

Bir İmalat İşletmesinde Çok Aşamalı Üretim - Stok Planlaması¹

Doç. Dr. H. Ahmet AKDENİZ

Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, İzmir

Araş. Gör. Mehmet AKSARAYLI

Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, İzmir

ÖZET

Bu çalışmada; İzmir'de kurulu Batı Makine Sanayiinin ürettiği 'Büyük boy mutfak seti' 1997 yılı aylık talep miktarlarını karşılayacak minimum maliyetli üretim planı elde edilmiştir. Çok aşamalı üretim stok planlaması olarak tespit edilen söz konusu problem için optimal çözümü sağlayacak yaklaşımın dinamik programlama olduğu öngörülmüş ve ilk olarak dinamik programlama yaklaşımı anlatılmış ardından problem ortaya konarak modellenmiş daha sonra çok aşamalı üretim - stok planlaması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar elde edilerek değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dinamik Programlama, Çok Aşamalı Programlama, Üretim Stok Planlaması*

Multi-Stage Dynamic Production Stock Planning Which Performed In West Machine Company

ABSTRACT

In today's world, production of goods and service is an important indicator of a country's development and competitiveness. Unnecessary stock holding increases costs 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.

Keywords: *Dynamic Programming, Multi Stage Programming, Production-Stock Planning*

I. GİRİŞ

Günümüzde mal ve hizmet üretimi bir ülkenin gelişmişliği ve rekabet gücünün önemli bir simgesi durumundadır. Üretilen malın dünya pazarında satılabilmesi için kaliteli mal ve hizmet üretmek üretim kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Talep dalgalanmalarının yoğun olduğu pazarlarda talepleri karşılamak ise çoğu zaman elde stok bulundurmaya mümkün olmaktadır. Stoklama maliyetleri de göz önüne alındığında stok miktarları işletme için büyük önem taşımaktadır.

¹ Araştırma Sempozyumu, 23-25 Kasım 1998, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, Sempozyumunda Sunulmuştur.

II. ÜRETİM - STOK PROBLEMLERİNDE DİNAMİK PROGRAMLAMA

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 programlamanın diğer tekniklere göre üstünlüğü, zaman faktörünü değerlendirmesi yanında; çok boyutlu problemlerin çözümünde etkin hesaplama kolaylığı sağlamasıdır (DOĞAN, 1985; sf: 122).

Diğer tekniklerden farklı olarak dinamik programlama yaklaşımında, karar problemine belli bir anda veya aşamada çözüm aranmaz. Bu yöntemle karşılaşılan problemi, önce alt bölümlere (aşamalara veya küçük problemlere) ayırarak her alt problem veya aşama için çözüm aranır. Daha sonra, her bir alt problemin optimum çözümüyle yetinilmeyip “tüm problem” için optimum çözüm bulmaya çalışılır (DOĞAN, 1985; sf: 122 -123).

Dinamik programlama yaklaşımında amaç, ardışık ve birbirlerini etkileyen alt problemler için ayrı ayrı optimum kararları bulup bulunan sonuçları toplayarak problemi sonuçlandırmak değil, 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.

Dinamik programlama problemlerinin çözümü için kullanılacak standart bir model yoktur. Farklı türden problemler için ortak bir model mevcut değildir. Fakat benzer özellikler taşıyan problemler için aynı optimalite altında çözüm yaklaşımlarını genellemek mümkün olabilmektedir. Bu yüzden dinamik programlama problemlerinin her biri için ayrı ayrı çözüm yaklaşımları mevcuttur.

Dinamik Programlamada Geriye Doğru Çözüm Yaklaşımı :

Birbirleriyle ilişkili alt problemlere ayrılmış ardışık karar problemi 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

$$f_n + f_{n-1} + \dots + f_3 + f_2 + f_1 \quad \text{şeklindedir.}$$

Her aşamada belirlenecek durumların diğer aşamalarda verilecek kararları etkilediği göz önüne alınırsa , n. aşamada D_n durumuyla başlayan problemin en iyi 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 (KARA, 1985; sf:206).

