

11 8582

**BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE DOĞRUSAL
PROGRAMLAMA YÖNTEMİYLE
ÜRETİM PLANLAMASI**

Zehra OKUMUŞ

Yüksek Lisans Tezi

Eskişehir-1996

EST

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE DOĞRUSAL
PROGRAMLAMA YÖNTEMİYLE
ÜRETİM PLANLAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Danışman:Doç.Dr. A.Ekrem ÖZKUL

Eskişehir-1996

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın amacı; işletmelerde verimliliğin artırılmasında, doğrusal programlamadan yararlanılmasına ilişkin bir örnek vermektir. Doğrusal Programlamanın, kurumsal yanı üzerinde özellikle durulmamıştır. Araştırma 1995 yılının ilk aylarında tamamlandığından maliyetler ve satış fiyatları, bu gün büyük ölçüde değişmiştir. Bununla birlikte amaç fonksiyonunun katsayıları ve pazar sınırları yeni verilerle düzeltilerek, geliştirilen modellere her zaman işlerlik kazandırmak mümkündür. Endüstrileşme sürecinde önemli bir sektör olan konfeksiyon üretiminde, verimliliğin artırılmasına yardımcı olabilirse çalışma amacına ulaşmış olacaktır.

Çalışmanın yüksek lisans tezi olarak hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm başta tez danışmanım Doç. Dr. A. Ekrem ÖZKUL olmak üzere tüm hocalarıma, araştırmanın ortaya çıkmasında bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen SÖKSA çalışanlarına ve bu çalışmamda yardımlarını esirgemeyen tüm ailem ve yakınlarıma, ayrıca daima beni destekleyen sevgili eşime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Zehra OKUMUŞ

ÖZET

İşletmenin ana sorunlarından biri de üretimin arttırılması ve kıt kaynakların, işletme amacına uygun olarak en verimli bir biçimde kullanılmasının sağlanmasıdır. Bunun için özellikle ikinci Dünya Savaşından sonra, matematiksel teknikler geliştirilmiştir. Bu teknikler arasında Doğrusal Programlama önemli yer tutmaktadır. Çünkü değişik alanlardaki, birçok işletmenin sorununda başarıyla uygulanmış ve yararlı sonuçlar alınmıştır.

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.

Bu çalışmanın amacı; Doğrusal Programlama tekniğinin planlamasına aracı olarak kullanılmasının sağladığı yararları, SÖKSA (Sinop Örne ve Konfeksiyon Sanayisi) işletmesinde yapılan bir uygulamayla ortaya koymuştur.

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Üretim Planlama ve Kontrol Süreci ve ikinci bölümde Ana Üretim Planlamasında Karar modelleri, Doğrusal Programlama uygulama alanları incelenmiştir. Üçüncü bölümde Doğrusal Programlama tekniğinin SÖKSA işletmesinde yapılan uygulama alanları ele alınmıştır.

Konfeksiyonda 6 değişik ürün, sekiz ana ünitelerden geçerek üretilmektedir. Aylak kapasite, minimuma indirilerek mevcut şartlar altında kârı maksimize edecek yıllık üretim planını bulmak için, ürünlerin satış sınırları olan ve olmayan iki Doğrusal Programlama modeli hazırlanmıştır.

Model 1 ve 2'nin verdiği üretim değeri 1995 yılı ile karşılaştırılarak, varılan sonuçların tutarlılığı araştırılmıştır. Ayrıca yıllık konfeksiyon çalışma saatinin arttırılmasının yolları araştırılmış, bunun her iki modelde toplam üretim ve kâra etkisi incelenmiştir.

Son kısımda modeldeki değişmelerin optimal çözüme etkisi araştırılmış, genel bir değerlendirilmeyle sonuç ve uygulamanın başarıya ulaşması için işletmece alınması gerekli tedbirler sıralanmıştır.

ABSTRACT

In creasing the production and providing the searce sources to be used most effeciently for the purposes of the firm is one of the main purposes of the firm. For this reason, especially after the second world war, mathematical techniqes have been developed. Among these techniques D.P. is of importance . Because it has been applied for many firms working in many fields and facilitated enterprising for these firms

In this study to provide most efficiently the continuing function of the activities of production planning and controllng, which are the most important function for the firm and of importance for future studies, D.P. approaching trial is being made . When demonstrating the beneficial effects of D.P. technique in using it as a tool for production planning the purpose of this study has proved its accuracy by making an application in the firm of SÖKSA .

This study consist of three parts:1) Process of planning and controllng of the production , 2) Decision taking models in main production planning and the fields of linear programming and applicating, 3) Application fields (made by D.P tehique) the firm of SÖKSA

In textile six different products one being produced by passing them though eight main units.

By decreasing non-used capacity of manufactured goods, two D.P models which have sale limits and don't have sale limits have been prepared to find the production plan to maximize the profit in available conditions.

VIII

The production value given by model 1 and 2 being compared with the values of the year 1995, the appropriateness of the results obtained has been investigated

In addition the was of increasing annually worknig hours of textile have been studied, and its effects on total production and profit in two models have been studied.

In the last chapter the effect on the optimal solution of the changes in the model has been studied, and by making a general evaluation, that the measures must be taken by the firm have been showed in a law to achieve the result and application.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ

1. Üretim Planlaması	1
1.1 Üretim Planlamasının Kapsamı	1
1.2. Üretim Planlamasının Amaçları	6
1.3. Üretim Planlamasının Özellikleri	7
1.4. Üretim Planlaması Yönetimi	8
2. Üretim Kontrolü	8
3. Üretim Planlaması Ve Kontrolünün İşletme Örgütündeki Yeri	9
4. Üretim Planlaması Ve Kontrol Sürecini Etkileyen Faktörler	10
4.1. İşletmenin Üretim Türü	10
4.2. İşletmenin İçinde Bulunduğu Sanayi Kolu	12
4.3. İşletmenin Büyüklüğü	12

İKİNCİ BÖLÜM**ANA ÜRETİM PLANLAMA KARARLARI VE KARAR
MODELLERİ**

1. Ana Üretim Planlama Kararları	13
1.1. Ana Üretim Planlamasının Kapsamı	13
1.2. Ana Üretim Planlamasının Diğer Kararlarla İlişkisi	18
1.3. Ana Üretim Planlamasının Aşamaları	20
2. Ana Üretim Planlamasında Modellerin Rolü	22
3. Ana Üretim Planlaması Karar Yaklaşım Modelleri	23
3.1. Matematiksel Programlama Modelleri	23
3.2. Şebeke Modelleri	24
3.3. Dinamik Programlama Modelleri	24
3.4. Stok Modelleri	25
3.5. Bekleme Hattı Modelleri	25
3.6. Karar Analizi Modelleri	25
3.7. Simülasyon Modelleri	25
3.8. Maliyet Modelleri	26
4. Ana Üretim Planlamasında Yaklaşım Ve Seçim Modeli	27
✘ 4.1. Doğrusal Programlama Yaklaşımı ve Seçim Nedenleri	27*
✘ 4.2. Doğrusal Programlamanın İçeriği	28*
4.3. Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması	29*
5. Doğrusal Programlama Modelinin Ana Üretim Planlamasındaki Uygulamaları	32
5.1. Statik Ana Üretim Planlamasında	33

	<u>Sayfa No</u>
5.2. Ana Üretim Planlamasında Dinamik Modeller	39
6. Araştırmanın Amacı	478

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

I. ANA ÜRETİM PLANLAMASINDA DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİNİN BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI	48
1. İşletmenin Tanıtımı	48
1.1. Girdi ve Ürün Tipleri	57
1.2. Talep Şekilleri	59
II. İŞLETMEDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN UYGULANMASI	60
1. Sınırlayıcı Denklemlerin Katsayılarını Bulunması	60
1.1. Konfeksiyon Ünitesinde Her Ürüne Göre Üretim	60
Kapasitelerinin Bulunması	60
2. Üretimde Ortaya Çıkan Malzeme Kayıpları	72
III. SINIRLAYICI DENKLEMLERİN İKİNCİ YANINI OLUŞTURAN YILLIK ÇALIŞMA SÜRESİNİN VE AMAÇ FONKSİYONUNUN KATSAYILARININ BULUNMASI	75
1. Yıllık Çalışma Saatleri	75
2. Ortalama Yıllık Konfeksiyon Saati	76
3. Amaç Fonksiyonunun Katsayılarının Bulunması	77
4. Ürünlerin Satış Fiyatları	79
5. Ürün Maliyetleri	80
6. Kâra Katkı Değerlerinin Hesaplanması	82

IV. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI	82
1. Modelde Kullanılan Değişkenler	82
2. Sınırlayıcı Denklemler	83
3. Model' in Kurulması	84
4. Model 1'in Çözümü ve Çözümün İncelenmesi	85
V. YILLIK ÜRETİMİN ARTTIRILMASI AMACIYLA ÇALIŞMA SAATLERİNİN ANALİZİ	88
1. Sorunun Ortaya Konulması	88
2. Programlanmış ve Zorunlu Duruşlar	89
3. Arızalardan Dolayı Duruşlar	90
4. Yeni Durumda Yıllık Çalışma Saati	91
VI. KONFEKSİYON SAATİNİN ARTTIRILMASININ MODEL 1'E ETKİSİ VE MODEL 1'İN SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	91
1. Konfeksiyon Saatinin Arttırılmasının Model 1'e Etkisi	91
2. Yeni Durumda Model 1'de Optimal Çözümü	92
3. Model 1'in Sonuçlarının Değerlendirilmesi	93
VII. SATIŞ SINIRLARI OLAN MODEL 2' nin KURULMASI VE ÇÖZÜMÜ	93
1. Model 2'nin Hazırlanma Zorunluğu	93
2. Satış Sınırlarının Bulunması	93
3. Her Ürünün Geçmiş Yıllardaki Üretimindeki Sipariş Oranları	95
4. Konfeksiyon Ürünlerine Olan Toplam Talep ve Her Ürünün Satış Sınırları	95

	<u>Sayfa No</u>
5. Satır Sınırları Olan Model 2'nin Kurulması	96
6. Model 2'nin Çözümü	97
7. Konfeksiyon Saatinin Arttırılmasının Model 2'ye Etkisi	98
8. Model 2'nin Sonuçlarının Değerlendirilmesi	99
VIII. MODELDEKİ DEĞİŞMELERİN SONUCA ETKİSİ VE GENEL DEĞERLENDİRME	99
1. Doğrusal Pporgramlama Modelindeki Değişmeler	99
2. Değişmelerin Sonuca Etkisi	100
SONUÇ VE ÖNERİLER	103
YARARLANILAN KAYNAKLAR	106

TABLolar ŞEKİLLER

Tablo 3.1. Parça boya ile yıkama makinaları kapasitesi hesabı	51
Tablo 3.2. Boyahane kapasite durumu	54
Tablo 3.3. Eşdeğer üretim miktarları	58
Tablo 3.4. Dikiş-temizlik kapasite hesabı	64
Tablo 3.5. 2 nci kalite kontrol kapasite hesabı	64
Tablo 3.6. Atlet dikiş imalat hesabı	65
Tablo 3.7. Slip için dikiş imalat hesabı	65
Tablo 3.8. Basic tshirt için imalat kapasite hesabı	66
Tablo 3.10. Polo tshirt için dikiş kapasite hesabı	68
Tablo 3.11. Gecelik için dikiş kapasite hesabı	69
Tablo 3.12. Konfeksiyon bölümlerinde her ürüne göre birim üretim zamanları	72
Tablo 3.13. Konfeksiyonda yıllara göre çalışma saati	76
Tablo 3.14. Duruşların yıllara göre aldığı değerler ve dört yılın ortalaması	78
Tablo 3.15. Ürünlerin satış fiyatları	79
Tablo 3.16. Ürünlerin maliyetleri	80
Tablo 3.17. Enerji masraflarının ürünlere dağılımı	81
Tablo 3.18. Her ürünün maliyetteki sabit ve değişken masraflar, kâra katkı katsayısı	82
Tablo 3.19. Model 1 ve 1995 yılı kârlarının karşılaştırılması	87
Tablo 3.20. Ortalama olarak yıllık duruşlar ve konfeksiyon saati	88
Tablo 3.21. Ortalama günlük üretim ve kâr	89
Tablo 3.22. Sipariş oranlarına göre yıllık üretim miktarı	95

Şekil 1.1.	Üretim planlamasının aşamaları	4
Şekil 1.2.	Hiyerarjik planlama işlemi	5
Şekil 1.3.	Üretim türleri	10
Şekil 2.1.	Üretim süreci girdi çıktı ilişkisi	14
Şekil 2.2.	Ana üretim planlaması faaliyetinin üretim sistemi içindeki yeri	18
Şekil 2.3.	Ana planlamanın diğer üretim kararlarıyla ilişkisi	19
Şekil 3.1	Organizasyon Şeması	49
Şekil 3.2.	İşletmenin genel iş akımı ve ana üniteler	49
Şekil 3.3.	Konfeksiyon ünitesindeki iş akımı şeması	56

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ

1. Üretim Planlaması

Plan, ne istediğimizin ve ona başarılı bir şekilde nasıl varabileceğimizin düşünülmesidir; ne yapılacağıın önceden belirlenmesidir; şimdiki kararlar yardımıyla geleceğe hazırlanmaktadır⁽¹⁾. Kısaca plan bir eylemin önceden belirlenmiş bir akışıdır ⁽²⁾. Planlar çeşitli yöntem aracılığıyla gözlenip kontrol edilebilirler. Gözlem ve kontrol sırasında elde edilen bilgiler yardımıyla ulaşılan hedefler karşılaştırılarak sapmalar varsa planlar tekrar gözden geçirilerek yeniden düzenlenebilir.

1.1. Üretim Planlamasının Kapsamı

Planlama eyleminin formüle edilme işlemidir. Amaçlar ile bu amaçlara başarılı bir şekilde ulaşmak için alternatif yollar ve alternatif yollar içinde eyleme en uygun olanının seçimini içerir ⁽³⁾.

¹ Webber, R.A., Management (Richard D. Irwin, Inc., Homewood Illinois, 1975, s.268.

² Le breton, P.P., Henning, D.A., Planning Theory, Partice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1964, s.7.

³ Needles, Jr.B.E., Anderson, H.R., Caldwell, J.C., Principles of Accounting (Second Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1984, s.3.

Genel olarak üretim, insan ihtiyaçlarını kapsayan mal ya da hizmetlerin meydana getirilmesidir. İşletmelerin tümü belirli bir fiziki mal ya da hizmet üretimiyle uğraşırlar. İşletme fabrikası, atölye, hastane, pazarlama kurumu, danışma bürosu ve benzeri kurumların tümünde üretim temel bir işletme fonksiyonu olarak yer alır. Bunun yanında işletme ürettiği ürünleri pazarlamak zorundadır.

Üretim ve pazarlama eylemlerinin yapılabilmesi için belirli bir paranın harcanması gerekir. Bunun için işletmenin finans bölümü ile üretim bölümü arasında etkili bir koordinasyonun kurulmuş olması bulunması gerekir. Üretim, pazarlama ve finans alanında başarılı sonuçlar alınabilmesi uzman bireylerin çabalarına bağlıdır.

Üretim araçları ve üretim faaliyetleri sonucu bir mal veya hizmet üretimi, üretim fonksiyonunun diğer fonksiyonlarla olan gerekli ilişkilerini belirlemektedir. Çünkü üretim insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal ve hizmetlerin meydana getirilmesidir. Bu ihtiyacın biçim ve genişliği pazar araştırmaları sonucu ortaya çıkmaktadır.

Üretim yönetimi; üretimde işgücü fiziksel araç ve imkanların rasyonel bir biçimde kullanılacak ihtiyaçları en uygun biçimde karşılayacak ve en düşük maliyetlerle mal üretme metodu ve ilişkilerini geliştiren ve uygulayan bir bilim dalı olmaktadır. Üretim yönetimi; üretim faaliyetlerini, oluşan ihtiyaçların nitelik ve hacmine göre planlanmasıdır.

Üretimi en uygun biçimde hazır duruma getiren faktörlerin faaliyete geçmesi bir üretim planlaması gerektirmektedir.

Üretim planlaması ve kontrolü ise bir üretim yönetimi faaliyeti olup belli ürünlerin üretilmesi için gerekli tüm araçların tespiti, değerlendirilmesi ve düzenlenmesini içerir. Üretim planlaması hangi ürünün üretileceğini belirtmek teçhizat ihtiyacını ortaya koymak ve ürünleri doğru sayılarda ve istenilen zamanlarda yapılmasını sağlayacak çizelgeleri hazırlamak için kullanılan bir ön-üretim faaliyeti olmaktadır.

Üretim planlamasında iki temel ilke sözkonusudur. Bunlar;

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

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

İşletme yöneticileri üretim planlamasını gerçekleştirebilmek için ilk olarak gelecekte yapılacak üretim faaliyetleri sonucu elde edilecek ürünlerin piyasada alabileceği durumu ve gelecekte teknolojiden etkilenme gibi konuları bir takım tahmin yöntemlerine göre önceden saptamaktadırlar. Bu tahminlerden sonra esas olarak planlama faaliyeti başlamaktadır.

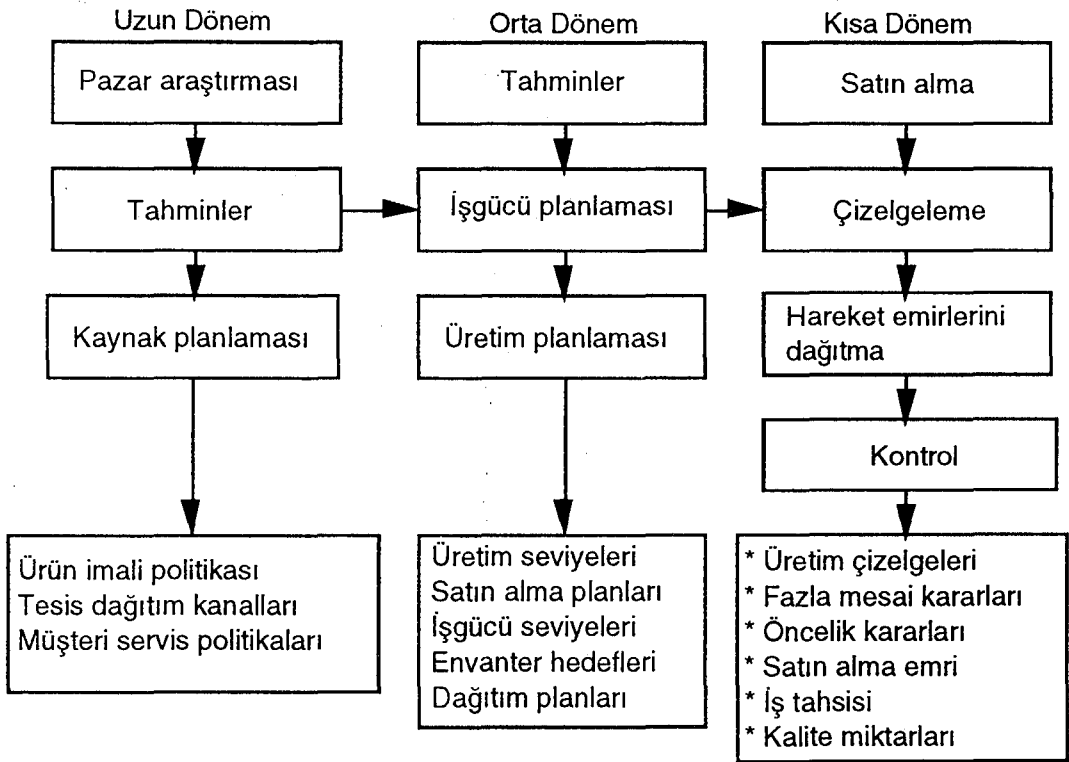
Yapılan tahminlerin plan biçimine dönüştürülmesi de süre bakımından üç aşamada gerçekleştirilmektedir.

1) Uzun Dönemli Planlama: Bu palanlama süreci üretim metodunun tasnifi, müşteri hizmet politikasının tespit edilmesi, dağıtım kanallarının seçimi, üretim ve depo kapasitelerinin belirlenmesi gibi

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

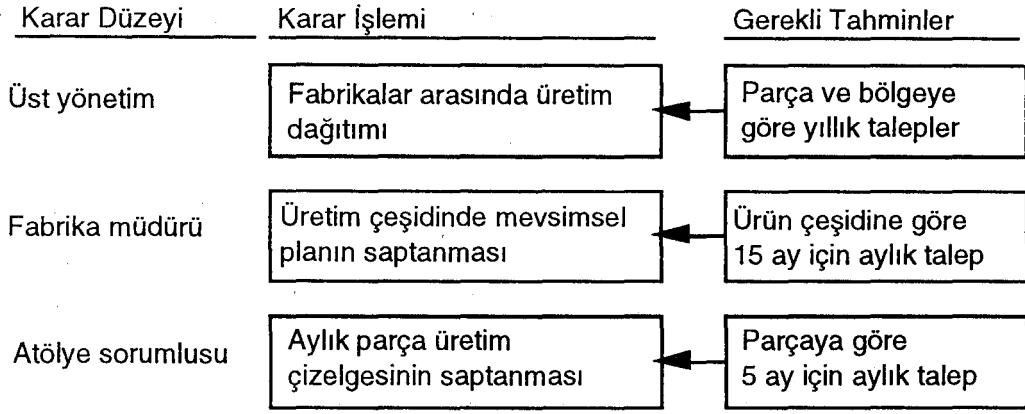
kararları içermektedir. Bu tip kararlar bir ile beş yıllık bir planlama dönemi gözönünde tutularak verilmektedir ve bu kararların verilebilmesi için pazar araştırması uzun dönemli tahminler ve kaynak planlaması gibi ön çalışmaların yapılması gerekmektedir.

2) Orta Dönemli Planlama: Uzun dönem planlama süreci sonucunda işyerinin genel politikası ve kaynak kısıtları belirlenmektedir. Bu genel politika ve kısıtlar çerçevesinde üç ay ile bir yıllık bir planlama dönemi gözönünde tutularak orta dönemli kararlar verilmektedir. Bu kararların verilebilmesi için, tahminler, işgücü planlaması gibi ön çalışmaların yapılması gerekmektedir.



Şekil 1.1 Üretim planlamasının aşamaları

Örgüt içindeki hiyerarşik üretim planlaması şöyle biçimlenmektedir⁽⁵⁾.



Şekil 1.2 Hiyerarjik planlama işlemi

3) Kısa Dönemli Planlama: Bu planlama süreci üretim çizelgeleri ve iş programlarının hazırlanması ve üretim kontrolü gibi faaliyetleri içermektedir. Genellikle bir ile iki haftalık bir planlama dönemi gözönüne alınmaktadır. Kısa dönem planlama süresi üretim miktarının belirlenen hedeflere ulaşmak üzere sürekli kontrolü ve gerekirse yeniden ayarlanması, malzeme eksikliği, makina bozulmaları gibi aksaklıkların giderilmesi, işçilerin üretim merkezlerine tahsisi, önceliklerin belirlenmesi fazla mesai kararları ve imalat ara stok seviyelerinin tespiti gibi kararları içermektedir.

Sürekli üretim yapan mamul çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeni ile stok bulundurma zorunluluğunda olan bir imalat işletmesinde üretim planlarının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanmaktadır⁽⁶⁾.

- 1) Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir.
- 2) Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır.

⁵ Mcal, Harlan, C., "Putting Production Decisions Where They Belone" Harward Business Review 62, No.2, April 1984, s.102.

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

- 3) Talep tahminleri yapılır.
- 4) Plan dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir.
- 5) Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur.
- 6) Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur.
- 7) Üretilmesi istenen miktar dönem dilimlerine dağıtılır.

1.2. Üretim Planlamasının Amaçları

Üretim planlamasının amacı, sistem tasarımının kısıtları içinde gelecekteki talepleri karşılarken toplam maliyeti en aza indirmektir. İşletmelerde üretim planlaması, birbiriyle çelişen şu amaçları gerçekleştirmek için istenmektedir.

- 1) Müşteriye en yüksek düzeyde hizmet sağlanması.
- 2) Stoklara en düşük düzeyde yatırım yapılması.
- 3) İşletme içindeki faaliyetleri etkin bir biçimde yürütmek (7).

