektörel Bazda Dağılımları

Sanayi Sektörü	% Payı
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi	98.67
Dokuma Ve Deri Sanayi	95.00
Metal Eşya sanayi	94.00
Kağıt-Basım Sanayi	90.00
Gıda Ve Tütün Sanayi	89.00
Kimya Sanayi	88.00
Taş Ve Toprağa Dayalı Sanayi	88.00
Ana Metal Sanayi	82.00

Kaynak: Devlet İstatistik enstitüsü Yayını, 1996

Mobilya sanayiinin %99.4'ünü oluşturan küçük ölçekli işletmelerin henüz kurumlaşmalarını sağlayamadıkları görülmektedir. Nitekim işletmelerin %92.6'sı şahıs işletmesidir. Geriye kalan %7.4'lük kısmı adi ortaklık, kolektif şirket, limited şirket ve anonim şirket şeklinde organize olmuştur. Küçük işletmelerin genellikle dağınık ve düşük verimli üretim gücüne sahip oldukları görülmektedir. Büyük ölçekli işletmelerin %67.9'u anonim şirket, %25'i limited, %7'si şahıs işletmesi olduğu dikkate alındığında büyük ölçekli işletmelerin şirketleşmeye önem verdikleri söylenebilir.

Mobilya sanayii işletmelerinde çalışanların cinsiyetine baktığımızda erkek çalışanların kadın iş görenlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Büroda çalışanların %74.2'sini, üretimde çalışanların %92.1'ni erkek çalışanlar oluşturmaktadır.

İşletmelerin %92.9'u kalifiye personel ihtiyacı içerisindedir. Kalifiye personele ihtiyacı olmayan işletmelerin oranı sadece %7.1 'dir. Kalifiye personel ihtiyacı olmayan işletmelerin oranı sadece %7.1'dir. Kalifiye personel dağılımı %57.7 ile kalifiye işçi, %34.6 ile mühendis veya mimar ve %7.7 ile de teknisyen şeklindedir. İşletmelerin eleman bulma sıkıntısı çektikleri bölümlerin önceliği üretim % 31.7, tasarım %18.9, pazarlama %16, kalite kontrol %15'dir.

Mobilya işletmelerin %2'sinde mühendis çalışmaktadır. Yine aynı verilere göre işletmelerin sadece %36.1'i profesyonel yönetici çalıştırmaktadır.

Türkiye mobilya sanayii işletmelerinde örgütsel yapı ve kalite anlayışına ilişkin veriler tablo3.3'de özetlenmiştir. Sonuçlara göre büyük ölçekli işletmelerin %93.8'inde planlama yapılabildiği görülmektedir.⁷² İşletmelerin %75'i

⁷² K. Koç, H. Aksu, (1999), Ahşap Sanayiinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Problemleri ve Çözüm Önerileri, (İstanbul: İ.Ü. Yayınları),s.23.

organizasyon şemasına sahiptir. Ancak organizasyon el kitabına sahip işletmelerin oranı sadece % 48.3'dür. İşletmelerde AR-GE, halkla ilişkiler ve insan kaynakları bölümlerinin yeterince oluşmadığı görülmektedir. İşletmelerin %85'inde ayrıca oluşturulmuş bir kalite kontrol bölümünün olmadığı anlaşılmaktadır. İşletmelerde kalite kontrolde özellikle yüzeysel kontrol ve müşteri denetimi ön plana çıkmaktadır.

Türkiye mobilya işletmelerinde kapasite kullanım düzeyi, üretim yapısı ve pazarlama ve uluslar arası rekabet düzeyine ilişkin veriler tablo 3.4'de özetlenmiştir. Tabloya göre, küçük ölçekli işletmeler%57, orta ölçekli işletmeler %70 ve büyük işletmeler %74 kapasite oranlarıyla çalışmaktadırlar. İşletmelerin %77.2'sinin kapasitesinin %50'nin altında çalıştığı anlaşılmaktadır. Kapasite düşüklüğünün önemli nedeni %78.1 ile talep yetersizliği olarak görülmektedir.

Üretilen mobilya çeşitlerinde %91.2 ile yatak odaları mobilyaları, %52.4 ile çeşitli dolaplar önceliklidir. İşletmelerin yaşadığı üretim sorunları arasında %45 ile hammadde fiyatlarının yüksekliği sorunu ilk sıralarda yer almaktadır.

Mobilya işletmelerinin yaşadığı pazarlama sorunlarının başında %36.2 ile ekonomik iktidarsızlıktan fiyat belirleme sorunu oluştururken bunu %34.8 ile pazarlama araştırmasının yapılmaması izlemektedir. İşletmelerin %94.7'sinin ihracat yapamadığı anlaşılmaktadır. İhracat yapamama nedenleri arasında %32.4 ile küçük işletmeler için ortak ihracat organizasyonlarının yeterince oluşturulamaması başta gelmektedir.

Devlet planlama teşkilatı (DPT) verilerine göre; Tablo 3.2'de Türkiye mobilya sanayi işletmelerinin yapısal görünümü, Tablo 3.3'de Türkiye mobilya sanayi işletmelerinin örgütsel yapı ve kalite anlayışı ve Tablo 3.4'de Türkiye mobilya sanayi işletmelerinde kapasite kullanım oranları verilmektedir.

Tablo 3.2 Türkiye Mobilya Sanayii İşletmelerinin Yapısal Görünümü

YAPISAL DURUM	SEÇENEKLER	%
BÜYÜKLÜK ÖLÇEĞİ (DİE 1994)	1 Kişi çalıştıran işletmeler	27.0
	2 Kişi çalıştıran işletmeler	20.1
	3-4 Kişi çalıştıran işletmeler	33.6
	5-6 Kişi çalıştıran işletmeler	12.4
	7-9 Kişi çalıştıran işletmeler	6.3
	10-24 Kişi çalıştıran işletmeler	0.2
	25-49 Kişi çalıştıran işletmeler	0.18
	50-99 Kişi çalıştıran işletmeler	0.09
	100-199 Kişi çalıştıran işletmeler	0.03
	200-499 Kişi çalıştıran işletmeler	0.04
	TOPLAM İŞLETME SAYISI	100.0
KÜÇÜKÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE HUKUKİ YAPI	Şahıs işletmesi	92.6
	Adi Ortaklık	4.8
	Kolektif Şirket	0.3
	Komandit Şirket	0.01
	Limited Şirket	1.7
	Anonim Şirket	0.5
	Diğer	0.17
		100.0
ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ İŞLETMELERDE HUKUKİ YAPI	Şahıs İşletmesi	7.1
	Limited Şirket	25.0
	Anonim Şirket	67.9
	Toplam	100.0
İŞGÜCÜ İŞGÜCÜ	Kadın	7.9
	Erkek	92.1

Kaynak:Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Yayını,1998

Tablo 3.3 Türkiye Mobilya Sanayi İşletmeleri Örgütsel Yapı Ve Kalite Anlayışı

	YANITLAR		%
ÖRGÜTSEL YAPI (Büyük Ölçekli İşletmelerde)	Planlama Yapanlar		93.8
	Organizasyon Şemasına Sahip Olanlar		75.0
	Organizasyon El Kitabına Sahip Olanlar		48.3
	AR-GE Bölümünün Varlığı		44.4
	Halkla İlişkiler Bölümünün Varlığı		44.4
	İnsan Kaynakları Bölümünün Varlığı		37.0
KALİTE ALT YAPISI	Örgütsel yapıda ayrı bir kalite bölümünün varlığı	Var	15
		Yok	85
	Uygulanan Kalite Kontrol Yöntemi	Yüzeysel kontrol	100
		Test aletleri ile	6
		Müşteri denetimi	30
	Kalite kontrol uygulama safhaları	Danışman şirket ile	4
Hammadde girişin.		91	
Üretimde		65	
Toplam Kalite bilgisi	Ü. Sonrası	78	
	Mon. Sonrası	87	
	Bilgi sahibi	69	
TEKNOLOJİK DURUM	Bilgisayar Kullanım oranı	Bilgi sahibi değil	31
		Bilgi sahibi değil	31
	Bilgisayar destekli üretim	Kullanan	5.3
		Kullanmayan	94.7
		Tasarımda	55.0
		Üretimde	29.0
Üretim planlamada	63.0		

Kaynak: Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Yayını, 1998

Tablo 3.4 Türkiye Mobilya Sanayiinde Kapasite Kullanım Oranları

	YANITLAR		%
Kapasite Kullanım Oranı	Küçük Ölçekli İşletmeler		57
	Orta Ölçekli İşletmeler		70
	Büyük Ölçekli İşletmeler		74
Kapasite Ölçeği	%50'nin altında		77,2
	%50-75 arası		20,2
	75-100 arası		2,6
Kapasite düşüklüğünün nedenleri	Talep yetersizliği		78,1
	Finansman yetersizliği		47,1
	Gerekli kalitede malzeme yokluğu		13,2
	Yeterli sayıda işgücü bulamama		26,3
Üretim değeri(Milyon DM)			38
Kişi başına üretim(milyon DM)			0,633
Ürün Çeşidinde Yoğunlaşma	Takım	Yatak Odası	91.2
		Yemek Odası	6.4
		Salon Takımı	2.3
	Adet	Dolap	52.1
		Kanepe,Koltuk	29.1
		İskemle,Sandalye, sehpa	13.7
		Diğer	4.4
Üretim Sorunları	Hammadde fiyatı yüksekliği		45,0
	Nitelikli işgücü bulamama		17,0
	Teknoloji eksikliği		13,9
	Gerekli hammadde eksikliği		8,1
	Diğer		15,7

Kaynak: Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Yayını,1998

3.1.2 MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE TEMEL SORUNLAR

Ahşap mobilya endüstrisinin kapasite kullanım oranını düşüren ve verimlilik artışını engelleyen sorunları temelde üç başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan birincisi endüstrinin temel girdilerini niceliksel ve niteliksel olarak sağlanmaması sorunu, ikincisi üretilen ürünlerin gerek nitelik ve gerek nicelik olarak yetersiz olmasına sebep olan ve üretim sırasındaki eksiklik ve aksaklıklardan kaynaklanan sorundur ve üçüncü önemli sorunda üretilen ürünlerin talep ve pazarlanmasına ilişkin sorunlardır.⁷³

3.1.2.1 TEDARİK SORUNLARI

Ahşap mobilya endüstrisinin temel girdileri ham madde olarak ahşap malzeme (kereste, yonga levha, lif levha, kaplama, kontraplak, v.b.) yardımcı madde ve malzeme (boya, vernik, cila maddeleri, çeşitli aksesuarlar v.b.), finansman, enerji ve teknoloji olarak sayılabilir. Bu girdilerden ahşap malzemenin gerek nitelik ve gerekse nicelik olarak yeterli oluşu, ucuz ve yeterli kredi teminindeki güçlükler, teknoloji seçimindeki sorunlar, yine gerek nitelik ve gerekse nicelik olarak yardımcı madde ve malzeme teminindeki zorluklar ahşap mobilya endüstrisindeki tedarik ile ilgili başlıca sorunları oluşturmaktadır.⁷⁴

3.1.2.2 ÜRETİM SORUNLARI

Ahşap mobilya endüstrisinde üretimle ilgili sorunlar kalitenin, verimliliğin, ekonomikliği ve karlılığın düşük olması sonucunu doğurmaktadır. Gerek nitelik gerekse nicelik olarak üretimin yetersiz oluşuyla ilgili sorunlar, ahşap mobilya endüstrisinin kendi özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar :

- Az miktarda üretim ,
- Verimsiz ve çok sayıda küçük makine
- Önemli sayıda fakat az nitelikli, kararsız iş gücü,

⁷³ B.Aksu,(1997), *Türkiyede Büyük Ölçekli İşletmelerin Yönetmel ve Örgütsel Yapılarının Analizi*, (İstanbul: İ.Ü Yayınları),s.67.

⁷⁴ E. Ada, H.Soyuer,(1996), *Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Araştırma Raporu*,(İstanbul : İ.Ü. Yayınları), s.45.

- Kaliteli teknik personel yetersizliği,
- Özellikle ham maddeye ait teknik bilgi yetersizliği,
- Kereste kurutma işlemlerinin yetersizliği,
- Modern maliyet sistemlerine dayanan rasyonel bir sevk ve idare ile fiyat oluşumu eksikliği,
- Hammaddede israfın yüksekliği ve artıklardan oluşan büyük kayıp,
- Model değişim eksikliği ve kopyacılığın eksik örnekleri,
- Hammadde ve son üründe standart bir kalite eksikliğidir.

Ahşap mobilya endüstrisinde üretimin niteliği ve/veya niceliğini etkileyen bu sorunlara şunlarda eklenebilir.

- İyi bir planlama ve programlamanın olmaması,
- Ergonomik önlemlerin yetersizliği,
- Kereste ve ahşap levhaların depolanmasındaki teknik yetersizlik,
- İş sistemleri arasında malzeme taşıma sistemlerinde eksiklik ve aksaklıklar,
- Planlı bakım eksikliği nedeniyle makinelerin sık sık arızalanması,
- Çalışanların iş disiplinine uymamaları v.b.

Talep tahminindeki yanlışlar ve minimum-maksimum stok düzeylerinin seçimindeki isabetsizlikler üretim hızının sık sık değiştirilmesini zorunlu kılar. Bu durumda düşük kapasite ile çalışılır ve bu da görünmez bir maliyet oluşturur. Kapasitenin maksimum talebe göre planlanması durumunda, talebin düşük olduğu dönemlerde düşük kapasite olacağından, ürünün maliyeti kar getirmeyecek düzeye ulaşır. Üretim hızının sabit tutulabilmesi için stoklama

yapılarak, düşük talepte satışı artırıcı önlemler ve çalışma saatlerinin artırılıp azaltılarak maksimum kapasitenin altında bir düzeyde faaliyet gösterilir. Bu denge ancak kapasite planlaması ile sağlanabilir.

3.1.2.3 PAZARLAMA SORUNLARI

Daha önce de ifade edildiği gibi mobilyanın üstlendiği iki önemli fonksiyon vardır. Bunlardan ilki bir eşya, bir gereç olarak kullanım fonksiyonu, diğeri de oturulan mekanları süsleme ve kullanıcılarını prestij sağlama fonksiyonudur. Bu nedenle mobilya talebinde kişilerin gelir düzeyi gerekli fakat tek başına etkili olan faktör değildir. Bunun yanın da kişilerin içinde buldukları sosyal sınıfa, yöreye ve yıllara göre değişen ve gelişen zevk ve beğenilerine göre de mobilya talebinde farklılıklar olabilir.

Pazarlamada tüketiciye ulaşabilmek için çok çeşitli olan taleplerin ortaya çıkması ve tüketicinin talebi doğrultusunda mobilyanın dizayn edilmesi ve üretilmesi gerekir .Halbuki, Türkiye’de en küçük atölyeden en büyük fabrikaya kadar tüm endüstri, taklit mobilya üretmektedir. Yabancı kataloglarda, yada yurt dışındaki fuarlarda gördükleri modelleri taklit etmek suretiyle ürettikleri mobilyayı özgün mobilya olarak sunmaktadırlar. Piyasaya çıkan yeni modeller de diğ er atölyelerce hemen taklit edilip üretilmektedir.

3.1.3 MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE TALEP

Her işletmenin ana amacı, piyasadaki mevcut açık talebi karşılayacak veya mevcut talepten belli bir pay almaya yönelik olarak üretim yapacak bir fabrika veya üretim birimi kurarak kar sağlamaktır.

Amaç bu olunca, işletmenin uzun dönemde başarılı olabilmesi için talebin mevcut ve gelecekteki yapısının çok iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca talebin yapısı üretim planlamasında da önemli bir etkidir. Ürün yapısında esneklik getirmeyen bir üretim biriminde, üretim hatları daha statik olarak düzenlenip uzun dönemli planlamalar yapmak mümkün olabilirken, mobilya endüstrisi gibi ürün yapısı dinamik olan endüstrilerde üretim birimlerinin daha esnek olarak düzenlenmesi ve daha kısa dönemli üretim planlama çalışmalarının yapılması gerekir. Zira; ürün yapısı değişikliğine uyum

sağlayabilecek uygun üretim hatlarının oluşturulması zorunluluğu vardır. Bu nedenle, bir fabrikanın fiziki yerleşimi ve üretim planlaması aşamasında öncelikle sektörel yapının etüd edilmesi gerekmektedir.⁷⁵

Mobilya endüstrisinin çoğunlukla hammaddesi olan ağaç malzeme, demir, petrol, kömür gibi önemli bir doğal maddedir. Sayılan diğer hammaddelere kıyasla ağaç malzemenin yenilenebilir olması bakımında mobilya sektörü şanslı bir sektördür. Günümüzde bu hammaddeden on binden fazla eşyanın yapılabildiği saptanmıştır. Bu çeşitli ürünlere olan talep incelendiğinde aşağıdaki özellikler göze çarpar.

- Mobilya, parke, iç dekorasyon elemanları vb. ürünlere olan talep ertelenebilir bir tüketim türüdür.
- Mobilya talebini etkileyen en önemli faktörlerden bir diğeri ise nüfus karakteristikleridir. Türkiye gibi hızlı nüfus artışına sahip ülkelerde, mobilya talebi de bu artış paralelinde birikimli olarak artmaktadır. Ayrıca; tüketici nüfusun yaş dağılımı talebi etkilemektedir. 20-35 yaş grubundaki kişiler diğer yaş kategorilerine kıyasla daha çok mobilya satın alma eğilimindedirler. Türkiye genç nüfusa sahip olduğu için , bu önemli bir vurgudur. Zamanla yaş dağılımının değişmesi, mobilya talebini de etkileyecektir.
- Toplumun sosyo - kültürel yapısı ve dinamikliği; özellikle mobilya talebinin yapısında büyük önem taşır. Yakın zamana kadar, toplum nüfusunun büyük çoğunluğunun kırsal kesimde yaşadığı ve bu kesimin kendine has bir mobilya kültürünün olduğu ülkemizde, sanayileşme hareketleri ile birlikte kırdan kente büyük bir göç başlamıştır. Toplum yapısındaki bu değişme , kültür ve tüketim alışkanlıklarında da bir takım değişikliklere yol açmış ve bu gruba özgü bir yapı oluşmuştur. Bu grup geleneksel mobilya anlayışını terk ederek, modern anlamda mobilya kullanımına yönelmiştir.
- Mobilya sektörü, tekstil sektörüne benzer bir şekilde, bir moda ve stil sektörüdür. Çoğu üretici ve satıcı firmalarda, her yıl, hatta, daha kısa zaman periyodunda yeni bir tasarımın üretime sokulması veya piyasaya sürülmesi artık bir rekabet faktörü olmuştur.