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. Birçok ürün için farklı dönemlerde talepler farklı miktarlarda olacaktır. Çoğu zamanda belli bir dönem için maksimum üretim miktarı o döneme

ait talebi karşılayamaz. Böylesi durumlarda elde 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 için dinamik programlama yaklaşımı ile optimalite sağlanır.

Problemin Formülasyonu

X_n : n . dönemdeki üretim miktarı

S_n : n. dönem başındaki stok miktarı

D_n : n. dönemdeki talep miktarı

c : Birim malı bir dönem stokta bulundurma maliyeti

n. dönem için ilişki şöyledir:

$$S_n + X_n - D_n$$

Bu ilişki bir sonraki dönem için başlangıç stokunu verir. :

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

Problem için tekrarlanan ilişki ;

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

Burada; $f_n (S)$: Karar vericinin önünde n dönem olduğunda dönem başı envanteri s düzeyinde iken en küçük politika maliyetini gösterir.

Problem için karar modeli :

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

$X_n \leq$ Her dönem için maksimum üretim miktarı

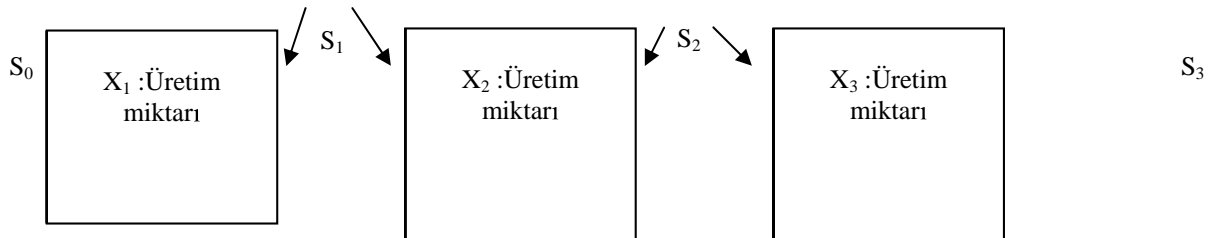
$S_n \leq$ Her dönem için maksimum stok miktarı

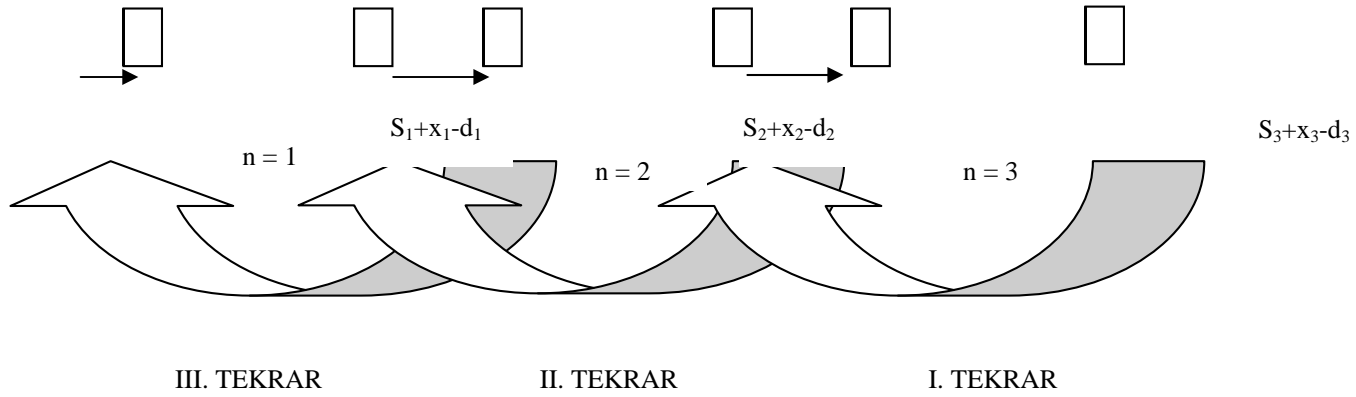
$$X_n , S_n , D_n \geq 0$$

kısıtları altında

$$\text{Minimum } X_0 = \sum c_n (X_n , S_n) \text{ olarak yazılır.}$$

Dinamik programlamanın genel çizim yaklaşımı şekil 1 ' de şematik olarak gösterilmiştir.





