

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

72842

BATI MAKİNE SANAYİİ'NDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK
PLANLAMASI

72842

MEHMET AKSARAYLI

Danışman

Doç. Dr. H. Ahmet AKDENİZ

İZMİR

1998

T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Mehmet AKSARAYLI

Adı ve Soyadı

..... / / 1998

Tarih

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum **BATI MAKİNE SANAYİİNDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK PLANLAMASI** adlı çalışmanın tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 21.08.1998 tarih 17 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz Lisansüstü Yönetmeliğinin 21. Maddesine gereğince Ekonometri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Mehmet AKSARAYLI'nın "Bir Makine Sanayinde Çok Aşamalı Üretim Stok Planlaması" konulu yüksek lisans tezini incelemiş 1/9/98 tarih ve saat 11.00 de jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 60 dakikalık süre içinde gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerince sorulan sorulara verildiği cevaplar da değerlendirilerek tezin BAŞARILI olduğuna oy B. H. ile karar verilmiştir.

BASKAN

Doç.Dr.Ahmet AKDENİZ



ÜYE

Doç.Dr.Mustafa GÜNEŞ



ÜYE

Doç.Dr.Ayşegül BALA



TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün / / 199... tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliğinin maddesine göre EKONOMETRİ Anabilim Dalı / Yüksek Lisans öğrencisi Mehmet AKSARAYLI 'nın BATI MAKİNE SANAYİNDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK PLANLAMASI konulu tezi incelenmiş ve aday / / 199... tarihinde saat da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezi savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerince sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin olduğuna oy ile karar verildi.

BAŞKAN

Üye

Üye

TEZ VERİ FORMU

Tez No:
Kodu:

Konu Kodu:

Üni.

Tezin Yazarının :

Soyadı : AKSARAYLI

Adı : Mehmet

Tezin Türkçe Adı : Batı Makine Sanayii'nde Çok Aşamalı Üretim Stok Planlaması

Tezin Yabancı Dildeki Adı : The Planning Of Production Stock on WMI

Tezin Yapıldığı Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi

Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü

Yıl: 1998

Diğer Kuruluşlar :

Tezin Türü : 1

1. Yüksek Lisans

Dili : Türkçe

2. Doktora

Sayfa Sayısı : 79

3. Tıpta Uzmanlık

Referans Sayısı :35

4. Sanatta Yeterlilik

Tez Danışmanının:

Ünvanı : Doç. Dr.

Adı : H. Ahmet

Soyadı : AKDENİZ

Türkçe Anahtar Kelimeler :

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1. Dinamik Programlama

1. Dynamic Programming

2. Çok Aşamalı Optimizasyon

2. Multi-Stage Optimization

3. Üretim-Stok Planlaması

3. Production-Stock Planning

Tarih :

İmza :

ÖZET

Günümüzde mal ve hizmet üretimi bir ülkenin gelişmişliği ve rekabet gücünün önemli bir simgesi durumundadır. Ürettiği malı dünya pazarlarında satabilmek için kaliteli mal ve hizmet üretmek üretim kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür.

Gereksiz stoklar verimliliği amaçlayan işletmeler için maliyeti attıran bir unsurdur. İşletmeler için üretim – stok planlaması talepleri karşılayabilmenin ve minimum maliyeti sağlamanın bir yoludur.

Bu çalışmada dinamik yapı gösteren üretim – stok planlaması üzerinde durulmuştur. İlk bölümde üretim ile ilgili kavramların ardından , ikinci bölümde stok kavramı açıklanmış , üçüncü bölümde uygulama çalışmasının temelini teşkil eden dinamik programlama yaklaşımı anlatılmış ve son bölümde Batı Makine Sanayiinde çok aşamalı üretim stok planlaması yapılmıştır.

ABSTRACT

In today's world, production of goods and service is an important indicator of a country's development and competitiveness. A company which wants to sell its products in world market has to use production resources effectively.

Unnecessary stock holding increases costs and it is not good for a company which dedicated itself to effectiveness and profit. Production stock planning is a way that helps the company to meet its demands and to have minimum costs. This study is about production stock planning which has a dynamic structure. In first section, terms about production and in second section the concept of stock are introduced. In third section dynamic programming approach which forms the basis of practice study is explained. In the last section multi-stage dynamic production stock planning which performed in West Machine Company is presented.

Bu alışmanın hazırlanmasında katkıları bulunan başta değerli hocam Do. Dr. Ahmet Akdeniz olmak üzere tm hocalarıma sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İzmir 1998

Mehmet Aksaraylı



İÇİNDEKİLER

| | |
|------------------------|----|
| Özet | IV |
| Abstract | V |
| İçindekiler | VI |
| Şekiller Listesi | XI |
| Giriş | |

1.BÖLÜM

ÜRETİM

| | |
|---|----------|
| 1.1. ÜRETİM YÖNETİMİ | 2 |
| 1.1.1. Üretim Yönetiminin Önemi | 2 |
| 1.1.2. Üretim Yönetiminin Tanım | 2 |
| 1.1.3. Üretim Yönetiminin Amaçları | 3 |
| 1.2. ÜRETİM KAVRAMLARI | |
| 1.2.1. Üretim | 3 |
| 1.2.2. Üretim İşleminin Tarihi Gelişimi | 4 |
| 1.2.3. Üretim Çeşitleri | 4 |
| 1.2.3.1. Mal Üretimi | 4 |
| 1.2.3.2. Hizmet Üretimi | 4 |
| 1.2.4. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma | 5 |
| 1.2.5. Mal Üretim Akışına Göre Üretim | 5 |
| 1.2.5.1. Sipariş Üretimi | 5 |
| 1.2.5.2. Kitle Halinde Üretim | 6 |
| 1.2.6. Üretim Stratejileri | 6 |
| 1.2.7. Üretim Kararları | 7 |
| 1.3. ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ | 7 |
| 1.3.1. Üretim Planlaması Tanımı | 7 |

| | |
|---|----|
| 1.3.2. Üretim Planlamada Yer Alan Üretim Faaliyetleri | 8 |
| 1.3.2.1. Üretim Kısıtlarının Optimum Kullanımı | 8 |
| 1.3.2.2. Ürün Tespiti ve Üretim Sistemi | 8 |
| 1.3.2.3. Zaman Faktörü | |
| 1.3.2.4. Üretim Planlarının Hazırlanması ve Sorumluluğu | 9 |
| 1.3.2.5. Üretim Planlamasının Kontrolü | 9 |
| 1.3.3. Üretim Planının Hazırlanması | 9 |
| 1.3.4. Üretim Planları Bölümleri | 10 |
| 1.3.4.1. Üretim Bütçeleri | 10 |
| 1.3.4.2. Üretim Programları | 10 |
| 1.3.4.2.1. Üretim Miktarının Programlanması | 10 |
| 1.3.4.2.2. Makine, Teçhizat ve Aletlerin Programlanması | 11 |
| 1.3.4.2.3. Hammadde ve Malzeme Programlanması | 11 |
| 1.3.4.2.4. Personelin Programlanması | 12 |
| 1.3.5. Üretim Planlamasının Yararları | 12 |

2. BÖLÜM

STOK

| | |
|--|----|
| 2.1. TANIM VE KAVRAM | 13 |
| 2.2. STOKLARIN SINIFLANDIRILMASI | 13 |
| 2.2.1. Hammaddeler | 13 |
| 2.2.2. Yarı Mamuller | 13 |
| 2.2.3. Hazır Parçalar | 14 |
| 2.2.4. Tamamlanmış Ürünler | 14 |
| 2.3. STOK MALİYET GİDERLERİ | 14 |
| 2.4. STOK KONTROL YÖNTEMLERİ | 15 |
| 2.4.1. Tam Zamanında Üretim (J.I.T.) | 15 |
| 2.4.1.1. Tam Zamanlı Üretimin Dayandığı Temeller | 16 |

3. BÖLÜM

DİNAMİK PROGRAMLAMA

| | |
|--|----|
| 3.1. DETERMİNİSTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA | 18 |
| 3.1.1. Dinamik Programlama Kavramı | 18 |
| 3.1.2. Posta Arabası Problemi (En Kısa Yol Problemi) | 19 |
| 3.1.2.1. Problemin Ağaç Çizilemiyle Çözümü | 21 |
| 3.1.2.2. Dinamik Programlama yaklaşımıyla Çözüm | 23 |
| 3.1.2.3. Dinamik Programlamanın Temel Kavramları | 27 |
| 3.1.2.4. Geriye Doğru Çözüm Yaklaşımı | 28 |
| 3.1.3. Sırt Çantası Problemi (Yükleme Problemi) | 29 |
| 3.1.4. Sistem Güvenilirliği Problemi | 34 |
| 3.1.5. Üretim Stok Planlaması | 46 |
| 3.2. OLASILIKLI DİNAMİK PROGRAMLAMA | 47 |
| 3.3. DİNAMİK PROGRAMLAMANIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI | 48 |

4. BÖLÜM

UYGULAMA

| | |
|--|----|
| 4.1. BATI MAKİNE SANAYİİ İŞLETME TANITIMI | 51 |
| 4.2. BATI MAKİNE SANAYİİ'NDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK UYGULAMASI | 52 |
| 4.2.1. Sorunun Formülasyonu | 54 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2. Planlama | 56 |
| 4.3. SONUÇ | 72 |
| 4.4. TALEP VE STOK MİKTARINDAKİ DEĞİŞMELERİN ÜRETİM PLANI ÜZERİNE ETKİSİ | 74 |



ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1 Posta Arabası Problemi | 20 |
| Şekil 2 Ağaç Çizilemi | 22 |
| Şekil 3 Güvenilirlik Problemi İçin Aşamaların Gösterimi | 37 |
| Şekil 4 Geriye Doğru Üretim Stok Çözüm Çizilemi | 43 |
| Şekil 5 Olasılıklı Dinamik Programlamaya İlişkin Temel Yapı | 49 |
| Şekil 6 Dinamik Programlama Çözüm Çizilemi | 55 |
| Şekil 7 Aylara Göre Talep Üretim İlişkisi | 73 |
| Şekil 8 Aylara Göre Stok Üretim İlişkisi | 73 |



GİRİŞ

Ülke ekonomisi için büyük önem taşıyan kaliteli mal üretiminin stokla birlikte düşünülmesi çoğu zaman kaçınılmazdır. Talep dalgalanmalarının çok görüldüğü ürünler için talepleri karşılamak çoğu zaman elde stok bulundurmaya mümkündür. Stokların da bir maliyet taşıdığı göz önüne alındığında stok miktarı büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada Batı Makine Sanayii'nde üretim stok planlaması gerçekleştirilmiştir. Bu planlama gerçekleştirilirken kullanılan yöntem dinamik programlama yaklaşımıdır. Dinamik programlama yaklaşımı ardışık karar aşamalarına sahip problemlerin çözümü için etkin bir yöntemdir.



1. BÖLÜM

ÜRETİM

1.1. ÜRETİM YÖNETİMİ

1.1.1. Üretim Yönetiminin Önemi

Dünya tarihinde toplumların en az kendilerine yetecek kadar mal ve hizmet üretmeleri hayatlarını devam ettirmelerini doğrudan etkilemiş önemli bir etmen olmuştur. Önceleri sadece yaşamlarını sürdürebilmek için mal ve hizmet üreten toplumlarda artan nüfusla birlikte daha çok ve daha kaliteli hizmet üretme ihtiyacı doğmuştur. Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha kaliteli ve daha çok mal ve hizmet üretme çabaları başlamış ve bu çabalar günden güne artmıştır.

Günümüzde ise kaliteli mal ve hizmet üretimi gelişmişliğin bir simgesi olmuş ve bir ülkenin kalkınma gücü ve refah seviyesinin önemli bir ölçütü haline gelmiştir. Bu açıdan kaliteli mal ve hizmet üretiminde " Üretim Yönetimi " olarak ifade edilen bilim dalının önemi büyüktür.

1.1.2. Üretim Yönetiminin Tanımı

1770'lerde Adam Smith'in, 1830'larda Charles Babbage'nin, 19. yüzyıl ortalarında F. Taylor'un ve 1930'larda W. Shewart'ın çalışmalarıyla büyük katkı sağladıkları üretim yönetimi; işletmenin elindeki hammadde, makine ve işçilik faktörlerinin belirli miktardaki ürünün istenilen kalitede, istenilen zamanda ve mümkün olan en düşük maliyetle üretimi sağlayacak şekilde bir araya getirilmesidir.

Üretim kısıtları altında yüksek miktarda, istenilen kalitede, zamanda ve fiyatta ürün üretmek, gerçekleştirilmesi oldukça zor bir iştir. Üretim miktarını

artırmak satışları olumlu etkilemenin yanında taşıma ve depolama masraflarını arttırmaktadır. Dolayısıyla üretim sorunu çok yönlü bir sorundur ve yönetici bu sorunu en iyi bir şekilde çözmek zorundadır.

Üretim yönetiminin önemli konularından biri maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonunu sağlamaktır. Bu sorunlar için doğrusal programlama ve dinamik programlama çok sık kullanılmaktadır.

1.1.3. Üretim Yönetiminin Amaçları

Bir birim ürün üretmek için kullanılan faktörlerin oluşturduğu maliyeti "input", ve ortaya çıkan ürünün getirisini ise " output " olarak ifade ettiğimizde $output / input$ oranını maksimum seviyede tutmak üretim yönetimi biliminin amacıdır.

Ayrıca, üretim yönetimi işletme için minimum maliyeti veya maksimum karı sağlayacak şekilde hangi üründen hangi üretim düzeyinde, hangi kalitede, nerede ve kim tarafından üretileceği sorularına cevap aramanın yanında tüketici isteklerinin de optimum düzeyde karşılanmasını amaçlar.

1.2. ÜRETİM KAVRAMLARI

1.2.1. Üretim

Ekonomistler tarafından "fayda yaratmak" olarak tanımlanan üretim, mühendisler tarafından ise "bir fiziksel varlık üzerinde, onun değerini artıracak bir değişiklik yapmayı veya hammadde veya yarı mamulleri kullanılabilir bir mamule dönüştürme" olarak tanımlanır.

Üretimi fayda sağlayan ürün veya hizmet yaratmak olarak tanımladığımızda, üretim en basit olarak,

1. Toprak (Hammadde),
2. İşçilik,
3. Sermaye,

faktörlerinden oluşmaktadır.

1.2.2. Üretim İşleminin Tarihi Gelişimi

1. İkel üretim düzeni,
2. El işi sanayi (zanaatkarlık),
3. Ev sanayi (sipariş) sistem,
4. Endüstri devri (makinalı üretim),
 - a) Makinalı üretim (imalathane) sistemi,
 - b) Modern endüstride üretim sistemi (fabrikasyon) şeklindedir.

1.2.3. Üretim Çeşitleri

1.2.3.1. Mal Üretimi

Tüketici ihtiyacını karşılamak amacıyla hammadde veya hammaddelerin işlenmesiyle oluşan ürünler mal üretimi olarak ifade edilebilir.

1.2.3.2. Hizmet Üretimi

Hizmet, bir kimsenin diğer bir kimseye belirli bir fiyattan sunabileceği, genellikle soyut olan faaliyet veya yarardır ve herhangi bir şeyin mülkiyeti ile sonuçlanmaz.

Hizmet üretimi, endüstriyel kullanıcılara yada tüketicilere pazarlandığı zaman istem doyumunu yaratan soyut faaliyet üretimi olarak tanımlanır.

Bankacılık, otel işletmeciliği ve ulaşım hizmet üretimine birer örnektir.

1.2.4. Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

a) Birincil (= primer) Üretim : Doğadaki hammaddelerin tüketime sunulmak amacıyla çıkarılmasını sağlayan üretimdir. Maden işletmeciliği ve orman işletmeciliği birer örnektir.

b) Analitik Üretim : Temel hammaddelerin bazı işlemlerden geçirilerek oluşturulan ürün üretimidir. Ayçiçekten çiçek yağı, ham petrolden benzin ve şeker pancarından şeker üretimi gibi.

c) Sentetik Üretim : Doğadaki hammaddelerin birleştirici işlemlerden geçirilerek yapılan ürün üretimidir. Plastik ve cam üretimi gibi.

d) Fabrikasyon Üretim : Hammaddelere şekil verme yolu ile yeni ürün üretilmesidir. Döküm, tornalama ve presleme gibi.

e) Montaj Üretimi : Çeşitli hammadde, yarı mamul ve parçaların sistematik biçimde bir araya getirilerek gerçekleştirilen ürün üretimidir. Otomobil, televizyon ve beyaz eşya üretimi gibi.

1.2.5. Mal Üretim Akışına Göre Üretim

Mal üretimi üretim akışı açısından iki ana başlık altında toplanabilirler . :

A) Sipariş Üretimi,

B) Kitle Üretimi

1.2.5.1. Sipariş Üretimi

Sipariş üretiminde asıl olan müşteri talepleri doğrultusunda üretim yapmaktır. Sipariş üretimi üzerine üretim yapan işletmelerde farklı dönemlerde farklı üretim prosesleri ve farklı üretim düzeni söz konusu olabilir.

Sipariş üretiminde ürünler tüketiciyi memnun etmesi bakımından kaliteli olmakla birlikte proseslerdeki değişikliğin ve aylak zamanların değerlendirilemediği durumda maliyetler çok yüksek olabilir.

Bu tip işletmelere örnek olarak tekstil işletmeleri, ayakkabı imalathaneleri ve inşaat şirketleri verilebilir.

1.2.5.2. Kitle Halinde Üretim

Geniş pazar payına sahip işletmeler pazar paylarını kaybetmemek ve daha fazla tüketiciye ulaşmak için çok miktarda ürün üretmek zorundadırlar. Böyle büyük işletmeler için üretim kitle halinde (seri üretim) olmak zorundadır.

1.2.6. Üretim Stratejileri

- Firmanın sürekli büyümesini sağlamak,
- Topluma hizmet etmek,
- Kaliteli mal üretmek,
- İleri teknoloji kullanmak,
- Ortaklara daha fazla kar payı dağıtmak,
- Çalışanların hayat standartlarını yükseltmek,
- Firmanın prestijini artırmak,
- Kar etmek,
- Organizasyonu geliştirmek,
- Prodüktiviteyi artırmak,
- Tüketiciyi memnun etmektir.