⁷⁵United Nations,(1977), Furniture and Joinery Industries For Developing Contries, New York,s.382.

3.1.4 MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KAPASİTE SEÇİMİ

Kapasite bir yandan firmayı diğer yandan da ulusal ekonomiyi ilgilendiren önemli bir sorundur. Ekonomi literatüründe özellikle kapasite dendiğinde optimum işletme büyüklüğü önem kazanmaktadır. Alternatif işletme büyüklüklerinin üretim maliyeti ve dolayısıyla karlılık üzerindeki etkileri nedeniyle, bu konuda yatırım yapan girişimcinin beklentisinin gerçekleşmesi, önemli ölçüde seçilen kapasiteye bağlı olmaktadır. Konu ulusal ekonomi yönünden ele alındığında, öncelikle, kapasitenin kalkınma hızına etkisi etüt edilmektedir. Bu durumda en büyük kapasite mi yoksa vardiyalı bir sistemde düşük kapasiteden, maksimum verim alınması mı tercih edilmelidir?

Talep tahminleri yapımının en önemli amacının kapasite belirlenmesi olduğu söylenebilir. Ancak bir fabrikanın kapasitesini maksimum talebe göre belirlemek mümkün değildir. Amaç mevcut talebin hangi ölçüde, karı maksimize edecek şekilde karşılanacağını belirlemesidir. Kapasite belirlemek eldeki üretim faktörlerini optimize eden bir ölçek olarak düşünülmelidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde üretim kapasitesinin başlangıçta çok küçük tutulduğu ve bunun bir süre sonra artış talebi ile karşılaştığı bir gerçektir. Bunun en önemli nedenleri olarak sermaye yetersizliği ile talep tahminleri ve teknoloji seçimlerinde yeterli araştırmanın yapılmamış olması gelir.⁷⁶

3.2 MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KAPASİTE PLANLARININ UYGULANMASI

İlerleyen teknolojiye paralel olarak yükselen yaşam standardı yanında hızlı bir kalkınma ve gittikçe endüstriyel kentleşmeye doğru giden bir gelişme görülmektedir.

Bu gelişme içerisinde mobilya endüstrisi 1970 yılından bu yana beklenenin çok üzerinde bir gelişme göstermekte ancak, halen sağlıklı ve modern bir üretim teknolojisine girmemiş olmanın ve dolayısıyla arz-talep dengesinin zorladığı karmaşık bir duruma girmiş bulunmaktadır. Konut sektöründeki değişimler, kent nüfus artışı, tüketicinin bilinçlenmesi ve beklentilerinin değişmesi sonucu kalıplaşmış mobilya çizgisinin değişmesi de kaçınılmaz olmuştur. Mobilya endüstrisindeki bu değişim ancak üretim plan ve programlarının tam olarak uygulanabilmesi ile mümkün olacaktır.

⁷⁶ Rıfat İlhan,(1993) , Ağaç İşleri Endüstrisinde Fabrika Planlaması,(Ankara: H.Ü. Yayınları),s.50.

Uygulama çalışmasında ele alınan işletmenin genel birtakım özelliklerinin belirtilmesinin ardından, işletmenin mevcut ve gelecekteki talebi karşılayabilmesi için gereken kapasitesinin planlanması üzerinde durulacak, planlamada başvuru alan çarelerin hangisinin ekonomik olacağı, kapasite kararının verilmesi konusunda planlamacının kullanabileceği birtakım ipuçları üzerinde durulacaktır. Kapasite planlamada talep , arıza, işçi verimliliği, ıskarta gibi pek çok belirsizlik halinde belirsizliği olasılık hesapları ile incelemek ve problemi belli varsayımlarla çözüme ulaştırmak, maliyeti azaltmak ve zamandan kazanmak amacıyla planlama yapılırken simülasyon (benzetim) tekniği kullanılmıştır. Talep dalgalanmaları ve belirsizliği durumunda nasıl bir planlama yapılacağı, elde edilen sonuçların nasıl değerlendirileceği üzerinde durulacaktır.

3.2.1 UYGULAMA ALANI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Çalışmada uygulama alanı olarak seçilen mobilya fabrikasının kapalı üretim alanı 1435 m² 'dir. Bu alan idari binalar, sosyal tesisler, yeşil alanlar, ana ve ara yollar ile birlikte 7500 m²'ye ulaşmaktadır. Fabrikada 3 imalat şefi, 2 usta başı, 9 posta başı ve 56 işçi bulunmaktadır.

Fabrikanın orta ve yüksek gelirli tüketici sınıfına hitap eden ürünleri, artan nüfus nedeniyle giderek küçülen ve standart hale gelen konutlarda tasarrufu sağlayan, konutlarda yapı elemanlarının temelini teşkil eden, talebe göre kullanışlı kütüphane ve okul mobilyası üretilmektedir.

Bu mobilya fabrikasında üretilen mobilyalar "Primer Modüller "denilen modüllerden oluşmaktadır. Yapı elemanları dışında seri üretime uygun olan bu modüller tablo 3.5 ' de gösterilmiştir.

Seri üretim sistemini uygulayan mobilya fabrikasında Ana Üretim Planı her yıl aralık ayı sonunda yapılmaktadır. Esas olarak bütçe işlemleri için hazırlanan plan ile her ay üretilmesi gerekli minimum modül miktarı da belirlenmektedir.

Aylık üretim planının temel alındığı fabrikada, satış müdürleri her ayın satış tahminini önceki yılların satış trendi, sipariş seyri, mevsimsel dalgalanmalar ışığında iki ay önceden belirlemektedir. Üretim planlama şefi, bu tahmini

değerleri elindeki son üç yıllık satış miktarına göre irdelemekte, stokları ve ilave siparişleri de dikkate alarak aylık üretim planı oluşturmaktadır.

Aylık üretim planı hazırlandıktan sonra malzeme teminine geçilmekte ve malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) yapılarak gerekli siparişler verilmektedir. Yüksek fiyatlı malzemelerde temin süreleri belirtilerek uzun süreli olarak elde tutulmasına çalışılmaktadır. Zira satıcılar ödemelerde ayda %7'lik bir vade farkı almaktadır. Özellikle lamine kaplı yarı mamullerde günü gününe sipariş verilmeye çalışılmaktadır. Vida, somun, rondela, gibi malzemelerde ABC yöntemi kullanılmaktadır.⁷⁷

3.2.1.1 UYGULAMADA ÜRETİLEN ÜRÜNLER

Tablo 3.5 Ürün Kodları Ve Üretilen Ürünler

100	Mutfak Dolabı Modül
200	Kitaplık
300	Masa
400	Etejer
500	Pres kapı
600	Kabin

3.2.1.2 ÜRÜNLERİN PARÇA LİSTESİ

Tablo 3.6 Ürün Parça Listesi

100 (Mutfak Dolabı)	200 (Kitaplık)	300 (Masa)	400 (Etejer)	500 (Pres Kapı)	600 (Kabin)
MD Sol Yan	K Sol Yan	M Tabla	E Sol Yan	Pahş.İskelet	Ka Sol Yan
MDSağ Yan	K Sağ Yan	M Sol Yan	E Sağ Yan	P Üst Levha	Ka Sağ Yan
MD Üst	K Üst	M Sağ Yan	E Üst	P Alt Levha	Ka Üst
MDAlt	K Alt	M Ön	E Alt		Ka Raflar
MD Arkalık	K Arkalık	M Ara Kayıt	E Arkalık		Ka Kapak
MD Baza	K Baza		E Çekmece		
MD Sol Kapak	K Raflar		E Çekmece		
MD Sağ Kapak			E Çekmece		

⁷⁷ Nesime Acar, (1999), *Malzeme İhtiyaç Planlaması*, (Ankara: MPM Yayınları), s.45.

3.2.2 TALEP TAHMİNLERİ

Fabrikada tahminler sadece iç satışlar için yapılmaktadır. Fabrikada talep tahminleri yıllık olarak yapılmakta ve bir sonraki yılın talep tahmini ağustos ayında yapılmaktadır. Talep tahmini pazarlama- satış- muhasebe birimleri tarafından birlikte hazırlanmaktadır. Muhasebe departmanı bütçeleme için talep tahminine katılmaktadır. 100, 200, 400, 600 nolu ürün fabrikanın seri üretim yaptığı ana ürünlerdir . Bu ürün için tahmin yapılırken Ocak-Şubat aylarında üretimin yoğun olduğu Eylül-Ekim-Kasım-aralık ayları için üretim yapılmaktadır. Mart-Nisan-Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında satışlar kış aylarına göre daha azdır ve temmuz ayı izin ayı olduğundan bu ay üretim daha da azdır. Bu çalışmada talep tahmini için Zaman Serileri Analizi'nden Hareketli Ortalama Oran Yöntemi kullanılmıştır. Tablo 3.7'de sipariş ve talepleri içeren veriler verilmiştir.

Tablo 3.7 Siparişler Ve Aylara Dağılımı

Zaman Ürün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	200	200	300	400	300	300	400	400	50	200	100	100
200	100	100	100	100	100	80	50	50	40	100	100	100
300	20	20	15	20	20	10	10	5	5	10	30	30
400	40	40	30	40	40	20	20	10	10	5	60	60
500	500	500	500	600	600	500	500	500	100	500	400	500
600	80	80	80	80	60	80	60	80	10	80	60	60

3.2.3 ZAMAN ETÜDÜ

Zaman Etüdü; belirli bir işin unsurlarının zamanını ve derecesini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümlyerek o işin tanımlanan bir çalışma hızında yapılabilmesi için gereken zamanın saptanmasında kullanılan bir ölçme tekniğidir.⁷⁸

Fabrikanın zaman etüdü çalışmaları için İngiliz Taylor yöntemi, temponun belirlenmesinde ise Fransız Bedaux yöntemi kullanılmıştır.⁷⁹ Taylor; Kalifiye ve iyi eğitilmiş, normal hızda çalışan bir işçinin, belli bazı standart yöntemlere göre yapması için gereken zamanı standart zaman olarak belirlemiş ve değerlendirmeleri bu standart zaman üzerinden yapmıştır. Bedeux ise; Her işin standart süresini saptamış ve uygulamada temponun hesaplanmasında kullanmıştır.

3.2.3.1 STANDART SÜRELERE İLİŞKİN VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI

Daha etkin kapasite planlamasının ve işletmenin daha verimli çalışması amacıyla zaman etüdü çalışması yapılmıştır. Söz konusu amaca ulaşabilmek için gerçekleştirilmesi gerekli alt amaçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Gereksiz faaliyetlerden kurtulmak.
- Gerekli faaliyetleri en ekonomik şekilde düzenlemek.
- Uygun çalışma yöntemlerini standartlaştırmak.
- İş ile ilgili doğru standartları saptamak.
- Mevcut çalışma koşullarını iyileştirmek.
- İşgücünü eğitmek.
- Doğru planlama yapabilmek.

⁷⁸ Zuhal Akal,(1982), *İş Etüdü*,(Ankara: MPM Yayınları),s.30.

⁷⁹ R.M. Barnes, (1981), *Motion and Time Study:Desing and Measurement of Work*, (New York: John Willy and Sons Inc.), s.30.

Böylece üretim planlama ve kontrolü faaliyetinin ve fabrika düzenleme etkinliğinin yükseltilmesi sağlanmaktadır.

3.2.3.1.1 İŞ ÖLÇÜMÜNÜN TEMEL AŞAMALARI

İş ölçümünün uygulanabilmesi için gerekli iş sırası şu şekilde sıralanabilir.⁸⁰

- Etüd edilecek işin seçimi.
- İşin yapıldığı koşullarla ilgili tüm yöntemlerin ve hareketli elemanların kaydedilmesi.
- Her elemana ait zamanın en uygun iş ölçümü tekniğiyle ölçülmesi.
- Tempo ve toleransların belirlenerek standart zamanın bulunması.
- Bulunan standart zamanın uygulamada kullanılması için istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

3.2.3.1.2 İŞ ÖLÇÜMÜ TEKNİKLERİ

Genel olarak bilinen iş ölçümü teknikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.⁸¹

- Doğrudan ölçme.
- Faaliyet örnekleme.
- Standart bilgilerin sentezi.
- Analitik tahminler.

⁸⁰ Bülent Kobu,(1998), *Üretim Yönetimi*,(İstanbul: Birsen Yayınevi), s. 405.

⁸¹ Sevinç Üreten,(1997), *Üretim/İşlemler Yönetimi*,(Ankara: Bizim Yayınevi),s.480.

- Elemanter hareket standartları.

Bunlar içinde doğrudan ölçme, en fazla tanınan ve uygulanan tekniktir. Uygulamada da bu teknik kullanılmıştır.

Uygulama alanı olarak seçilen mobilya fabrikasında modüller ve parça sayısı tablo 3.8 'de verilmiştir.

Tablo 3.8 İş Ölçümü Yapılacak Modüller Ve Parça Sayıları

MODÜLLER	PARÇA SAYISI
Mutfak Dolabı	21
Kitaplık	30
Çekmece	16
Kabin	32
Masa	25
Toplam	124

Makinalarda iş ölçümü kolay olmasına rağmen el tezgahlarında iş ölçümü için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Çünkü işçilerin çalışma hızı (tempo) ; yetenek , tecrübe, yaş, psikolojik durum vb. faktörlere bağlıdır.⁸²

Oluşturulan standart zamana ait veri tabanıyla;

- İş istasyonlarının kapasiteleri belirlenerek, kapasite planlamanın yapılması ve kapasitedeki dengesizliklerin giderilmesi mümkün olabilecektir..
- Makinelerin yerleşimi daha etkin hale getirilebilecektir.
- İş istasyonları arası taşıma daha etkin hale getirilebilecektir.
- İşlem süreleri ve özellikle hazırlık sürelerinin neden olduğu ara stokları, hazırlık sürelerini minimuma indirerek müdahale etmek, iş istasyonları arasındaki stokları daha düşük bir düzeye indirmek mümkün hale gelmiştir.

⁸² Nesime Acar,(1998),Üretim Planlaması,(Ankara: MPM.Yayınları),s.280.

3.2.4 HAT DENGELMESİ

Ürüne göre düzenlenmiş iş yerlerinde iş istasyonlarının yüklerinin planlamasında, tezgahların seçiminde ve iş yükünün dağıtılmasında problemler ortaya çıkmaktadır. Hat dengelemeden amaç, oluşturulan iş istasyonlarının mümkün olduğunca eşit yüklenmesi yani işlem toplamlarının yaklaşık olarak aynı süreleri vereceği gruplamaların yapılmasıdır ki , böylece hat boyunca oluşan iş istasyonu sayısının ve aylak zamanların minimum olması sağlasın. Dengelenmiş hatlarda ise makine ve işçilikten maksimum yarar sağlanabilecek ve tüm merkezlerin eş zamanlı olarak faaliyette bulunmaları mümkün olacaktır.⁸³

Bu fabrikada aynı zamanda çok sayıda ürün üretildiğinden iş akışını basitleştirmek ve için tezgahlar arasında stok oluşmasını önlemek için Karma Modelli Hat Dengeleme Yöntemi uygulanmıştır.

- Karma hat dengeleme:

Açıklamalar doğrultusunda ürünlerin ortak iş akışları çizilerek her bir makinenin yükleme süresi gösterilmiştir. Bu doğrultuda hat dengeleme ürünlerin her makinede oluşturduğu toplam süre üzerinden yapılmıştır. Hat dengeleme göreceli pozisyon ağırlıkları Tekniği ile yapılmıştır. Helgerson ve Birnie tarafından geliştirilen göreceli pozisyon ağırlığı yöntemi diğer alternatif yöntemlere göre daha çabuk kabul edilebilir, iyi çözümler veren hızlı fakat yaklaşık bir yöntemdir. Burada amaç işlemleri iş istasyonlarına dengeli bir şekilde dağıtmaktır. Bunun için çevrim süresi hesaplanıp, pozisyon ağırlıkları büyükten küçüğe doğru sıralanarak iş istasyonlarına atama yapılmaktadır. Atama yapılırken sırasıyla iş akışı (öncelik), çevrim süresi ve pozisyon ağırlık dikkate alınmaktadır.⁸⁴

- Göreceli pozisyon ağırlığı:

Yıllık Toplam Zaman = Çevrim Süresi = 275 (gün/yıl) x günlük çalışma saati
(saat/gün)

⁸³ Nesime Acar, Semra Eştaş, (1991), Kesikli Seri Üretimde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, (Ankara: MPM. Yayınları), s.33.

⁸⁴ Aynı., s.47

Bilgisayar destekli çalışma sonucu iş istasyonu (storm Programı) sayısı ve denge kaybı bulunmuştur. Fabrikada iş ölçümü yapılacak tablo 3.9'de verildiği gibi 22 adet makine 8 adet ek tezgahı bulunmaktadır. Makine iş ölçümü oldukça kolaydır. El tezgâhlarında ise işçilerin çalışma hızı (tempo), yetenek, tecrübe, yaş, psikolojik durum vb. faktörlere bağlıdır.

Tablo 3.9 Fabrikada Bulunan Tezgahlar.