Şekil 1 : Geriye Doğru Üretim – Stok Çözüm Şeması

III. BATI MAKİNE SANAYİNDE ÇOK AŞAMALI ÜRETİM STOK MODELİ

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 1 : Bayilerin aylık talep miktarları

Dönem Aşama	Oca 1	Şub 2	Mart 3	Nis 4	Mayıs 5	Haz 6	Tem 7	Ağus 8	Eylül 9	Eki 10	Kasım 11	Aral 12
Talep	3000	3000	5500	3500	3500	6000	3000	4000	4500	5500	2500	3000

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 bulundurmaya 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 fonksiyonel ilişki aşağıdaki gibidir (AKDENİZ ve DURMAZ, 1998; sf:5)

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 dönem için) = 5000

Maksimum Stok Miktarı (Her dönem için) = 3000

Dönem Başı Stok Miktarı = 0

Dönem Sonu Stok Miktarı = 0

Sorunun Formülasyonu :

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.

$j = 12, 11, \dots, 3, 2, 1$ 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.

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

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

$i=2,\dots,11$ 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 dır.) .

IV. UYGULAMA

Uygulamanın yapıldığı BMS' nin 1997 yılına ilişkin 12 aylık talep miktarlarından hareketle talepleri karşılayacak ve minimum üretim - stok maliyetini verecek plan dinamik programlama yaklaşımı ile elde edilmiştir.

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.

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.

Çizelgelerdeki ilk sütun dönem başındaki stok miktarını ifade eder, .aşama için dönem başı stok miktarı yani 1997 Aralık ayı başındaki muhtemel stok miktarları 0 ila 3000 arasındadır. Dönem başı stok miktarının en fazla 3000 olması işletmenin maksimum stok kapasitesiyle ilgilidir. Çizelgedeki ikinci sütun söz konusu dönem talebini karşılayacak üretim miktarını verir. Üretim miktarı dönem başı stok miktarı ile birlikte düşünülür ve işletmenin maksimum üretim kapasitesi olan 5000 ürün miktarını geçmeyecek şekilde tespit edilir.12. Aşama için üretim miktarı 0 ila 3000 arasındadır çünkü dönem talebi olan 3000 adet ürünü ilk sütunda görülen önceki dönemden kalan muhtemel stok miktarı 3000 sayesinde karşılanabilmektedir. Ayrıca muhtemel üretim miktarlarını belirlerken bir sonraki dönem başı stok miktarının da göz önünde tutulması gerekmektedir.12. Aşama itibariyle dönem sonu stok miktarı işletme politikası ile 0 olarak öngörülmüştür. 'Maliyetler' ana başlığı altındaki 'Üretim' başlığı sütunu üretim miktarlarına karşılık gelen üretim maliyetini vermektedir. Sözelimi 69500 değeri aşağıdaki gibi elde edilmiştir;

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

$X = 3000$ durumunda

Üretim Maliyeti = $6500 + 18(3000) + (1/1000)(3000)^2 = 69500$ (milyon TL) dir.

'Stok' başlığı altındaki sütun ise dönem başı stok miktarlarının işletmeye vereceği stok maliyetini verir. Sütunun ikinci sırasındaki 600 değerinin elde edilişi ise şöyledir;

Depolama Maliyet Fonksiyonu : $c=1.2 (D_n)$ (Milyon T.L.) ve $D = 500$ iken

Depolama Maliyeti = $c=1.2 (500)$ (Milyon T.L.) = 600 (Milyon TL) dir.

