



Ana Üretim Planlamasına Doğrusal Programlama Yaklaşımı ve Bir Uygulama

C. Hakan KAĞNICIOĞLU

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ESKİŞEHİR 1991

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ.....	1
------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ

I. Üretim Planlaması.....	3
1. Genel Çizgileriyle Üretim Planlaması.....	3
2. Üretim Planlamasının Amaçları.....	10
3. Üretim Planlamasının Özellikleri.....	11
4. Üretim Planlaması Yönetimi.....	12
II. Üretim Kontrolü.....	13
III. Üretim Planlaması ve Kontrol Süreci.....	14
IV. Üretim Planlaması ve Kontrol Fonksiyonları.....	15
V. Üretim Planlaması ve Kontrolünün İşletme Örgütündeki Yeri	17

VI. İşletmenin Diğer Fonksiyonları İle İlişkisi.....	18
VII. Üretim Planlaması ve Kontrol Sürecini Etkileyen Faktörler	20
1. İşletmenin Üretim Türü.....	21
A. Sürekli Üretim.....	22
B. Sipariş Üzerine Üretim.....	22
C. Parti Üretimi.....	23
2. İşletmenin İçinde Bulunduğu Sanayi Kolu.....	24
3. İşletmenin Büyüklüğü.....	25

İKİNCİ BÖLÜM

ANA ÜRETİM PLANLAMASI

I. Genel Çizgileriyle Ana Üretim Planlaması.....	27
II. Ana (Aggregate) Üretim Planlamasının Önemi.....	30
III. Ana Üretim Planlamasının Diğer Kararlarla İlişkisi.....	33
IV. Ana Üretim Planlaması Aşamaları.....	37
1. Ana Talep Tahmininin Hazırlanması.....	37
2. Kapasite Kullanımı Düzenleyici Politikaların Belirlenmesi.....	37
3. Uygulanabilir Üretim Seçeneklerinin Belirlenmesi.....	38
4 Optimal Üretim Stratejisinin Bulunması.....	38

V.Düzensiz Talep Değişimlerini Önleme Stratejileri.....	39
1. Üretim Oranını Değiştirmek.....	39
2. İnsangücü Düzeyini Değiştirmek.....	39
3. Talebi Stokdan Karşılama.....	40
4. Talebi Sonradan Karşılama.....	40
5. Taşeron Kullanmak.....	41
VI.Ana Üretim Planlaması ile İlişkili Maliyetler.....	41
1. Temel Üretim Maliyetleri	42
2. Üretim Oranı Değiştirme Maliyeti.....	43
VII.Ana Üretim Planlamasında Doğrusal Modeller.....	44
1.Ana Üretim Planlamada Modellerin Rolü.....	44
2.Doğrusal Maliyet Modelleri.....	45
<i>A. Klasik Doğrusal Programlama Modeli.....</i>	<i>45</i>
a. Sabit İşgücü Modeli.....	46
b.Değişken İşgücü Modeli.....	50
<i>B.Çok Amaçlı Programlama Modeli.....</i>	<i>54</i>
3.Doğrusal Maliyet Modellerinin Fayda ve Sakıncaları.....	62

IV

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA ÖNERİSİ

I. İşletmenin Tanıtımı.....	64
II. İşletmenin Bugünkü Üretim Planlama Sistemi.....	66
III. İşletmede Doğrusal Programlama Modeli Uygulaması.....	69
1. Modelin Formüle Edilmesi.....	71
2. Doğrusal Programlama Modeli Sonuçları.....	77
SONUÇ.....	84
KAYNAKLAR.....	86

EK-1 Doğrusal Programlama Modelinin Açık Gösterimi

EK-2 Doğrusal Programlama Modelinin Sonuçları ve Duyarlılık Analizi

GİRİŞ

Genel olarak hizmet ya da ürün oluşturulması yoluyla topluma değer yaratan sistemlere üretim sistemleri denir. Üretim sistemleri genellikle üretim tipinden bağımsız olarak, kıt kaynakların en iyi şekilde kullanılması sorunuyla karşı karşıya gelirler. Üretim planlamasının amacı, üretim için gerekli olan işgücü, makine, hammadde gibi kaynakların doğru zamanda doğru yerde ve yeterli miktarda olmasını sağlayarak kaynak kayıplarını en aza indirmek, dolayısıyla üretimde en yüksek verimliliği sağlamaktır. Üretimde en yüksek verimlilik ise istenilen miktarda ürünü, istenilen zamanda ve kalitede en iyi ve en ucuz yöntemlerle üretmekle sağlanır.

Bu araştırmada, işletmelerde üretim için vazgeçilmez bir fonksiyon olan ve gün geçtikçe önemi ve gerekliliği daha çok hissedilen üretim planlaması ve kontrolü faaliyetlerinin daha etkin bir düzeyde devamlılığının sağlanabilmesi için uygulamaya dönük doğrusal programlama yaklaşımı denemesi yapılmaktadır.

Doğrusal programlama yaklaşımının en temel unsuru olan maliyetlerin doğrusallığı kimi zaman varsayımlar üzerinden gidilerek uygulanmıştır. Uygulamada kullanılan matematiksel modelin amacı üretim maliyetlerini en aza indirirken talep, kapasite ve emniyet stoğu kısıtlarını dikkate almaktır.

Birinci bölümde üretim planlaması ve kontrolünün ne anlamada geldiği, hangi koşullar sağlanırsa kullanılabileceği, fonksiyonları, amacı, özellikleri, işletme örgütündeki yeri ve planlaması ve kontrol sürecini etkileyen faktörler ele alınmıştır.

İkinci bölümde ana üretim planlaması etrafıca açıklanarak, önemi ve diğer kararlarla ilişkisinden söz edilmiştir. Daha sonra, ana üretim planlaması ile ilişkili maliyetler açıklanarak doğrusal modeller tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde işletmenin öncelikle kısa bir tanıtımı yapılmış ve üretim planlama sistemi açıklanmıştır. Daha sonra İşletmede uygulanacak doğrusal programlama modeli tanıtılarak model formüle edilmiş ve modelin bilgisayar çıktılarının yorumları yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ

I. Üretim Planlaması

Normal hayatta kullanılış şekliyle plan "önceden saptanmış bir davranış biçimi" ¹olarak tanımlanabilir . Diğer bir deyişle, plan, amaca ulaşmak için ne gibi işlerin yapılacağını, bunların hangi sıraya göre nasıl ve ne zaman, ne kadar sürede işleme sokulacağını ve bunların yapılma sırasını gösteren bir tasarı, tutulacak yolu gösteren bir modeldir.² Planı kısaca bu şekilde açıkladıktan sonra konuya bir temel oluşturması açısından planlamanın ve üretim planlamasının ne olduğunu açıklayalım.

1. Genel Çizgileriyle Üretim Planlaması

Planlama işlemi genel anlamıyla işletmenin finansman, pazarlama, personel, araştırma ve geliştirme v.b. işlevlerinin yerine getirilmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

¹ PRESTEN, P. Le Breten ve DALE A. Henning, Planning Theory, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1961, s.7

² OLUÇ, Mehmet, İşletme Organizasyonu ve Yönetimi, Duran Ofset Basımevi, İstanbul, 1969 s.323

Üretim planlaması, (bir görüşe göre) işletmenin varolan kaynaklarını gelecekteki üretim faaliyetlerinin öngöreceği bir biçimde kullanarak, istenilen ürünün istenilen miktar ve en düşük maliyetle üretilmesine olanak sağlayan bir karar alma süreci³ biçiminde tanımlanmaktadır. Yani, üretim planlaması, işletmedeki üretim faaliyetlerinin istenilen miktar, kalite, yer, zaman ve çalıştırılacak işgücü bakımından "nelerin, nerelerde, kimler tarafından, ne zaman ve nasıl yapılacağına" ilişkin yapılacak faaliyetlerin tümünü içerir. Başka bir deyişle, üretim planlaması, işletmenin gelecekte üreteceği ürün ya da ürünler için gerekli olan olanaklar, izlenmesi gereken politika ve üretim süreçlerinin önceden saptanmasıdır. Aynı zamanda hem işletmenin sahip olduğu üretim kapasitesi ve ürün saptanması (hangi ürünler ve her üründen ne miktarda üretileceği sorunu) ve hem de gelecekle ilgilidir.

Çağdaş imalat sanayii işletmeleri üretim faaliyetlerini, fiyat, kalite, zaman, finansal durum, ürün ya da ürünlerin niteliğinden doğan sınırlamalar, alıcı taleplerinin belirsizliği v.b. kısıtların etkisi altında sürdürürler. Bu nedenle, üretime geçilmeden önce üretim faaliyetlerinin nasıl ve nerede yapılacağı, neler üretileceği v.b. konulan üretim planlaması ile yerine getirilir.

Üretim planlamasında iki temel prensip incelenmelidir. Bunlar:

1) Üretim planı, aynı üretim tesislerinde işlem gören ürün ailelerini ya da gruplarını kapsamalıdır. Yani, üretim planlamada kullanılan talep tahminleri bu ürün grupları için olmalıdır.

2) Üretim planı, fabrika personelinin anlayabileceği en basit şekilde açıklanmalıdır. Yani üretim ölçüleri parça, saat, kg., vb. şekilde olmalıdır.⁴

³ MAGEE, John F. ve BOODMAN, D. M., Production Planning and Inventory Control, Mc Graw-Hill, N.Y. ,1967, s.162

⁴ OWANS, Richard N., Management of Industrial Enterprises, R.D. Irwin, Homewood, Illinois 1969 , s. 507-508

İşletme yöneticileri üretim planlamasını gerçekleştirebilmek için ilk olarak gelecekte yapılacak üretim faaliyetleri sonucu elde edilecek ürünlerin piyasada alabileceği durumu ve gelecekte teknolojiden etkilenebilme gibi konuları birtakım tahmin yöntemlerine göre önceden saptarlar. Bu tahminden sonra esas olarak planlama faaliyeti başlar .

Yapılan tahminlerin plan biçimine dönüştürülmesi de süre bakımından iki aşamada gerçekleştirilmektedir.Önce uzun döneme ilişkin tahminlere dayanılarak önümüzdeki bir ya da birkaç yıl içerisinde hangi ürün ya da ürünlerin, nasıl ve nerede, eldeki kısıtlayıcı etkenlerin etkisi altında en uygun biçimde üretileceği konuları genel olarak belirlenmektedir. Daha sonra, uzun döneme göre yapılan planlamanın uygulamasını sağlayan kısa dönem tahminlerine dayalı ayrıntılı planlar yapılır.

Uzun dönem planlaması, iki ile on yıl arasındaki dönemde örgütün başarılabilecek amaçlarının ifade edilmesi ile başlar. Toplu (coorporate) stratejik planlama, şirketin kabiliyetlerinin ve iş tahminlerinin yönlendirdiği ekonomik ve politik çevrenin ışığında bu amaçların nasıl başarılabileceğini açıkça ifade eder. Stratejik planlamanın elemanları ürün hattı niteliği, kalite, fiyat düzeyleri ve pazar amaçlarıdır. Ürün ve pazar planlama, bu elemanları bireysel pazar ve ürün hattı amaçlarına dönüştürerek uzun dönem üretim planlama kapsamına alır.. (Uzun dönem üretim planlama, esasında iki ya da daha fazla yıl için üretilecek ürünlerin tahminidir.) Finansal planlama, bu amaçların finansal yapılabilirliğini, sermaye gereksinimleri ve yatırımın getirilerini amaçlarına göre analiz eder. Kaynak planlama uzun dönem üretim planlamasını gerçekleştirmek için gerekli tesisleri, araç ve gereçleri ve personeli tanımlar. Bu durum genelde uzun dönem kapasite planlaması olarak tanımlanmaktadır.

Orta dönem üretim planlama sistemi, 18 aya kadar ürün gruplarının iş saati ya da üretim birimi olarak çıktı gereksinimlerini belirler. Ana girdileri ürün ve

pazar planı ile birlikte kaynak planlarıdır. Ana üretim çizelgeleme son ürünlerin miktarını ve üretim tarihini belirler. Ana üretim çizelgeleme genelde kısa dönemde sabitlenir. (6 ya da 8 hafta) 6 ya da 8 haftanın ötesinde gerektirdiği durumlarda değişiklikler yapılabilir.

Yapılan bu değişiklikler sayesinde kapasite kısıtları nedeni ile ana üretim çizelgelemede herhangi bir değişikliğe gerek olup olmadığı anlaşılır. Ayrıca üretim ve depo tesisleri, araç-gereçler ve işgücü göz önüne alınarak kapasitenin ürünlerin dağıtımında bir engel oluşturup oluşturmadığı meydana çıkarılır.

Malzeme gereksinim planlaması ana üretim çizelgelemeden aldığı son ürünleri parçalarına ayırır. Malzeme planlamasında ürünlerin zamanında üretilmesi için üretim ve satış emirlerini belirler.

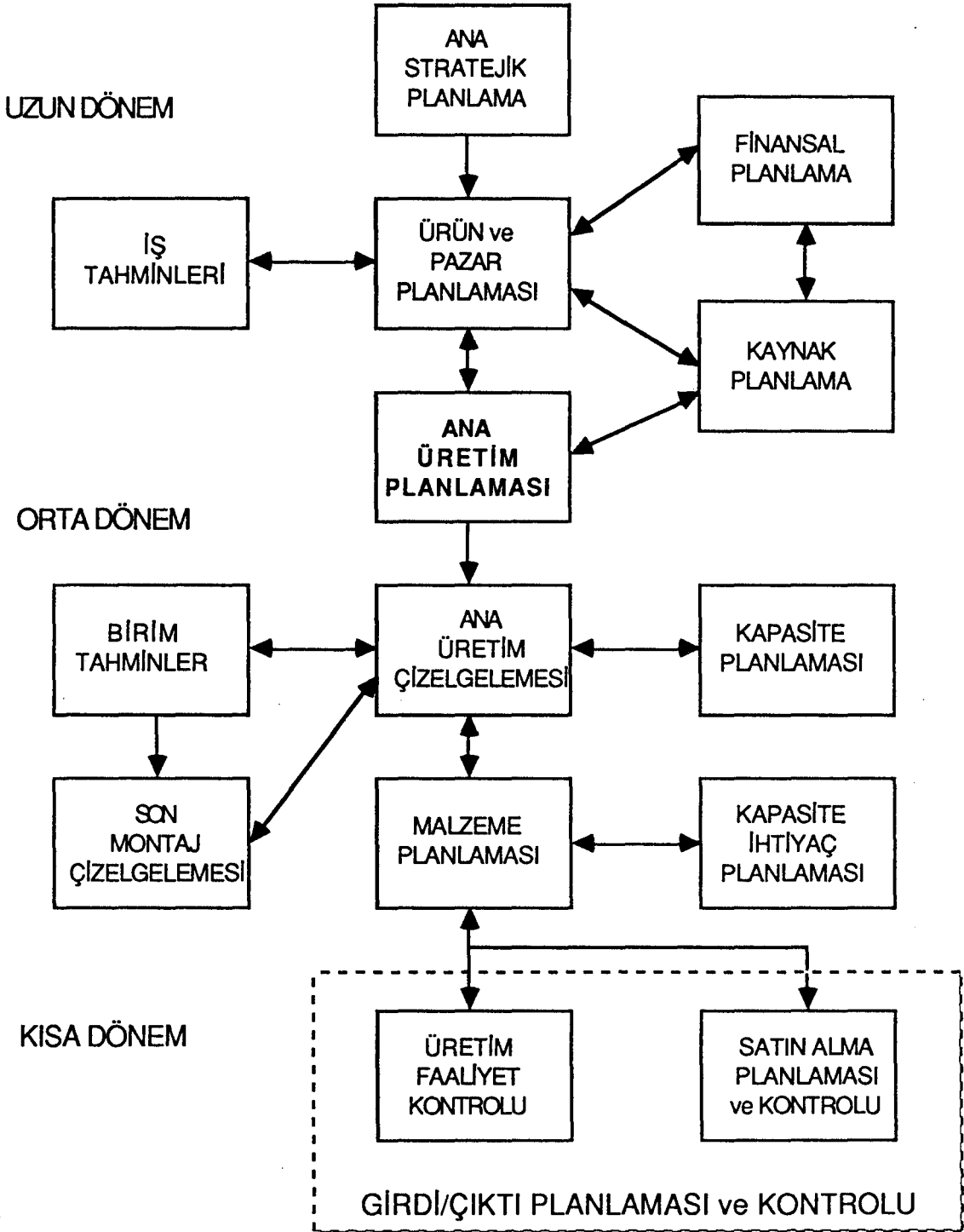
Kapasite gereksinim planlaması kapasite gereksinim çizelgelemesi olarak da isimlendirilir, çünkü bu planlama her iş merkezindeki işlerin ne zaman başlayacağını ve ne kadar süreceğini de gösterir. Bununla ilgili bilgiler, malzeme planındaki planlanmış ve açık siparişlerden gelir.

Son montaj çizelgelemesi ürünün son duruma gelmesi için gerekli işlemleri sağlar.

Girdi-çıkıtı planlaması ve kontrolü ile malzeme planlamasına göre talebin çizelgelenmesi ve kapasite kısıtları ile ilgili rapor ve yöntemler belirlenir.

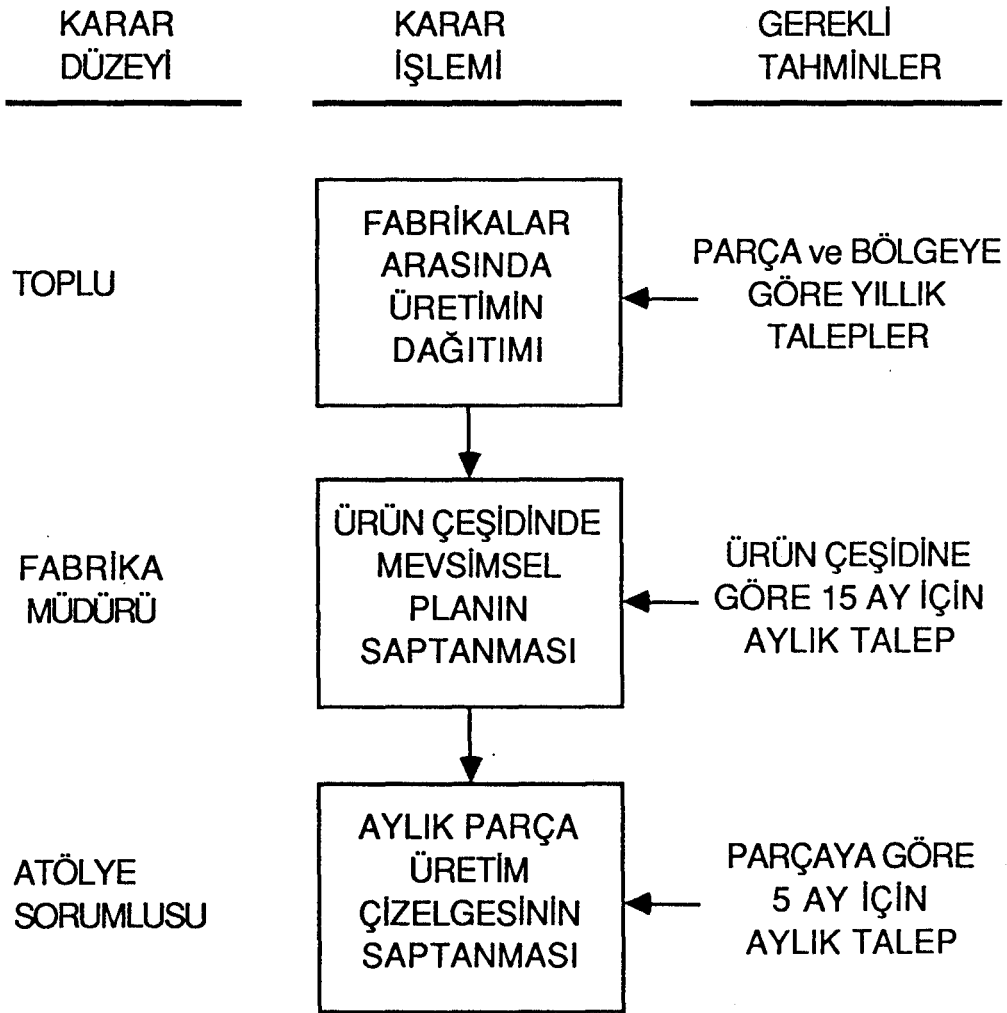
Satın alma planlama ve kontrolü satın alınan malzemelerin elde edilmesi ve kontrolü ile ilgilenir. Bu planlamaya göre sadece satın alınan malzemelerin zamanında gelmesi değil aynı zamanda kullanılacağı yer ve satın alınma nedeni de göz önüne alınır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi üretim planlama faaliyetlerine uzun dönem, orta dönem ve kısa dönem çatısı içinde bakılmaktadır. Bir şirketin örgüt şemasını şekil 1.1 'e uygularsak, örgütün üst



Şekil 1.1 Üretim Planlama Faaliyetleri

düzeylerinin uzun dönem planlamayla alt düzeylerinin ise kısa dönem planlamayla ilgilendiğini görürüz. "Meal", planlama yapısını örgüte bağlamak için "Hiyerarşik Üretim Planlama" terimini kullanır.⁵ Şekil 1.2.'de belirtildiği gibi üst düzey yönetim toplu verileri üst düzey kararlar için kullanır ve alt düzey kararlar detaylı veriler kullanarak yapılır. Hiyerarşik üretim planlamanın mantığına göre üst yönetim makine merkezinde üretim parti miktarının saptanması gibi işlerle uğraşmamalıdır. Aynı şekilde, üretim hattı yöneticisi yeni ürün hatlarının planlaması işinin içinde bulunmamalıdır.



Şekil 1.2 Hiyerarşik Planlama İşlemi

⁵ MEAL, Harlan C., "Putting Production Decisions Where They Belong", Harvard Business Review 62, no. 2 ,April 1984, s.102-111

Üretim planlamasının gerçekleştirilmesinde şu aşamalar izlenir:

1) Üretim planının kapsayacağı dönemin saptanması. Bir çok şirket bir yıl için, aylık genel bir üretim planı yaparak stok-üretim politikasını kurar. Buna bağlı olarakta haftalık detaylı üretim planlamasına geçer.

2) Temel stok düzeyinin kurulması.Sipariş noktası sistemi kullanıldığı zaman, sipariş miktarının yarısı ile bütün ürün gruplarının stoğu toplanır. Bu düzey müşterilerin talebini karşılayabilmek için elde tutulan en düşük düzeydir.

3) Satış tahminlerinin tüm planlama dönemine yayılması (promosyon) ile satışların artışı da satış oranlarını önemli derecede etkilemektedir, bu yüzden bu ani artışlar da göz önüne alınmalıdır.

4) Planlama döneminin başında ürün gruplarının toplam stoğunun saptanması.Bu stoğa üretilmiş ama paketlenmesi tamamlanmamış ya da depoya gitmemiş ürünlerde dahil edilir.

5) Dönem sonundaki stok düzeyinin saptanması. Bu stok sayesinde fabrikada üretimin durmasından, mevsimsel ani hareketlerden vb. durumlarda talebi karşılamak için yararlanılır.

6) Planlama döneminde stok düzeyindeki değişikliğin hesaplanması.Basit olarak başlangıç ile son stok arasındaki farkdır.