Belirtilen bu üç aşamanın gerçekleştirilmesindeki temel zorluk, bunların birbiriyle 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 sağlanmaktadır. Böylece birinci ve ikinci amaçların gerçekleşmesi önlenmiş olmaktadır. Üretim faaliyetlerinin etkin bir biçimde sürdürülmesi üretim seviyesinin sık sık değişmemesi, fazla işgücü çalıştırılmaması ve makina vb. üretiminde uzun süre kullanılması ile ancak gerçekleştirilebilir. Bu durum üretim faaliyetlerinde etkinliği en yüksek düzeye çıkarmaktadır. fakat fazla miktarda stok yapılması ve müşteri hizmetlerinin yetersiz olması sonucunu doğurmaktadır. Stok seviyesi taleplerine uyabilmesi halinde ancak düşük düzeyde tutabilmektedir.

⁷ Plossl, G.W. and Wight, O.W., Production and Inventory Control, prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1967, s.1.

İşletme içi en uygun miktarda müşteriye hizmet götürülmesi, stok yapılması ve üretim faaliyetlerinin etkin bir biçimde yapılması işlemi, işletme yöneticilerini başlangıçta hiç de önem vermedikleri üretim planlama ve kontrol sürecinin geliştirilmesine ve uygulamasına olanak vermelerini gerçekleştirmiştir.

1.3. Üretim Planlamasının Özellikleri

Üretim planlamasının yönetici ve uygulamalara daha fazla yararlı olmasını sağlamak için basit ve kolay anlaşılacak biçimde düzenlenmesi şarttır. Planlama prosedürlerinin yanı sıra sonuç olarak ortaya çıkan tablo diyagram ve ölçülen birimlerin parça sayısı işçilik saati, makina saati olabileceği gibi; kg, ton, m², m³ gibi fiziksel ölçüler imalatta kullanılan birimler arasından seçilmesine dikkat edilmelidir.

Plandaki birimlerden yol çıkarsak üretim maliyetleri, kârlar ve stok yatırımları belirlenebilmelidir. Üretim planlamasında kullanılan birimler üretim çizelgemedeki kullanılan birimlerle uyumlu olmalı ve koaylıkla kullanılabilirdir.

Üretim planlaması, planlama boyutu beş yıla kadar uzayabilmektedir. Bu durum ileride fabrika genişletilmesi, yeni fabrika kurulması, yeni teknolojik makineler alınması gibi uzun dönemde tedarik edilen planlara temel oluşturmasını sağlamaktadır. Daha kısa dönemli planlar bir ile üç yıl arası üretim seviyesinin kontrolü, işgücü planlaması ve taşaron kararları gibi tarafları kapsamaktadır (8).

⁸ Spencer, B. Smith, Copmputer-Based, Productions and Inventory Control Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989, s.159-160.

1.4. Üretim Planlaması Yönetimi

Üretim planlamasında tahmin edilen sonuçların alınabilmesi için üst yönetimin planlama üzerinde çalışan tüm birimleriyle iyi bir diyalog içinde olmalıdır. Planlarda yapılan değişiklikler alt düzeyde başlatılmakta ve bunların sonuçları üstlere iletilmektedir.

Üretim miktarı, şekli, yüklemelerdeki gecikmeler ve stoklardaki değişikliklerle hakkında raporlar hazırlanmakta ve bunları planlamaya iletilmektedir. Bunlara göre planlar gözden geçirilmekte gerekli düzeltmeler yapılmaktadır.

2. Üretim Kontrolü

Kontrol, üretim faaliyetlerindeki aksamalar ortaya çıkarmakla yetinmeyen aynı zamanda geri besleme işlemi aracılığıyla üretim faaliyetlerine ilişkin aşamaların önceden saptanan plan ve programlara uygun olarak gerçekleşip gerçekleşmediğini dinamik ve süreklilikle izleyen bir fonsiyondur (9).

Tüm işletme yöneticileri yönetim faaliyeti sırasında esas olarak şu aşamayı izlemektedir.

- 1) Üretim faaliyetlerine ilişkin gerekli planların yapılması.
- 2) Planlama faaliyeti sonucu saptanan konuların uygulamaya konulması.
- 3) Planlama ile saptanan konuların uygulama sonucu elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması ve şayet varsa plandan sapmaları için gerekli düzeltmelerin yapılması.

⁹ Hedge, B.K., Copen, M.R. Balachandra, R. and Nambudiri, C.N., Productions Management:Text and Cases, Prentice-Hall of India, N. Delhi, 1972, s.161.

Bu aşamalar üretim planlaması ve kontrol işlemlerinde yapılan işlemlerdir.

İmalat işletmelerinin üretim faaliyetlerinde etkinliğin sağlanması, istenen miktar, kalite ve zamanla en iyi ve ucuz yöntemle üretimde bulunmakla ancak elde edilebilmektedir. Sözü edilen etkinliğin sağlanması ise üretim planlaması ve kontrol sürecinin bir yönetim aracı olarak kullanılmasıyla ancak gerçekleştirilebilmektedir.

Üretim planlaması ve kontrol sürecini bir yönetim aracı olarak kullanabilmek için bazı fonksiyonları yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu fonksiyonlar (10);

- 1) Üretim faaliyetlerinde izlenecek yolun, üretilecek ürünlerin nasıl, nerede ve neler olması gerektiği konusunda önceden saptanması,
- 2) Üretim planlarının geliştirilmesi,
- 3) Faaliyetlerin kontrol edilmesi
- 4) Gerekli raporların hazırlanarak plandan sapmalara ilişkin düzeltme işlemlerine başlatılması.

3. Üretim Planlaması Ve Kontrolünün İşletme Örgütündeki Yeri

İş yaşamında üretim planlaması ve kontrolünün en önemli işlevi, işletmenin üretken kapasitesini mümkün olduğunca verimli biçimde kullanmak ve programlamaktır. Üretim planlaması ve kontrolü, üretim kuruluşlarındaki üretim yöneticileri için alacağı kararlarda büyük önem sağlar. Genellikle üretim planlaması ve kontrolü fabrika örgütünde iş akışına göre yer alır ve her endüstri dalına ve kuruluşun bünyesine göre değişiklik göstermektedir. Görev alacakların eğitim görmüş ve deneyim sahibi olmaları gerekir (11).

¹⁰ Lawrence, F. Bell, "Factory and Procedures" Handbook of Industrial Engineering and Management, Prentice-Hall of India N.Delhi, 1979. s.502-502.

¹¹ Demir, Mehmet, Gümüüşoğlu, Şevkinaz, Üretim Yönetimi, İstiklal Matbaası, İzmir, 1986, s.64-65.

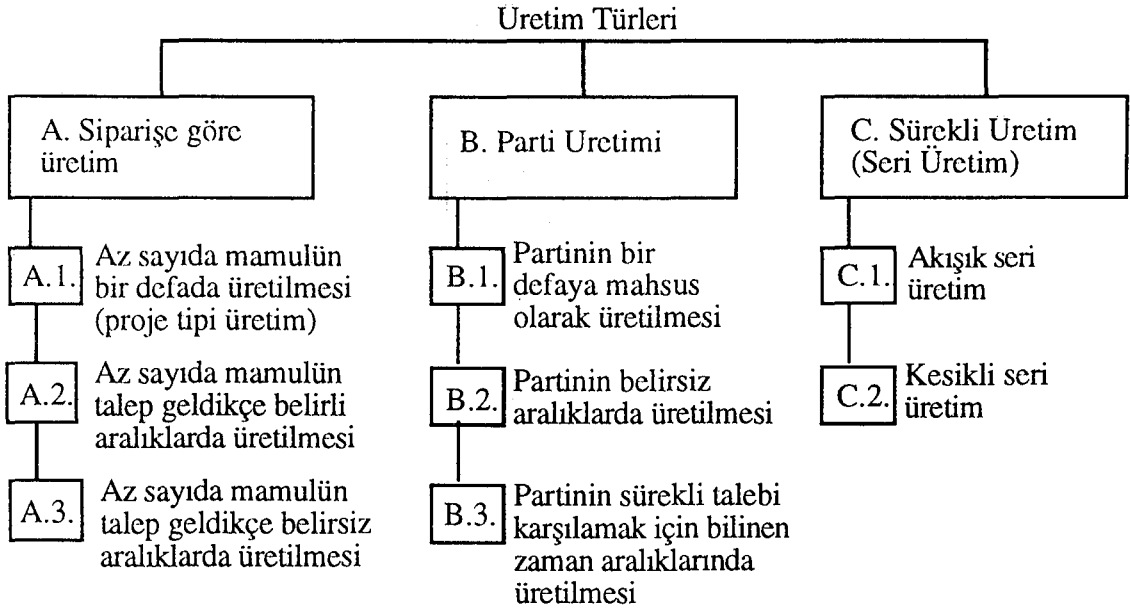
Üretim etkin bir biçimde planlayarak kontrol edebilmek için işletme organizasyonu içerisinde yer alan satış, satınalma, malzeme yönetimi, mühendislik, imalat, pazarlama ve diğer departmanlarda yakın ve koordineli bir iş birliğine mutlak suretle gereksinimi vardır.

4. Üretim Planlaması Ve Kontrol Sürecini Etkileyen Faktörler

İşletme örgütü içerisinde geliştirilecek üretim planlaması ve kontrol sürecini etkileyen temel etkenler üretim tipi, fabrika büyüklüğü ve sanayi kolu olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır (12).

4.1. İşletmenin Üretim Türü

İşletmenin üretim türü , üretilmekte olan ürün sayısı ürün ya da ürünlerin üretimine ilişkin sürecin yinelenme derecesi, üretim süreci içerisindeki iş sayısının azlığı, çokluğu vb. nedenlerden dolayı değişik biçimlerde bölümlendirilmektedir. Buna göre;



Şekil 1.3 Üretim türleri

¹² Eilon, Samvel, Elements of Productions Planning and Control The Mac Millian Co., N.Y., 1962, s.11.

a) SipariŖe Göre retim

Tüketicinin veya mŖteri firmanın zaman, miktar ve kalite bakımından ze olarak belirttiği bir mamulun üretilmesidir. Miktarı genellikle bir veya birkaç denecek kadar azdır. SipariŖ retiminde makina ve insangücü kapasitesinden yararlanma oranı dŖktr. SipariŖlerin yığılması yzenden kuyrukta bekleme süresinin uzaması olasılığıda yüksek olmaktadır.

Bu sistemde deđiŖik türde çok sayıda ürün üretilmesi maliyetlerin yüksek olması sonucunu doğurmaktadır.

Her rn üretimi için yapılan gerekli iŖler nicelik, nitelik, miktar ve sıralama bakımından farklıdır. Bu nedenle üretilmekte olan her ürün kr için ayrı ayrı planlama ve kontrol süreçlerini geliŖtirmek gerekir.

b) Parti Tipi retim

Bir ürünün özel bir sipariŖi ya da sürekli talebi karŖılamak amacı ile belirli miktarlardan oluŖan partiler halinde üretilmektedir. Bu tip üretim en büyük özelliği bir parti bitmeden diğerinin üretimine geilmemesidir. Ayrıca talep süreklidir. Bu retimde iki ana sorun; parti büyüklükleri ve parti adedinin tespiti, partilerin izelgelenmesidir. Parti hacmi büyükçe ve periyotlar belirli hale geldikçe üretim planlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli sonuç vermektedir.

c) Sürekli retim

Yüksek miktarlarda fakat dŖk seviyelerde eŖitlilik gösteren birimler için uygulanan retim Ŗeklidir. Üretim sırasında sürekli olarak aynı iŖler aynı sıralama çerçevesinde yapıldığından büyük miktarlarda

üretimde bulunabilme olanağı vardır. Sürekli üretimde birbirinden farklı operasyon sıralarına ve yardımcı üretim amaçlarına ihtiyaç gösteren değişik ürünlerin imalatında ortaya çıkan karmaşıklıklar ve zorluklar yoktur. Bu üretimin ana özelliği ürün akışı ve tesislerin üretilen ürüne göre tasarlanmasıdır.

Bu üretimde üretim planlama ve kontrol işlemi diğer üretim tiplerine oranla daha kolaydır.

4.2. İşletmenin İçinde Bulunduğu Sanayi Kolu

Üretim planlama ve kontrol süreci geliştirilirken gözönünde bulundurulması gereken bir başka faktörde işletmenin içerisinde üretim faaliyetinde bulunduğu sanayi dalı olmaktadır.

Örneğin tekstil ürünlerinin üretildiği bir sanayi kolu ile otomotiv demir-çelik gibi aynı sanayi kollarında faaliyette bulunan imalat sanayi işletmelerinde geliştirilecek ve uygulanacak olan üretim planlama ve kontrol süreci farklı olmaktadır. Her sanayi dalının kendine özgü bir üretim planlama ve kontrol süreci vardır.

4.3. İşletmenin Büyüklüğü

Üretim Planlama 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 işçi kullanılması gerekecektir. Bu durumda işletmenin diğer faaliyetlerinde olduğu gibi üretim planlama ve kontrolde de karmaşıklık yaratacak ve yetki sorumluluk dağıtımındaki etkinliği azaltmaktadır. Öte yandan küçük işletmelerde bu sorun yoktur.

İKİNCİ BÖLÜM

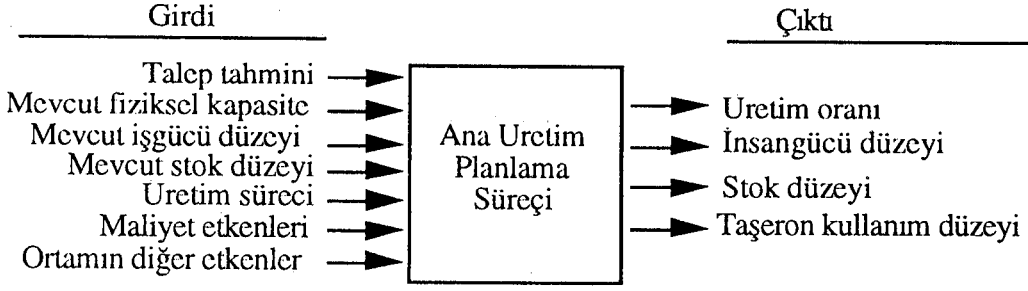
ANA ÜRETİM PLANLAMA KARARLARI VE KARAR MODELLERİ

1. Ana Üretim Planlama Kararları

1.1. Ana Üretim Planlamasının Kapsamı

Üretim planlaması düzensiz şekilde değişen talepleri karşılayabilmek amacıyla üretim stok ve iş gücü 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 çalışmaktadır. Üretim yönetimini etkileyen şartlar sabit olmadığı zaman (talep değişimleri, 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 mevsimsel ise tüm mevsim dönemi planlama boyutu içinde alınır. Genel olarak zaman boyutu 6 ay ile 18 ay arasında değişir. Fakat en fazla uygulananı 12 aylıktır (13).

¹³ Hax, A.C., A.g.e., s.4-5.



Şekil 2.1. Üretim süreci girdi çıktı ilişkisi

Ana üretim planlama sürecinin temel girdileri olarak aşağıda belirtilen verileri kullanmaktadır:

- 1) Envanter seviyeleri
- 2) Sipariş miktarı
- 3) Talep tahminleri
- 4) İmalat ara stok düzeyi
- 5) İşgücü seviyeleri
- 6) Her üretim merkezinin kapasiteleri
- 7) Malzeme temin edilebilirliği
- 8) Üretim standartları
- 9) Maliyet standartları ve satış fiyatları
- 10) Yönetim politikası

Bu veriler periyodik olarak toplanıp, analizi sonucunda üretim planı hazırlanmaktadır. Hazırlanan planlar genel olarak şu bilgileri içermektedir.

- 1) Üretilcek her ürünün üretim miktarları.
- 2) Her ürün için alternatif üretim süreçleri ve her üretim süreciyle üretilcek ürün miktarı.
- 3) Her bir departman, hat, makina vb. tarafından üretilcek ürün miktarı (her tip ürün için).

- 4) Ürünlerin hedeflenen envanter seviyeleri.
- 5) Fazla mesai, ilave vardiyalar, kullanılmayan kapasite vb.
- 6) İşgücü seviyeleri.
- 7) Üretim sistemi içindeki alt sistemler arasında hareket edecek olan malzeme ve yarı işlenmiş ürün miktarı.
- 8) Yan üreticilerden, ne tip girdinin ve miktarlarda temin edileceğini belirleyen planlar.
- 9) Satın alınacak malzeme ihtiyaçları.

Üretim planlama sürecinin, üretim planının önemli çıktısı ana üretim çizelgesidir. Bu çizelge üretim sisteminin her dönem talep edilen üründen ne miktarlarda üretilmesi gerektiğini belirtir. Ana üretim planlamasında belirlenen dönem bazında üretim oranları, üretim çizelgesinin hazırlanmasında temel girdiği oluşturmaktadır (14).

Ana planlama orta dönemli bir planlama çalışması olup üç ay ile bir yıllık bir planlama dönemini kapsar. Uzun dönemli planlama sürecinde belirlenen, işletmenin genel politikası ve kaynak kısıtları çerçevesinde ana planlama çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan ana üretim planı, global verileri kullanarak üretim kaynaklarını ürünler ve dönemler bazında kabaca dağıtır. Bu plan sonucu ortaya çıkan bilgiler daha sonra detaylı planlamada kullanılır. Böylece tezgah, işçi ve saat veya gün seviyesinde üretim kararları alınır. Fakat detaylı üretim planlaması birçok model uygulamasında, üretim kaynaklarının dağıtımında pratik değildir. Detaylı planlama;

1) Doğrusal çizelgeleme programı tüm model içinde olmayan teknoloji ve pazarlama ile ilgili olayları gözönüne almalıdır.

¹⁴ Hax, A.C., Aggregate Production Plannig Handbook of Operations Research, Van. Nastirand Reinhold N.Y. 1978, s.4-5.

2) Planlama konusu içinde karara varılacak olan kaynakların dağıtımı azaltmaktan daha çok fazlalaştıracaktır.

3) Toplu haldeki tahminler detaylı tahminlerden daha doğrudur.

Ana üretim fonksiyonu tasarım ve kontrol fonksiyonlarından ayırtedebilmektedir. Tasarım kararlarının sınırları az olduğu için esnekliği geniştir. Çünkü fabrika halen kurulma aşamasındadır. Diğer yandan kontrol kararlarında kısa dönemde değişkenler değişmediği için belli renkler, ölçüler, parça stokları ve üretim seviyeleri gibi detaylar üzerinde yoğunlaşır. Ana planlamanın odak noktası ise toplam üretim, stok ve işgücüdür (15).

Birçok işletmenin ana üretim planlamasını önemli kılan, hammadde stoğu, satışlar ve reklam kampanyaları, iş görüşmeleri, stok, ulaşım anlaşmaları ve yeni techizat alımları için orta dönem kararlarının kesin olarak sonuca bağlanması gerekmektedir. Genellikle bu kararların geliştirilmesi maliyetli ve zordur (16).

Bazı işletmelerde ürünün talebi bilindiği ve sabit olduğu için ana üretim planlaması kolaydır. İstenilen hammadde anında temin edilebilirse, üretim yönetimi tamamen kontrol altındaysa ve bu üretim yönetimi ile ilgili geliştirilmiş teknikler bu ana kadar yoksa bu tip işletmelerde doğrudan programlamaya geçilebilir ve ana üretim planlamasıyla uğraşılmaz. Ancak ne yazık ki bu anlatılanlara uyan işletmeler çok azdır(17).

15 Saatçioğlu, Ömer, "Ana Üretim Planlama Sistemi Tasarımı" ders notları, ODTÜ., Ankara, 1986, s.1-2.

16 Magee, J.F., Production Planning and Inventory Control, International Student Edition, 1958, s.5-6.

17 Chase, R. ve Aquilano, N., Production and Operations Management Homewood, 3 Edition Illinois, 1981, s.203-205.

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

Ana planlamada işletmenin karşılaştığı zorluklar;

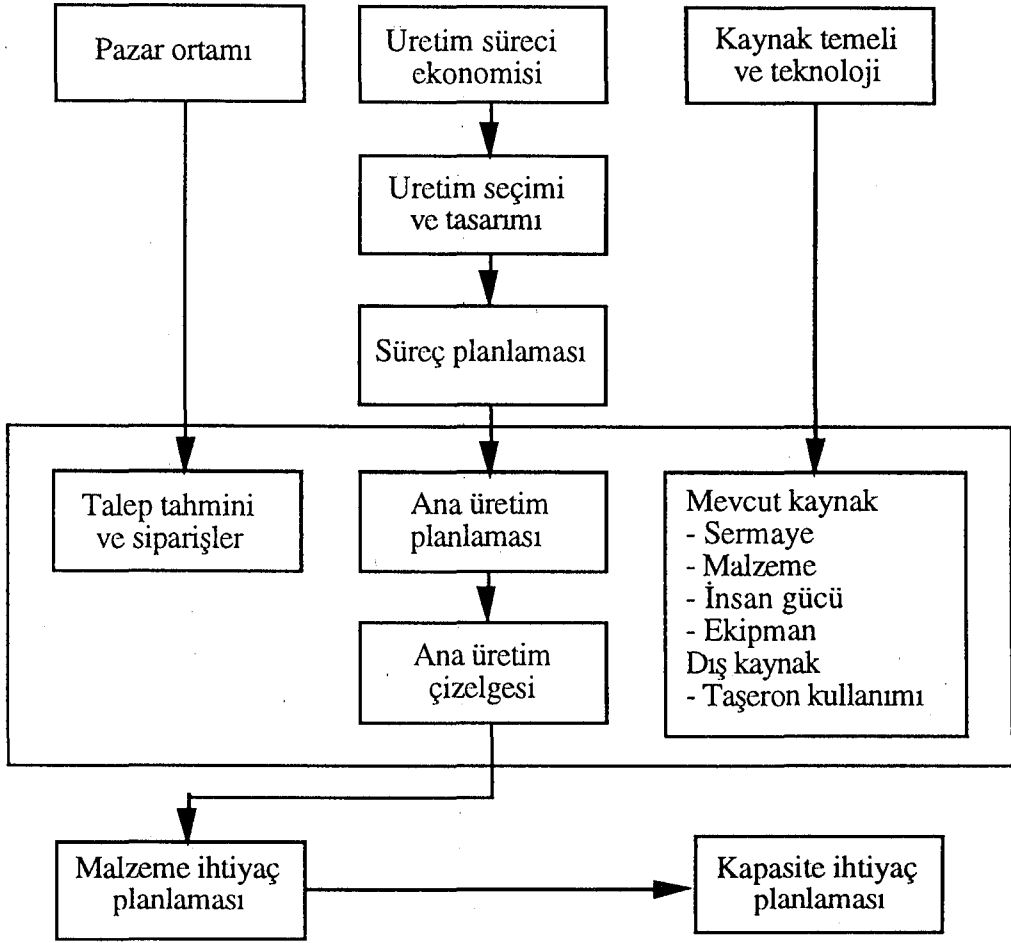
1) Hammadde tedarik süresinin uzun olduğu için makina parçalarına talep gelmeden hammadde siparişi verilmelidir.

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 tahminlerine göre güncelleştirilmelidir.

3) Montaj maliyeti olduğu için montaj hattı bir parça üzerinde uzun süre çalışmalıdır. Ekonomik sipariş miktarı sistemi kullanılıyor fakat çok değişik taleplerin olduğu montaj hatları sayısı olarak azdır ve birçok alt montaj bunlara ortaktır. Bununla birlikte montaj çizelgelemesi son dakikada kısa dönem bazında yapılmaz.

4) İşletme haftanın 6 günü 3 vardiya şeklinde çalıştığından fazla yükleme durumunda kapasiteyi artırabilmek mümkün değildir.