'Toplam' başlığı altındaki sütun üretim ve stok maliyet toplamlarını ifade eder. 'Dönem Sonu Stok' başlıklı sütun her bir satırdaki dönem başı stok miktarı ve üretim miktarı toplamından söz konusu dönem için talep miktarının çıkarılmasıyla elde edilir.12. Aşama için bu sütun değerlerinin tamamı 0 olarak elde edilmiştir.11. Aşamada ve diğer aşamalarda görülen 'Sonraki Maliyet' sütunu dönem sonu stok miktarı ile ilgilidir. 11. Aşamada sonraki maliyet sütununun ilk satırında koyu olarak yazılmış 69500 değeri bir önceki aşama olan 12. Aşamada dönem başı sok miktarı 11. Aşamada ise dönem sonu stok miktarına karşılık gelen 0 stok miktarı için 12. Aşamadaki toplam maliyettir.

12. AŞAMA

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

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

$$S_{12} + X_{12} = 3000 \text{ kısıtı altında en iyi katkı çizelge 2 de elde}$$

edilmiştir.

Çizelge 2 : 12. Aşama

D. BAŞI STOK (S ₁₂)	ÜRETİM MİK. (X ₁₂)	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM 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)

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

$$\text{Min } S_{11} = 0 ; \text{Max } S_{11} = 3000 \text{ olduğundan}$$

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

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

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

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

Çizelge 3 : 11. Aşama

D. BAŞI STOK (S ₁₁)	ÜRETİM MİK.(X ₁₁)	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM TOPLAM	STOK				
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

D. BAŞI STOK (S_{11})	ÜRETİM MİK. (X_{11})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM TOPLAM	STOK				
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 4: 10. Aşama

D. BAŞI STOK (S ₁₁)	ÜRETİM MİK.(X ₁₁)	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ 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 S₁₀ = 500 ve Max S₁₀ = 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 5: 9. Aşama

D. BAŞI STOK (S _{1t})	ÜRETİM MİK.(X _{1t})	MALİYETLER (MİLYON TL.) ÜRETİM STOK TOPLAM			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
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 (S₉) = 0 ve Max (S₉) = 3000 olduğunda

4000 ≤ (S₈ + X₈) ≤ 7000 olur.

Çizelge 6: 8. Aşama

D. BAŞI STOK (S _{1t})	ÜRETİM MİK.(X _{1t})	MALİYETLER (MİLYON TL.) ÜRETİM STOK TOPLAM			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
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

D. BAŞI STOK (S ₁₁)	ÜRETİM MİK.(X ₁₁)	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
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 (S₈) = 0 ve Max (S₈) = 3000 olduğunda

3000 ≤ (S₇ + X₇) ≤ 6000 olur.

Çizelge 7 : 7. Aşama

D. BAŞI STOK (S ₁₁)	ÜRETİM MİK.(X ₁₁)	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
0	3000	69500	0	69500	0	465350	534850

D. BAŞI STOK (S _{1i})	ÜRETİM MİK.(X _{1i})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
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

Min ($S_6 + X_6$) = Min (S_7) + 6000 = 6000 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 8 : 6.Aşama

D. BAŞI STOK (S_{1t})	ÜRETİM MİK.(X_{1t})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM 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 9: 5. Aşama

D. BAŞI STOK (S_{1t})	ÜRETİM MİK. (X_{1t})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ 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 (S_5) = 0 ; Max (S_5) = 3000 olduğundan

$3500 \leq S_4 + X_4 \leq 6500$ olur.