7) Planlama döneminde toplam üretimin hesaplanması. Bu, toplam satış tahmini ile başlangıç ve son stokları arasındaki farkın toplanmasına ya da çıkarılmasına, eşittir.

8) Toplam üretimin istek doğrultusunda döneme yayılması. Bu işlem yapılırken tatiller, diğer dönemlerdeki kayıplar ve üretim oranının artırılması ya da azaltılması göz önüne alınmalıdır⁶.

⁶ GAVETT,J.William, Production and Operations Management, The Macmillan Co, N.Y. 1968, s.194-195

2. Üretim Planlamasının Amaçları

Üretim Planlamasının amacı sistem tasarımının kısıtları içinde gelecekteki talepleri karşılarken toplam maliyeti en aza indirmektir. Tüm bunlar yapılırken sistemin yeniden tasarımı ya da fiziksel kapasitenin artırılması gibi sorunlarla ilgilenilebilir, fakat bunlar dikkate alınmaz. Planlama değişkenleri, yönetim tarafından (yönetilen) ve sermaye yatırımı için önemli olmayan kapasite faktörleridir⁷.

İşletmelerde üretim planlaması birbiriyle çelişen şu amaçları gerçekleştirmek için istenir:

- 1) Müşteriye en yüksek düzeyde hizmet sağlaması,
- 2) Stoklara en düşük düzeyde yatırım yapılması,
- 3) İşletme içerisindeki faaliyetleri etkin bir biçimde yürütmek,⁸

Belirtilen bu üç amacın gerçekleştirilmesindeki temel zorluk, bunların birbirleriyle çelişkili olmasından doğmaktadır. Müşteriye en yüksek düzeyde hizmet, ancak fazla miktarda stok yapmak ve üretim sistemini değişken müşteri taleplerini karşılayabilmek için düzenli ve esnek tutmakla sağlanabilir. Böylece birinci ve ikinci amaçların gerçekleşmesi önlenmiş olur. Üretim faaliyetlerinin etkin bir biçimde sürdürülmesi, üretim seviyesinin sık sık değişmemesi, fazla iş gücü çalıştırılmaması ve makine vb. üretim olanaklarının belirli bir ürün ya da ürün grubu üretiminde uzun süre kullanılması ile ancak gerçekleştirilebilir. Bu durum üretim faaliyetlerinde etkinliği en yüksek düzeye çıkarır; fakat fazla miktarda stok yapılmasını ve müşteri hizmetlerinin yetersiz olması sonucunu doğurmaktadır. Stok seviyesi müşterilerin bekletilmesi ve üretim kapasitesinin aniden yükselen müşteri taleplerine uyabilmesi halinde ancak düşük bir düzeyde tutabilmektedir.

⁷ ZIMMERMAN, Hans J., SOVEREIGN, M.G., Quantitative Models for Production Management, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. 1974, s.452-453

⁸ PLOSSL, G. W, ve WIGHT, O. W., Production and Inventory Control, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1967, s.1

Birbirleriyle çelişkili durumda olan bu amaçları işletme yönetimi için en uygun bir biçimde gerçekleştirme arzusu, yöneticileri bazı yeni yönetim araçlarını kullanmak zorunda bırakmıştır. Başka bir deyişle, işletme için en uygun miktarda müşteriye hizmet götürülmesi, stok yapılması ve üretim faaliyetlerinin etkin bir biçimde yapılması işlemleri, işletme yöneticilerini başlangıçta hiç de önem vermedikleri üretim planlaması ve kontrol sürecinin geliştirilmesine ve uygulanmasına olanak vermelerini gerektirmiştir.

3. Üretim Planlamasının Özellikleri

Üst yönetimin, tüm üretim düzeyleri üzerinde yoğunlaşabilmesine olanak sağlayabilmek ve detaylarla uğraşmaması için üretim planlamasında ürünler gruplar ya da aileler şeklinde açıklanır. Aile, belirli bir pazara satılan mal olabileceği gibi ortak bir kaynağı kullanan ürünler de olabilir. Birçok şirkette ürünlerin doğal bir gruplanması vardır.

Planlardaki ürünleri açıklamada kullanılan birimler, şirketin çalıştığı alana göre ve ayrıca şirketten şirkete de değişiklik gösterebilir. Üretim hattına bağlı olarak, birim kilogram, ton, metrekare, metreküp gibi fiziksel ölçüler olabileceği gibi iş saati ya da makine saati de olabilir. Nasıl bir birim seçilirse seçilsin, önemli olan bu birimin dönüşebilir olması yani iş ve pazar planları ile ilgili olmasıdır. Plandaki birimlerden yola çıkarak üretim maliyetleri, satış maliyetleri, karlar ve stok yatırımları belirlenebilmelidir. Üretim planlamada kullanılan birimler, üretim çizelgelemede kullanılan birimlerle uyumlu olmalı ve kolaylıkla kullanılabilmelidir.

Üretim planlamasının planlama boyutu beş yıla kadar uzayabilir. Bu durum ileride fabrika genişletilmesi, yeni fabrika kurulması, yeni teknoloji makinalar alınması gibi uzun dönemde tedarik edilen planlara temel oluşturulmasını sağlar. Daha kısa dönemli planlar, bir ile üç yıl arası, üretim

seviyesinin kontrolü, iş gücü planlaması ve taşeron kararları gibi kararları kapsar⁹.

4. Üretim Planlaması Yönetimi

Üretim planlamasında tatmin edici sonuçlar alabilmek için, üst yönetim, planlama üzerinde çalışan tüm birimlerle iyi bir diyalog içinde olmalıdır. Üretim planlama komitesi normal olarak üretim müdürünün başkanlığında ayda bir defa toplanır. Bu komitenin üyeleri şirketin şekline ve üretim birimine göre değişiklikler gösterir. Bununla birlikte, malzeme, üretim, pazarlama, kontrol ve mühendislik birimlerinden yetkili kişiler mutlaka bulunur.

Planlarda yapılan değişikliklerin hazırlık çalışmaları alt düzeylerde başlatılmalı ve bunların sonuçları üstlere iletilmelidir. Üretim miktarı, siparişler, yüklemeler, gecikmeler ve stoktaki değişimler hakkında raporlar hazırlanarak bunlar planlamaya iletilir. Tüm bunlara göre planlamalar gözden geçirilerek gerekli düzenlemeler yapılır. Örneğin, yeni üretim programı hazırlanır, kaynak planlaması güncelleştirilir, üretim kaybı ya da geliri hesaplanır .

Toplantılarda komite bugünkü durumun değerlendirmesini yaparak, deneme üretim planlamasını ilgili kaynaklarla ve finansal planlarla gözden geçirir. Sorun yaratan durumlar tartışılarak eğer gerekliyse yeni bir plan hazırlanır ve bu planla ilişkili kopyalar tüm ilgili birimlere gönderilerek sorun çözüme ulaştırılmaya çalışılır¹⁰.

⁹ SPENCER, B. Smith, Computer-Based Production and Inventory Control, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1989 s.159-160

¹⁰ Spencer, s.161

II. Üretim Kontrolü

Kontrol, üretim faaliyetindeki aksamaları ortaya çıkarmakla yetinmeyen, aynı zamanda geri besleme (feedback) işlemi aracılığıyla üretim faaliyetine ilişkin aşamaların önceden saptanan plan ve programlara uygun olarak gerçekleşip gerçekleşmediğini dinamik bir süreklilikle izleyen bir fonksiyondur¹¹. Bu fonksiyon üretim planlama ve kontrol sürecinin üretim planlamasından geriye kalan aşamalarını içermektedir. Bu fonksiyon şu şekilde yerine getirilmektedir: Üretim planlaması ile "sıralama" ve "programlama" işlemleri gerçekleştirildikten sonra, kontrol fonksiyonunun devreye girdiğini görmekteyiz. Kontrol işleminde sırasıyla şu işler yapılmaktadır¹². İlk olarak üretim faaliyetine ilişkin siparişlerin üretimine başlanır ve sağlanan ilerlemeler ve gerçekleştirilen faaliyetler saptanarak, bir yere kaydedilir. İkinci olarak, üretim faaliyeti ve o andaki rakip işletmelerin bu konuya ilişkin ilerlemeleri önceden yapılmış plan ve programlarla karşılaştırılarak analiz edilir. Üçüncü aşamada ise, planlanan durumlar ile gerçekleşen durumlar arasında bir sapma var ise, bu düzeltilir. Dördüncü ve son aşamada ise gelecekteki planlama faaliyetlerini kolaylaştırmak ve geri besleme işlemini sürekli çalışır tutabilmek için eldeki bilgiler tekrar bir değerlendirmeye alınır.

Yukarıdaki dört işlemi bir bütün olarak düşünmek gerekir. Bu işlemlerden birisi olmaksızın diğerleri bir anlam ve önem taşımayacaktır. Bu işlemler birbirinin tamamlayıcısıdır ve bu işlemler sayesinde istenilen yer, zaman, kalite ve en düşük maliyetle gerçekleşebilen bir üretim faaliyetine olanak sağlayan bir üretim planlaması ve kontrol süreci gerçekleştirilebilir.

¹¹ HEDGE, B.K., COPEN, M.R., BALACHANDRA, R. ve NAMBUĞIRI, C.N., Production Management: Text and Cases, Prentice Hall of India, N.Delhi 1972 s.161

¹² EILON, Samuel, Elements of Production Planning and Control, The Macmillan Co., N.Y. 1962 s.405-407

III. Üretim Planlaması ve Kontrol Süreci

Tüm işletme yöneticileri yönetim faaliyeti sırasında esas olarak şu üç aşamayı izlemektedirler.

1. Üretim faaliyetine ilişkin gerekli planlamanın yapılması

2. Planlama faaliyeti sonucu saptanan konuların uygulamaya konulması

3. Planlama ile saptanan konuların uygulama sonucunda elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması ve şayet varsa, plandan sapmalar için gerekli düzeltmelerin yapılması.

Saydığımız bu üç aşamayı kısaca,

Planlama,

Yapma,

Görme,

olarak adlandırmak mümkündür¹³. Bu aşamalar, gerçekte bundan önce açıkladığımız üretim planlaması ve kontrol işlemlerinde yapılan işlerdir. Bu nedenle üretim planlaması ve kontrol sürecinin kapsamı, daha önce açıkladığımız üretim planlaması ve kontrol işlemlerinden oluşmaktadır. Gerçekte planlama ve kontrolü soyut olarak tanımlamak, yapay bir girişimden başka bir şey değildir. Planlama ve kontrol arasında bir bütünün ayrılmaz parçaları olma özelliği vardır. Çünkü herhangi bir planlama faaliyeti, uygulamaya konulmaz ve geri besleme ve diğer kontrol işlemleri ile ne derecede iyi çalışıp çalışmadığına ilişkin gerekli kontroller yapılmazsa hiçbir anlam taşımaz.

İmalat işletmelerinde üretim planlaması ve kontrol sürecinin "kimler için ve neden yapıldığı " biçimindeki bir sorunun bu sürecin sorumlu yöneticileri tarafından sürekli olarak gözönünde bulundurulması gerekir. Başka bir

¹³ Owans, s.507

deyişle, üretim planlaması ve kontrol neden yapılır ve amaçları nelerdir? İmalat sanayii işletmelerinin üretim faaliyetlerinde etkinliğin sağlanması, istenilen miktar, kalite ve zamanda, en iyi ve ucuz yöntemle üretimde bulunmakla ancak elde edilebilir. Sözü edilen etkinliğin sağlanması ise, üretim planlaması ve kontrol sürecinin bir yönetim aracı olarak kullanılmasıyla ancak gerçekleştirilebilmektedir.

Son yıllarda, üretim planlaması ve kontrolünün, işletme yönetiminde etkinliğin sağlanmasında temel faaliyetlerden birisi olduğu görülmüştür. Özellikle bilgisayarların kullanılmaya başlanması sonucu, üretim planlaması ve kontrol süreci ile çelişkili amaçların sayısal biçimde, belirli tekniklere göre saptanması olarak içerisine girmiştir. Ayrıca, işletme yöneticileri, üretim faaliyetlerinde etkinliğin sağlanması, eldeki kıt kaynakların dağıtımı, üretim faaliyetlerine ilişkin izlenmesi gerekli politikanın saptanması ve değerlendirilmesi gibi sorunların çözümlenmesinde, üretim planlaması ve kontrol sürecinin en uygun bir yönetim aracı olduğunu kesin olarak kabul etmişlerdir.

IV. Üretim Planlaması ve Kontrol Fonksiyonları

Üretim planlaması ve kontrol sürecini bir yönetim aracı olarak kullanabilmek için, bazı fonksiyonların yerine getirilmesi gerekmektedir. Üretim planlaması ve kontrol süreci, işletme amaçlarının gerçekleştirilmesinde bir beyin görevi görür ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde aşağıdaki fonksiyonların yerine getirilmesini gerektirir¹⁴.

1. Gerekli malzemenin (örneğin hammadde, yarı mamul, vb.) sağlanması
2. Üretim sürecinde izlenecek yöntemin saptanması

¹⁴ Eilon, s.2-5

3. Üretim için gerekli olan makina, araç-gereç, vb. olanakların sağlanması

4. Hangi ürün ya da ürünlerin ve üretim faaliyetinde yapılacak işlerin sıralama işleminin saptanması

5. Çalışma standartlarının saptanmasına ilişkin gerekli tahminlerin yapılması

6. Makina ve diğer araçlara gerekli işlerin yapılmasına ilişkin yükleme ve işlerin ne zaman başlayıp ne zaman tamamlanacağına programlanması işleminin yapılması

7. Üretim faaliyetine fiilen başlanması

8. İşe başlatma fonksiyonu ile birlikte önceden saptanan standartlara uygun bir biçimde işlerin gerçekleşip gerçekleşmediğinin izlenmesi

9. Üretim faaliyeti sonucu üretilen ürün ya da ürünlerin kalite durumlarının saptanması

10. Üretim faaliyetlerini genel bir biçimde değerlendirerek, gelecek dönemlerde geliştirilecek üretim planlaması ve kontrol süreçleri için gerekli kayıt ve düzeltmelerin yapılması

Yukarıda belirttiğimiz on fonksiyondan ilk altısı üretim planlaması işlemini, geriye kalan dört fonksiyon ise kontrol işlemini oluşturmaktadır. Başka bir görüşe göre, üretim planlaması ve kontrol sürecine ilişkin fonksiyonlar dört ana noktada toplanmıştır. Bu ana noktalar özetle şunlardır¹⁵

1. Üretim faaliyetinde izlenecek yolun, üretilecek ürünlerin nasıl, nerede ve neler olması gerektiği konusunun önceden saptanması.

2. Üretim planlarının geliştirilmesi

3. Faaliyetlerin kontrol edilmesi

4. Gerekli raporların hazırlanarak plandan sapmalara ilişkin düzeltme işlemlerine başlanması

Üretim yönetimi konusundaki yapıtlar incelendiğinde, yukarıda da

¹⁵ LAWRENCE, F. Bell, "Factory Systems and Procedures", Handbook of Industrial Engineering and Management, Prentice Hall of India, N. Delhi 1971 s.502-506

özetlendiği gibi, yazar ve araştırmacıların kendilerine özgü yaklaşımlarla üretim planlaması ve kontrol sürecine ilişkin fonksiyonları değişik biçimlerde belirledikleri görülmektedir. Buna göre, sözü edilen fonksiyonlar dört ana noktada toplanabilir.

1) İşletmenin planlama ve kontrol bölümü, üretim faaliyetine başlamadan önce, işletme örgütü içinde yer alan diğer bölümlerle çok sıkı bir işbirliği geliştirir. Daha sonra, üretim faaliyetinde yapılan işler üretilecek ürün ya da ürünlerin teknolojik özellikleri, üretim kapasitesi, pazardaki rakip ürünlerin durumu, vb. etmenler belirli bir tahmin işlemiyle belirlenmekte ve konuya ilişkin gerekli çalışmalar önceden yapılmaktadır.

2) Yapılan tahmin çalışmalarının ışığında neler üretileceği, üretimin nasıl, yani hangi yöntemlerle nerede ve ne zaman başlayıp ne zaman tamamlanacağı konusundaki planlama çalışmaları yapılır.

3) Planlama ile saptanan konular uygulamaya konulur ve uygulama sonuçları ile önceden saptanmış planlama rakamları karşılaştırılarak sapmalar hesaplanır.

4) Karşılaştırmalara ilişkin gerekli raporlar hazırlanır ve planlanan durumlardan farklı sonuçlar elde edilmişse, gerekli düzeltmeler yapılır. Daha sonra, bundan sonraki dönemlerde geliştirilecek planlama ve kontrol çalışmaları bu duruma göre saptanır.

V.Üretim Planlaması ve Kontrolünün İşletme Örgütündeki Yeri

Üretim planlaması ve kontrolünün amacı, işletmenin üretken kapasitesini mümkün olduğu kadar pazarın talepleriyle, yani müşterinin talepleriyle bağdaştırmaktır. İş yaşamında üretim planlaması ve kontrolünün en önemli işlevi, işletmenin üretken kapasitesini mümkün olduğunca verimli biçimde kullanmak ve programlamaktır.

Dolaylı ve pek yavaş olarak yapılan üretim planlaması ve kontrolü, zamana ve maliyet giderlerine bağlı olarak müşterilerin ve bireysel firmaların

talepleri karşılayacak ve verimliliği etkileyecek biçimde yürütülür. Öte yandan üretim planlaması ve kontrolü işlevi; genellikle zamana ve üretim sürecindeki girdilerin niceliğiyle ilgili aşırı serbestliğe sahip olup, birçok durumlarda girdilerin fiziksel doğasına bağlı olarak ayrıca uygun bir esneklik sağlar.

Üretim planlaması ve kontrolü , üretim kuruluşlarındaki üretim yöneticileri için bir sağ kol görevi görür. Planlama ve kontrol için üretimin ve üretim sistemlerinin örgütlenmesi , genellikle çalışmaların tipine bağlıdır. Planlama politikasının formülasyonunda ve uygulanmasında rehberlik edecek temel ilkeler bütün üretim kuruluşları için ayrı olabilir. Ancak üretim yönetiminin belirli özelliklerini işletmeler daha çok önem verebilirler. Bu da, envanter kontrolü, makine seçimi gibi konularda yansımaları gösterir.

. Bir üretim planlaması ve kontrolü bürosundan ya da bölümünden söz edebilmek için, üretimi yapan işletmenin, fabrikanın örgütlenmesi üzerinde durmak temel koşuldur. Genellikle üretim planlaması ve kontrolü bölümü fabrika örgütünde iş akışına göre yer alır. Bölüm; endüstriyel malın ; ne ile , nasıl, ne zaman ve ne kadar üretileceği ile ilgilidir. Üretim planlaması ve kontrolünün örgütlenmesi endüstri dalına ve kuruluşun bünyesine göre değişiklik gösterir. Görev alacakların eğitim görmüş ve deneyim sahibi olmaları gerekir¹⁶.

VI. İşletmenin Diğer Fonksiyonları İle İlişkisi

Üretimi etkin bir biçimde planlayarak kontrol edebilmek için işletme organizasyonu içerisinde yer alan satış, satın alma, malzeme yönetimi, mühendislik, imalat, pazarlama ve diğer departmanlarla yakın ve koordineli

¹⁶ DEMİR, Mehmet, GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz, Üretim Yönetimi, İstiklal Matbaası, İzmir 1986 s.64-65

bir işbirliğine mutlak surette gereksinim vardır. Üretim planlaması ve kontrol sürecinin amaçlarını gerçekleştirebilmek için değişik kaynaklardan bilgi sağlanması ve diğer fonksiyonel gruplara bu bilgilerin doğru olarak iletilmesi gereklidir. Büyük bir işletmenin piyasa araştırması bölümü gelecekte piyasada oluşacak müşteri taleplerinin ürünlere karşı olabilecek ilgisini ve her ürünün beklenen satış miktarlarını saptamaktadır. Satış bölümü üretilen ürünlere ilişkin gerçek müşteri taleplerinin alınması, teslim tarihlerinin saptanması ve bu siparişlere ilişkin bilgileri malzeme yönetimi ve planlama ve kontrol bölümlerine aktarmaktadır. Planlama ve kontrol bölümü, bu bilgilerin ışığında işletmenin stok, ekonomik sipariş miktarı, teslim zamanı, eksik ve fazla işçi çalıştırma, normal ve fazla mesai, vb. konularda izleyeceği politikayı saptamaktadır. Mühendislik bölümü, üretilen ve üretilmekte olan ürünlere ilişkin teknik bilgileri (örneğin teknik çizimler, makine ve araç-gereçlerin tasarımları, malzeme özellikleri, kalite standartları vb.), planlama ve kontrol bölümüne sunmaktadır; planlama ve kontrol bölümü de bu bilgilerin ışığında önceden belirlenen ürün özelliklerine ve standartlarına uygun olacak biçimde üretim siparişlerine belirleyerek üretim faaliyetinin başlamasını sağlamaktadır.

Bütün bu bilgileri sözü edilen departmanlardan sağladıktan sonra, planlama ve kontrol bölümü işletmede uygulanabilir ve diğer fonksiyonlarla uyumlu bir üretim planlamasını geliştirmektedir.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı gibi, üretim planlaması ve kontrol sürecini geliştirirken yöneticilerin işletmenin diğer bölümlerinin fonksiyonlarını da gözönünde bulundurmaları gereği ortaya çıkmaktadır. İşletme organizasyonunu oluşturan bu bölümler, bir bütünü oluşturan ayrılmaz parça olma özelliğine sahiptirler. Birisi olmayınca ya da iyi bir biçimde işlemeyince, işletmenin faaliyetleri bir bütün olarak aksayacaktır.

VII. Üretim Planlaması. ve Kontrol Sürecini Etkileyen Faktörler

İşletmelerin hepsinde uygulanabilir bir üretim planlaması ve kontrol sürecinin geliştirilmesi olanaksızdır. Bunun nedeni her işletmenin izlediği politikanın ve sahip olduğu felsefenin birinci derecede yöneticilerin tutumuna bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde her işletmenin içinde bulunduğu sanayi kolunun gelenekleri, çalıştırılan personelin yetenek ve çalışma şekilleri de etkili olmaktadır. Ayrıca üretim faaliyetlerinin karmaşıklığıda her işletmede farklılık göstermektedir Bazı işletmelerde çağdaş düzeyde sürekli olarak kitle halinde üretimde bulunurken, bazılarında ise, ilkel yöntemler hala geçerlidir. Ayrıca işletmenin yerinden veya merkezden yönetilmesi, büyüklüğü vb. faktörler de bütün imalat işletmeleri için tek tip bir üretim planlaması ve kontrol sürecinin formüle edilmesine olanak vermemektedir.