Tezgah Numarası	Tezgah Adı
1.	Ebatlama Tezgahı
2.	Kenar Yapıştırma Tezgahı
3.	Yatay Delik Tezgahı
4.	Yan El Delik tezgahı
5.	Radyüs Kenar Yapıştırma Tezgahı
6.	Dekopaj Tezgahı
7.	Freze Tezgahı
8.	El Freze Tezgahı
9.	El Delik Masası
10.	Kapı delik Tezgahı
11.	Baş Kesme
12.	Kapı Montaj Tezgahı
13.	Kapı Tutkal Tezgahı
14.	Şerit testere
15.	Planya Tezgahı
16.	Kalınlık Tezgahı
17.	Zımpara tezgahı
18.	Çoklu Delik Tezgahı
19.	Kabin Montaj Tezgahı
20.	Paketleme
21.	Kenar yapıştırma Tezgahı
22.	Montaj Tezgahı
23.	Montaj tezgahı
24.	El Delik Makinesi
25.	Çoklu Delik Tezgahı
26.	El Zımpara Tezgahı
27.	Paketleme
28.	Pistole Hattı
29.	Yüzey İşlem Tezgahı
30.	Kenar yapıştırma Tezgahı

Tablo 3.10 Tezgahların İşlem Süreleri

Ürün Kodu	Tez gah No	Tezgah Adı	İŞ 100	LEM 200	SÜ 300	RE 400	LE 500	RI 600	Süreler toplamı
300,		Boy kesme T.			5.80				
300		Radyüs Kenar T.			3.00				
300,500,0		Planya T.			2.00		5.80		
300		Kalınlık T.			1.90				
500		Presleme T.					5.00		
300		Kaplama Kesim T.			3.00				
300		Kaplama Ekleme T.			4.00				
300,400,500		Ebatlama	5.00		6.40	1.00	6.00		
100,200,400		Ebatlama	17.0	15.0		1.80			
500,600,		Ebatlama					1.60	4.00	
200,300,400		Kenar Kaplama T.		8.00	2.00	1.50			
100,600		Kenar Kaplama T.	7.00					5.20	
300		Dikey Freze T.			3.08				
200,300		Çoklu Delik T.		10.0	2.40				
500		Zincirli Freze T.					3.20		
300,700		Zımpara T.			7.00				
500,700		Şerit Testere T.					10.0		
500,700		Profil mak. T.					7.80		
100,400,600		EI Montaj T.	6.00			5.00		6.00	
700		EI Montaj T.							
200,400,		Montaj T.		15.0		5.00			
500		Yüzey İşlem Pistole					6.00		
500		Tutkal Sürme T.					1.90		
100,200,300		Paketleme	3.00	5.00	6.00				
400,600		Paketleme				2.00		3.60	
500		Freze T.					5.00		

Tablo 3.10'da verilen bilgiler ışığında her parçanın iş akışına göre iş istasyonlarında ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerin güvenilir olması için yeterli sayıda gözlem sayısı belirlenmiştir. Ölçümler sonucunda fabrikada üretilen tüm parçalara ilişkin standart zaman, makine hazırlık zamanları ve makineler arası taşıma zamanı belirlenmiş ve kullanılabilir hale getirilmiştir.

3.2.5 ANA ÜRETİM PLANININ (AÜÇ) HAZIRLANMASI

Siparişe göre çalışan firmalardaki AÜP müşteri siparişlerini kapsayan bir plan olarak tanımlanabilir. Siparişe göre montaj yapan firmalarda mümkün olan son ürün konfigürasyon sayıları sınırsız olabilir. Son ürün için çok seçeneğin bulunması, bu ürünün ne zaman bitirileceğini belirsiz hale getirir ve nihai ürün olarak stoklanmasını da riske sokar. Siparişe göre montaj yapan firmalar, ürünlerini oluşturan basit alt montajları yapmalı ve müşteri siparişi geldiğinde son şekli verilmelidir. Bu firmalar tipik AÜP yapmazlar. AÜP ünitesi bazı ürün serilerinin ürün ağacı listelerini yapar. Kullanım seçeneği talep tahmin oranlarına bağlıdır. Bunların planları da aynıyat stoklarının AÜP işle birleştirilip müşteri taleplerinde maksimum elastikiyet sağlayacak teknikte hazırlanırlar. Mobilyayı meydana getiren parçalar modeli geliştiren firmaca üretilir. Bu ürünler değişik bantlar üzerinde nihai ürün haline gelirler. Bunların büyük çoğunluğu manuel olarak çalışan montaj gruplarında son şeklini almaktadır Nihai ürün parçaları, firmanın değişik iş birimlerinde üretilmektedir.⁸⁵

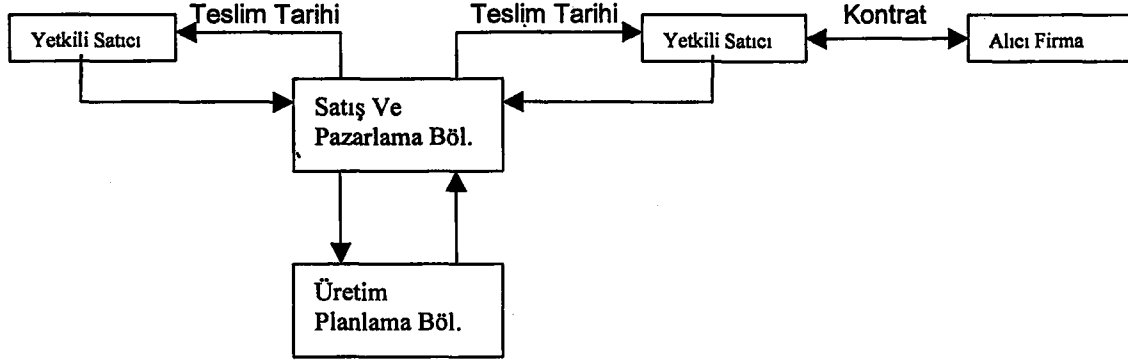
Müşteri siparişleri genellikle yurt içi kaynaklı olmakta. siparişler üzerine yapıştırılan barkot ile montajda, testlerde, paketlemede ve kayıtlarda gerekli bilgiler otomatik olarak toplanmaktadır.

Ürünlere olan talepler, inşaat sektörüne, sezona, devlet ve özel sektör yatırımlarına göre değişmektedir. Firma talepleri ihale şeklinde alınmaktadır. Yetkili satıcıların taleplerine karşılık zaman, fiyat gibi bilgiler girdi olarak toplanmaktadır. Bu taleplerin teklif şeklinde iptal edilme ihtimalleri olabilecektir. Bu nedenle programlamada talepler kesin ve kesin olmayanlar diye ikiye ayrılmıştır.

Müşteri taleplerini sipariş veya teklif yoluyla verirken satış bölümüne genellikle şu iki soruyu sormaktadır.

- X ürününden A miktarda ve B ödeme şartlarında istiyorum,
- X ürününün teslim süresi nedir?

⁸⁵ P. Higgins, Roy P.L.and Therney L.,(1980), *Manufacturing Planning and Control Beyond MRPII*,London,s.345.



Şekil 3.1 Müşteri Talep Yapısı

Tablo 3.11 Son Montaj Hattı Kapasite Bilgileri

Kod No	Tanım	Montaj Hattı tipi	İşçi Sayısı	ÇS/G	M.Mik./S-i	T.Mon./Saat	T.Mont./Gün
100	Mutfak Dolabı	Manuel	1	8	2	2	16
200	Kitaplık	Manuel	2	8	1	2	16
300	Masa	Manuel	2	8	1	2	16
400	Etajer	Manuel	2	8	2	4	32
500	Pres Kapı	Manuel	2	8	3	6	48
600	Kabin	Manuel	2	8	1	2	16

ÇS/G: Çalışma saati/ Gün

M.Mik./S-l: Montaj miktarı/ İşçi-Saat

T.Mon./Saat: Saatte top. montaj miktarı

T.Mont./Gün : Günlük toplam montaj miktarı

3.2.5.1 MODÜLER PARÇA LİSTESİ

Malzeme listesinin AÜP'de kullanımının bir yolu, AÜP'nin ikincil alt parçasından oluşturulmasıdır. Bir malzeme listesi yapımı tüm son ürün seçeneklerini oluşturabilecek yapıda olmalıdır. En çok kullanılan liste " süper liste"dir. Süper listeler, parçaların sayısını ana üretim programında sıralamak için birkaç modülü tek bir parça sayısı altında gruplandırmaktadır. Ana üretim çizelgeleme, malzeme listesi şeklinde yapıldığında daha basit, ancak her seçeneğin sipariş edilebileceği düşünülürse sipariş görevini daha kompleks hale getirir.

Tablo 3.12'de bir süper liste örneği gösterilmiştir. Örnekte daha önceki satışlardan elde edilen bilgilerle bazı parçaların belli yüzdelerle üretilmesiyle değişik seçeneklerin oluşturulabileceği görülmektedir. Ayrıca, bunların kendi içerisinde alt seçeneklere ayrılmasıyla bu sayı çok daha büyüyecektir. Bu sayının tamamını üretip stok yapmak yerine, daha düşük oranlarda üretilip sipariş geldiğinde son ürün oluşturulması faydalı olacaktır.

Tablo 3.12 Ürünlerin Parça Listesi (Süper Liste)

100 (Mutfak Dolabı)	200 (Kitaplık)	300 (Masa)	400 (Etejer)	500 (Pres Kapı)	600 (Kabin)
MD Sol Yan	K Sol Yan	M Tabla	E Sol Yan	Pahş.İskelet	Ka Sol Yan
MDSağ Yan	K Sağ Yan	M Sol Yan	E Sağ Yan	P Üst Levha	Ka Sağ Yan
MD Üst	K Üst	M Sağ Yan	E Üst	P Alt Levha	Ka Üst
MDAlt	K Alt	M Ön	E Alt		Ka Raflar
MD Arkalık	K Arkalık	M Ara Kayıt	E Arkalık		Ka Kapak
MD Baza	K Baza		E Çekmece		
MD Sol Kapak	K Raflar		E Çekmece		
MD Sağ Kapak			E Çekmece		

Buna ilaveten aynı montaj gruplarında montajı yapılan ürün çeşitlerine göre montaj kapasiteleri değişmektedir. Bu durum son ürün dosyasındaki bir kapasite katsayısı ile özelleştirilmiştir.

Tablo 3.13 Son Ürünün Kapasite Katsayısı İle Uyarlanması

Kodu	Ürün	Kap.katsayısı	Kap. Uyarlama	Eşitlenmiş Mik.
101	60'lık Mutfak Dolabı	1	50	50
102	90'lık Mutfak Dolabı	1.11	45	50
103	80'lik Mutfak Dolabı	1.25	40	50
104	60'lık Üst Dolap	1.5	33	50
105	40'lık Üst Dolap	1.66	30	50
106	Aspiratör Dolabı	2	25	50

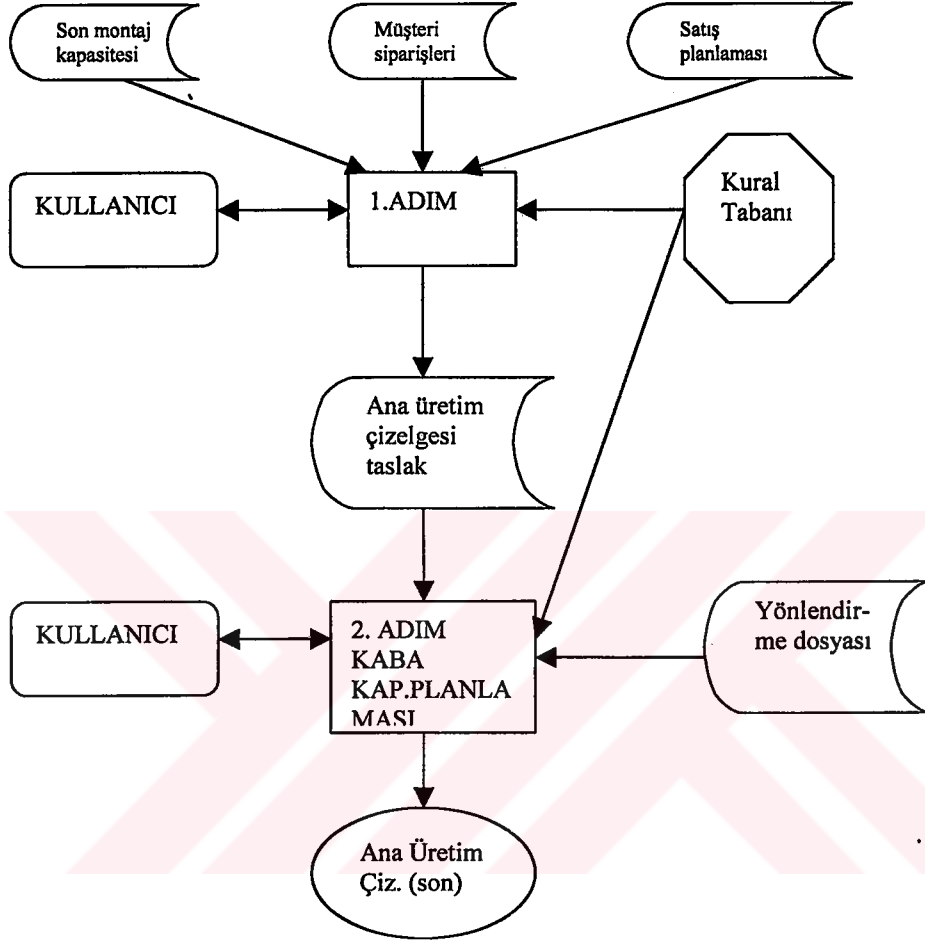
Tablo 3.13'de aynı montaj gruplarında montajı yapılan ürün çeşitlerine göre montaj kapasiteleri değişmektedir. Bu durum son ürün dosyasındaki bir kapasite katsayısı (kap. katsayısı) ile özelleştirilmiştir. Böylece nihai ürün montaj miktarı katsayı dosyasına göre eşitlenen değerler son montaj dosyasındaki kapasite ile belirlenmektedir. Yani bir montaj hattında çıkan birden fazla ürünün katsayılarla belirlenen değerleri ile hesaplandığında tüm montaj hattının kapasitesi belirlenmiş olmaktadır. Böylece katsayı yöntemi ile eşitleme sonuçları ayrı bir dosyada toplanmaktadır.

Montaj Grup kapasiteleri
Yıl:..... Hafta: 22 İşgünü:5

Grup	Ürün	Uyarlama	Fazla mesai
1	MD100	300
2

Şekil 3.2 Son Montaj Grubu Eşitleme

Kaba kapasite alt modülü olan manuel AÜP'nin hazırlanması sürecinde kural tabanlı olarak çalıştırılarak hazırlanmaktadır. AÜP'nin kural tabanlı olarak hazırlanması Şekil 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.3 Kaba Kapasite Ve Kural Tabanı İle İlişkilendirilmiş AÜP Hazırlığı
Kaynak: Ulusal Mobilya Kongresi, Ankara, 1999, s.428.

Tablo 3.14 Mobilya Endüstrisi İçin Hazırlanmış AÜÇ

Ana Üretim Çizelgesi

YIL:.....

Dönem: 13-24

Tarih: / /

Son Mont. Grubu	Ürün Mont. Kodu	Ürün Tasarımı	Kap. Kat. Say.	Talep Tipi	AY					
					13	14	15	16	17	18
1 MD100	MD100	TEK KAPAKLI MUTFAK DOLABI	1	TAHMİNİ SİPARİŞ TOPLAM	0	10	25	20	25	25
					24	20	30	35	40	35
					24	30	35	55	65	60
	MD101	İKİ KAPAKLI MUTFAK DOLABI	1.5	TAHMİNİ SİPARİŞ TOPLAM	20	20	20	25	31	35
20					30	20	25	41	25	
40					50	40	50	76	60	
MD102	ÜÇ KAPAKLI MUTFAK DOLABI	2	TAHMİNİ SİPARİŞ TOPLAM	10	10	10	15	20	30	
				25	25	15	20	30	15	
				35	35	25	35	50	45	
					154	175	165	200	203	240
					250	250	250	250	250	250
2 K100	K101	ÇİT KAPAKLI KİTAPLI	1	TAHMİNİ SİPARİŞ TOPLAM	0	10	20	20	20	25
					10	25	20	25	20	30
					10	25	40	45	40	55
	K102	DÖRT KAPAKLI KİT.	1.25	TAHMİNİ SİPARİŞ TOPLAM	0	25	25	30	30	30
					8	35	30	28	30	35
					18	60	55	58	60	65

1. Adımda hazırlanan talep tahminleri, nihai ürün emniyet stokları ve müşteri siparişleri gibi üretim miktarları, her periyot için nihai montaj kapasiteleri ile karşılaştırılır. Kural tabanı bu aşamada bazı önerilerde bulunur.

2.Adımda kaba kapasite modülü ile işbirliği yapılarak hesaplamalar AÜP'nin 1.adımının önüne geçmek için hesaplamalar yapılır. Kural tabanı burada yine devreye girer. Eğer bir iş istasyonunun yükü kaldırabileceğinden fazla ise ve buna yardımcı olacak başka istasyon yoksa, kullanıcı uyarılır. Eğer kullanıcı onay verirse AÜP yapılır. Aksi halde modifikasyon yapılır.

Tablo 3.14'de geliştirilen AÜP görülmektedir.. Kesinleşmiş üretim ,teklif ve tahminlerin toplamı nihai montaj hattındaki kapasiteyi aşmıştır. Montaj hattından çıkan miktarlar katsayıları ile çarpılarak montaj hattı kapasitesi belirlenmiş olur. Kapasite yetersizliği varsa bu durumda fazla mesai uygulanabilir.

3.2.5.2 AÜP'İN İYİLEŞTİRİLMESİ

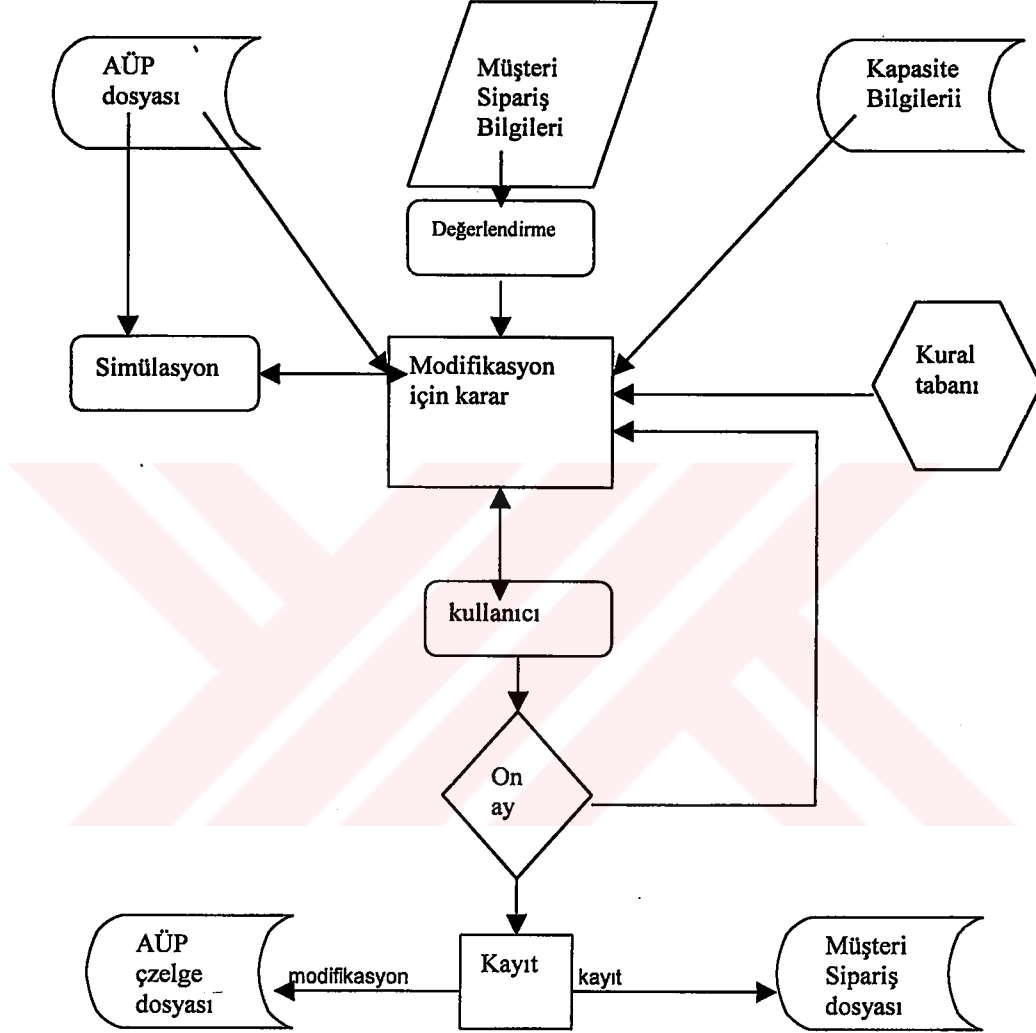
Bir müşteri siparişi geldiğinde, teslim şartları ve miktarlar hakkında müşteri sorularının cevapları, mümkün olan en kısa sürede ve en doğru şekilde verilmelidir. Mobilya endüstrisinde yaygın olan işletme yapısında çok değişik ürünlerin aynı yerde imal edildiği göz önüne alınırsa iyileştirmenin sağladığı avantajın çok büyük olacağı açıktır. Elbette ki hatalar olacaktır. İşte bu aşamada planlamacının yaptığı planı taklit edebilecek bir sisteme ihtiyaç vardır. Bu simülasyonun doğruluğu için kural tabanının uygun hazırlanmış olması önemlidir. İyileştirme ,⁸⁶

- Kesin müşteri siparişleri,
- Firmanın vaat ettiği teslim zamanı
- Müşterinin şirkete tanıdığı teslim süresi
- İhale talepleri (ihale sırasında kabul veya red edilebilir).