Çizelge 10 : 4. Aşama

D. BAŞI STOK (S _{i,t})	ÜRETİM MİK.(X _{i,t})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ 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

D. BAŞI STOK (S _{1i})	ÜRETİM MİK.(X _{1i})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
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

$$S_3 + X_3 - D_3 = S_4$$

$$S_3 + X_3 - 5500 = S_4$$

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

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

Max (S₃ + X₃) = 300 + 5500 = 8500 gibi elde dilmesine 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 11 : 3. Aşama

D. BAŞI STOK (S _{1i})	ÜRETİM MİK.(X _{1i})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ 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

D. BAŞI STOK (S_{11})	ÜRETİM MİK. (X_{11})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
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

$$\text{Min } (S_2 + X_2) = 3500$$

$$\text{Max } (S_2 + X_2) = 6000$$

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

Çizelge 12 : 2. Aşama

D. BAŞI STOK (S_{11})	ÜRETİM MİK. (X_{11})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ 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

D. BAŞI STOK (S_{1i})	ÜRETİM MİK. (X_{1i})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
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 13 : 1. Aşama

D. BAŞI STOK (S_{1i})	ÜRETİM MİK. (X_{1i})	MALİYETLER (MİLYON TL.)			DÖNEM SONU STOK	SONRAKİ MALİYET	TOPLAM MALİYET
		ÜRETİM	STOK	TOPLAM			
0	3000	69500	0	69500	0	1050200	1119700
0	3500	81750	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

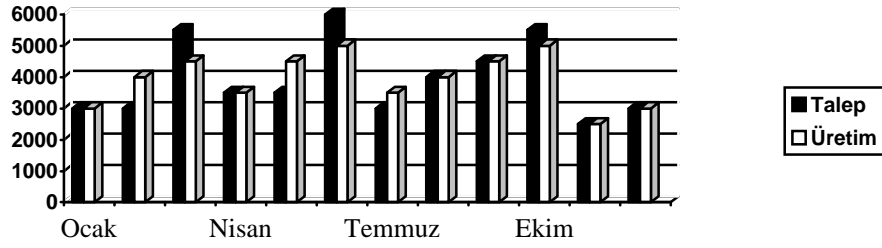
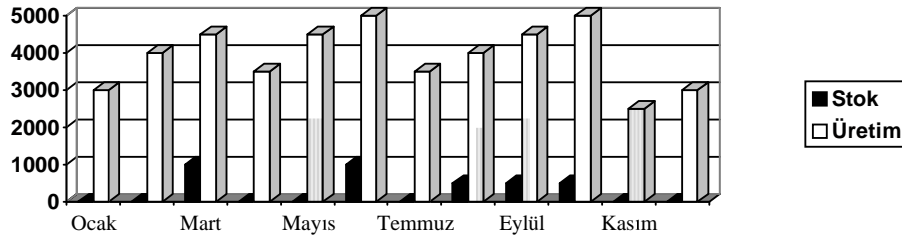
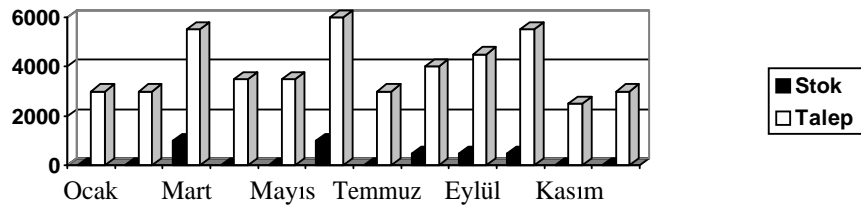
V. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

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 12 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 11'den mart ayı için üretim miktarının 4500 adet alması planlanır. Geriye doğru yapılan tekrarlamalar ile çizelge 14'te verilen üretim planı elde edilir.

Çizelge 14 : Batı Makine Sanayii Üretim Planı

Dönem (Aşama)	Ocak 1	Şubat 2	Mart 3	Nisan 4	Mayıs 5	Haz 6	Tem 7	Ağus 8	Eylül 9	Ekim 10	Kas 11	Aralık 12
Talep	3000	3000	5500	3500	3500	6000	3000	4000	4500	5500	2500	3000
Stok	0	0	1000	0	0	1000	0	500	500	500	0	0
Üretim	3000	4000	4500	3500	4500	5000	3500	4000	4500	5000	2500	3000

Şekil 3, 4, 5' de sırasıyla aylara göre Talep-Üretim, Stok-Üretim, Stok-Talep ilişkisi verilmiştir.