Üretim planlaması ve kontrol sürecine ilişkin etkileyici etmenleri değişik yazarlar değişik şekillerde belirlemişlerdir. İşletme örgütü içerisinde geliştirilecek üretim planlaması ve kontrol sürecini etkileyen temel etmenler "üretim tipi", "fabrika büyüklüğü" ve "sanayi kolu"¹⁷ olmak üzere üç ana noktada toplanabilmektedir. Başka bir görüşe göre, sözü edilen temel etmenleri (1) "yerinden yönetimin uygulanma derecesi ile ilişkili olarak örgütün genel planı", (2) "imalat sürecinin niteliği"; (3) "İmalat sürecinde yapılmakta olan işlerin birbirlerinden farklı olma ve yinelenme bakımından nitelikleri" ve (4) "İmalat sürecinde yapılmakta olan işlerin boyutu ya da genişliği"¹⁸ olmak üzere dört noktada toplamışlardır. Diğer bir görüş ise, üretim planlaması ve kontrol sürecinin uygulanmasını doğrudan etkileyen

¹⁷ Eilon, s.11

¹⁸ ALFORD,L.P. ve BANGS, J.R., Production Handbook, The Ronald Press Co., 1948 s.73

temel etmenler olarak "ürün tipi" ve "üretim tipi"¹⁹ gösterilmektedir. Bu görüşe göre, "üretim hacmi" ya da "fabrika büyüklüğü" gibi etmenler, üretim planlaması ve kontrol sürecinin tasarımını doğrudan etkileyen etmenler değildir.

Üretim planlaması ve kontrol konusuna ilişkin etkileyici etmenler konusundaki bilimsel yapıtlar incelendiğinde, sözü edilen etmenlerin değişik terimlerle belirlenmiş olduğu görülecektir. Bununla birlikte, genel olarak bu etmenlerin işletmenin üretim türü, işletmenin içerisinde faaliyette bulunduğu sanayi kolu ve işletmenin büyüklüğü olmak üzere üç ana noktada toplandığı görülecektir. Bu nedenle, bizde bu üç temel etmenin olduğu varsayımına dayanarak, bu konuları inceleyeceğiz.

1. İşletmenin Üretim Türü

İşletmenin üretim türü, üretilmekte olan ürün sayısı, ürün ya da ürünlerin üretimine ilişkin sürecin yinelenme derecesi, üretim süreci içindeki iş (operations) sayısının azlığı ya da çokluğu, vb. nedenlerden dolayı değişik biçimlerde bölümlendirilmiştir. Bir görüşe göre, işletmelerin üretim türleri (1) akış türü üretim, (2) görev türü ya da sipariş üzerine üretim ve (3) proje türü üretim; olarak bölümlendirilmiştir.²⁰ Başka bir görüşe göre ise, (1) sipariş üzerine üretim, (2) üretim hattı tipi üretim ve (3) bu iki üretim türünden oluşan karma üretim; biçiminde bölümlendirmeler yapılmıştır²¹.

Bu görüşler incelendiğinde üretim türlerine ilişkin yapılmış bölümlendirmelerin değişik kelime ve terimlerle açıklanmış olduğu

¹⁹ AMRINA, H.T., RITCHEY, J.A. ve HULLEY, O.S., Manufacturing Organization and Management, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1966 s.257-258

²⁰ STARR, Martin K., Systems Management of Operations, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1971 s.23-25

²¹ Eilon, s.405-407

görürecektir. Yukarıda kısaca belirlediğimiz bölümlere dayanarak, üretim planlaması ve kontrol sürecini etkileyen faktörler olarak sürekli üretim, sipariş üzerine üretim ve parti üretimi olmak üzere üçlü bir sınıflandırma yapabiliriz. Bu sınıflandırmaları inceleyelim.

A. Sürekli Üretim

Sürekli üretimde işbölümü nedeniyle üzerinde uzmanlaşmanın sağlanmış olduğu tek ürün veya çok az sayıda ürün, zaman içerisinde sürekli bir akış içinde üretilmektedir. Ayrıca üretim sırasında sürekli olarak aynı işler, aynı sıralama çerçevesinde yapıldığından , büyük miktarlar da üretimde bulunabilme olanağı vardır. Üretim hızı oransal olarak yüksek olduğundan, bu sistemde stok düzeyinin yüksek tutulmasına gerek görülmez ve dolayısıyla maliyetlerde azalma olur. Aynı şekilde üretim faaliyetinde sürekli olarak aynı iş ya da operasyonların tekrarlanması, üretim hattının kurulmasından sonra planlama ve kontrol sürecinin uygulanmasını oldukça kolay ve basit bir düzeye indirgemıştır. Sürekli üretim yapan işletmelerde geliştirilecek üretim planlaması ve kontrol süreci, ilke olarak diğer üretim türlerindeki gibidir. Başka bir deyişle, burada da üretim faaliyeti için yapılacak işler ve gerekli diğer konular önce planlanır, daha sonra uygulamaya konularak planlara göre yürüyüp yürümediği izlenir ve daha sonra şayet varsa, gerekli düzeltmeler yapılır. Ancak sürekli üretim türünün yukarıda belirtilen özellikleri nedeniyle bu sistemde üretim planlaması ve kontrol işlemi diğer üretim tiplerine oranla daha kolaydır.

B. Sipariş Üzerine Üretim

Sipariş üzerine üretimde, değişik türde ürünler üretilmektedir. Her ürünün üretimi ise, gerek nicelik gerekse nitelik bakımından değişik işleri gerektirmektedir. Ancak bu ürünlerin üretiminde kullanılmakta olan makina, araç-gereç ve diğer üretim (kaynakları) her ürünün üretimi sırasında geçirdiği

aşamalara göre düzenlenebilme esnekliğine sahiptir. Bu sistemde, değişik türde çok sayıda ürün üretilmesi, maliyetlerin yüksek olması sonucunu doğurmaktadır. Her ürünün üretimi için yapılması gerekli işler nicelik, nitelik, miktar ve sıralama bakımından farklıdır. Bu nedenle, üretilmekte olan her ürün türü için ayrı ayrı planlama ve kontrol süreçlerini geliştirmek gerekir. Ayrıca, sipariş üzerine üretim yapıldığından, kalite durumu her ürün türü için farklı olmaktadır.

Sipariş üretimi, imalatın yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç alt gruba ayrılır:

- a) Az sayıda ürünün yalnız bir defa üretilmesi,
- b) Az sayıda ürünün talep geldikçe, belirsiz aralıklarda üretilmesi,
- c) Az sayıda ürünün belirli aralıklarda periyodik olarak üretilmesi.

Yalnız bir defa üretilen ürünler için; üretim tekniği, alet, tertibat ve planlama bakımından yapılacak birşey yoktur. Belirli ya da belirsiz aralıklarda tekrar üretilen ürünler için metot, işlem planlaması ve kontrol faaliyetlerinin düzenlenmesi ve bunlara ilişkin bilgilerin gerektiğinde kullanılmak üzere iyi saklanması önem taşır.

C. Parti Üretimi

Bir ürünün özel bir siparişi ya da sürekli bir talebi karşılamak amacıyla belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Bir parti ürünün üretimi gerçekleştirildikten sonra makine ve tesisler başka cins bir ürünün parti üretiminde kullanılabilir. Makine, takım, tertibat ve insangücünün planlanmasında gösterilecek özen parti büyüklüğüne ve üretim döneminin sıklığına bağlıdır. Parti üretimi de sipariş üretimi gibi yalnız bir defalık, belirsiz ve belirli aralıklarda tekrarlanan olmak üzere üç alt gruba ayrılır. Parti hacmi büyüdükçe ve dönemler belirli hale geldikçe üretim planlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli sonuçlar verir. Parti üretiminde iki temel problem vardır. Bunlardan biri en uygun parti büyüklüğünün

saptanması, diğeri minimum kapasite kaybına yol açan üretim programlarının hazırlanmasıdır. Parti üretimi endüstride ağırlığı en fazla olan ve sık rastlanılan bir üretim tipidir.

2. İşletmenin İçinde Bulunduğu Sanayi Kolu

Üretim planlaması ve kontrol süreci geliştirirken gözönünde bulundurulması gereken bir başka faktör de işletmenin içerisinde üretim faaliyetinde bulunduğu sanayi koludur²². Örneğin tekstil ürünlerinin üretildiği bir sanayi kolu ile otomotiv, demir-çelik gibi ağır sanayi kollarında faaliyette bulunan imalat sanayi işletmelerinde geliştirilecek ve uygulanacak olan üretim planlaması ve kontrol süreci farklı olacaktır. Ancak burada bir sorun ortaya çıkmaktadır. "Sanayi kolu saptanması nasıl olacaktır?" biçimindeki bir soruya karşılık bulmak gerekir.

İşletmenin içinde bulunduğu sanayi kolu, değişik biçimlerde belirlenebilir. İşletmenin içinde bulunduğu sanayi kolunu değişik işgücü ve talep durumu, yatırım politikasının etkilediği faktörler vb. etkenler saptamakla beraber normal olarak sanayi kolunun saptanması üretimde kullanılan temel mal ve elde edilen ürün ya da ürünler dikkate alınarak yapılabilir²³. Ancak kullanılan hammaddeye dayanılarak sanayi kolunun saptanması, elde edilen ürün ya da ürünlere dayanılarak saptanacak sanayi kolu tesbitinden daha az sıhhatli ve uygulanabilir niteliktedir. Çünkü işletmeler çok sayıda hammadde kullanmak suretiyle çok sayıda ürün elde ederken üretilen mala dayalı olarak sanayi kolu tesbitinde kullanılan hammadde, üretim süreçleri ve yöntemleri hakkında bilgi elde edinilmesi verimlilik oranını daha da arttırmaktadır.

İşletmelere ilişkin sanayi kolunun belirlenmesi oldukça geniş bir konudur. Ayrıntılı ve geniş bir biçimde açıklanması, çalışmamızın içeriği dışında

²² Alford, Bangs, s.73-74

²³ Eilon, s.22

kalmaktadır. Bu nedenle, bu konuya bu kadar değinmekle yetineceğiz.

3. İşletmenin Büyüklüğü

Üretim planlaması ve kontrol sürecinin geliştirilmesinde dikkate alınması gereken faktörlerden birisi de işletmenin büyüklüğüdür. İşletme ne kadar büyükse, üretim faaliyetleri de o kadar karmaşık olacak ve çok sayıda da işçi kullanılması gerekecektir. Bu durum böylece işletmenin diğer faaliyetlerinde olduğu gibi üretim planlaması ve kontrolünde de bir karmaşıklık yaratacak ve yetki sorumluluk dağıtımındaki etkenliği azaltacaktır. Öte yandan küçük işletmelerde bu sorunlar yoktur. Bunun nedeni bu işletmelerde işlerin dağıtımı ve bilgi akışının kişi ve bölümler arasında informal biçimde sağlanabilmesinin mümkün olmasından dolayıdır.

Acaba işletme büyüklük derecesinin saptanmasında hangi faktörler gözönünde tutulabilir? Çalıştırılan işçi sayısı mı? Yatırılan sermaye tutarı mı? Yoksa satışların yıllık devir hızı mı? Bu üç kıstastan her biri yerine göre kullanılırken, birincisi, yani çalıştırılan işçi sayısı en fazla kullanılan kıstastır²⁴.

Büyük imalat sanayi işletmelerinde üretim planlaması ve kontrol sürecinin geliştirilmesinde karşılaşılan sorunlar, işletmenin büyüklük ve organizasyonu ile ilgili olarak nitelik ve karmaşık olma bakımlarından değişiklik göstermektedir. Fakat karşılaşılan sorunların çoğu "genellikle üretim planlaması ve kontrol süreci; yerinden yönetimle mi, yoksa merkezden yönetimle mi gerçekleşsin?" sorusu ile ilgilidir. Şüphesiz üretim süreçlerinde kullanılan yöntemlerin planlanması, hammadde ve ürünlerin standartlaştırılması, kullanılan yöntemlerin planlanması, hammadde ve

²⁴ STEPHEN, Jeckovich, Production Planning and Control Systems for Various Types of Manufacturing, Modern Approaches, s.81

ürünlerin standart parçalarının satın alınması, depolama işlemleri, ulaştırma, malzeme kontrolü, fabrika düzenlenmesi, araç gereç, işgücü, vb konularda izlenecek politikanın merkezden yönetimle sağlanması mutlak surette gereklidir. Ancak aşırı merkezciliğin işletmenin diğer fonksiyonlarında olduğu gibi üretim planlaması ve kontrol sürecini de olumsuz yönde etkileyebileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

ANA ÜRETİM PLANLAMASI

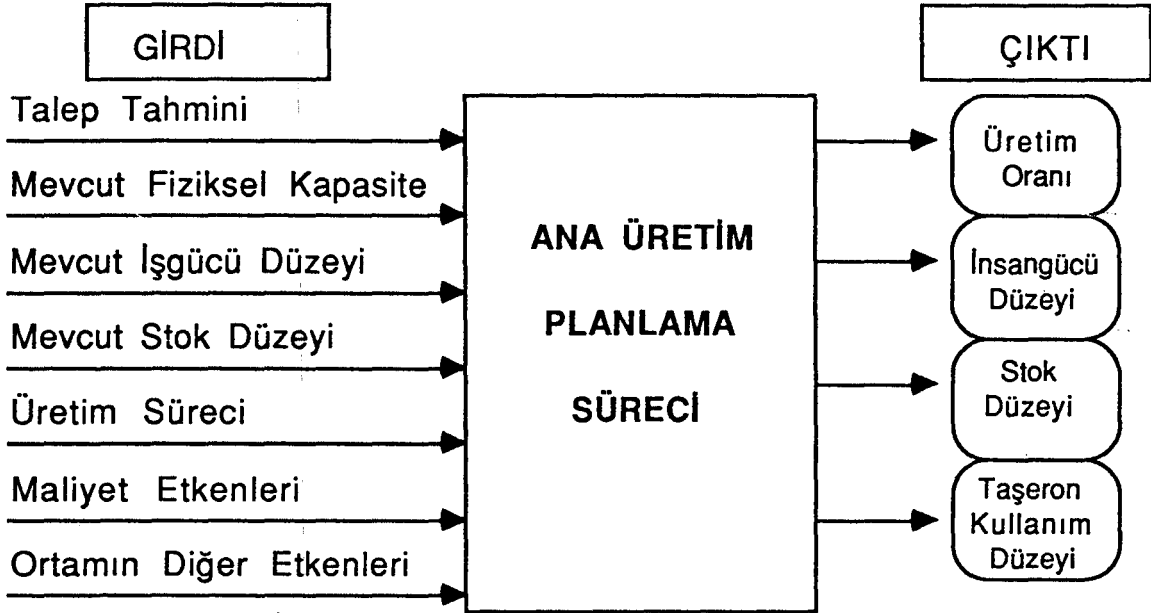
I. Genel Çizgileriyle Ana Üretim Planlaması

Üretim planlaması, düzensiz şekilde değişen talepleri karşılayabilmek amacıyla üretim, stok ve işgücü düzeylerinin saptanmasıyla uğraşır. Normal olarak, planlama boyutunda firmaların fiziksel kaynakları sabit olarak varsayılır ve planlama çalışmaları bu kaynakların en iyi şekilde kullanılmasına yönelik olur. Bu durum sık sık problem yaratmaktadır, çünkü talepleri zamanında ve istenilen miktarda sunabilmek firmanın kaynaklarının verimli kullanılmasıyla sık sık çakışmaktadır. Üretim yöntemini etkileyen şartlar sabit olmadığı zaman, (talepteki değişimler, maliyet faktörleri ya da kapasite sınırları) etkili kaynak kullanımı elde edebilmek için üretim toplu bir şekilde planlanmalıdır. Bu planlama faaliyetlerinin zaman boyutu dinamik değişimlerin doğasına göre ayarlanmaktadır. Eğer talep mevsimsel ise tüm mevsim dönemi planlama boyutu içine alınır. Genel olarak zaman boyutu 6 ay ile 18 ay arasında değişir fakat en fazla uygulananı ve uygun olanı 12 aylıktır²⁵.

Üretim planlama sürecinin temel girdileri , talep, mevcut kaynaklar, süreç planlama çıktıları ve ortamın diğer etkenleridir. Üretim planlama sürecinin

²⁵ HAX, A.C. "Aggregate Production Planning". Handbook of Operations Research, Van Nostrand Reinhold, N.Y. 1978 s.4-5

girdileri ve çıktıları Şekil 2.1. de gösterilmiştir.



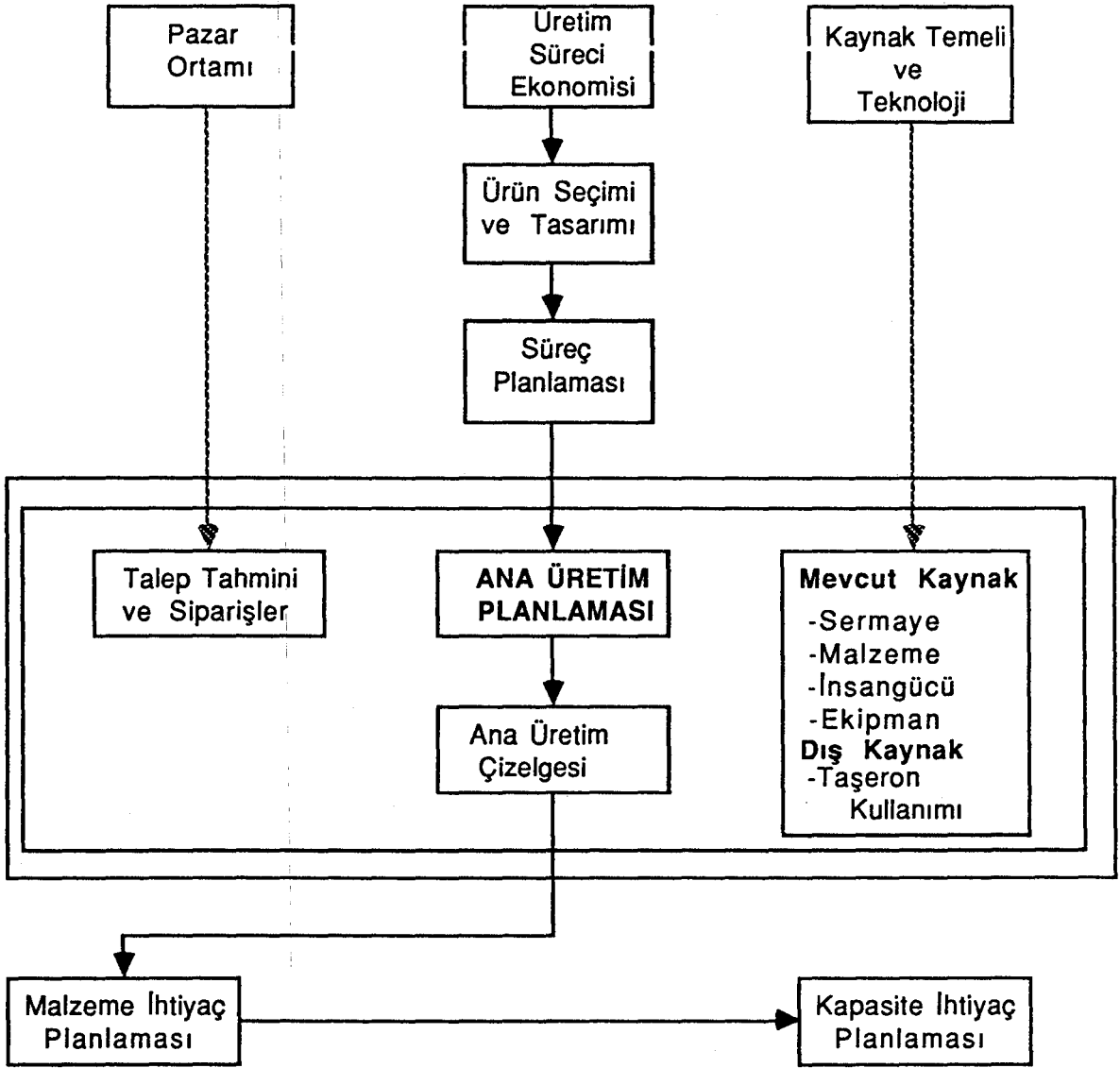
Şekil 2.1. Üretim Süreci Girdi Çıktı İlişkisi

Üretim planının önemli çıktısı, ana üretim çizelgesidir. Bu çizelge, üretim sisteminin her dönem, talep edilen üründen ne miktarlarda üretilmesi gerektiğini belirtir. Ana üretim planında belirlenen dönem bazındaki üretim oranları, üretim çizelgesinin hazırlanmasında temel girdiyi oluşturur.

Ana üretim planlama faaliyetinin, tüm üretim sistemi içindeki yeri, önceki ve sonraki faaliyetler bakımından Şekil 2.2'de gösterilmiştir²⁶.

Ana üretim planlama fonksiyonunu, tasarım ve kontrol forksiyonlarından ayırdedebiliriz. Tasarım kararlarının sınırlamaları az olduğu için esnekliği geniştir, çünkü fabrika halen kurulma aşamasındadır. Diğer yandan, kontrol kararlarında, kısa dönemde değişkenler değişmediği için, belirli renkler, ölçüler, parça stokları ve üretim seviyeleri gibi detaylar üzerinde yoğunlaşılır. Ana planlamanın odak noktası ise toplam üretim, stok ve işgüçdür.

²⁶ SAATÇIOĞLU, Ömer, "Ana Üretim Planlama Sistemi Tasarımı" ders notları ODTÜ ANKARA, 1986, s.1-2



Şekil2.2 Ana üretim planlaması faaliyetinin üretim sistemi içindeki yeri

Birçok işletmenin ana üretim planlamasını önemli kılan, hammadde stoğu, satışlar ve reklam kampanyaları, iş görüşmeleri, stok, ulaşım anlaşmaları ve yeni teçhizat alımları için orta dönem kararlarının kesin olarak sonuca bağlanması gereklidir. Genellikle bu, kesin kararların değiştirilmesi maliyetli ve zordur²⁷.

²⁷ MAGEE,J.F., Production Planning and Inventory Control, International Student Edition, 1958 s.236-237

Bazı işletmelerin ürününün talebi bilindiği ve sabit olduğu için ana üretim planlaması kolaydır. İstenilen hammadde anında temin edilebilir, üretim yöntemi tamamen kontrol altındadır ve bu üretim yöntemi ile ilgili geliştirilmiş yenilikler şu ana kadar yoktur. Bu tip işletmeler doğrudan programlamaya (scheduling) geçebilir ve ana üretim planlamayla uğraşmazlar ancak, ne yazık ki bu tanıma uyan işletmeler çok azdır.²⁸

Birçok işletme ana üretim planlama yöntemini uygulamadığı için programlama zamanı çeşitli problemlerle karşılaşır; teslim zamanına uyamazlar, hammadde yokluğu ile karşılaşır, ürüne ait olan kimi parçalar fazla üretilir, kimi ise yeterli gelmez, bazı bölümler fazla mesai yaparken, bazı bölümler ise işsizlikten boş kalır. Bu tip problemler çizelgeleme problemi gibi gözükse de, bunların asıl kaynağı yeterli planlamanın yapılmamasıdır.