Şekil 3.4'de modifikasyon süreci görülmektedir. Bu simülasyonda onay çıkarsa ve kapasite uygun ise AÜP modifiye edilir. Eğer simülasyon sonucu olumsuz çıkarsa bu defa belirtilen zaman içinde nihai montaj kapasitesinin artırılıp arttırılmayacağı kontrol edilir. Şayet kapasitenin arttırılması mümkün

⁸⁶ Ulusal Mobilya Kongresi,(1999),(Ankara: H.Ü Yayınları)

değilse müşteri kaybetmek istenmiyorsa montaj hattındaki diğer ürünlerin durdurulması, ilave müşteri taleplerini reddetmemek için uygulanacak diğer yöntemlerde, montaj grup sayılarının veya işçi sayısının artırılması ve fazla mesainin yapılmasıdır.⁸⁷



Şekil 3.4 AÜP İyileştirme Süreci

Kaynak: Ulusal Mobilya Kongresi, (1999), Ankara, s.428.

⁸⁷ T.E.Vollman, Berry, (1978), Manufacturing Planning and Control Systems, (New York: Mc. Grov Hill.), s.789.

Tablo 3.15 'de Üretim Planlamanın yapılabilmesi için aylara göre dağılımı yapılmış sipariş bilgileri verilmektedir.

Tablo 3.15 Siparişler' Ve Aylara Dağılımı

Zaman Ürün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	200	200	300	400	300	300	400	400	50	200	100	100
200	100	100	100	100	100	80	50	50	40	100	100	100
300	20	20	15	20	20	10	10	5	5	10	30	30
400	40	40	30	40	40	20	20	10	10	5	60	60
500	500	500	500	600	600	500	500	500	100	500	400	500
600	80	80	80	80	60	80	60	80	10	80	60	60

3.2.6 KABA KAPASITE PLANLANININ HAZIRLANMASI

- Mutfak Dolabı Modülü Üzerinde Uygulama Kod No 100

Fabrikada MD100'ün tek bir hatta üretildiği ve makinaların sadece bu hatta ait olduğu durumda inceleme yapıldığı varsayımıyla kaba kapasite planlaması yapılmıştır. Tek ürün ağaçlı imalatta imalatın 5 (beş) operasyondan oluştuğu ve bu operasyonların beş işlem merkezinde yapıldığı simule edilmiştir.

	K.Ebatlama	Ebatlama	K.Kapla.	Montaj	Paketleme
○ İşçi					
İşlem Süresi:	5 dk/br	17 dk/br	7dk/br	6 dk/br	3dk/br
Üretim hacmi:	12ad/s	3ad/s	8ad/s	10ad/s	20ad/s
Çalışır Zaman:	15 dk/s	51 dk/s	21 dk/s	18 dk/s	9dk/s
Boş Zaman:	45 dk/s	9 dk/s	39 dk/s	42 dk/s	51dk/s
Toplam Zaman:	60 dk/s	60 dk/s	60 dk/s	60 dk/s	60dk/s

Her iş istasyonunda birer kişinin çalıştığı durumda verilere dayanarak iş istasyonunun adet/saat cinsinden üretim hacmi sırası ile,

$$\begin{aligned} 60/5 &= 15 \\ 60/17 &= 3 \\ 60/7 &= 9 \\ 60/6 &= 10 \\ 60/3 &= 20 \end{aligned}$$

Olarak hesaplanır. Üretim hattı kapasitesi en yavaş işleme tabi olduğundan 3 adet/saat'tir. Yani istasyon saatte 3 adet'ten fazla üretemez. Bu durumda A istasyonu her saatte 3 adet üreterek $3 \times 3 = 9$ dakika çalışacak ve geri kalan 51 dakika boş kalacaktır. Diğer istasyonların çalışır ve boş kapasiteleri benzer şekilde hesaplanarak sırası ile bulunur. Üretim Hattının verimi, bir ünite için harcanan toplam üretken zamanın toplam zamana oranından ibaret olup,

$$\text{Verim} = \frac{5+17+9+7+6+3}{5 \times 17} = \% 44$$

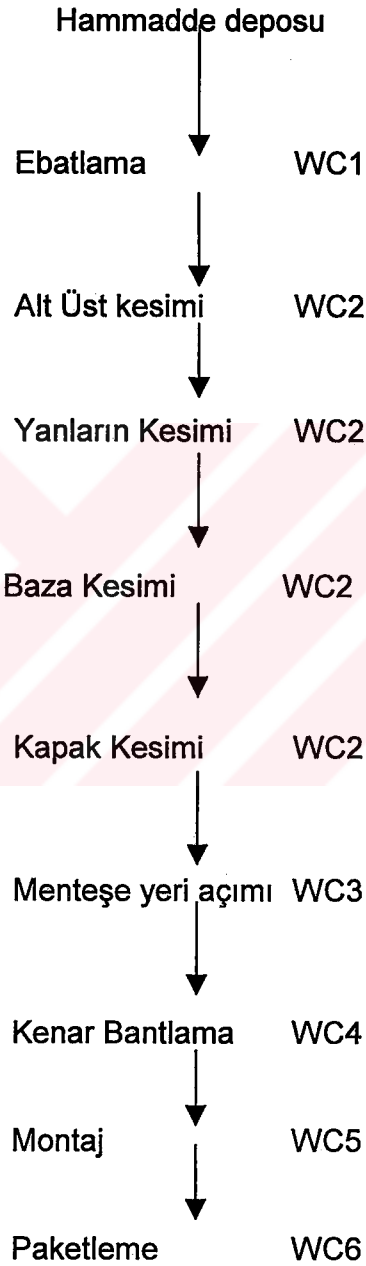
Olarak hesaplanır. Kapasite dengesizliği dolayısı ile kayıp $1 - 0.44 = \% 56$ dir. Talep üzerinde bir limit bulunmaması halinde en yavaş istasyona bir makine daha ilave edilerek kayıp en aza indirilebilir. Yada ilk makine diğer özellikleri aynı olan ikinci makinanın işlerini alarak kapasite dengelenebilir. Ek makine durumunda kapasite ;

$$\text{Verim} = \frac{5+8+9+9+7+6+3}{6 \times 9} = \% 70 \text{ olacak. Kayıp ise } \% 30 \text{ olacaktır.}$$

Makine arttırmaya devam edersek veya karma üretimde ortak makine kullanırsak;

$$\text{Verim} = \frac{5+4+4+5+4+7+6+3}{6 \times 7} = \% 90 \text{ olacak. Kayıp ise } \% 10 \text{ olacaktır.}$$

- Mutfak Dolabı Süreç Şeması(Kod no 100)



Tablo 3.16 İşlem Merkezleri Haftalık Kapasite

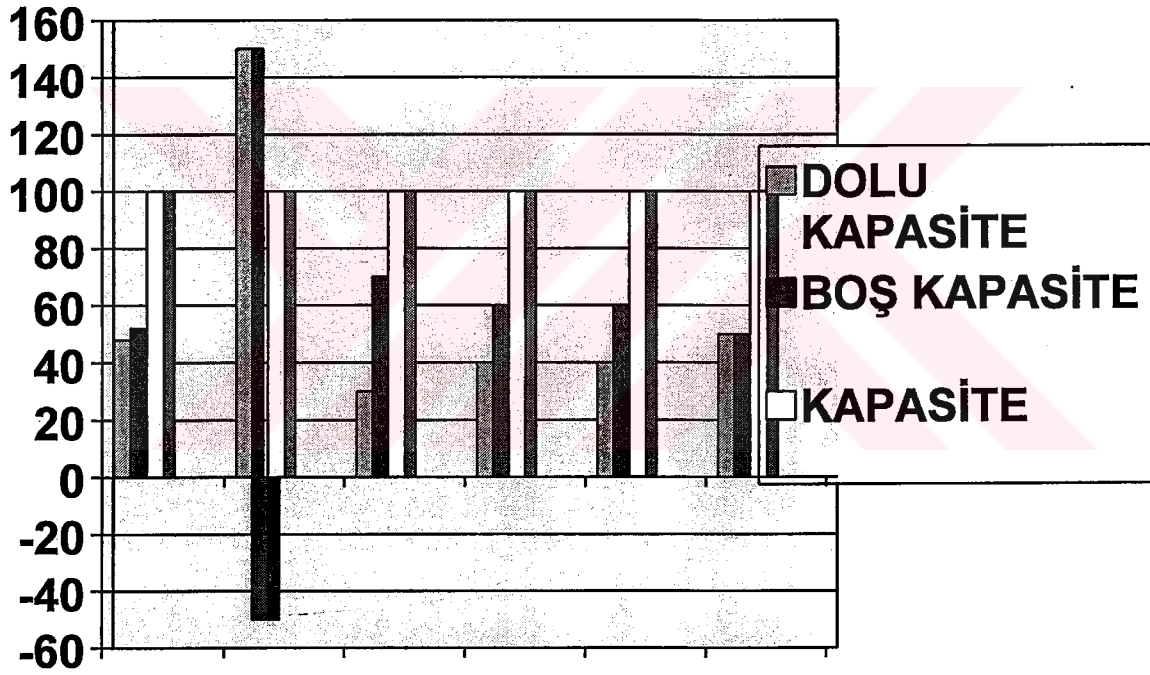
Operasyon	İş Merkezi WC	Süre(dk)	Haftalık Kapasite
1	WC1	5	2400dk/h
2	WC2	4	2400dk/h
3	WC2	5	2400dk/h
4	WC2	3	2400dk/h
5	WC2	5	2400dk/h
6	WC3	4	2400dk/h
7	WC4	3	2400dk/h
8	WC5	3	2400dk/h
9	WC6	6	2400dk/h

Tablo 3.17 İşlem Merkezleri İçin Toplam Süreler

Sipariş Miktarı	Operasyon	İş Merkezi WC	Süre(dk)	Toplam Süre
200	1	WC1	5	1000
200	2	WC2	4	800
200	3	WC2	5	1000
200	4	WC2	3	600
200	5	WC2	5	1000
200	6	WC3	4	800
200	7	WC4	3	600
200	8	WC5	3	1600
200	9	WC6	6	1200

İş Merkezlerinin Kaba kapasiteleri aşağıda hesaplanmıştır. Buna göre oluşan dar boğazın nasıl giderileceğine , nelerin yapılacağına planlama esnasında karar verilecektir.

İş Merkezleri	1	2	3	4	5	6
Kapasite	%48	%150	%30	%40	%40	%50



Şekil 3.5 Kaba Kapasite Planlaması

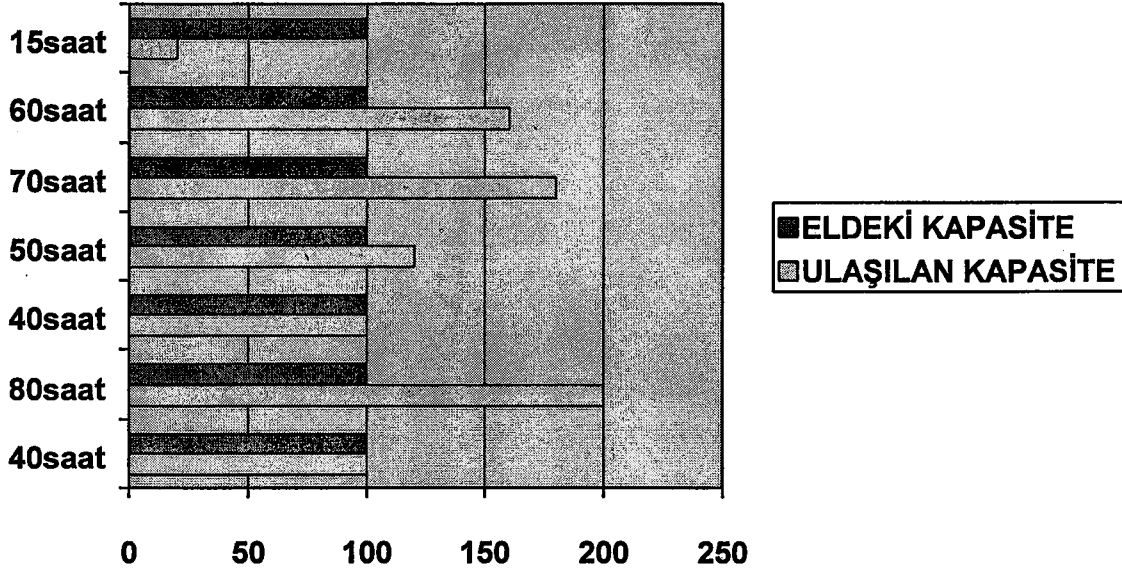
3.2.7 KAPASİTE İHTİYAÇ PLANLANININ HAZIRLANMASI

Kapasite ihtiyaç planlaması orta dönemli kapasite planlama sistemidir. İdeal olanı yeter kapasitenin elde edebilmesi için AÜP'nin sonuçlanması gerekir. Planlamada oluşturulan raporlar iş merkezince sipariş edilen malların üretimi için gerekli saatleri ve planlanan değerler için, üretim saatlerini vermektedir. Tablolarda sipariş notu ile ilgili detaylar verilmektedir. Raporda ayrıca programlanan üretim süreleri ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Rapordaki veriler haftalık zaman formatı ile gösterilmektedir ve programlanan saatler mevcut kapasitenin yüzdeleri olarak ifade edilmektedir. Burada X'ler siparişin içindeki yükleri gösterirken, X'ler sipariş için yüzdeleri ifade etmektedir. Ayarlamak gerektiğinde kapasite ihtiyaçlarının detayına ihtiyaç vardır. Kapasite ihtiyaç planlamasının cevapladığı sorular şunlardır,⁸⁸

- Tüm kapasite, MİP ve AÜP'den verileri alarak kapasite ihtiyaç planını hazırlamak için yeterli midir?
- Eğer tüm kapasite elde edilmiyorsa ne kadar ve ne zaman ek kapasiteye ihtiyaç duyulacaktır?

Şekil 3.6'da MD100 için KİP örneği sunulmuştur. Şekilde iş merkezinde siparişi verilen malların üretimi için gerekli saatleri ve planlanan değerleri için, üretim saatleri verilmektedir. Ayarlama gerektiğinde kapasite ihtiyaçlarının detayına ihtiyaç vardır.

⁸⁸ J.H. Greene,(1986), Production and Inventory Control Handbook, Mc Graw Hill.