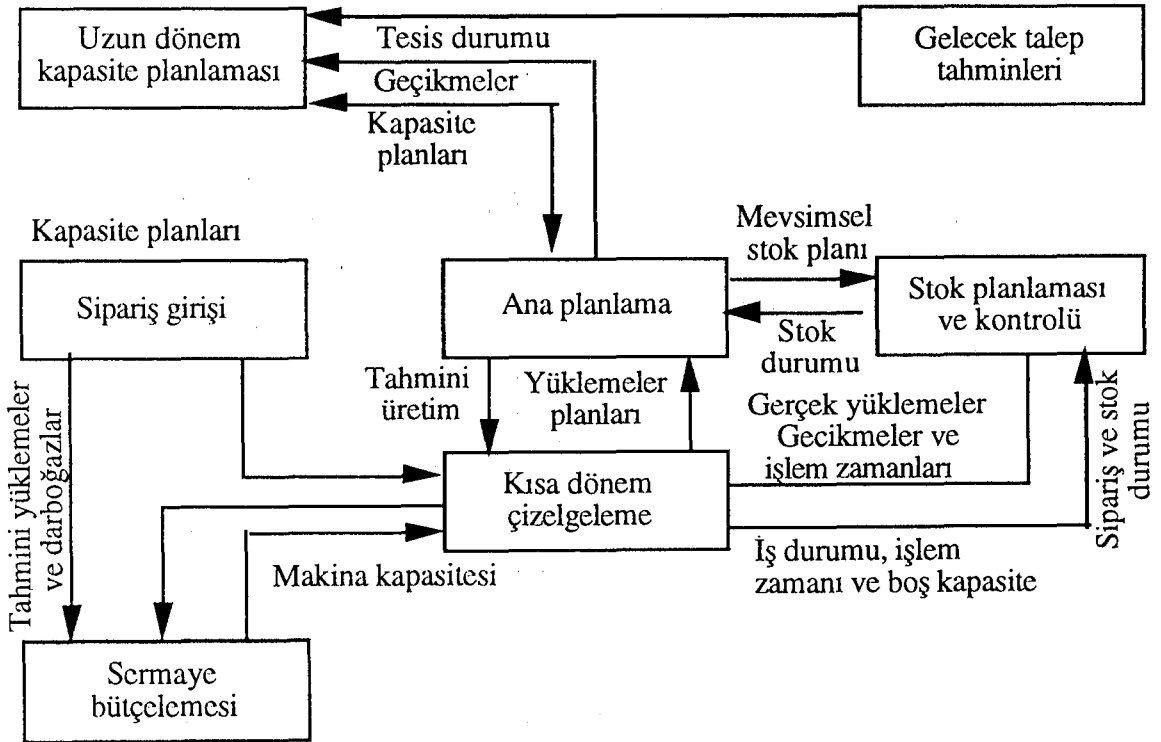
Şekil 2.2 Ana üretim planlaması faaliyetinin üretim sistemi içindeki yeri

1.2. Ana Üretim Planlamasının Diğer Kararlarla İlişkisi

Ana üretim planlaması işletmenin diğer kararlarından ayrı tutulursa etkili olmaz. Ana üretim planlaması işletmenin üretimi, pazarlama ve finansal yönetim fonksiyonları arasındadır. Pazarlama fonksiyonu ile koordinasyon, talepteki ani değişiklikleri karşılamak için orta dönem planını saptar. Aksi takdirde üretim ve pazarlama yöneticileri arasında da yetersiz zaman ve kapasiteden dolayı sorun çıkabilir.

Finansal plancının bilgisi ile hammadde stoğunun mevsimsel stoğun ve ara mal stoğunun planlaması asıldır. Aksi takdirde nakit sıkıntısına

bağlı olarak ani işlen çıkarmalar ya da çeşitli kıtlıklar meydana gelebilir. Bu tip problemleri önlemekten daha önemli olan bu üç grubun kârlı olabilecek işleri fonksiyonlar arasında değerlendirerek saptamasıdır. Örnek olarak 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 iyisi yapmaya çalışsa, işletme büyük siparişler alabilir, yüksek üretim sağlayabilir ve sıkı finansal kontrolü kurabilir fakat bu durumda da işletme stok açınığında verilen siparişlerin geri alınmasıyla oluşan sapmalardan ve bu sapmalardan oluşan bozuk iş ilişkilerinden ve yüksek hazırlık maliyetlerinden dolayı iflas edebilir. Çünkü birbirleriyle bağlantıları sağlam olmazsa yapılan işlerde her an aksamalar olabilir ama işletmenin bu üç bölümü ana planlama için işbirliğine girerse kârlı sonuçların ortaya çıkma olasılığı çok daha yüksektir.



Şekil 2.3. Ana planlamanın diğer üretim kararlarıyla ilişkisi

Bu sorunların yaşanmaması için gerekli bilgiler ve koordinasyon 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 detaylıdır.

2) ana üretim planları için operasyon sorumluluğu olmayan, koordinasyonu sağlayan özel bir araştırma grubu oluşturulur. Bu grubun üyeleri işletmedeki 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 alacak işlerin aynı zamana uyması sağlanır.

5) Fünlük programlama için benzetim modeli geliştirilir, fakat bu model günlük programlamanın dışında planlanmış stok artırımını ve fabrika değişikliklerinin etkisi araştırmada da kullanılır ya da aksi takdirde ana planlama test edilir.

1.3. Ana Üretim Planlamasının Aşamaları

Ana üretim planlamasının 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 aşamalar;

a) Ana Talep Tahmininin Hazırlanması

Bu aşamada planlama ufkundaki her dönem için ürünler bazında talebin hazırlanmasını içerir. Örneğin bir margarin fabrikası için paketleme dikkate alınmaksızın aylık/ton margarin 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 tezfah yüklemeleri ve çizelgeleme aşamasında önem kazanır. Ana talep tahmini zaman serisi analizi, kayan ortalamalar, vb. teknikler uygulanarak yapılır.

b) Kapasite Kullanımı Düzenleyici Politikaların Belirlenmesi

Bu aşamada beklenen ana talebi karşılayabilecek politikalar belirlenir, En uygun politikaların karışımı mevsimsel ve rasgele oynamalar gösteren talebi karşılayacak en iyi stratejiyi temsil eder. Üretim için çeşitli seçenekler belirlemeden önce üst yönetim, pazarlama ve üretim birimlerinin koordinasyonu ile organizasyonun tümünü ilgilendiren seçenekleri belirler. Aday politikalar şunlardır;

- Normal üretilen ürünlere talebin az olduğu dönemlerde başka ürünler üretmek,
- Talebin fiyat esnekliği yüksek ise esnek bir fiyatlandırma politikası ile talebin seviye ve zamanlamasını etkilemek,
- Reklam kampanyaları ile talebin zamanlama ve seviyesini etkilemek,
- Müşterilerle anlaşacak fiyat indirimine karşılık sipariş teslim tarihlerinde esneklik getirmek ve üretimin planlamasına kolaylık sağlamak.

c) 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.

d) En İyi 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 eniyi çözümü veren ve veremeyen yöntemler olarak da sınıflandırılırlar. Bunlardan bazıları deneme-yayınlma yöntemlerine bazıları ise matematiksel formülasyonlara dayanır.

2. Ana Üretim Planlamasında Modellerin Rolü

Ana üretim planlama ile ilgili yönetim kararlarının desteklenmesinde modellerin önemli bir rolü vardır. Bu modeller yöneticilere şu noktalarda faydalı olmaktadır.

1) Düşüncelerin 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 sırasına göre uygun yerlere yerleştirildikten sonra, karar kuralındaki temel mekanizma ile birleştirilerek geri besleme yolu ile önceden tahmin hataları düzeltilir.

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

3. Ana Üretim Planlaması Karar Yaklaşım Modelleri

Ana üretim planlamasında kullanılan modelleri aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilirler (18).

3.1. Matematiksel Programlama Modelleri

Amaçlara ulaşabilmek için alternatif yolların bulunduğu ve kaynakların tüm amaçları en etkin şekilde yerine getirecek kadar yeterli olmadığı durumlarda ortaya "Atama Problemi" çıkar.

Bu tür problemlerin çözümünde yararlanılan tekniklerin büyük bir kısmı matematiksel programlama adı altında anılmaktadır. Matematiksel programlama teknikleri içinde en bilineni "Doğrusal Programlama" tekniği olup bu teknik, amaç fonksiyonu ve teknik sınırlamaların doğrusal birer fonksiyon biçiminde ifade edildiği durumlarda kullanılır.

Herhangi bir teknik sınırlamanın veya amaç fonksiyonunun doğrusal olmaması durumunda "Doğrusal Olmayan Programlama" modeli gerekmektedir. Çözüm değerlerinin ve karar değişkenlerinin tam sayı olma zorunluluğunun olması durumunda ise "Tamsayılı Programlama"

¹⁸ Markland, E.R., Sweigart, J.R., "Quantitative Methods: Applications to Managerial Decision Making" John Wiley and Sons, 1987, s.17.

modelinin kullanımı sözkonusu olur. Diğer bir atama modeli ise kaynakların eşit sayıda faaliyetlere tahsis edilmesi gerekliliğinin bulunduğu durumlarda yararlanılabilen “Basit Atama” modelleridir. Faaliyetlerin birden çok kaynaktan yararlanabildiği ve kaynakların da birden fazla faaliyet arasında bölüştürürebildiği daha karmaşık durumlarda yararlanılan tekniğe “Transportasyon” modeli adı verilir.

Son olarak da bir atama modelinin amaç fonksiyonunda birden fazla hedefi içerecek şekilde yapılandırılması, modelin “Hedef Programlama” adı almasına yol açar.

3.2. Şebeke Modelleri

Şebeke modelleri, taşıma ve lojistik sistemlerin analizi ve araştırma geliştirme projelerinin planlaması ve tatbiki gibi alanlarda geniş ölçüde kullanılan modellerdir. Bu modeller yardımı ile şebeke içindeki tüm noktaları ve kısa şekilde birbirine bağlamak veya şebeke içindeki bir başlangıç noktasından bir bitiş noktasından bir bitiş noktasına kadar ulaşılabilecek en kısa veya en fazla akışı sağlayacak yolu bulmak sorularına cevap bulunabilir.

Bunların dışında CPM ve PERT gibi şebeke modeli tekniklerinden proje planlama ve kontrol süreçlerinde başarı ile yararlanılmaktadır.

3.3. Dinamik Programlama Modelleri

Dinamik programlama, matematiksel programlamanın bir türevidir olup, daha çok birbirleri ile ilişkili ve birbirini izleyen kararların alınması gerektiği problemlerde yararlanılan bir tekniktir.

3.4. Stok Modelleri

Stok problemlerinde stokta tutma maliyeti, tedarik maliyeti ve elde bulundurmama maliyeti gibi birbirine zıt özelliğe sahip maliyetleri en iyi dengeleyecek bir şekilde hangi zamanlarda ve her defasında ne miktarda sipariş verilmeli sorularına cevap aranır.

3.5. Bekleme Hattı Modelleri

Bekleme hattı başka bir deyişle kuyruk teorisi modellerinde sisteme bir ihtimal dağılıma uygun aralıklarla hizmet görmek için gelen müşterilerin servis maliyeti ile beklemesinden oluşacak maliyetleri en iyi dengeleyecek personel veya yatırım miktarının bulunması hedeflenmiştir.

3.6. Karar Analizi Modelleri

Daha çok belirsizliğin hakim olduğu durumlarda karar almak gerektiğinde eniyi hareket tarzını bulmaya yönelik analizlere Karar Analizi modelleri adı verilir.

3.7. Simülasyon Modelleri

DeneySEL karakterlere sahip simülasyon ile gerçek bir problemin matematiksel olacak ifade edilmiş modelini tekrar eden deneySEL yardımıyla inceleyecek farklı hareket tarzlarının sonuçlarını görmek mümkün olur.

Çeşitli üretim problemlerinde yararlanılabilecek bu tür modellerin bazı kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir.

- Teknoloji veya makina seçimi,
- Fabrika içi yerleşimi,
- Üretim plan ve programlama,
- Kapasite ve stok planlaması,
- İşgücü planlaması.

3.8. Maliyet Modelleri

Karar modelleri içinde kullanılan en eski modellerden biri maliyet modelleridir. Bu modellerden “Başabaş Noktası Analizinde” üretim hacmi ile değişen toplam gelir ve toplam maliyet arasındaki ilişki incelenir. Farklı üretim miktarında işletmenin kârı veya zarar miktarları ve başabaş noktası” adı verilen toplam gelirin toplam maliyete eşit bulunduğu üretim miktarı belirlenir.

Toplam gelir miktarı ile fiyatın çarpımına, toplam maliyet ise sabit maliyetler ile toplam değişken maliyetin toplamına eşittir.

x: Üretim miktarı

f: fiyat

SM: Toplam sabit maliyet

DM: Toplam değişken maliyet

dm: Birim değişken maliyet

TG: Toplam gelir

$TG = TM$

$TG = x * f * TM = SM + DM = SM + x * dm$

$x * f = SM + x * dm$

$x = \frac{SM}{f - dm}$ başabaş noktasındaki üretim miktarı olarak bulunur.

4. Ana Üretim Planlamasında Yaklaşım ve Seçim Modeli

4.1. Doğrusal Programlama Yaklaşımı ve Seçim Nedenleri

Doğrusal programlama yaklaşımı gerek modelleme kolaylığı, gerekse çözüm yönteminin bilgisayar desteğiyle kullanışlı olması nedeniyle kullanımı çok uygun bir yaklaşımdır. Duyarlılık çözümlerine olanak vermesi yöntemin bir diğer üstünlüğüdür. Yöneylem araştırması yöntemlerinin kullanılmasına ilişkin yapılan araştırmalarda Doğrusal Programlamanın regresyon analizinden sonra en çok başvurulan yöntem olduğunun saptanması, yöntemin kullanışlılığını örneklemektedir (19).

Yaptığım çalışmada ele aldığım sistemi Doğrusal Programlama yaklaşımı ile modellenebilirliğini irdeleyerek Doğrusal Programlama modelinin yapısını oluşturdum.

Üretim Planlarının yapılmasında uygulanan yöntemler Doğrusal maliyettir, doğrusal olmayan maliyetli ve her türlü maliyete uyarlanabilen yordamsal yöntemlerdir. Bazı üretim sistemlerinde üretim maliyetleri arasındaki ilişkiler doğrusal olarak tanımlanmayabilir. Bu durumda doğrusal olmayan ya da yordamsal yöntemler kullanılabilir. Yordamsal yöntemler en iyi çözümü garanti etmezler. Doğrusal olmayan yöntemler en iyi çözümü garanti etmelerine rağmen modelin kurulması ve çözümünün elde edilmesi güçtür.

Buna karşın Doğrusal Programlama yaklaşımı bilgisayar desteğine yatkınlığı ve en iyi çözüm vermesi, maliyet kapasite ve talepteki değişimler için duyarlılık çözümlemesine olanak vermesi gibi üstünlüklere sahiptir (20).

¹⁹ Ledbetter, W.N. and Cox, J.F., 1977 Arc Operations Research Techiques being used, Industrial Engineer, s.19-20.

²⁰ Dervitsiotis, N.K., 1981 Operations Management, McGraw Hill Book Co., s.771.

Doğrusal Programlamanın kolay çözülebilirliği, eniyi çözümü vermesi ve duyarlılık çözüme olanak verdiği için üretim problemlerinde geniş uygulama alanı bulmasına neden olması çalışmamda bu nedenle tercih edilmiştir.

4.2. Doğrusal Programlamanın İçeriği

Sınırlı kaynakların eniyi şekilde kullanılması ihtiyacı üretim planlamasında yaygın şekilde karşılaşılan bir sorunu oluşturur. Bir Doğrusal Programlama, sınırlı kaynakların farklı seçenekler arasında eniyi dağıtım şeklini araştıran bir analitik tekniktir.

Bir Doğrusal Programlama modeli ile belli bir amaca ulaşmak için birçok alternatif stratejinin bulunduğu ve hareket tarzlarının birçok kısıtla sınırlandırıldığı durumlarda eniyi stratejinin belirlenmesi sağlanmaktadır⁽²¹⁾.

Doğrusal Programlama modelinin bir probleme uygulanması için bazı koşulların olması gerekmektedir. Bunlar;

1) Yapılacak üretimin veya yatırımın miktarı gibi karar verilmesi gereken farklı hareket tarzları, diğer bir deyişle kontrol edilebilir karar değişkenleri olmalıdır.

2) Modeldeki değişkenleri bir takım teknik sınırlamaları faaliyetlerin kaynak kullanım oranlarının farklı ve eldeki kaynakların miktarlarının da sınırlı olması sonucu ortaya çıkan bir dizi fonksiyondur. Bu teknik sınırlamalar üretim-makina kapasitesi işgücü, sermaye, alan, bütçe, hammadde gibi kısıtlı kaynaklar ile pazar koşulları kanuni sınırlamalar gibi çevresel koşullardan kaynaklanan sınırlamalardır. Bunun dışında kontrol gereği üretilmesi gerekli asgari miktar, karşılanması gereken satış

²¹ Hughes, A.J., Grawiog, D.E., Linear Programming AddisonWesley Publishing Co., 1973, s.4.

kotası, belirli alanlarda kullanılacak kaynakların asgari veya azami miktarları, gibi değişik sınırlamalar da karşımıza çıkabilmektedir. Tüm teknik sınırlamalar çözümün olabilirlik alanını belirlemektedir.

3) Modelin kurulabilmesi için bir amaç olmalıdır. Amaç fonksiyonu yönetimin ulaşmak isteği hedefin matematiksel bir ifadesidir.

Değişik hareket tarzlarının sonuçlarının değerlendirildiği bu amaç fonksiyonu, belirlenecek stratejinin yalnızca “olabilir” değil aynı zamanda eniyi olmasını sağlar. “Eniyi” genellikle kârın maksimizasyona veya maliyetlerin minimizasyon şeklinde belirlenen problem amacının amaç fonksiyonunda ifadesi ile sağlanır.

4) Problemdaki değişkenler hem kaynak kullanımı hem de amaç fonksiyonuna katkıları itibariyle doğrusal ilişki içinde olmalıdırlar.

Amaç fonksiyonundaki doğrusallık, parametrelerin sabit olması anlamına gelir. Örneğin miktar artışı ile değişmeyen birim maliyet veya birim başına kâra katkı sözkonusudur. Teknik sınırlamalardaki doğrusallık katsayıların sabit olması ve grafik üzerinde bir doğru ile gösterilebilmesi anlamına gelmektedir.

Problem sayısal olarak ifade edilebilmeli, amaç fonksiyonu ve teknik sınırlamalar doğrusal eşitlik veya eşitsizlik halinde yazılabilmelidir.

Son olarak eksi olmama koşulunu getiren doğal sınırlamalar çözümün anlamlı olabilmesi için karar değişkenlerinin sıfır veya pozitif değerler alması gerekliliğini getirmektedir.

4.3. Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

Doğrusal programlama modelinin kurulabilmesi için aşağıdaki sıra izlenir ⁽²²⁾.

²² Curwia, J., Stater, R., “Quantitative Methods For Business Decisions” Van Nostrand Reinhold, 1988, s.295

a) Problemin Tanıtılması

Elde edilen vöeriler ve standartlar (zaman, hammadde ve maliyet) tanıtılır. İzlenecek üretim teknikleri ve bu tekniklerin herbirinin uygulanmasıyla üretilecek mamullerin birim maliyetleri (veya bir birimin satışından sağlanacak kâr) hesaplanır. Ayrıca üretilecek mamullerin talep miktarlarıda belirlenir.

b) Matematiksel Modelin Kurulması

Tekniğin uygulanması, önce problemin matematiksel modelin kurulması ile başlar. Bu aşamada uygulayıcının deneyim ve yaratıcılığı ön plandadır. Bu aşamadaki işlemler üç bölümde gerçekleşir.

i. Modelin Değişkenlerinin Belirlenmesi

İşletme problemlerine uygulanan doğrusal programlama modellerinde, genellikle üretim hacmi makinaların çalışma zamanları, üretimde kullanılan hammadde miktarları ve üretim için yapılan masraflar değişken olarak alınır. Değişkenleri belirlerken özellikle şu noktalara dikkat edilmektedir.

- Üretimde yapılan her değişiktir (Üretim tekniği, maliyet vs.) modele yeni değişkenler getirir.

- Değişkenler için kabul edilen ölçüler aynı olmalıdır. Örneğin bir değişken için zaman birimi olarak saat alınmışsa diğer bir değişken içinde aynı ölçü alınmalıdır. Aksi takdirde modelin çözümünde çıkacak sonuç yanlış olur.

ii. Modelin Genel Olarak Yazılımı

Bir doğrusal programlama modelinin temel unsurları olan amaç fonksiyonu ve teknik sınırlamaların genel matematiksel gösterim aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

m: Kaynak sayısı

n: Faaliyet sayısı

x_j (j=1,2, , n) j faaliyetinin düzeyi, karar değişkeni.

z: Amaç fonksiyonundaki etkinlik ölçüsü

C_j : x_j faaliyetindeki her birim artış karşılığındaki j kaynağındaki tüketim miktarı olmak üzere matematiksel model;

$$\max (\min) = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

:

:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

Doğal sınırlamalar x_1, x_2, \dots, x_n şeklindedir.

iii. Modelin Parametrelerinin Bulunması

Üretimde kullanılan makinaların bir birim üretim için çalışmaları gereken zaman ile toplam kullanılabilir makina zamanı arasındaki ilişkiden yararlanılarak bazı parametreler belirlenir.

* Üretim faktörlerinin birleşim oranları olan teknik üretim katsayıları yardımıyla değişkenler arasındaki ilgiyi kuran parametreler

belirlenir (23). Teknik üretim katsayıları izlenen üretim tekniğine ve üretilen malın kalitesine göre değişir.

* Amaç fonksiyonu, modelde kullanılan bütün değişkenleri içinde bulundurur. Bu fonksiyonda parametreler, işletme problemlerinin gayesine göre değişir. Eğer model maliyet minimizasyon yapmak amacıyla kurulmuşsa, amaç fonksiyonundaki değişkenlerin katsayıları, değişkenlerin birer birimin maliyeti olacaktır. Kâr maksimizasyonu problemlerinde ise değişkenlerin birer biriminden elde edilen kâr değişkenlerin katsayısı olur.

Amaç fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesiyle doğrusal programlama modelinin değişkenleri arasında ilgi kurulmuş olur.

Problemin matematiksel modelin kurulmasından sonra aşama modelin çözümüdür. Çözüm işlemi için Grafik Yöntemi veya Simplex algoritması kullanılabilir. Büyük boyuttaki problemlerin çözümü için ise bilgisayar paket programlarından yararlanmak mümkündür.

5. Doğrusal Programlama Modelinin Ana Üretim Planlamasındaki Uygulamaları

Uygulama alanlarına belirli bir zaman dilimi içinde eldeki kısıtlı teçizat, malzeme ve işgücü ile farklı kârlardaki ürün seçenekleri arasında en büyük kâr sağlayarak ürün karışımının bulunması, ürünü oluşturacak farklı fiyat ve yapıdaki malzemelerin en iyi karışım şeklinin bulunması, öngörülen talebi en düşük maliyeti ile karşılayacak üretim kapasitesinin planlaması, rafinerilerdeki petrol karışım problemleri, pazarlamada

²³ Baloff, N., Estimating the Parameters of the startup model an Ampirical Approach, J. Industrial Eng.; Vol 18, No.4, s248-249.

reklam medyasının seçimi, satın alma, fiziksel dağıtım planlaması, pazar araştırması, finansmanda yatırım planlaması ve portföy seçimi gibi örnekler sayılabilir.

Uygulama konumuz olan Tekstil ve Konfeksiyon endüstrisinde birden fazla ürün aynı üretim ünitelerinden geçerek elde edilir. Bu yüzden hangi ürünlerden ne kadar üretileceğinin bulunması kapasite kullanımı ve maksimum kârın sağlanması yönünde büyük önem taşır. Bunun için özellikle tekstil ve konfeksiyon sanayisinde diğerlerinden çok sayıda bu tür Doğrusal Programlama ve uygulamaları yapılmıştır. Çünkü böyle bir çalışma sonucu tezgahların iş yükü, üretilecek ürünler miktarı ve elde edilecek maksimum kârlar açıklık kazanmaktadır.

Ana planlamada kullanılan modeller statik ve dinamik modeller olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Statik modellerde talebin zaman içerisinde değişmediği, dinamik modellerde ise talebin zaman içinde farklılaştığı kabul edilmektedir. Bu problemlerin çözümü için genellikle matematiksel yöntemlerden yararlanır. Bu yöntemler arasında Doğrusal Modeller önemli yer tutar.