II. Ana (Aggregate) Üretim Planlamasının Önemi

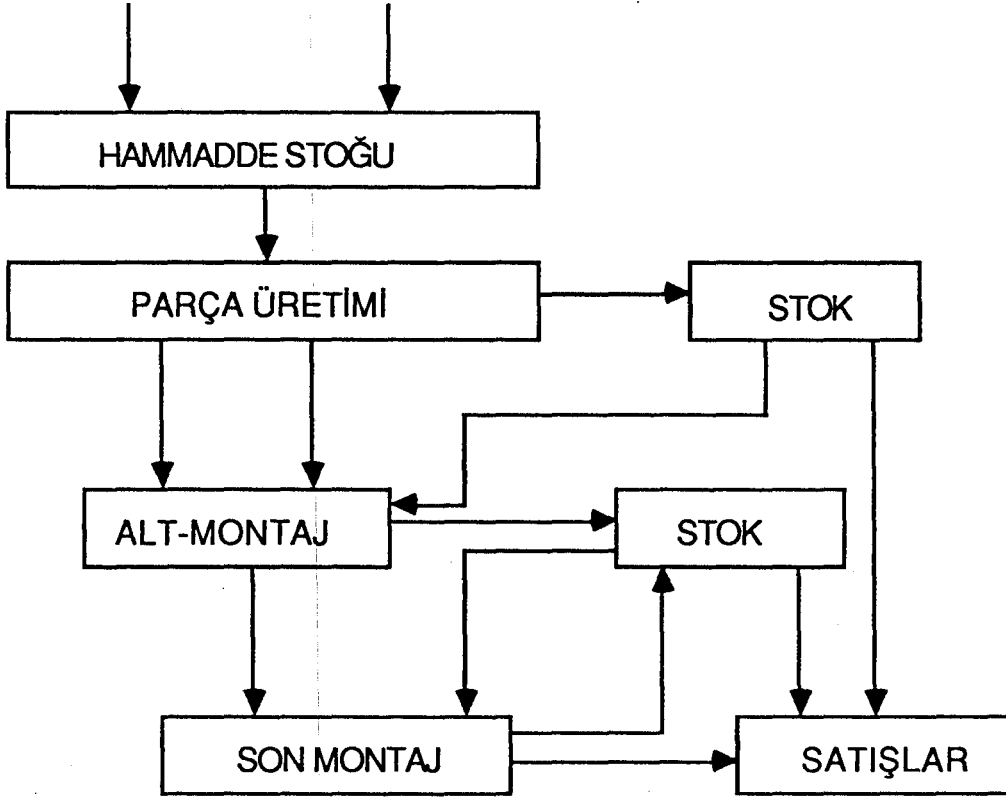
Ana planlamada ortaya çıkan problemleri daha iyi anlayabilmek için konuyu bir örnek üzerinde inceleyelim²⁹.

Örnek işletme kontrol aletleri üreten büyük bir şirketin bir koludur. İşletme metal makina parçalarının üretimi ve montajı ile uğraşmaktadır. Son ürün olan 2600 değişik montaj, yaklaşık 6000 alt montaj ve 15000 dolayında parça vardır. Kimi ürünler doğrudan alıcıya, kimi ürünler ise şirketin diğer kollarına yollanmaktadır. Parçanın üretilmesinde 600 kişi çalışmakta ve bunların yarısından fazlası tasarım, kontrol ve operasyon yöntemleri ile uğraşmaktadır. Siparişin alınmasından teslim edilmesine kadar 3 ile 6 ay arasında zaman geçmektedir ve işletme bu süreyi azaltabileceğine inanmaktadır. Üretim sırasına göre basamaklar Şekil 2.3.'de gösterilmektedir. Talep mevsimseldir ve ürünler müşterinin isteğine göre üretilmektedir. İşletme teslim tarihini

²⁸ CHASE, R. ve AQUILANO, N., Production and Operations Management, Homewood, 3. Edition, Illinois, 1981 s.203-205

²⁹ Spencer, s.237

yerine getirmede büyük zorluklarla karşılaşmaktadır.



Şekil 2.3 Örnek işletmenin üretim sırasına göre basamakları

Ana (Aggregate) planlamada işletmenin karşılaştığı zorluklar şunlardır³⁰:

1.Hammadde tedarik süresinin uzun olduğu için makina parçalarına talep gelmeden hammadde siparişi verilmelidir.

2.Makinaların hazırlık maliyeti yüksek olduğu için parçalar ekonomik sipariş miktarında üretilmektedir. Uzun dönemde talepler sabit değilse, bu bir çizelgeleme problemidir. Fakat birçok parça ancak belli bir süre için iyi pazarlanabilmekte ve bu nedenle talep kestirimleri ana planlamada olduğu gibi her dönemin satış tahminine göre güncelleştirilmelidir.

3. Montaj maliyetli olduğu için montaj hattı bir parça üzerinde uzun süre çalışmalıdır. Ekonomik sipariş miktarı sistemi kullanılıyor, fakat çok

³⁰ Magee, s.238-239

değişik taleplerin olduğu montaj hatları sayı olarak azdır ve birçok alt montaj bunlara ortaklıdır. Bu nedenle, montaj çizelgelemesi son dakikada kısa dönem bazında yapılmaz.

4.Eğer parça stoğu yeterli değilse, montaj hatları çalışmayı durdurmak zorundadır. Parçalar birçok alt montajlardan geçmektedir. Parçaları işlenmesi uzun ve seyrek olduğu için montaj işi de uzun ve seyrek olmaktadır. Çeşitli uzun montaj işlerinde aynı parçalar aynı zamanlarda istenirse, bu parçaların kitlediği ile karşı karşıya kalınır.

5.İşletme haftanın 6 günü 3 vardiya şeklinde çalıştığından dolayı fazla yükleme durumunda kapasiteyi arttırabilmek mümkün değildir.

Görüldüğü gibi işletme çok büyük problemlerle karşı karşıyadır. Yapılan işin büyük bir kısmı atelye tipi olduğundan dolayı, toplam satışlardan bölümlerin iş yükünün saptanması çok zordur. Yıllık bütçe birçok firmanın bütçelerinden çok daha ayrıntılıdır ve parçaların satış tahminlerine dayanmaktadır. Bölüm faaliyetleri, iş saatleri tahminine dayanmaktadır ve detaylı satış tahminlerinin nedeni bölüm faaliyetlerinin dönüşümüdür. Maliyet kontrolü ve hesaplamaları için kullanılan yıllık işlem ve sermaye harcamaları, tahmini bölüm faaliyetlerine göre, hazırlanır. Hammadde alımları da yıllık satış tahminlerine dayanır.

Buradan da anlaşıldığı gibi, işletme ana üretim planlamayı sermaye harcamaları, işgücü, hammadde ve satış planları için hazırlamaktadır ve planlama burada durmaktadır. Yıllık satış tahminleri planlanan parçalar veya montaj stoğu için kullanılmamaktadır. İşletmenin karşılaştığı güçlüğü ana nedeni üretilen parçalarla montaj işlemlerinin birbiriyle olan ilişkisidir. Parçaların üretilmesi ve montajı, tekrar sipariş noktası programlama kuralına ve parti miktarına göre her parça için dikkatle kontrol edilmektedir. Bir parti malın üretimi, sipariş gelince ve bir parçanın stok seviyesi tekrar sipariş noktasının altına düştüğü zaman, programlanır. Bu durum, parçalar ile montaj işlemlerinin arasındaki ilişkiyi inkar etmektedir. Buna bağlı olarak ürünlere

olan büyük siparişler diğer montajlarda kullanılacak olan özel parçaların stoğunu azaltabilir. Bu durum, parça için acele siparişe ve/veya montaj hattının durmasına neden olur. Sonuç olarak, gerçek parti miktarı bazı parçaları hemen elde etmek için azaltılır. Fazladan makina hazırlığı gerektirdiği için, toplam iş zamanı standart parti miktarına göre bütçelenen ve hesaplanan zamanın üstüne çıkar. Böylece tüm sistem geride kalır.

Bu problemin kısmi cevabı montaj hattının ana planmasının yapılmasıdır. Bireysel ürünler değil, ürün grupları başlangıç stoğuna göre çizelgelenmelidir. Parça üretimleri partiler halinde alabilir, fakat işlemler, montaj planı için gerekli parçalara göre sıralandırılmalıdır, çünkü birçok parça birden fazla ürün grubunda kullanılmaktadır

III. Ana Üretim Planlamasının Diğer Kararlarla İlişkisi

Ana üretim planlaması, işletmenin diğer kararlarından ayrı tutulursa, etkili olamaz.

Ana üretim planlaması, işletmenin üretim yönetimi, pazarlama ve finansal yönetim fonksiyonları arasındadır. Pazarlama fonksiyonu ile koordinasyon, talepteki ani değişikliklere karşılamak için orta dönem üretim planını saptar, aksi takdirde üretim ve pazarlama yöneticileri arasında yetersiz zaman ve kapasiteden dolayı ihtilaf çıkabilir.

Benzer olarak, finansal planlamacıların bilgisi ile hammadde, stoğunun, mevsimsel stoğun ve ara mal stoğunun planlaması asıldır. Aksi takdirde nakit sıkıntısına bağlı olarak, ani işten çıkarmalar ya da çeşitli kıtlıklar meydana gelebilir. Bu tip problemleri önlemekten daha önemli olan, yukarıda belirtilen üç grubun karlı olabilecek işleri fonksiyonlar arasında değerlendirerek saptamasıdır. Örneğin, pazarlama bölümü mevsimsel üretim problemini önlemeye yardımcı olmak için ileriye dönük satış yapabilir. Alternatif olarak, finans yöneticisi de erken verilen siparişlerde iskonto yapabilir. Her bölüm

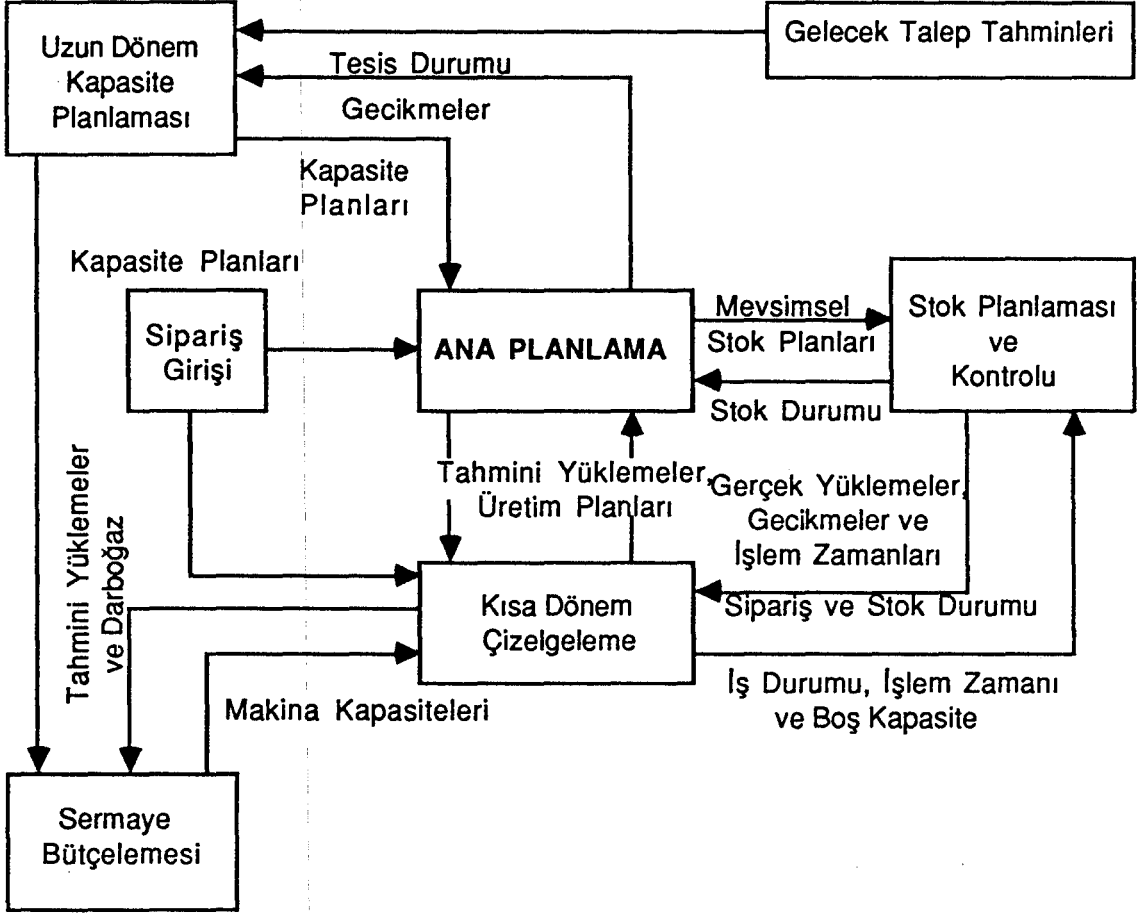
elinden gelenin en iyisini yapmaya çalışsa, işletme büyük siparişler alabilir, yüksek üretim sağlayabilir ve sıkı finansal kontrolü kurabilir, fakat bu durumda da işletme stok açığından, verilen siparişlerin geri alınmasından sapmalardan oluşan bozuk iş ilişkilerinden, ve yüksek hazırlık maliyetlerinden dolayı iflas edebilir. Çünkü birbiriyle bağlantıları sağlam olmazsa, yapılan işlerde her an aksamalar olabilir, ama işletmenin bu üç bölümü ana planlama için işbirliğine girerse, karlı sonuçların ortaya çıkma olasılığı çok daha yüksektir.³¹

Ne yazık ki, bir çok işletmede ana planlama, pazarlama ve finans bölümlerinde ayrı ayrı yapılmaktadır. Üretim planlaması genellikle kısa dönem içindir ve gruplar arasında gerekli bağlantılar yeterince kurulmamaktadır. Dolayısıyla, herkes kendi yaptığı plana göre işletmenin daha karlı olması gerekirken neden olmadığını diğerlerine açıklamaya çalışır.

Şekil 2.4 ana planlama ile diğer üretim kararları arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Ana planlama fonksiyonu, talep tahmini ve uzun dönem kapasite planı için uzun dönem kapasite planlaması fonksiyonunu kullanır. Gerçekleşen sipariş ve stok durumuna göre üretim ve stok planlarını kısa dönem çizelgeleme ve stok kontrol fonksiyonlarına dağıtır. Marjinal kapasite kararları için sermaye bütçeleme ile paralel çalışır ve programlanan ile gerçekleşen arasındaki farklara göre, o anki durumu gösteren raporlar getirir.

³¹ Spencer, s.242



Şekil 2.4: Ana Planlamanın Diğer Üretim Kararlarıyla İlişkisi

Şekil 2. 4'de görüldüğü gibi ana üretim planlama işletmenin diğer fonksiyonları ile sıkı bir ilişki halinde olmalıdır. her fonksiyonunun kararlarını tüm birimler göz önüne alınmalıdır ve fonksiyonun sadece kendi içindeki bilgi alışışı yeterli değildir.

Gerekli bilgi ve koordinasyonun sağlanmasında çeşitli yollar vardır.

1. Bilgi akışını merkezleştirerek en az bir grubun gerekli bilgilerle sürekli ilişkisi sağlanır. Bu, genellikle yüksek bir otomasyon sistemi ister çünkü bilgiler çok detaylıdır.

2. Ana üretim planlama için operasyon sorumluluğu olmayan, koordinasyonu sağlayan özel bir operasyon grubu oluşturulur. Bu grubun üyeleri Şekil 2.4'deki bütün fonksiyonları yerine getirir ve diğer gruplarla sürekli temas halindedir.

3.Çeşitli gruplarla birçok toplantılar yapılarak bunların gerçek sonuçları ve ilişkileri herkese anlatılır.

4.Yetenekli bir fabrika müdürünü işe alarak işlerin aynı zamana uyması sağlanır.

5.Günlük programlama için benzetim modeli geliştirilir fakat bu model günlük programlamanın dışında planlanmış stok arttırımı ve fabrika değişikliklerinin etkisini araştırmada da kullanılır ya da aksi takdirde ana planlama test edilir.

Bu model günlük programlama için kullanıldığından dolayı, bilgiler günlük ve doğru olmalıdır. Bu tip model, planlamacılar tarafından yapılan birçok tahminleri ortadan kaldırır. Planlamacılar zamanların büyük bir kısmını Şekil 2.4'deki yanlışları bulmaya harcarlar ve onu düzeltmeye çalışırlar. Model üst yönetimin ve diğer personelin aynı verileri kullanarak aynı dili konuşmalarını sağlayarak, güçlüklerin daha kolay bir şekilde düzeltilmesine yardımcı olur.

Uzun dönem planlamalarda üretim aşamasındaki her detayı göz önüne alabilmek pratik olarak güç olduğu için tüm bilgiler işleme toplu olarak alınır. Benzer ürünler aynı ürün grubunda, değişik makinalar aynı makina merkezinde ve müşteriler belli pazar bölgelerinde toplanır. Bu toplama çalışmaları planlama sisteminin doğasına ve üretim faaliyetlerinin yönetsel ve teknik özelliklerine göre farklılıklar gösterebilir.

Zaman içinde taleplerde değişiklik olmuyorsa ve maliyetler ve fiyatlarda sabit kalıyor ise ana üretim planlama tamamıyla işleme koyulabilir. Ancak bu durum firmanın kaynakları talepleri karşılayabilecek durumda ise geçerlidir. Bununla birlikte, bu koşullar karşılanamazsa ciddi verimsizliklerle ve olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Örneğin, talebin aniden artışıyla gelecekteki planlamalarda birçok aksamalar meydana gelebilir. Kapasite arttırılarak fazla talep karşılanabilir, fakat bu durum ortadan kalkıncada kimi makinalar ve elemanlarda boş kalabilir ve bu durum firmanın işleyişini olumsuz yönde

etkiler, maliyetler artar, makine kullanımı oranları azalır ve firmanın verimliliği düşer.

IV. Ana Üretim Planlaması Aşamaları

Ana üretim planının hazırlanmasında dört aşama bulunmaktadır. Ana üretim planı çeşitli defalar hazırlandığında ikinci ve üçüncü aşamalarda ortaya çıkan problemler genellikle çözümlenmiş olur ve direkt birinci ve dördüncü aşamalara ağırlık verilir. Genellikle bütün açık seçeneklerin irdelenmesi için her aşamanın ayrıca incelenmesi gerekir. Bu aşamaları detaylı olarak aşağıdaki kısımlarda inceleyelim³².

1. Ana Talep Tahmininin Hazırlanması

Bu aşama, planlama ufkündeki her dönem için ürünler bazındaki talebin hazırlanmasını içerir. Örneğin bir deterjan fabrikası için paketleme boyları dikkate alınmaksızın aylık-ton deterjan cinsinden talep bulunur. Diğer bir deyişle ürünler arası model, şekil farkı gözetmeksizin ürün tipine göre belirli bir dönemdeki talep belirlenir. Belirli bir ürün modeli için talebin belirlenmesi daha sonra yapılacak tezgah yüklemeleri ve çizelgeleme aşamasında önem kazanır. Ana talep tahmini zaman serisi analizi, kayan ortalamalar ve benzeri teknikler uygulanarak yapılır.

2. Kapasite Kullanımı Düzenleyici Politikaların Belirlenmesi

Bu aşamada beklenen ana talebi karşılayabilecek politikalar belirlenir. En uygun politikaların karışımı mevsimsel ve rastgele oynamalar gösteren talebi karşılayacak en iyi stratejiyi temsil eder. Üretim için çeşitli seçenekler belirlenmeden önce üst yönetim pazarlama ve üretim birimlerinin

³² NIŞANCI, İbrahim, Üretim Planlaması ve Kontrolü, SEGEM, Ankara, 1984 s.40-

koordinasyonu ile organizasyonun tümünü ilgilendiren seçenekleri belirler. Aday politikalar şunlar olabilir ;

- Normal üretilen ürünlere talebin az olduğu dönemlerde başka ürünler üretmek. Örneğin buzdolabı talebinin düşük olduğu kış aylarında ısıtıcılar üretmek gibi,
- Talebin fiyat elastikiyeti yüksek ise esnek bir fiyatlandırma politikası ile talebin seviye ve zamanlamasını etkilemek. Örneğin fiyat indirimleri ve taksit kolaylıkları ile talebin düşük olduğu dönemlerde satışları yükseltmek gibi,
- Reklam kampanyaları ile talebin zamanlama ve seviyesini etkilemek,
- Müşterilerle anlaşarak fiyat indirimlerine karşılık sipariş teslim tarihlerinde esneklik getirmek ve üretimin planlanmasına kolaylık getirmek.

3. Uygulanabilir Üretim Seçeneklerinin Belirlenmesi

Üretim biriminin yetkisi dışında olarak belirlenen talep düzenlemeleri stratejilerince çizilen çerçeveye bağlı olarak talebi en düşük maliyetle karşılamak için üretim seçeneklerinin belirlenmesi bu aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamada şu tip seçenekler bulunur, bu seçenekler "Düzensiz Talep Değişimlerini Önleme Stratejileri" başlığı altında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4 Optimal Üretim Stratejisinin Bulunması

Uygulanabilir üretim seçenekleri ve bunların birim maliyetlerinin saptanmasını takiben optimal stratejinin bulunmasına başlanabilir. Bu ise toplam planlama ufkunda toplam maliyetleri en aza indirerek talebi karşılama çalışmalarını kapsar. Ana üretim planı ile talebin çeşitli dönemlere dağıtılmasında kullanılan yöntemler, uygulanabilir seçenekler ve bunların maliyetleri ilgili yapılan varsayımlara göre değişir. Bu yöntemler aynı zamanda optimum sonucu veren ve veremiyen yöntemler olarakda sınıflandırılırlar. Bunlardan bazıları deneme yanılma yöntemlerine bazıları ise

matematiksel formulasyonlara dayanır.

V.Düzensiz Talep Değişimlerini Önleme Stratejileri

Yönetim düzensiz talep değişimlerini önlemek için çeşitli stratejiler uygulayabilir. Bu durumlarda, talebi karşılamak üzere, aşağıda belirtilen stratejilerden biri veya daha fazlası kullanılır³³.

1. Üretim oranını değiştirmek
2. İnsangücü düzeyini değiştirmek
3. Talebi stokdan karşılamak
4. Talebi sonradan karşılamak
5. Taşeron kullanmak

1. Üretim Oranını Değiştirmek

Bu stratejiye göre, mevcut insangücü düzeyini değiştirmeden, fazla mesai veya az mesai kullanılarak üretim oranı değiştirilir. Talep düzeyinin yüksek olduğu dönemlerde, fazla mesai kullanılarak üretim oranı artırılır. Öte yandan, talebin düşük düzeyde olması halinde, az mesai (mevcut insangücünün çalışma temposu azaltılır veya çalışma saatleri düşürülür) kullanarak üretim oranı azaltılır.

Bu alternatif, üretim oranında gerçekleştirilecek değişiklik bakımından sınırlıdır. Bunun bir nedeni, azami fazla mesai miktarının yasalarla sınırlı olmasıdır. Diğer bir neden, fazla mesai ücretlerinin ortaya çıkardığı yüksek maliyet olgusudur.

2. İnsangücü Düzeyini Değiştirmek

Farklı talep düzeylerindeki üretim oranını belirlemek üzere kullanılan

³³ Saatçioğlu, s.3-6

diğer bir yol, insangücü düzeyini değiştirmektir. Eğer talep fazla ise, üretim oranını arttırmak için yeni personel alımına gidilir. Aynı şekilde, eğer talep düşük düzeyde ise, bu kez üretim oranını düşürmek üzere personel işden çıkarma yoluna gidilebilir. Her iki yolun da kendine özgü masrafları vardır.