Ürün Kodu: MD100 Ürün: Mutfak Dolabı Eldeki Kapasite:40 saat/hafta

Hafta	Saat	%0	%100	%200
2/5	40	XXXXXXXXXX		
2/6	80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/7	40	XXXXXXXXXX		
2/8	50	XXXXXXXXXX		
3/9	70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/10	60	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/11	15	XXX*		

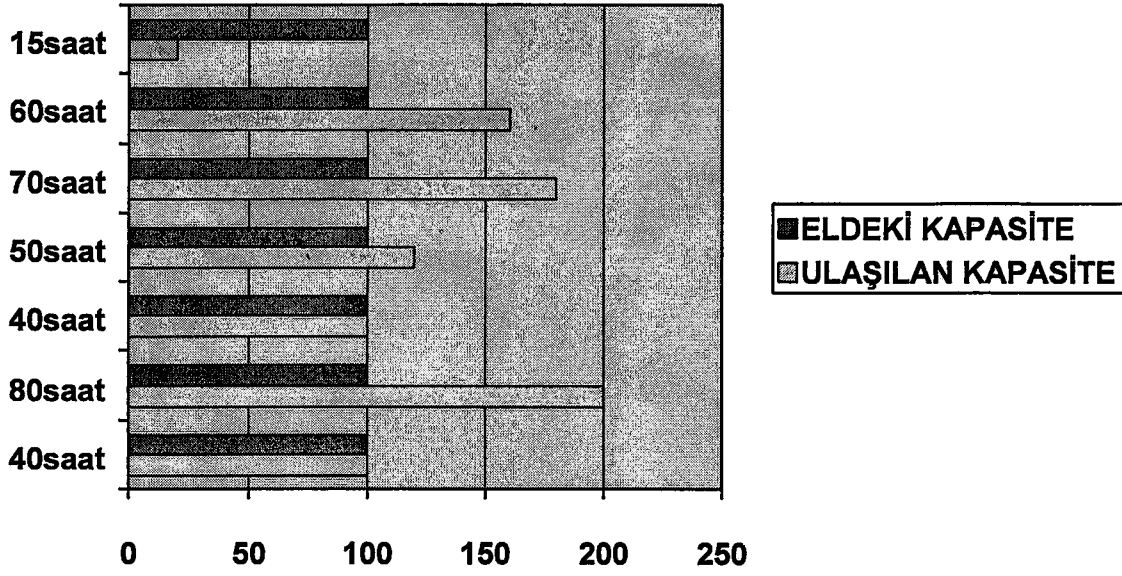
x*: Geri kalmış sipariş yükü

X: Planlanmış sipariş yükü

Şekil 3.6 Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği

Tablo 3.18 Detaylı KİP Örneği

Hafta	Saat	İş Merkezi 001-028, Bölüm 100 Parti Numarası	Emir No
2/6	21.0	100	1001
2/6	36.0	110	1111
2/6	10.0	120	1120
2/6	9.00	130	1130
2/6	25.0	140	1140



Ürün Kodu: MD100 Ürün: Mutfak Dolabı Eldeki Kapasite:40 saat/hafta

Hafta	Saat	%0	%100	%200
2/5	40	XXXXXXXXXX		
2/6	80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/7	40	XXXXXXXXXX		
2/8	50	XXXXXXXXXX		
3/9	70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/10	60	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/11	15	XXX*		

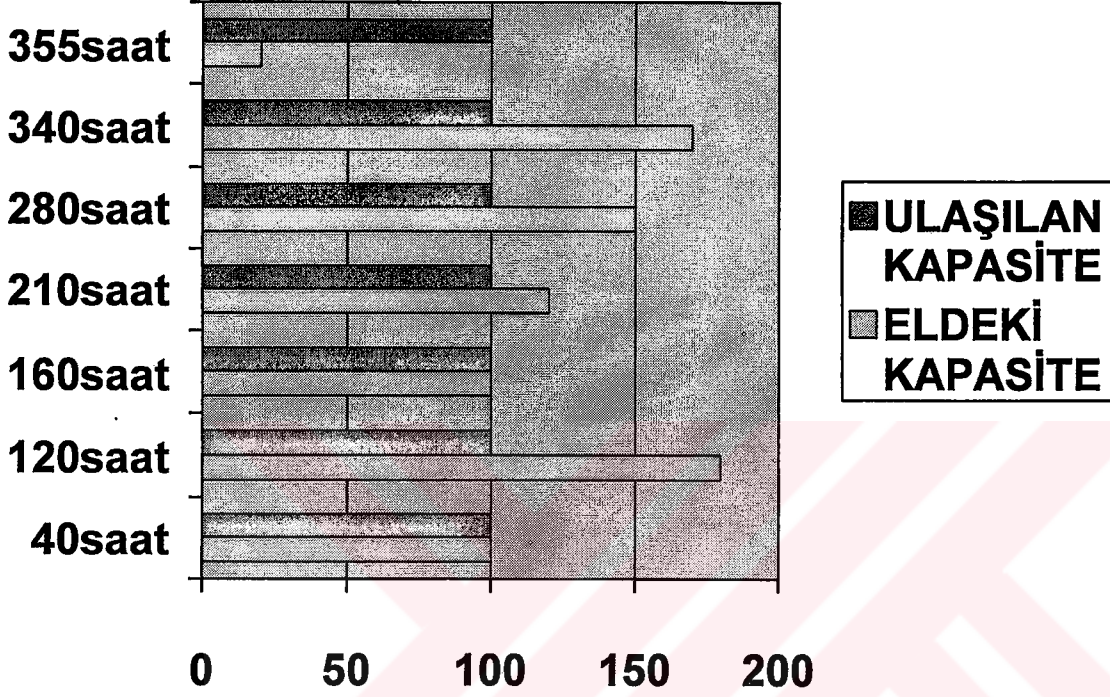
x*: Geri kalmış sipariş yükü X: Planlanmış sipariş yükü

Şekil 3.6 Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği

Tablo 3.18 Detaylı KIP Örneği

İş Merkezi 001-028, Bölüm 100			
Hafta	Saat	Parti Numarası	Emir No
2/6	21.0	100	1001
2/6	36.0	110	1111
2/6	10.0	120	1120
2/6	9.00	130	1130
2/6	25.0	140	1140

Tablo 3.18' de haftalık kapasite ihtiyaçları listesinde bir takım iniş ve çıkışlar olmasına karşılık yedi haftalık programda talep edilen kapasite ve temin edilen kapasitenin denge halinde olduğu görülmektedir. Bu raporlar esas alındığında herhangi bir kapasite önlemine gerek yoktur.



Ürün Kodu: MD100 Ürün: Mutfak Dolabı Eldeki Kapasite:40 saat/hafta

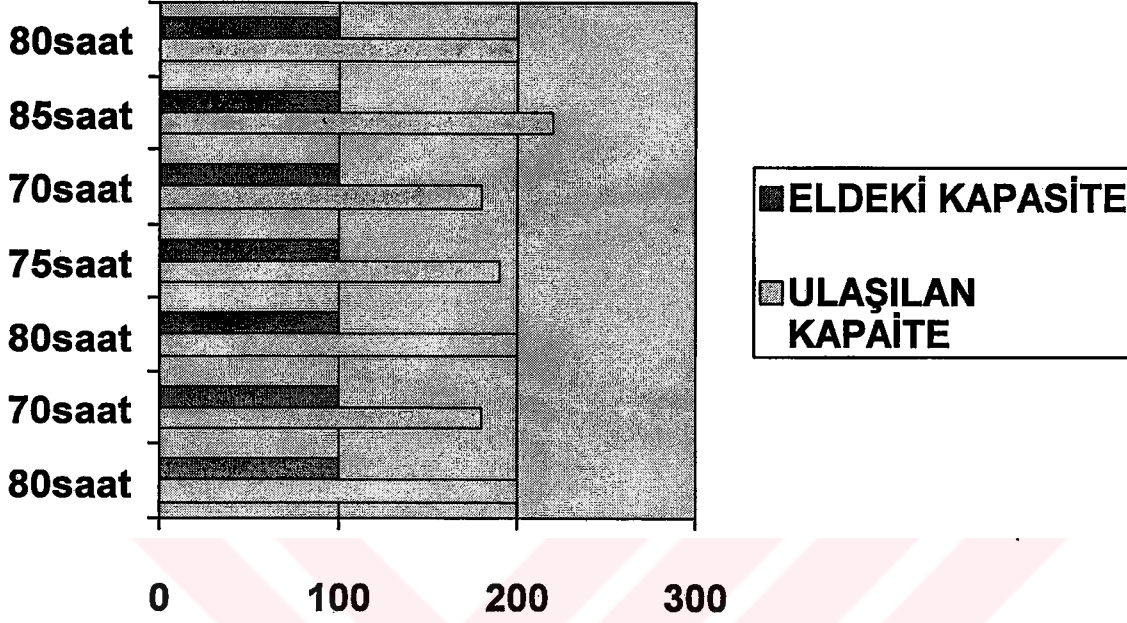
Hafta	Kümülatif Saat	%0	%100	%200
2/5	40	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/6	120	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/7	160	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/8	210	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/9	280	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/10	340	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/11	355	XXX*		

x*: Geri kalmış sipariş yükü

X: Planlanmış sipariş yükü

Şekil 3.7 Kümülatif Olarak Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği

Şekil 3.7'de kapasite ihtiyaçları kümülatif olarak analiz edilmiştir.



Ürün Kodu: MD100 Ürün: Mutfak Dolabı Eldeki Kapasite:40 saat/hafta

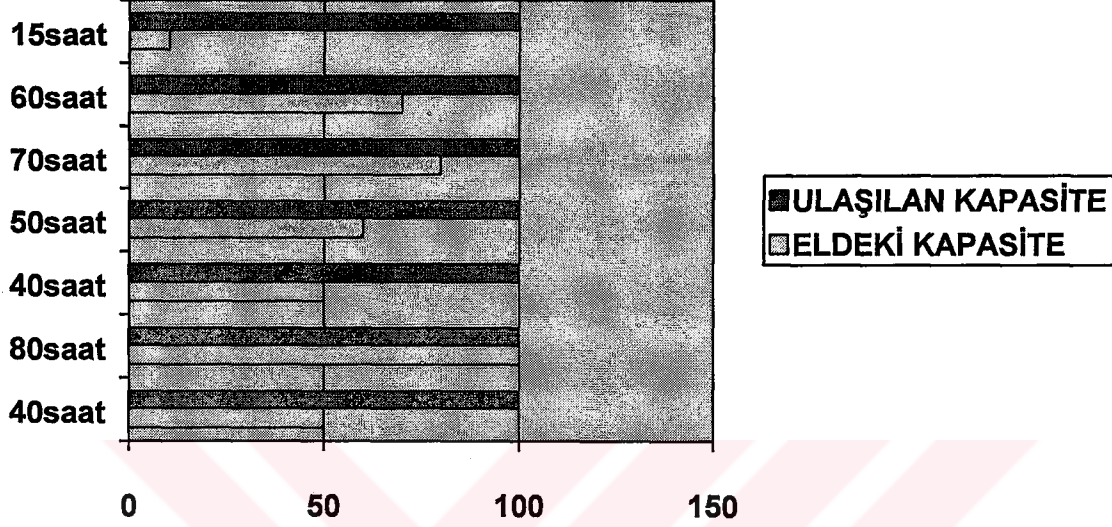
Hafta	Saat	%0	%100	%200
2/5	80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/6	70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/7	80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
2/8	75	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/9	70	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/10	85	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
3/11	80	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		

x*: Geri kalmış sipariş yükü

X: Planlanmış sipariş yükü

Şekil 3.8 Aşırı Yüklenmiş Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği

Şekil 3.8 'deki kapasite ihtiyaç planı irdelendiğinde, işletmenin 8 saatlik tek vardiya çalıştığı düşünülürse veriler, işletmenin ikinci bir vardiya ilavesi yapması yada işleri fason yaptırması gereği ortaya çıkmaktadır. İşletmenin böyle durumda fazla mesai uygulaması düşünülebilir.



Ürün Kodu: MD100 Ürün: Mutfak Dolabı Eldeki Kapasite:80 saat/hafta

Hafta	Saat	%0	%100	%200
2/5	40	XXXXX		
2/6	80	XXXXXXXXXXXX		
2/7	40	XXXXX		
2/8	50	XXXXXX		
3/9	70	XXXXXXXXXXXX		
3/10	60	XXXXXXXXXX		
3/11	15	X*		

x*: Geri kalmış sipariş yükü

X: Planlanmış sipariş yükü

Şekil 3.9. Az Yüklenmiş Kapasite İhtiyaç Planlama Örneği

Şekil 3.9'a bakıldığında mevcut kapasitenin çok yüksek olduğu (80 saat/hafta) ve düşürülmesi gerektiği için ikinci vardiyanın iptali gerekir. Böylece sipariş durumuna göre planlamacıların kapasite ihtiyacı kararını müzakere sonucu vermeleri kolaylaşmıştır.

KİP verilmiş olan çıktılarla belli bir periyotta herhangi bir üretim merkezinde ki üretim için kapasite ihtiyaçlarına karar verir.

KİP firmanın uzun dönemde makine ve ekipman kararının oluşmasına olanak verir. Bu teknik ilave vardiya, fazla mesai ve fason imalat gibi konulara genel bir plan oluşturma gibi fırsatlar yaratır. KİP'in amacı elde edilen veriler yardımıyla oluşturulan raporlarla kapasite gereksinimi ile fiili kapasitenin dengelenmesidir.

3.3 KAPASİTE PLANLASINDA SİMULASYON TEKNİĞİ

Simulasyon tekniği sistemin veya sürecin modellenmesini gerektirir. Önemli girdi, çıktı ve süreç değişkenleri modele dahil edilerek, geçmişe ilişkin mevcut veriler ya da hayali veriler, farklı kombinasyonlar, farklı talep düzeyleri, farklı fiyat düzeyleri, farklı iş öncelikleri modele yerleştirilerek sonuçlar gözlenir. Her seferinde girdi ve süreç değişkenleri değiştirilerek model birkaç kez çalıştırılır. Böylece karar verici ortaya çıkabilecek durumu görme olanağına kavuşur, Örneğin karar vericinin fabrika kapasitesini arttırmayı düşündüğü, ancak kapasiteyi ne kadar arttıracakını bilmediğini varsayalım. Ayrıca ek kapasitenin getirisinin ürünün gelecekteki fiyatı, pazar koşulları, tüketicinin satın alma gücü gibi faktörlerden etkileneceğini düşünelim. Bu kararın verilmesinde simulasyon tekniği kullanılabilir. Bu teknik, karar vericiye farklı faktör kombinasyonları için alternatif kapasite düzeylerinde sağlanacak getiriye görme olanağı verir. Simulasyon tekniğinin yararlı sonuçlar verebilmesi için, bu koşulların gerçek hayatta ortaya çıkma sıklığının modele aynen yansıtılmış olması gerekmektedir.⁸⁹

3.3.1 SİMULASYON TEKNİĞİ TANIMI VE KAPSAMI

Simulasyon tekniği, yöneticinin, bilgisayar kullanımı yoluyla karar vermesini kolaylaştırır. En yaygın tanımı şudur. Herhangi bir sistemin işleyişini anlamak veya bu sistemin işleyişi ile ilgili değişik stratejileri değerlendirmek için sistemin bilgisayar modelinin kurulması ve bu model ile deneyler yapılmasına

⁸⁹ Sevinç Üreten,(1997),Üretim Yönetimi, (Ankara:Bizim Yayınevi),s.107.

benzetim tekniği denir.Bu tekniğin uygulanmasındaki en önemli gerekçeler şöyle sıralanabilir ⁹⁰:

- Gerçek hayatta herhangi bir sistemi ve işlem dizisini gözleme ya olanaksız yada çok masraflı olabilir.
- Gözlemlenen sistem o kadar karmaşık olabilir ki bu sistemi matematiksel denklemlerle tanımlama ve sistem işleyişiyle ilgili tahmine yardımcı analitik çözümleri elde etme olanaksız olabilir.
- İrdelenen sistemin matematiksel modeli kurulabilse bile , modele çözüm getirmede gereken analitik teknikler yetersiz olabilir.
- Sistemi tanımlayan matematik modellerin doğrulanmasına yönelik deneylerin yapılması ya olanaksız yada çok masraflı olabilir.

Bu üstünlüklerinin yanı sıra , her teknikte olduğu gibi simulasyon tekniğinin de bazı dezavantajları vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır :

- Simulasyon modellerinin kullanımı bilgisayar gerektirmektedir. Bilgisayarsız bu modellerin kullanımı (çok küçük modeller hariç) olanaksızdır.
- Modelin tasarımı ve kullanımı zaman alıcı ve masraflıdır.
- Her benzetim modeli diğerinden farklıdır. Bunun sonucu olarak model doğrulaması çok dikkat isteyen ve zor bir iş olarak belirir.
- Simulasyon modelleri ile en iyi (optimum) sonuçları bulmak çok zordur. Bu ise simulasyon modellerinin çözülen modellerden çok deneysel modeller olmalarından kaynaklanır. Diğer bir deyişle , simulasyon tekniği seçeneklerin değerlendirilmesinde daha yaygın olarak kullanılır.

Simulasyon tekniği uygulaması, on iki değişik aşamanın gerçekleştirilmesini gerektirir. Bu aşamalar şu şekilde tanımlanmaktadır.

- Problemin tanımı: Gerçek problemin saptanması.

⁹⁰ Nesime Acar,Semra Estaş,(1998),Kesikli Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları,(Ankara: MPM Yayınları),s.123.

- **Sistemin tanımı:** Sistemin belirlenmesi ve irdelenmesi için gerekli sınırlamalar ve işleyiş ölçütlerinin saptanması.
- **Modelin tasarımı(kurulması):** Gerçek sistemin mantıksal akış şemasına dönüştürülmesi .
- **Modelin tercümesi:** Modelin bilgisayarlarca -anlaşılabilir bir dile çevrilmesi.
- **Programın doğrulaması:** Bilgisayar programının istediğiniz şekilde çalışıp çalışmadığının saptanması.
- **Modelin doğrulaması:** Modelden elde edilen sonuçların kabul edilebilir düzeyde doğru olduğunun belirlenmesi.
- **Stratejik planlama:** İstenilen bilgileri elde etmek için deney yapılması.
- **Taktiksel planlama:**Her deneyin ne şekilde yürütüleceğinin saptanması.
- **Deney:** Benzetim modelini kullanarak istenilen verilerin üretilmesi.
- **Yorum:** Üretilen verilerden sonuç çıkarılması.
- **Uygulama:** Model bulgularının kullanıma girmesi.
- **Belgeleme:** Model ile ilgili bilgilerin kayıtlara geçirilmesi.

3.3.2 MODELİN TANITILMASI

Uygulamada deterministik işlem süreleri ve değişken talep miktarları altında kapasite planlamasının değişimi incelenmiştir. Değişimin incelenebilmesi için öncelikle talepler düzenlenmiştir. Arena simülasyon programının başarılı olabilmesi için belleği zorlayan birtakım verilerde azaltmaya gidilmiştir. Sistemin performans ölçütü olarak;⁹¹

⁹¹ B.R. Sarker, J.A.Fitzsimmons,(1989),The Performans of Push and Pull Systems: Simulation and Comparative Study,s.17,18.

- Sistem zamanı,
- Sistemdeki ortalama parça sayısı,
- Sistemden çıkan parça sayısı,
- Toplam makine kullanım oranı ve
- Kapasite kullanım oranı alınmıştır.

3.3.2.1 MODELE İLİŞKİN VARSAYIMLAR

- Malzemenin muayene edilmeksizin kullanıma hazır olduğu kabul edilmiştir.
- Makinaların bakım onarım süreleri ihmal edilmiştir.
- Sistemdeki tüm kuyrukta FIFO (ilk giren ilk çıkar) kuralı uygulanmıştır.
- Sistemde işçi kısıtı yoktur.
- Parçaların ve partilerin makinalar arasında taşınmasında konveyör kullanmak yerine, rotalama yoluyla iş istasyonları arasındaki gerçek taşıma değerleri kadar gecikme yapılmıştır.

3.3.2.2 MODELİN PAREMETRELERİ

Modelin parametreleri aşağıdaki gibidir.

- İşlem süreleri dağılımı,
- Hazırlık süreleri,
- İş istasyonları arası taşıma süreleri ,
- Günlük kapasite,
- Günlük talep,
- Parti büyüklüğü.