¹ KOBU Bülent; Üretim Yönetimi; İstanbul 1994; Sayfa 45,46

1.2.7. Üretim Kararları

a) Proses : Üretilcek ürünün nasıl üretileceği, üretim sisteminin ne olacağı, fabrika yerleşim planı ile ilgili kararları,

b) Kapasite : Ne kadar mal üretileceği ve çalışma düzeni ile ilgili kararlar,

c) Stoklar : Stok miktarları ile ilgili kararlar,

d) İşgücü : İşgücünün en etkin bir şekilde kullanılmasıyla ilgili kararlar,

e) Kalite : Ürün kalitesi ve kalite kontrol ile ilgili kararlar

üretim kararlarını oluşturur.

1.3. ÜRETİM PLANLAMASI VE KONTROLÜ

1.3.1. Üretim Planlaması Tanımı

İşletmelerin, ellerindeki üretim kısıtları (hammadde veya yarı mamul, işçilik, mevcut makine ve teçhizat) ile en iyi üretimi sağlayabilmesi için bu kısıtları en verimli şekilde kullanması gerekmektedir. Kullanılmayan hammadde veya yarı mamul, atıl kalan makine ve teçhizat, verimli değerlendirilmeyen işçilik üretim miktarını ve kalitesini düşürerek karı azaltmakla birlikte büyük ölçüde maliyeti de artırmaktadır. Hem tüketiciyi hem de üreticiyi memnun etme amacı güden üretim planlaması; işletmede üretim kısıtlarının verimli bir şekilde kullanılmasını, bu kısıtlar ile hangi üründen ne miktarda, hangi metotlarla,

nerede ve nasıl üretileceğini gösteren tasarı yada modele denir. Üretim planlaması her bir üretim faaliyeti için ayrı başlıklarda incelenir.

1.3.2. Üretim Planlamada Yer Alan Üretim Faaliyetleri

1.3.2.1. Üretim Kısıtlarının Optimum Kullanımı

İşletmenin elindeki makine ve teçhizatların ve işgücünün en etkin bir şekilde kullanılması her üretim unsurunun üretim içinde en uygun şekilde planlanmasıyla mümkündür.

Makine ve teçhizatın üretim aşamalarının en uygun yerinde üretimi kolaylaştırıcı ve üretim miktarını artıracak şekilde yerleştirilmesi, işgücünün ise verimi artırıcı bir şekilde kalifiye derecelerine göre dağıtılması gerekmektedir. Üretim unsurlarının üretim işleminde kusursuz bir akış göstermeleri işletme için büyük önem taşımaktadır. Bu sorunlar üretim planlaması tarafından göz önüne alınır.

1.3.2.2. Ürün Tespiti ve Üretim Sistemi

Hangi nitelikteki hangi ürünün nasıl üretileceği işletme için ilk düşünülmesi gereken sorunlardandır. İşletme imkanları dahilinde işletme karlılığında düşünerek belli nitelikleri taşıyan bir ürün belirlenmelidir. Üretilmesi planlanan ürün belirlenirken Pazar payı, işletmenin pazarlama ve satış ağı, üretim için gerekli hammadde veya yarı mamule ulaşım, pazara ulaşım gibi sorunlar göz önüne alınmalıdır.

Ayrıca ürüne karar verildikten sonra üretim sistemine yani sipariş üretimi veya kitle üretimine karar verilmelidir.

1.3.2.3. Zaman Faktörü

İşletme için zaman ifadesi yapılan planlama zamanı ve üretim zamanını içerir. Planlama zamanı ürünün üretilmesi ile ilgili kısa orta veya uzun vadeli planları içerir. Üretim zamanı ise ürün üretimine ne zaman başlanıp ne zaman sonlandırılacağı, iş istasyonlarında yapılacak işlemlerin sürelerini içerir.

1.3.2.4. Üretim Planlarının Hazırlanması ve Sorumluluğu

Yapılan planların gerçekleştirilmesi, sorunların ortaya çıkarılıp ayıklanması için yöneticilere görev ve sorumlulukların etkin bir şekilde dağıtılması ve yönetimin planlanması bu başlık altında toplanabilir.

1.3.2.5. Üretim Planlamasının Kontrolü

- a) Yapılacak işlerin planda yer alan esasa göre yapılıp yapılmadığının kontrolü,
- b) Tespit edilen zamana uygun üretim faaliyetlerinin kontrolü,
- c) Planda ön görülen iş istasyonları arasındaki koordinasyonun kontrolü,
- d) İşlerin fiilen yapılmasına ilişkin verilen yetkinin kullanılmasının kontrolü ,

Üretim planlamasının kontrolünün ana maddelerini oluşturmaktadır.

1.3.3. Üretim Planının Hazırlanması

Üretim planlarının kolay uygulanabilmesi, üretim için maksimum yarar sağlaması ve kolay kontrol edilmesi bakımından basit ve anlaşılır olması

gerekmektedir. Böyle bir üretim planının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir.

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

1.3.4. Üretim Planları Bölümleri

1.3.4.1. Üretim Bütçeleri

Üretim bütçeleri belirli bir dönemde üretim yapılacak mallarla bu mallara ait giderlerin tahmin ve tespitidir.

1.3.4.2. Üretim Programları

- Üretim hacminin (miktarın) programlanması,
- Makine teçhizat ve aletlerin programlanması,
- Hammadde ve malzemenin planlanması,
- Üretim için gerekli personelin planlanmasını içerir.

1.3.4.2.1. Üretim Miktarının Programlanması

Üretim miktarı işletmenin üretim gücü dikkate alınarak ve pazarlama kısıtı altında talep miktarı doğrultusunda belirlenir. Bilinen veya tahmin edilen talep miktarından daha fazla üretim yapmak depolama ve pazarlama sorunu ile birlikte maliyeti de artırır. Üretim miktarı işletme üretim kapasitesini aştığında marjinal maliyet getirir. Üretim miktarı talebi karşılayamayacak miktarda olduğunda ise yitirilen kazanç söz konusu olur.

İşletme elindeki makine, teçhizat ve işgücü doğrultusunda günlük, haftalık veya aylık maksimum ürün üretme miktarını tespit eder. Belirli dönemlerde mevsimlik veya konjonktürel dalgalanmalar sebebiyle veya sipariş üzerine çalışıldığı durumlarda sipariş miktarının büyük oranlardaki artış ve azalma göstermesiyle birlikte işletme amaçları doğrultusunda işletmenin üretim gücü artırılabilir veya azaltılabilir.

1.3.4.2.2. Makine, Teçhizat ve Aletlerin Programlanması

Üretim programlamasında optimum üretim için makine, teçhizat ve aletlerin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun için de söz konusu üretim faktörlerinin niteliklerini ve kapasitelerini bilmek gerekir.

Makine ve teçhizat programlanmasında yapılması gerekli işler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- a) Makine ve teçhizat kapasitelerini tespit etmek ,
- b) Söz konusu üretim faktörlerinin proses içerisindeki yerlerini belirlemek,
- c) Makine ve teçhizatın iş ve zaman standartlarına göre üretim faaliyetinde bulunmalarını sağlamak ,
- d) Makine ve teçhizatın özelliklerini ve hangi kademede ne işlerde kullanılacağını belirlemek .

1.3.4.2.3. Hammadde ve Malzeme Programlanması

İşletme için üretimin sürekliliğini sağlamada önemli bir faktör de üretim için gerekli hammadde ve malzemeye ihtiyaç duyulduğu an ulaşılabilmesidir. Bu sebeple hammadde ve malzemenin sipariş miktarları, iki sipariş arasındaki süre, depolama sorunları, hammadde ve malzeme standardizasyonu gibi sorunları çözüme ulaştıracak bir programlama yapılmalıdır.

1.3.4.2.4. Personelin Programlanması

Üretim yapmak için işgücüne mutlak ihtiyaç vardır. Eldeki işgücünün veya personelin en verimli bir şekilde çalışmalarını sağlayacak programlama yapılmalıdır. Makine ve teçhizatların kullanılması üretim için son derece önemli olduğundan personel eğitimleri, uzmanlıkları ve yetenekleri doğrultusunda görev ve sorumluluk dağılımı yapılmalıdır. Ayrıca personel sayısının tespiti de işletme için çok önemlidir.

1.3.5. Üretim Planlamasının Yararları

a) İşgücü, makine ve malzemenin rasyonel ölçülere göre üretimde kullanılmasını sağlamak, atıl kapasiteyi ve üretim duraklamalarını önleme ve düzenli bir üretim sistemini gerçekleştirmek.

b) Hammadde ve malzeme mamullerin stoklanma politikasını tespit etmek ve aşırı stok yatırımlarını önlemek.

c) Mevcut işgücü, makine ve diğer üretim unsurlarının üretim faaliyetlerinde görev ve çalışma düzenlerini tespit etmek, üretim aşamaları arasındaki aksaklıkları önleyecek koordinasyonu temin etmek.

d) Üretim hacmini, üretim hacmi ile talep arasındaki dengeyi belirlemek ve üretim maliyetini tespit etmek.

e) Üretim faaliyetlerinde yetki ve sorumlulukları kesin şekilde belirlemek suretiyle karışıklıkları ve yanlış anlamaları ortadan kaldırmak.

f) İşletmenin gerçekleştireceği hedef ve amaçlarının belirlenmesi, buna uygun olarak yapılan iş mahiyetini kavramış bir organizasyon ve şuurlu bir üretim düzenini kurmaktır.

2. BÖLÜM

STOK

2.1. Tanım ve Kavram

Stok, tedarik veya üretim yoluyla elde edilen ve kullanılmadan veya müşteriye hemen arz edilmeden önce az veya çok belirli bir sürede bekletilen mal miktarına denir.

Stok, işletme için üretimi ve işletme karını doğrudan etkileyen bir kavramdır. Üretimin sürekliliğini sağlamak için üretimde kullanılan hammadde ve yarı mamullere ihtiyaç duyulduğunda ulaşmak gerekir. İşletme, hammadde ve yarı mamulleri tedarikçilerden her istediği an temin edemeyeceği ihtimali altında söz konusu üretim faktörlerinden belirli bir miktar stok bulundurmak zorundadır. Aynı zamanda değişen talep doğrultusunda ürettiği ürün için de stok yapması ve her an talepleri karşılaması gerekmektedir.

2.2. Stokların Sınıflandırılması

2.2.1. Hammaddeler

Üretimde kullanılan ve üzerinde işlem yapılan varlıklardır. Örneğin bir akü fabrikasında kullanılan kurşun hammaddedir.

2.2.2. Yarı Mamuller

Daha önce bir üretim aşamasından geçmiş fakat daha tamamlanmamış ve iş istasyonları arasındaki depolarda biriktirilen varlıklardır. Örneğin bir akü

fabrikasında kutulanmış fakat kapakları kapatılmadan bekleyen bir mamul yarı mamul olarak adlandırılır.

2.2.3. Hazır Parçalar

Ürünün bir kısmını oluşturan ve dışarıdan temin edilen mallardır. Bir akü fabrikası için kutu ve kapaklar hazır parçalardır.

2.2.4. Tamamlanmış Ürünler

Üretim aşaması sonunda tüketiciye sunulacak hale gelmiş ürünlerdir. Bunların tekrar işlenmesi söz konusu olmadığından diğer stok çeşitlerine nazaran depolama faaliyetleri daha basit ve kontrolleri daha kolaydır.

2.3. Stok Maliyet Giderleri

Stok maliyet giderleri üç ana başlıkta toplanabilir.

A) Sipariş Maliyeti : Sipariş edilen envanterlerin neden olduğu maliyetlerdir. Sipariş maliyeti sipariş miktarının çok veya az olmasına bağlı olarak artabilir veya azalabilir.

B) Stok Bulundurma Maliyeti : Stok bulundurmaya bir çok etkene bağlı olarak maliyet içerir. Bunlar;

- Yıpranma ve eskime maliyetleri,
 - Depolama maliyetleri,
 - Taşıma maliyetleri,
 - Vergiler ve faiz masrafları,
- olarak ifade edilebilirler.

C) Stok Bulundurmama Maliyeti : Üretimde kullanılacak malların stoklarının tükenmesi durumunda üretim durmasına yol açabilmesinin

doğuracağı maliyet veya bitmiş ürün için stok tükenmesinde talebi karşılayamamaktan doğan maliyeti içerir.

2.4. Stok kontrol yöntemleri

2.4.1. Tam Zamanında Üretim (J.I.T.)

İlk kez Japonya ' da Toyota fabrikası tarafından 1940 yılların d geliştirilip, uygulamaya konan Tam Zamanında Üretim yaklaşımı , Japonlar'ın savaş sonrası içinde buldukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

"Tam Zamanında" terimi , gerekli parçaların , gerekli olduğu miktarlarda , gerekli görülen kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve yerde üretilmesi durumunu açıklar.

Tam Zamanlı Üretimin amacı ; israfı ortadan kaldırmak , kaliteyi geliştirmek , verimliliği arttırmak , ürünlerde ve üretimde sürekli gelişmeyi sağlamaktır.

Tam Zamanlı Üretim için iki önemli unsur

A) Sıfır stok

B) Sıfır hata

olarak verilir. Ancak bu hedeflere ulaşmak pratik olarak mümkün olmadığından , burada önemli olan , bu iki hedef doğrultusunda sürekli gelişme çabalarını yoğunlaştırmak ve bu yolla israfı önleyip , maliyetleri azaltabilmektir.

2.4.1.1. Tam Zamanlı Üretimin Dayandığı Temeller

- 1) Ürünleri ekonomik üretime yönelik dizayn etmek.
- 2) İmalat akışını kolaylaştırmak için işyeri düzenlemesi yapmak.
- 3) Çalışanları katılımlarını sağlayıcı programlar oluşturmak.
- 4) Doğru veriyi elde etmeye yönelik çalışmalar yapmak.
- 5) Iskartayı azaltmak.
- 6) Stokları azaltmak
- 7) Bütün alanlarda sürekli gelişmeyi sağlamak.

2.4.2. Stok Kontrolünde Kanban Yöntemi

“Tam zamanında “ üretim sadece gerekli parçaların , gerekli olduğu miktarlarda ve gerektiği zaman üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi “ Tam Zamanında “ gerçekleştirebilmenin ön koşulu ise , tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. Tam Zamanlı Üretim ortamında bu işlevi gerçekleştiren sistem Kanban sistemidir.

Kanban sistemi , Tam Zamanlı Üretim ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan yeni bir üretim kontrol (çizelgeleme) yaklaşımıdır.

Üretim kontrol sistemleri , çeken sistemler ve iten sistemler olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılabilir. Klasik sistemler iten sistemlerdir. Bu sistemde üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerlerine dayanır ; bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır ; zaman içinde bu çizelge dikkate

alınarak üretim yapıldığı için , iten sistemler çoğu kez çizelgeye dayalı sistemler ya da çizelgenin ittiği sistemler olarak da adlandırılır. Bu ortamda , üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda , üretim süreçlerinden birinde oluşan bir sorundan ya da talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızla uyum sağlamak kolay değildir. Bu nedenle klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır.

Tam Zamanında Üretim sistemleri ise çeken sistemlerdir. Çeken sistemler sonraki süreçlerin önceki süreçlerden , sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Çeken sistemlerde , üretim çizelgesi sadece son üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi , bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Çeken sistem olarak tanımlanan tam zamanında üretim sistemlerinde kullanılan üretim kontrol aracı kanban sistemidir.

Kanban sisteminde , hangi parçadan ne kadar üretileceği "kanban" adı verilen kartlar üzerinde belirtilmiştir. Kanbanlar daima üretim akışına ters yönde ancak fiziksel birimlerle birlikte sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirine bağlarlar. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirine bağlanması sonucunda ise sadece gereken parçalar , gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu zincirin , işletme dışında satıcılara kadar uzatılması durumunda ise hammadde stokları da kaldırılmış olacaktır.

3. BÖLÜM

DİNAMİK PROGRAMLAMA

3.1. DETERMİNİSTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA

3.1.1. Dinamik Programlama Kavramı

Ardışık ve birbirlerini etkileyen alt problemlere bölünebilen büyük problemleri çözmek için geliştirilmiş bir yöntem olan dinamik programlama, 1950 yılında Richard BELLMAN tarafından geliştirilmiştir.

Dinamik programlama yaklaşımı ile zaman değişkenine sahip problemlerin çözümü yapılabilmektedir. "Dinamik" kelimesinin altında yatan neden de budur.

Dinamik programlama ardışık ve birbirlerini etkileyen bir dizi kararın ayrı ayrı alınabildiği fakat sonuç için bütün olarak düşünülen problemler için geliştirilmiş bir optimizasyon yaklaşımıdır.

Dinamik programlama yaklaşımında amaç, ardışık ve birbirlerini etkileyen alt problemler için optimum kararları bulup ayrı ayrı bulunan sonuçları toplayarak problemi sonuçlandırmak değildir. Dinamik programlama yaklaşımında amaç, asıl problem için optimum sonucu verecek şekilde alt problemler için en iyi kararı bulmaktır. Yani bazı durumlarda alt problemlerde en iyi olmayan bir karar gerçek problem için optimum sonucu sağlayan karar olabilmektedir.

Doğrusal programlama ile benzerlik gösteren dinamik programlama, doğrusal programlama gibi bir çok kısıtlayıcı varsayım içermemesi avantajının yanında standart bir modellemenin yapılamaması dezavantajını da içerir.

Doğrusal programlama yaklaşımı ile maksimum kazanç veya minimum maliyet problemleri çözülebilir.

Dinamik programların en büyük avantajı dinamik yapıdaki problemlerin çözümünde sağladığı kolaylıktır. Örneğin her biri 10 durum içeren 4 karar noktası olan bir problemi çözmek için denem yanılma yöntemi $10^4 = 10000$ mümkün hesaplama gerektireceğinden çözüm çok ağır ve sıkıcı olacaktır. Ancak dinamik programlama ile bu hesaplamalar $4 \times 10 = 40$ ' a indirilebilir. Bir çok karar noktası içeren son derece büyük karar problemleri için dinamik programlama büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Dinamik programlama özellikle üretim planlaması, envanter kontrolü, yenileme, yatırım planlaması, kaynakların dağıtımı, ulaştırma, yükleme problemleri gibi sorunlarda çok geniş ve yaygın bir uygulama alanına sahiptir.

Dinamik programlama problemlerinin çözümü için kullanılacak özel bir model yoktur. Bu yüzden dinamik programlama problemlerinin her biri için ayrı ayrı çözüm yaklaşımları mevcuttur. Dinamik programlama kavramları da izleyen " Posta Arabası Problemi " ile açıklanmaya çalışılmıştır.

3.1.2. POSTA ARABASI PROBLEMİ (EN KISA YOL PROBLEMİ)

Aynı zamanda " En kısa Yol " problemi olan "Posta Arabası Problemi"nde en kısa yol veya en ucuz yolun bulunması amaçlanmaktadır.