Yeni personel alma masrafları arasında, ilan, mülakat yapma, sınav verme, seçme ve eğitime masrafları sayılabilir. İşden çıkarma ise, tazminat masrafına ve kuruluşun prestijinin yitirilmesine neden olur. İşe alma ve çıkarma yoluyla üretim oranı düzenlemesi yapmak, ancak işe alınan ve çıkarılan personelin beceri düzeylerinin çok düşük olduğu ve bu tür işçi arzının fazla olması halinde geçerli olabilir.

Örneğin, otel, restoran, çiftlik ve bazı fabrikalardaki işçilerin beceri düzeyleri oldukça düşüktür. Becerili insangücü kullanılan örgütlerde bu tür stratejiyi kullanmak hemen hemen olanaksızdır. Beceri sahibi personel, genellikle işçi çıkarma politikası olmayan kuruluşları seçer.

3. Talebi Stokdan Karşılama

Bazı kuruluşlarda fazla talep, talebin düşük olduğu dönemlerde biriktirilen stokdan karşılanır. Bu stratejinin maliyetini stok taşıma masrafı oluşturur. Moda ürünler ile bozulan ürünleri üreten kuruluşlar bu stratejiyi kullanamazlar. Keza hizmet stoklanamadığı için, hizmet üreten kuruluşlar bu stratejiden yararlanamazlar.

4. Talebi Sonradan Karşılama

Talebin üretim kapasitesini aşması ve depoda stok bulunmaması durumunda, siparişler, sonraki dönemlerde karşılanmak üzere alınabilir. Bu siparişlere telafi siparişi denir. Bu strateji uygulanırken müşterinin geç teslimatı kabul edeceği varsayımı yapılır.

Telafi veya sonradan teslim sipariş yolu, mektup siparişiyle mal satan kuruluşlarda genel bir yaklaşımdır. Bu tür kuruluşların ürünleri oldukça karmaşık ve özel siparişlerle karşılanabilecek niteliktedir. Örneğin, uçak, bilgisayar, gemi, sonradan teslim sipariş yoluyla üretilirler veya satılırlar. Öte yandan, bu strateji, gıda maddeleri, giyim eşyaları, ilaç gibi tüketim mallarının üretimini yapan kuruluşlar ile hizmet üreten kuruluşlarda uygulanamaz. Bu stratejinin maliyeti, yok satma ve siparişin sonradan teslim edilişi ile ilgili masrafları kapsar.

5. Taşeron Kullanmak

Talebin karşılanmasında, eldeki kaynakların yeterli olmaması durumunda, siparişlerin bir bölümü dış kuruluşlardan yararlanarak karşılanır. Bu kuruluşlara taşeron kuruluşlar denir. Taşeron kullanarak talebin bir bölümünün karşılanması stratejisi, daha çok önemli müşterileri kaybetmemek amacıyla kullanılır. Kuşkusuz burada, taşeron firmanın kalite standartlarına ve teslim tarihine uyacağı beklenir. Aksi takdirde kuruluş, siparişi geri çevirmeden daha fazla prestij kaybına uğrar.

Taşeron kullanmanın maliyeti yüksek olabilir. Burada, taşeron firmanın isteyeceği fiyatla, o malı kuruluşun üretmesi halindeki maliyet karşılaştırılmalıdır.

VI. Ana Üretim Planlaması ile İlişkili Maliyetler

Pratikte, birçok kuruluş, yukarıda tanımlanan üretim planlama stratejilerinden bir ya da ikisini kullanmaktadır. Oysaki yapılacak dikkatli bir analiz, optimal üretim stratejisinin belki de bir ya da ikiden fazla üretim planlama stratejilerinden oluşacağını gösterir. Esasında optimal üretim stratejisi, toplam üretim maliyetini en küçükleyen planlama stratejilerinin bir bileşenidir. Sözkonusu bileşende, her planlama stratejisinin en iyi düzeyi belirlenir.

Üretim stratejilerin değerlendirilmesinde kullanılan maliyetler, aşağıdaki gibi gruplandırılabilir³⁴.

1. Temel Üretim Maliyetleri

- a. Sabit Maliyetler
- b. Değişken Maliyetler

2. Üretim oranı değiştirme maliyeti

- a. Elemanı işe almanın maliyeti
- b. Elemanı işden çıkarmanın maliyeti
- c. Telafi ya da sonradan teslim sipariş maliyeti
- ç. Stok taşıma maliyeti
- d. Taşeron kullanma maliyeti

Yukarıdaki maliyetlerin daha açık anlatımı şu şekildedir.

1. Temel Üretim Maliyetleri

a. Sabit Maliyetler

Sabit maliyetler olarak ele alınabilir en önemli masraflar, hazırlık masraflarıdır. Üretime başlanmadan önce makinaların hazır duruma getirilmesi, ürünün cinsine bağlı olarak gerekli araç ve gereçlerin hazırlanması, fabrika içinde üretimin gereği olan çevre düzenlemesinin sağlanması vb. yapılan işler hazırlık masraflarıdır.

Talepte doğan değişikliklerden dolayı ya da başka bir nedenle yapılan hazırlıkların bozulması da hazırlığı bozma masraflarıdır.

Tüm bu masraflar sabit maliyetlerdir. Bu sabit masraflardan sonra üretilecek üründen ne kadar istenirse, o kadar üretilir. Üretilecek ürünün

³⁴ Saatçioğlu, s.7-8

miktarı bu maliyeti etkilemez.

b. Değişken Maliyetler

Üretim esnasında çeşitli elemanlar görev alır ve bunların belirli ücretleri vardır. Çalışma saatleri içinde ücretleri normaldir. Çeşitli aksaklıklardan doğan açığı kapatmak için ya da normal üretimi arttırmak için elemanlara fazla mesai yaptırılabilir ve bunun ücreti de fazla mesai ücret şeklindedir. Üretilen ürün için kullanılan malzemenin masrafı, enerji ve diğer masraflarda değişken maliyetler içinde yer almaktadır.

Bu masrafların tamamı ürünün üretim miktarına bağlıdır ve buna göre azalır ya da çoğalır.

2. Üretim Oranı Değiştirme Maliyeti

a. Elemanı işe almanın maliyeti

Belirlenen bir işe eleman almak için yapılan reklamlar, mülakatlar, referansların incelenmesi ve fiziksel sınavlar belirli bir masraf gerektirir. Bir eleman işe alındıktan sonra bunun eğitim masrafları vardır. Eğitim masraflarının içine eğiticilerin masrafları ve öğrenme süresince elemanı ödenen ücretler girmektedir. Eğer alınan eleman daha önce bu firmada çalıştıysa bu masrafların bir kısmı azalır. Aksi takdirde, yukarıda sayılan tüm masraflar dahildir.

b. Elemanı işten çıkarmanın maliyeti

Ana üretim planlamaya göre firmadaki eleman sayısı fazla ise bu fazla elemanlar işden çıkarılabilir. Bir elemanı işden çıkarmanın masrafı o elemana ödenecek olan tazminattır. Ayrıca firma işden eleman çıkardığı için piyasada prestij kaybına uğrayabilir.

c Stok taşıma maliyeti

Eğer talepteki belirsiz değişimler elde stok tutularak karşılanacak ise bunun belirli maliyetleri vardır. Elde tutulan stoğa belli bir miktar sermaye bağlanmaktadır ve bu sermayenin bir maliyeti vardır. Ayrıca depolama, sigorta, vergiler, bozulma ve eskime gibi masraflarda gözönüne alınmalıdır.

ç. Telafi ya da sonradan teslim sipariş maliyeti

Talebin istenen süre içinde karşılanamaması durumunda, talebin sonradan teslim edilmesi yoluna gidilebilir. Ancak bu durumda müşteri talebinden vazgeçebilir, dolayısıyla firmanın satış gelirlerinde kayıp meydana gelir, ayrıca prestij kaybına uğrayarak, müşterilerin firmaya olan güveni sarsılabilir.

d. Taşeron kullanma maliyeti

Ani talep değişikliklerini karşılamanın bir yolu da, üretim yöntemine göre işin tamamını ya da bir kısmını dışarıya yaptırmaktır. Burada iki tür masraf söz konusudur, bunlar yapılan üretim karşılığı (taşeron) dışarıya ödenen ;paralar ve navlun ücretidir.

VII.Ana Üretim Planlamasında Doğrusal Modeller

1.Ana Üretim Planlamada Modellerin Rolü

Ana üretim planlama ile ilgili yönetim kararlarının desteklenmesinde modellerin önemli bir rolü vardır

Bu modeller yöneticilere şu noktalarda faydalı olur.

1. Düşüncelerinin temelinde yer alan fakat tam olarak oluşmamış fikirler programlama kararları sırasında canlandırılarak, birleştirilir ve kullanılır.
2. Programlama kararları ile ilgili bütün faktörlerin gözönüne alınması

sürekli hale getirilerek, eksik görünen ya da kolaylıkla elde edilen kriterlere dayanan yargılar önlenir.

3. Programlama kararları tarihsel sıralarına göre uygun yerlere yerleştirildikten sonra, karar kuralındaki temel mekanizma ile birleştirilerek, geri besleme yolu ile önceki tahmin hataları düzeltilir.

4. Tek düze aynı şekilde karar verme faaliyetinden vazgeçerek, daha fazla özgürlük verilmesi anormal durumlarla daha kolay ilgilenme fırsatı verir.

2.Doğrusal Maliyet Modelleri

Ana planlama kararlarında önerilen modellerin bir kısmı, karar değişkenlerinde doğrusal maliyet hareketleri olduğu varsayımına dayanır. Bu çeşit modeller doğrusal programlamayla hesaplama kolaylıklarına sahip olduğu için çok kullanılır. Ayrıca bu modeller doğrusal olmayan modellere göre, görünüşlerinin aksine, daha az kısıtlayıcıdır. Çünkü doğrusal olmayan maliyetli bir karar modelinin amaç fonksiyonu belirli noktalar arası doğrusal ya da doğrusal olarak kabul edilebilir. Bu fonksiyon özel gösterimlerle doğrusal hale dönüştürülebilir³⁵ ve böylece çok daha fazla karmaşıklaşır. Bunun sonucu olarak kısıtlar artar. Doğrusal maliyet modelleri , yönetimin amaçlarına göre formülasyon sırasında iki sınıfa ayrılabilir.

1. Tek bir hedefi gösteren amaç fonksiyonuna sahip klasik doğrusal programlama formülasyonları (Örneğin, toplam maliyetin en aza indirgenmesi)

2. Birden çok amacın bulunduğu çok amaçlı programlama formülasyonu. (Örneğin, toplam maliyeti en aza indirgerken, satış hacminde artırılması)

³⁵ KARA, İmdat, Yöneylem Araştırması Doğrusal Olmayan Modeller, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir,1986, s.130.

A. Klasik Doğrusal Programlama Modeli

Karar değişkenlerinde elemanı işten çıkarmanın ya da işe almanın gözönüne alınmasına göre iki çeşit model oluşturulabilir: Sabit işgücü ve değişken işgücü modelleri³⁶.

a. Sabit İşgücü Modeli

İlk olarak işgücünün sabit olduğu model ele alınır. Planlama döneminde talepteki değişimleri karşılayabilmek için eleman işe almaya ve işten çıkarmaya izin verilmez Üretim oranı sadece fazla mesai kullanılarak değiştirilebilir.

Modeli matematiksel terimlerle açıklamak için aşağıdaki terimler kullanılmıştır.

Karar değişkenleri:

X_{it} = t döneminde i'inci üründen üretilecek olan miktar

I_{it} = t'inci dönemde i'inci üründen kalacak stok miktarı

W_t = t döneminde kullanılan normal işgücü saati

O_t = t döneminde kullanılan fazla mesai işgücü saati

Parametreler:

v_{it} =t'inci dönemde i'inci ürünün birim üretim maliyeti (işgücü maliyeti hariç)

c_{it} =t'inci dönemden (t+1)'inci döneme i'inci ürünün birim taşıma maliyeti

r_t =t'inci dönemde bir işçinin bir saatlik çalışma maliyeti

o_t =t'inci dönemde bir işçinin fazla mesai bir saatlik çalışma maliyeti

d_{it} =t döneminde i'inci ürünün talep tahmini

³⁶ CANDEA, D., HAX, A.C., Production and Inventory Management, Prentice-Hall, 1987 s.72-78

k_i = bir birim i'inci üründen üretmek için gereken işsaati

$(rm)_t$ = t'inci dönemde toplam normal işsaati

$(om)_t$ = t'inci dönemde toplam fazla mesai işsaati

l_{i0} = i'inci ürün için başlangıç stok seviyesi

W_0 = başlangıç normal işgücü (işsaati)

T = dönem olarak zaman genişliği

N = toplam ürün sayısı

Sabit işgücü doğrusal maliyet modeli şöyledir:

$$\text{Enküçük } Z = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} X_{it} + c_{it} I_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + o_t O_t)$$

$$(1) \quad X_{it} + l_i(t-1) - l_{it} = d_{it} \quad \begin{array}{l} t=1,2,\dots,T \\ i=1,2,\dots,N \end{array}$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^N k_i X_{it} - W_t - O_t = 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(3) \quad 0 \leq W_t \leq (rm)_t \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(4) \quad 0 \leq O_t \leq (om)_t \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(5) \quad X_{it}, l_{it} \geq 0 \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,N \\ t=1,2,\dots,T \end{array}$$

Amaç fonksiyonu üretim, stok, normal ve fazla mesai maliyeti değişkenlerinin enküçüklenmelerini açıklar. Zaman içinde, marjinal üretim maliyetleri değişmiyorsa, $v_{it} = v_i$, $v_i X_{it}$ terimini amaç fonksiyonunun içinde tutmaya gerek yoktur. Maliyeti enküçüklemek amaç olduğu için T'inci dönemin sonunda hiç stok kalmayacaktır. Bundan dolayı, planlama boyutunda toplam üretim sabittir ve toplam talepten başlangıç stoğunun

çıkarılmasına eşittir:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T v_i X_{it} = \sum_{i=1}^N v_i \left(\sum_{t=1}^T d_{it} - I_{i0} \right) = \text{Sabit}$$

Benzer olarak normal işgücü ücretleri, çalışanın boş kalmasına ya da çalışıyor olmasına göre değişmiyorsa

$$\sum_{t=1}^T r_t W_t$$

formülü

$$\sum_{t=1}^T r_t (rm)_t = \text{Sabit}$$

olur ve bu terim amaç fonksiyonundan çıkarılır.

(1)no'lu kısıt tipik üretim-stok denge denkleminini temsil etmektedir. Hem t'inci dönem sonundaki I_{it} stok miktarı hem de t'inci dönemdeki d_{it} talebi, (t-1)'inci dönem sonundaki $I_{i(t-1)}$ stok miktarını ve t'inci dönemdeki X_{it} üretimini temin etmektedir. (5) no'lu kısıt zamanından sonra tedarik olayını engellemektedir. Talep tahminindeki belirsizliklere izin vermenin bir yolu her dönem bitiş stoğuna belli bir alt sınır koymaktır. Şöyle ki, $I_{it} \geq ss_{it}$, ss_{it} t'inci dönemdeki i'inci ürün için koyulan güvenlik stok miktarıdır.

(2)no'lu kısıt her dönem kullanılacak toplam işgücü miktarını tanımlamaktadır. Bu model formulasyonu işgücü temininin, üretim yönteminin tek kısıtı olduğunu varsaymaktadır.

(4) ve (5) no'lu kısıtlar, her dönemdeki normal ve fazla mesai kullanılan iş saati miktarlarının alt ve üst sınırlarını belirlemektedir.

Modelin planlandığı süre sonunda stok için çıkış sağlanamazsa, yani ürünler tüketilemezse, model onları sıfıra indirgeyecektir. Stokların toplam düşüşü istenmeyen düzeydeyse, modele hedef stok kısıtı eklenmelidir. Stok miktarı belli bir düzeyin üzerine çıkamıyorsa, ek bir kısıt koyulmalıdır. Örneğin, kısıt şu şekilde olabilir:

$$\sum_{i=1}^N I_{it} \leq (sc)_t \quad t=1,2,\dots,T$$

Bu kısıta göre her dönemdeki stok tutma kapasitesinden fazla olamaz.

Ürünleri, sınırlı kapasiteye sahip değişik iş merkezlerine yüklemek gerekli olduğu zaman, karar değişkenleri yeniden tanımlanır. Örneğin, X_{ict} t'inci dönemde iş merkezi c'de i ürününden üretilecek olan miktarı gösterebilir. Dolayısıyla, bütün modelde bu yeni karar değişkenine göre değişiklikler yapılır. Açıkladığımız bu basit model bile, ürünler çeşitli sınıflara göre gruplandırılmazsa hesaplamalarda birçok zorluklar çıkarabilir. Çünkü fazla sayıda ürün olması, fazla sayıda değişken demektir, bu da modelin büyümesine neden olur.(3), (4) ve (5) no'lu kısıtlara önem verilmeyip, ihmal edilirse, model $T.(N+1)$ etkili kısıta sahip olur çünkü bu kısıtlar, karar değişkenlerinin alt ve üst sınırlarını temsil etmektedirler. Karmaşık üretim durumlarıyla ilgilenildiği zaman N'nin değeri (ürün sayısı) yüzlerin katı şeklinde olabilir. Örneğin, planlama modeli 10 dönem ve üretim planlama işlemi 6000 parçadan oluşuyorsa, model 60.000 kısıta sahip olur ve normal doğrusal programlama kodlarının kapasitesini aşar.

Birçok model uygulamasında üretim kaynaklarının dağıtımının detaylı planlanması pratik değildir. Birinci olarak, detaylı çizelgeleme programı tüm model içinde olmayan teknoloji ve pazarlama ile ilgili olayları göz önüne almalıdır. İkincisi, planlama konusu içinde karara varılacak olan kaynakların

dağıtımı ve çok detaylı bilgilendirme, bu kararları azaltmaktan daha çok fazlalaştıracaktır. Son olarak, toplu haldeki tahminler detaylı tahminlerden daha doğrudur.

Parçaları ürün çeşitlerine göre gruplandırmak en uygundur. Parçaları ürün grupları halinde toplama kriteri modelin yapısındadır. Bir ürün grubunun içindeki parçalar benzer talep modelini (d_{it}), benzer maliyet özelliklerini (v_{it} , c_{it}) ve benzer birim üretim zamanlarını (k_i) paylaşmalıdırlar. Ana planlama kararları verildikten sonra, kısıtları etkileyen bu kararlar detaylı kısmi çizelgeleme sırasında izlenmelidir.

Bu modelde, diğer dinamik planlama modelleri gibi planlama boyutu T'nin tanımlanmasını ister. Ayrıca planlama boyutu T'nin kaç dönemden oluşacağı belirlenmelidir.

İçinde bulunulan şartların belirsizliğinden dolayı planlama stratejisinde yuvarlanan (rolling) boyut en iyi adapte edilenidir. Bu strateji altında T dönem modeli (sabit işgücü doğrusal maliyet modeli) her dönem sonunda tekrar çözülür ve yeni bilgiler ulaştıkça model parametreleri güncelleştirilir. Prensip olarak, modelin çözümü bütün dönemlerde geçerli olacak kararlar oluşturmasına rağmen, model yeniden çalıştırılmadan önce sadece bir sonraki dönem için gerçekten kullanılabilir. Tabii ki, sonlu boyutlu bir stratejiyi, sonsuz boyutlu bir çevrede nasıl başarılı olur diye bir soru akla gelebilir. Sonlu boyutlu bir stratejinin uygun olmasının iki nedeni vardır:

1. Genelde, sonsuz boyutlu modelin optimal (eniye) çözümü, sonsuz sayıdaki gelecek dönem için parametre tahminleri yapılmasını gerektirir. Gelecek hakkındaki sınırlı bilgilerden ve geniş modellerin çözümünde çıkan çeşitli sorunlardan dolayı, genellikle sonlu boyutlu strateji tek uygun ve geçerli seçenek olarak kabul edilir.

2. Talep tahminlerinin kalitesi, tahminin yapıldığı zaman boyutunun uzaklığına bağlıdır. Bu yüzden, planlama için T döneminin ötesinde yapılan talep tahminleri şüphelidir.

Teknoloji, pazarlama, finansman ve organizasyonla ilgili kısıtlarda model formulasyonunda yer alabilir. Bu esneklik ve problem çözümünde kullanılan doğrusal programlama yaklaşımı, bu çeşit modeli çok yararlı ve kullanılır yapmıştır.

b.Değişken İşgücü Modeli

Planlama boyutunda talep değişikliklerine karşı işgücü düzeyinde değişiklikler yapılabilirse, başka bir deyişle, işgücü değeri, elemanı işten çıkarmakla ya da işe eleman almakla değiştirilebiliyorsa, o zaman işgücü de bir karar değişkenidir. Bu nedenle, işe alma ya da işten çıkarma maliyetleri de amaç fonksiyonunun içinde yer almalıdır. Ayrıca, ürünlerin yokluğuna aşağıdaki modelde izin verilecek, dolayısıyla siparişi sonradan karşılama da formulasyonun bir parçası olacaktır. Bir önceki modelde tanıtılan karar değişkenleri ve parametrelerden başka aşağıdaki ilavelere de gereksinim vardır:

H_t = t döneminde işe alınan normal işgücünün iş saati

F_t = t döneminde işten çıkarılan normal işgücünün iş saati

$(I^+)_t$ = t döneminde i'inci ürünün bitiş stok miktarı

$(I^-)_t$ = t dönemi sonunda i'inci ürünün sonradan karşılanan miktarı

b_{it} = t döneminden (t+1) döneme bir birim i ürünü siparişini taşıma maliyeti

h_t = t döneminde birim işsaati işe alma maliyeti

f_t = t döneminde birim işsaati işten çıkarma maliyeti

p = normal çalışma saatine göre izin verilen fazla mesai oranı

Değişken işgücü modeli aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\text{Enküçük } Z = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} X_{it} + c_{it} (I^+)_{it} + b_{it} (I^-)_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + o_t O_t + h_t H_t + f_t F_t)$$

$$(1) \quad X_{it} + (I^+)_{i(t-1)} - (I^-)_{i(t-1)} - (I^+)_{it} + (I^-)_{it} = d_{it} \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,N \\ t=1,2,\dots,T \end{array}$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^N k_i X_{it} - W_t - O_t \leq 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(3) \quad W_t - W_{(t-1)} - H_t + F_t = 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(4) \quad -pW_t + O_t \leq 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(5) \quad X_{it}, (I^+)_{it}, (I^-)_{it} \geq 0 \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,N \\ t=1,2,\dots,T \end{array}$$

$$(6) \quad W_t, O_t, P_t, H_t, F_t \geq 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

(1) no'lu kısıt üretim-stok denge denklemini temsil etmektedir. Bu yeni (1) no'lu kısıt eski denge denklemine eşittir. Eski denklem şu şekildedir:

$$X_{it} + I_{i(t-1)} - I_{it} = d_{it}$$

Farklı olan tek nokta birinci modeldeki I_{it} yerine ikinci denklemde $(I^+)_{it} - (I^-)_{it}$ kullanılmasıdır.

$$I_{it} = (I^+)_{it} - (I^-)_{it} \quad t=1,2,\dots,T$$

Birinci modelde bitiş stoğu I_{it} pozitifde olabilir, $(I^+)_{it} > 0$ dönem sonunda elde stok

kaldığını gösterir) negatifde olabilir. $(I^-)_{it} > 0$ dönem sonunda karşılanamayan

siparişlerin birikimini gösterir). $(I^+)_{it}$ ve $(I^-)_{it}$ belli maliyetlere sahip olduğu için, bu değişkenlerin her ikisi de aynı anda pozitif olamaz. Modelde $(I^-)_{it}$ 'nin gerçek anlamına dikkat edilmelidir. $(I^-)_{it}$ dönemden döneme geçen gecikmiş siparişleri gösterir yani talep bir dönemde karşılanamazsa, daha sonraki dönemlerde karşılanabilirse; tabii ki siparişi geç olarak karşılamanın belirli maliyetleri vardır. Değişik bir durumda şöyle olabilir: Eldeki ürünlerin yeterli olmamasından dolayı karşılanamayan siparişler kaybedilen satışlara dönüşürse (1) no'lu kısıt şu şekli alır:

$$X_{it} + (I^+)_{i(t-1)} - (I^+)_{it} + (I^-)_{it} = d_{it}$$

$(I^-)_{it}$, t döneminde i'inci ürünün karşılanamayan talebinden dolayı kaybedilen satış miktarıdır.