3.3.3 SİMULASYON MODELLERİNİN ELEMANLARI

Simulasyon modellerinin elemanları; amaç, değişkenler, parametreler, fonksiyonel ilişkilerdir. Amaç simulasyon tekniğinin kullanımı sonucu elde edilecek beklentileri tanımlar. Değişkenler ise, sistemin işleyişine etki eden ve etkileri, amaç fonksiyonu ile ölçülen elemanlardır. Fonksiyonel ilişkiler modelin bileşenleri ile değişkenlerin etkileşimini tanımlar.

3.3.4 SİMULASYON MODELLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Simulasyon modelleri, yapıları dolayısıyla, aşağıda verilen özellikleri taşıyabilir:

- **Deterministik modeller:** Bu modeldeki değişkenler, rassal değişkenler değildirler. Aynı zamanda, işleyiş özellikleri dağılımları yerine kesin ilişkilerle belirtilirler. Bu modellerde ortama beklenen değerler kullanılır. Deterministik modeller, daha çok modelin doğrulaması aşamasında kullanılır. Çünkü, deterministik problemleri çözmeye analitik teknikler genellikle yeterlidir.
- **Rassal modeller:** Bu modellerde en az bir işleyiş özeliği olasılık dağılımı ile tanımlanmıştır. Rassal problemlerde rassal sayılar üretilerek bunlar deney ve gözlem yapmada ve rassal değişkenler üretmede kullanılır.
- **Statik ,dinamik modeller:** Statik modellerde zaman değişimleri göz önüne alınmaz. simulasyon modelleri dinamik modellerdir. Simulasyon modellerinde model elemanlarının etkileşimi zaman içerisinde incelenir.
- **Ayrıntılı, ayrıntısız modeller:** Modeldeki ayrıntı düzeyi modelleme amacına bağlıdır. Model eğer çok ayrıntılı olursa modelin kullanımı zorlaşır. Diğer taraftan ayrıntı düzeyi modelin gerçekçi olmamasına neden olabilir.
- **Sürekli, kesikli modeller:** Simulasyon modellerindeki değişkenler; Sürekli ve herhangi bir zamanda, kesikli ve herhangi bir zamanda,kesikli - belirli zamanlarda ve sürekli - belirli zamanlarda olmak üzere dört şekilde değişebilirler.

- Zaman birimi: Modellenen sistemin durumundaki değişiklikler iki zaman biriminde sistemin durumunu saptamakta kullanılabilir. Bu zamanlar arasındaki fark, küçük veya büyük olabilir.

Rassal sayı değişkenlerin üretilmesi simülasyon modelleri rassal ve dinamik özellikleri olan sistemlerin modellenmesinde ve bu modeller aracılığıyla bu sistemlerin çeşitli problemlerine çözüm getirmede kullanılır. Bu nedenle sistemin rassal giderlerinin gerçek hayata uygun olarak modelde üretilmesi gerekir.

3.3.5 SIMULASYON TEKNİĞİNİN KULLANILMASI

Alternatif sayısı çok olduğunda, bu problem için yapılacak simülasyon çalışmasında bilgisayardan yararlanılır. Bu simülasyonda girdi olarak her birisi belli bir zamanda atölyeye verilmesi gereken çeşitli işlerin sırası kullanılır.

Her iş ünitesi için değerlendirmeye esas teşkil edecek olan bir bilgi grubu vardır. Bu bilginin saptanması gerekir. Bu bilgi tecrübeye dayanılarak yapılan programlama çalışmalarında kullanılan bilginin hemen hemen aynısıdır.

- İş numarası ve iş emri numarası.
- İş üzerinde yapılacak işlemlerin sırası.
- Her işlemin standart tezgah numarası.
- İşin tamamlanma zamanı.
- Farklı tezgahlarda alınacak tedbirler.
- Parçanın malzeme ve ilk işçilik maliyeti vb.

Ayrıca bu özel durumdaki kararlara tesir edebilecek ve problemi simüle eden analistin ve yöneylem araştırması ekibinin lüzumlu göreceği diğer bilgiler hazırlanır, bunların hepsi test edilerek kararlarda kullanılır.

İmalat atölyesinde aynı cinsten birçok tezgah varsa bunları bir tek grup olarak kabul etmek problem değişkenlerinin sayısını azaltır. Simülasyonda problemin yapısının uygun olarak seçilecek zaman dilimleri içinde, her iş ve makine grubunun durumu önemli yer tutar. Her zaman diliminde ve her yeni durumda problem yeniden uygulanır. Bu karar kriterlerinin tatbiki bilgisayarlar aracılığıyla kısa zamanda yapılır.

Bu kriterlerin testi bilgisayar programına bağılı olarak tezğah kullanma, boş zaman, fazla mesai, ortalama bekleme hattı uzunluğu, geciken işlerin sayısı vb. sonucu bir takım kararlar alınır.

3.3.6 SİMULASYON TEKNİĞİNİN ARENA PAKET PROGRAMI ÜZERİNDE UYGULANMASI

Yöneylem araştırmalarında Arena 2.2 paket programı yaygın olarak kullanılmaktadır. Arena paket programının uygulamada simulasyon tekniğinde kullanılmasının en büyük nedeni paket programın animasyon içeriğinin olması ve kullanım kolaylığıdır. Arena 2.2 üzerinde modelin tasarımı veya üretim tesisinin bilgisayar ortamına nakledilmesinde Autocad tasarım programı, verilerin girilmesinde ise Siman simulasyon dili kullanılmıştır.

Uygulamada simulasyon tekniğinin tam anlaşılmasını sağlamak ve tüm modüllerin simülasyona dahil edilmesi bellek yetersizliği nedeniyle olanaksız hale gelmesi ve bu nedenle bellek kısıtını zorlayan verilerde azaltıma gidilerek üretim tesisine ait tek hat üzerinde "Mobilya Hazırlama" başlığı altında Arena2.2 programı kullanılmıştır. Bellek kısıtını zorlayan verilerin aşağıdaki şekilde azaltılması yoluna gidilmiştir.

- Talep miktarının günlük değerlerini girmek yerine, modüllerin talep dağılımları bulunarak dağılımların parametreleri girilmiştir.
- Fabrikada zaman etütleriyle belirlenen deterministik işlem süreleri yerine gösterdikleri istatistiksel dağılım parametreleri kullanılmıştır.

Uygulanan modelde; levhadan uzun ve kısa tip parçaların oluşturulup bu parçaların ayrı ayrı işlemi ve montajı ele alınmıştır. İş merkezlerine ait işlem süreleri istatistiksel dağılımlara tabi tutulmuştur. Simulasyon koşum süresi 480 dakika olarak alınmıştır. Modelin iş akışı;

Uygulanan simulasyon tekniği çalışmasının amacı belirlenen koşullar altında üretim sistemi ile sistemin performans ölçütlerine olan etkilerinin gözlenmesidir. Performans ölçütleri olarak;

- Sistem zamanı,
- Sistemdeki ortalama parça sayısı,
- Toplam kuyruk uzunluğu ve
- Toplam makine kullanım oranı alınmıştır.

şekil 3.10 'da modelin Arena 2.2 paket program üzerinde Autocad yardımıyla uygulanması görölmektedir. Üretim tesisi üzerinde yapılan zaman etütleri verileri burada program girdilerini oluşturulmaktadır. İş etüdü sonucu elde edilen girdiler;

- İş merkezi hazırlık süresi dağılımı,
- İş merkezi işlem süresi dağılımı,
- Ara stok,
- Kuyrukta bekleme zamanı dağılımı,
- İş merkezi kapasiteleri,
- İşgücü yüklemeleri,
- Çevrim süresidir.

Bu verilerin Arena2.2 paket programına Siman simulasyon dili ile kaydedilmesi ve programın animasyon özelliği yardımıyla run (alıştırma) edilmesi sonucu tablo 3.19 'daki çıktılar elde edilir. Tablo 3.19 elde edilen simulasyon sonucu ;

- Makineler arası kuyruk zamanı,
- Ara stok zamanı,
- Kapasite,
- Kapasite kullanım oranı,
- Simulasyon alıştırma zamanı,
- Sistenden çıkan parça sayısı,
- Sistemdeki fire oranı,
- Yüzde olarak makine yükleri(Boş-Meşgul) sayılabilir.

Tablo 3.19 Simulasyon Sonucu

ARENA Simulation Results
 - - License #9400000

'Summary for Replication 1 of 1

Project: Mobilya Hazirlan Run execution date: 6/10/2001
 Analyst: Ali Insan Kaya Model revision date: 6/ 7/2001

Replication ended at time : 1270.46

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
Sealer_R_Q Queue Time	1.7339	1.0330	.00000	3.3541	405
Rework_R_Q Queue Time	271.01	.71007	.00000	609.98	23
Salvaged Parts-Ta	390.07	.50334	101.91	714.76	19
Scrap-Ta	172.63	.37027	76.343	345.75	3
Part B Prep_R_Q Queue	44.713	.61094	.00000	105.34	176
Part A Prep_R_Q Queue	6.6091	.99420	.00000	29.304	233
Shipping-Ta	38.380	.71304	9.9820	117.85	366

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
# in Rework_R_Q	8.1959	.51469	.00000	17.000	15.000
Part A Prep_R Busy	.81448	.47726	.00000	1.0000	1.0000
Part B Prep_R Availabl	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
# in Sealer_R_Q	.55717	1.3448	.00000	4.0000	2.0000
# in Part A Prep_R_Q	1.2302	1.2058	.00000	6.0000	2.0000
Sealer_R Available	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Part A Prep_R Availabl	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Rework_R Available	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Sealer_R Busy	.80924	.48552	.00000	1.0000	1.0000
Rework_R Busy	.98472	.12458	.00000	1.0000	1.0000
Part B Prep_R Busy	.85032	.41955	.00000	1.0000	.00000
# in Part B Prep_R_Q	6.1943	.77516	.00000	19.000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Salvaged Parts_C	19	Infinite
Scrap_C	3	Infinite
Shipping_C	366	Infinite

Simulation run time: 5.72 minutes.
 Simulation run complete.

Model üzerinde simulasyon tekniği kullanılarak, değişik koşullarda sistemin davranışı gözlenmektedir. Koşullar değiştirildikçe örneğin aşırı yüklenmiş makine yerine yeni makine ya da ilave makine alımı sonucu sistemde ne gibi değişim olduğu az zamanda ve az bir maliyette görülebilmektedir. Uygulamada simulasyon tekniğinin anlaşılabilmesi için model basite indirgenmiştir, bununla beraber çok kapsamlı modellerde belirli kısıtlar dahilinde olumlu sonuçlar almak mümkündür.

Sonucu incelediğimizde; Simulasyon çalıştırma zamanının 5.72 dakika ve talebin 2000 birim ürün olduğu göz önüne alındığında, bu süre içinde tamamen bitmiş ürün sayısının 366, halen üretimde olan ürün sayısının 19 ve hatalı ürün sayısının 3 olduğu görülür. Simulasyon süresi ve talebi değiştirmek simulasyon operatörünün elindedir. Çünkü veriler değiştikçe rakamlar değişmektedir. Burada elde edilen sonuç tablosunda parçaların kuyrukta bekleme sayıları (tally variable), makine yüklemeleri (change variable) istatistiksel olarak verilmektedir. Bu istatistik veriler yardımıyla hangi iş merkezinde ne oranda kuyruk oluştuğunu ve hangi makinanın ne kadar yüklendiğini gözlemek ve buna göre kapasite planlaması çerçevesinde çözüme gitmek gerekmektedir. Tablodaki örneğimizde Ebatlama iş merkezinde ve montaj hattında aşırı yüklenme olduğu sonuç istatistik raporlarında gözlenmiş ve bu hatlarda ek makine alımına karar verilmiştir. Simulasyon işlevini bu noktada tamamlamaz, yeni makinelerin alımı sonrası yeni sonuç raporunu yöneticilere sunar, çeşitli alternatif önerilerini (vardiya, fason vb.) dikkate alarak yöneticilere işletme stratejisi açısından olumlu kararlar almasında yardımcı olur.

4.SONUÇ

İşletmelerin uluslararası boyut kazanması, kalite ve zamana bağlı rekabetin ön plana çıkması gibi nedenlerle, işletmelerin varlıklarını ve rekabetçi konumlarını sürdürmeleri açısından işletme yönetimi alanında verilen kararların önemi artmıştır. Global pazarda rekabet yeteneği olan işletmelerin ortak özelliklerine bakıldığında, bunların bir çok alanda geleneksel yaklaşımları terk ettikleri görülmektedir.

Kapasite planlaması uzun vadeli özellik taşıyan, işletmenin rekabet gücünü etkileyen stratejik karardır. İşletmenin denetleyebileceği önemli bir kaynak olan kapasitenin kurulması için büyük bir sermaye yatırımı gerekir. Bu nedenle uzun vadeli üretim kapasitesinin nasıl sağlanacağı konusu üretim stratejisinin unsurlarından birini oluşturmaktadır. Kapasitenin sağlanabilmesi için verilmesi gereken kararların uzun dönemde etkileri vardır. Hatalı kararlar yıllar boyu sürecek olumsuzluklar getirir. İşletmelerde yatırım üzerinden getirinin önemli bir kriter olması nedeniyle, kapasite planlama kararlarının yol açtığı maliyetler ve sağlayacağı getiriler dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Yeni kurulacak bir işletmede veya faaliyet halinde olan işletmeler de zaman zaman kapasite değişikliklerine gitmeleri gerekebilir. Kapasite değişikliklerinin miktar ve zamana ilişkin kararların sistematik bir süreç içinde verilmesi yararlı olacaktır. Bu sürecin aşamaları:

- Mevcut kapasitenin belirlenmesi,
- Tüm ürünler için kısa ve uzun dönemli kapasite ihtiyaçlarının öngörülmesi,
- Gelecekteki kapasite ihtiyaçlarının karşılanması için alternatiflerin belirlenmesi,
- Kapasite alternatiflerinin değerlendirilmesi ve bunlar arasından seçim yapılması.

Günümüzde kapasite seçimi kararları dinamik yapıya kavuşmuş ve değişen koşullarda tekrar gözden geçirilerek düzenleme yapılması gerekli duruma gelmiştir.

Skinner işletmelerin, maliyet, kalite, esneklik, yeni ürün, hızlı teslimat, düşük yatırım gibi alanların tümünde mükemmel olmayı hedeflemelerinin gerektiğini ileri sürmüş, işletmenin amaçlarına en büyük katkıyı yapacak sınırlı bir dizi süreç üzerinde odaklaşmayı önermiştir. Odak kavramı tesis içinde tesis mekanizmasının hayata geçirilmesi ile mümkündür. Bu tesis içinde tesis şeklinde tanımlanan üretim birimleri, aynı çatı altında olsalar da kendi örgüt ve

süreç yapılarına; makine, araç ve insangücüne; işgücü yönetim politikalarına; üretim denetim yöntemlerine sahip olacak ve birbirinden bağımsız hareket edeceklerdir. Böylelikle işletmelerin herbir unsuru için en uygun çalışma düzeyi yani optimum kapasite düzeyi belirlenebilecek odak kavramı, işlemsel düzeye taşınmış olacaktır.

Gelecekte üretim tesisleri büyük bir olasılıkla süreç ve kapasite açısından odaklaşmış bir tesis niteliği taşıyacaktır.

Talep tahmininin en önemli amacının kapasite belirlenmesi olduğu söylenebilir. Amaç; mevcut talebin, hangi ölçüde karı maksimize edecek şekilde karşılanacağını belirlenmesidir. Kapasite belirlemede eldeki üretim faktörlerini optimize eden bir ölçek olarak düşünülmelidir. Özellikle gelişmiş ülkelerde üretim kapasitesinin başlangıçta çok küçük tutulduğu ve bunun bir süre sonra artış talebi ile karşılaştığı bir gerçektir. Bunun en büyük nedenleri olarak sermaye yetersizliği ile talep tahminleri ve teknoloji seçiminde yeterli araştırmanın yapılmamış olmasıdır.

Talep tahminindeki yanılgılar ve minimum-maksimum stok düzeylerinin seçimindeki isabetsizlikler üretim hızının sık sık değiştirilmesini zorunlu kılar. Bu durumda düşük kapasite ile çalışılır ve bu da görünmez bir maliyet oluşturur. Kapasitenin maksimum talebe göre planlanması durumunda, talebin düşük olduğu dönemlerde düşük kapasite olacağından, ürünün maliyeti kar getirmeyecek düzeye ulaşır. Üretim hızının sabit tutulması için stoklama yapılarak düşük talepte satışı artırıcı önlemler ve çalışma saatlerinin artırılıp azaltılarak maksimum kapasitenin altında bir düzeyde faaliyet gösterilir. Bu denge ancak kapasite planlaması ile sağlanabilir.

Kapasite bir yandan firmayı diğer yandan da ulusal ekonomiyi ilgilendiren önemli bir sorundur. Alternatif işletme büyüklüklerinin üretim maliyeti ve dolayısıyla karlılık üzerinde etkileri nedeniyle, bu konuda yatırım yapan girişimcinin beklentisinin gerçekleşmesi, önemli ölçüde seçilen kapasiteye bağlıdır.

Mobilya endüstrisi işletmelerinin yapısı genel olarak incelendiğinde; Bu işletmelerin % 98'inin küçük ölçekli işletmelerden oluştuğu ve bu işletmelerde kapasite kullanım oranının %57 olduğu istatistiksel bir gerçektir. Kapasite kullanım oranının bu derece düşük olmasının en büyük sebebi Talep yetersizliği, planlamanın yapılmaması, finansman yetersizliği, kaliteli malzeme yokluğu, kalifiye işgücü bulamama sayılabilir.

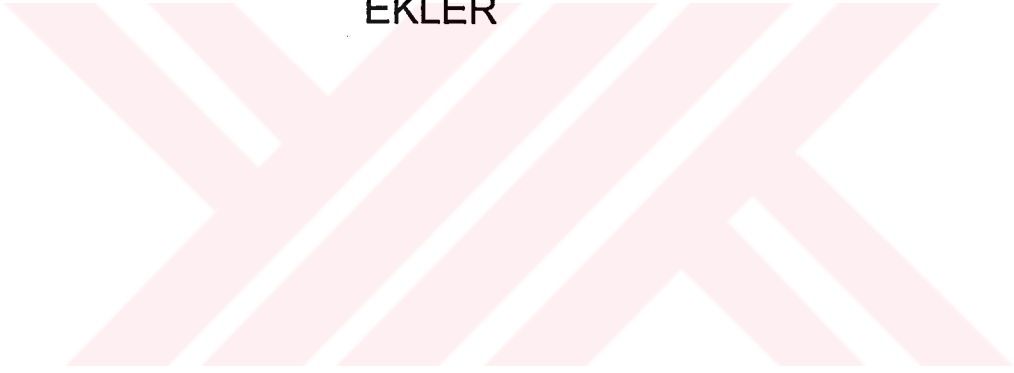
Mobilya endüstrisinin kapasite kullanım oranının artışını engelleyen sorunları temelde üç başlık halinde özetleyebiliriz.