Örnek problemde Dinamik Programlama yaklaşımı , optimalite prensibi ve Dinamik Programlama kavramları açıklamaya çalışılmıştır.

ÖRNEK : (Lawrencel , Lapin ; Javanovich , Harcourt Brace ; Quantative Methots For Business Decision ; 1978 Atlanta , p: 662-671)

19. y.y başlarında New York' ta yaşayan Bay Tom Wysaker California' ya gitmeye karar verir. Zamanın tek ulaşım aracı posta arabasıdır. Bay Tom Wysaker California' ya yolculuğundaki her bir yol şekil 1 de gösterilmiştir.

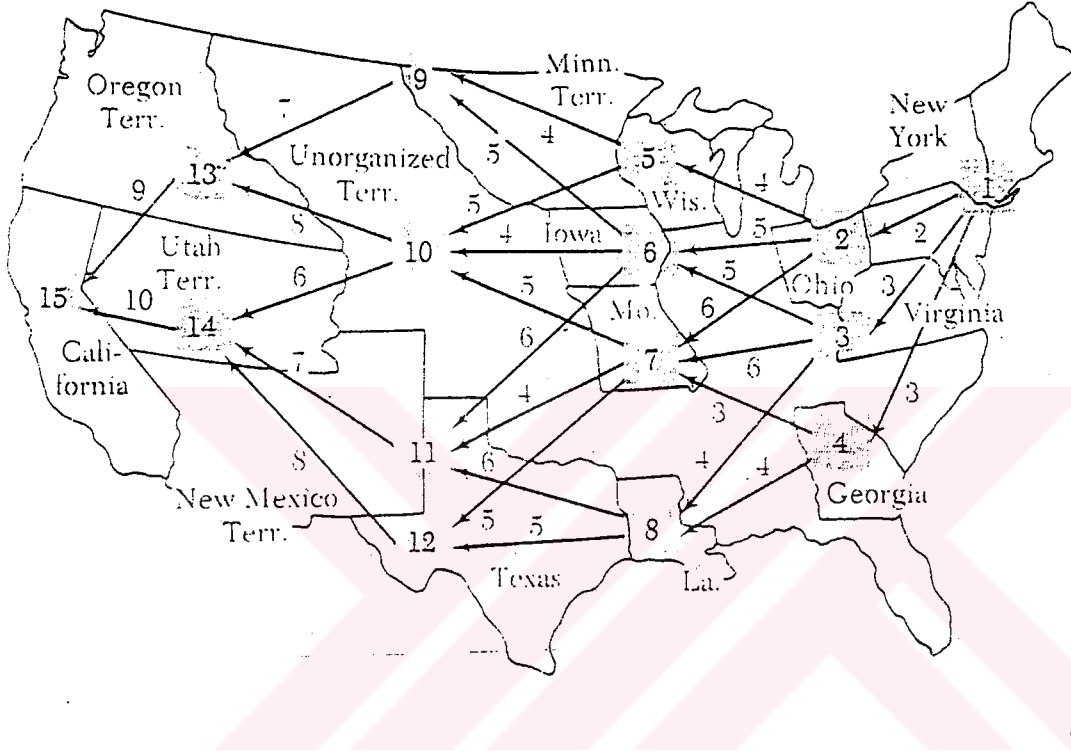
AŞAMA5

AŞAMA4

AŞAMA3

AŞAMA2

AŞAMA1



Şekil 1: Posta arabası problemi

Şekilde her bir kare bir "şehri simgelemektedir. Bay Tom Wysaker hangi yolu izlerse izlesin, California'ya 5 aşamalık bir yolu vardır. Yani New York'tan yola çıkan Bay Tom Wysaker ilk kararı New York'tan yola çıkmadan önce verecektir, daha sonra verdiği ilk karara bağlı olarak 2,3,4 durumundan (şehir) birine vardığında ikinci kararı verdiği şehirde 5,6,7,8 durumlarına varmak için yapacaktır, bu şekilde 5 karar verecek olan Bay Tom Wysaker 5 aşamada California'ya varmış olacaktır. Her bir posta arabası yolu bir durumda (şehirde) başlar ve bir diğerinde sona erer. Böylece, her bir birbirini izleyen karar noktası sonra gelen yolculuk için bir başlama durumunu temsil eder. Posta arabası yolculuğu kızılderililer, haydutlar, su baskınları, orman yangınları ve bufaloların

sebepler oldukları şeklinde sıralayabileceğimiz tehlikelerle doludur. Bu yüzden Bay Tom Wysaker yolculuğa başlamadan önce hayat sigortası poliçesi almaya karar verir. Poliçe maliyeti seçilen yola bağlıdır ve seçilen yolun tehlikesiyle orantılıdır.

Şekilde okların yanındaki rakamlar bir durumdan diğer bir duruma gitmenin poliçe maliyetini ifade etmektedir.

3.1.2.1. Problemin Ağaç Çizilemiyle Çözümü

Ağaç çizilemi veya karar ağacı , bir başlangıç noktasından itibaren olası durumları bu noktanın dalları olarak gösterip , daha sonra her bir dalın uzantısıyla erişilen durumu yeni bir nokta kabul ederek , buna bağlı durumları tekrar dallandırıp karşılaşılabılır tüm ardışık durumları bir ağacın dalları biçiminde gösterilmesiyle elde edilen şekildir.

Ağaç çizilemi ile olası tüm yollar hesaplanarak problemin çözümü bulunabilir.

Problemimiz için ağaç çizilemi şekil 2 de verilmiştir.

Şekildeki her "□" durumu (şehir) , durumlar arasındaki çizgiler yolları , () içindeki rakamlar o yola ait poliçe maliyetini , "□" şeklinin üstündeki koyu rakamlar o duruma gelmenin poliçe maliyetini ifade eder. Şekilde muhtemel yollar çizildikten sonra geriye doğru minimum poliçe maliyetini veren yol tespit edilmiştir. Üzerinde " = " olan çizgiler minimum poliçe maliyeti için seçilmemesi gereken yolu ifade eder. Ağaç çizilemi sonunda minimum poliçe maliyeti \$26000 olarak bulunur. Minimum poliçe maliyetini veren yol ise ;

1 → 2 → 5 → 9 → 13 → 15

olarak bulunur.

3.1.2.2. Dinamik Programlama yaklaşımıyla Çözüm

En İyi Politika : Optimalitenin Temeli

Bay Tom Wysaker' in amacı minimum maliyetli yaşam sigortasını veren, ardışık 5 posta arabası yolunu seçmektir.

Dinamik programlama tarafından analiz edilmiş çok aşamalı karar probleminde alternatiflerin (yolların) belirli bir ardışık kararı bir " politika " olarak isimlendirilir. Optimal politika karar vericilerin amacını oluşturan birbirini takip eden alternatif durumlardır. Dinamik programlamanın temeli optimallik ilkesindedir ve aşağıdaki gibi ifade edilir ;

Optimallik ilkesi: Optimal politika bir duruma nasıl ulaşıldığına bakılmaksızın sonraki kararlar, o durumun terk edilmesinden sonra optimal bir politikayı oluşturmalıdır.

Bu optimallik ilkesi ile örneğin 10. durumdan çıkan optimal yol 10. duruma nasıl ulaşıldığından bağımsız olarak belirlenmelidir. Hatta 9., 10., 11., ve 12. durumdan çıkan optimal yollarda belirlenmelidir. Bu belirlemeden sonra 7. Durumdan çıkan optimal yol kolaylıkla bulunabilir. Şöyle ki; 7. Durumdan sonra varılabilen 10., 11. ve 12. Durumlarda çıkan optimal yola bu 7. Durumdan bu durumlara varmanın maliyetleri eklenir ve en küçük olan değeri veren yol 7. Durumda çıkan optimal yol olur. Bu şekilde tüm durumlar için yapılan hesaplamalar sonunda optimal yol bulunur.

Problemin Matematiksel Formülasyonu:

Final aşamasında, Bay Tom Wysaker 13. veya 14. durumların birinde olacaktır. Bir sonraki aşamada ise sadece bir durum vardır. Dolayısıyla final aşaması onu 15. Duruma getirecek. Politika 5. Aşamada 14. Durum için 10 bin dolarlık bir dolarlık bir poliçe maliyetini içerir.

Problem için rotasyon aşağıdaki gibi tanımlanır:

$f_n(s) = n$. Aşamada s. durumdaki poliçe maliyeti

$G_{sj} = s$ durumundan j duruma gitmenin poliçe maliyeti

f sembolü bulunan bu değer in amaç fonksiyonunun değeri, s sembolü ise amaç fonksiyonun değerinin sistemin durumuna bağlı olduğunu gösterir. n sembolü de sistem s durumundayken hedefe varmak için n aşamanın kaldığını belirten dinamik bilgiyi vermektedir. (TÜTEK ,H ; GÜMÜŞOĞLU , Ş ; Sayısal Yöntemle ; İstanbul 1994 ; sf:336)

$f_5(13) = \$9$ (5. aşamada 13. durumda iken poliçe maliyeti)

$f_5(14) = \$10$ (5. Aşamada 14. durumda iken poliçe maliyeti)

Problemi yolculuğun son aşamasında başlayarak çözmeye başladığımızda 5. Aşamada minimum poliçe \$ 9 olan $f_5(13)$ tür. 4. Aşamaya gelindiğinde 9., 10., 11. Ve 12. Durumdan 5. Aşamadaki 13. Ve 14. Durumlara varmanın maliyetinin yanı sıra 13. Ve 14. Durumdan 15. Duruma varmanın maliyeti eklenir ve bulunan bu değerler arasından 4. Aşamadaki her bir durum için 15. Duruma varmanın minimum Poliçe maliyetini veren yol belirlenir. Bu işlemler her bir aşama için yapılır ve minimum $f_n(1)$ değeri minimum poliçe maliyetini veren optimal yol belirlenmiş olur. Anlatılan bu yineleme " yineleme ilişkisi " olarak aşağıdaki formülle sağlanır.

$$f_n(S) = \text{Minimum} [C_{sj} + f_{n+1}(j)]$$

Problemin Çözümü

Şekil 1 de verilen 5 aşamalı problemin çözümüne en son (5.) aşamada başlanarak geriye doğru yineleme ilişkisi ile devam edilir ve çözümün sonuna diğer bir değişle sorunun başı olan 1. Aşamaya ulaşılır.

n=5 için;

$$f_5(14)=C_{14,15}=\$10$$

$$f_5(13)=C_{13,15}=\$9$$

olarak bulunur. Problem için son kara noktası 5. Aşama olduğu için bu aşamadan sonra $f_{n+1}(j)$ ile ifade ettiğimiz poliçe maliyeti söz konusu değildir.

n=4 için;

9.,10. Ve 11. Durumlar için 5. Aşamaya varmanın sadece 1 , 10. Durum için 2 mümkün yol mevcuttur. Bu durumlarda Bay Tom Wysaker için minimum poliçe maliyetleri çizelge 1 de elde edilmiştir.

Çizelge 1 Aşama 4

| s | j | | Min F ₄ (j) | Optimal Karar |
|----|-------------------------------------|----|---------------------------|------------------|
| | C _{sj} +f ₅ (j) | | | |
| 9 | 13 | 14 | 16 | 13 |
| 10 | 16 | - | 16 | 14 |
| 11 | 17 | 16 | 17 | 14 |
| 12 | - | 17 | 17 | 14 |
| | - | 18 | 18 | 14 |

n=3 için

Çizelge 2 Aşama 3

| s | j | | | | Min F ₃ (s) | Optimal Karar |
|---|-------------------------------------|----|----|----|---------------------------|------------------|
| | C _{sj} +f ₄ (j) | | | | | |
| 5 | 9 | 10 | 11 | 12 | 20 | 9 |
| 6 | 20 | 21 | - | - | 20 | 10 |
| 7 | 21 | 20 | 23 | - | 21 | 10 veya 11 |
| 8 | - | 21 | 21 | 23 | 23 | 11 veya 12 |
| | - | - | 23 | 23 | 23 | 11 veya 12 |

Çizelgeden de görüleceği gibi 7. durumdan 10. veya 11. duruma gitmekle oluşan min. poliçe maliyeti ile 8. durumdan 11. veya 12. duruma gitmekle oluşan min. poliçe maliyeti birbirine eşittir.

n=2 için

Çizelge 3 Aşama 2

| S | J | | | | Min F ₂ (s) | Optimal Karar |
|---|----|----|----|----|---------------------------|------------------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 2 | 24 | 25 | 27 | - | 24 | 5 |
| 3 | - | 25 | 27 | 27 | 25 | 6 |
| 4 | - | - | 24 | 27 | 24 | 7 |

n=1 için

Çizelge 4 Aşama 1

| S | J | | | Min F ₁ (1) | Optimal Karar |
|---|----|----|----|---------------------------|------------------|
| | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 26 | 28 | 27 | 28 | 2 |

Her aşama için yukarıdaki gibi çizelgeler oluşturulduktan sonra optimal yol en son çizelgeden geriye doğru gidilerek tespit edilir. Çizelge 4 te 1. durumdan 2. duruma gitmenin minimum poliçe maliyetini sağladığı, daha sonra çizelge 3 de 2. durumdan 5. duruma, çizelge 2 de 5. durumdan 9. duruma, çizelge 1 de 9. durumdan 13. duruma, ve son olarak da 13. durumdan 15. duruma gitmenin minimum maliyeti verdiği görülür. Sonuç olarak Bay Tom Wysaker Kaliforniya'ya minimum poliçe maliyetini veren yol olarak

1 → 2 → 5 → 9 → 13 → 15

yolunu belirler. Tom Wysaker'in Kaliforniya'ya gitmesinin minimum poliçe maliyeti de \$26 olarak bulunur.

3.1.2.3. Dinamik Programlamanın Temel Kavramları

Kademe (Aşama – Safha) : Dinamik programlamaya konu olan ardışık karar probleminin her karar noktası kademedir.

Posta arabası probleminde her karar noktası birer kademeyi ifade ediyor. Problemden birbirini takip eden 5 karar noktası yani 5 aşama vardır.

Zaman indisi itibariyle alt problemlere ayrılmış problemde her bir zaman göstergesi birer aşamayı ifade eder. Örneğin üretim – stok planlaması problemi için her ay bir aşamadır.

Durum : Her bir aşamada problemin alabileceği veya değişkenlerin alabileceği değere durum denir. " Posta Arabası " probleminde 1 nolu karar noktasındaki Bay Tom Wysaker için bir sonraki aşama için söz konusu durum 2 nolu (Ohio şehri), 3 nolu (Virginia), 4 nolu (Georgia) karar noktaları 2. Aşamanın durumlarını ifade eder. 3. Aşamada ise 5,6,7,8 nolu şehirler 3. Aşamanın durumlarını ifade eder.

Geçiş Fonksiyonları : Her kademenin bulunabilecek durumlarda verilebilecek karara göre izleyen veya önceki kademenin hangi durumuna gelineceğini belirleyen ilişkilere geçiş fonksiyonları veya durumlar arası geçiş fonksiyonları denir. Optimizasyon problemleri için söz konusu kısıtlar dinamik programlamada geçiş fonksiyonları olarak ifade edilirler.

Ardışık Eniyileme : Problemin çözümüne en son aşamadan başlayarak geriye doğru eniyileme yaklaşımı " Geriye Doğru Eniyileme " veya ilk aşamadan başlayarak ileriye doğru eniyileme yaklaşımı " İleriye Doğru Eniyileme " şeklinde olabilir. Bu çalışmamızda "Geriye Doğru Eniyileme " yaklaşımı üzerinde durulmuştur.

Optimalite İlkesi : Optimal politika bir duruma nasıl ulaşıldığına bakılmaksızın sonraki kararlar, o durumun terk edilmesinden sonra optimal bir politikayı oluşturmak şeklindedir.

3.1.2.3. Geriye Doğru Çözüm Yaklaşımı

Birbirleriyle ilişkili alt problemlere ayrılmış ardışık karar problem için, problemi eniyileyecek değerlerin , n aşamalı bir problem için en son aşamadan (n. aşama) başlanarak ilk aşamaya (1. aşama) doğru ilerlenerek bulunması geriye doğru çözüm yaklaşımıdır . f_n n. aşamanın katkısı olmak üzere geriye doğru çözüm

$$f_n + f_{n-1} + \dots + f_3 + f_2 + f_1$$

şeklindedir.

Her aşamada belirlenecek durumların diğer aşamalarda verilecek kararları etkilediği göz önüne alınırsa , n. aşamada D_n durumuyla başlayan problemin eniyi çözümü

$$D_{n-1} = g_n (X_n , D_n) \text{ kısıtları altında}$$

$$\text{Eniyi } \{ f_n (X_n , D_n) + f_{n-1} (X_{n-1} , D_{n-1}) + \dots + f_1 (X_1 , D_1) \}$$

Karar modeli ile bulunabilir.

Dinamik programlamaya esas olan model , bulunulan durumda benimsenecek eylemle erişilecek durumları belirleyen geçiş fonksiyonlarını kısıt olarak alıp , bunlara göre tüm kademelerdeki katkıları belirleyen amaç fonksiyonu ile genelleştirilmektedir. (KARA , İmdat ; Yöneylem Araştırması; sf : 209)

3.1.3. SIRT ÇANTASI PROBLEMİ (YÜKLEME PROBLEMİ)

Sınırlı taşıma kapasitesi olan taşıyıcının farklı mallarda ne kadarının taşınacağı kararı ile ilgilenen problemler "sirt çantası problemi" olarak adlandırılır.

Aynı zamanda bir yükleme problemi olan söz konusu problemde her bir malın ağırlığı ve bu malların taşınmasıyla sağlanacak kazanç verileri verilmişken sirt çantası probleminde amaç optimizasyonu:

"Toplam ağırlıkları belirli bir değerle sınırlı taşıma kapasitesini aşmaksızın max kazancı sağlayacak şekilde hangi mallardan ne kadar taşınacağına karar vermek" biçimindedir.

Örnek : (Lawrencel, Lapin ; Harcourt Brace Jovanovich Quantative Methots For Business Decisions ; 1978 ; Atlanta sf : 672-678) Amerikalı bir kaçakçı bir bölgeden bir diğerine yasak veya yüksek vergili olduğu için sirt çantası ile kaçak mallar sokmayı planlar. Yolculuğu kayakla yapacağından geçmiş deneyimlerinden güvenli bir şekilde taşıyabileceği max. ağırlığın 10 pound olduğunu biliyor. Her bir malın ağırlığı ve karşılığı olan ücret çizelge 5 aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5 Sirt çantası sorunu

| | Mallar | Kazanç V_n | Ağırlık W_n |
|---|----------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 paket puro | \$ 104 | 2 pound |
| 2 | Külçe altın | \$ 42 | 1 pound |
| 3 | Kürk | \$ 212 | 4 pound |
| 4 | Parfüm | \$ 270 | 5 pound |
| 5 | Radyo Vericisi | \$ 165 | 3 pound |

Problemin Formülasyonu

Kaçakçının böyle bir maksimum kazanç sağlamada farklı mallardan ne kadar taşımayı belirleme problemidir.