5.1. Statik Ana Üretim Planlamasında

a) Ürün Birleşim Modelleri

Belirli bir dönemde, bir firmanın üretilip satabileceği birden fazla ürün olabilir. Bu durumda firmanın her bir tip üründen ne miktarlarda üreteceğinin planlaması, diğer bir deyişle ürün bileşiminin belirlenmesi, firma için önemli bir problem alanı oluşturur. Ürün bileşimi kararlarında amaç kısıtlı kaynakların en iyi kullanımı tespit edecek tesislerde elde edilen çıktısının net değerinin maksimize edilmesidir. Bu problemlerde gözönünde tutulması gereken diğer bir husus da her ürünün mevcut satış

imkanlarının değerlendirilmesidir. Yapılan satış tahminlerinden ürünlerin en çok satış miktarlarının önceden belirlenmesi, ayrıca her ürünün en düşük üretim seviyelerinin tespiti, problemin çözülebilmesi için gereklidir. Ürün birleşimi problemlerinde gözlenen özellikler aşağıda özetlenmektedir. Ayrıca bu nitelikler, problemin tanımlanmasında da yardımcı olmaktadır.

- 1) Bu problemlerde net kârın maksimize edilmesi amaçlanır.
- 2) Kaynakların sınırlı olmasından doğan kaynak kısıtları vardır.
- 3) Planlanan üretim miktarları için sınır kısıtlar belirlenmiştir.

Ürün bileşimi probleminin çözümü için tasarlanan Dorsal Programlama metodu aşağıda açıklanmaktadır.

Modeldeki değişkenler:

X_i : i mamulünün planlama dönemindeki üretim miktarı $i= 1, 2, \dots, n$

Modelde tek bir planlama dönemi ele alınmaktadır. Aynı zamanda modelde (n) kadar, yani, ürün sayısı kadar karar değişkeni yer almaktadır.

Modeldeki parametreler:

b_k : k kaynağının planlama dönemi süresince mevcut olan miktarı.

$(k=1, 2, 3, \dots, K)$

a_{ik} : Bir birim i ürünü üretmek için gereken k kaynağı miktarı.

u_i : i ürününün planlama döneminde gerçekleştirebilecek maksimum satış miktarı.

L_i : i ürününün planlama dönemindeki gerekli minimum üretim düzeyi.

r_i : Bir birim i ürününün satışından elde edilen hasılat.

c_i : Bir birim i ürününün üretiminden doğan birim değişken maliyeti.

$(r_i - c_i) x_i$: Bir birim i ürününün üretim ve satışından doğan kâra olan katkısı

Bu problemde amaç kâra olan toplam katkıyı maksimum edecek x_i değerlerinin bulunmasıdır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n (r_i - c_i) X_i$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ik} X_i \leq b_k \quad (k=1, 2, \dots, K)$$

$$X_i \leq U_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$X_i \geq L_i \quad (L_i > 0, i=1, 2, \dots, n)$$

$$X_i \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Herhangi bir i ürünü en fazla U_i seviyesi kadar imal edilecektir. Bu tür kısıtlar tüm ürünler için yazılacaktır. Yani modelde (n) kadar üst satış kısıtları olacaktır.

Herhangi bir i ürünü en az L_i kadar imal edilecektir. Bu tür kısıtlar tüm ürünler için yazılacaktır. Yani modelde (n) kadar alt imalat kısıtları olacaktır.

b) Süreç (Process) Seçimi Modelleri

Bu problemlerde her ürünün, planlama dönem süresince üretilmesi gereken miktar yani talep belirlenmiştir. Ayrıca ürünler birkaç değişik

yolla üretilebilmektedir. Birim maliyetleri seçilen üretim sürecine göre değişmektedir ve dönem içinde her üretim kaynağının belirli bir kapasitesi vardır. Böyle problemlerde amaç, her bir üretim süresince hangi üründen ne miktarlarda üretileceğinin toplam maliyeti enaza indirecek şekilde tespitidir. Bu problemin doğrusal modeli olarak tasarımı şu şekildedir.

Modeldeki değişkenler;

X_{ij} : j üretim süreciyle üretilen ($j=1, 2, \dots, j_i$)

i: Ürünün ($i=1, 2, \dots, n$) miktar.

X_{ij} : Modeldeki karar değişkenidir.

Modeldeki parametreler;

D_i : Planlama dönemi içinde i ürününün üretilmesi gereken miktar
($i=1, 2, \dots, n$)

b_k : k üretim kaynağının dönem içindeki mevcut kapasitesi
($k= 1, 2, \dots, K$)

a_{ijk} : k üretim sürecinde, bir birimi ürünü üretebilmek için gereken k kaynağı miktarı ($j=1, 2, \dots, J; i=1, 2, \dots, n$ ve $k=1, 2, \dots, K$)

C_{ij} : Bir üretim sürecinde bir birim i ürünü üretmenin değişken maliyeti.

z: Dönem içinde toplam üretim maliyeti

Problemde, toplam maliyeti minimize edecek (X_{ij}) değerinin tespiti amaçlanmaktadır.

Amaç fonksiyonu;

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} C_{ij} X_{ij}$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^{j_i} X_{ij} = D_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} a_{ij} X_{ij} \leq b_k \quad (k=1, 2, \dots, K)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, j_i)$$

c) Karışım Modeli

Bu problemler, belli bir ürünü üretebilmek için birkaç malzemenin belli oranlarda karıştırılmasını gerektiren üretim süreçlerinde sıkça görülür. Bu süreçlerde son ürünün birtakım özellikleri taşıması gerekmektedir. Ayrıca kullanılan malzemelerin istenilen nitelikteki ürünün yapılabilmesi için alternatif karışımları mevcuttur. Kullanılan malzemelerin farklı niteliklerinin olması, ayrıca her bir malzemenin birim maliyetinin değişik olması nedeniyle problem istenilen nitelikteki ürünün imali için gereken en düşük maliyetli karışımın tespiti şeklinde ortaya çıkmaktadır. Problemin çözümü ise son ürünün imali için kullanılacak malzemelerin miktarını verir. Mevcut hammadde miktarları ve mamul spesifikasyonları problemin kısıtlarını oluşturur.

Böyle problemlere, genellikle petrokimya tesislerinde (ham yağların karışımı), tekstil (yün ve pamuk ipliği karışımı) ve gıda sanayinde sıkça rastlanır. İstenilen mamulü gerçekleştiren en düşük maliyetli malzeme karışımını belirleyen bu problemin çözümü için geliştirilen doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir.

Modeldeki değişkenler;

X_j : Bir ürünün yapımı için kullanılan j malzemesinin miktarı
($j=1,2, \dots, n$)

Modeldeki parametreler;

C_j : j malzemesinin birim maliyeti

a_{ij} : Son ürünün i nci özelliğinin değerine, bir birim j malzemesinin yapacağı katkı.

b_i : Ürünün i nci niteliğinin spesifikasyonu

Z : Bir ürün başına toplam malzeme maliyeti.

Problemde toplam maliyeti minimize edecek (X_j) değerlerinin tespiti amaçlanmaktadır.

Matematiksel olarak Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \right\} b_i \quad (i=1,2, \dots, m)$$

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

d) Çok Aşamalı Planlama Problemleri

Bu noktaya kadar üretim sistemleri tek aşamalı olarak ele alınmıştır. Ancak çok kereler üretim sistemlerinin çoklu aşamalarını özel olarak modellemek gerekir. Bu durum çoğunlukla birden fazla atölyenin

birbirinden parça ve/veya yarımamul alışverişinin sözkonusu olduğu, ancak her bir atölyenin bağımsız olarak çizelgelendiği durumlar için sözkonusudur. Çizelgeleme aşamasında gerekli esnekliğin tanınması üretim maliyetlerini azaltır. Ancak atölyeler arasında oluşturulan stoklar nedeniyle envanter taşıma maliyetleri artacaktır. Atölyeler arasında oluşturulan envanterler, ardışık aşamalar arasında güvenlik stoğu vazifesi görürler. Bu tip süreç içi envanterinin miktarı büyüdükçe aşamalar arasındaki bağımsızlık artacaktır.

Çok aşamalı sistemlerin analizinde genellikle doğrusal programlama modelleri kullanılır. Bu amaçla kullanılan modellerin ortak bir özelliği modelde her envanter noktası için tanımlanan envanter denge denklemleridir. Bu denklemlerin genel formu şöyledir:

$$I_j - I_j^0 + X_j - \sum_{k \neq j}^n W_k^j(X_k)$$

I_j^0 : j aşamasında başlangıç envanteri.

X_j : j aşamasında gerçekleştirilen üretim miktarı.

$W_k^j(X_k)$: k aşamasındaki X_k birimlik üretimi gerçekleştirmek amacıyla j aşamasından alınan miktar

I_j : j aşamasında kapanış envanteri

5.2. Ana Üretim Planlamasında Dinamik Modeller

Planlama dönemi periyotlara bölünmüş olup, hem periyottaki talebin bilindiği varsayılmaktadır. Ancak talep her periyodla farklılık gösterebilir ki bu durumda planlama problemi dinamik olarak nitelendirilir.

Dinamik problemlerde değişken bir talebi sürekli olarak karşılamak durumunda kalan yöneticiler aşağıda özetlenen seçeneklerden birini

uygulamak zorundadır:

1. Talebin nispi olarak az olduğu dönemlerde stoğa çalışarak yüksek talep dönemleri envanterleri doldürmek. Dolayısıyla sabit bir üretim hızı tespit etmek ve talepdeki dalgalanmaları envanter düzeyindeki değişikliklerle karşılamaya çalışmak.
2. Yüksek talep dönemlerinde müşteriye geri çevirme durumuna göz yummak.
3. İşgücünü sabit tutularak yüksek talep dönemlerinde fazla mesai yoluyla üretim hızını değiştirmek.
4. Dalgalanan talep grafiğine paralel olarak işgücünün hacmini sürekli olarak ayarlamak.

Bu seçeneklerden herhangi birinin uygulamaya konması, ancak bir takım maliyet öğelerinin incelenmesi ve bu maliyetlerin birbirleriyle karşılaştırılması sonunda mümkün olacaktır. Bu maliyetler;

1. Fason imalat maliyeti
2. Envanter taşıma maliyeti
3. Üretim hızını değiştirme maliyeti
4. Talebi zamanında karşılayamamanın getirdiği maliyet
5. İşgücü seviyelerini değiştirme maliyeti
6. Normal kapasiteden sapma maliyetleri

Dinamik planlama problemlerinde eğer maliyetler, üretim programındaki değişkenlerin doğrusal fonksiyonları ise, o zaman doğrusal programlama yöntemi bu problemlerin çözümünde rahatlıkla kullanılabilir. Ancak Doğrusal Programlama modelleri de problemin özelliklerine ve maliyetlerin niteliklerine göre yapısal farklılıklar gösterir.

Aşağıda dinamik planlama problemlerinde kullanılan Doğrusal Programlama modelleri;

a) Üretim Hızını Değiştirme Maliyeti ve Karşılanamayan Talebin Maliyeti Olan Model

Bu madde, T periyodluk bir üretim planlama dönemi ele alınmaktadır. Üretim hızı ve periyoddan diğerine değiştirilebilen, bunun getirdiği maliyet gözönünde tutulmaktadır. Ayrıca zamanında karşılanamayan talebin de bir maliyeti olduğu varsayılmıştır. Modelin karar değişkenleri ve parametrelerini tanımlayalım.

X_t : t periyodundaki üretim ($t=1,2, \dots, T$)

I_t : k periyodu sonundaki net envanter

I_t^+ : t periyodu sonundaki net envanter

I_t^- : t periyodu sonundaki karşılanamayan talep

Δ_t^+ : t-1 periyodunda t periyoduna geçerken üretim seviyesinde yapılan artırma

Δ_t^- : t-1 periyodundan t periyoduna gerçekleşen üretim seviyesinde yapılan indirme

C_T : t periyodunda birim üretim maliyeti

h_t : t periyodundan t+1 periyoduna envanter taşımanın maliyeti

π_t : t periyodundan t+1 periyoduna devir edilen karşılanamayan talebin birim maliyeti

λ_t : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken birim üretim seviyesini artırma maliyeti

W_t : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken birim üretim seviyesini azaltma maliyeti

P_t : t periyodundaki maksimum üretim seviyesi

D_t : t periyodunun talebi

Bu problemlerde amaç modeldeki maliyet ögeleri toplamını en aza indirgeyecek (x_t) üretim değerlerini bulmaktır. Doğrusal Programlama modeli olarak,

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T (C_t X_t + h_t I_t^+ + \pi_t I_t^- + \lambda_t \Delta_t^+ - W_t \Delta_t^-)$$

$$I_t = I_{t-1} + X_t - D_t \quad (t=1,2, \dots, T)$$

$$I_t = I_t^+ - I_t^- \quad (t=1,2, \dots, T)$$

$$X_t = X_{t-1} + \Delta_t^+ - \Delta_t^- \quad (t=1,2, \dots, T)$$

$$X_t \leq P_t \quad (t=1,2, \dots, T)$$

$$X_t, I_t^+, I_t^-, \Delta_t^+, \Delta_t^- \geq 0 \quad (t=1,2,3, \dots, T)$$

Ancak bu modelin kurulması için I_0 ve X_0 değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

b) Sadece Üretim ve Stok Tutma Maliyetleri Olan Bir Model

T periyodluk bir üretim planlama dönemini ele alalım, ürünün üretilmesi için birden fazla üretim veya satın alma kaynağı olduğunu ve ürünün bir dönemden diğerine belli bir maliyette stoklanacağını varsayalım. Ayrıca her bir kaynağın belli bir dönemde, talepte aynı cinsten ifade edilen bir kapasitesi olduğunu kabul edelim. Bu durumda sembolik olarak;

D_t : t periyodundaki talep ($t=1,2, \dots, T$)

m: Herhangi bir dönemde ürünün kaynaklarının sayısı

P_{it} : t periyodunda i kaynağının kapasitesi ($i=1,2, \dots, m$)

X_{it} : t periyodunda i kaynağından temin edilmesi planlanan ürün miktarı

C_{it} : t periyodunda i kaynağından bir birim ürün temin etmenin değişken maliyeti

h_t : t periyodundan t+1 periyoduna kadar bir birim ürün stoklamanın maliyeti

I_t : t periyodunun sonunda t periyodundaki talebin karşılanmasından sonra kalan envanter düzeyi

Bu problemde amaç planlama dönemi süresince toplam maliyetleri minimize edecek şekilde X_{it} karar değişkenlerinin hesaplanmasıdır.

*** Doğrusal Programlama modeli olarak, problem formülasyonu;**

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^m C_{it} X_{it} + h_t I_t \right)$$

Kısıtlar;

$$X_{it} \leq P_{it} \quad (i=1,2, \dots, m ; t=1,2, \dots, T)$$

$$I_t = I_{t-1} + \sum_{i=1}^m X_{it} - D_t \quad (t=1,2, \dots, T)$$

$$X_{it} \geq 0 \quad (i=1,2, \dots, m; t=1,2, \dots, T)$$

$$I_t \geq 0 \quad (t=1,2, \dots, T)$$

Ancak bu modelin çözümünde kullanılacak olan matematiksel optimizasyon teknikleri genel olarak çok fazla gerektiğinden ve çözülecek problemin soyut yapısından dolayı zorluklar doğuracağından, böyle problemlerin çözümünde daha kolay tekniklerin araştırılması gerekebilmektedir.

Esasen bu model yeniden incelenirse karar değişkenlerinin farklı bir tanımı yapılarak, problemin ulaşım modelinin yapısına benzetileceği rahatlıkla görölmektedir.

y_{ijk} : i kaynağı ile j periyodunda, k periyodunun talebini karşılamak üzere üretilen ürün miktarı

γ_{ijk} : j periyodunda, i kaynağı ile bir birim ürün üretip bu ürünü k periyoduna kadar stokta tutmanın birim değişken maliyeti;

$$\gamma_{ijk} = C_{ij} + h_j + h_{j-1} + \dots + h_{k-1} \quad (k \geq j)$$

Model;

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^T \gamma_{ijk} \cdot y_{ijk}$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^T \gamma_{ijk} \leq P_{ij} \quad (i=1,2, \dots, m ; j=1,2, \dots, T)$$

$$\gamma_{ijk} \geq 0$$

Bu formülasyonun, doğrusal programlama ulaşım modeli oluşturduğu görölmektedir. Problem ulaşım algoritmasıyla çözülebileceği gibi, aynı zamanda aşığıda verilen yöntemle minimum maliyet çözümleri kolaylıkla elde edilecektir.

- 1) İlk dönemdeki talebi en ucuz kaynaklardan karşılar
- 2) Kapasiteleri 1 dönemdeki talebi karşılamasından sonra geriye kalan miktarları belirtecek şekilde ayarla
- 3) İkinci dönemdeki talebi en ucuz kaynaklardan karşıla

4) Kapasite ayarla

5) 3 ve 4 numaralı aşamaları 3,4, , T periyotları için tekrarla

Buraya kadar modellerde tek ürünli sistemler alınmıştır. Burada üç durum sözkonusudur:

1) Sistemlerde tek bir ürün üretilmektedir.

2) Sistemde birden fazla ürün üretilmektedir. Ancak üretim süreçleri ve kaynaklar herbir ürün için ayrı planlama yapılmasına elverişlidir. Dolayısıyla ürünler birbirinden bağımsız olarak planlanabilir.

3) Sistemde yine birden fazla ürün üretilmektedir. Ancak bütün ürünlerin birleşik seviyesi için planlama yapılmaktadır. Dolayısıyla her bir ürün için ayrı ayrı üretim miktarları belirlemek gerekmez. Böyle durumlarda genellikle yöneticiler kapasite, kaynak ve özellikle işgücü seviyeleri hakkında karar vermek durumundadır. Dinamik planlamada bu tip problemler “bütünleştirilmiş planlama” veya “üretimin zaman içinde dengelenmesi ve kaynak dengelemesi” olarak bilinir.

c) Bütünleştirilmiş Planlama Problemleri

Bütünleştirilmiş planlama problemlerinin çözümü her periyod için üretim kapasitesini ve toplam üretimi belirler. Bu problemlere aynı zamanda kaynak problemlerde dalgalanan talep grafiğini en ekonomik şekilde karşılamak üzere üretim kaynaklarının ve üretim hızının bir dönemden diğerine değiştirilmesidir. Bunu yaparken işgücü seviyelerini ve üretim hızını değiştirme maliyetleri gözönünde tutulur ve her dönem için şu verilen değerler hesaplanabilir.

a) t döneminde işgücü düzeyi, W_t

b) t döneminde üretim düzeyi, P_t

c) t döneminde dağıtımı yapılan üretim miktarı, S_t

Bu problemlerde, genellikle 12 aylık bir dönem içinde eldeki talep tahminleri gözönünde tutularak, toplam maliyetin en aza indirgenmesi amaçlar. Ele alınan maliyetler;

- a) Normal mesai ve fazla mesai maliyetleri
- b) Üretim hızını bir dönemden diğerine değiştirme maliyetleri
- c) Envanter taşıma maliyeti
- d) Talebi zamanında karşılamaktan doğan maliyette karar değişkenleri;

W_t : t döneminde çalışan işçi saat,

P_t : t döneminde üretilen ürün miktarı

S_t : t döneminde dağıtılan ürün miktarı

Bu değişkenleri kullanarak, her dönemdeki envanter şöyle tanımlanır.

$$I_t = I_{t-1} + P_t - S_t$$

Ortalama talebin planlama dönemi boyunca sabit kalması halinde, gerek işgücü düzeyini gerekse üretim hızını dönemden döneme değiştirmeye gerek kalmayacaktır. Bu gibi hallerde işgücü düzeyi;

$$W_t = \frac{\text{Her dönemdeki ortalama satış hızı}}{\text{İşçi başına verimlilik}}$$

Ancak bütünleştirilmiş planlama problemlerinin zorluğu talebin bir dönemden diğerine değişmesi ve de üretim hızı ve işgücü düzeyinin bu dalgalanmalar karşısında sürekli ayarlanmasının gerekliliğidir.

6. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma Doğrusal Programlama tekniğiyle konfeksiyon problemlerinin çözümüne bir örnek olması amacı ile SÖKSA'da (Sinop Örne ve Konfeksiyon Sanayi) yapılmıştır.

Her işletmenin temel sorunlarından biri; elindeki tüm kaynakları en iyi şekilde kullanıp kârı maksimize eden üretim planının hazırlanmasıdır. Bu tür problemlerde doğrusal programlama tekniği büyük önem taşır. Çünkü bu tür teknikle daha önce sağduyuya dayanarak çözümlenmeye çalışılan birçok soruna kantitatif olarak eğilmek mümkün olmaktadır.

Konfeksiyon sanayisinde üretim planlaması kâra etkisi ve aylık kapasitenin azaltılması yönünden oldukça önemlidir. Çünkü işletmede altı değişik ürün üretilmekte ve her birinin saatteki üretim değeri birinden diğerine yüzde yüze yakın bir değişme göstermektedir. Ayrıca her ürünün satışı ve sağladığı kârda değişmektedir. Bu durumda "hangi üründen ne kadar üretilmeli ki kapasite kullanımı maksimum düzeyde olsun" problemini çözmek için Doğrusal Programlama tekniğinden yararlanmak zorundayız. Bu amaçla konfeksiyon sanayisinin orta dönemde planlanması için Doğrusal Programlama tekniği uygulanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

I. ANA ÜRETİM PLANLAMASINDA DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİNİN BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

1. İşletmenin Tanıtımı

SÖKSA (Sinop Örme ve Konfeksiyon Sanayisi)

SÖKSA işletmeleri başlangıçta 64 Sinop' lu ortaktan oluşan 513 milyon lira sermaye ile 1974 yılında kurulmuştur. 1976 yılında üretime başlamıştır. İşletme örme-boyama-konfeksiyon ünitelerinden oluşmuştur. Üretim tipi siparişe göre üretimin "Az sayıda mamulün, talep geldikçe belirsiz aralıklarda üretilmesi" şeklindedir. Yani atölye tipi üretim yapılmaktadır. Siparişler yurt dışına özellikle Amerika ve Almanya'dan gelmektedir.

İşletmenin genel yönetim ve pazarlama bölümü İstanbul'dadır ve işletmenin tüm alım ve satım işleri hep İstanbul'dan yapılmaktadır. 2 geçici işçi, 93 çırak olmak üzere 331 personel çalışmaktadır. 275 konfeksiyon makinalarıyla üretim yapılmaktadır.

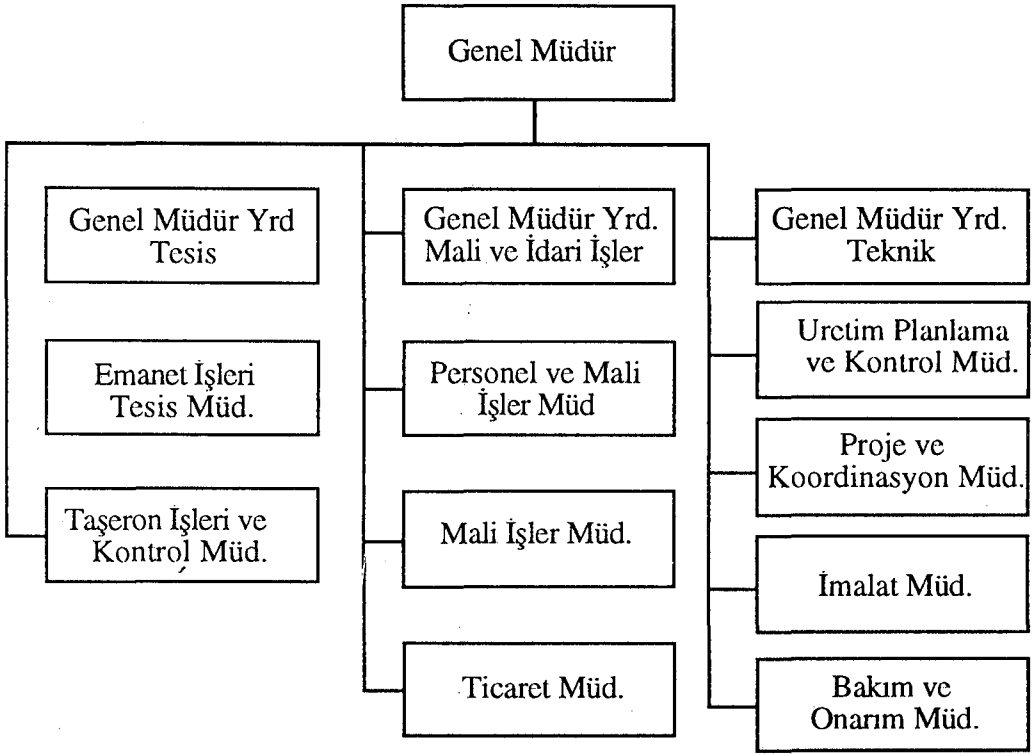
İşletmenin ortaklık yapısı;

Ana Turizm ve Tekstil Sanayi A.Ş. %51.5

Sinop İl Özel İdaresi %3.58

Diğer Ortaklar %44.92 hissedir.