- Endüstrinin temel girdilerin niteliksel ve niceliksel olarak sağlanmaması,
- Üretilen ürünlerin gerek nitelik ve gerek nicelik olarak yetersiz olmasına sebep olan üretim sırasındaki eksiklik ve aksaklıktan kaynaklanan sorun,
- Ürünlerin talep ve pazarlamasından kaynaklanan sorundur.

Mobilya endüstrisinde kapasite kullanım oranını arttırmak amacıyla öncelikle verimliliğin artırılması, üretim planlamanın yapılması, kalitenin ve satış organizasyonunun geliştirilmesi, haksız rekabetin ve kayıt dışı ekonominin önlenmesi, benzer iş kollarına yatırımın yerine, bunları destekleyen daha spesifik alanlara yayılmanın ve yeni teknolojiye dayalı yatırımlara girmenin yolları aranmalıdır.

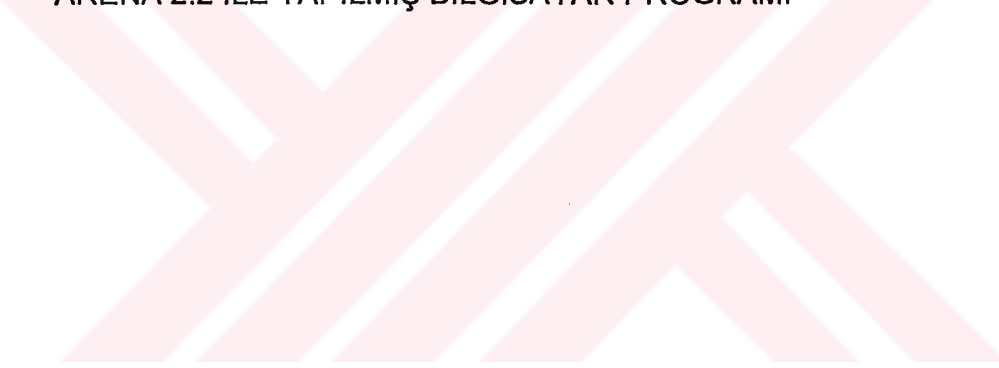


EKLER



EK – 1

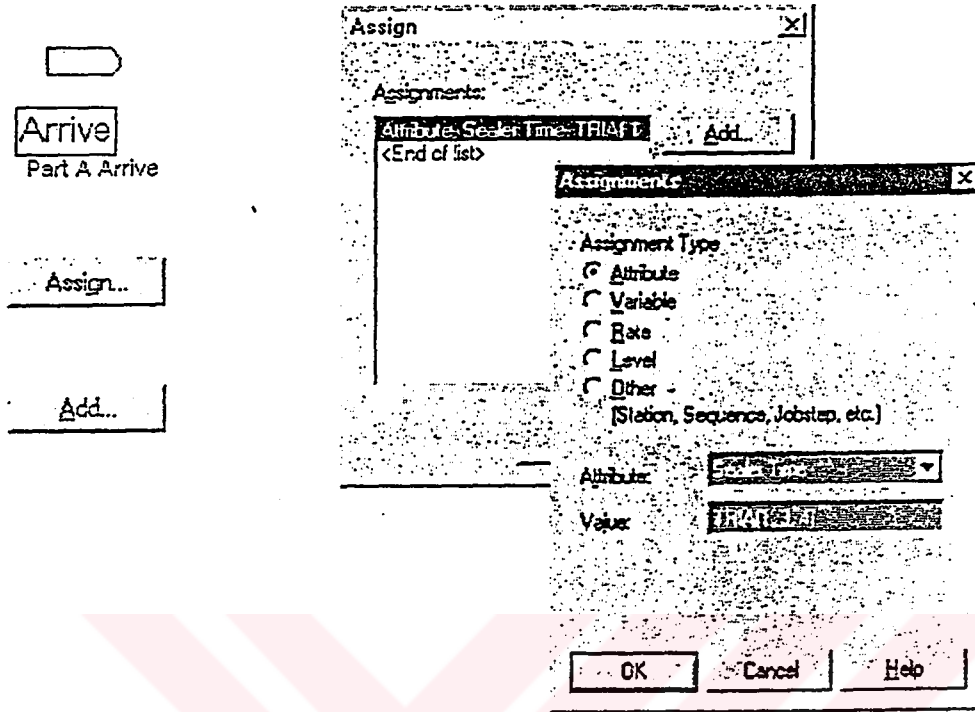
ARENA 2.2 İLE YAPILMIŞ BİLGİSAYAR PROGRAMI



Kısa Tip Parçalara Ait İstasyon

Enter Data Station	Part A Arrive
Arrival Data Time Between Mark Time Attribute	Expo(5) Arrival Time
Leave Data Station Route Time	Part A Prep 2
Attribute Value	Sealer Time TRIA (1,3,4)


Arrive
 Part A Arrive

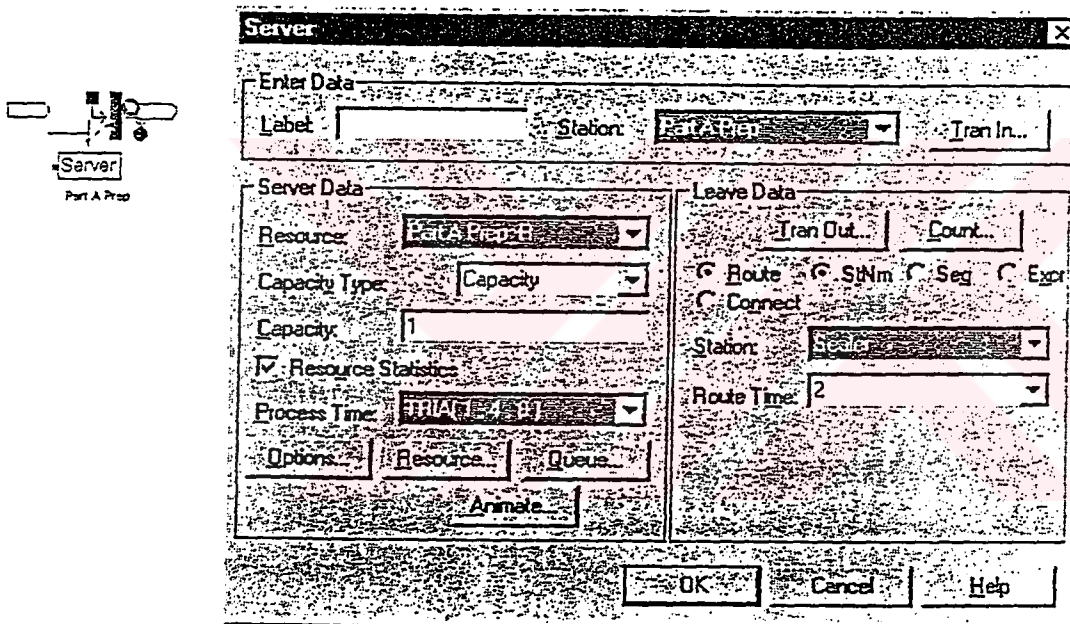


Uzun Tip Parçalara Ait İstasyon

Enter Data Station	Part B Arrive
Arrival Data Batch Size Time Between Mark Time Attribute	4 EXPO(30) Arrival Time
Leave Data Station Route Time	Part B Arrive 2
Attribute Value	Sealer Time NORM(2.4,0.5)

Kısa Parça Kenar Bantlama

Station	Part A Prep
Server Data Process Time	Tria (1,4,8)
Leave Data Station Route Time	Sealer 2



Uzun Parça Kenar Bantlama

Enter Data Station	Part A Prep
Server Data Process Time	Tria (3,5,10)
Leave Data Station Route Time	Sealer 2

Server

Enter Data
Label: _____ Station: Part A Prep Iron In...

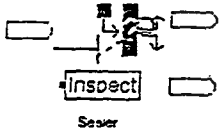
Server Data
Resource: Part A Prep
Capacity Type: Capacity
Capacity: 1
 Resource Statistics
Process Time: TRIA (3, 5, 10)
Options... Resources... Queue...
Animate...

Leave Data
Iron Out... Count...
 Route StNm Seg Exit
 Connect
Station: Part A Prep
Route Time: 2

OK Cancel Help

Uzun Ve Kısa Parça Montaj Hattı

Enter Data Station	Sealer
Server Data Prosess Time Failure Probility	Sealer Time 0.09
Pass Inspection Leave Data Station Route Time	Shipping 2
Fail Inspection Leave Data Station Route Time	Rework 2



Uzun ve Kısa Bozuk Parça Montaj Hattı

Enter Data Station	Rework
Server Data Prosess Time Failure Probility	Expo(45) 0.2
Pass Inspection Leave Data Station Route Time	Salvaged Parts 2
Fail Inspection Leave Data Station Route Time	Scrap 2

Ambalaj ve Sevk Hattı

Enter Data Station	Shipping
Count Individual Counter	Select
Tally Individual Tally Attribute	Select Arrival Time

0



Depart
Shipping

Depart

Enter Data

Label: Station: Station Set:

Station... Train In... Options...

Count

Individual Counter
 Counter Set Member
 None

Counter: Increment:

Tally

Individual Tally
 Tally Set Member
 None

Tally: Type of Statistics: Interval Between Expr

Attribute:

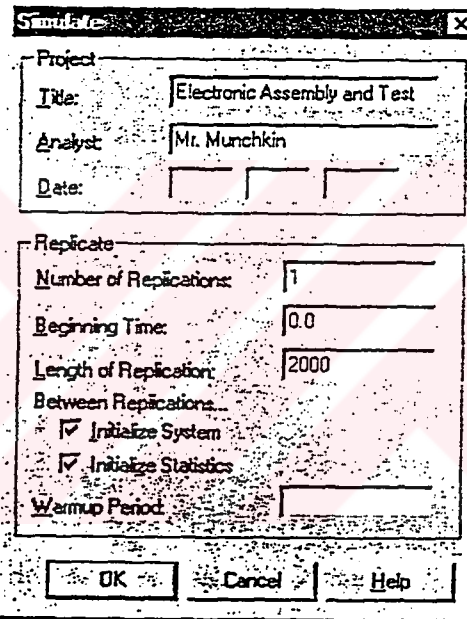
OK Cancel Help

Simulasyon

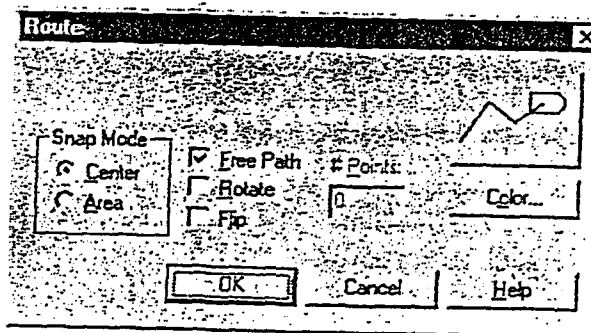
Project Title Analyst	Mobilya Üretimi A.İHSAN KAYA
Replicate Length of Replication	---

Simulate

Electronic Assembly and Test
2000



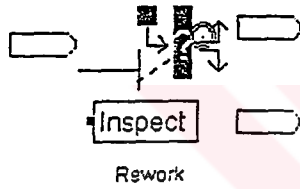
Route



Display 5-9. The Route Dialog

Montaj Hattında Program Yapma

Server Data Capacity Type Schedule	Schedule Rework Schedule
Capacity Duration	1 480
Capacity Duration	2 480



Server Data

Resource: **Rework R**

Capacity Type: **Schedule**

Schedule: **Rework Sch** | **Ignore**

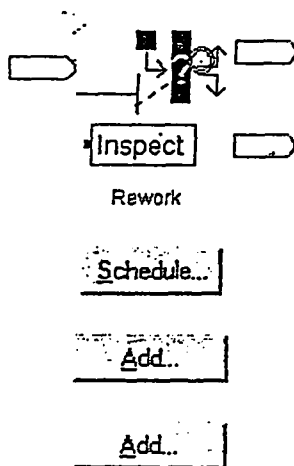
Resource Statistics

Process Time: **EXP(45)**

Failure Probability: **2**

Options... Resource... Queue...

Schedule... Animate...



Schedule

Capacity Duration

1, 480
2, 480
<End of list>

Capacity Duration

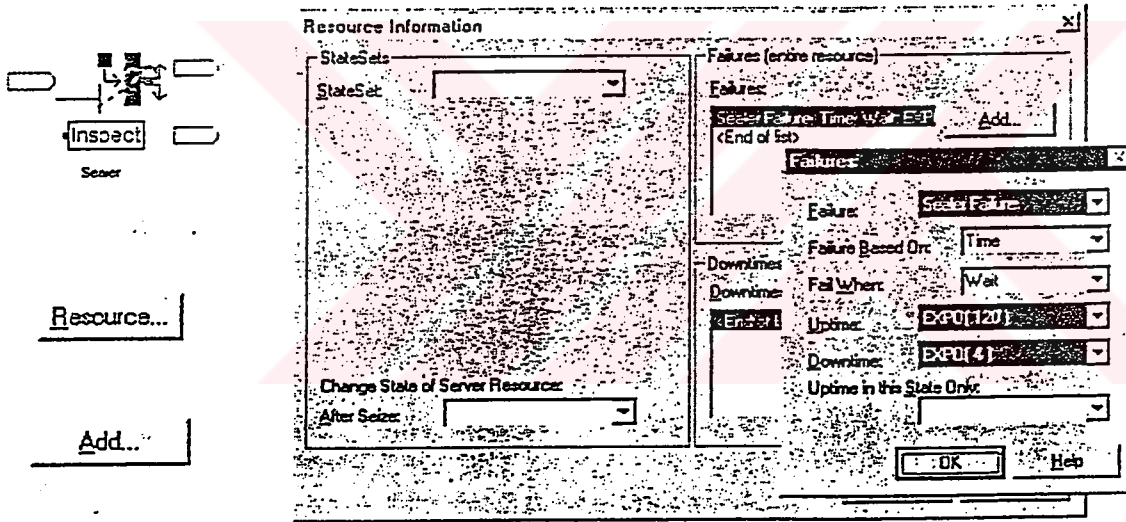
Capacity: 1
Duration: 480
OK Help

Capacity Duration

Capacity: 2
Duration: 480
OK Help

Bozuk Parçalara Ait Montaj Hattında Program

Failure	Sealer Failure
Failure Based On	Time
Fail When	Wait
Uptime	Expo(120)
Down Time	Expo(4)



Kuyruklara İlişkin İstatistik Verileri

Data Object Queue Queue Name	Select Part B Prep_R_Q
Save Observation to File	Check
OS File Name in Double Quotes	Prep B_Q.DAT

Data Object Queue Queue Name	Select Saler R_Q
Save Observation to File	Check
OS File Name in Double Quotes	Sealer_Q.DAT

Data Object Queue Queue Name	Select Rework_R_Q
Save Observation to File	Check
OS File Name in Double Quotes	B_Q.DAT

Statistics

Add..

Tally Statistics

Tally Name: Shipping-Ta

Save Observations to a File

DS File Name in Double Quotes: "Ship.DAT"

OK Help

Statistics

Add..

Statistics

Time-Persistent

Queue: Part.B Prep_R_Q, Num
Queue, Sealer_R_Q, Number in
Queue, Rework_R_Q, Number
<End of list>

Time-Persistent Statistics

Data Object

Resource Storage
 Transporter Variable
 Conveyor Station
 Queue Other

Queue Name: Part.B Prep_R_Q

Type of Statistic

Number in Queue

Expression: NQ(Part.B Prep_R_Q)

Report Label: # in Part.B Prep_R_Q

Save Observations to a File

DS File Name in Double Quotes: "Prep b_Q.DAT"

OK Help

Frekans dağılımı

Expression	NQ(Rework_R_Q)
Constant or Range Value	Constant 0
Constant or Range Value High Value	Range 0 10
Constant or Range Value High Value	Range 10 20

Statistics

Add...

Add...