- X_n : n. maldan taşınacak miktar sayısı
 N : Mal çeşidi sayısı
 V_n : Bir birim n malının sağlayacağı kazanç
 W_n : Bir birim n malının ağırlığı
 W : Toplam ağırlık limiti

$V_n X_n$ ve $W_n X_n$ n. ürün için toplam kazanç ve toplam ağırlığı ifade eder. tüm mal çeşitleri için bu terimlerin toplamı ağırlık ve kazanç toplamını verir. Genel matematiksel model ,

Maksimizasyon $\sum_{n=1}^N V_n X_n$

Kısıtlar $\sum_{n=1}^N W_n X_n \leq W$

$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$ ve tamsayı şeklinde formüle edilebilir.

Örneğimiz için matematiksel model

Maksimizasyon $[104X_1 + 42X_2 + 212X_3 + 270X_4 + 165X_5]$

Kısıtlar $[2X_1 + 1X_2 + 4X_3 + 5X_4 + 3X_5] \leq 10$

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$ ve tamsayı şeklindedir.

Kaçakçı bu problemi dinamik programlama kullanmaksızın çözmeye çalıştığı durumda pound başına en büyük kazancı sağlayan maldan en fazla yüklemeyi düşünebilir. En büyük kazanç pound başına \$55 ile radyo vericisidir. Her bir verici 3 pound ağırlığında olduğundan 3 tane radyo vericisi yüklemesine rağmen 1 poundluk boş yer kalır ve bu kalan yere 1 pound ağırlığındaki altın külçe

yükleyebilir. Böylece kaçakçı vericiden 3 tane ($X_3=2$) , altın külçeden 1 tane ($X_2=1$) olmak üzere iki çeşit 4 mal yüklenmiş olur ve toplam kazanç \$537 olarak bulunur. Dinamik programlama ile birazdan daha iyi bir politika olabileceği görülecektir.

Dinamik Programlama Çözümü

Problem dinamik programlama ile çözülebilir. Her bir mal çeşidi ayrı ayrı birer aşama olarak ele alınarak yükleme miktarı belirlenir. Her aşamanın başında kullanılmamış çanta kapasitesi durum değişkeni S_n olarak tanımlanabilir. Problemin çözümüne 5. maldan geriye doğru ilerlenerek başlanır.

$$f_5(s) = \max V_5 X_5$$

$$W_5 X_5 \leq S$$

$f_5(s)$ radyo vericisi taşıma miktarının max. olası getirisidir. Bu problem için tekrarlanan ilişki;

$$f_n(s) = \text{Max}[V_n X_n + f_{n+1}(S - W_n X_n)] \quad \text{biçimindedir.}$$

$n=5$ alınarak 5. maldan (radyo vericisi) çantaya yüklenecek miktarı veren çizelge aşağıdaki gibi bulunur.

Çizelge 6 Aşama 5

| X_5 S | 165 X_5 | | | | Max F ₅ (S) | Optimal Karar |
|------------|-----------|-----|-----|-----|---------------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| 0 | 0 | - | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 1 | 0 | - | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 2 | 0 | - | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 3 | 0 | 165 | - | - | 165 | $X_5=1$ |
| 4 | 0 | 165 | - | - | 165 | $X_5=1$ |
| 5 | 0 | 165 | - | - | 165 | $X_5=1$ |
| 6 | 0 | 165 | 330 | - | 330 | $X_5=2^*$ |
| 7 | 0 | 165 | 330 | - | 330 | $X_5=2$ |
| 8 | 0 | 165 | 330 | - | 330 | $X_5=2$ |
| 9 | 0 | 165 | 330 | 495 | 495 | $X_5=3$ |
| 10 | 0 | 165 | 330 | 495 | 495 | $X_5=3$ |

Çizelge 7 Aşama 4

| X_4 S | 270 $X_1 + f_5(S-5X_4)$ | | | Max F ₄ (S) | Optimal Karar |
|------------|-------------------------|-----|-----|---------------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | | |
| 0 | 0 | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 1 | 0 | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 2 | 0 | - | - | 0 | $X_5=0$ |
| 3 | 165 | - | - | 165 | $X_5=0$ |
| 4 | 165 | 212 | - | 212 | $X_5=1$ |
| 5 | 270 | 212 | - | 270 | $X_5=0$ |
| 6 | 330 | 212 | - | 330 | $X_5=0$ |
| 7 | 330 | 377 | - | 377 | $X_5=1$ |
| 8 | 435 | 377 | 424 | 435 | $X_5=0$ |
| 9 | 495 | 482 | 424 | 495 | $X_5=0$ |
| 10 | 540 | 542 | 424 | 542 | $X_5=1^*$ |

Çizelge 8 Aşama 3

| S | X ₃ | 212X ₃ + f ₄ (S-4X ₃) | | | Max F ₃ (S) | Optimal Karar |
|----|----------------|---|-----|---|---------------------------|--------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | | |
| 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | X ₅ =0 |
| 1 | 0 | 0 | - | - | 0 | X ₅ =0 |
| 2 | 0 | 0 | - | - | 0 | X ₅ =0 |
| 3 | 165 | - | - | - | 165 | X ₅ =0 |
| 4 | 165 | 212 | - | - | 212 | X ₅ =1 |
| 5 | 270 | 212 | - | - | 270 | X ₅ =0 |
| 6 | 330 | 212 | - | - | 330 | X ₅ =0 |
| 7 | 330 | 377 | - | - | 377 | X ₅ =1 |
| 8 | 435 | 377 | 424 | - | 435 | X ₅ =0 |
| 9 | 495 | 482 | 424 | - | 495 | X ₅ =0 |
| 10 | 540 | 542 | 424 | - | 542 | X ₅ =1* |

Çizelge 9 Aşama 2

| X ₂ | 42X ₂ + f ₃ (S - X ₂) | | | | | | | | | | | Max F ₂ (S) | Optima l Karar |
|----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------|----------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | X ₂ =0 |
| 1 | 0 | 42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 42 | X ₂ =1 |
| 2 | 0 | 42 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | 84 | X ₂ =2 |
| 3 | 165 | 42 | 84 | 126 | - | - | - | - | - | - | - | 165 | X ₂ =0 |
| 4 | 212 | 207 | 84 | 126 | 168 | - | - | - | - | - | - | 212 | X ₂ =0 |
| 5 | 270 | 254 | 249 | 126 | 168 | 210 | - | - | - | - | - | 270 | X ₂ =0 |
| 6 | 330 | 312 | 296 | 291 | 168 | 210 | 252 | - | - | - | - | 330 | X ₂ =0 |
| 7 | 377 | 372 | 354 | 338 | 333 | 210 | 252 | 294 | - | - | - | 377 | X ₂ =0 |
| 8 | 435 | 419 | 414 | 396 | 380 | 375 | 252 | 294 | 336 | - | - | 435 | X ₂ =0 |
| 9 | 495 | 477 | 461 | 456 | 438 | 422 | 417 | 294 | 336 | 378 | - | 495 | X ₂ =0 |
| 10 | 542 | 537 | 519 | 503 | 498 | 480 | 464 | 459 | 336 | 378 | 420 | 542 | X ₂ =0* |

Çizelge 10 Aşama 1

| X_1 S | $104X_1 + F_2(S-2X_1)$ | | | | | Max $f_1(S)$ | Optimal Karar | |
|------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|------------------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | 5 |
| 10 | 542 | 539 | 538 | 524 | 500 | 520 | 542 | $X_1=0^*$ |

Son çizelgeden başlayıp geriye doğru giderek optimal politika şöyle bulunur;

$X_1=1$ (Bir paket puro)

$X_2=0$ (Külçe altın)

$X_3=1$ (Kürk)

$X_4=0$ (Parfüm)

$X_5=2$ (Radyo vericisi)

Bu şekilde belirlenen optimal politika sonucunda toplam kazanç \$542 olarak sağlanır.

3.1.4. SİSTEM GÜVENİLİRLİĞİ PROBLEMİ

Bir sistemin en yüksek olasılıkla çalışabilmesi için söz konusu sistemi meydana getiren parçaların sayılarının veya destekleyici sistem sayılarının bulunması bir güvenilirlik sorunudur. Söz konusu sorun dinamik programlama yaklaşımı ile çözülebilir. Örneğin bir sistem içinde o sistemin çalışmasıyla ilgili olarak aynı makineden kaç tane olması gerektiği veya bir makineye bağlanması gerekli güç birimi sayıları sorunları güvenilirlik sorunlarıdır. Bu sorunlar için kısıtlar ise aynı makineden - güç kaynağından elimizde bulunan miktarı veya makine- güç kaynağı için ayırabileceğimiz sermaye miktarıdır.

Örnek : (Hamdy A. Taha ; Operation Research An Introduction, Fourth Edition, NewYork, 1987, eg 361, 362, 363)

3 temel makine parçasının oluşumuyla bir elektronik aygıtın tasarlanması söz konusudur. Sistemi oluşturan 3 makine birbirlerine seri bir şekilde bağlanmaktadır. Dolayısıyla sistemin çalışması için her bir makinenin de kesin olarak çalışması gereklidir. Herhangi bir makine çalışmadığı an sistem de çalışmaz. Sistemin çalışmasını en yüksek olasılıkla sağlamak amacıyla her bir makineye aynı görevi yapan yedek bir makine paralel olarak bağlanabilmektedir. Bazı kısıtlar sebebiyle en fazla 3 makine birbirine paralel bağlanabilmektedir. Bağlanan her bir makine sistem güvenilirliğini arttırmanın yanında belirli bir maliyet de getirmektedir. Bu sistemin kurulması için elimizdeki sermaye miktarı ise \$10.000 dır. Aşağıdaki çizelgede her bir makine için çalışma olasılıkları ve maliyet değerleri verilmiştir.

Çizelge 11 Makinelerin çalışma olasılıkları ve maliyet değerleri

| K_j | $j=1$ | | $J=2$ | | $j=3$ | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R_1 | C_1 | R_2 | C_2 | R_3 | C_3 |
| 1 | 0.6 | 1 | 0.7 | 3 | 0.5 | 2 |
| 2 | 0.8 | 2 | 0.8 | 5 | 0.7 | 4 |
| 3 | 0.9 | 3 | 0.9 | 6 | 0.9 | 5 |

$R_j(k_j)$: j. makineden k tane paralel bağlandığında çalışma olasılığı

$C_j(k_j)$: j. makineden k tane paralel bağlandığındaki maliyeti

Söz konusu güvenilirlik problemi için amaç toplam \$10.000 maliyeti aşmayacak şekilde en yüksek sistem güvenilirliğini sağlayan paralel bağlanacak makine sayılarını belirlemektir. Matematiksel model aşağıdaki gibi kurulabilir;

$$\text{Maksimum} \quad R = \sum_{j=1}^N R_j(k_j) \quad (j=1,2,3)$$

$$\text{Maksimum} \quad R = R_1(k_1).R_2(k_2).R_3(k_3)$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{j=1}^N c_j(k_j) \leq C$$

$$c_1(k_1) + c_2(k_2) + c_3(k_3) \leq C$$

Burada; **R** : Toplam güvenilirliği

C : Sistem için ayrılmış maksimum sermaye miktarını
(Problemde sistem için ayrılmış sermaye miktarı \$10.000
C=\$10.000 dir.)

j : Makine tipini ve aşamayı (j=1,2,3 olmak üzere)

y_j Durumu : j, j+1, ..., N. makine tiplerine ayrılmış toplam sermayeyi

k_j : j. makine tipi için paralel bağlanacak makine sayısını

f_j(y_j) : j. makinenin belirli y_j sermayesine bağlı optimal güvenilirliği

ifade etmektedir.

Problem için yineleme ilişkisi aşağıdaki gibidir.

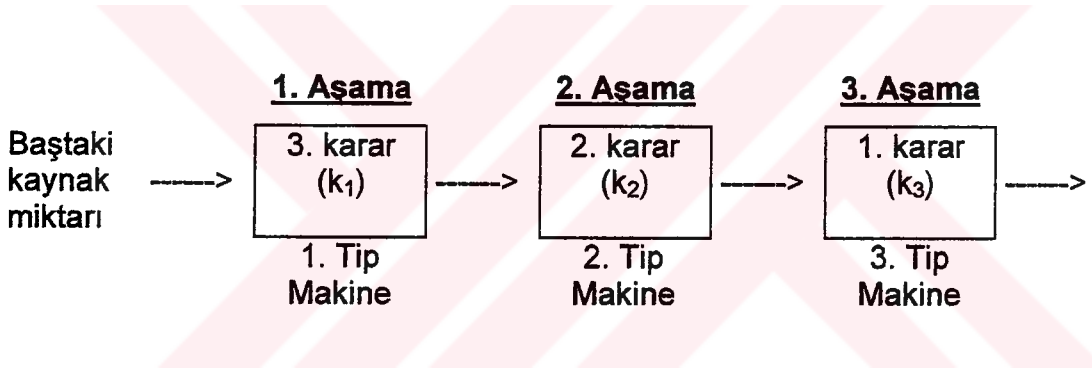
$$f_n(y_n) = \text{Maksimum } [R_N(k_N)]$$

$$\begin{aligned} & k_N \\ & c_N(k_N) \leq y_N \end{aligned}$$

$$f_j(y_j) = \text{Maksimum } [R_j(k_j) \cdot f_{j+1}(y_j - c_j(k_j))]$$

$$j=1,2,\dots,N-1$$

$$\begin{aligned} & k_j \\ & c_j(k_j) \leq y_j \end{aligned}$$



Şekil 3 Güvenirlilik problemi için aşamaların gösterimi

Çözüm aşamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir. 3. aşama için muhtemel y_3 değerleri 2 den başlamıştır çünkü 3. makinenin sistemde en az bir tane bulundurma maliyeti 2 (\$1.000) dir. 3. makine için min 2 birim sermaye ayırmanın yanında en fazla 6 birim sermaye 3. makine tipi için ayrılabilir. Çünkü 2. ve 1. aşama için (2. ve 1. tip makineler için) sırayla minimum 3 ve 1 birim sermayeye ihtiyaç vardır. Bu yüzden ,

"Max Sermaye - Sonraki Aşamalar için Gerekli Min Sermaye" ilgili aşama için ayrılacak max sermaye miktarını verir. Aynı işlem diğer makineler için de yapılır. 2. Aşamada y_2 değeri 2. makine için min. 3 birim sermaye gerektirdiği halde 3. aşamada en az 2 birim sermayeye ihtiyaç olduğundan $3+2=5$ birim olarak

belirlenir. Aynı mantıkla 2. aşama için max. y_2 değeri bir sonraki aşamada en az 1 birim gerektirdiğinden 9 olarak belirlenir.

$j=3$ için

$$f_3(y_3) = \text{Maksimum } [R_3(k_3)]$$

$$k_3=1,2,3$$

Çizelge 12 3. Aşama

| y_3 | $R_3(k_3)$ | | | Max $f_3(y_3)$ | En iyi k_3 |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| | $k_3=1$ R=0.5 , c=2 | $k_3=2$ R=0.7 , c=4 | $k_3=3$ R=0.9 , c=5 | | |
| 2 | 0.5 | - | - | 0.5 | 1 |
| 3 | 0.5 | - | - | 0.5 | 2 |
| 4 | 0.5 | 0.7 | - | 0.7 | 3 |
| 5 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 4 |
| 6 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 4 |

$j=2$ için

$$f_2(y_2) = \text{Maksimum } [R_2(k_2) \cdot f_3[y_2 - c_2(k_2)]]$$

Çizelge 13 2. Aşama

| Y_2 | $R_2(k_2) f_3[y_2 - c_2(k_2)]$ | | | Max $f_2(y_2)$ | En iyi k_2^* |
|-------|--------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| | $k_1=1$ R=0.7 , c=3 | $K_2=2$ R=0.8 , c=5 | $k_3=3$ R=0.9 , c=6 | | |
| 5 | $0.7 \cdot 0.5 = 0.35$ | - | - | 0.35 | 1 |
| 6 | $0.7 \cdot 0.5 = 0.35$ | - | - | 0.35 | 1 |
| 7 | $0.7 \cdot 0.7 = 0.49$ | $0.8 \cdot 0.5 = 0.40$ | - | 0.49 | 1 |
| 8 | $0.7 \cdot 0.9 = 0.63$ | $0.8 \cdot 0.5 = 0.40$ | $0.9 \cdot 0.5 = 0.45$ | 0.63 | 1 |
| 9 | $0.7 \cdot 0.9 = 0.63$ | $0.8 \cdot 0.7 = 0.56$ | $0.9 \cdot 0.5 = 0.45$ | 0.63 | 1 |

j=1 için

$$f_1(y_1) = \text{Maksimum } [R_1(k_1) \cdot f_2[y_1 - c_1(k_1)]]$$

$$k_1 = 1, 2, 3$$

Çizelge 14 1. Aşama

| y_1 | $R_1(k_1) f_2[y_1 - c_1(k_1)]$ | | | Max $f_2(y_2)$ | En iyi k_2^* |
|-------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| | $k_1=1$ | $k_2=2$ | $k_3=3$ | | |
| 6 | $0.6 \cdot 0.35 = 0.210$ | - | - | 0.210 | 1 |
| 7 | $0.6 \cdot 0.35 = 0.210$ | $0.8 \cdot 0.35 = 0.280$ | - | 0.280 | 2 |
| 8 | $0.6 \cdot 0.49 = 0.294$ | $0.8 \cdot 0.35 = 0.280$ | $0.9 \cdot 0.35 = 0.315$ | 0.315 | 3 |
| 9 | $0.6 \cdot 0.63 = 0.378$ | $0.8 \cdot 0.49 = 0.392$ | $0.9 \cdot 0.35 = 0.315$ | 0.392 | 2 |
| 10 | $0.6 \cdot 0.63 = 0.378$ | $0.8 \cdot 0.63 = 0.504$ | $0.9 \cdot 0.49 = 0.441$ | 0.504 | 2 |

Eldeki tüm sermayenin kullanılmasıyla en yüksek güvenilirliği veren elektronik aygıtın tasarımı tamamlanmıştır. Tablolardan geriye doğru optimal tasarım görülebilir.