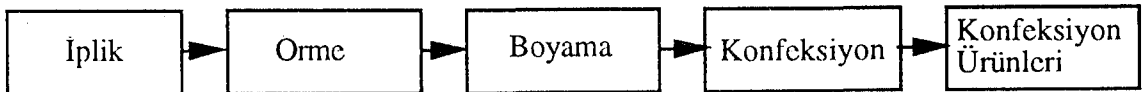
Hisse senetleri borsada işlem gördüğü için ortak sayısı, sürekli değişmektedir.



Şekil 3.1 Organizasyon şeması

SÖKSA İşletmesi entegre bir kuruluştur. Yani iplikten nihai ürün elde etmek için gerekli bütün üretim ünitelerine sahiptir.

Tesisteki ana üniteler:



Şekil 3.2. İşletmenin genel iş akımı ve ana üniteler

a) Örgü Ünitesi

Üretimde örgü bölümü önemli üniteyi oluşturur. Çünkü üretimde ana işlem olan kumaşın örülmesi bu tezgahlarda yapılır. Üretim sürecinin başlangıcını oluşturur. İplik alınıp örgü makinalarında kumaş haline getirilir. Bu kumaşlar hammadde ambarına alınırlar. Kumaş örülürken siparişte belirtilen özellikler gözönüne alınarak yapılır. Örgü işlemi iki değişik örgü makinalarında yapılır. Makinaların kapasite durumlarını aşağıda görelim;

1) Yuvarlak Örgü Makinaları

Sistem başına 1.5 kg/8 saat hesabıyla Mayer MVU Tarot, Mayer FLG modelindeki bu makinalar dakikada sırasıyla 26, 30, 23 devir yapıyorlar.

Toplam Örgü kapasitesi : $532 \times 1.5 = 798$ kg/8 saat

Günlük üretim kapasitesi : $798 \times 3 = 2394$ kg/gün

2) Düz Örgü Makinaları

Elekra Baby model Steipersn marka makinada 22 devir yapıyor

Sistem başına 1.5 kg/78 saat hesabıyla : 15 kg/8 saat

Günlük üretim kapasitesi : $15 \times 3 = 45$ kg/gün

b) Boyama Ünitesi

Ham kumaş ambarına alınan kumaşların %80'ni boya %20'si kasar kuyularına alınıyor. Kasarlama kumaşın beyazlatılması denektir. Boyama ve kasarlama işlemlerinin yapılışı; Boya su dolu kuyuları atılıyor. Sonra boyalı su içine kumaş atılarak bir süre bekletiliyor, sonra kumaş sıkılıyor.

Sıkma işlemi “Şişirme sıkıcı” ve “Santrifüj sıkma” yöntemi ile sıkılıyor. Şişirme sıkıcı ya da sıkma yöntemi kumaşı olduğu gibi sıkar. Santrifüj sıkma ise kumaşı katlayarak sıkar. Sıkılma işlemi bitince kumaşlar “Islak açma” işlemine tabi tutulur. Yani ıslak katlanan kumaşlar katlarından ayrılır ve bütün kumaşlar ütülenir ve katlanarak dinlenmeye alınır.

1) Parça Boyama ve Yıkama Makinaları Kapasitesi Hesabı

Tablo 3.1. Parça boya ile yıkama makinaları kapasitesi hesabı

	Makina Adedi	Kapasite	Toplam Kapasite
1. Parça Boyama	1	100 kg/6 saat	133 kg/8 saat
2. Parça Yıkama	1	40 kg/4 saat	72 kg/8 saat
3. Tamburlu Kurutma	2	40 kg/1.5 saat	384 kg/8 saat
Laboratuvar Overflow	1	7 kg/ 8 saat	6 kg/8 saat
5. Deneme Haspel	1	25 kg/ 8 saat	22 kg/8 saat

Makina randımanları %90 alınmıştır

2) Kuyu Kasarı Kapasitesi Hesabı

Kuru mal kapasitesi 1250 kg'dır.

İşlemler:

Mal açma ve dondurma	4 saat
Islatma ve kasarılama	6 saat
Yıkama ve boşalma	2 saat
Santrifüj açma kurutma ütü	<u>10 saat</u>
	22 saat

Makina kapasitesi $1250 \times 8 = 10.000/22 = 454.5$ kg/8 saat
 Günlük üretim kapasitesi : $454.5 \times 3 = 1363.6$ kg/gün

3) Balon Sıkma Kapasitesi Hesabı

Dakikada 50 metre kumaş açmaktadır.

Kumaş eni : 90 cm

Randıman : 0.80

Makina Kapasitesi : $50 \times 0.9 \times 0.135 \times 60 \times 0.8 = 583.2$ kg/saat

: $583.2 \times 7.5 = 4374$ kg/8 saat

Günlük Üretim Kapasitesi : $4374 \times 3 = 13122$ kg/gün.

4) Santrifüj Sıkma Kapasitesi Hesabı

Hacim : 550 lt

Kapasite : 106 kg/ saat

Üretim Kapasitesi : $106 \times 7.5 = 795$ kg/8 saat

Günlük Üretim Kapasitesi : $795 \times 3 = 2385$ kg/gün.

5) Islak Açma Makina Kapasite Hesabı

Dakikada 70 metre kumaş açmaktadır.

Kumaş eni : 90 cm

Kumaş gr/m²'si 135

Makina Kapasitesi : $70 \times 0.9 \times 0.135 \times 60 = 1020.6$ kg/saat

Üretim Kapasitesi : $7.5 \times 1020.6 = 7654.5$ kg/8 saat

Günlük Üretim Kapasitesi : $7654.5 \times 3 = 22963.5$ kg/gün.

6) Kurutma Makinası Kapasite Hesabı

Erse Kiefer Kurutma Makinası:

Dakikada 15 metre kumaş kurutmaktadır.

Kumaş Eni : 90 cm

Randıman : 0.70

Randıman : 0.70

Makina Kapasitesi : $15 \times 0.9 \times 2 \times 0.135 \times 60 \times 0.7 = 153$ kg/saat
 $153 \times 7.5 = 1147.5$ kg/8 saat

Brungler kurutma makinası:

Dakikada 30 metre kumaş kurutmaktadır.

Kumaş Eni : 1.80 metre

Randıman : 0.85

Makina Kapasitesi : $30 \times 0.9 \times 2 \times 0.135 \times 60 \times 0.85 = 371.7$ kg/saat
 $371.7 \times 7.5 = 2787.75$ kg/8 saat

Toplam kurutma kapasitesi : $3935.25 \times 3 = 11805.75$ kg/gün

7) Boyahane Kapasite Hesabı

Çalışma süresi : 22.5 saat/gün

400 kg'lık overflow, 300 kg'lık overflow, 200 kg'lık overflow makinalarda boya işlemi yapılmaktadır. Boyama işlemi yapılırken aşağıdaki işlemler yapılır;

- Boya öncesi kasar,
- Kasar+Açık renk boyama,
- Kasar+Turku boya ile boyama,
- Kasar+Siyah boyama
- Beyaz,
- Renk sökme.

* 400 kg'lık overflow'da;

Ortalama boyama süresi : 881 dakika

Randıman : 0.9

Makina kapasitesi : 184 kg/8 saat.

* 300 kg'lık overflow'da;

Ortalama boyama süresi : 758 dakika

Randıman : 0.9

Makina kapasitesi : 160 kg/8 saat.

* 200 kg'lık overflow'da;

Ortalama boyama süresi : 635 dakika

Randıman : 0.9

Makina kapasitesi : 128 kg/8 saat.

* 100 kg'lık overflow'da;

Ortalama boyama süresi : 587 dakika

Randıman : 0.9

Makina kapasitesi : 69 kg/8 saat.

Özetle boyahane kapasitesini makinalara göre dağılımı ve toplam kapasitesi aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 3.2 Boyahane kapasite durumu

Makina Cinsi	Makina Kapasitesi	8 Saatlik Kapasitesi	Adedi	Toplam Kapasite
Overflow	400	184	3	552
Overflow	300	160	1	160
Overflow	200	128	1	128
Overflow	100	69	1	69
Genel Toplam				909
Günlük Üretim Kapasitesi kg/8 saat 909 $909.3=2727$ kg/gün				

c) Konfeksiyon Ünitesi

Bu bölümde boyanan kumaşlar tezgahlar üzerine yayılıyor. Makinalarla siparişte belirtilen ölçülere göre kesim işlemi yapılıyor ve 1 inci kalite kontrolden geçiriliyor. İstenilen ölçülere göre kesimi yapılan kumaşlar dikiliyor. 2 nci kalite kontrolden geçirilerek, ürünler ütülenerek ambalajlanıyor ve İstanbul'a gönderiliyor. İstanbul'dan sipariş yerine ulaştırılıyor. Konfeksiyon bölümünde 133 işçi, 275 makinaya çalışılmaktadır. Bu ünitenin kapasite hesapları daha sonraki bölümlerde incelenecektir.

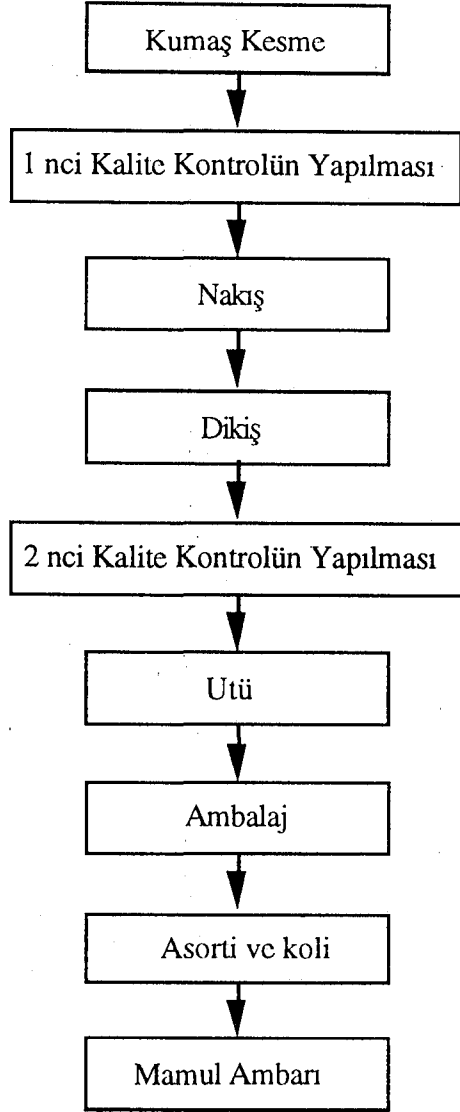
1) Konfeksiyon Ünitesinde İş Akımı Şeması

Konfeksiyon sanayisinde üretim süreklidir. İşletme bir bütün olarak aynı anda özellikle dikim tezgahları birbirine bağlı olarak çalışır.

Üretimde iş akışının çıkarılması her ürün için gerekli işlerin belirlenmesi yönünden zorunludur. Ayrıca kapasitenin tayini dolayısıyla ürünlerin üretimi için gerekli zaman, makina ve teçhizat bu işlemlere dayalı olarak bulunacaktır. Aynı zamanda darboğazlarında ortaya çıkaracaktır.

Üniteler iş akımı şemasında görüldüğü gibi beş ana gruba ayrılabilir. Bunlar kesim, dikim, temizlik, ütü, ambalajdır.

Buradaki 10 işlem her ürün için aynıdır. Kesim bölümünde ürünün özelliğine göre değişik kesimler yapılır. Sonra dikim, temizlik, ütü, ambalajlarda aynı işlem yapılır. Bu yüzden hangi ürünün ne kadar üretilmesi gerektiği kararı, kapasite kullanımı ve kâr maksimizasyonu yönünden büyük önem taşır.



Şekil 3.3. Konfeksiyon ünitesindeki iş akımı şeması

2) İş Akımındaki İşletmelerin Ana Üretim Bölümlerine Ayrılması

Üretim kapasitesini belirlemek için iş akımlarındaki işlemlerin gruplandırılması zorunludur. Nakış, 1 nci kalite kontrol, dikiş temizlik, dikiş imalat, 2 nci kalite kontrol, ütü, ambalaj ve ara işçilik gibi bölümlere ayrılır.

1.1. Girdi ve Ürün Tipleri

İşletmede kullanılan girdiler;

- a) İplik (dokuma için),
- b) Boya,
- c) Dikiş ipliği,
- d) Yan malzemeler.

İşletmenin en başta göze çarpan ve en önemli girdisini oluşturur. İşletmede üretilen ürünler, penye cinsindedir. Bunun için uygun iplik seçiliyor, büyük bobinajlar şeklinde ve beyaz renkte olan iplikler kullanılıyor.

Ençok talep edilen ve günün modasına uygun boyalar alınır. Özellikle alınan boyalar siparişlere göre belirlenir. Siparişte belirtilen rengin tonuna kadar incelenerek o boya piyasadan temin edilir.

Dikiş ipliği işletmenin önemli bir girdisini oluşturur, çünkü elde edilen kumaşın dikilişi ve kalitesi açısından dikiş ipliği önemlidir. Temin edilmesinde bir sorun yoktur, iç piyasada temin edilmektedir.

Yan malzemeler; tela, etiket, düğme ve diğer aksesuarlardır. Elde edilecek ürünün özelliğine göre ve siparişte belirtilen niteliklere göre bu yan malzemelerde girdi olarak işletmeye alınmaktadır. Etiket bütün ürünlerde bulunmaktadır. Düğme ise slip ve atlet dışında diğer dört ürün için kullanılmaktadır. Tela ve diğer aksesuarlar tüketicinin isteğine göre hazırlanmaktadır. Bu girdileri yine kolaylıkla piyasadan temin edilmektedir.

* SÖKSA'da Üretilen Ürünler

SÖKSA'da ana ürün olarak altı tip üretim yapılmaktadır. Bunlar genellikle yazın giyilen penye tshirtlerdir. Atlet slip, Basic Tshirt, Sweat Tshirt, Polo Tshirt, Gecelik. Sipariş üretimi yapıldığı için siparişler en çok Polo Tshirt, en az atlet ve sliptir.

Eşdeğer Üretim Miktarları:

Tablo 3.3. Eşdeğer üretim miktarları

Model	B.Ü.Z.	A.E.	Basic Eşdeğer	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
Atlet	3.82	1.00	0.76	0.02	0.076
Slip	5.00	1.30	0.85	0.02	0.100
Basic Tshirt	5.88	1.50	1.00	0.20	1.176
Sweat Tshirt	9.41	2.46	1.60	0.20	1.882
Polo Tshirt	10.98	2.87	1.86	0.30	3.294
Gecelik	11.37	2.97	1.93	0.26	2.956
				100	9.485

Çalışma süresi : 450 dk.

Orta üretim zamanı : 9.485 dk.

Makina işçiliği kişi başına üretim miktarı 47 adet/8 saat

* SÖKSA'da Üretilen Ürünler ve Özellikleri:

Atlet: Yüzde yüz pamuklu kumaştan yapılan bir iç çamaşırıdır. Beyaz renkli omuzlardan askılı, kolsuz bir giysidir. Yaşa ve cinse göre değişik ölçülerde yapılır.

Slip: Erkekler için dar paçasız mayo.

Basic Tshirt: Yuvarlak yakalı, yarım kollu, her türlü renk ve desenli bir tshirt çeşididir.

Sweat Tshirt: İki iplikten yapılan (yani kalın penye) yaka ve kollar ribanalı, uzun kol, yaka yuvarlak.

Polo Tshirt: Yakalı, uzun kollu, kolu manşetli penye kumaşından yapılan tshirt'dür.

Gecelik: Yine penye kumaşından yapılmış, bayanlar için boyu uzun, yaka yuvarlak ve kapalı, önden düğmeli, kollar yarım kolludur. Renkleri ve nakışları isteğe göre yapılmaktadır.

1.2. Talep Şekilleri

İşletmede genellikle yurt dışı siparişleri karşılamaktadır. Bu siparişler, ençok Almanya, Amerika,, İngiltere gibi ülkelerden gelmektedir. Sipariş edilen ürünler, sipariş eden tarafından uygun görülürken bu ürünler iç piyasaya sürülür. Elde edilen ürünler iç piyasada oldukça pazar oluşturmasına rağmen işletme iç piyasaya açılmamaktadır. Bu da yönetimin aldığı kararlardan kaynaklanmaktadır.

İşletmede altı tip ürün üretilmektedir. Bunlar; atlet, slip, basic tshirt, sweat shirt ve geceliktir.

Şirket ürettiği ürünlerin cinsi ve modeli nedeniyle talepte büyük dalgalanmalar meydana gelmektedir. Basic tshirt, sweat tshirt, polo tshirt, slip ve gecelik yazlık giysi olduğu için yazın daha çok talep olmaktadır. atlet de ise talep dalgalanması fazla olmamaktadır. Şirketin şimdiye kadar hiçbir talep tahmini yapılmamıştır.

II. İŞLETMEDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN UYGULANMASI

1. Sınırlayıcı Denklemlerin Katsayılarını Bulunması

Ürünlere göre kapasiteyi bulmak için ana üretim bölümlerinde bir zaman birimi cinsinden üretim miktarlarının ve üretim esnasındaki kayıpların bilinmesi gerekir.

Çoğu kez bu bilgiler direk olarak bulunamaz. Bu yüzden uygulamada bu bilgilerin toplanması ve analizi çalışmanın en güç en yararlı yanını oluşturur. Ulaşılan sonuçlar bu bilgilere dayalı olacaktır. Sağlanan bu bilgiler kapasitenin kullanımında ürünlere göre olan değişiklikleri, üretimdeki zaman ve malzeme kayıplarını da ortaya çıkaracağından yönetimin elinde ileriye dönük kararlarda ana kaynak olacaktır.

1.1. Konfeksiyon Ünitesinde Her Ürüne Göre Üretim Kapasitelerinin Bulunması

a) Bant kesme makinası kapasite hesabı;

Dakikada 18 metre bant kesmektedir. 2 adet makina mevcuttur.

Kumaş eni : 60 cm

Randıman : 0.80

Makina kapasitesi: $18 \times 0.6 \times 2 \times 0.135 \times 60 \times 0.8 = 139.9$ kg/saat

$139 \times 7.5 = 2098$ kg/8 saat

Günlük üretim kapasitesi: 6295.5 kg/gün

* Serim Makinası Kapasitesi:

Dakikada 20 metre kumaş serimi yapılabilmektedir.

Serim masasının boyu 16.9 metre , eni 90 cm'dir.

Randıman	: 0.7
Kat adedi	: 60
Makina kapasitesi	: $70 \times 0.9 \times 2 \times 0.135 \times 60 \times 0.7 = 204$ kg/saat
1 parti malın ağırlığı	: $20 \times 90 \times 2 \times 0.135 \times 60 = 291.6$ kg
1 parti malın kesime hazırlanması	: $291 \times 60 / 204 = 85$ dakika
Partinin kaba kesiminin yapılması:	20 dakika
Toplam kesim	: $85 + 20 = 105$ Dakika
Kesim kapasitesi	: $450 \times 291 / 105 = 1247$ kg/8 saat

*** Elle serim yapılarak kesim kapasitesi:**

Serim boyu	: 10 metre
Kat sayısı	: 40
Kumaş eni	: 90 cm
Randıman	: 0.75
Adam sayısı	: 2
1 parti malın ağırlığı	: $10 \times 0.9 \times 0.135 \times 0.75 \times 60 = 109$ kg/saat
Kaba kesimin yapılması	: 10 dakika
1 parti malın hazırlanması	: $109 \times 60 / 109 = 60$ dakika
Toplam kesim süresi	: $60 + 10 = 70$ dakika
Kesim kapasitesi	: $450 \times 109 / 70 = 700$ kg/8 saat
Toplam kesim kapasitesi	: $700 + 1247 = 1947$ kg

Bu departmanda serim makinası kullanılmamaktadır. Tüm serimler elle yapılmaktadır. Adam sayısı artırılarak kapasite yükseltilebilmektedir.

Yapılan İşlemler:

1. Kesim emrinin alınması
2. Kumaşın alınması
3. Pastal hazırlanması (kumaşların masa üzerine yayılması)
4. kumaşın serimi
5. Pastal ayırma
6. Hassas kesimin yapılması
7. Toplara göre demetlerin ayrılması

Toplam Kesim Kapasitesi:

Bant kesme makinası kapasitesi	: 2098 kg/8 saat
Serim makinası kapasitesi	: 1947 kg/8 saat
Elle serim kapasitesi	: 1947 kg/8 saat
Toplam	: 2098+1247+1947=5292 kg/8 saat

b) Nakış Makinası Kapasitesi

Makina kafa sayısı	: 12
Dakikada vurma adedi	: 750
Çalışma süresi	: 450 dakika
Bir nakışta ortalama vurma sayısı	: 3300
Randıman	: 0.7
Makina kapasitesi	: $12 \times 750 \times 450 \times 0.7 = 859$ adet/8 saat
Birim üretim zamanı	: $450/859 = 0.52$ adet/dakika

<u>Diğer İşçilik</u>	<u>Ölçülen zaman</u>	<u>S.2.</u>
Kasnağa tela takılması	5	4
Malın yerleştirilmesi	2	1.6
Kasnaktan malın çıkartılması	5	4
Nakış temizlik	18	14.4
Ortalama işlem süresi	30	24

Randıman	: 0.8
Diğer işçilik birim üretim zamanı	: 24/12 2 dakika
Bir birim için geçen zaman	: $0.52+2=2.52$ dakika
859 adet iş için gerekli işçilik	: $2.52 \times 859 / 450 = 5$ kişi

c) 1 nci Kalite Kontrol Kapasite Hesabı

Çalışma süresi : 450 dakika

<u>Yapılan İşler</u>	<u>S.2.</u>
İş emrinin alınması	
Kesimden malın alınması	0.03
Işıklı masada kontrol	6
Etiketleme	0.05
Demet hazırlama	0.3
Ortalama işlem süresi	0.98 dakika
Randıman	: 0.85
Üretim kapasitesi	: $450 \times 0.98 = 459$ bir kişi/8 saat

d) Dikiş Temizlik Kapasite Hesabı

Yapılan İşlemler

1. Malın alınması
2. Ters çevirme
3. İplik temizlik
4. Düzeltme
5. Düğme kapama
6. Katlama

Tablo 3.4. Dikiş-temizlik kapasite hesabı

Model	S.2	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
Atlet	0.50	0.02	0.01
Slip	0.50	0.02	0.01
Basic Tshirt	0.75	0.20	0.15
Sweat Tshirt	1.00	0.20	0.20
Polo Tshirt	1.50	0.30	0.45
Gecelik	2.50	0.26	0.65

Çalışma süresi : 450 dakika

Ortalama üretim zamanı : 1.47 dakika

Kişi başına günlük üretim miktarı :306 adet/8 saat

e) 2 nci Kalite Kontrol Kapasite Hesabı

1. Renk uyumu kontrolü
2. Abraj ve leke kontrolü
3. Dikiş kalitesinin kontrolü
4. Ütü kontrolü
5. Genel görünüm kontrolü

Tablo 3.5. 2 nci kalite kontrol kapasite hesabı

Model	S.2	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
Atlet	0.50	0.02	0.01
Slip	0.50	0.02	0.01
Basic Tshirt	0.66	0.20	0.13
Sweat Tshirt	0.75	0.20	0.15
Polo Tshirt	0.83	0.30	0.25
Gecelik	1.00	0.26	0.26
			0.811

Çalışma süresi : 450 dakika

Ortalama üretim zamanı : 0.811 dakika

Kişi başına günlük üretim miktarı : 555 adet/8 saat

f) Dikiş İmalat Kapasite Hesabı

1) Atlet

Çalışma saati : 450 dakika

Tablo 3.6. Atlet dikiş imalat hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Sağ omuz	0.25	Overlok	1	1530
2	Yaka takma	0.75	Overlok	3	1530
3	Sol omuz	0.25	Overlok	1	1530
4	Kol bandı	1	Overlok	4	1530
5	Yaka açma	0.75	Juki	3	1530
6	Etek baskı	0.25	Geçme	1	1530
		3.25		13	1530

Randıman : 0.85

Birim üretim zamanı : 3.82

Bant üretim zamanı : 3.25

İş akış hızı : 3 adet/dk

2) Slip

Tablo 3.7. Slip için dikiş imalat hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Ön pens	0.5	Overlok	2	1530
2	Ağ dikme	0.5	Overlok	2	1530
3	Ön pens yanı	0.5	Overlok	2	1530
4	Paça lastiği	1	Overlok	4	1530
5	Paça baskı	0.75	Reçme	3	1530
6	Bel lastiği	0.75	Overlok	3	1530
7	Bel baskı	0.75	Reçme	1	1530
		4.25		17	1530

Çalışma saati : 450 dakika

Randıman : 0.85

Birim üretim zamanı : 5

Bant üretim zamanı : 4.25

İş akış hızı : 3 adet/dk

3) Basic Tshirt

Çalışma süresi : 450 dakika

Tablo 3.8. Basic tshirt için imalat kapasite hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Sağ omuz	0.33	Overlok	1	1148
2	Yaka takma	1	Overlok	3	1148
3	Yaka baskı	0.67	Reçme	2	1148
4	Sol omuz	0.33	Overlok	1	1148
5	Kol baskı	0.33	Reçme	1	1148
6	Kol takma	1	Overlok	3	1148
7	Yan çekme	1	Overlok	3	1148
8	Etek baskı	0.33	Reçme	1	1148
		5		15	1148

Randıman : 0.85

Birim üretim zamanı : 5.88

Bant üretim zamanı : 5.00

Bant işi akış hızı : 3 adet/ dk

4) Sweat Shirt

Çalışma saati :450 dk

Tablo 3.9. Sweat Shirt İçin Dikiş Kapasite Hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Sağ omuz	0.33	Overlok	1	1148
2	Sol omuz	0.33	Overlok	1	1148
3	Manşet hazırlık	0.33	Overlok	1	1148
4	Yaka manşeti tak	1	Overlok	3	1148
5	Yaka manşeti bas	1	Reçme	3	1148
6	Kol takma	1	Overlok	3	1148
7	Kol baskı	1	Reçme	3	1148
8	Kol manşeti	1	Overlok	3	1148
9	Yan ekme	1	Overlok	3	1148
10	Etek manşeti tak	1	Overlok	3	1148
		8		24	

Randıman : 0.85

Birim üretim zamanı : 9.41

Bant üretim zamanı : 8.00

Bant iş akış hızı : 3 adet/dk

5) Polo Tshirt

Çalışma saati : 450 dk.