Frequencies
 Expression: **NQ(Rework_R_Q)**
 Type: Value
 Report Label:
 Save Observations to a File
 Categories:
 Constant 0, Include
 Range 0, 10, Include
 Range 10, 20, Include
 Range 20, 30, Include
 Range 30, 40, Include
 Range 40, 50, Include
 OK Help

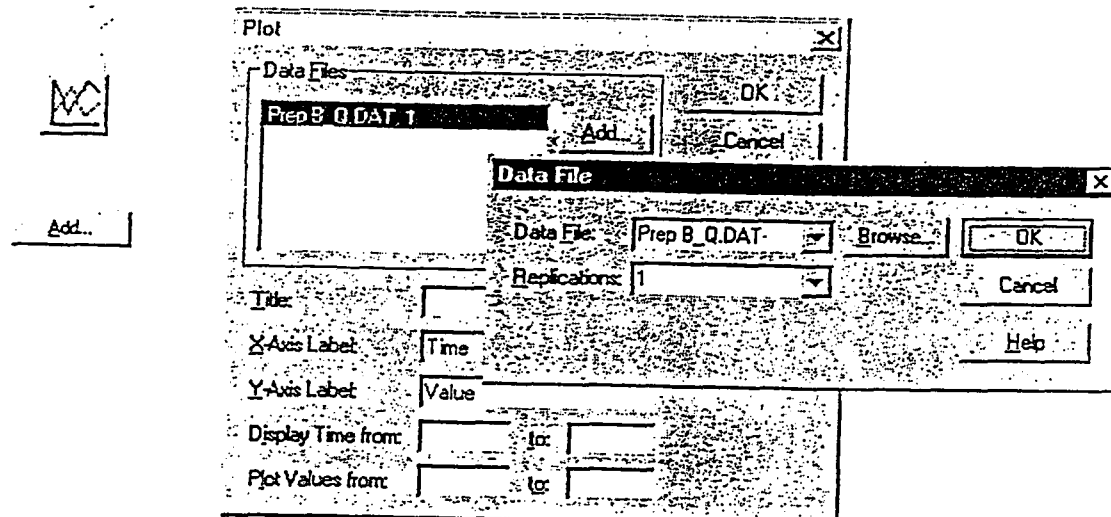
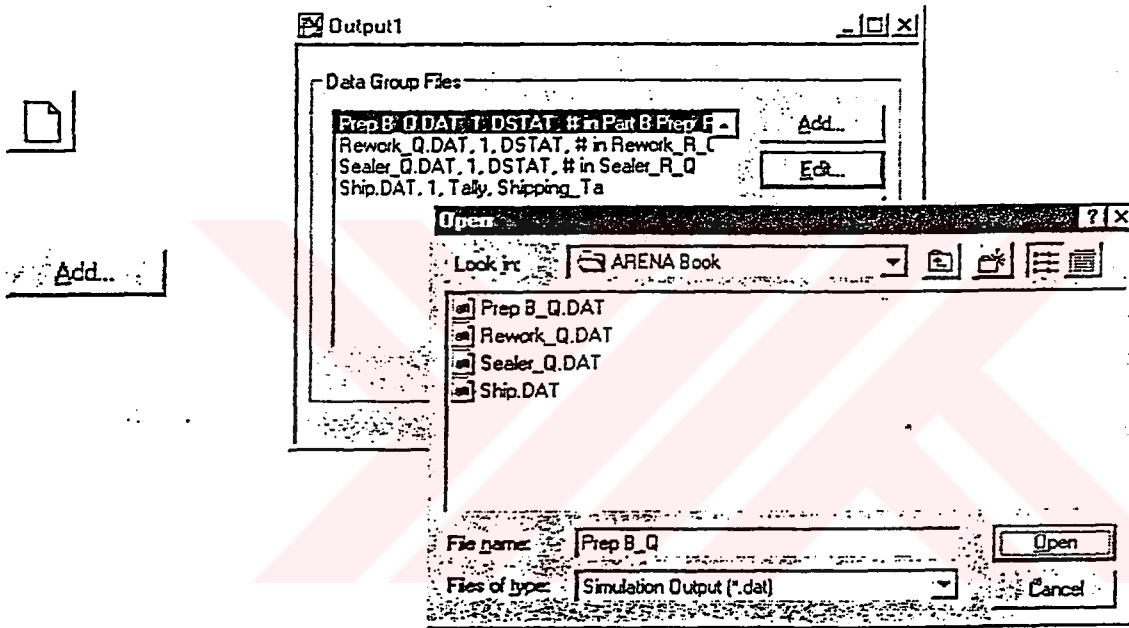
Categories
 Constant or Range: Constant
 Value: 0

Categories
 Constant or Range: Range
 Value: 0
 High Value: 10

Categories
 Constant or Range: Range
 Value: 10
 High Value: 20
 Category:
 Category Option: Include
 OK Help

Çıktı (Output) Analizi

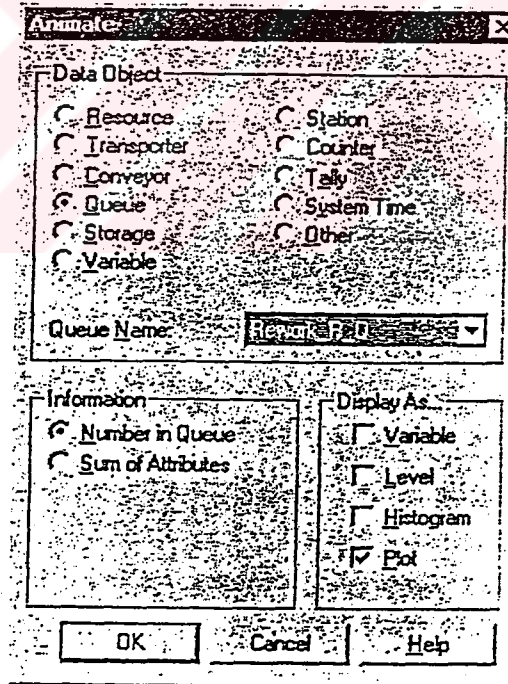
File Name	Prep B_Q.DAT
File Name	Rework_Q.DAT
File Name	Sealer_Q.DAT
File Name	Ship.DAT



Animasyon Modülü

Data Object Queue Queue Name	Select Rework_R_Q
Information Number In Queue	Select
Display As Variable Level Histogram	Uncheck Uncheck Uncheck

Animate

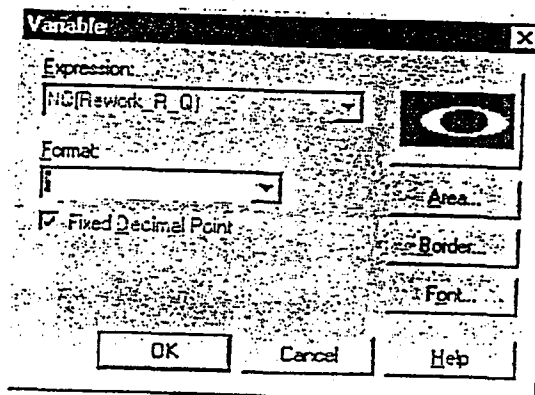
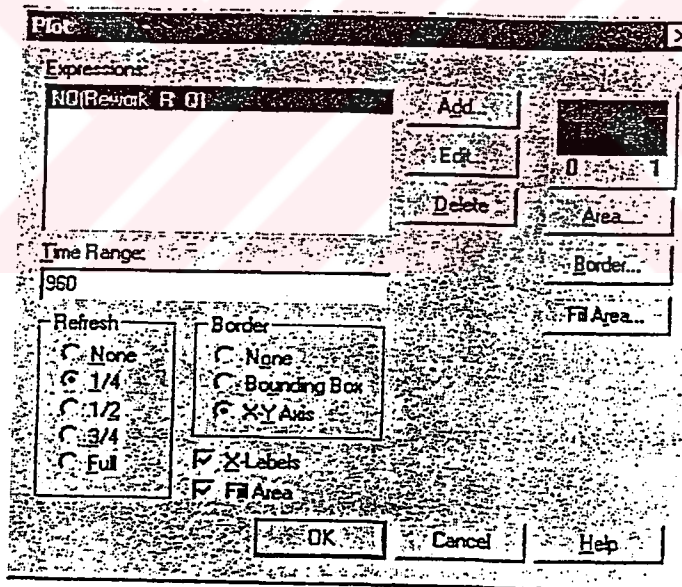


Alan Gösterimi

Time Range	960
Boulding Box	select
X-Labes	check
Fill Area	check
Maximum	20
Stepped	select

Departman Durumu

Format	*
--------	---

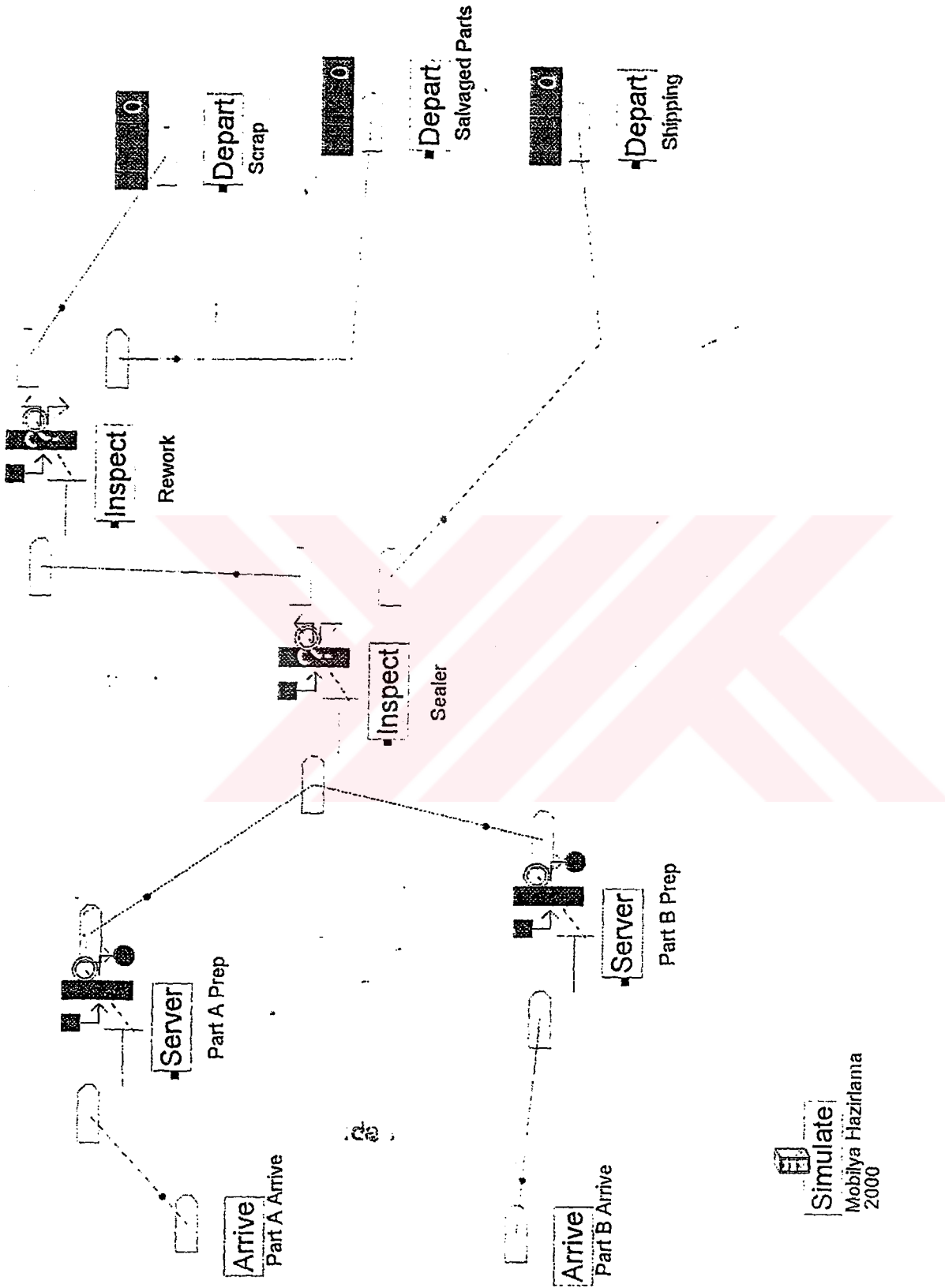


EK-2

PROGRAMDA VERILERIN GIRILMESI



Simülasyonun Oluşumu



EK-3

PROGRAMIN SONUCU

ARENA Simulation Results
 - - License #9400000

Summary for Replication 1 of 1

Project: Mobilya Hazirlam
 Analyst: Ali Ihsan Kaya

Run execution date : 6/10/2001
 Model revision date: 6/ 7/2001

Replication ended at time : 1270.46

TALLY VARIABLES

Identifiler	Average	Variation	Minimum	Maximum	Observations
Sealer_R_Q Queue Time	1.7339	1.0330	.00000	8.8541	405
Rework_R_Q Queue Time	271.01	.71007	.00000	609.98	23
Salvaged Parts_Ta	390.07	.50334	101.91	714.76	19
Scrap_Ta	172.63	.87027	76.343	345.75	3
Part B Prep_R_Q Queue	44.713	.61094	.00000	105.34	176
Part A Prep_R_Q Queue	6.6091	.99420	.00000	28.804	233
Shipping_Ta	38.380	.71304	9.9820	117.85	366

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifiler	Average	Variation	Minimum	Maximum	Final Value
# in Rework_R_Q	8.1959	.51469	.00000	17.000	15.000
Part A Prep_R Busy	.81448	.47726	.00000	1.0000	1.0000
Part B Prep_R Availabl	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
# in Sealer_R_Q	.55717	1.3448	.00000	4.0000	2.0000
# in Part A Prep_R_Q	1.2302	1.2058	.00000	6.0000	2.0000
Sealer_R Available	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Part A Prep_R Availabl	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Rework_R Available	1.0000	.00000	1.0000	1.0000	1.0000
Sealer_R Busy	.80924	.48552	.00000	1.0000	1.0000
Rework_R Busy	.98472	.12458	.00000	1.0000	1.0000
Part B Prep_R Busy	.85032	.41955	.00000	1.0000	.00000
# in Part B Prep_R_Q	6.1943	.77516	.00000	19.000	.00000

COUNTERS

Identifiler	Count	Limit
Salvaged Parts_C	19	Infinite
Scrap_C	3	Infinite
Shipping_C	366	Infinite

Simulation run time: 5.72 minutes.
 Simulation run complete.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANASYON MERKEZİ

KAYNAKÇA

- Acar Nesime,(1998), **Üretimde Planlaması**, Ankara: MPM.Yayınları.
- Acar Nesime,(1999), **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, Ankara: MPM Yayınları.
- Acar Nesime,Semra Eştaş,(1991), **Kesikli Seri Üretimde Planlama ve Kontrol Çalışmaları**,Ankara: MPM. Yayınları.
- Acar,Nesime,(1998), **Üretim Planlaması**, Ankara: M.P.M.Yayınları.
- Ada,E.,H.Soyuer,(1996), **Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Araştırma Raporu**,İstanbul : İ.Ü. Yayınları.
- Akal Zuhul,(1982), **İş Etüdü**, Ankara: MPM Yayınları.
- Aksu,B., (1997), **Türkiyede Büyük Ölçekli İşletmelerin Yönetsel ve Örgütsel Yapılarının Analizi**, İstanbul: İ.Ü Yayınları.
- Alay P.N. and G.H. Zimmer,(1974), **Capacity Planning Industriel Engineering**.
- APICS (American Production and Inventory Control Society),2001,(<http://www.apics.org>),(internet)
- Aslan Demir,(1995),**Üretim Planlaması**,İzmir: Sel Yayınevi.
- Barnes R.M.,(1981), **Motion and Time Study:Desing and Measurement of Work**. John Willy and Sons Inc. New York.
- Ceylan Ali,(1982), **Küçük İşletmelerin Finansal Sorunları ve Bursa Bölgesinde Bir Uygulama**, Bursa: U.Ü Yayınları.
- Chase Richard B. and N.J,(1995), **Aquilana, Production and Operation Manegement**, Ilionis.
- ConstraintsArchive,2001),,Archive,(<http://www.cs.unh.edu/ccs/archive/constraints>). (Internet)
- Çelikçapa Odman Feray, (1999), **Üretim Planlaması**, İstanbul: Alfa Yayıevi.

Çelikçapa Odman Feray,(1998), Üretim Yönetimi ve Teknikleri, İstanbul : Alfa Yayınevi.

Dervisiotis K.N.,(1981), Operations Management, McGraw-Hill Book Co. New York.

Dinçmen M., T. Çebi Ve S. Öztürkoğlu,(1983), Üretim Benzetiminde Denge, Yöneylem Araştırması Dergisi.

Durmuşoğlu Semra,(1994), Kapasite Planlaması, İstanbul : İTÜ Yayınları.

Erkut Halis ,Murat Başkak,Tesis Tasarımı, Ankara : Gül Yayınevi.

Esen Ömer,(1985), İşletmelerde Sistem yaklaşımı, İstanbul : Birsen Yayınevi.

Graciano V.J.,(1974),Production Capacity Planning Long Term,Production and Inventory Management.

Greene J.H.,(1987), Production And Inventory Control Handbook, Mc Grow Hill.

Harl J.E.,(1983), Reducing Capacity Problem In Material Requirements Plannig System, Production and Inventory Management.

Higgins P.,Roy P.L.and Therney L.,(1980), Manufacturing Planning and Control Beyond MRPII,London.

Hottenstein Michael P.,(1968), Models and Analysis For Production Management. International Texbook Co.,Seranton Penn.

İlhan Rifat,(1993) , Ağaç İşleri Endüstrisinde Fabrika Planlaması, Ankara : H.Ü. Yayınları.

Jacobs F.R., Mabert V.A.(1998),Production Planning, Scheduling And Inventory Control, Mc Grow Hill.

Johnson Kevin,(1999),Finite Capacity Scheduling Using Opt.:A Case Study Reviev.

Johnson Lynwood, A. Douglas, C.Montgomery, (1974), Operation Research,New York.

Karayalçın İ.İlhami, (1993), Yöneylem Araştırması, İstanbul : İTÜ Yayınları.

Kneppelt L.R.,(1984), Product Structuring Considerations For Production and Inventory Management, First Quarter.

Kobu Bülent, (1994), Üretim Yönetimi, İstanbul : İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Koç,K.H.,Aksu,(1999), Ahşap Sanayiinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Problemleri ve Çözüm Önerileri, İstanbul : İ.Ü. Yayınları.

Kurtoğlu Ahmet,(1992), Mobilya Üretim Tekniği, İstanbul : İ.Ü Yayınları.

Kuruüzüm O.,(1997), Verimliliği Arttırmada İş Etüdü ve Uygulamaları, İstanbul : İTÜ Yayınları.

Monroe,A.S.(1967),Invesment For Capacity Exponson.M.I.T. Press.

Müftüoğlu M.T.(1978), Sanayi İşletmelerinde Üretim Kapasitesi, Ankara : Sakarya Yayınevi.

Orkut Haluk,Murat Başkak,(1992), Tesis Tasarımı, Ankara : Ar Yayınevi.

Özgen Hüseyin,(1998), Üretim Yönetimi, İstanbul : Birsen Yayınevi.

S.C.Mc. Carthy,K.d.Barber,(1992), Medium To Short Term Finite Capacity Scheduling,Mc Grow Hill. New York.

S.W.Mc. Carthy,K.D.Barber,(1990),”Medium To Short Term Finite Capacity Scheduling:A Planning Methodology For Capacity Constrained Work Shops”, Engineering Costs and Production Economics.

Sarker B.R.,J.A.Fitzsimmons,(1989),The Performans of Push and Pull Systems: Simulation and Comparative Stuty.

Şahin Mehmet ve Semih Bükler,(1987), Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Tekin Mahmut, (1993), Üretim Yönetimi, Konya : Tek Yayınevi.

United Nations,(1977), Furniture and Joinery Industries For Developing Contries, New York.

Üreten Sevinç,(1997), Üretim/İşlemler Yönetimi, Ankara : Bizim Yayınevi.

Üreten Sevinç,(1999), Kapasite Sorunu ve Türk Çimento Sektöründe Analizi, Gazi Üniversitesi Dergisi.

Üretenç Sevinç,(1989), **Capacity Determination, Agregate Planning and Resource Procurement in Production Systems.**

Vollman T.E.,Berry,(1978),**Manufacturing Planning and Control Systems.** New York Mc. Grov Hill.

Vonderemse M.A. and G.P. White,(1991) **Operations Management,** Went Publishing Company, USA.

Yamak Oygur,(1980),**Üretim Yönetimi,** İzmir : Ün Yayınevi.

Zhao X., Lee T.S.,Freezing,(1980), **The Production Schedule in Multilevel Material Requirement Planning Systems Under Deterministic Demand. Production Planning Control.**