1. makine tipinden 2 paralel
2. makine tipinden 1 paralel
3. makine tipinden 3 paralel

Birbirleriyle seri bağlanmış bir sistemin güvenilirliği ise 0.504 tür.

3.1.5. ÜRETİM - STOK PLANLAMASI

İşletme için üretim planlaması gelecek üretim dönemleri için zaman faktörü açısından ardışık kararların alındığı bir faaliyettir. Bilinen veya tahminlenen talepler doğrultusunda her bir dönem için üretim miktarları tespit edilmeye çalışılır. Farklı dönemlerde taleplerin farklı miktarlarda olacağı muhakkaktır. Çoğu zamanda belli bir dönem için maksimum üretim miktarı o döneme ait talebi karşılayamaz. Böylesi durumlarda elde mevcut stokların bulunması gereklidir. İşletme için stok bulundurma bir maliyeti içereceğinden ihtiyaç dışı stok gereksiz bir maliyet artışı doğurur. Dolayısıyla işletme karlılığı için; aylık üretim ve stok miktarlarının minimum maliyeti verecek şekilde belirlenmesi gereklidir. İşletme için zaman faktörü içeren bu tip üretim – stok planlaması dinamik bir yapı göstermektedir. Dinamik yapıdaki üretim – stok planlaması dinamik programlama ile çözülebilir.

Dinamik yapıdaki üretim – stok planlaması için çözüm yaklaşımı aşağıda verilen örnek yardımıyla açıklanacaktır.

ÖRNEK (LAPIN Lawrencel ; JOVANOVIICH Harcourt Brace ; Quantative Methots For Business Decision ; 1985 Atlanta ; p. : 683 –686)

Bir ayakkabı imalatçısı talebi karşılayabilmek için dört aylık üretim miktarları minimum maliyeti verecek şekilde belirlemeyi istemektedir. Söz konusu ayakkabı için aylar itibariyle talepler çizelge 15 de verilmiştir.

Çizelge 15 Aylık ayakkabı talep miktarları

| | Aylar (n) | Talep(d_n) |
|-----|-----------|----------------|
| (1) | Ağustos | 100 |
| (2) | Eylül | 200 |
| (3) | Ekim | 300 |
| (4) | Kasım | 400 |

Aylık maksimum 4000 ayakkabı üretebilen üretici ayda en fazla 4000 ayakkabı stoklayabilmektedir. Üretici için bir çift ayakkabı üretmenin maliyeti \$40 ve bir çift ayakkabıyı bir ay stokta bulundurma maliyeti \$5 dir. Ayrıca işletmenin bir aylık sabit giderleri \$2000 dir. Üretim miktarı ve stok miktarına bağlı maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$C(S, X_n) = \begin{cases} 5S + 2000 + 40X_n & ; X_n > 0 \text{ ise} \\ 5S & ; X_n = 0 \text{ ise} \end{cases}$$

Fonksiyonda C maliyeti , S stok miktarını , X_n üretim miktarını göstermektedir.

Üreticinin elinde ağustos ayı başında söz konusu ayakkabıdan hiç yoktur ve kasım ayı sonunda söz konusu ayakkabıdan elinde hiç kalmamasını istemektedir. Bu kısıtlar altında toplam maliyeti minimum yapan üretim planı yapılacaktır.

Problemin Formülasyonu

X_t : t ayındaki üretim miktarı

S_t : t ayının başındaki stok miktarı

D_t : t ayı talep miktarı

c : Birim malı bir ay stokta bulundurma maliyeti

t = 1 , 2 , 3 , 4 olmak üzere sırayla ağustos , eylül , ekim , kasım aylarını gösterir.

n. dönem için ilişki aşağıdaki gibidir.

$$S_n + X_n - D_n$$

Bu ilişki bir sonraki ay için başlangıç stokunu verir. Eşitlik aşağıda ki gibi verilebilir.

$$S_n + X_n - D_n = S_{n+1}$$

Dördüncü ay sonunda stok miktarı " 0 " olacağından ;

$$S_4 + X_4 - D_4 = 0$$

olur. Problem için tekrarlanan ilişki ;

$$f_n (S) = \text{Minimum} [c (S , X_n) + f_{n+1} (S + X_n - D_n)]$$

şeklindedir.

$f_n (S) =$ Karar vericinin önünde n dönem olduğunda dönem başı envanteri s düzeyinde iken en küçük politika maliyetidir.

Problem için karar modeli :

$$S_n + X_n - D_n = S_{n+1}$$

$$X_n \leq 400$$

$$S_n \leq 500$$

$$X_n , S_n , D_n \geq 0$$

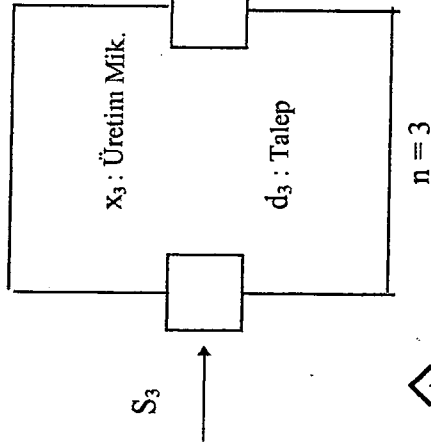
kısıtları altında

4

$$\text{Minimum } X_0 = \sum_{n=1}^4 c_n (X_n , S_n) \quad \text{olarak yazılır.}$$

III. Aşama

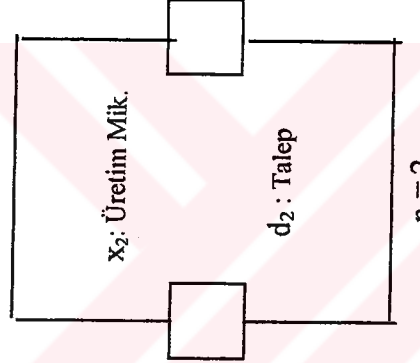
Ocak



III. TEKRAR

II. Aşama

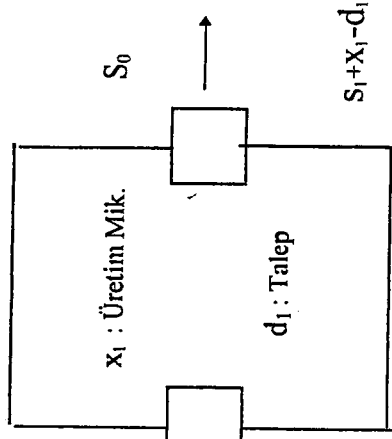
Şubat



II. TEKRAR

I. Aşama

Mart



I. TEKRAR

Geriyeye Doğru Üretim Stok Çözüm Çizilemi

Şekil 4

Şekil 4 te , 3 aşamalı üretim – stok planlaması için dinamik programlama çözüm yaklaşımı görülmektedir.

Problemin çözümü

Problemin çözümüne 4. Aşamadan başlanır. Dördüncü aşamanın başında bir önceki aydan 0,100,200,300 veya 400 çift ayakkabı stoklanmış olabilir. Ancak 4. Dönem sonunda stok kalmaması istendiğinden üretim miktarları sırasıyla 400,300,200 ve 0 olacaktır. Verilen stok ve üretim miktarına bağlı olarak maliyet çizelge 16 da verilmiştir.

n=4 için

4.Aşama

Çizelge 16

| S | $f_4(S)$ | Optimal Seçim |
|-----|----------|---------------|
| → 0 | 18000 | $X_4=400^*$ |
| 100 | 14500 | $X_4=300$ |
| 200 | 11000 | $X_4=200$ |
| 300 | 7500 | $X_4=100$ |
| 400 | 2000 | $X_4=0$ |

n=3 için

3. aşamada dönem başı muhtemel stok miktarları ve üretim miktarları bir önceki aşamaya devreden miktarın stok miktarı olarak değerlendirildiği üretim planı için maliyetlerin toplamı olarak verilmiştir. Örneğin $S_3 = 200$ $X_3 = 100$ için verilen değer bir önceki aşamada bulunan maliyet (18000) ile bu aşamadaki maliyet (7000) toplamıdır (25000). 3. ve daha sonraki aşamalarda dönem başı stok miktarı için minimum maliyeti veren üretim miktarı bir sonraki aşama için göz önüne alacağımız değerler olacaktır. 3. Aşama için hesaplamalar çizelge 17 de verilmiştir.

Çizelge 17 3. Aşama

| S | X ₃ | C(S,X ₃)+f ₄ (S+X ₃ -300) | | | | | Min f ₃ (S) | Optimal Seçim |
|-----|----------------|---|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------------------|
| | | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | | |
| 0 | --- | --- | --- | --- | 32000 | 32500 | 32000 | X ₃ =300 |
| 100 | --- | --- | --- | 28500 | 29000 | 29500 | 28500 | X ₃ =200 |
| 200 | --- | --- | 25000 | 25500 | 26000 | 26500 | 25000 | X ₃ =100 |
| 300 | --- | 19500 | 22000 | 22500 | 23000 | 21500 | 19500 | X ₃ =0 |
| 400 | --- | 16500 | 19000 | 19500 | 18000 | --- | 16500 | X ₃ =0 |
| 500 | --- | 13500 | 16000 | 14500 | --- | --- | 13500 | X ₃ =0 |

n=2 için

2. aşama için olası stok miktarları ve bağlı olarak üretim miktarları minimum maliyetlerle birlikte çizelge 18 de verilmiştir.

Çizelge 18 2. Aşama

| S | X ₂ | C(S,X ₂)+f ₃ (S+X ₂ -200) | | | | | Min f ₂ (S) | Optimal Seçim |
|-----|----------------|---|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------------------|
| | | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | | |
| 0 | --- | --- | --- | 42000 | 42500 | 43000 | 42000 | X ₂ =200 |
| 100 | --- | --- | 38500 | 39000 | 39500 | 38000 | 38000 | X ₂ =400 |
| 200 | --- | 33000 | 35500 | 36000 | 34500 | 35500 | 33000 | X ₂ =0 |
| 300 | --- | 30000 | 32500 | 31000 | 32000 | 33000 | 30000 | X ₂ =0 |

n=1 için

Son aşama olan 1. aşamada dönem başı (ağustos ayı başı) stok miktarının sıfır olması istendiğinden $S = 0$ için farklı üretim miktarları bakımından minimum maliyet incelenmiştir. Hesaplamalar çizelge 19 verilmiştir.

Çizelge 19 1. Aşama

| S | X ₁ | C(S,X ₁)+f ₂ (S+X ₁ -300) | | | | Min f ₂ (S) | Optimal Seçim |
|---|----------------|---|-------|-------|------|---------------------------|---------------------|
| | | 0 | 100 | 200 | 300 | | |
| 0 | — | 48000 | 48000 | 47000 | 4800 | 47000 | X ₁ =300 |

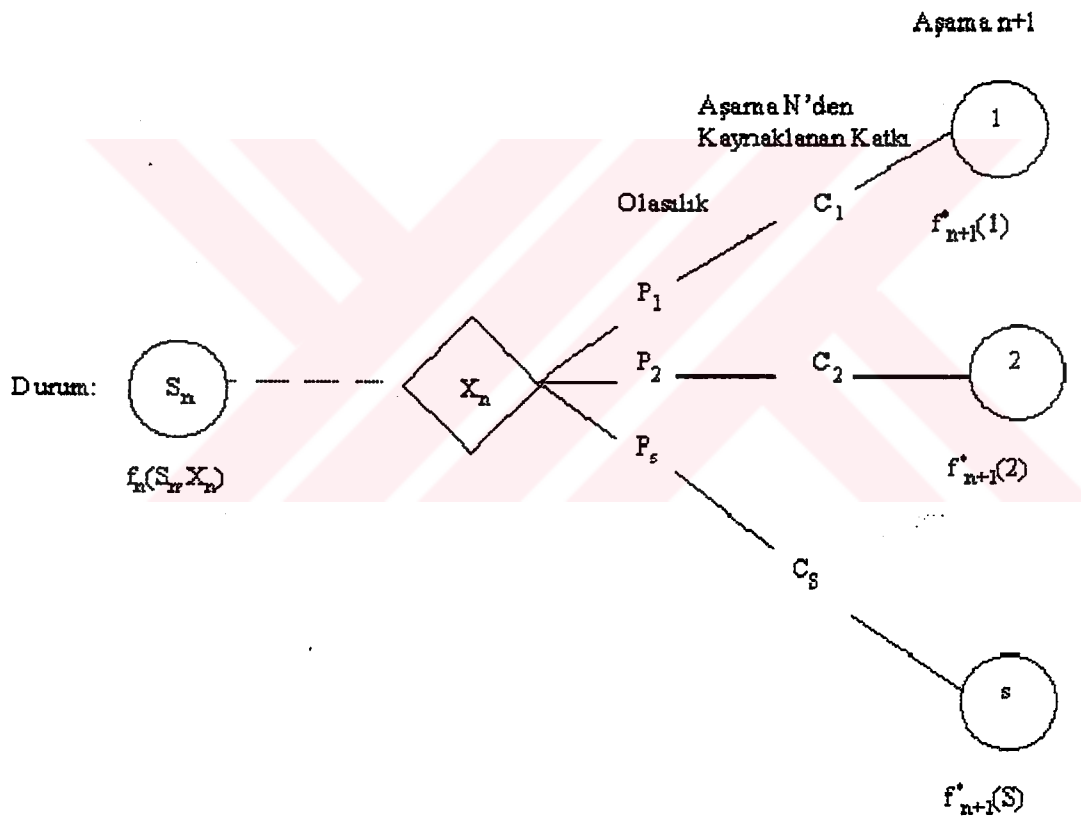
Sonuç olarak çizelgeler geriye doğru değerlendirilerek minimum maliyetli üretim planı bulunmuş olur. 1. Aşamadan da görüldüğü gibi minimum maliyet 47000 dir. 1. aşmaya 0 stokla başlayıp 300 birim ayakkabı üretmelidir, 2. aşamaya 200 birim stokla başlanacağından minimum maliyeti veren üretim miktarı 0 olarak bulunur , benzer şekilde 3. Aşamada 300, 4. Aşamada 400 birim üretildiğinde minimum maliyetli üretim planı elde edilmiş olur. Özet olarak üretim planı aşağıdaki gibi oluşur :

Ağustos ayı için 1000
Eylül ayı için 0
Ekim ayı için 300
Kasım ayı için 400

3.2. OLASILIKLI DİNAMİK PROGRAMLAMA

Olasılıklı dinamik programlama deterministik dinamik programlamadan farklı olarak bir kademenin içinde bulunulan durumuna göre verilecek kararla izleyen kademenin gelinecek durumu belirli , ancak içinde bulunulan kademedede elde edilecek katkı rassal nitelikte , yani $f_n (X_n , S_n)$ ler rassal değişkendir. Aşağıdaki şekilde olasılıklı dinamik programlama genel yapısı görülmektedir.

Aşama n



Olasılıklı Dinamik Programlamaya İlişkin Temel Yapı

ŞEKİL 5

$N : (n + 1)$. kademedeki mümkün durumların sayısını

P_1, P_2, \dots, P_N : n. Kademedeki S_n durumu ve X_n kararı verilmişken mümkün N durumla ilgili olasılıkları

C_i : n. Aşamanın söz konusu durumlarda amaç denklemine katkısını

f^* : optimum politikaları ifade eder.

Olasılıklı dinamik programlamada amaç fonksiyonu ;

$$f_n (S_n , X_n) = \sum_{i=1}^N P_i [C_i + f_{n+1}^* (i)]$$

şeklindedir ve burada

$$f_{n+1}^* (S_{n+1}) = \text{Min}_{X_{n+1}} f_{n+1}^* (S_{n+1} , X_{n+1}) =$$

olacaktır.

3.3.DİNAMİK PROGRAMLAMAMANIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Dinamik Programlamanın Avantajları

1. Zor ve karmaşık problem dinamik programlama yaklaşımı ile birbirleriyle ilişkili alt problemlere ayrılarak daha kolay bir şekilde çözülebilir. Dinamik programlamanın bu avantajı özellikle üretim düzeltme ve planlama gibi ardışık kararlar içeren problemler için çok önemlidir.

2. Dinamik programlamanın diğer matematiksel programlama problemlerini uygulanabilen bir esnek yapısı vardır dolayısıyla dinamik programlama bir teknikten ziyade bir optimizasyon yaklaşımıdır. Amaç fonksiyonundaki her bir değişken bir aşamada belirlenebilir. Tamsayılı programlama problemleri ve

doğrusal olmayan tamsayılı programlama problemleri dinamik programlama yaklaşımıyla çözülebilir.

3. Dinamik programlama deterministik veya stokastik proseslere uygulanabilir.

4. Dinamik programlama hesaplanan prosedürü duyarlılık analizi yapmaya olanak sağlar.

5. Dinamik programlama, problemlerin çözümünde olası tüm seçeneklerin tam sayımı yerine çok daha az hesaplama kolaylığı sağlar. Örneğin 2 değişkenli ve her bir değişken 10 farklı alternatif içeren bir problemin tam sayımı $10^2 = 100$ işlem gerektirir, eğer 4 değişken olursa $10^4 = 10000$, 6 değişken olursa $10^6 = 1000000$ işlem gerektirir. Değişken sayısı arttığında tam sayım çok büyük bir artış göstermektedir. Buna karşın dinamik programlama ile benzer problemlerin çözümünde çok daha az işlem gerektirmenin yanında değişken sayısının 2'den 4'e veya 6'ya arttığı durumda aşama sayısı da 2'den 4'e ve 6'ya artar. Dinamik programlama problemlerinde amaç fonksiyonundaki değişken sayısı kadar aşama vardır.

6. Kimya prosesleri gibi ardışık tipteki problemlerin çözümü sadece dinamik programlama ile olmaktadır.

Dinamik Programlamanın Dezavantajları

1. Dinamik programlama diğer matematiksel programlama tekniklerinden daha zor anlaşılır kavramlara sahiptir, problemin kavranıp uygun bir formülasyon yardımıyla çözülebilmesi için bir uzmana mutlak ihtiyaç vardır.

2. Simplex metod gibi genel bir algoritması yoktur. Bu yüzden dinamik programlama için yazılmış paket programlar çok az sayıda olmasına

rağmen bu paket programlar çoğu durumda yetersiz kalmakta veya büyük sorunlar içermektedir.

3. Dinamik programlamanın önemli bir dezavantajı da boyutsallık sorunudur. Durum değişkeni ve karar değişkeninin alacağı değerlerin çok sayıda olması her bir aşama için oluşturulacak çizelgelerin boyutunu önemli ölçüde arttırmasına neden olacaktır.