Tablo 3.10. Polo tshirt İçin dikiş kapasite hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Pat ucu dikme	0.33	Overlok	1	1148
2	Bedene pat dikme	0.33	Juki	1	1148
3	Pat altı	0.33	Juki	1	1148
4	Pat üstü	0.33	Juki	1	1148
5	ift omuz silkme	1	Overlok	3	1148
6	Yaka takma	1	Overlok	3	1148
7	Yaka bandı	1	B.M	3	1148
8	Pat kama	0.33	Juki	1	1148
9	Kol manşeti takma	0.33	Overlok	1	1148
10	Kol takma	1	Overlok	3	1148
11	Yan kama	1.3	Overlok	4	1148
12	Etek baskı	0.33	Reçme	1	1148
13	İlik	1	İ.M	3	1148
14	Düğme	0.66	D.M	2	1148
		9.29		28	1148

Randıman : 0.85
Birim üretim zamanı : 10.98
Bant üretim zamanı : 9.29
Bant iş akış hızı : 3 adet/dk

6) Gecelik

Çalışma saati : 450 dk.

Tablo 3.11. Gecelik için dikiş kapasite hesabı

	İşlemler	S.2 (dk)	Kullanılan Makina	Adam/Makina	Günlük Üretim
1	Pat ucu dikme	0.33	Overlok	1	1148
2	Yaka	0.33	Juki	1	1148
3	Pat dikme	0.33	Overlok	1	1148
4	Patı bedene dikme	1	Juki	3	1148
5	Yaka ucu dikme	0.33	Juki	1	1148
6	Pat altı	0.67	Juki	2	1148
7	Pat üstü	0.67	Juki	2	1148
8	Çift omuz dikme	8	Overlok	3	1148
9	Yaka takma	0.67	Overlok	2	1148
10	Etek bandı takma	0.33	Reçme	1	1148
11	Kol takma	1	Overlok	3	1148
12	Yan kapama	1	Overlok	3	1148
13	Kol manşeti dikme	1	Overlok	3	1148
14	İlik	0.67	İ.M	2	1148
15	Düğme dikme	0.33	D.M	1	1148
		9.67			1148

Randıman : 0.85
Birim üretim zamanı : 11.37
Bant üretim zamanı : 9.67
Bant iş akışı hızı : 3 adet/dk.

g) Ütü Kapasite Hesabı

1) Pres Ütü İle Yapılan İşlemler

1. Tshirt'ün alınması
2. Hareketli banda yerleştirilmesi

3. Elle düzeltilmesi
4. Pres
5. Ütüden alınması
6. Göğüs ölçüsünün kontrolü

Çalışma süresi : 450 dk.
 Ortalama üretim zamanı : 0.43 dk.
 Pres altındaki bandın uzunluğu : 90 cm
 Randıman : 0.9
 Günlük makina üretim kapasitesi : $450/0.43 \times 85 = 889$ adet/8 saat

2) Elle ütü yapıldığında

Model	S.2	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
Atlet	0.50	0.02	0.01
Slip	-	0.02	-
Basic Tshirt	1.00	0.20	0.20
Sweat Shirt	1.00	0.20	0.20
Polo Tshirt	1.10	0.30	0.33
Gecelik	1.35	0.26	0.35
			1.091

Çalışma süresi : 450 dk
 Ortalama üretim zamanı : 1.091 dk.
 Kişi başına günlük üretim miktarı : ~~412 adet/8 saat~~

h) Ambalaj Kapasite Hesabı

1. Kılçıkla etiket takma
2. Ara kartonunun yerleştirilmesi
3. Malın poşete yerleştirilmesi

4. Varsa resimli etiketin konulması
5. Diğer talimat etiketlerinin yerleştirilmesi
6. Poşetin kapatılması
7. Restan etiketin yapıştırılması

Model	S.2	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
Atlet	0.50	0.02	0.01
Slip	0.50	0.02	0.01
Basic Tshirt	0.66	0.20	0.13
Sweat Shirt	0.66	0.20	0.13
Polo Tshirt	0.75	0.30	0.23
Gecelik	1.00	0.26	0.26
			0.769

Çalışma süresi : 450 dk.

Ortalama üretim zamanı : 0.769 dk.

Kişi başına günlük üretim miktarı : 585 adet/8 saat

ı) Ara İşçilik Kapasite Hesabı

Model	S.2	Sipariş Oranı	S.Ü.Z.
1. Etiket kesme	0.01	1.00	0.01
2. Bedene pat yerini kesme	-	0.30	0.00
3. Bedene pat oyuntusunu kesme	0.30	0.30	0.09
4. Pat parçasına tela yapıştırma	0.70	0.30	0.21
5. Manşet düzeltme	0.16	0.96	0.15
6. Düğme yerini işaretleme	0.30	0.56	0.17
7. Votka dikme	2.00	0.50	1
			1.63

Çalışma süresi : 450 dk.

Ortalama üretim zamanı : 1.63 dk.

Kişi başına üretim miktarı : 276 adet/8 saat

Tablo 3.12 Konfeksiyon bölümlerinde her ürüne göre birim üretim zamanları

	Atlet	Slip	Basic	Sweat	Polo	Gecelik
Kesim						
Nakiş	-	-	30	30	30	30
1 nci Kalite Kontrol	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Dikiş Temizlik	0.50	0.50	0.75	1.00	1.50	2.50
2 nci Kalite Kontrol	0.50	0.50	0.66	0.75	0.83	1.00
Dikiş	3.82	5.00	5.88	9.41	10.98	11.37
Ütü	0.50	-	1.00	1.00	1.10	1.35
Ara İşçilik	0.01	0.01	2.01	2.47	3.47	1.47
Ambalaj	0.50	0.50	0.66	0.66	0.75	1.00

2. Üretimde Ortaya Çıkan Malzeme Kayıpları

Üretim esnasında değişik ünitelerde ortaya çıkan kayıpların analizi ve değerlendirilmesi alınan sonuçlara varma bakımından zorunludur. Kayıplar iki şekilde etkin olacaktır.

Birinci ana üretim ünitelerinin net üretim kapasitelerinin bulunmasını sağlayarak modelde sınırlayıcı denklemlerin katsayılarının tutarlılıklarını arttıracaktır. İkincisi de amaç fonksiyonunun katsayılarının bulunmasında değişken masraflar arasında büyük bir yer tutan hammaddelerin değerinin hesaplanmasında göz önüne tutularak, gerçeğe yakın olmasını sağlayacaktır. Bu yüzden üretimde her ürün için ortaya çıkan kayıplar incelenmiştir.

SÖKSA işletmesinde süreci esnasında ortaya çıkan malzeme kayıpları değersiz hurda, fire (çul), parça fire olmak üzere üç ana grupta toplanabilir.

Hurda Kayıpları: Kumaş haline gelmeyen, yani örülmeyen iplikten oluşan %4'lük bir kısım değersiz hurda olarak ortaya çıkıyor. Birde kumaş boyanırken boya sırasında kumaşta meydana gelen kayıplar, değersiz hurda olarak adlandırılıyor. Bunun oranı %7.5'dir. Değersiz hurdadan bir daha üretimde hiç bir şekilde yararlanılmıyor. Atık mal olarak ayrılıyor.

Fire (çul) kayıpları: Fire kayıpları da iki şekilde ortaya çıkıyor. Birincisi kesim bölümünde kumaşın yanlış kesilmesinden meydana gelen %20'lik kayıp ve ikincisi ise 2 nci kalite kontrol bölümünde yanlış dikimden meydana gelen %2'lik bir kayıptır.

Fire kayıpları da atık mal olarak üretim süreci dışında bırakılıyor.

Parça fire kayıpları: 1 nci kalite kontrolde meydana gelen kayıptır. Yine kesim bölümünde ürünün parçalarının yanlış kesilmesi sonucu ortaya çıkan kayıptır. Örneğin tshirt'ün bedeni doğru kesiliyor, fakat kol yanlış kesiliyor. Buradaki yanlış kesilen kol, parça fire kaybını oluşturuyor. Bu kaybın oranı %2'dir. Kayıplar %2 ile %20 arasında değişmektedir.

3.Ana Üretim Bölümlerinde Ürünlere Göre Kayıplar Göz Önüne Alınarak Üretim Miktarının Belirlenmesi

a) **Değersiz Hurda Kayıpları Örgü Bölümünde:** Örgü dairesi kapasitesi 2439 kg/8 saat %2'lik kayıp 48.78 kg/8 saat. Boyahane kapasitesi 909 kg/8 saat %7.5'luk kayıp değeri 68.178 kg/8 saat 840.825 kg/8 saat'dir.

b) **Fire Kayıpları:** Kesim kapasitesi 4045 kg/8 saat, %2'lik kayıp değeri 809 kg/8 saat sonucunda 3236 kg/8 saattir.

2 nci kalite kontrol kapasitesi : Kişi başına günlük üretim 555 adet/8 saat %2'lik kayıp değeri 11 adet, kayıp sonucunda kişi başına günlük üretim 544 adettir.

c) Parça Fire Kayıpları (1 nci kalite kontrolde): Kişi başına günlük üretim 459 adet/8 saat, %2'lik kayıp değeri 9.18 adet/8 saat, bu na göre kişi başına günlük üretim 450 adet/8 saattir.

Her ürünün net üretim değerleri bulunmuştur. Kayıp değeri ve ana üretim bölümlerine göre dağılımları bilindiğinden her bölüm için üretim değerleri hesaplanmıştır. Bunlar sınırlayıcı deklemlerin kapasite değerlerini verecektir.

4. Her Ürüne Göre Bulunan Üretim Değerlerinin Ana Üretim Bölümlerinde Doğurabileceği Darboğazların İncelenmesi

Örgü kapasitesi 2390.22 kg/8 saat

Boya ve kasar 1980.5 kg/8 saat. Burada küçük bir darboğaz var.

409.72 kg/8 saatlik bu dar boğaz boya ve kasar bölümünde bir işçi daha fazla çalışırsa bu darboğaz aşılabilir.

Balon sıkma ve santrifüj kapasitesi toplamı 5169 kg/8 saat. Darboğaz yok.

Santrifüjden çıkan kumaşlar ıslak açmaya alınıyor.

Santrifüjün kapasitesi: 795 kg/8 saat

Islak açmanın kapasitesi : 7654.5 kg/8 saat. Darboğaz yok.

Kurutma kapasitesi: 3935.25 kg/8 saat

Balon sıkma+Islak açma= 12028.5 kg/8 saat

8093.25 kg/8 saat bir darboğaz vardır. Bu darboğaz kurutma kapasitesinin arttırılmasıyla giderebilir. Kapasite kurutma makinalarının çoğaltılmasıyla yapılabilir. Ya da ıslak açmada kumaş bekletilebilir.

Kesim kapasitesi: 4045 kg/8 saat. Darboğaz yok.

Her ürüne nakış yapılmadığı için nakış bölümünde de darboğaz yoktur.

Bundan sonraki bölümlerde hiçbir darboğaz söz konusu değildir.

Diğer bölümlerdeki darboğazlar D.P. modelinin çözümü sonunda giderilecektir. Zaten çok büyük bir darboğaz yoktur.

III. SINIRLAYICI DENKLEMLERİN İKİNCİ YANINI OLUŞTURAN YILLIK ÇALIŞMA SÜRESİNİN VE AMAÇ F O N K S İ Y O N U N U N KATSAYILARININ BULUNMASI

1. Yıllık Çalışma Saatleri

Modelde, sınırlayıcı denklemlerin ikinci yarımdayk değerleri, ama üretim ünitelerinin yıllık çalışma sürelerini oluşturacaktır. Bu amaçla bu kısımda yıllık çalışma durumu incelenecektir.

Konfeksiyon sanayisinde bütün bölümler birbirine bağlı olarak çalışmaktadır. Bu yüzden iş akışı sürekli üretim tipi özelliği gösterir. Siparişler sürekli düzgün bir şekilde gelirse, üretim tipi, sürekli üretimdir. Gerçi siparişler süreklidir. Üretim programlanmış duruşlarına ve arızaların dışında durmadan devam eder.

SÖKSA' da haftada 5.5. gün çalışma günü vardır. Hafta içi her gün sabah saat 8.00'de başlayıp, saat 16.00'ya kadar sürer. Yarım saat yemek paydosu sonunda günde 450 dakika üretim yapılıyor. Cumartesi saat 9.00-13.00 saatleri arasında üretim yapılıyor.

Yılda çalışma günü 286 gün. Ancak henüz nedenleri üzerinde araştırma yapıp gidermek için uğraşmadan ve mevcut durumda çalışabilen günleri tespit etmeden, bu değerlerden birini almak hatalı olur. Tutarlı bir sonuca ulaşmak için, konfeksiyonun geçmiş yıllardaki çalışma saati incelenerek yılda ortalama çalışma günü bulunmuştur.

Yıllık mümkün çalışma saati $365 \times 24 = 8760$ dir. Ancak programlanmış duruşlar ve arızalar yönünden bir yıllık çalışma saati düşük olmaktadır. Geçmiş dört yıldaki net konfeksiyon saati ve duruşlar tabloda görülmektedir. Toplam duruşlar mümkün çalışma saatinin 1992'de %22.52, 1993'de %24.65, 1994'de %24.68, 1995'de %24.9 almaktadır. Ortalama zaman kaybı %75 olmaktadır ki, oldukça yüksektir. Konfeksiyon yılın sadece 1/4'lük kısmında üretim yapmaktadır.

Tablo 3.13. Konfeksiyonda yıllara göre çalışma saati

	1992	%	1993	%	1994	%	1995	%
Yılda Mümkün Çalışma Saatleri	8760	100.0	8760	100.0	8760	100.0	8760	100.0
Programlanmış ve Zorunlu Duruşlar	6550	74.77	6550	74.77	6550	74.77	6550	74.77
Toplam Arızalar	237	2.7	50	0.57	48	0.54	25	0.28
Toplam Duruşlar	6787	77.47	6600	75.34	6598	75.31	6575	75.05
Net Konfeksiyon Saati	1973	22.52	2160	24.65	2162	24.68	2185	24.9

2. Ortalama Yıllık Konfeksiyon Saati

Ortalama yıllık net konfeksiyon saatini bulmak için 1992,1993,1994, 1995 yılında ortaya çıkan arızalar ve programlanmış duruşların dağılımı

bulunmuştur. Tabloda bu değerlerden hareketle dört yılın ortalaması alınarak yıllık net konfeksiyon saati hesaplanmaktadır.

Konfeksiyonda yılda ortalama olarak 2120 saat çalışabilmektedir. Böylece yılda mümkün çalışma saati 8760'ın ancak %24.2 ($2120/24=88.33$) tutmaktadır. Mevcut durum zaman yönünden ya da başka bir deyişle kapasite kullanımını açısından verim %24.20'dir. Böylece sınırlayıcı denklemlerin ikinci yanını oluşturan yıllık net konfeksiyon saati 2120, yaklaşık (88.33×24) saat olmaktadır.

Öncelikle mevcut işletme şartları gözönünde tutulduğundan duruşların analizi ve önlenmesi için gerekli tedbirler daha sonra verilecektir. Çalışma saatlerinin arttırılmasıyla üretim ve kârda ortaya çıkacak değişmeler 1995 yılıyla karşılaştırılarak incelenecektir.

3. Amaç Fonksiyonunun Katsayılarının Bulunması

Doğrusal programlama uygulamasının tutarlılığı büyük oranda ürünlerin maliyetleriyle ilgili bilgilere bağlıdır. Bunların doğruluğu oranında varılan sonuçlar anlamlı olacaktır.

Amaç fonksiyonunun katsayıları olarak doğrudan doğruya ürünlerin birim kartlarının alınması doğrusal programlamanın varsayımlarından, doğrusallığa ters düşer. Çünkü üretim miktarı arttıkça üretim masraflarının da aynı oranda yükselmesi gerekir. Bunun için üretim maliyetine giren, genel yönetim ve amortisman gibi sabit masrafların ayrılması gerekir. Yalnızca direkt işçilik, hammaddeler, enerji, su gibi değişken masraflar, satış fiyatlarından çıkarılarak kâra katkı değerleri bulunur. Bu yüzden amaç fonksiyonunun katsayılarının bulunması için öncelikle ürünlerin satış fiyatlarının bilinmesi gerekmektedir.

Tablo 3.14. Duruşların yıllara göre aldığı değerler ve dört yılın ortalaması

	1992	%	1993	%	1994	%	1995	%	4 Yıllık Toplam	Ortalama	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9=1+3+5+7	10=(9)/4	11
Yılda Mümkün Çalışma Saati (A)	8760	100	8760	100	8760	100	8760	100			100
Duruşlar:Tatil	5125	-	5253	-	5145	-	5027	-	20550	5137.5	58.64
Yemek Paydosu	304		318		388		329		1289	322.25	3.67
Cereyan Kesilmesi	12		9		18		26		65	16.25	0.11
Gaz Kesilmesi	4		4		127		34		210	52.5	0.6
Günlük Bakım	789		831		812		774		3206	801.5	9.14
Yıllık Bakım	316		135		110		360		921	230.25	2.62
Toplam Duruşlar (B)	6550	74.77	6550	74.77	6550	74.77	6550	74.77	26241	6560.25	74.78
Arızalar:İşletme Arıza	54		10		18		2		84	21	0.23
Mekanik Arızalar	149		20		10		8		187	46.75	0.53
Elektrik Arızalar	34		20		20		15		69	73	0.833
Toplam Arızalar	237	2.7	50	0.57	48	0.54	25	0.28	340	140.75	1.59
Toplam Duruşlar (D=B+C)	6787	77.47	6600	75.34	6598	75.31	6575	75.05	26580	6645	75.85
Net Konfeksiyon Saati	1973	22.52	2160	24.65	2162	24.68	285	24.9	80	2120	24.2

4. Ürünlerin Satış Fiyatları

SÖKSA işletmesi entegre bir tesis olduğu için çok sayıda ürün üretilmektedir. Bu yüzden merkezi bir fiyat politikası uygulanmaktadır.

Amaç fonksiyonunun katsayıları bulunurken 1995 yılının satış fiyatları alınmıştır. Bu değerlerin hemen alınması, hemen uygulanır sonuç vermeyebilir. Ancak maliyet değerleri 1995 yılının verilerine göre hesaplandığından tutarlılığı sağlamak için 1996 yılı için satış fiyatları alınmamıştır. Aslında maliyetler arttırılırsa bile 1997 yılı için hemen uygulanabilir olmayacaktır. Amaç, uygulamada yöntemi ve modeli ortaya koymak olduğundan amaç fonksiyonu katsayıları değiştirilerek yeni durumlara uygun hale her zaman getirilebilir.

Amaç fonksiyonunun katsayılarının hesaplanmasında esas alınan satış fiyatları ürünlere göre aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 3.15. Ürünlerin satış fiyatları

Ürünler	Satış Fiyatları (1000) TL
Atlet	65
Slip	65
Basic Tshirt	150
Sweat Shirt	200
Polo Tshirt	250
Gecelik	510

Ürünlerin 1995 yılı satış fiyatları (Mart-Nisan) SÖKSA'da altı değişik ürün üretilmektedir. Sipariş üzerine üretim yapıldığı için ürünler kalitelidir. Siparişleri genellikle yurt dışı olduğu için ürünlerin satış fiyatları mark, dolar vb. döviz karşılığındadır. Fakat biz Türk lirası cinsinden ele alacağız.

5. Ürün Maliyetleri

Konfeksiyon sanayisinde ürünlerin maliyetlerine ilişkin yetkililerden alınan değerler tabloda görülmektedir. Ancak burada hammadde ve direkt işçilik dışındaki değişken masraflar ayrıca verilmemiştir. Su, elektrik, fuel oile ait değişken masraflar sabit olanlarla birlikte verilmiştir.

Tablo 3.16. Ürünlerin maliyetleri

Ürünler	Hammadde	İşçilik	Diğer Masraflar	Sınai Maliyet
Atlet	10.000	5081	11520	26601
Slip	10.000	5421	11520	26941
Basic Tshirt	20.000	22706	25706	58412
Sweat Shirt	22.000	25063	30068	77131
Polo Tshirt	30.000	26478	31478	87956
Gecelik	23.000	26515	32515	82030

Doğrusal programlamanın doğrusallık varsayımının gerçekleşmesi için diğer masraflar olarak verilen tutarlardan, enerji masraflarının ayrılması gerekmektedir. Bunun için elektrik, gaz, su gibi toplam enerji masrafları her ürüne; yıllık çalışma günü ve üretimde kullanılan tezgah sayısına göre dağılmıştır.

Dağıtımda her ürünün üretimindeki tezgah sayısı çalışma günüyle çarpılarak toplamdaki oranları veren katsayılar hesaplanmıştır. Yıllık toplam enerji masrafı olan (65199 kw x 12= 782388) 1 kw/saati 2025 kw/TL ise 1.584.355.700 TL bu katsayılarla çarpılarak her ürün için toplam enerji masrafları bulunmuştur. Her ürüne düşen enerji masrafları da yıllık üretim miktarına bölünerek bulunmuştur. Elektriğin yanında fuel oil 75200 kg 7356 kg/TL ise 5553.171.200 Toplam yakıt masrafı 2.137.506.900 TL dir.