**Şekil 3 : Aylara Göre Talep Üretim İlişkisi****Şekil 4 : Aylara Göre Stok Üretim İlişkisi****Şekil 5 : Aylara Göre Stok Talep İlişkisi****KAYNAKÇA**

ACAR , Nesime ; Üretim Planlaması Yöntem Ve Uygulamaları ; 1989Ankara

- AKALI N, Sedat ; Yöneylem Araştırması ; 1979 İzmir
- AKDENİZ , H. Ahmet – DURMAZ Faruk ; The Application Of Production – Stock Balance Model On WMI 1998 (Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği XX. Ulusal Kongresi, YA-EM'99, Kara Harp Okulu, 8-9 Haziran 1999, Ankara)
- ANDERSON , David R. – SWEENEY , Dennis J. – WILLIAMS , Thomas A. , An Introduction To Management Science Quantative Approaches To Decision Making ; 1985 San Fransisco
- 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 ; Principles Of Operations Research For Management ; 1988Yale Uni.
- BURNS , James R. – AUSTİN Larry M. ; Management Science Models And The Microcomputer ; 1986 New York
- CHİANG , Alpha C. , Matematiksel İktisadın Temel Yöntemleri (Çeviri) ; Ankara 1990
- DEMİR , Hulusi ; Üretim Yönetimi ; 1982 İzmir
- DENNİS , Laurie B. – DENNİS Terry L. ; Microcomputer Models For Manegement Decision Making ; 1986 St Paul
- DİLWART , B. James ; Operations Management ; 1996
- DOĞAN , İbrahim ; Yöneylem Araştırması Teknikleri Ve İşletme Uygulamaları ; 1995 Eskişehir
- DOĞAN, Muammer; İşletmelerde Karar Verme Teknikleri; Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayını; Bilgehan Basımevi; 1985 İzmir
- HALAÇ , Osman ; Kantitatif Karar Verme Teknikleri ;1995 İstanbul
- HİLLİER , Frederck S. – LİEBERMAN Gerald J. ; Introduction To Operations Research ; 1990 New York
- KARA , İmdat ; Yöneylem Araştırması “ Doğrusal Olmayan Modeller “ ; 1986 Eskişehir
- KARA , İmdat ; Yöneylem Araştırmasının Yöntembilimi ; 1985 Eskişehir
- KARAYALÇIN , i. İlhami ; Yöneylem “Hareket “ Araştırması ; 1993 İstanbul
- KOBU , Bülent ; Üretim Yönetimi ; 1994 İstanbul
- LAPİN , Lawrencel L. – JAVANOVİCH Harcourt Brace ; Quantative Methots For Business Decision ; 1978 Atlanta
- LOWE , P.H. ; Üretim Planlaması ; 1972 İstanbul
- MARKLAND , Robert E. ; Topics In Manegement Science ; 1989 New York
- ÖZTÜRK , Ahmet ; Yöneylem Araştırması ; 1991 Bursa
- PERIIRA , M.V.F. – PİNTO , L.M.V.G. ; Multi- Stage Stochastic Optimization Applied To Energy Planning ;1989 Rio De Janerio
- PHILLIPS , Don T. – RAVİNDRAN , A. – SOLBERG , James J. ; Operation Research ; 1976 Canada
- RAO , S.S. ; Optimization Theory And Applications ; 1978 New Delhi
- TAHA , Hamdy A. ; Operatins Research ; 1987 New York
- TATAR , Tevfik ; İşletmelerde Üretim Yönetimi Ve Teknikleri ; Ankara
- TÜTEK , Hülya H. – GÜMÜŞOĞLU , Şevkinaz ; Sayısal Yöntemler ;1994 İstanbul
- WAGNER , Harvey M. ; Principles Of Operations Research ; New Jersey 1969