4. BÖLÜM

UYGULAMA

4.1.BATI MAKİNE SANAYİ İŞLETME TANITIMI

Uygulamanın gerçekleştirildiği Batı Makine Kalıp San. Ve Tic. A.Ş. (BMS) 1979 yılında İzmir Bornova' da otomotiv yan sanayi olarak faaliyetlerine başlamıştır. 1982 yılından itibaren faaliyet alanını değiştirerek, seri üretimle çeşitli ebatlarda paslanmaz çelikten tencere, tava ve aksesuarlardan oluşan mutfak setleri imaline başlamıştır. Bu mamuller aktif pazarlama sistemiyle yurt içinde ve yurt dışında tüketicilerin kullanımına sunulmaktadır. Üretiminin % 30' u ihracata yönelik olup sürekli gelişim göstermektedir.

İşletmenin ana hammaddesini 18/10 CrNi paslanmaz çelik oluşturmaktadır ve tamamı yurt dışından, özellikle Almanya' dan ithal edilmektedir. Bunun yanı sıra, bakalit ve plastik malzemeler de kullanılmaktadır. Hammadde makas, pres, tabanlama, taban torna, polisaj, yıkama ve montaj olmak üzere yedi farklı imalat bölümünde, kesme, derin çekme, talaşlı imalat ve montaj işlemleri uygulanmak suretiyle mamule dönüştürülmektedir.

Organizasyonda Bakım Onarım Bölümü, İmalat, Planlama, AR-GE ve Kalite Güvencesi Bölümleri Genel Müdürlüğe bağlı müdürlük statüsünde çalışmalarını sürdürmektedir.

Fabrikada halen çeşitli tiplerde 103 makine/tezgah sürekli çalışır durumda bulunmaktadır. Bunlar giyotin makaslar, hidrolik ve eksantrik presler, polisaj makineleri, torna tezgahları ve punto makineleri, zımpara tezgahları şeklinde gruplandırılabilir.

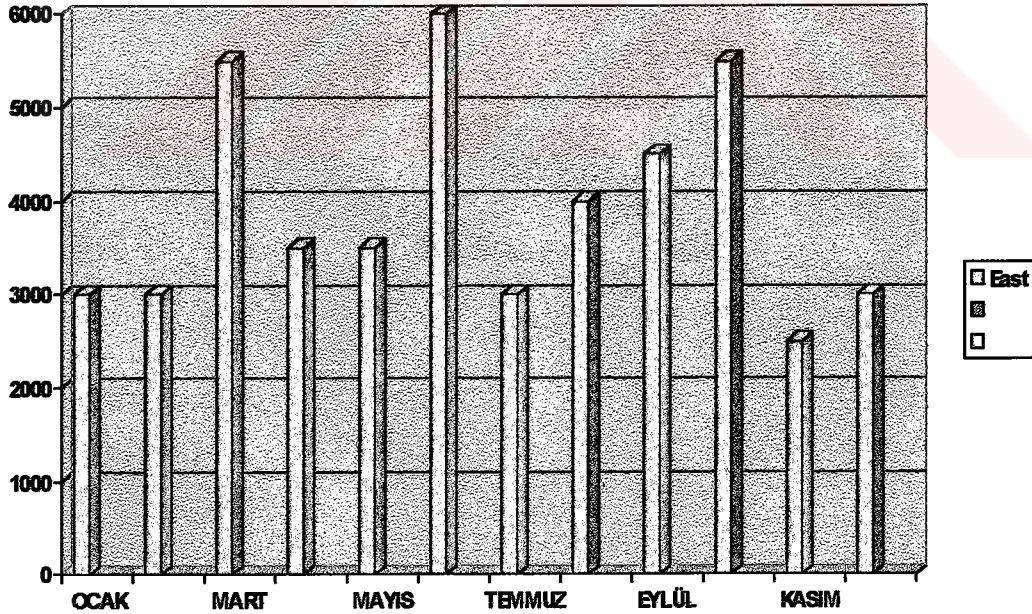
4.2. BATI MAKİNE SANAYİNDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK UYGULAMASI

Bu çalışmada BMS de üretilen “ Büyük Boy Mutfak Seti ” taleplerini karşılayacak üretim planı gerçekleştirilecektir. Bayilerin toplam talepleri 1997 yılı itibariyle aylar için aşağıdaki gibidir. Bayiler talep ettikleri ürünleri her ayın sonu itibariyle almaktadırlar..

Çizelge 20 : Bayilerin aylık talep miktarları

| Dönem (Aşama) | Ocak 1 | Şubat 2 | Mart 3 | Nisan 4 | Mayıs 5 | Haziran 6 | Temmuz 7 | Ağustos 8 |
|----------------|--------|---------|--------|---------|---------|-----------|----------|-----------|
| Talep | 3000 | 3000 | 5500 | 3500 | 3500 | 6000 | 3000 | 4000 |

| Eylül 9 | Ekim 10 | Kasım 11 | Aralık 12 |
|---------|---------|----------|-----------|
| 4500 | 5500 | 2500 | 3000 |



Şekil 5 : Aylara Göre Talep Dağılımı

Aylar itibariyle talep dağılımı Şekil 5'te görüldüğü gibidir. Batı Makine Sanayinde söz konusu üründen bir aylık dönem içinde en fazla 5000 adet

üretilmektedir. Talep dağılımından da görüldüğü gibi bazı aylarda talep maksimum üretim miktarı olan 5000 'den büyüktür. Bu yüzden planlama dönemi içinde stok bulundurmak talepleri karşılayabilmek için kaçınılmazdır. Sorunumuz ise hangi aylarda ne kadar stok bulunduracağımız veya farklı bir ifadeyle aylık üretim miktarlarımızın ne olacağıdır. Ürün için üretim maliyetinin yanında bir birim ürünü stokta tutmanın belli bir maliyeti de vardır. Dolayısıyla stok miktarlarını gelişi güzel belirlemenin doğuracağı maliyet yükü oldukça fazla olabilir. İşletme için amaç minimum üretim maliyeti veren üretim planını tespit etmektir. İşletme bir ay içinde maksimum 5000 ürün üretmenin yanında bir ayda en fazla 3000 ürün stoklayabilmektedir. Sorun yapısı gereği dinamik özellik göstermektedir. Çünkü bir ay için üretim ve stok miktarı sonraki ayların üretim ve stok miktarını etkilemektedir. Sorunun dinamik yapı göstermesi bakımından 12 dönemden oluşan üretim – stok planlaması Dinamik Programlama yardımıyla çözülecektir.

Planlama döneminden önce söz konusu üründen eldeki stok miktarı sıfırdır. Planlama sonunda yani aralık ayı sonunda kış aylarındaki talebin düşük olması sebebiyle , stok miktarının sıfır olması işletme stratejisidir.

1995 – 1996 yıllarını kapsayan aylık üretim miktarları ile maliyet değerleri arasındaki regresyonla bulunan ilişki aşağıdaki gibidir (Bkz. AKDENİZ , Ahmet ; DURMAZ ;Faruk ; The Application Of Production – Stock Balace Model On WMI)

Üretim Maliyet Fonksiyonu : $f(X_n) = 6500 + 18X_n + (1/1000)X_n^2$ (milyon T.L.)

Depolama Maliyet Fonksiyonu : $c=1.2 (D_n)$ (Milyon T.L.)

Maksimum Üretim Miktarı (Her period için) = 5000

Maksimum Stok Miktarı (Her period için) = 3000

Dönem Başı Stok Miktarı = 0

Dönem Sonu Stok Miktarı = 0

4.2.1. SORUNUN FORMULASYONU ;

1. Kademeler (Karar aşamaları) : Burada her ay bir kademedir. 12 kademe vardır. ($j=1,2,\dots,12$)

2. Durum Değişkeni : Her ayın başındaki stoklar durum değişkenleridir.

3. Karar Değişkenleri : Aylık üretim miktarları karar değişkenleridir.

4. Durumlar Arası Geçiş fonksiyonları : Stok, üretim, talep ve izleyen ayın başındaki stokları veren ilişkidir.

5. Katkı fonksiyonu : Üretim maliyeti ve stok maliyeti katkı fonksiyonunu oluşturur.

$j = 12, 11, 10, \dots, 3, 2, 1$ son aydan başlayarak geriye doğru aylar dizini (12:Aralık, 11: Kasım, ..., 1: Ocak)

S_j : j. ayın başındaki stok düzeyi

X_j : j. aydaki üretim miktarı

D_j : j. aydaki talep

c : Birim malı bir ay stoklama maliyeti

$M(X_j)$: X_j birim mal üretim maliyeti ifade eder.

1. AŞAMA

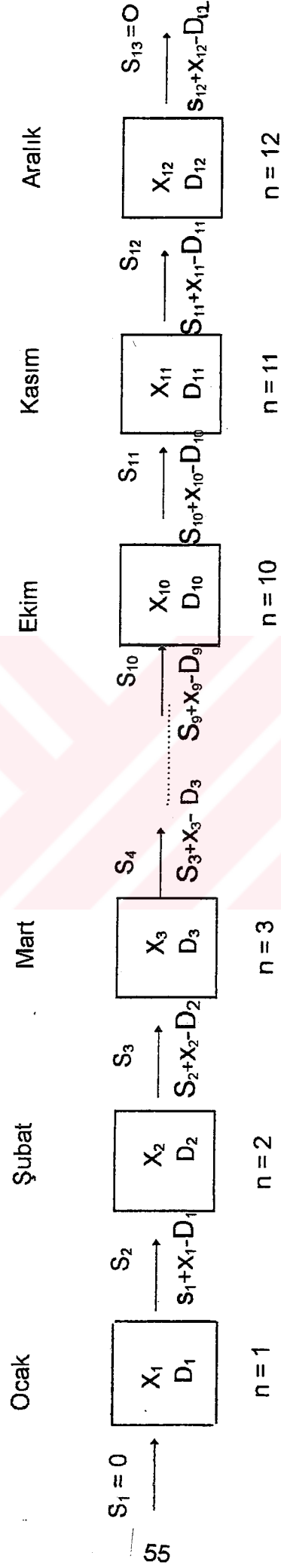
2. AŞAMA

3. AŞAMA

10. AŞAMA

11. AŞAMA

12. AŞAMA



Dinamik Programlama Çözüm Çizilemi

Şekil 6

Şekil 6 problem için dinamik programlama çözümünü göstermektedir.

$$\text{Enk } X_0 = \{ M(X_1) + M(X_2) + cD_2 + M(X_3) + cD_3 + \dots + M(X_{12}) + cD_{12} \}$$

$$\text{Enk } X_0 = \{ M(X_j) + cD_i \quad j=1,2,\dots,12 \quad ; \quad i=2,\dots,11 \}$$

$i=2,\dots,11$ yani 1. aşama (ocak ayı) stok maliyeti bu planlama için amaç fonksiyonuna dahil edilmemiştir Çünkü 1. aşama için verilecek karar 1. aşama stok düzeyi ile ilgilidir (ki bu problemde 0 dir.) .

4.2.2. PLANLAMA

Batı Makine Sanayi çok aşamalı üretim stok planlaması son aşamadan başlayarak geriye doğru dinamik programlama yaklaşımıyla aşağıdaki gibi aşama aşama elde edilir.

Çizelgelerdeki koyu rakamlar başlangıç durum değişkeni belliyken en iyi politikayı veren üretim miktarlarını ifade eder.

12. AŞAMA

$$t=12 \text{ için } ; S_t + X_t - D_t = S_{t-1}$$

$$S_{12} + X_{12} - 3000 = 0$$

$S_{12} + X_{12} = 3000$ kısıtı altında en iyi katkı i çizelge 21 de elde edilmiştir.

Çizelge 21 : 12. Aşama

| D. BAŞI STOK (S ₁₂) | ÜRETİM MİK. (X ₁₂) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------|--------|---------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | |
| 0 | 3000 | 69500 | 0 | 69500 | 0 |
| 500 | 2500 | 57750 | 600 | 58350 | 0 |
| 1000 | 2000 | 46500 | 1200 | 47700 | 0 |
| 1500 | 1500 | 35750 | 1800 | 37550 | 0 |
| 2000 | 1000 | 25500 | 2400 | 27900 | 0 |
| 2500 | 500 | 15750 | 3000 | 18750 | 0 |
| 3000 | 0 | 6500 | 3600 | 10100 | 0 |

11. AŞAMA (t = 11)

$$S_{11} + X_{11} - 2500 = S_{12}$$

Min S₁₁ = 0 ; Max S₁₁ = 3000 olduğundan

$$\text{Max} (S_t + X_t) = \text{Max} (S_1) + 2500 \text{ den,}$$

$$\text{Max} (S_t + X_t) = 5500 \text{ olur.}$$

$$\text{Min} (S_t + X_t) = 0 + 2500 = 2500 \text{ olur}$$

$$2500 \leq X_t + S_t \leq 5500 \text{ dür.}$$

Çizelge 22 : 11.Aşama

| D. BAŞI STOK (S ₁₁) | ÜRETİM MİK.(X ₁₁) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERIOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 2500 | 57750 | 0 | 57750 | 0 | 69500 | 127250 |
| 0 | 3000 | 69500 | 0 | 69500 | 500 | 58350 | 127850 |
| 0 | 3500 | 81750 | 0 | 81750 | 1000 | 47700 | 129450 |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 1500 | 37550 | 132050 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 2000 | 27900 | 135650 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 2500 | 18750 | 140250 |
| 500 | 2000 | 46500 | 600 | 47100 | 0 | 69500 | 116600 |
| 500 | 2500 | 57750 | 600 | 58350 | 500 | 58350 | 116700 |
| 500 | 3000 | 69500 | 600 | 70100 | 1000 | 47700 | 117800 |
| 500 | 3500 | 81750 | 600 | 82350 | 1500 | 37550 | 119900 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 2000 | 27900 | 123000 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 2500 | 18750 | 127100 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 3000 | 10100 | 132200 |
| 1000 | 1500 | 35750 | 1200 | 36950 | 0 | 69500 | 106450 |
| 1000 | 2000 | 46500 | 1200 | 47700 | 500 | 58350 | 106050 |
| 1000 | 2500 | 57750 | 1200 | 58950 | 1000 | 47700 | 106650 |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 1500 | 37550 | 108250 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 2000 | 27900 | 110850 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 2500 | 18750 | 114450 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 3000 | 10100 | 119050 |
| 1500 | 1000 | 25500 | 1800 | 27300 | 0 | 69500 | 96800 |
| 1500 | 1500 | 35750 | 1800 | 37550 | 500 | 58350 | 95900 |
| 1500 | 2000 | 46500 | 1800 | 48300 | 1000 | 47700 | 96000 |
| 1500 | 2500 | 57750 | 1800 | 59550 | 1500 | 37550 | 97100 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 2000 | 27900 | 99200 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 2500 | 18750 | 102300 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 3000 | 10100 | 106400 |
| 2000 | 500 | 15750 | 2400 | 18150 | 0 | 69500 | 87650 |
| 2000 | 1000 | 25500 | 2400 | 27900 | 500 | 58350 | 86250 |
| 2000 | 1500 | 35750 | 2400 | 38150 | 1000 | 47700 | 85850 |
| 2000 | 2000 | 46500 | 2400 | 48900 | 1500 | 37550 | 86450 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 2000 | 27900 | 88050 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 2500 | 18750 | 90650 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 3000 | 10100 | 94250 |
| 2500 | 0 | 6500 | 3000 | 9500 | 0 | 69500 | 79000 |
| 2500 | 500 | 15750 | 3000 | 18750 | 500 | 58350 | 77100 |
| 2500 | 1000 | 25500 | 3000 | 28500 | 1000 | 47700 | 76200 |
| 2500 | 1500 | 35750 | 3000 | 38750 | 1500 | 37550 | 76300 |
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 2000 | 27900 | 77400 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 2500 | 18750 | 79500 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 3000 | 10100 | 82600 |
| 3000 | 0 | 6500 | 3600 | 10100 | 500 | 58350 | 68450 |
| 3000 | 500 | 15750 | 3600 | 19350 | 1000 | 47700 | 67050 |
| 3000 | 1000 | 25500 | 3600 | 29100 | 1500 | 37550 | 66650 |
| 3000 | 1500 | 35750 | 3600 | 39350 | 2000 | 27900 | 67250 |
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 2500 | 18750 | 68850 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 3000 | 10100 | 71450 |

10. AŞAMA

$$S_{10} + X_{10} - D_{10} = S_{11}$$

$$S_{10} + X_{10} - 5500 = S_{11}$$

$$S_{10} + X_{10} = S_{11} + 5500$$

Min $S_{11} = 0$ ve Max $S_{11} = 3000$ olduğunda

$$\text{Min} (S_{10} + X_{10}) = 0 + 5500 = 5500$$

$$\text{Max} (S_{10} + X_{10}) = 8000 \text{ olur}$$

Çünkü max. Üretim 5000'dir ve Ekim ayı talebini karşılayabilmek için min. 500 stokla başlamak gerekir. Döneme max. Stok miktarı olan 3000 ile başlanılsa ve max. Üretim olan 5000 birim mal üretilse bile talep 5500 olduğu için bir sonraki ay için max. 2500 birim stok kalacaktır.

$$5500 \leq (S_{10} + X_{10}) \leq 8000$$

Çizelge 23: 10. Aşama

| D. BAŞI STOK(S ₁₀) | ÜRETİM MIK(X ₁₀) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 0 | 127250 | 249350 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 0 | 127250 | 236200 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 500 | 116600 | 239300 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 0 | 127250 | 223550 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 500 | 116600 | 226150 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 1000 | 106050 | 229350 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------|---------------|---------------|
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 0 | 127250 | 211400 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 500 | 116600 | 213500 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 1000 | 106050 | 216200 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 1500 | 95900 | 219800 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 0 | 127250 | 199750 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 500 | 116600 | 201350 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 1000 | 106050 | 203550 |
| 2500 | 4500 | 107750 | 3000 | 110750 | 1500 | 95900 | 206650 |
| 2500 | 5000 | 121500 | 3000 | 124500 | 2000 | 85850 | 210350 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 0 | 127250 | 188600 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 500 | 116600 | 189700 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 1000 | 106050 | 191400 |
| 3000 | 4000 | 94500 | 3600 | 98100 | 1500 | 95900 | 194000 |
| 3000 | 4500 | 107750 | 3600 | 111350 | 2000 | 85850 | 197200 |
| 3000 | 5000 | 121500 | 3600 | 125100 | 2500 | 66650 | 191750 |