Tablo 3.17. Enerji masraflarının ürünlere dağılımı

Üretim	Günü	Tezgah Sayısı (2)	(3)=(1)x(2)	Dağıtım Katsayısı	Ürünlerin Enerji Masrafı (TL)	95 Üretimi Adet	Adet Başına Enerji Mas.(TL)
Atlet	5.2	13	67.6	0.0106	22657573	5917	874
Slip	5.2	17	88.4	0.0139	29711346	5917	1146
Basic	5.2	15	780	0.1232	263340850	59170	1016
Sweat	5.2	24	1248	0.1972	421516360	59170	1624
Polo	78	28	2184	0.3453	738081132	88755	1898
Gecelik	67.6	29	1960.4	0.3098	662199637	36921	1965
Toplam			6328.4	10.000	2061625405	255850	

Tablo 3.18. Her ürünün maliyetteki sabit ve değişken masraflar,
kâra katkı katsayısı

Ürünler	Hammadde (1)	Direkt İşçilik (2)	Enerji (3)	Sabit Masraf (4)	Sanayi Maliyet 5=1+2+3+4	Satış Fiyatı	Kâra Katkı Katsayısı
Atlet	10000	5081	874	11520	27475	65000	37515
Slip	10000	5421	1146	11520	28087	65000	36913
Basic Tshirt	20000	22706	1016	25706	69428	15000	80572
Sweat Shirt	22000	25063	1624	30068	78755	200000	121245
Polo Tshirt	30000	26478	1898	31478	89854	250000	160146
Gecelik	23000	26515	1965	32515	83995	210000	126005

6. Kâra Katkı Değerlerinin Hesaplanması

Her ürünün maliyetindeki değişken ve sabit masraflar tablodaki gibidir. Buna göre amaç fonksiyonunun katsayıları sınavi maliyetinden sabit masrafları, kalanı da artış fiyatlarından çıkarılarak bulunur.

Toplam değişken masraf= Hammadde+Enerji+Direkt işçilik

Kâra katkısı= Satış fiyatı+Değişken masraf

IV. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI

1. Modelde Kullanılan Değişkenler

Pazar sınırları olmayan doğrusal programlama modelinin kurulması için, gerekli bilgiler toplanmış bulunmaktadır. Bunlar, genel doğrusal programlama modeline uygun bir biçimde formüle edilecektir.

Modelde kullanılan değişkenler, konfeksiyon bölümünde üretilen 6 tip ürünü göstermektedir.

x_1 : Atletten yılda adet olarak üretilen miktar

x_2 : Slipten yılda adet olarak üretilen miktar

x_3 : Basic Tshirtten yılda adet olarak üretilen miktar

x_4 : Sweat Tshirtten yılda adet olarak üretilen miktar

x_5 : Polo Tshirtten yılda adet olarak üretilen miktar

x_6 : Gecelikten yılda adet olarak üretilen miktar

2. Sınırlayıcı Denklemler

a) Yıllık Çalışma Saati Yönünden

Yıllık çalışma saati sınırlayıcı denklemlerin ikinci yanını oluşturacaktır. Konfeksiyonun yılda maksimum çalışabileceği sınırı verecektir. Daha önce belirtildiği gibi konfeksiyon yılda net olarak 260 gün, yani 6420 saat çalışabilmektedir. Bu yüzden bütün üniteler yılda en çok 6240 saat net üretimde bulunabilecektir.

b) Ana Üretim İşlemleri Yönünden

Üretimde işlemler sekiz ana üniteye ayrılmıştır. Bunlar; Nakış, 1 nci kalite kontrol, temizlik, 2 nci kalite kontrol, dikiş, ütü, ara işçilik, ambalaj üniteleridir. Her ürünün bu ünitelerdeki kayıpları da gözönüne alarak üretimleri sınırlayıcı denklemlerin katsayılarını meydana getirecektir.

3. Model' in Kurulması

a) Amaç Fonksiyonu

Amaç ürünlerin kâra katkısını belirli sınır ve şartlar altında maksimum;

$$\text{Max } Z = 37515x_1 + 36913x_2 + 80875x_3 + 121245x_4 + 160146x_5 + 126005x_6$$

b) Kısıtlayıcılar

1) Nakış Kapasite Kısıtı

$$x_3 : 30 + x_4 ; 30 + x_5 ; 30 + x_6 \leq 2120$$

2) 1 nci Kalite Kontrol Kapasite Kısıtı

$$x_1 : 0.98 + x_2 : 0.98 + x_3 : 0.98 + x_4 : 0.98 + x_5 : 0.98 + x_6 \leq 2120$$

3) Temizlik Kapasite Kısıtı

$$x_1 : 0.5 + x_2 : 0.5 + x_3 : 0.75 + x_4 : 1 + x_5 : 1.5 + x_6 : 2.5 \leq 2120$$

4) 2 nci Kalite Kontrol Kapasite Kısıtı

$$x_1 : 0.5 + x_2 : 0.5 + x_3 : 0.66 + x_4 : 0.75 + x_5 : 85 + x_6 : 1 \leq 2120$$

5) Dikiş Kapasite Kısıtı

$$x_1 : 0.5 + x_2 : 5 + x_3 : 5.88 + x_4 : 9.41 + x_5 : 10.98 + x_6 : 11.37 \leq 2120$$

6) Ütü Kapasitesi Sınırı

$$x_1 : 0.5+x_3 : 1+x_4 : 1+x_5 : 1.10+x_6 : 1.35 \leq 2120$$

7) Ara İşçilik Kapasite Sınırı

$$x_1 : 0.01+x_2 : 0.01+x_3 : 2.01+x_4 : 2.47+x_5 : 3.47+x_6 : 1.47 \leq 2120$$

8) Ambalaj Kapasite Kısıtı

$$x_1 : 0.5+x_2 : 0.5+x_3 : 0.66+x_4 : 0.66+x_5 : 0.75+x_6 : 1 \leq 2120$$

$$x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4 \ x_5 \ x_6 \geq 0$$

Sınırlayıcı eşitsizlikleri eşitlik haline dönüştürmek için ilave edilen $x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}$ aylak değişkenlerle yer almaktadır.

4. Model 1'in Çözümü ve Çözümün İncelenmesi

D.P. Modeli simleks çözüm tekniği uygulanarak elle ya da bilgisayarla çözülebilir. Modeldeki değişken sayısı ve sınırlayıcı denklemler arttıkça elle çözüm imkansızlaşır.

Kurulan modelde sınırlayıcı denklem ve 6 değişken vardır. 6×14 'lük bir matris elde edilmiştir. Bunun çözümü elle imkansız olduğu için bilgisayar kullanılmıştır. Aslında Doğrusal Programlama. modellerinin endüstride kullanılmasını bilgisayar büyük ölçüde arttırmıştır. Çünkü endüstride karşılaşılan problemlerin çoğunu elle çözmek mümkün değildir.

Önemli olan kapasite, pazar ve üretimde olan ilişkilerin bütün özellikleriyle modele işlenmiş olmasıdır. Bilgisayar kullanılma zorunluluğu bir yönden çözümü, yani uygulamayı kolaylaştırmıştır.

Doğrusal Programlama problemleri için belirli bilgisayar programları geliştirilmiştir. (MSS, QSB, STORM vb.) Bizde çözümü MSS paket programıyla yaptık.

Çözüm tablosu her üründen toplam kârı maksimum yapmak için ne kadar üretilmesi gerektiğini gösterir.

Model 1'in verdiği çözümde ürünlerin üretim miktarı aşağıdaki gibi olmaktadır.

x_1	0
x_2	0
x_3	0
x_4	0
x_5	124.83 adet
x_6	1953.60 adet

Amaç programda amaç fonksiyonunun değeri;

$$12.482 \times 160.146 = 19.999.102.518$$

$$195.360 \times 126.005 = 246.163.368.000$$

Üretim programının %92.5'ini saatlik üretimi en yüksek olan Gecelik oluşturduğundan toplam üretim 336.921 (1995 yılı toplam üretimi) adetten 648.572.9 adete yükseltilmektedir.

Amaç fonksiyonunun değeri hesaplanırken yalnızca değişken masraflar gözönüne alındığından kârı hesaplarırken sabit masraflar düşülmelidir.

Toplam kâra katkı değerinden sabit masraflar düşüldüğünden Model 1'in verdiği üretim yapısında kâr 343.258.328.400 TL olmaktadır. Aynı birim kârlığıyla 1995 yılı üretiminin toplam kârı 220.778.291.700 TL'dir. Buna göre programlama sonucu 1995 yılı kârının %35'i kadar yani 122.480.036.700 TL daha fazla kâr sağlanmaktadır.

Varılan bu sonucun tutarlı olmadığı ileride tartışılacaktır. Burada konfeksiyon açısından önemli olan diğer bir nokta yıllık çalışma saatlerinin yükseltilmesidir. Diğer ülkelerde benzer kuruluşlar yılda net çalışma günü 300 günden fazla çalışmaktadırlar. Yılda 89 gün çalışabilen bir konfeksiyon için 300 güne erişilmesi oldukça güç bir değerdir. Ancak çalışmayı önleyen duruşlar analiz edilerek bazı pratik tedbirlerin alınmasıyla, arttırılan her çalışmayı önleyen duruşlar, tek tek incelenerek üretimi arttırma yolları araştırılmıştır. Yıllık net konfeksiyon saatlerinin artmasıyla optimal üretim planının aldığı durum incelenmiştir.

Tablo 3.19. Model 1 ve 1995 yılı kârlarının karşılaştırılması

Atlet	2591	0	37515	11520	25995	67353045	0
Slip	2591	0	36913	11520	25393	65793263	0
Basic	25917	0	80875	25706	55169	2429814973	0
Swcat	25917	0	121245	30068	91177	2363034309	0
Polo	38875	124.83	160746	31478	128668	5001968500	16061626440
Gccelik	33692	1953.6	126005	32515	93490	3149865080	18264206400
						22.077.8291.700	343.258.328.000

V. YILLIK ÜRETİMİN ARTTIRILMASI AMACIYLA ÇALIŞMA SAATLERİNİN ANALİZİ

1. Sorunun Ortaya Konulması

İşletmelerde üretimi, dolayısıyla kârı arttırmanın önemli araçlarından biri de kapasite kullanım oranını yükseltmektir. Yani aylak kapasiteye engel olmaktır.

Konfeksiyondan faydalanılan kapasite ya da kapasite kullanımı derecesi %24.38 (Çalışılan gün 89, mümkün çalışma günü 365) olmaktadır. Bu değer, diğer ülkelerde yılda 300 günü aşkın çalıştığı gözönüne alınırsa oldukça düşüktür.

Tablo 3.20. Ortalama olarak yıllık duruşlar ve konfeksiyon saati

	4 Yılın Ortalaması	%	Gün Olarak
Yılda Mümkün Çalışma Saati	210700	100	365
Programlanmış Duruşlar	147.537	24	87.8
Tatil	10	0.11	0.4
Yemek Paydos	322	367	13.5
Elektrik Kesilmesi	16.25	0.18	0.8
Gaz Kesilmesi	52.5	0.6	2.2
Günlük Bakım	801.5	9.14	33
Yıllık Revizyon	230.25	2.62	9.6
Beklemeler	2181.75	10.4	4.54
İşletme Arıza	237	11.7	9.875
MEkanik	73.75	5.2	3.07
Elektrik	29.5	1.8	1.229
Toplam Duruşlar	2522	29.1	106.11
Net Konfeksiyon Saati	6238	70.9	276

Dört yılın ortalaması olarak yıllık çalışma saatlerinin dökümü tabloda verilmiştir. Programlanmış ve zorunlu beklemler ise %10.40'ını oluşturmaktadır. Bunlar yılda 106 gün tutmaktadır. Birde konfeksiyon günde 7.5 saat çalışmaktadır. Bunu 24 saate çıkarırsa zorunlu duruşlar azaltılmıştır. Konfeksiyon bir gün fazla çalışırsa ürüne göre üretim değişeceğinden ortalama üretim 757 adet artacak, adet başına ortalama kâr 38.469 TL olmaktadır. Buna göre ortalama günlük kazanç $38.469 \times 757 = 29.121.246$ olmaktadır.

Tablo 3.21. Ortalama günlük üretim ve kâr

Ürünler	Günlük Üretim	Birim Kâr
Atlet	211	5,484,945
Slip	192	4,875,456
Basic Tshirt	120	662,028
Sweat Shirt	88	8,023,576
Polo Tshirt	73	9,392,764
Gecelik	73	682,477
	757	29,121,246

Konfeksiyon bir gün çalışırsa, kârı büyük ölçüde artacağı gibi talebin altındaki üretimi arttırmakla önemli bir boşluğu da dolduracaktır. Bu yüzden duruşlara yol açan bütün ekler ayrı ayrı incelenerek önleme yolları araştırılmış ve yıllık çalışma gününün ne kadar arttırılabileceği bulunmuştur.

2. Programlanmış ve Zorunlu Duruşlar

Konfeksiyonda günlük bakım, yıllık revizyon ve ekonomik sıkıntılardan dolayı programlanmış ve zorunlu duruşlar vardır. Şimdi bunları inceleyelim;

a) **Tatil:** Tatil yılda ortalama 10 saat olmaktadır. Genellikle bayram günleri için 1 ya da ençok 3 vardiya verilmektedir. Az olduğu için dikkate alınmayabilir.

b) **Yemek Paydosu:** Yemek paydosu için yılda ortalama 322 saat yaklaşık 13.4 gün konfeksiyon çalışmamaktadır. Ancak paydosu her vardiya başı yarım saat olmak üzere günde 1.5 saat toplu sözleşme gereğidir. Bu yüzden değiştirilmesi ya da kaldırılması toplu sözleşmeyle mümkündür. Bu yüzden olduğu gibi alınmıştır.

c) **Gaz ve Elektrik Kesilmesi:** Elektrik ve gaz kesilmeleri üretimi, yılda ortalama sırasıyla 16.25 ve 52.50 saat aksatmaktadır. Her ikisi içinde konfeksiyonca alınacak bir tedbir yoktur.

d) **Günlük Bakım:** Günlük bakımlar yılda üretimi 801.50 saat aksatarak işletme arızalarından sonra gelmektedirler. Yılda 33.4 gün üretim kaybına yol açıyorlar. Bu yüzden günlük bakımlar detaylı olarak incelenmiştir.

Günlük bakımlarda genellikle dikiş makinalarındaki arızalar yapılmakta ve Elektrik şebekesi gözden geçirilmektedir. Yıllık bakım dışında konfeksiyon her gün çalışmaktadır. Yıllık revizyon $802/(365-6)=2.23$ saat günlük bakım için konfeksiyon durmaktadır. Oysa diğer ülkelerde benzer konfeksiyonlar yılda standart olarak 12 gün yani 288 saat günlük bakım için durmaktadır. Bu ise günde yaklaşık 50 dakika tutmaktadır. Bugünkü çalışma şartları altında günlük bakımları oldukça güçtür. Ancak bakımlarda yapılan işlerle ilgili bir iş etüdü yapıp, bakım ekipleri düzenlenirse, bu değer 1.25 saate düşürülebilir. Konfeksiyonun bir gün ortalama 29.121.246 TL kâr ettiği önüne alınırsa konunun önemi ortaya çıkar. Yeni durumda günlük bakım yılda 18 gün yani 432 saat tutacaktır.

e) **Yıllık Bakım:**Yıllık bakım ortalama 230 saat tutmaktadır. Geçen yıllarda 110 ve 360 saat arasında değişmiştir. Bazı yıllar düşük olmasının nedeni, her yıl makina ve teçhizatın inceden inceye kontrol edilmemesindedir. Çünkü günlük bakımlarda dikiş makinalarının bakımı dışında bir şey yapılmamaktadır.

Yıllık bakım 6 gün alınabilir. Böylece yıllık bakım için harcanan zaman 230 saatten 143.5 saate düşer.

3. Arızalardan Dolayı Duruşlar

Arızalar konfeksiyonun toplam mümkün çalışma saatinin %2.68 ini almaktadır. Yılda 9.8 gün duruşa yol açıyor. Bu önemli bir üretim kaybına yol açmamaktadır.

4. Yeni Durumda Yıllık Çalışma Saati

Gerekli tedbirler alındıktan sonra yeni durumda konfeksiyon yılda 26 gün çalışabilecek ve üretimde faydalanılan kapasite %24'den $\frac{6238}{8760 \times 100} = 71.2$ çıkacaktır.

VI. KONFEKSİYON SAATİNİN ARTTIRILMASININ MODEL 1'E ETKİSİ VE MODEL 1'İN SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1. Konfeksiyon Saatinin Arttırılmasının Model 1'e Etkisi

Model 1'deki amaç fonksiyonu ve sınırlayıcı denklemlerin katsayılarının konfeksiyon saatinin arttırılmasıyla değişmeyeceğini varsayarsak, yeni durumda üretim yapısı değişmektedir. Aslında bu

varsayım gerçeğe aykırı değildir. Her ürünün sınırlayıcı denklemlerdeki katsayıları hesaplanırken son dört yılın gerçekleşmiş değerlerinin ortalaması alınmıştır. Bir dönem için alınan ya da teorik olarak hesaplanan değerler yanıltıcı olabilir.

Amaç fonksiyonunun ve sınırlayıcı denklemlerin katsayıları değişmediğinden, üretim, kapasite sınır değerlerinin arttığı oran kadar artacaktır.

2. Yeni Durumda Model 1'de Optimal Çözümü

Model 1'e verdiği optimal çözümde $x_5=12.483$, $x_6=195.360$ adet üretilmekteydi. Yeni durumda yıllık çalışma saati 6.238'e çıkmaktadır. Dolayısıyla model de başka değişiklik olmadığı için üretim;

$6238/2120=2.94$ oranında artacaktır.

$x_5= 12.438 \times 2.94= 36.730$, $x_6= 195.360 \times 2.94= 574.837.5$ adet olmaktadır. Dolayısıyla aynı oranda da kâr artacaktır.

Aynı şekilde yıllık konfeksiyon 300 güne çıkarılarak, bir karşılaştırılma daha yapılabilir. Ancak konfeksiyonun mevcut işletme şartlarında 260 güne çıkabilmesi ilk amaç olduğundan, 300 güne çıkma şimdilik oldukça zordur. Bu yüzden anlamsız olduğu için üretim ve kâr hesaplanmamıştır. Unutulmaması gereken nokta üretim bir gün arttırılırsa kârın 29 milyonun üzerine çıkacağıdır.

3. Model 1'in Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Model 1'in verdiği optimal çözümde, yalnız Polo Tshirt ve Gecelik bulunmaktadır. Diğer ürünler üretilmemektedir. Oysa sipariş oranlarında

da görüldüğü gibi, diğer ürünlerde üretilmelidir. Bu yüzden Model 1'in verdiği sonuçlar, kârı maksimum yapmakta ise de sipariş durumları yönünden uygun değildir. Bunun için geçmiş yıllardaki siparişler incelenerek yeni kısıtlar ilave edilerek yeni model hazırlanmıştır.

VII. SATIŞ SINIRLARI OLAN MODEL 2' nin KURULMASI VE ÇÖZÜMÜ

1. Model 2'nin Hazırlanma Zorunluğu

Birinci modele ürünlerin yalnızca kapasite ve üretim ilişkileri işlenmiştir. Her üründen ne kadar üretilirse üretilsin, satılabileceği varsayımı ile modele pazar yönünden kısıtlayıcı değerler ilave edilmemiştir. Ancak model 1'in verdiği optimal çözümde, sadece iki ürünün özellikle gecelik üretiminin %92.5'ini tutması, pazar sınırlamaları olan ikinci bir modelin kurulmasını zorunlu kılmıştır. Çünkü gecelik üretimi geçmiş yıllarda ancak %26'lık bir yer tutmaktadır. Bu yüzden modele ürünlerin maksimum satılabileceği sınırların konması zorunlu hale gelmiştir.

2. Satış Sınırlarının Bulunması

Üretim miktarlarına ilişkin sınırların bulunması için mutlaka güvenilir satış tahminleri olmalıdır. Bunlar her ürün için yapılmış pazar araştırmalarına dayanmalıdır. Ayrıca bulunan değerler geçmiş yıllardaki tahminler ve satış değerleriyle karşılaştırılıp, tutarlı hale getirilmelidir. Çünkü satış kısıtlamaları optimal programı kesinlikle bağlanmamaktadır. Yanlış tahminler stokların artmasına yol açabileceği gibi, çok kârlı olan ürünlerin programa girmesini de önler. Ancak konfeksiyon ürünleri için ayrı ayrı talep tahmini yapmak oldukça güç ve çok uzun zaman alabilir.

Üretim talebin altında olduğunda işletmede bu tür bir çalışmaya gidilmemiştir. Üretim programı aylık olarak alıcıların taleplerine ve karşılanmayan siparişlere bağlı olarak düzenlenmektedir. Bunun yanında, ülkemizde yıllardan beri yurt dışına hazır giyim ihracatı yapmaktadır. Bu sayede ülke kalkınmasına katkıda bulunmaktadır.

SÖKSA'da 1989-1995 yıllarına ait toplam hazır giyim için yapılan üretim;

Yıllar	Sipariş Miktarları
1989	1,295,849
1990	1,102,996
1991	1,940,145
1992	635,250
1993	1,010,176
1994	1,138,857
1995	282,223

Daha öncede belirtildiği gibi konfeksiyon ürünlerine olan talep hızla artmaktadır. Bunun için, talebin önümüzdeki yıllarda artacağı da açıkça görülmektedir.

Toplam maksimum yıllık sipariş miktarı ortalama 7.405.496 adet olmaktadır. Bunun içindeki her ürünün ortalama sipariş payı daha önceden belirlenmiştir. Buna göre her ürünün satılabileceği üst sınır bulunacaktır. Bu durumda model 2'nin kurulması için gerekli satış sınırları bulunmuş olacaktır. Bu yüzden her ürünün maksimum satış sınırlarını bulmak hayli güçleşmektedir. Bu şartlar altında en tutarlı yaklaşım geçmiş yıllardaki satışları incelemek olacaktır. Her ürünün geçmiş yıllardaki üretimde ortalama payından hareketle toplam talepteki miktarları bulunmuştur.

3. Her Ürünün Geçmiş Yıllardaki Üretimindeki Sipariş Oranları

Daha önce belirtildiği gibi SÖKSA'da üretim planlaması için hiç bir tutarlı çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden geçmiş yıllardaki sipariş oranlarından hareket edilmiştir. Her ürünün üretimindeki ortalama payı, sınırlı üretim altında olsa da, talebi yansıttığı kabul edilmiştir.

Genellikle son yıllardaki her ürünün ortalama sipariş oranı; daha önce belirtildiği gibi, en çok sipariş alan polo tshirt %30 paya sahiptir. Sırasıyla gecelik %26, basic tshirt %20, sweat shirt %20, atlet %2, slip %2 olmak üzere, diğer ürünler izlemektedir. Geçmiş yıllarda en çok polo tshirt sipariş edilmiş ve satılmıştır. Bunun nedeni ise polo tshirt ve çok ince, ne de çok kalın (Bu iplikten yapılmış) penye kumaşından yapılmıştır.

4. Konfeksiyon Ürünlerine Olan Toplam Talep ve Her Ürünün Satış Sınırları

Konfeksiyon sanayisinin yatırımı az, işçi sayısı ve işgücü fazla olmayan bir sanayi dalıdır. Ülkemizde konfeksiyon ürünlerine talep oldukça fazladır ve yeterli miktarda ürünler vardır. Buna rağmen ithal edilmiş hazır giyimler kullanılmaktadır. Bunun nedeni ülkemizdeki hazır giyim ürünlerinin azlığından değil, insanların tercihlerinden dolayıdır.

Tablo 3.22. Sipariş oranlarına göre yıllık üretim miktarı

Ürünler	Üretimdeki Paylar (2)	Toplam Üretim (Adet) (3)	Satış Sınırları (4)=(2x3)
Atlet	0.02	7,405,496	148,109
Slip	0.02	7,405,496	148,109
Basic Tshirt	0.2	7,405,496	148,109
Sweat Shirt	0.2	7,405,496	1,481,009
Polo Tshirt	0.3	7,405,496	222,164
Gecelik	0.26	7,405,496	1,925,429
			7,405,496

5. Satır Sınırları Olan Model 2'nin Kurulması

Pazar sınırları olan Model 2'nin formüle edilmesi için gerekli bilgiler toplanmıştır. Bunları genel Doğrusal Programlama modeline uygun bir biçimde formüle edilecektir.