(2) no'lu kısıt üretimi işgücüne göre kısıtlamaktadır. Eleman işe almanın ve işten çıkarmanın belirli maliyetleri olduğu için zaman diliminin içinde bir noktada normal işgücü W_t kısmi olarak boş olabilir ve bu da \leq işaretinin doğruluğunu kanıtlamaktadır.

(3) no'lu kısıt t döneminde işgücündeki değişiklikleri tanımlamaktadır, yani $W_t - W_{(t-1)} = H_t - F_t$ şeklinde belirtilir. H_t sıfırdan büyük olduğu zaman işgücü arttırımı, F_t sıfırdan büyük olduğu zaman işgücü azaltımı yapılır. Hem elemanı işten çıkarmanın hem de işe almanın belirli maliyetleri olduğu için H_t ve F_t aynı anda pozitif değere sahip olmayacaktır.

(4) no'lu kısıt t döneminde kullanılabilir toplam fazla mesaiye üst sınır koymaktadır ve normal işgücünün fonksiyonudur.

Sabit işgücü modeli için yapılan, modeli genişletme ya da sadeleştirme ve ürünleri gruplandırma gibi tavsiyeler bu model için uygulanabilir yollardır ve burada tekrar edilmeyecektir. Emniyet stoğu durumunda $(I^+)_{it} \geq (ss)_{it}$, geciken siparişler emniyet stoğu şeklinde pozitif stok taşıyarak planlanır. Emniyet stokları, talep tahminlerine yardımcı olmak ve gecikmiş siparişleri yerine getirmek için planlama modelinin içinde kullanılmaz, aksine emniyet

stokları belirsiz talepten dolayı model dışında gelişen beklenmedik olayları karşılamak için elde tutulur.

Konuyla ilgili bazı araştırmalar, maliyet fonksiyonlarının doğrusal olduğu ve talebin monoton olarak arttığı ya da azaldığı özel durumları çözmek için etkili bir algoritma öneriyorlar Algoritma tekrarlayıcı bir yöntemden oluşuyor ve planlama boyutu sonunda normal işgücünün (W_T) tahmini ile başlıyor. W_T değeri için optimal bir politika belirlenir ve bu politika test edilerek denenir. Bu politikayı geliştirmek mümkün ise algoritma daha iyi bir W_T değeri meydana getirir ve yöntem tekrarlanır.

Maliyetler doğrusal ve talep azalmayan olursa, optimal bir politika şu şekilde oluşur :

$$W_{(t+1)} \geq W_t \quad t=1,2,\dots,T-1$$

$$O_{(t+1)} \geq O_t \quad t=1,2,\dots,T-1$$

$$\frac{O_{(t+1)}}{W_{t+1}} \geq \frac{O_t}{W_t} \quad t=1,2,\dots,T-1$$

$$(W_T - W_t) O_t = 0 \quad t=1,2,\dots,T$$

B.Çok Amaçlı Programlama Modeli

Örgütsel amaçlar, örgütün özelliğine, tipine, işletme felsefesine ve çevre şartlarına göre değişir. Bütün örgütler için tek bir evrensel amaç yoktur. Karı enbüyüklemek, klasik ekonomi teorisinde işletmelerin tek amacıdır ve aynı zamanda işletmelerce en fazla kabul gören amaçtır. Bugünkü dinamik iş çevresinde karı enbüyüklemek tek amaç olamaz. Gerçekte, işletmeler ekonomik olmayan amaçlara daha fazla öncelik tanırırlar ya da işletmeler diğer

ekonomik olmayan amaçları elde etmeye çalışırken, karı enbüyüklemeyi de araştırırlar. İşletmeler sosyal sorumluluklar, sosyal yardımlar, kamu ilişkileri, endüstri ve iş ilişkileri gibi konulara da önem verirler. Bu tür amaçlar ama çevre baskısıyla olsun, ama isteyerek olsun, her zaman vardır ve daha da önem kazanmaktadırlar³⁷.

Gerçekte görünen odur ki, karar vericiler, çelişen çevre koşulları, eksik bilgiler, karmaşık çevrenin sınırlı incelenmesi ve sınırlı kaynaklar ile donatılmış olarak, birden çok amacı en iyi şekilde başarmaya çalışırlar.

Klasik doğrusal programlama formülasyonlarının önemli bir eksiği tek amaç üzerine kurulmuş olmalarıdır. Bu amaç homojen olan bir fonksiyonun eniyilenmesi şeklinde açıklanabilir. Bu demektir ki, tüm karar değişkenleri ortak bir birimle(çoğunlukla para birim) ölçülebilir şekle dönüştürülmelidir.

Birçok durumda, yönetim kararları birbirleriyle çelişen çeşitli amaçları birarada isterler ve bu da çeşitli sorunlara neden olur. Bu sorunlara yaklaşmanın değişik yolları vardır. Bu yaklaşımları şöyle açıklayabiliriz:

1. En önemli amaç seçilip en iyileme modelinin amaç fonksiyonuna yerleştirilmeli ve diğerleri kısıtlarla birleştirilerek, bu amaçların başarıma seviyesi en alt düzeyde tutulmalı.

2. Global bir amaç fonksiyonu oluşturulur. Amaç fonksiyonuna amaçları ağırlıklarına göre eklenir, böylece amaçlar bir fonksiyonda birleştirilmiş olurlar³⁸.

Bu iki yaklaşım uygulama için doğru olmasına rağmen, keyfi ve bencilcedir ve çok amaçlı sorunun ardındaki temel konuları çözmeye yeterli değildir.

³⁷ SANG, M.L. ve MOORE, L.J., Introduction to Decision Sciences, Mc Graw Hill, N.Y. , 1975 s.196-197

³⁸ BRISKIN, L.E., "A Method of Unifying Multiple Objective Functions", Management Science, C.12, No.10, 1966 s.B406-B416

Çünkü hem birinci yaklaşımda hem de ikincisinde amaç fonksiyonu karar vericinin tutumuna bağlıdır ve amaçların önem sırası kişiden kişiye değişmektedir. Çözüm amaç fonksiyonunun oluşturuluş şekline bağlıdır.

Üçüncü yaklaşımda fayda teorisini kullanmaktadır. Buna göre, karar vericinin çok nitelikli tercih fonksiyonunu direk kabul etmesi istenmektedir. Bu kavramsal olarak çekicidir fakat uygulanması için çok büyük çalışma istemektedir. Hem de bireyler ve gruplar için fayda fonksiyonunun geliştirilmesinde yöntemsel sınırlamalar vardır.

Bu üç yaklaşımın çeşitli sakıncalarından sonra çok amaçlı programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Çok amaçlı programlama kavramı uygun olmayan (infeasible) doğrusal programlama problemlerini çözmek için, ilk olarak A.Charnes ve W.W.Cooper tarafından tanıtılmıştır³⁹. Çok amaçlı programlama "doğrusal programlamanın geliştirilip genişletilmiştir"⁴⁰. Çok amaçlı programlama yaklaşımı, tek bir amaçtan ziyade karmaşık amaç sisteminin aynı anda çözümüne izin verir. Genelde amaçlar, diğer amaçların harcanması ile elde edilebilir ve bu amaçlar temel bir birim ile ölçülemiyebilirler. Bu nedenle, birbirleri ile çelişen amaçlardan önemlerine göre belli bir hiyerarşi oluşturmaya gereksinim vardır, böylece önemi az olan amaçlar, daha önemli olan amaçlar gerçekleştirildikten sonra ya da daha fazla geliştirilemeyecek bir noktaya geldikten sonra gözönüne alınır. İşletme amaçlarını örgüte katkılarına ya da önemlerine göre sıraya koyarsa ve modelin bütün ilişkileri doğrusal olursa, sorun çok amaçlı programlama ile çözülebilir.

Bir problemi çok amaçlı programlama modeli olarak formüle edebilmek için

³⁹ CHARNES, A., COOPER, W.W., STEDRY, A., "Static and Dynamic Assignment Models with Multiple Objectives and Some Remarks on Organization Design". Management Science, C.15, No.8, April 1969 s.B365-B375

⁴⁰ LEE, S.M., Goal Programming for Decision Analysis, Auerbach, Philadelphia, 1972 s.21

bir grup amaç öncelik seviyeleri ile beraber belirlenmelidir. Formulasyonda bulunan kısıtların iki çeşit ilişkisi vardır: parametreler ve karar değişkenleri arasındaki bağımlılığı temsil eden düzenli kısıtlar ve karar değişkenlerini amaçlara bağlayan amaç kısıtlarıdır. Bu modelde, doğrusal programlamada olduğu gibi amaç fonksiyonunu en büyükmek ya da en küçükmek yerine, amaçlar arasındaki sapmalar ve kısıtlar içinden ne elde edilebilirse, onlar en küçükmeye çalışılır, Doğrusal programlamanın simpleks algoritmasında, bu sapmalara aylak (slack) değişkenler denir. Amaç kısıtlarının her zaman bir parçası olan sapma kısıtları en iyi çözümden amaçlara ne kadar yaklaşıldığını gösterecektir. Sapma kısıtları, her alt-amaç ya da amaçtan negatif ve pozitif olarak sapmayı temsil eder. Modeli tamamlamak için amaç fonksiyonu tanımlanmalıdır. Burada amaç, öncelik sırasına göre her belirli amacı mümkün olan en iyi noktaya getirmektir. O halde amaç fonksiyonu çok kademeli bir yapıya sahiptir: her kademe öncelik düzeyindeki amaçlarla birleşen sapma kısıtlarının toplamını içerir.

Çözüm yöntemi sırasında ilk olarak, en yüksek öncelikli amaçtaki sapmalar mümkün olduğu kadar en küçükmek, ondan sonra ikinci en yüksek öncelikli amaçtan sapmalar en küçükmek ve bu şekilde geriye doğru devam edilir. Yüksek öncelikli bir amaç en iyilendiği zaman daha düşük öncelikli amacın en iyilenmesini yüksek öncelikli amacı geliştirmez ve yüksek öncelikli amacın başarı düzeyi düşmez.

Yukarıdaki açıklamalardan net olarak anlaşıldığı gibi çok amaçlı programlama modeli her zaman en küçükleme problemidir⁴¹.

⁴¹ Candea,Hax, s.80-81

Amaç kısıtının genel şekli şu şekildedir.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + (D^-)_i - (D^+)_i = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

b_i i'inci amacın seviye hedefi olarak kabul edilebilir.

X_j = j'inci karar değişkeni $j=1, 2, \dots, m$

a_{ij} = j'inci karar değişkenini i'inci amaca bağlayan katsayı

$(D^-)_i$ = i'inci amacın beklenenden ne kadar az başarıldığını gösteren sapma değişkenidir

$(D^+)_i$ = i'inci amacın beklenilenden ne kadar fazla başarıldığını gösteren sapma değişkenidir.

Üç önemli amaç fonksiyonu i'inci amaca göre aşağıdaki gibidir.

1) $((D^+)_i + (D^-)_i)$ 'yi enküçükleyin Bu

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j - b_i$$

mutlak değerini enküçükler.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j = b_i$$

amacını sağlayan X_j ' ler araştırılır ve bu durumda $(D^+)_i = (D^-)_i = 0$ olur. Bu şekilde X_j ' ler bulmak her zaman olası değildir; o halde, $(D^+)_i$ ya da $(D^-)_i$ pozitif olabilir. (Her ikisinde aynı anda pozitif olamaz) En iyi çözümde $(D^+)_i$ sıfırdan büyük ise $(D^-)_i = 0$ ve

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j > b_i$$

olur. Benzer olarak, $(D^-)_i$ sıfırdan büyük ise $(D^+)_i = 0$ ve

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j < b_i$$

olur.

2) $(D^+)_i$ 'yi en küçükleyin. Bu hedef değerden pozitif sapmayı en küçükler ve

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j$$

'nin b_i 'nin üzerinde sapması istenmez. Beklenen hedefe ulaşamaması nedeniyle bir ceza uygulanmaz ve bunlar kabul edilir. Örneğin, fazla mesai saatleri belli bir düzeyde kısıtlanabilir.

3) $(D^-)_i$ 'yi en küçükleyin. Bu, amacın hedef seviyesinden negatif sapmayı en küçükler.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j$$

'nin b_i 'nin altında sapması istenmezken beklenenden fazla başarı cezalandırılmaz. Örneğin, karların en az önceden belirlenen durumları kadar olması istenir.

Sık olarak kullanılmayan diğer amaç fonksiyonları şunlardır:

4) $((D^-)_i - (D^+)_i)$ 'yi en küçükleyin. Bu durum, $(D^-)_i$ 'nin yeterince geniş b_i ile en küçüklenmesi ile eşittir.

5) $((D^+)_i - (D^-)_i)$ 'yi en küçükleyin. Bu durum, b_i çok küçük ise $(D^+)_i$ 'nin en küçüklenmesine eşittir.

İki değişkene değişik ağırlıklar verilerek değişik "En küçük $((D^+)_i + (D^-)_i)$ " elde edilir

$$\text{En küçük } (w_1 (D^+)_i + w_2 (D^-)_i)$$

Örnek: Hedef stoğun sıfır olduğunu ve $(D^+)_i$ ve $(D^-)_i$ 'nin stoğu ve depolamayı temsil ettiğini varsayalım. İki ağırlık ya da stok taşıma maliyetinin oranları ve kısıtlıdır.

Normal sonuca ulaşabilmek için, yani amaçlara önemlerine göre ulaşabilmek için amaç hakkındaki negatif ve pozitif sapmalar öncelik faktörüne göre sıralanmalıdır. Çok amaçlı programlama modelinin formülasyonunda aynı öncelik düzeyinde sapma değişkenlerine ağırlık verilmesi önemlidir. Örneğin, satış amacı iki değişik ürün içeriyorsa, aynı öncelik faktörüne sahip iki sapma değişkeni olacaktır. Aynı öncelik düzeyindeki sapma değişkenleri ölçülebilir olması gerekmesine rağmen, değişik öncelik düzeylerindeki sapmaların ölçülebilir olması şart değildir.

Şimdi ana üretim planlamada çok amaçlı programlama yaklaşımı kullanılacak ve işgücü sabit tutulacaktır. N ürün üretiliyor, planlama boyutu T dönemi uzunluğunda, sadece tek bağlayıcı kaynak var, işgücü sabit ve işçi çalışsın ya da boş kalsın normal iş saati ücreti ödenecektir. Bu ana planlama amacıyla yönetim tarafından belirlenen öncelikler şunlardır:

P_1 = talebin karşılanması en yüksek önceliğe sahiptir; geciken siparişler ne kadar azalır, hizmet düzeyi o kadar artar.

P_2 = Hem fazla mesai saatlerinin hem de boş zamanların en aza indirilmesi ikinci önceliğe sahiptir. Fazla mesai saatlerinin en aza indirilmesi isteniyor, çünkü fazla mesai ücretleri normal mesaiden (%50) daha fazladır. Boş zamanların en küçüklenmesi isteniyor çünkü boş zamanlar çalışanların disiplin ve moralini bozmaktadır.

P_3 = Ay sonu stoklarının en küçüklenmesi üçüncü önceliğe sahiptir.

Yukarıdaki önceliklerden sonra model şu şekilde oluşur :

$$\text{Enküçük } Z = P_1 \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T P_i (D^-)_{it} + P_2 \sum_{t=1}^T (1.5(R^+)_{t-1} + (R^-)_{t-1}) + P_3 \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T-1} c_i (D^+)_{it}$$

$$(1) I_{i0} + X_{i1} - (D^+)_{i1} + (D^-)_{i1} = d_{i1} \quad i=1,2,\dots,N$$

$$(2) (D^+)_{i(t-1)} + X_{it} - (D^+)_{it} + (D^-)_{it} - (D^-)_{i(t-1)} = d_{it} \quad \begin{array}{l} t=2,3,\dots,T-1 \\ i=1,2,\dots,N \end{array}$$

$$(3) (D^+)_{i(T-1)} + X_{iT} + (D^-)_{iT} - (D^-)_{i(T-1)} = d_{iT} \quad i=1,2,\dots,N$$

$$(4) \sum_{i=1}^N k_i X_{it} + (R^-)_t - (R^+)_t = (rm)_t \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(5) (R^+)_t \leq (om)_t \quad t=1,2,\dots,T$$

$$(6) X_{it}, (D^-)_{it}, (R^+)_t, (R^-)_t \geq 0 \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,N \\ t=1,2,\dots,T \end{array}$$

$$(7) (D^+)_{it} \geq 0 \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,N \\ t=1,2,\dots,T-1 \end{array}$$

Parametreler :

p_i = bir birim i ürününden elde edilen kar

c_i = bir birim i ürününün maliyeti

d_{it} = t döneminde i ürünü için talep tahmini

k_i = bir birim i ürünü üretmek için gerekli iş saati

$(rm)_{it}$ = t döneminde mevcut toplam normal iş saati

$(om)_{it}$ = t döneminde mevcut toplam fazla mesai saati

l_{i0} = i ürününün başlangıç stoğu

Karar değişkenleri :

X_{it} = t döneminde üretilecek i ' inci ürün miktarı

$(D^+)_{it}$ = t döneminde i ürününün bitiş stoğu

$(D^-)_{it}$ = t döneminde i ürününün geciken sipariş miktarı

$(R^+)_t$ = t döneminde fazla mesai miktarı

$(R^-)_t$ = t döneminde boş geçen çalışma miktarı

Amaç fonksiyonu, en yüksek önceliğin geciken siparişlerin en küçüklenmesi olduğunu gösteriyor. N ürün karlılıkları bakımından değiştiği için, geciken siparişlere uygun kar marjları ile ağırlık verilmektedir.

İkinci öncelik fazla mesai ve boş zamanı en küçükmeye verilmiştir. Fazla mesai değişkenine, normal mesai zamanı maliyetine göre ağırlık verilmektedir.

En düşük öncelik bitiş stoğunu en küçükmeye verilmiştir. Stok değişkenlerine, ağırlığın birim maliyetlerine göre verilmesinin nedeni, birim maliyetin stok yatırımlarını saptamasıdır. Birçok durumda birim stok taşıma maliyeti, birim maliyetle oranlıdır.

(1), (2) ve (3) no'lu kısıtlar stok denge denklemleridir. Sapma değişkenleri, i ürünün t dönemindeki mevcudunun talep tahmin düzeylerinin gerisinde mi yoksa ilerisinde mi olduğunu gösterir. Birinci dönemde gecikmiş sipariş yoktur. (3) no'lu kısıttaki sapma değişkeni $(D^+)_{it}$ 'nin çıkarılma nedeni boş zamanları en aza indirmek için fazla stok birikimini önlemektir.

(4) no'lu kısıta göre normal iş zamanı yeterli olmazsa fazla mesai $(R^+)_{it}$ ile desteklenir. Aynı zamanda $(R^-)_{it}$ ile normal iş zamanını daha az kullanmak da olasıdır.

(5) no'lu kısıt programlanabilir fazla mesaiye üst bir sınır koymaktadır .

P_1 , P_2 ve P_3 sayısal olmayan parametrelerdir, amaç önceliklerini gösteren katsayıların sıralanmasıdır. Bu hiyerarşinin anlamı, geciken siparişleri en aza indirecek karar değişkenlerinin seçilmesi ve ikinci ve üçüncü öncelikli amaçların gözönüne alınmamasıdır. Sadece en yüksek öncelik başarıldıktan sonra diğer amaçlar dikkate alınabilir.

Görüldüğü gibi çok amaçlı programlama problemlerini çözmek için

simpleks algoritmasında değişiklik yapılabilir. İlk olarak, en yüksek önceliğe (P_1) göre amaç fonksiyonu kurularak çözüm elde edilir, daha sonra ikinci en yüksek önceliğe sahip olanına göre olay çözülür ve bu şekilde devam ettirilir.

3.Doğrusal Maliyet Modellerinin Fayda ve Sakıncaları

Doğrusal maliyet modellerinin en önemli özelliği bilgisayar programları yardımıyla doğrusal programlar kolaylıkla çözülebilmesidir. Doğrusal programlama modelleri sahip oldukları çok sayıdaki karar değişkenleri ve kısıtlarına rağmen kolaylıkla çözülebilmektedir. Ayrıca, doğrusal programlama kendisini parametrik ve duyarlılık analizlerine adapte eder ve bu durum (toplu) ana planlama kararlarında çok yardımcıdır. Gölge fiyat bilgileri, kapasite genişletilmesi pazarlama stratejileri, yeni ürün tanıtımları gibi fırsatların meydana çıkmasına yardımcı olurlar.

Modellerde bulunan doğrusallık varsayımı görüldüğünden daha az kısıtlayıcıdır. Birincisi, maliyet yapıları karar değişkenlerinin ilgi alanı içinde doğrusal olarak hareket edebilirler. İkincisi, genel konveks ayrılabilir fonksiyonu kısmi doğrusal yaklaşım ile yapılabilir. Ayrıca, ilk görünüşte doğrusal olmayan gibi gözükten fonksiyonlar, doğrusal hale getirilebilir. Daha fazla bilgi için dipnottaki kaynağa bakınız.

Çok amaçlı doğrusal programlama modelleri birden fazla, çelişen ve ölçülemeyen amaçları ile doğrusal programlamaya yeni yetenekler kazandırmıştır. Ayrıca, maliyetlerinin bulunması zor olan bazı karar değişkenlerinin yeniden ele alınmasını sağlar.

Doğrusal programlama modellerinin en büyük sakıncası talep belirsizlikleri karşısında zayıf kalmalarıdır. Fakat, bu durum emniyet stokları ile dengelenip, düzenlenebilir⁴².

⁴² HANSSMAN, F. ve HESS, S.W., "A Linear Programming Approach to Production and Employment Scheduling", Management Technology, No.1, 1960 s.104-105

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA ÖNERİSİ

I. İşletmenin Tanıtımı

ETİ GIDA SAN.TİC.A.Ş. İsmet İnönü Cad. No:122 Eskişehir'de 1961 yılında kurulmuştur. Fabrika bir aile şirkettir.

ETİ GIDA SAN.A.Ş.'ne bağlı olarak şu şirketler grubu vardır.