9. AŞAMA (t = 9)

$$S_9 + X_9 - D_9 = S_{10}$$

$$S_9 + X_9 - 4500 = S_{10}$$

$$S_9 + X_9 = S_{10} + 4500$$

Min $S_{10} = 500$ ve Max $S_{10} = 2500$ olduğunda

$$\text{Min} (S_9 + X_9) = 500 + 4500 = 5000$$

$$\text{Max} (S_9 + X_9) = 7500 \text{ olur}$$

$$5000 \leq (S_9 + X_9) \leq 7500 \text{ olur.}$$

Çizelge 24: 9. Aşama

| D. BAŞI STOK(S_9) | ÜRETİM MİK.(X_9) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKİ MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 500 | 249350 | 370850 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 500 | 249350 | 357700 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 1000 | 236200 | 358300 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 500 | 249350 | 345050 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 1000 | 236200 | 345150 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 1500 | 223550 | 346250 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 500 | 249350 | 332900 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 1000 | 236200 | 332500 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 1500 | 223550 | 333100 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 2000 | 211400 | 334700 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 500 | 249350 | 321250 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 1000 | 236200 | 320350 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 1500 | 223550 | 320450 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 2000 | 211400 | 321550 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 2500 | 199750 | 323650 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 500 | 249350 | 310100 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 1000 | 236200 | 308700 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 1500 | 223550 | 308300 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 2000 | 211400 | 308900 |
| 2500 | 4500 | 107750 | 3000 | 110750 | 2500 | 199750 | 310500 |
| 2500 | 5000 | 121500 | 3000 | 124500 | 3000 | 188600 | 313100 |
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 500 | 249350 | 299450 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 1000 | 236200 | 297550 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 1500 | 223550 | 296650 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 2000 | 211400 | 296750 |
| 3000 | 4000 | 94500 | 3600 | 98100 | 2500 | 199750 | 297850 |
| 3000 | 4500 | 107750 | 3600 | 111350 | 3000 | 188600 | 299950 |

8. AŞAMA (t = 8)

$$S_8 + X_8 - D_8 = S_9$$

$$S_8 + X_8 - 4000 = S_9$$

Min (S_9) = 0 ve Max (S_9) = 3000 olduğunda

$$4000 \leq (S_8 + X_8) \leq 7000 \text{ olur.}$$

Çizelge 25 8. Aşama

| D. BAŞI STOK(S _B) | ÜRETİM MİK(X _B) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 0 | 370850 | 465350 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 500 | 357700 | 465450 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 1000 | 345050 | 466550 |
| 500 | 3500 | 81750 | 600 | 82350 | 0 | 370850 | 453200 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 500 | 357700 | 452800 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 1000 | 345050 | 453400 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 1500 | 332500 | 454600 |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 0 | 370850 | 441550 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 500 | 357700 | 440650 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 1000 | 345050 | 440750 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 1500 | 332500 | 441450 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 2000 | 320350 | 443050 |
| 1500 | 2500 | 57750 | 1800 | 59550 | 0 | 370850 | 430400 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 500 | 357700 | 429000 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 1000 | 345050 | 428600 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 1500 | 332500 | 428800 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 2000 | 320350 | 429900 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 2500 | 308300 | 431600 |
| 2000 | 2000 | 46500 | 2400 | 48900 | 0 | 370850 | 419750 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 500 | 357700 | 417850 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 1000 | 345050 | 416950 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 1500 | 332500 | 416650 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 2000 | 320350 | 417250 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 2500 | 308300 | 418450 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 3000 | 296650 | 420550 |
| 2500 | 1500 | 35750 | 3000 | 38750 | 0 | 370850 | 409600 |
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 500 | 357700 | 407200 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 1000 | 345050 | 405800 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 1500 | 332500 | 405000 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 2000 | 320350 | 405100 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 2500 | 308300 | 405800 |
| 2500 | 4500 | 107750 | 3000 | 110750 | 3000 | 296650 | 407400 |
| 3000 | 1000 | 25500 | 3600 | 29100 | 0 | 370850 | 399950 |
| 3000 | 1500 | 35750 | 3600 | 39350 | 500 | 357700 | 397050 |
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 1000 | 345050 | 395150 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 1500 | 332500 | 393850 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 2000 | 320350 | 393450 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 2500 | 308300 | 393650 |
| 3000 | 4000 | 94500 | 3600 | 98100 | 3000 | 296650 | 394750 |

7. AŞAMA (t = 7)

$$S_7 + X_7 - D_7 = S_8$$

$$S_7 + X_7 - 3000 = S_8$$

Min (S_8) = 0 ve Max (S_8) = 3000 olduğunda

$$3000 \leq (S_7 + X_7) \leq 6000 \text{ olur.}$$

Çizelge 26 : 7. Aşama

| D. BAŞI STOK(S_7) | ÜRETİM MİK(X_7) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKİ MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 3000 | 69500 | 0 | 69500 | 0 | 465350 | 534850 |
| 0 | 3500 | 81750 | 0 | 81750 | 500 | 452800 | 534550 |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 1000 | 440650 | 535150 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1500 | 428600 | 536350 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 2000 | 416650 | 538150 |
| 500 | 2500 | 57750 | 600 | 58350 | 0 | 465350 | 523700 |
| 500 | 3000 | 69500 | 600 | 70100 | 500 | 452800 | 522900 |
| 500 | 3500 | 81750 | 600 | 82350 | 1000 | 440650 | 523000 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 1500 | 428600 | 523700 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 2000 | 416650 | 525000 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 2500 | 405000 | 527100 |
| 1000 | 2000 | 46500 | 1200 | 47700 | 0 | 465350 | 513050 |
| 1000 | 2500 | 57750 | 1200 | 58950 | 500 | 452800 | 511750 |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 1000 | 440650 | 511350 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 1500 | 428600 | 511550 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 2000 | 416650 | 512350 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 2500 | 405000 | 513950 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 3000 | 393450 | 516150 |
| 1500 | 1500 | 35750 | 1800 | 37550 | 0 | 465350 | 502900 |
| 1500 | 2000 | 46500 | 1800 | 48300 | 500 | 452800 | 501100 |
| 1500 | 2500 | 57750 | 1800 | 59550 | 1000 | 440650 | 500200 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 1500 | 428600 | 499900 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 2000 | 416650 | 500200 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 2500 | 405000 | 501300 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 3000 | 393450 | 503000 |
| 2000 | 1000 | 25500 | 2400 | 27900 | 0 | 465350 | 493250 |
| 2000 | 1500 | 35750 | 2400 | 38150 | 500 | 452800 | 490950 |
| 2000 | 2000 | 46500 | 2400 | 48900 | 1000 | 440650 | 489550 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 1500 | 428600 | 488750 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 2000 | 416650 | 488550 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 2500 | 405000 | 489150 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 3000 | 393450 | 490350 |
| 2500 | 500 | 15750 | 3000 | 18750 | 0 | 465350 | 484100 |
| 2500 | 1000 | 25500 | 3000 | 28500 | 500 | 452800 | 481300 |
| 2500 | 1500 | 35750 | 3000 | 38750 | 1000 | 440650 | 479400 |
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 1500 | 428600 | 478100 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 2000 | 416650 | 477400 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 2500 | 405000 | 477500 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 3000 | 393450 | 478200 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 3000 | 393450 | 466550 |

6. AŞAMA

$$S_6 + X_6 - D_6 = S_7$$

$$S_6 + X_6 - 6000 = S_7$$

Min (S_7) = 0 ve Max (S_7) = 3000 olduğunda

$$\text{Min} (S_6 + X_6) = \text{Min} (S_7) + 6000 = 6000 \text{ olur}$$

Max ($S_6 + X_6$) = Max (S_6) + 6000 = 9000 gibi elde edilmesine karşın max.

Üretim miktarı bir dönemde 5000 ve max. Stok miktarı 3000 kısıtları altında

Max ($S_6 + X_6$) = 8000 olur. Bu durumda;

$$6000 \leq (S_6 + X_6) \leq 8000 \text{ olur.}$$

Ayrıca Haziran ayındaki talebi karşılayabilmek için bir önceki aydan minimum 1000 tane stok kalmış olması gerekir. Yani Haziran ayı dönem başı stok miktarı minimum 1000 olmalıdır.

Çizelge 27 : 6.Aşama

| D. BAŞI STOK(S_6) | ÜRETİM MIK(X_6) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKİ MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 0 | 534550 | 657250 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 0 | 534550 | 644100 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 500 | 522900 | 646200 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 0 | 534550 | 631450 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 500 | 522900 | 633050 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 1000 | 511350 | 635250 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 0 | 534550 | 619300 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 500 | 522900 | 620400 |
| 2500 | 4500 | 107750 | 3000 | 110750 | 1000 | 511350 | 622100 |
| 2500 | 5000 | 121500 | 3000 | 124500 | 1500 | 499900 | 624400 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 0 | 534550 | 607650 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 500 | 522350 | 607700 |
| 3000 | 4000 | 94500 | 3600 | 98100 | 1000 | 511350 | 609450 |
| 3000 | 4500 | 107750 | 3600 | 111350 | 1500 | 499900 | 611250 |
| 3000 | 5000 | 121500 | 3600 | 125100 | 2000 | 488550 | 613650 |

5. AŞAMA

$$S_5 + X_5 - D_5 = S_6$$

$$S_5 + X_5 - 3500 = S_6$$

Min (S_6) = 1000 ; Max (S_6) = 3000 olduğundan

$$4500 \leq S_5 + X_5 \leq 6000 \text{ olur.}$$

5. aşama için önemli bir kısıt bir sonraki aya en az 1000 adet ürün devretmesidir. Yani mayıs ayı sonunda talep karşılandıktan sonra 1000 adet ürün kalması gerekmektedir.

Çizelge 28: 5. Aşama

| D. BAŞI STOK(S_5) | ÜRETİM MİK(X_5) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1000 | 657250 | 765000 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 1500 | 644100 | 765600 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 1000 | 657250 | 752350 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 1500 | 644200 | 752550 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 2000 | 631450 | 753550 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 1000 | 657250 | 740200 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 1500 | 644200 | 739900 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 2000 | 631450 | 740400 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 2500 | 619300 | 742000 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 1000 | 657250 | 728550 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 1500 | 644100 | 727650 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 2000 | 631450 | 727750 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 2500 | 619300 | 728850 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 3000 | 607700 | 731000 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 1000 | 657350 | 717500 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 1500 | 644100 | 716000 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 2000 | 631450 | 715600 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 2500 | 619300 | 716200 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 3000 | 607700 | 717850 |
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 1000 | 657250 | 706750 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 1500 | 644100 | 704850 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 2000 | 631450 | 703950 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 2500 | 619300 | 704050 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 3000 | 607700 | 705200 |
| 3000 | 1500 | 35750 | 3600 | 39350 | 1000 | 657250 | 696600 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 1500 | 644100 | 694200 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 2000 | 631450 | 692800 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 2500 | 619300 | 692400 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 3000 | 607700 | 693050 |

4. AŞAMA

$$S_4 + X_4 - D_4 = S_5$$

$$S_4 + X_4 - 3500 = S_5$$

Min (S₅) = 0 ; Max (S₅) = 3000 olduğundan

3500 ≤ S₄ + X₄ ≤ 6500 olur.

Çizelge 29 : 4. Aşama

| D. BAŞI STOK(S ₄) | ÜRETİM MİK(X ₄) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERIOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 3500 | 81750 | 0 | 81750 | 0 | 765000 | 846750 |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 500 | 752350 | 846850 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1000 | 739900 | 847650 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 1500 | 727650 | 849150 |
| 500 | 3000 | 69500 | 600 | 70100 | 0 | 765000 | 835100 |
| 500 | 3500 | 81750 | 600 | 82350 | 500 | 752350 | 834700 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 1000 | 739900 | 835000 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 1500 | 727650 | 836000 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 2000 | 715600 | 837700 |
| 1000 | 2500 | 57750 | 1200 | 58950 | 0 | 765000 | 823950 |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 500 | 752350 | 823050 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 1000 | 739900 | 822850 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 1500 | 727650 | 823350 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 2000 | 715600 | 824550 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 2500 | 703950 | 826650 |
| 1500 | 2000 | 46500 | 1800 | 48300 | 0 | 765000 | 813300 |
| 1500 | 2500 | 57750 | 1800 | 59550 | 500 | 752350 | 811900 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 1000 | 739900 | 811200 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 1500 | 727650 | 811200 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 2000 | 715600 | 811900 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 2500 | 703950 | 813500 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 3000 | 692400 | 815700 |
| 2000 | 1500 | 35750 | 2400 | 38150 | 0 | 765000 | 803150 |
| 2000 | 2000 | 46500 | 2400 | 48900 | 500 | 752350 | 801250 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 1000 | 739900 | 800050 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 1500 | 727650 | 799550 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 2000 | 715600 | 799750 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 2500 | 703950 | 800850 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 3000 | 692400 | 802550 |
| 2500 | 1000 | 25500 | 3000 | 28500 | 0 | 765000 | 793500 |
| 2500 | 1500 | 35750 | 3000 | 38750 | 500 | 752350 | 791100 |
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 1000 | 739900 | 789400 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 1500 | 727650 | 788400 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 2000 | 715600 | 788100 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 2500 | 703950 | 788700 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 3000 | 692400 | 789900 |
| 3000 | 500 | 15750 | 3600 | 19350 | 0 | 765000 | 784350 |
| 3000 | 1000 | 25500 | 3600 | 29100 | 500 | 752350 | 781450 |
| 3000 | 1500 | 35750 | 3600 | 39350 | 1000 | 739900 | 779250 |
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 1500 | 727650 | 777750 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 2000 | 715600 | 776950 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 2500 | 703950 | 777050 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 3000 | 692400 | 777750 |

3. AŞAMA

$$S_3 + X_3 - D_3 = S_4$$

$$S_3 + X_3 - 5500 = S_4$$

$$\text{Min}(S_4) = 0 ; \text{Max}(S_4) = 3000$$

$$\text{Min}(S_3 + X_3) = 0 + 5500 = 5500 \text{ olur}$$

$\text{Max}(S_3 + X_3) = 300 + 5500 = 8500$ gibi elde edilmesine karşın maksimum üretim miktarı bir dönemde 5000 ve maksimum stok miktarı 3000 kısıtları altında

$$\text{Max}(S_3 + X_3) = 8000 \text{ olur}$$

$$5500 \leq (S_3 + X_3) \leq 8000$$

Ayrıca Mart ayındaki talebi karşılayabilmek için Mart ayı başında minimum 500 birim ürünün üretilmiş olarak stokta bulunması gerekmektedir.

Çizelge 30 : 3. Aşama

| D. BAŞI STOK(S ₃) | ÜRETİM MİK(X ₃) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 0 | 846750 | 968850 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 0 | 846750 | 955700 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 500 | 834700 | 957400 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 0 | 846750 | 943050 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 500 | 834700 | 944250 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 1000 | 822850 | 946150 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 0 | 846750 | 930900 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 500 | 834700 | 931600 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 1000 | 822850 | 933000 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 1500 | 811200 | 935100 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 0 | 846750 | 919250 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 500 | 834700 | 919450 |
| 2500 | 4000 | 94500 | 3000 | 97500 | 1000 | 822850 | 920350 |
| 2500 | 4500 | 107750 | 3000 | 110750 | 1500 | 811200 | 921950 |
| 2500 | 5000 | 121500 | 3000 | 124500 | 2000 | 799550 | 924050 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 0 | 846750 | 908100 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 500 | 834700 | 907800 |
| 3000 | 3500 | 81750 | 3600 | 85350 | 1000 | 822850 | 908200 |
| 3000 | 4000 | 94500 | 3600 | 98100 | 1500 | 811200 | 909300 |
| 3000 | 4500 | 107750 | 3600 | 111350 | 2000 | 799550 | 910900 |
| 3000 | 5000 | 121500 | 3600 | 125100 | 2500 | 788100 | 913200 |

2. AŞAMA

$$S_2 + X_2 - D_2 = S_3$$

$$S_2 + X_2 - 3000 = S_3$$

Min (S_3) = 500 ; Max (S_3) = 3000 olduğunda

Min ($S_2 + X_2$) = 3500

Max ($S_2 + X_2$) = 6000

$3500 \leq (S_2 + X_2) \leq 6000$

Çizelge 31 : 2. Aşama

| D. BAŞI STOK(S_2) | ÜRETİM MİK(X_2) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 3500 | 81750 | 0 | 81750 | 500 | 968850 | 1050600 |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 1000 | 955700 | 1050200 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1500 | 943050 | 1050800 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 2000 | 930900 | 1052400 |
| 500 | 3000 | 69500 | 600 | 70100 | 500 | 968850 | 1038950 |
| 500 | 3500 | 81750 | 600 | 82350 | 1000 | 955700 | 1038050 |
| 500 | 4000 | 94500 | 600 | 95100 | 1500 | 943050 | 1038150 |
| 500 | 4500 | 107750 | 600 | 108350 | 2000 | 930900 | 1039250 |
| 500 | 5000 | 121500 | 600 | 122100 | 2500 | 919250 | 1041350 |
| 1000 | 2500 | 57750 | 1200 | 58950 | 500 | 968850 | 1027800 |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 1000 | 955700 | 1026400 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 1500 | 943050 | 1026000 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 2000 | 930900 | 1026600 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 2500 | 919250 | 1028200 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 3000 | 907800 | 1030500 |
| 1500 | 2000 | 46500 | 1800 | 48300 | 500 | 968850 | 1017150 |
| 1500 | 2500 | 57750 | 1800 | 59550 | 1000 | 955700 | 1015250 |
| 1500 | 3000 | 69500 | 1800 | 71300 | 1500 | 943050 | 1014350 |
| 1500 | 3500 | 81750 | 1800 | 83550 | 2000 | 930900 | 1014450 |
| 1500 | 4000 | 94500 | 1800 | 96300 | 2500 | 919250 | 1015550 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 3000 | 907800 | 1017350 |
| 2000 | 1500 | 35750 | 2400 | 38150 | 500 | 968850 | 1007000 |
| 2000 | 2000 | 46500 | 2400 | 48900 | 1000 | 955700 | 1004600 |
| 2000 | 2500 | 57750 | 2400 | 60150 | 1500 | 943050 | 1003200 |
| 2000 | 3000 | 69500 | 2400 | 71900 | 2000 | 930900 | 1002800 |
| 2000 | 3500 | 81750 | 2400 | 84150 | 2500 | 919250 | 1003400 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 3000 | 907800 | 1004700 |
| 2500 | 1000 | 25500 | 3000 | 28500 | 500 | 968850 | 997350 |
| 2500 | 1500 | 35750 | 3000 | 38750 | 1000 | 955700 | 994450 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 2500 | 2000 | 46500 | 3000 | 49500 | 1500 | 943050 | 992550 |
| 2500 | 2500 | 57750 | 3000 | 60750 | 2000 | 930900 | 991650 |
| 2500 | 3000 | 69500 | 3000 | 72500 | 2500 | 919250 | 991750 |
| 2500 | 3500 | 81750 | 3000 | 84750 | 3000 | 907800 | 992550 |
| 3000 | 500 | 15750 | 3600 | 19350 | 500 | 968850 | 988200 |
| 3000 | 1000 | 25500 | 3600 | 29100 | 1000 | 955700 | 984800 |
| 3000 | 1500 | 35750 | 3600 | 39350 | 1500 | 943050 | 982400 |
| 3000 | 2000 | 46500 | 3600 | 50100 | 2000 | 930900 | 981000 |
| 3000 | 2500 | 57750 | 3600 | 61350 | 2500 | 919250 | 980600 |
| 3000 | 3000 | 69500 | 3600 | 73100 | 3000 | 907800 | 980900 |

1. AŞAMA

$$S_1 + X_1 - D_1 = S_2$$

$$S_1 + X_1 - 3000 = S_2$$

Min (S_2) = 0 ; Max (S_2) = 3000 olduğunda

$$3000 \leq (S_1 + X_1) \leq 5000$$

olur. Çünkü Ocak ayı başında stok miktarı sıfırdır.