Model 2'de kullanılan değişkenler, amaç fonksiyonu ve sınırlayıcı denklemler Model 1'de olduğu gibidir. Veriler değişmediği için aynen alınacaktır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } Z = 37515x_1 + 36913x_2 + 80875x_3 + 121245x_4 + 160146x_5 + 126005x_6$$

Ana üretim işlemleri yönünden sınırlayıcı denklemler

* Nakış Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri

$$x_3: 0.5+x_4 ; 0.5+x_5 ; 0.5+x_6 : 0.5 \leq 2120$$

* 1 nci Kalite Kontrol Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri

$$x_1 : 0.98+x_2 : 0.98+x_3 : 0.98+x_4 : 0.98+x_5 : 0.98+x_6 : 0.98 \leq 2120$$

* Dikiş Temizlik Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri

$$x_1 : 0.5+x_2 : 0.5+x_3 : 0.75+x_4 : 1+x_5 : 1.5+x_6 : 2.5 \leq 2120$$

* 2 nci Kalite Kontrol Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri

$$x_1 : 0.5+x_2 : 0.5+x_3 : 0.66+x_4 : 0.75+x_5 : 0.83+x_6 : 0.1 \leq 2120$$

*** Dikiş Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri**

$$x_1 : 3.82+x_2 : 5+x_3 : 5.88+x_4 : 9.41+x_5 : 10.98+x_6 : 11.37 \leq 2120$$

*** Ütü Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri**

$$x_1 : 0.5+x_3 : 1+x_4 : 1+x_5 : 1.1+x_6 : 1.35 \leq 2120$$

*** Ara İşçilik Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri**

$$x_1 : 0.01+x_2 : 0.01+x_3 : 2.01+x_4 : 2.47+x_5 : 3.47+x_6 : 1.47 \leq 2120$$

*** Ambalaj Ünitesinin Sınırlayıcı Denklemleri**

$$x_1 : 0.5+x_2 : 0.5+x_3 : 0.66+x_4 : 0.66+x_5 : 0.75+x_6 : 1 \leq 2120$$

*** Pazar Yönünden Sınırlayıcı Şartlar:**

$$x_1 \leq 148.109$$

$$x_2 \leq 148.109$$

$$x_3 \leq 148.109$$

$$x_4 \leq 148.109$$

$$x_5 \leq 148.109$$

$$x_6 \leq 148.109$$

$$x_1, x_2, \dots, x_{18} \geq 0$$

6. Model 2'nin Çözümü

Model 2'nin sınırlayıcı denklem ve değişken sayısı Model 1'e göre daha da artmıştır. Yine MSS paket programıyla yapılan çözümde;

$$\begin{aligned}
x_3 &= 40000 \times 80875 &= 3235000000 \\
x_4 &= 25000 \times 121245 &= 3031125000 \\
x_5 &= 67900 \times 160146 &= 1087391340 \\
x_6 &= 36210 \times 126005 &= \underline{4562641050} \\
&&119161573900
\end{aligned}$$

Kâr bulunurken bu değerden sabit masraflar, bu değerden düşülmelidir.

$$\begin{aligned}
\text{Model 2'nin verdiği toplam kâr değeri} &: 1.191.615.739.000 \\
\text{Model 1'in verdiği toplam kâr değeri} &: 343.258.328.400 \\
\text{arasındaki kâr farkı} &: 848.357.410.600
\end{aligned}$$

7. Konfeksiyon Saatinin Arttırılmasının Model 2'ye Etkisi

Konfeksiyon saatinin arttırılmasıyla amaç fonksiyonunu ve sınırlayıcı denklemlerin katsayılarının değişmeyeceğini varsayarak, optimal üretim programı bulunmuştur. 89 gün'den 260 gün çıkarıldığına göre üretimde 260/89 oranında artacaktır.

$$\begin{aligned}
x_1 &= 0 \\
x_2 &= 0 \\
x_3 &= 40000 \times 2.92 &= 116.800 \\
x_4 &= 25000 \times 2.92 &= 73.000 \\
x_5 &= 67900 \times 2.92 &= 198.268 \\
x_6 &= 36210 \times 2.92 &= 105733.2 \\
\text{Yıllık üretim} & 493.801.2 \text{ adet olacaktır.}
\end{aligned}$$

8. Model 2'nin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Model 2'nin çözümü, Model 1'e göre daha anlamlı ve daha kârlıdır. 1995 yılı üretim programında olan 6 üründen 4'ü optimal çözümde yer almaktadır. Böylece siparişlerin büyük bir kısmını karşılayabilmektedir. İş alanı çok sınırlı olan, Sinop ilinde bir iş alanı ve gelir kapısı olmaktadır. 1995 yılına kadar %51.5 hissesi devlet elinde olduğu için devletin yönetim ve ekonomik sıkıntılarından yeterince kâr elde edememiş ve 1995 yılının sonlarına doğru özelleştirilerek yönetim değişikliği olmuştur. Temennimiz bu değişikliğin olumlu yönde olmasıdır.

VIII. MODELDEKİ DEĞİŞMELERİN SONUCA ETKİSİ VE GENEL DEĞERLENDİRME

1. Doğrusal Pporgramlama Modelindeki Değişmeler

Birçok endüstri probleminde yalnızca optimal çözüm değil, bunun yanında modeldeki katsayıların, yeni satış fiyatlarının, kayasite ve pazar sınırlarının değişmelerine karşı optimal çözümün geçerliliğini koruyup korunmadığının bilinmesi gerekir. Bu yüzden değişikliklere karşı duyarlılık analizi yapılır.

Duyarlılık analizi parametrelerdeki hatalar ya da gerçekleşebilir değişikliklerin modelin sonuçlarına etkilerini araştırma çalışmasıdır (24).

D.P. uygulamalarında bazen bilgi eksikliği ya da yanlışlığı yüzünden sonuçta sapmalar olabilir. Çünkü programın verdiği optimal çözüm, toplanan bilgilere bağlıdır. Bunda modelin etkisi yoktur. Bir D.P. modelindeki değişiklikler beş kısma ayrılır.

²⁴ A. Rapport, "Sensitivity Analysis in Decision Making", Management Decision Making a.g.e., s.317.

1. Amaç fonksiyonunda katsayılardaki değişmeler
2. Kısıtlayıcıların katsayılarındaki değişmeler
3. Karar değişkenlerinin teknik katsayılarındaki değişmeler
4. Probleme yeni değişkenlerin ilavesi
5. Yeni kısıtlayıcıların ilavesi

Bu değişikliklerin optimal çözüm üzerinde etkileri yeni bir model hazırlamadan ya da birçok değişiklik yapmadan ortaya konulabilir.

2. Değişmelerin Sonuca Etkisi

Model 1 ve 2'de sınırlayıcı denklemlerin ikinci yanları, yani yıllık çalışma saatlerinin artmasıyla optimal programdaki değişmeler gösterilmiştir. Her iki model içinde 89 ve 260 gün çalışmaya göre, optimal program bulunmuş ve karşılaştırılmıştır.

Sipariş yönünden sınırlayıcı değerler bulunmuştur. Sipariş sınırlarının değişmesinin kârı ne yönde etkileyeği sipariş politikasının belirlenmesi yönünden yararlı olacaktır.

Sipariş sınırı konmadığında optimal üretim programının %92.5 gecelik oluşturmaktadır. Bunun nedeni kâra katkı değerinin yüksekliği kadar üretim miktarının en yüksek olmasındandır.

Kâra katkı değerlerinin de etkisiyle bunu, bilgisayarın verdiği aylak değişkenlerin gölge fiyatlarında da görmek mümkündür. Üretilmesiyle, başka bir deyişle satış sınırlarının yükseltilmesiyle ençok zarar eden ürün geceliktir. Bunu sırasıyla Basic Tshirt, Sweat Tshirt, Polo Tshirt ürünleri izlemektedir. Bu yüzden bu ürünlerin satışlarını ne kadar arttırabilirsek, kârımızı o oranda artacaktır. Böylece sipariş politikası yönünden hangi

ürünlere ağırlık verilmesi gerektiği açıklık kazanmış olmaktadır.

Amaç fonksiyonundaki katsayılarının değişmesi maliyetlere ve satış fiyatlarına bağlıdır. Ancak satış fiyatları hükümetin politikasıyla ilgili olduğu için durmadan artış göstermektedir. Ayrıca maliyetlerin sağlıklı hesaplanması çok güçtür. İşletmede bütün ürünlerin maliyetleri toptan hesaplanmaktadır. Bu yüzden özellikle genel idare ve enerji masraflarının dağıtımında tam uygunluk sağlanması oldukça zordur. Bu yüzden olabilecek değişikliklerin üzerinde durulmamıştır. Çünkü bu şartlar altında yapılan yaklaşım, gerçek durumu karar verecek kadar yansıtmaktadır. Değişik değerlerin denenmesi anlamsızdır.

Sınırlayıcı denklemlerin katsayılarındaki değişmeler teknolojik gelişmeye bağlıdır. Bazen bu yüzden bunlara teknik katsayıları denir. Teknik katsayıların önemli oranda değişmeleri büyük yatırımlar sonucudur. Ayrıca üretimde kullanılan teknoloji, Türkiye için hayli ileridir. Bu yüzden teknik katsayılarındaki değişmelerin optimal çözüm üzerindeki etkileri üzerinde durulmamıştır.

Çözüm kısmında amaç fonksiyonu değerinden sonra karar değişkenlerinin alabileceği değerler verilmiştir. Karar değişkenleri incelendiği zaman bazıları büyük değerler alırken, bazılarıda sıfır değerine sahip olduğu görülmektedir. Sıfır değerini alan karar değişkenlerinden belirli bir ürünün belirli makinalarda bir dönemde üretilmediği anlamı çıkmaktadır.

Duyarlılık analiz sonuçları gölge fiyatlarını oluşturur. 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 değer aldığı zaman sağ tarafın arttırılması amaç fonksiyonunun değerini geliştirir. (maliyetle azaltır, gelirden

arttırır), negatif bir değer aldığı zaman amaç fonksiyonun değerini bozar. Gölge fiyatının sıfır olması sağ tarafın değiştirilmesinin sonuç değeri üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır anlamına gelir.

Duyarlılık analizinde karar değişkenlerinin amaç fonksiyonunda alabileceği değerler için sınırlar Ek ... görüldüğü gibi program çözümü arasında bulunmuştur. Bu sınırlara göre ana üretim planlamasının yapısı bozulmadan ya da bozulduğu zaman maliyetin 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 olarak Model 2 uygulama için, en anlamlı ve tutarlı bir çözüm getirmektedir. Model 2 uygulandığında işletme mevcut şartlar altında üretimi 149.110 adet ve kârı da 1.191.615.739.000 TL olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğrusal Programlama uygulamasında elde edilen sonuçlar;

1. Konfeksiyonun üretim planlaması için düzenli bir çalışma yapılmamıştır. Alıcıların talepleri ve karşılanamayan siparişlere dayanılarak, aylık planlarla yetinilmiştir. Konfeksiyon işletme özelliği olarak, her değişiklik büyük kayıplara yol açmaktadır. Bu yüzden, önce halen üretilmekte olan 6 değişik konfeksiyon ürünü için yıllık bir üretim planı bulmak amacıyla sipariş sınırları olmayan Model 1 hazırlanmış ve çözülmüştür. Bulunan optimal planında, 1995 yılına göre %35 oranında kâr sağlanmaktadır. Ancak optimal çözümde, yıllık üretimin %92.5'lik gecelik ürün oluşturduğundan, siparişler yönünde sakınca görülmüş ve sipariş sınırları olan Model 2 hazırlanmıştır.

Sipariş sınırları olan Model 2'de gelecek yıllarda konfeksiyonun, geçmiş yıllardaki ortalama konfeksiyon ürünlerindeki sipariş oranlarının sabit kaldığı varsayımına dayandırılmıştır. Model 2'nin verdiği optimal çözüm 149.110 adet ve kâr 1.191.615.739.000 TL'den daha fazla olmaktadır. Bulunan bu program, işletme açısından daha anlamlı ve uygulanabilir bir sonuç vermektedir.

2. Konfeksiyonda kullanılmayan kapasite, mümkün çalışma zamanının %24'ünü almaktadır. Oldukça azdır. Buna göre konfeksiyon yıld ancak 89 gün çalışmaktadır. Bu çalışma gününü arttırarak, çalışma gününü 260 güne çakırıldığında, toplam kâr 357.484.721.700 TL

olmaktadır. Konfeksiyon gününü arttırıcı her çalışma işletmeye olduğu kadar ülke ekonomisinde de büyük katkılarda bulunacaktır.

3. Toplanan veriler, özellikle kâra katkı katsayıları ve satış sınırlarının hesaplanması bazı varsayımlar altında yapılmıştır. Bu yüzden verilerin kesinlikle doğru olduğunu savunmak güçtür. Ancak her iki modelin optimum programlardan açıkça görüldüğü gibi gecelik, polo tshirt ürünlerinin satışı arttıkça hem toplam üretim hem de kâr artmaktadır. Buradan pazarlama politikasının belirlenmesi ve yönlendirilmesi bakımından ağırlık verilmesi gereken bir sonuca ulaşılmaktadır. Ayrıca bu, ürünlerin satış fiyatlarının tespitinde göz önünde tutulması gereken önemli bir noktadır.

4. Önerilen üretim planı, belirli şart ve sınırlar altında, kapasiteyi en uygun biçimde değerlendirerek kârı maksimize etmesi yanında, yönetimin gelecekteki kararlarında tutarlı olmasını sağlayacak bilgi vermekte ve yol göstermektedir.

Modelin çözümünde yapılan duyarlılık analizi yardımıyla bazı değişikliklerin ne kadar maliyeti olduğu öğrenilebilmektedir. Böylelikle, üretim sisteminde değişiklik yapıp, yapılmayacağı kararı alınabilir. Hangi ürünlerin hangi durumlar karşısında duyarlı olduğu saptanabilir. Tüm bunlar, yöneticilerin, ani talep değişikliklerinden 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 fırsatlarını meydana çıkmasını öncülük ederler.

Doğrusal Programlama kolaylıkla uygulanmasını ve sağlayacağı tasarrufların gerçekleşebilmesi için aşağıdaki çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

a) Önerilen optimal üretim planı bir yıllık olarak bulunmuştur. Geçmiş yıllardaki aylık satışlar, talepler bulunamadığı için; hangi ürünün, hangi ayda üretilmesi gerektiği araştırılmamıştır. Bu yüzden işletme geçmiş yıllardaki satışları ve talepleri sistemli bir şekilde tutarak, her ürünün aylık talebindeki dalgalanmaların hesaplanmasını sağlamalıdır. Böylece alıcıların aylarca beklemesinin önüne geçilebilir.

b) Üretimle satış bölümleri arasında, daha sıkı bir işbirliği kurulmalıdır. Tüm işletme içinde sağlıklı bilgi akımını sağlayacak bir düzenlemeye gidilmelidir.

c) YÖnetim muhasebesi, endüstri mühendisliği, istatistik müdürlüğü, kantitatif işletme teknikleri kullanmak için gerekli bilgileri sağlayacak ve uygulayacak biçimde güçlendirilmelidir.

d) Modern işletme tekniklerini uygulayabilecek kadro yönünden Endüstri Mühendisliği Müdürlüğü genişletilmelidir.

e) Üniversiteler ve diğer kurumlara işbirliği sağlanarak karşılıklı bilgi alış verişi için ortam hazırlanmalıdır.

Bu tedbirler alındığında konfeksiyon ve diğer üniteler modern karar alma tekniklerini, değişik sorunlarına başarıyla uygulayabilir ve büyük tasarruflar sağlayabilirler.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Acar, Nesime, Üretim Planlaması, Yönetim ve Uygulamaları, Ankara, 1989.
- Alptekin, Esin, Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri, Gazi Üniversitesi Yayın No.128, Fen-Edibiyat Fakültesi Yayın No. 16, Ankara, 1988.
- Avralıoğlu, Zeki, "Matematiksel Programlama", Ders notları, A.İ.T.İ.A, İstatistik Enstitüsü, Ankara, 1977.
- Baloff, N., Estimating the Parameters of the startup model an Ampirical Approach, J. Industrial Eng.; Vol 18, No.4., 1983.
- Chase, R. ve Aquilano, N., Production and Operations Management Homewood, 3 Edition Illinois, 1981.
- Curwia, J., Stater, R., "Quantitative Methods For Business Decisions" Van Nostrand Reinhold, 1988.
- Demir, Mehmet, Gümüsoğlu, Şevkinaz, Üretim Yönetimi, İstiklal Matbaası, İzmir, 1986.
- Dervitsiotis, N.K., 1981 Operations Management, McGraw Hill Book Co., 1981.
- Eilon, Samvel, Elements of Productions Planning and Control The Mac Millian Co., N.Y., 1962.
- Gavett, J. William, Production and Operations, Management, The Macmillan Co., N.Y. 1968.

- Gülçür, Fazıl, İşletmelerde Faaliyet Araştırmaları, İstanbul İ.T.İ.A., İstanbul, 1966.
- Hax, A.C., Aggregate Production Planning Handbook of Operations Research, Van. Nastirand Reinhold N.Y. 1978.
- Hedge, B.K., Copen, M.R. Balachandra, R. and Nambudiri, C.N., Productions Management:Text and Cases, Prentice-Hall of India, N. Delhi, 1972.
- Hughes, A.J., Grawiog, D.E., Linear Programming AddisonWesley Publishing Co., 1973.
- Kara, İmdat, Yöneylem Araştırması Doğrusal Olmayan Modeller, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No.29, Eskişehir, 1985.
- Kara, İmdat, Yöneylem Araştırmasının Yönetim Bilimi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No.23, Eskişehir, 1985.
- Karayalçın, İlhami, "Üretim Yönetimi ve Teknikleri", Fakülteler Matbaası, İstanbul, 1974.
- Kobu , Bülent, Üretim YÖnetimi , Fatih Matbaası, İstanbul, 1981.
- Lawrence, F. Bell, "Factory and Procedures" Handbook of Industrial Engineering and Management, Prentice-Hall of India N.Delhi, 1979.
- Le breton, P.P., Henning, D.A., Planning Theory, Partice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1964.
- Ledbetter, W.N. and Cox, J.F., 1977 Are Operations Research Techiques being used, Industrial Engineer, 1977.
- Magee, J.F., Production Planning and Inventory Control, Internaional Student Edition, 1958.
- Markland, E.R., Sweigart, J.R., "Quantitative Methods: Applications to Managerial Decision Making" John Wiley and Sons, 1987.
- Meal, Harlan, C., "Putting Production Decisions Where They Belone" Harward Business Reviow 62, No.2, April 1984.
- Needles, Jr.B.E., Anderson, H.R., Caldwell, J.C., Principles of Accounting (Second Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1984.

- Owans, Richard, N., Management of Industrial Enterprises, R.D. Irwin, Homewood, Illinois, 1969.
- Öztürk, Ahmet, Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama, Örnek Kitabevi, Bursa, 1986.
- Öztürk, Ahmet, Yöneylem Araştırması, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1987.
- Plossl, G.W. and Wight, O.W., Production and Inventory Control, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1967.
- Saatçioğlu, Ömer, "Ana Üretim Planlama Sistemi Tasarımı" ders notları, ODTÜ., Ankara, 1986.
- Spencer, B. Smith, Copmuter-Based, Productions and Inventory Control Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.
- Şahin, Mehmet, Üretim YÖnetimi, Ders Notları, Eskişehir, 1990.
- Şenel, Musa, "Doğrusal Programlama Metodu İle Üretim Planlaması ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama", Eskişehir İ.T.İ.A. Yayınları, No.410/6,4, Sevinç Matbaası , 1974.
- Top, Aykut, Üretim Sistemleri Analiz ve Planlaması, İstanbul, 1994.
- Webber, R.A., Management (Richard D. Irwin, Inc., Homewood Illinois, 1975.

EK

SOLUTION SUMMARY

PROBLEM NAME: zehra2

TYPE: MAXIMIZATION

OBJECTIVE FUNCTION VALUE: 783147328.0044751

DECISION VARIABLE ANALYSIS

VARIABLE NAME	SOLUTION QUANTITY	REDUCED COST
X1	0.00	191,024.7332
X2	0.00	191,626.7332
X3	0.00	97,427.2257
X4	0.00	57,048.0180
X5	367.31	0.0000
X6	5,748.38	0.0000

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

SENSITIVITY ANALYSIS - RIGHT HAND SIDE RANGING
 PROBLEM NAME: zehra2 TYPE: MAXIMIZATION

ROW NO.	LOWER LIMIT	CURRENT RHS	UPPER LIMIT	OUTGOING VARIABLE	
				LOWER	UPPER
1	2543.97	6238.00	NO LIMIT	SLK- 1	NONE
2	6189.14	6238.00	NO LIMIT	SLK- 2	NONE
3	492.927	6238.00	NO LIMIT	SLK- 3	NONE
4	4584.37	6238.00	NO LIMIT	SLK- 4	NONE
5	4011.74	6238.00	NO LIMIT	SLK- 5	NONE
6	6115.68	6238.00	6319.33	X5	SLK- 2
7	4773.26	6238.00	6362.76	X6	SLK- 2
8	201.817	6238.00	NO LIMIT	SLK- 8	NONE

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

SENSITIVITY ANALYSIS - OBJECTIVE FUNCTION RANGING
 PROBLEM NAME: zehra2 TYPE: MAXIMIZATION

VAR. NAME	LOWER LIMIT	CURRENT VALUE	UPPER LIMIT	INCOMING LOWER	VARIABLE UPPER
5	126005	7160146.000	167964.	SLK- 6	SLK- 7
6	120139.	7126005.000	160146	SLK- 7	SLK- 6
1	NO LIMIT	737515.000	228539.	NONE	X1
2	NO LIMIT	736913.000	228539.	NONE	X2
3	NO LIMIT	780875.000	178302.	NONE	X3
4	NO LIMIT	7121245.000	178293.	NONE	X4

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

CONSTRAINT ANALYSIS

CONSTRAINT NUMBER	RHS VALUE	SLACK OR SURPLUS	SHADOW PRICE
1	2120	1,255.42	0.0000
2	2120	16.60	0.0000
3	2120	1,952.48	0.0000
4	2120	561.99	0.0000
5	2120	756.60	0.0000
6	2120	0.00	102,525.5255
7	2120	0.00	23,019.0926
8	2120	2,051.41	0.0000
9	11686	11,686.40	0.0000
10	11686	11,686.40	0.0000
11	116864	116,864.00	0.0000
12	116864	116,864.00	0.0000
13	175296	175,170.97	0.0000
14	151923	149,969.50	0.0000

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

SENSITIVITY ANALYSIS - RIGHT HAND SIDE RANGING
 PROBLEM NAME: zehra4 TYPE: MAXIMIZATION

ROW NO.	LOWER LIMIT	CURRENT RHS	UPPER LIMIT	OUTGOING VARIABLE LOWER	VARIABLE UPPER
1	864.577	2120	NO LIMIT	SLK- 1	NONE
2	2103.39	2120	NO LIMIT	SLK- 2	NONE
3	167.522	2120	NO LIMIT	SLK- 3	NONE
4	1558.01	2120	NO LIMIT	SLK- 4	NONE
5	1363.40	2120	NO LIMIT	SLK- 5	NONE
6	2078.43	2120	2147.64	X5	SLK- 2
7	1622.20	2120	2162.4	X6	SLK- 2
8	68.5882	2120	NO LIMIT	SLK- 8	NONE
9	0	11686	NO LIMIT	SLK- 9	NONE
10	0	11686	NO LIMIT	SLK- 10	NONE
11	0	116864	NO LIMIT	SLK- 11	NONE
12	0	116864	NO LIMIT	SLK- 12	NONE
13	124.830	175296	NO LIMIT	SLK- 13	NONE
14	1953.60	151923	NO LIMIT	SLK- 14	NONE

PRESS ANY KEY TO CONTINUE