ETİ TAM GIDA AŞ: Hisselerin %51'i FİRUZ KANATLI'ya diğer hisseleri OYAK,İSLAM BANKASI ve özel kişilerce paylaşılmıştır. Bu şirket Organize Sanayii Bölgesinde bulunmaktadır.

ETİ MAKİNA AŞ: Diğer fabrikalar için gerekli makinalar burada geliştirilmekte ve yapımı sağlanmaktadır. Bir şirket de Organize Sanayi Bölgesinde bulunmaktadır.

ETİ PAZARLAMA AŞ: Tüm pazarlama işlemleri bu şirkete bağlı olarak yapılmaktadır. Pazarlama şirketi çalışmalarını İstanbul'da sürdürmektedir ve tüm faaliyetlerinde merkezle (Eskişehir) sürekli iletişindedir. Bilgi akışı sürekli olarak devam etmekte ve aksaklıklar anında diğer birimlere bildirilmektedir.

Ana Fabrika Eskişehir'de kurulu olduğu için batıya hakim bir konumdadır ve yeri itibariyle doğu ile batı arasında köprü vazifesi gören kuruluş yerinin pazarlama açısından uygun olduğu söylenebilir.

Ana sevkiyat bölgesi, ETİ GIDA SAN.A.Ş.'dir. TAM GIDA VE ETİMEK'in üretmiş olduğu ürünler önce ETİ GIDA SAN.AŞ.' ne gelmekte ve ilgili yerlere sevkiyat buradan gerçekleşmektedir. Şayet ETİMEK ve TAM GIDA bir kamyonluk talep alırsa bu takdirde kendi bünyelerinde de sevkiyat yapabilmektedirler.

Gıda Endüstrisinde Türkiye'de sayılı kuruluşlardan olan ETİ GIDA SAN AŞ. ürünlerini tüm illere, Arap ülkelerine ve Almanya'ya pazarlamaktadır.

Yurt içi sevkiyatlarında ETİ GIDA'nın II ilde ana depoları mevcuttur. Bu depolar; Ankara, Maltepe -Topkapı(istanbul), Adana, İzmir, Samsun, Antalya, Bursa, Konya, Gaziantep ve Erzurum'da bulunmaktadır. Yurt içindeki ilgili sevkiyatlar önce bu ana depolara yapılmakta, daha sonra bu depolardan tüm yurda dağıtım gerçekleşmektedir.

Ürünlerin ihraç edildiği ülkeler şunlardır: Kuveyt, Ürdün, Katar, KKTC, Lübnan, Birleşik Arap Emirlikleri, K.Yemen, Mısır, Suriye, S.Arabistan, Almanya ve Fildişi Sahilleri.

Bir tahıl ambarı görünümünde olan Eskişehir'de bulunan ETİ GIDA SAN AŞ.'nin hammadde temini konusunda kuruluş yeri oldukça iyidir. Temel hammaddelerini oluşturan un ve şeker şehrin kendi bünyesinden temin edilmektedir. Yurt içinden sağlanan diğer hammaddelerin temini ve ulaşımı da rahatlıkla sağlanabilmektedir.

Bazı hammaddeler yurt içinden temin edilmediğinden dolayı dışarıdan ithal edilmektedir. Hammaddeler ve ithal edildikleri ülkeler şu şekildedir:

<u>Malzeme Adı</u>	<u>İthal Edilen Ülke</u>
Kuru Glüten	İngiltere
Karamel Yağı	İngiltere
Telatin	Almanya
Vanilya	Belçika
OPP	Fransa
Molnex Polyester	Macaristan

II. İşletmenin Bugünkü Üretim Planlama Sistemi

ETİ GIDA SAN ve AŞ.'de üretilen ürün ve üretimin yapısı gereği ürüne göre yerleştirme planı uygulanmakta olup bu tip bir yerleştirmenin fabrika için sağladığı çeşitli avantajlar vardır. Bunlar arasında toplam üretim zamanının düşmesi, üretim kontrolünün basit olması, üretim hattında birden fazla ürün üretilmesi ve malzeme taşıma ve aktarma maliyetlerinin düşmesi önemli olanlarıdır.

Şirkette üretim sistemi olarak karma bir politika izlenmekte olup sürekli, stok ve sipariş üzerine üretim yapılmaktadır.

Üretime ilişkin kararların alınmasında en etkili faktörlerden birisi talep tahminleridir. Başka bir deyişle "belirli dönemlerde hangi ürünlerden ne kadar üretmeliyiz?" sorusudur. Şirketin ürünleri direkt olarak şirket tarafından satılmakta, bunlar ETİ'ye ait bir pazarlama şirketi aracılığı ile pazarlanmaktadır. Bu nedenle talep tahminleri ile ilgili veriler bu pazarlama şirketi tarafından saptanmakta ve şirketin diğer kararlarıyla birleştirilmektedir.

Şirket tarafından talep tahminleri iki bölüm halinde gerçekleştirilmektedir.

1. Uzun Dönem Talep Tahminleri
2. Kısa Dönem Talep Tahminleri

1. Uzun Dönem Talep Tahminleri

İşletme uzun dönem talep tahminleri ile 12 aylık bir dönemi gözönüne almakta ve buna göre talep tahminlerinde bulunmaktadır. Bu tahminlerin meydana çıkışında gözönüne aldıkları faktörler şöyle sıralanabilir:

- Bisküilerin çeşidine göre talep miktarı nedir?
- Satılabilecek miktar ne kadardır?
- Bundan ne kadarlık bir pay alınabilir?
- Şirket piyasada ne kadar paya sahip olmalıdır?

Bu aşamada nüfus, kişi başına düşen milli gelir, kişi başına düşen tüketim miktarı, kentleşme, vb. gibi faktörler tek tek irdelenmekte ve çıkabilecek sonuçlar değerlendirilmektedir.

Bütçe dönemi başında zaman ve ürün bazında talebe göre hedef belirlenir ve bunun için geçmiş verilerden faydalanılır. Bu nedenle, her dönem bir sonraki dönem için talep tahmini tekrar yapılmaktadır.

2. Kısa Dönem Talep Tahminleri

Kısa dönem talep tahminindeki politika; geçmişteki satış miktarlarına göre gelecekteki talepleri tahmin etmek şeklindedir.

Kısa dönemde bisküi tüketiminde çok büyük dalgalanmalarla karşılaşmaktadır. Tüketimdeki bu dalgalanmaların en önemli nedeni fiyatlardaki değişimler ve mevsimine göre tüketimin farklılık göstermesidir.. Bu gözönüne alınarak şu tip sorulara cevap aranmaktadır.

- Önümüzdeki ay ne kadar bisküi satılabilir?
- Toptancının davranışı nasıl olacaktır? (Örneğin, 100 kutu alana 1 kutu bedava, vb gibi özendirmelerle)

Aylık talep tahminlerinde geçmiş dönem verileri en etkin kaynak olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Bunun yanında toptancı davranışları da önem taşımaktadır. Tüketici reklamlardan büyük ölçüde

etkilenmekte dolayısıyla talepte ani dalgalanmalar olmaktadır. Uygulanan zam politikası ise tüketici talebini büyük ölçüde etkiler.

Amaç, geçmiş dikkate alarak, istatistiksel yöntemlerle geleceğin talep tahminini yapmak, böylece en etkin pazarlama politikasını tespit etmektir.

Şirketin dışında, pazarlama şirketi tarafından yürütülmekte olan talep tahminleri üzerinde çeşitli hedefler belirlenerek düzenlemeler yapılmakta ve bu hedefler ana şirkete bildirilmektedir.

Ürün çeşitlerinin hazırlanan satış hedeflerine göre şirket genel bütçe taslağını hazırlamakta ve plan ve programların ne şekilde yürütüleceği karara varılmaktadır. Ayrıca bu satış hedefleri aynı zamanda ana üretim planlamanın bir taslağını oluşturmaktadır.

Şirketin ana üretim planlama sistemi belirli kalıpların içinde yer almıyor. Şöyle ki, üretimi yönlendiren belirli bir politika söz konusu değil ve üretim, gelen taleplerin miktarına göre düzenlenmektedir. Her ürün her fırında üretilmemekte ve bunların fırınlarda belirli üretim kapasiteleri vardır. Çeşitli ürünler için sipariş geldiği zaman, ilk önce ellerindeki stok durumu kontrol ediliyor ve buna göre üretime karar veriyorlar. Bazı ürünlerde aniden talep artışı olduğu zaman, üretimi devam eden diğer ürünler kesintiye uğratılarak, talep artışı olan ürünlerin üretim hazırlıkları yapılmaktadır. Bu gibi durumlarda üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Talebin dönemler itibariyle değişimine göre belirli dönemlerde belirli ürünlerden ne kadar üretilirse talep sıklığı önlenir, dolayısıyla üretim kesintilerinden doğan maliyet artışları engellenebilir şeklinde bir plan, program yoktur. Bu tür planlama bulunmadığı için şirket çeşitli dönemlerde çeşitli aksaklıklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu sıklıklardan biri de hammadde kıtlığıdır. Ürünün üretilmesi için gerekli olan hammadde her zaman anında bulunamamaktadır ya da gecikmektedir.

Daha önceden belirtildiği gibi şirkette talep tahminleri şirkete bağlı ETİ PAZARLAMA AŞ. tarafından bağımsız olarak yapılmaktadır. Yapılan talep tahminleri aylık olup, şirkete bildirilmektedir. Şirket, bildirilen aylık talep tahminlerine göre üretime yön vermektedir. Ancak, şirket içinde oluşan, fırın kapasiteleri, zaman ve üretim maliyetleri gibi kısıtlar gözönüne fazla alınmadığından dolayı, çeşitli aksaklıklar meydana gelmektedir. Bazı aylar talebi karşılayabilmek için fırınların yüklenişinde değişiklikler yapılmakta, bu durumda tüm üretim sistemini bozmakta ve maliyetleri arttırmaktadır. Bazı aylarda ise bunun tam tersi olarak stokta çok fazla mal birikmektedir.

Şirkette bir ürün için talebin karşılanamaması gibi bir durum sözkonusu değildir. Gelen siparişler, diğer üretim faaliyetleri durdurulması pahasına karşılanmaktadır, çünkü talebin karşılanmaması durumunda rekabet halinde olduğu diğer firmalar boşluğu anında dolduracak durumdadır. Ayrıca stokta bir üründen çok fazla bulunmasının şirkete getireceği belli bir stok maliyeti vardır. Şirketin yeterli ambarının olmayışı da bu aşamada ayrı bir problem teşkil etmektedir.

Şirketteki tüm bu güçlüklerin esas kaynağı belirli bir ana üretim planlama sisteminin olmayışından kaynaklanmaktadır. Başka bir deyişle, hangi üründen, hangi fırında ne kadar üretileceği ve bu üretimin en düşük maliyetle nasıl yapılması gerektiği tam olarak saptanmamıştır.

III. İşletmede Doğrusal Programlama Modeli Uygulaması

ETİ GIDA SAN AŞ.'inde ana üretim planlama işlemleri için önerilen model doğrusal programlama modelidir. Doğrusal programlama belli bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı kaynakların etkin kullanımını ve çeşitli seçenekler arasında en uygun dağılımını sağlayan matematiksel bir tekniktir. Doğrusal programlama problemi olarak ifade edilebilen bir problem, aynı zamanda optimal bir kaynak dağılım problemidir. Böyle bir problemde

gerçekleşmesi arzu edilen amacın açık ve ölçülebilir bir biçimde bir doğrusal fonksiyon olarak ifadesi gerekirken, öte yandan bu amacın gerçekleşme derecesini kısıtlayan sınırlı kaynakların da aynı biçimde doğrusal eşitlik ya da eşitsizlikler olarak ifade edilmesi gerekir.

Doğrusal programlamanın dayandığı çeşitli varsayımlar vardır. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz.

Değişkenler arasında kurulan ilişkilerin doğrusal olması gerekir. Doğrusallık, modelde bulunan bütün eşitlik ya da eşitsizliklerin içerdiği değişkenlerin birinci dereceden olmasıdır.

Modeldeki değişkenler rakamlarla ifade edilebilmeli ve bölünebilir nitelikte olmalıdır.

Değişkenler arasında alternatif seçim olanağı olmalıdır. Örneğin, yalnızca bir makine ya da insan emeğine gereksinme gösteren üretim tekniklerinde seçim yapma olanağı olmadığından doğrusal programlama uygulanamaz.

Elimizde sınırlı kaynaklar bulunmalıdır, aksi takdirde herhangi bir problem söz konusu olmaz. Şirketin ana üretim planlaması için kurulan modelde kullanılan değişkenler arasındaki ilişkiler doğrusal olarak kabul edilmektedir. Ürünlerin satış fiyatı satılan miktara bağlı olarak değişmemektedir. Ayrıca ürünlerin maliyetleri kilogram bazında verilmekte ve bu hesaplamalarda tüm maliyet kalemleri bir araya getirilmektedir. Dolayısıyla her partide üretilen ürün miktarları genelde birbirine yakın olduğu için doğrusallığı tamamen bozmamaktadır. Kısmen bozulan doğrusallık ise ana üretim planlama modelinin çözümünden sonra bulunan değerlerin aynı şekilde alınmayıp tekrar gözden geçirilmesi ile düzenlenmeye çalışılabilir. Belli bir dönemde bir ürün için üretilmesi gereken miktarın tamamı bir defada değil, sipariş durumuna göre partiler halinde yapılabilir. Yani, problem gerçekten tamamen uzaklaşmadığı için doğrusal programlama tekniği kullanılabilir. Modeldeki değişkenlerin birimleri kilogram, saat ve Türk Lirası gibi rakamlarla ifade edilebilen niteliktedir. Değişkenler arasında alternatif seçim olanağı vardır. Çeşitli ürünler çeşitli fırınlarda değişik zamanlarda üretilebilme

olanağına sahiptir.

1. Modelin Formüle Edilmesi

ETİ GIDA SAN AŞ.'de II-II-IV-V no'lu olmak üzere 4 adet fırın vardır. Bu fırınlar değişik yapılara sahip olduğu için kapasiteleri de değişiklik göstermektedir. Her ürün bütün fırınlarda üretilmemektedir. Her ürünün üretildiği fırınlar farklılıklar göstermekte ve aynı zamanda bazı ürünler birden fazla fırında üretilmektedir.

.Ürünlerin çeşitli üretim aşamalarındaki maliyet kalemleri tek tek verilmeyip, bunların toplamından bahsedilmiştir. Örneğin, bir bisküideki işçilik maliyeti, amortisman, enerji vb gibi maliyetler ayrı ayrı verilmemiştir. Ürünlerin maliyetleri gerçeğe yakın değerlerdir. Şirket rekabet ortamında güvenlik açısından maliyetlerin gerçek değerlerini vermeyi sakıncalı görmüştür. Aynı gerekçeden dolayı şirketten elde edilen talep tahminlerinde de bazı yuvarlamalar söz konusudur. Fakat bu düzenlemeler modelin sonuçlarını etkileyebilecek düzeyde değildir. Elde edilecek sonuçlar gerçeğe çok uygun sonuçlardır.

Stok taşıma maliyetleri bir varsayıma göre hesaplanmıştır. Bu varsayıma göre herhangi bir ürünün üretilmesinde kullanılan para, eğer bu ürünün üretimine harcanmayıp, bankaya yatırılsaydı ne kadar kazanacağı göz önüne alınmıştır. Aylık faiz oranı ortalama % 10 alınarak ilgili hesaplamalar yapılmıştır.

Şirkette 07:00-15:00; 15.00-23.00; 23.00-07.00 olmak üzere üç vardiya halinde üretim yapılmaktadır. Bu yüzden fırın kapasiteleri doğrusal modelde üçle çarpılarak kullanılmıştır.

Belli bir dönemin talebi o zaman dilimi içinde karşılanmak durumundadır. Aksi takdirde müşteri diğer firmalara kayabilir ve dolayısıyla müşteri kaybına neden olabilmektedir. Bu yüzden şirketin politikası maliyet yükselse bile

müşterinin talebini karşılamak doğrultusundadır.

Maliyet hesaplamaları şu anki fiyatlar üzerinden hesaplanmıştır. İlerideki fiyat artışları, yani enflasyon gözönüne alınmamıştır. Her dönemdeki üretim maliyetleri değiştirilmeden aynı şekilde alınmıştır. Ayrıca birden fazla fırında üretilen ürünlerin üretim maliyetleri birbirine çok yakın olduğu için aynı alınmıştır. Üretim maliyetleri birbirine çok yakın olduğu için doğrusal modelin sonuçlarını fazla etkileyebilecek durumda değildir.

Doğrusal modelde başlangıç stoğu emniyet stoğu kadar varsayılmış ve bitiş stoğuda emniyet stoğu kadar olacaktır. Doğrusal model 6 aylık bir dönemi kapsamaktadır ve tüm hesaplamalar bu 6 aylık dönem için söz konusudur.

Bu model ile ana üretim planlamanın doğrusal programlama formülasyonu geliştirilmiştir. Bu modelin amacı tüm ürünlerin birer birer hangi fırında, ne kadar ve hangi dönemde üretileceğini gösterirken maliyeti de en düşük seviyede tutmaktır.

Doğrusal modelin iki tane karar değişkeni vardır. Bunlardan birincisi X_{ijt} dir. i indisi ürün sayısını, j indisi fırın sayısını ve t indisi ise dönem sayısını göstermektedir. Bütün olarak bu karar değişkeni i 'inci bisküi çeşidinin, j 'inci fırında t 'inci dönemdeki üretim miktarıdır. İkinci karar değişkeni I_{it} 'dir. Birinci karar değişkenine benzer olarak i indisi ürün sayısını, t indisi ise dönem sayısını göstermektedir. Bu karar değişkeni, I_{it} , i nci bisküi çeşidinin t 'inci dönemden $(t+1)$ 'inci döneme taşınan miktarını temsil etmektedir.

Doğrusal modelde 4 kısıt vardır. Bunlar sırasıyla talep kısıtı, kapasite kısıtı, emniyet stoğu kısıtı ve negatif olmama kısıtıdır.

1. Kısıt: Talep Kısıtı

Bu kısıta göre o dönemin talebi aynı dönemde karşılanmalı yani üretilmeli ve aynı zamanda üretim sistemine ve maliyetlere de uygunsuzsa, belli bir miktar stok elde tutulmalıdır. Talep kısıtının formülasyonu daha açık bir şekilde şöyle açıklanabilir Herhangi bir bisküinin üretim miktarı bir önceki dönemden gelen stok miktarına eklenerek, bir sonraki döneme giden stok miktarından çıkarılır ve bu o dönem için istenen talep miktarına eşitlenir.

2. Kısıt: Kapasite Kısıtı

Her fırının kapasitesinin farklı olduğu ve bazı ürünlerin birden fazla fırında üretilmediği gözönüne alınmıştır. Üretilen ürün miktarının fırın kapasitesine oranı fırının bir aylık çalışma saatinden küçük ya da eşit olmalıdır. Daha önceden belirtildiği gibi işletmede üç vardiya halinde çalışıldığı için fırın kapasiteleri 3 ile çarpılarak kullanılmaktadır.

Fırınların kapasiteleri, 1 saatte ürettikleri ürün miktarı olarak kilogram cinsinden alınmıştır. Fakat, işlemler sonucu fırın kapasitelerinin birimi saattir. (X_{ijt}/K_{ij})

3. Kısıt Emniyet Stoğu Kısıtı

Şirketin politikası müşterilerden gelen tüm talebi karşılamak doğrultusunda olduğu için stokta belirli bir miktar ürün tutmak durumundadırlar. Müşterilerden gelebilecek ani talebi karşılayabilmek için ellerinde emniyet stoğu bulunmaktadır.

Bu kısıta göre belirli bir ürünün belirli bir dönemdeki stok miktarı en az emniyet stoğu kadar, ya da emniyet stoğuna eşit olmalıdır.

4. Kısıt: Negatif Olmama Kısıtı

Herhangi bir ürünün negatif üretimi olması ya da eldeki stoğun negatife düşmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Eldeki stoğun negatife düşmesi demek, müşteri talebinin karşılanamaması demektir ve bu duruma izin

verilmemektedir.

Negatif olmama kısıtına göre karar değişkenleri sıfırdan küçük olamaz, en kötü olasılıkla sıfır değerini alabilirler.

Doğrusal modelde kullanılan parametrelerin açıklamaları ayrıntılı şekilde aşıağıda yapılmaktadır.

MODEL

Karar Değişkenleri:

X_{ijt} = i'inci bisküi çeşidinin j'inci fırında t'inci dönemdeki üretim miktarı

I_{it} = i'inci bisküi çeşidinin t'inci dönemden (t+1)'inci döneme taşınan miktarı

Parametreler:

c_j = i 'inci bisküi çeşidinin üretim maliyeti

h_{it} = i 'inci bisküi çeşidinin t 'inci dönemden (t+1) 'inci döneme taşıma maliyeti

K_{ij} = i 'inci bisküi çeşidinin j 'inci fırındaki kapasitesi

D_{jt} = i'inci bisküi çeşidinin t 'inci dönemdeki talebi

T_j = j'inci fırındaki 1 aylık net çalışma saati

ss_{it} = i 'inci bisküi çeşidinin t 'inci dönemdeki emniyet stok miktarı

Amaç fonksiyonu :

$$\text{Enküçük } Z = \sum_{i=1}^{28} \sum_{j=1}^4 \sum_{t=1}^6 X_{ijt} c_i + h_{it} I_{it}$$

Talep kısıtı :

$$\sum_{j=1}^4 X_{ijt} + (I_{i(t-1)} - I_{it}) = D_{it} \quad i=1,2,\dots,28 \quad t=1,2,\dots,6$$

Kapasite kısıtı :

$$\sum_{i=1}^{28} \frac{X_{ijt}}{K_{ij}} \leq T_j \quad j=1,2,3,4 \quad t=1,2,\dots,6$$

Emniyet stoğu kısıtı :

$$I_{it} \geq SS_{it} \quad i=1,2,\dots,28 \quad t=1,2,\dots,6$$

Negatif olmama kısıtı :

$$X_{ijt} \geq 0 \quad ; \quad I_{it} \geq 0$$

Önerilen doğrusal programlama modelinin çözümünde kullanılan veriler aşağıdaki gibidir ve şirket yöneticilerinden alınmıştır

Ürünler	Fırın(kg) kapasitesi	Üretim Maliyeti(kg/TL)	Emniyet Stoğu(kg)	Üretildiği Fırınlr
1.Finger (Dökme)	1490	4000	50000	2,3
2.Petit B.(Dökme)	1450	3800	50000	1,2,3
3.Kremalı(Dökme)	1500	4300	25000	1
4.Can Kraker(33gr)	840	9500	5000	3
5.Finger(1Kg)	1490	5000	7000	2,3
6.Petit B. (1Kg)	1450	4900	5000	1,2,3
7.Petit B. (470gr)	1450	5500	5000	1
8.Kremalı (1Kg)	1500	2500	15000	2,3
9.Finger(180gr)	1490	1000	60000	2,3
10.Petit B. (160gr)	1450	1100	20000	1,2,3
11.Fiesta	1500	700	60000	1
12.Negro	1400	700	50000	1
13.Kremalı (100gr)	1500	1000	70000	1
14.K. kraker (dök)	930	280	10000	3
15.K. kraker (180gr)	930	160	2000	3
16.Can kraker	840	1100	20000	3
17.Puf	1480	180	26000	3,4
18.Pufi	1480	185	7000	3,4
19.Cin	1780	200	15000	3,4
20.Sultani	1480	1500	70000	3
21.K. Yulafli	1480	600	50000	3
22.B. Yulafli	1480	1000	50000	3
23.Mello	1500	320	40000	3
24.Coko Cln	1780	430	20000	3,4
25.Form	800	500	15000	4
26.ABC	900	300	60000	4
27.Pizza Kraker	1100	310	5000	4
28.Balık Kraker	1100	320	5000	4

Talepler(Ton)Ürün no 1.Dönem 2.Dönem 3.Dönem 4.Dönem 5.Dönem 6.Dönem

1	100	83	96	73	98	91
2	61	45	53	40	51	48
3	38	34	39	30	38	36
4	23	21	24	18	23	22
5	29	26	30	23	29	27
6	14	12	14	11	14	13
7	10	9	11	8	10	10
8	171	150	175	133	171	158
9	196	173	201	153	196	182
10	26	23	26	20	26	24
11	188	165	193	147	188	174
12	85	75	88	67	85	79
13	188	165	193	147	188	174
14	43	38	44	33	33	43
15	4	4	4	3	4	4
16	34	30	35	27	34	32
17	51	45	44	53	51	48
18	30	26	31	23	30	28
19	60	53	61	47	60	55
20	154	135	158	120	154	143
21	85	75	88	67	85	79
22	85	75	88	67	85	79
23	68	60	70	53	68	63
24	47	41	48	37	47	44
25	25	30	40	33	41	48
26	129	93	96	113	89	77
27	35	33	41	27	40	35
28	26	23	26	20	26	24

2. Doğrusal Programlama Modeli Sonuçları

Doğrusal programlama probleminin çözümü çok sayıda hesaplama gerektirdiğinden dolayı, çözüme ulaşmada en iyi performans bir bilgisayar programı ile sağlanabilir. Problemin çözümünde kullandığımız bilgisayar paket programının ismi Hyper Lindo'dur. (Linear, Interactive, Discrete Optimizer) Bu paket programın ana amacı kullanıcıya doğrusal programlama formülasyonunun hızla girilmesini sağlamak; doğrusal programı çözmek; sonuçlara dayanarak formülasyonun) doğruluğunu sınamak ve formalasyonda küçük değişiklikler yapmaktır.