Çizelge 32 : 1. Aşama

| D. BAŞI STOK(S ₁) | ÜRETİM MIK(X ₁) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERIOD SONU STOK | SONRAKI MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------|--------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 3000 | 69500 | 0 | 69500 | 0 | 1050200 | 1119700 |
| 0 | 3500 | 81.750 | 0 | 81750 | 500 | 1038050 | 1119800 |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 1000 | 1026000 | 1120500 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1500 | 1014350 | 1122100 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 2000 | 1002800 | 1124300 |

SONUÇ:

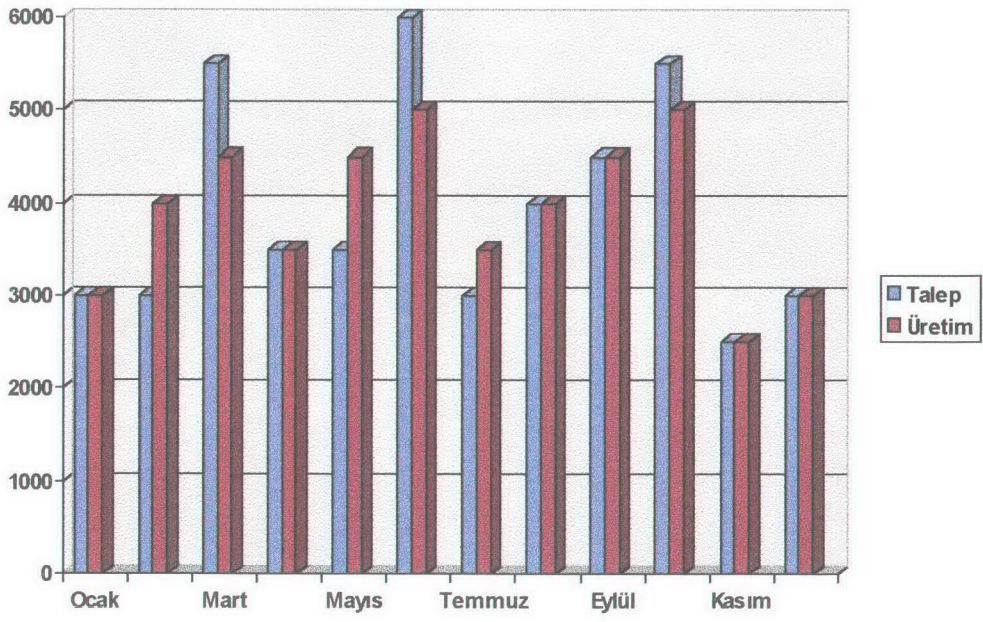
Her bir ay için oluşturulan çizelgeler yardımıyla en son çizelgeden minimum maliyeti veren üretim miktarları ve dönem başı stok miktarları geriye doğru gidilerek elde edilir. En son çizelge için dönem başı stok miktarı "0" olduğu durumda minimum maliyet 3000 adet mal üretildiğinde sağlanır. Bu plana göre ocak ayı sonunda stok miktarı "0" olacaktır. Bir sonraki ayda dönem başı stok miktarının "0" olduğu durumundaki üretim miktarı ise çizelge 31 yardımıyla 4000 olarak bulunur. Planda şubat ayı için 4000 adet ürün üretileceği belirlendiğinde mart ayı için dönem başı stok miktarının 1000 adet olacağı öngörülür. Bu öngörüm ile çizelge 30 'dan mart ayı için üretim miktarının 4500 adet alması planlanır. Geriye doğru yapılan tekrarlamalar ile çizelge 33 ' te verilen üretim planı elde edilir.

Çizelge 33 : Batı Makine Sanayii Üretim Planı

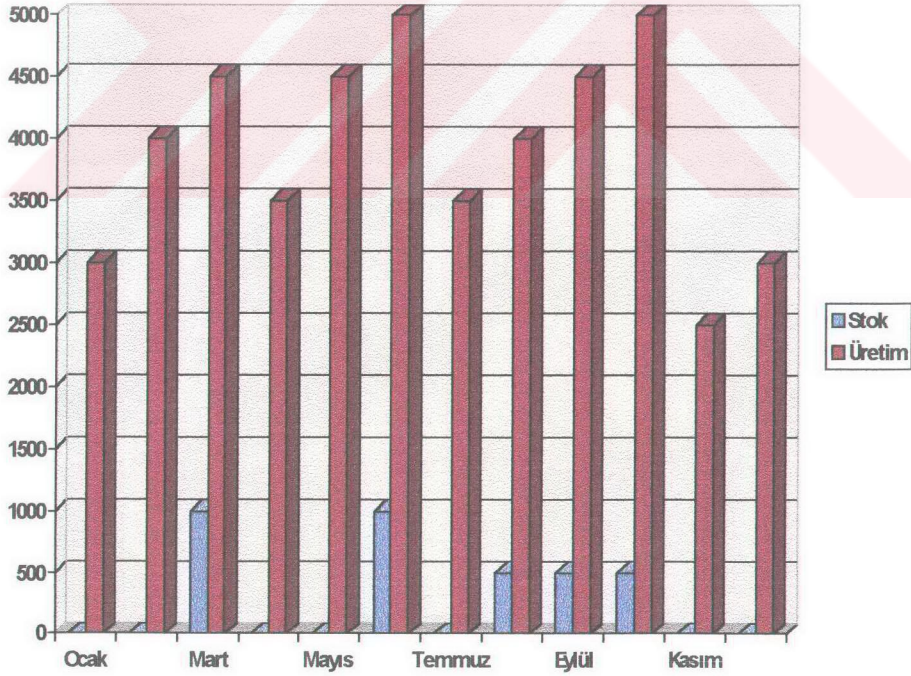
| | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz |
|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|
| Stok | 0 | 0 | 1000 | 0 | 0 | 1000 | 0 |
| Üretim | 3000 | 4000 | 4500 | 3500 | 4500 | 5000 | 3500 |

| | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Stok | 500 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| Üretim | 4000 | 4500 | 5000 | 2500 | 3000 |

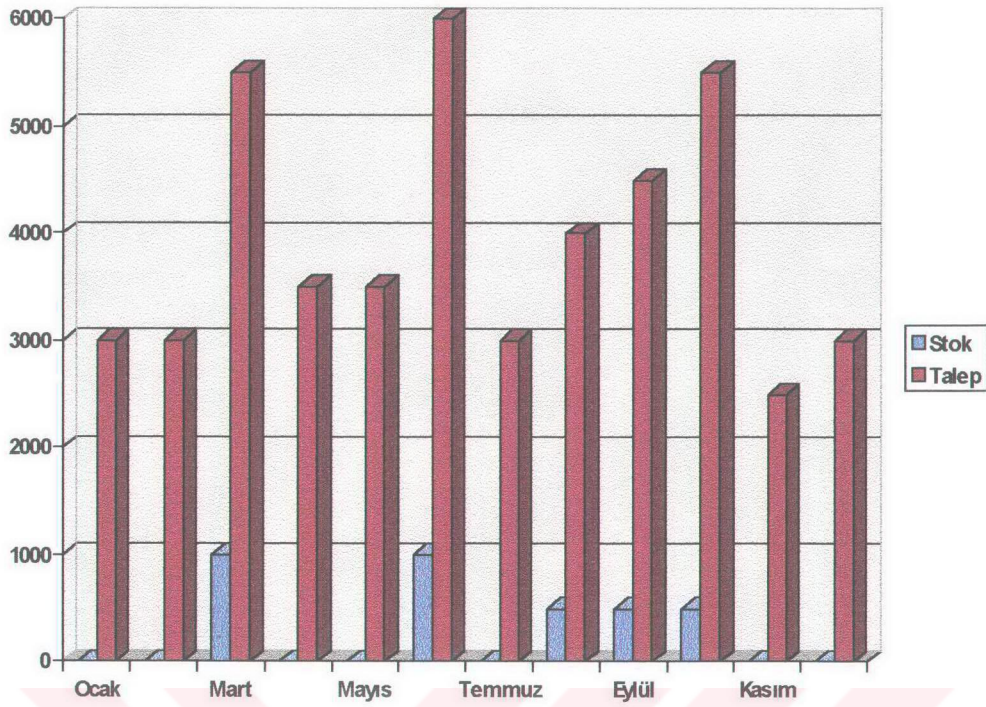
Şekil 8 , 9 , 10 ' da sırasıyla aylara göre Talep –Üretim , Stok – Üretim , Stok – Talep ilişkisi verilmiştir.



Şekil7 : Aylara Göre Talep Üretim İlişkisi



Şekil 8 : Aylara Göre Stok Üretim İlişkisi



Şekil 9 : Aylara Göre Stok Talep İlişkisi

4.4 Talep Ve Stok Miktarındaki Değişmelerin Üretim Planı Üzerine Etkisi

İşletme için planlama döneminde ,talep ve stok miktarındaki değişmelerin planlamaya olan etkisi önem taşımaktadır. Talep veya stok miktarındaki değişmelerin üretim planını nasıl etkileyeceği , maliyetlerde nasıl bir değişiklik olacağı yöneticiler tarafından belirlenmesi gereklidir. Bu anlamda, yapılan uygulama için durumlar incelenecektir.

1.Aylık talep miktarı değişmesi

1.Durum

Şubat ayı sonuna gelindiğinde mart ayı talep miktarı 5500 birimden 6000 birime çıktığında üretim planı nasıl değişir?

Plan : Şubat ayı sonuna gelindiğinde mart ayındaki talebi karşılayabilme için durum değişkenimize bağlı olarak üretim miktarını 500 birim arttırmalıyız. Mart ayı içinde 5000 adet ürün üretmeliyiz.

2.Durum

İşletme ocak ayı sonuna geldiğinde Mart ayı talep miktarı 5500 ' den 6000 'e çıktığında üretim planımız nasıl olur?

Plan : Mart ayı durum değişkeni şubat ayı tarafından belirleneceğinden şubat ayında göz önüne alarak 2 aşamalı çözüm yapılır. Çizelge 34 mart ayı için , çizelge 35 şubat ayı için planlamayı içerir.

Çizelge 34

| D. BAŞI STOK (S2) | ÜRETİM MİK. (X2) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKİ MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 0 | 846750 | 969450 |
| 1500 | 4500 | 107750 | 1800 | 109550 | 0 | 846750 | 956300 |
| 1500 | 5000 | 121500 | 1800 | 123300 | 500 | 834700 | 958000 |
| 2000 | 4000 | 94500 | 2400 | 96900 | 0 | 846750 | 943650 |
| 2000 | 4500 | 107750 | 2400 | 110150 | 500 | 834700 | 944850 |
| 2000 | 5000 | 121500 | 2400 | 123900 | 1000 | 822850 | 946750 |

Çizelge 35

| D. BAŞI STOK (S2) | ÜRETİM MİK. (X2) | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD SONU STOK | SONRAKİ MALİYET | TOPLAM MALİYET |
|----------------------|---------------------|-------------------------|------|--------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | | | |
| 0 | 4000 | 94500 | 0 | 94500 | 1000 | 969450 | 1063950 |
| 0 | 4500 | 107750 | 0 | 107750 | 1500 | 956300 | 1064050 |
| 0 | 5000 | 121500 | 0 | 121500 | 2000 | 943650 | 1065150 |

Çizelge 35 te sözkonusu durum için üretim planı şubat ayı için 4000 ve çizelge 34'ten mart ayı için 5000 olarak bulunur.

2. Stok Miktarı Değişmesi

İşletme temmuz ayında iken plan dahilinde bir sonraki aya 500 birim ürün devretmesi öngörülmüşken , ürünü bayilere dağıtamamaktan veya talepteki ani azalmadan ötürü 1000 birim mal devrettiği durumda ağustos ayı üretim planımız nasıl etkilenir?

Plan : Ağustos ayı başında stok miktarımız 1000 olarak belirlendiğinden , stok miktarına bağlı olarak üretim miktarları arasında minimum olan plan belirlenir. Çizelge 36 bu planı içermektedir. Çizelge 36 ' dan ağustos ayı için üretim miktarı 3500 olarak bulunur.

Çizelge 36

| D. BAŞI | ÜRETİM | MALİYETLER (MİLYON TL.) | | | PERİOD | SONRAKI | TOPLAM |
|-----------|-----------|-------------------------|------|--------|-----------|---------|---------|
| STOK (S2) | MİK. (X2) | ÜRETİM | STOK | TOPLAM | SONU STOK | MALİYET | MALİYET |
| 1000 | 3000 | 69500 | 1200 | 70700 | 0 | 370850 | 441550 |
| 1000 | 3500 | 81750 | 1200 | 82950 | 500 | 357700 | 440650 |
| 1000 | 4000 | 94500 | 1200 | 95700 | 1000 | 345050 | 440750 |
| 1000 | 4500 | 107750 | 1200 | 108950 | 1500 | 332500 | 441450 |
| 1000 | 5000 | 121500 | 1200 | 122700 | 2000 | 320350 | 443050 |

SONUÇ

Çok aşamalı üretim stok planlaması için dinamik programlama yaklaşımı optimum çözüm için etkin bir yöntemdir.

Bunun yanında dinamik programlama bir standart modele sahip olmadığından sorun çözmede uzmanlık isteyen bir optimizasyon yaklaşımıdır. Ayrıca en önemli sorunlarından biri boyutsallığın doğurduğu sorundur.



KAYNAKÇA

- ACAR , Nesime ; Malzeme İhtiyaç Planlaması ; Ankara 1995
- ACAR , Nesime ; Üretim Planlaması Yöntem Ve Uygulamaları ; Ankara 1989
- ACAR , Nesime – ESTAŞ , Semra ; Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama Ve Kontrol Çalışmaları
- AKALI , Sedat ; Yöneylem Araştırması ; 1979 İzmir
- AKDENİZ , H. Ahmet – DURMAZ Faruk ; The Application Of Production – Stock Balace Model On WMI (Yayınlanmamış Çalışma)
- ANDERSON , David R. – SWEENEY , Dennis J. – WILLIAMS , Thomas A. , An Introduction To Management Science Quantative Approaches To Decision Making ; 1985 Can Fransisco
- BALABAN , Ali ; Su Kaynaklarının Planlanması ; 1986 Ankara
- BAZARAA , Mokthar S. – JARVIS , John J. – SHERAL , Harit D. ; Linear Programming And Network Flows ; 1990 Singapore
- BERTSEAKS , Dimitri P. ; Dynamic Programming and Stochastic Control ; 1976 New York
- BUDNICK , Frank S. – MCLEAVEY , Dennis – MOJENA , Richard ; Princibles Of Operations Research For Management ; Yale Uni. 1988
- BURNS , James R. – AUSTIN Larry M. ; Management Science Models And The Microcomputer ; 1986 New York
- CHIANG , Alpha C. , Matematiksel İktisadın Temel Yöntemleri (Çeviri) ; Ankara 1990
- DEMİR , Hulusi ; Üretim Yönetimi ; 1982 İzmir
- DENNIS , Laurie B. – DENNIS Terry L. ; Microcomputer Models For Mabegement Decision Making ; 1986 St Paul
- DİLWART , B. James ; Operations Management ; 1996
- DOĞAN , İbrahim ; Yöneylem Araştırması Teknikleri Ve İşletme Uygulamaları ; 1995 Eskişehir
- EMRE , Aynur ; Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki

uygulamaları Ve Sorunları ; Ankara 1995

- HALAÇ , Osman ; Kantitatif Karar Verme Teknikleri ;1995 İstanbul
- HİLLIER , Frederck S. – LİEBERMAN Gerald J. ; Introduction To Operations Research ;New York 1990
- KARA , İmdat ; Yöneylem Araştırması " Doğrusal Olmayan Modeller " ; Eskişehir 1986
- KARA , İmdat ; Yöneylem Araştırmasının Yöntembilimi ; 1985 Eskişehir
- KARAYALÇIN , i. İlhami ; Yöneylem "Hareket " Araştırması ; 1993 İstanbul
- KOBU , Bülent ; Üretim Yönetimi ; 1994 İstanbul
- LAPIN , Lawrencel L. – JAVANOVICH Harcourt Brace ; Quantative Methots For Business Decision ; 1978 Atlanta
- LOWE , P.H. ; Üretim Planlaması ; 1972 İstanbul
- MARKLAND , Robert E. ; Topics İn Manegement Science ; New York 1989
- ÖZGÜVEN , Cemal ; Doğrusal Programlama ; Kayseri 1986
- ÖZTÜRK , Ahmet ; Yöneylem Araştırması ; 1991 Bursa
- PEREIRA , M.V.F. – PINTO , L.M.V.G. ; Multi Stage Stochastic Optimization Applied To Energy Planning ;1989 Rio De Janerio
- PHILLIPS , Don T. – RAVINDRAN , A. – SOLBERG , James J. ; Operation Research ; 1976 Canada
- RAO , S.S. ; Optimization Theory And Applications ; New Delhi 1978
- TAHA , Hamdy A. ; Operatins Research ; New York 1987
- TATAR , Tefvik ; İşletmelerde Üretim Yönetimi Ve Teknikleri ; Ankara
- TÜTEK , Hülya H. – GÜMÜŞOĞLU , Şevkinaz ; Sayısal Yöntemler ;1994 İstanbul
- WAGNER , Harvey M. ; Princibles Of Operations Research ; New Jersey 1969