Ana üretim planlama için önerilen doğrusal programlama modelinin verilere dayanılarak açık gösterimi EK-1'dedir.

Bu doğrusal programlama modelinde şirketin 28 çeşit ürünü, 4 adet fırında 6 aylık bir dönem için ana üretim planlama formülasyonu yapılmıştır. Modelde 420 karar değişkeni ve 360 kısıt kullanılmıştır. Çok sayıda karar değişkenine ve kısıta sahip bu tip doğrusal programlama modellerinin çözümü el ile mümkün olmadığı için, başka bir deyişle çok zor olduğu için, bilgisayar paket programı olan Hyper Lindo ile çözüme ulaşılmıştır. Hyper Lindo bilgisayar paket programının çözüm sonuçları ve duyarlılık analizi EK-2'de verilmektedir. Bu paket program matematiksel işlemcili IBM PS 2-55 merkez bilgisayarda uygulanmıştır.

Ana üretim planlama ile ilgili doğrusal programlama modelimizde amacımız maliyeti enküçükleme'dir. EK-2'de amaç fonksiyonu değerimiz (objective function value) 0,144733400 E+11'dir. Bunu açtığımız zaman 6 aylık dönem bazında talep tahminlerine göre üretimimizi yaparsak toplam maliyet yaklaşık olarak 14 milyar 500 milyon olacaktır.

Çözüm kısmında amaç fonksiyonu değerinden sonra karar değişkenlerinin (variable) alabileceği değerler verilmiştir. Karar değişkenleri incelendiği zaman bazıları büyük değerler alırken, bazılarının sıfır değerine sahip olduğu görülür. Sıfır değerini alan karar değişkenlerinden belirli bir ürünün, belirli bir fırında, belirli bir dönemde üretilmediği anlamı çıkmaktadır. Örneğin, X_{125} karar değişkenini ele alalım. 1 numaralı üründen, (Finger Dökme Bisküi) 2 numaralı fırında 5. dönemde üretim yapılmayacaktır. Bu, 1 numaralı üründen 5. dönemde üretim yapılmayacak anlamına gelmez, çünkü 1 numaralı ürün aynı zamanda 3 numaralı fırında da üretilmektedir. Nitekim, karar değişkenleri dikkatli olarak incelendiği zaman 1 numaralı ürünün 3 numaralı fırında üretileceği görülecektir. ($X_{135} = 98\ 000$) .1 numaralı ürünün 2 numaralı fırın yerine 3 numaralı fırında üretilmesinin en büyük nedeni 2 numaralı fırının kapasitesinin yetersiz kalması, başka bir deyişle, 2 numaralı fırının yeterli yüklemeye sahip olması olabilir. Fırınlara üretim maliyetleri eşit olduğu için maliyet burada önemli bir faktör değildir. Ayrıca, 1r numaralı ürünün 1. ve 3. dönemlerde üretilmesi gereken miktarın bir kısmı 2 numaralı fırında, bir kısmı da 3 numaralı fırında üretilcek ve üretimi bölünecektir. Bu durumda da en önemli faktör kapasite kısıtıdır. Bu gibi durumlarla, bazı ürünlerde bazı dönemlerde karşılacaktır. Bir ürünün herhangi bir dönemden, bir sonraki döneme taşınan stok miktarını veren karar değişkenleri (I_{it}) incelendiği zaman en fazla dikkat çeken olay, bir dönem hariç, diğer tüm dönemlerde taşınan miktarın emniyet stoğu kadar olmasıdır. 2. dönemde 2 numaralı ürünün 3. döneme taşınan miktarı emniyet stoğundan fazladır. ($103\ 000 > 50\ 000$) 2 numaralı ürün 1.,2. ve 3. fırınlarda üretilbilmesine rağmen 3. dönemde oluşabilecek bir sıkışıklıktan (aşırı yükleme) dolayı ikinci dönemde üretilcektir. Stok taşımının yüksek bir maliyeti bulunduğundan dolayı, stoklar genelde emniyet stoğu kadar tutulmaktadır.

Doğrusal programlama modelinin çözüm kısmında (EK-2) azalan maliyetler (reduced costs) başlığı altında karar değişkenleri için çeşitli

değerler verilmiştir. Sonuçta her karar değişkeni ile ilişkili miktar azalan maliyet olarak bilinir. Amaç fonksiyonunun birimi Türk Lirası ve karar değişkeninin birinci kilogram olduğuna göre azalan maliyetlerin birimi Türk Lirası-kilogram olur. En iyi çözümde yer alan karar değişkeninin azalan maliyeti sıfırdır.

Azalan maliyetin, sıfır değerine sahip bir değişkenin küçük bir miktar arttırılmak için zorlandığında amaç fonksiyonun kötüye gitme miktarı olarak açıklanabilir. Olayın daha iyi anlaşılabilmesi için EK-2'deki çıktı sonuçlarından X_{521} karar değişkenini göz önüne alalım. Bu karar değişkeninin azalan maliyet değeri 4000 TL/kg'dır. Bunun anlamı, bu karar değişkeninin maliyeti 4000TL azaltılırsa, bir kilogram 5 no'lu üründen üretilecek ve bununda toplam maliyete herhangi bir etkisi olmayacak, demektir. Maliyet değeri azaltılmadan bu karar değişkeni (X_{531}) en iyi çözüme girmeye zorlanırsa 4000TL'lik artış maliyete yansiyacaktır. Dolayısıyla, sonuçlarda belirli değerler alan karar değişkenlerinin azalan maliyetleri sıfır değerini alır. Bununla birlikte bazı karar değişkenleri hem değer kısmında hem de azalan maliyet kısmında sıfırdır. Bunun nedeni o ürün için yapılacak üretimin birden fazla fırında yapılabilmesi ve duruma göre birinin tercih edilmesidir.

EK-2'deki sonuçlarda diğer bir başlıkta gölge fiyatlardır. (dual prices). Gölge fiyat bir kısıtın sağ tarafı ya da sabit değeri küçük bir miktar arttırıldığı zaman amaç fonksiyonunu geliştirecek oranın değeridir. Gölge fiyat başlığı altında her kısıt için farklı değerler vardır. Gölge fiyat pozitif bir değer aldığı zaman, sağ tarafın arttırılması amaç fonksiyonunun değerini geliştirir(maliyette azaltır,gelirde arttırır), negatif bir değer aldığı zaman amaç fonksiyonunun değerini bozar. Gölge fiyatın sıfır olması sağ tarafın değiştirilmesinin sonuç değeri üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır, anlamına gelir.

2 no'lu satırdan 169 no'lu satıra kadar olan kısıtlar talep kısıtlarıdır. Tüm bu

kısıtların gölge fiyatları negatif değere sahiptir. Fakat iki adet istisna bulunmakta ve onlarda sıfırdır. 2 no'lu satırdaki kısıt incelendiği zaman azlık ya da çokluk (slack or surplus) değerinin sıfır olduğu ve gölge fiyatının -4000 olduğu görülür. Bunun anlamı sağ taraf sabitini diğer bir deyişle, talebi bir birim arttırdığımız takdirde amaç fonksiyonunun değerinde 4000'lik bir artış olacaktır. 5 ve 7 no'lu satırlardaki kısıtlarda gölge fiyat değeri sıfır olduğu için değişiminin amaç fonksiyonu üzerinde bir etkisi yoktur. Diğer tüm kısıtların gölge fiyatındaki değerlerine göre sırasıyla taleplerdeki bir birim artışa göre amaç fonksiyonunda artışa neden olmaktadır.

170 no'lu satırdan 193 no'lu satıra kadar olan kısıtlar kapasite kısıtlarıdır. Bu kısıtların gölge fiyatları pozitif ya da sıfırdır. 1 ve 2 numaralı fırınlar azlık ya da çokluk başlığı altında pozitif değerlere sahiptir. Dolayısıyla, kapasite fazlalığı vardır ve gölge fiyatları sıfırdır. 3 no'lu fırının 1., 2., 3. ve 5. dönemlerde gölge fiyatı pozitiftir. Örneğin, 3 no'lu fırının 1. dönemde (182 no'lu satır) gölge fiyatı 5970150 TL'dir. Bunun anlamı, 1. dönemde 3 no'lu fırının kapasitesini bir birim (bir saat) arttırsak, maliyetimiz gölge fiyat değeri azalacaktır. Bu açıklamalara göre 3 no'lu fırının kapasitesi 1, 2, 3, ve 5. dönemlerde arttırılabilirse amaç fonksiyonunun değerinde azalma görülür. 4 no'lu fırının gölge fiyatı sıfırdır ve kapasite fazlası vardır.

194 no'lu satırdan 361 no'lu satıra kadar olan kısıtlar emniyet stoğu kısıtıdır. Bu kısıtların gölge fiyatlarının büyük kısmı negatif değere sahiptir. Buna göre herhangi bir ürünün emniyet stoğu miktarının bir birim artırılması, gölge fiyatı kadar bir artışı amaç fonksiyonu değerine artış olarak yansıtacaktır. Örneğin 260 no'lu satırdaki kısıt göz önüne alınırsa, bu kısıtın gölge fiyatı - 70'dir. Karar değişkeni I_{121} 'in emniyet stoğunun bir kilogram arttırılması amaç fonksiyonunda 70 TL'lik bir artışa neden olacaktır.

Azalan maliyetlerin ve gölge fiyatların açıklanmasında az miktarlarda değişimlerden söz edilmiştir. Çözümün yapısının bozulmaması için bu

değişimlerin sınırlarına dikkat edilmelidir. EK-2'de karar değişkenlerinin amaç fonksiyonunda alabilecekleri değerlerin alt ve üst sınırları verilmiştir.

Aynı şekilde tüm kısıtların sağ taraf sabitlerinin alabilecekleri değerlerin alt ve üst sınırlarında EK-2'de gösterilmektedir.

Genelde, herhangi bir karar değişkeninin amaç fonksiyonu katsayısı EK 2'de verilen sınırlar içerisinde değiştirilirse, karar değişkenlerinin en iyi çözümdeki değerleri değişmez. Bununla birlikte, azalan maliyeti, gölge fiyatı ve çözümün amaç fonksiyon değeri değişebilir.

EK-2'deki sonuçlara baktığımız zaman karar değişkenlerinin amaç fonksiyonu katsayıları sonsuz artabildiği gibi , hiç artmayanları da vardır. Bazı karar değişkenlerinde ise amaç fonksiyonu katsayısında hiç azalma yoktur. Örneğin, X_{121} karar değişkeninin şimdiki amaç fonksiyonu katsayısının değeri 4000'dir. İzin verilen artış sonsuz ve azalma ise yaklaşık olarak 27'dir. Buna göre X_{121} 'nin üst sınırı sonsuz ve alt sınırı 3973'dür. (4000-27). Bu sınırlar içindeki karar değişkeninin amaç fonksiyonu değeri tüm karar değişkenlerinin en iyi çözümdeki değerlerini bozmayacaktır. X_{611} karar değişkeni için alt ve üst sınırlar sıfırdır dolayısıyla 4900 olan amaç fonksiyonu katsayısı hiçbir şekilde değiştirilemez. Aksi takdirde en iyi çözümdeki karar değişkeni değerleri bozulur.

EK-2'deki son olarak verilen sonuç sağ taraf sabitlerinin değiştirilebileceği sınırlardır. Herhangi bir kısıtın sağ taraf sabiti belirtilen sınırlar içinde değiştirilirse, bu kısıtın azalan maliyetinin ve gölge fiyatının en iyi değeri değişmez, fakat karar değişkenlerinin değeri ve amaç fonksiyonunun değeri değişebilir.

Gölge fiyat ile ilgili daha önceki açıklamada örnek olarak 2. satır'daki kısıtın gölge fiyatı değeri -4000'dir. Daha açık olarak, talebi bir birim arttırdığımız takdirde amaç fonksiyonunun değerinde 4000 TL'lik bir artış

olacaktır. Fakat bu artış sürekli olarak söz konusu değildir. Bu kısıtın sağ taraf sabiti yani talep şu an 50 000 olarak gözükmemektedir. Bu artış talep ancak 183388 ($50.000 + 133388$) ile 18732 ($50.000 - 31268$) sınırları arasında olduğu sürece geçerlidir.

Kapasite kısıtlarının sağ taraf sabitlerinin sınırları incelendiği zaman değişik sınırlarla karşılaşılır. 1 ve 2 numaralı fırınların kapasitesi ile ilgili kısıtların gölge fiyatları sıfırdır ve kapasitelerinin üst sınırı sonsuzdur. Fırınların kapasiteleri teknik olanaklar içerisinde istenildiği kadar arttırılabilir. 3 numaralı fırının kapasitesi şu anda 420 saattir. Ayrıca birinci dönemde (182 no'lu satır) gölge fiyat değeri 5970150 TL'dir. Bu fırının kapasitesi bir saat arttırılabilirse toplam maliyette yaklaşık olarak (Gölge fiyat) 6 milyon TL'lik bir azalma olacaktır. Fakat bu sürekli değildir ve bunun belirli sınırları vardır. Bu sınır 3. fırında 4. dönem hariç diğer dönemlerde çeşitli değerler almaktadır. Örneğin 1. dönem için kapasite üst sınırı 440, alt sınırı 374 saattir. 2. dönem için ise üst sınır 428, alt sınır 397 saattir. Yukarıda belirtilen maliyet azalışı bu sınırlar içinde geçerlidir.

194 no'lu satırdan 361 no'lu satıra kadar olan kısıtlar emniyet stoğu kısıtıdır ve bunların sağ taraf sabitlerinin belirli sınırları verilmiştir. Örnek olarak 330 no'lu satır alınırsa, ($I_{235} = 40\ 000$) şu anki sağ taraf sabitinin değeri 40 000'dir ve üst sınırı 48681, alt sınırı 38955'dir. Bu değerler arasında gölge fiyatı değeri -49'dur ve toplam maliyeti her birim emniyet stoğu artışında 49 TL kadar arttırır.

Duyarlılık analizinde karar değişkenlerinin amaç fonksiyonunda alabileceği değerler için sınırlar EK 2'de görüldüğü gibi programın çözümü sırasında bulunmuştur. Bu sınırlara göre ana üretim planlamanın yapısını bozmadan ya da bozulduğu zaman maliyetinin ne şekilde etkileneceği görülebilir ve buna göre planlamalarda değişiklikler yapılır. Böylece ana üretim planlamasındaki elde edilen değerler kontrol altında tutulabilir ve maliyetlerin anormal artışını önlemek için gerekli düzenlemeler yapılabilir.

SONUÇ

Bugünkü rekabet ortamında günümüz işletmelerinin kendi bünyelerinde en fazla zorlandıkları konulardan biri üretim planlaması ve kontrolüdür. İşletmelerde ürün miktarı ve çeşitliliği arttıkça üretim planlama ve kontrolü de zorlaşmaktadır. Ana üretim planlaması, üretim planlaması ve kontrolünün odak noktalarındandır. Ana üretim planlamasında amaç belli bir süre için talebi karşılamak amacıyla, üretim oranını, insangücü, stok, taşeron kullanım ve fazla mesai düzeyleri ile vardiya sayısını belirlemektir. Bu amaçları gerçekleştirmek için ana üretim planlamaya doğrusal programlama yaklaşımıyla bir çözüm önerisi getirilmiştir.

Doğrusal programlama yöntemi, optimal üretim stratejisinin bulunmasını sağlar. Kurulan matematiksel modeller kapasite kısıtı, talep kısıtı ve emniyet stoğu kısıtını içermektedir. Model, işletme içinde bu kısıtları sağlarken amacı olan en küçük üretim maliyetini bulmaya çalışmaktadır. Bu işlemler yapılırken, bazı ürünler zamanında üretilmekte, bazı ürünler ise zamanından önce üretilerek daha sonra stokdan kullanılmaktadır. Tüm bu kararlara yardımcı olan ise maliyetleri ve diğer kısıtları göz önüne alan bilgisayar paket programıdır.

Modelin çözümünde yapılan duyarlılık analizi yardımıyla bazı değişikliklerin ne kadar maliyeti olduğu öğrenilebilmektedir. Böylelikle, üretim sisteminde değişiklik yapılıp, yapılmayacağı kararı alınabilir. Hangi ürünlerin hangi durumlar karşısında duyarlı olduğu saptanabilir. Tüm bunlar, yöneticilerin, ani talep değişikliklerinde ve darboğaz durumlarında ne şekilde kararlar alması gerektiğine yardımcı olurlar. Daha açık olarak duyarlılık analizi gerekli olan değişikliğin çeşitli alternatifler içersinde işletme için en uygun olanının seçimiyle yapılır.

Kısaca, doğrusal programlama modelleri çok sayıda karar değişkenine ve kısıtlara sahip olmalarına rağmen bilgisayar programları ile kolaylıkla çözülebilir. Ayrıca işletme duyarlılık analizlerine kendini adapte ederek gölge fiyat bilgileri, kapasite genişletilmesi, pazarlama stratejileri, yeni ürün tanıtımları gibi fırsatların meydana çıkmasına öncülük ederler.

KAYNAKLAR

ACAR, Nesime, Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1989

ALFORD, L.P. ve BANGS, J.R., Production Handbook, The Ronald Press Co., 1948.

AMRINA, H.T., RITCHEY, J.A. ve HULLEY, O.S., Manufacturing Organization and Management, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1966.

BRISKIN, L.E., "A Method of Unifying Multiple Objective Functions", Management Science, C.12, No.10, 1966.

BUFFA, E.S., TAUBERT, W.H., Production Inventory Systems Planning and Control, Richard D. Irwin Inc., Homewood, Illinois, 1972.

CANDEA, D., HAX, A.C., Production and Inventory Management, Prentice-Hall, 1987.

CHARNES, A., COOPER, W.W., STEDRY, A., "Static and Dynamic Assignment Models with Multiple Objectives and Some Remarks on Organization Design", Management Science, C.15, No.8, April 1969.

CHASE, R. ve AQUILANO, N., Production and Operations Management, Homewood, 3. Edition, Illinois, 1981.

DEMİR, Mehmet, GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz, Üretim Yönetimi, İstiklal Matbaası, İzmir, 1986.

EILON, Samuel, Elements of Production Planning and Control, The Macmillan Co., N.Y., 1962.

GAVETT, J. William, Production and Operations Management, The Macmillan Co, N.Y., 1968.

HANSSMAN, F. ve HESS, S.W., "A Linear Programming Approach to Production and Employment Scheduling", Management Technology, No.1, 1960.

HAX, A.C. "Aggregate Production Planning", Handbook of Operations Research, Van Nostrand Reinhold, N.Y., 1978.

HEDGE, B.K., COPEN, M.R., BALACHANDRA, R. ve NAMBUĞIRI, C.N., Production Management: Text and Cases, Prentice Hall of India, N.Delhi, 1972.

JOHNSON, L.A. ve MONTGOMERY, D.C., Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, Wiley, N.Y., 1977.

KARA, İmdat, Yöneylem Araştırması Doğrusal Olmayan Modeller, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1986.

LAWRENCE, F. Bell, "Factory Systems and Procedures", Handbook of Industrial Engineering and Management, Prentice Hall of India, N. Delhi, 1971.

LEE, S.M., Goal Programming for Decision Analysis, Auerbach, Philadelphia, 1972.

MAGEE, J.F., Production Planning and Inventory Control, International Student Edition, 1958.

MAGEE, John F. ve BOODMAN, D. M., Production Planning and Inventory Control, Mc Graw-Hill, N.Y. ,1967.

MEAL, Harlan C., "Putting Production Decisions Where They Belong", Harvard Business Review 62, no. 2 ,April 1984.

NIŞANCI, Ibrahim, Üretim Planlaması ve Kontrolü, SEGEM, Ankara, 1984.

OLUÇ, Mehmet, İşletme Organizasyonu ve Yönetimi, Duran Ofset Basımevi, İstanbul, 1969.

OWANS, Richard N., Management of Industrial Enterprises, R.D. Irwin, Homewood, Illinois, 1969.

PLOSSL, G. W, ve WIGHT, O. W., Production and Inventory Control, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1967.

PRESTEN, P. Le Breten ve DALE A. Henning, Planning Theory, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1961.

SAATÇIOĞLU, Ömer, "Ana Üretim Planlama Sistemi Tasarımı" ders notları ODTÜ, Ankara, 1987.

SANG, M.L. ve MOORE, L.J., Introduction to Decision Sciences, Mc Graw Hill, N.Y. , 1975.

SCHRAGE L., Linear. Integer and Quadratic Programming with Lindo The Scientific Press, Palo Alto, 1984.

SPENCER, B. Smith, Computer-Based Production and Inventory Control, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.,1989.

STARR, Martin K., Systems Management of Operations, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.,1971.

STEPHEN, Jeckovich, Production Planning and Control Systems for Various Types of Manufacturing, Modern Approaches.

ZIMMERMAN, Hans J.,SOVEREIGN, M.G., Quantitative Models for Production Management, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.,1974.