

**T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİM PLANLAMA
BİR NONWOVEN KUMAŞ FABRİKASINDA UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
SEMİH ÜNÜÇOK**

GAZİANTEP – 2019

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİM PLANLAMA
BİR NONWOVEN KUMAŞ FABRİKASINDA UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
SEMİH ÜNÜÇOK

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET AYTEKİN

GAZİANTEP – 2019



**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

İşletme Anabilim Dalı **İşletme** Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Semih ÜNÜÇOK** tarafından hazırlanan “**Doğrusal Programlama Yöntemi İle Üretim Planlama Bir Nonwoven Kumaş Fabrikasında Uygulama**” başlıklı tez, **10 / 01 / 2019** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AYTEKİN
Gaziantep Üniversitesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Mazlum ÇELİK
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. İbrahim Sani MERT
Antalya Bilim Üniversitesi

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mazlum ÇELİK
Enstitü Müdürü

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİM PLANLAMA BİR NONWOVEN KUMAŞ FABRİKASINDA UYGULAMA” başlıklı çalışmanın tarafımca, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardım başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenden oluştuğunu ve bunların atıf yapılarak yararlanılmış olduğumu belirtir ve onurlarımla doğrularım.
10/01/2019

SEMİH ÜNÜÇOK

ÖNSÖZ

Günümüzde üretim planlama ve kontrol faaliyetleri büyük önem kazanmıştır. Üretim planlama ve kontrol faaliyetleri etkin şekilde yöneten firmalar rekabet üstünlüğü sağlayabilmektedir. Bu rekabet üstünlüğündeki önemli unsurlardan biri malzeme ihtiyacının belirlenmesi, bu ihtiyacın tam zamanında gerektiği yere ulaştırılması veya eldeki kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesidir. Üretilen ürünlere eldeki kaynakların kanalize edilmesi yine etkin ve karlı üretimin temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmada uygulamanın yapıldığı kumaş fabrikasında gelen taleplerin karşılanması ve elde kaynakların en iyi şekilde hangi ürün karmasında değerlendirilmesi gerektiği ve bu değerlendirme sonucunda firmanın bir yıl içerisinde ne kadarlık kar elde edeceği araştırılmıştır.

Bu çalışmamda önemli katkılar yaparak beni yönlendiren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AYTEKİN'e, firma içinde analizlerime yardım eden ve ihtiyacım olan bilgilere ulaşmamı sağlayan Sn. Selçuk GERLİKHAN ve Sn. Mesut KORURER' e teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince beni yüreklendiren, maddi, manevi desteğini esirgemeyen ve hayatımın her anında yanımda olan canım aileme şükranlarımı sunarım.

Gaziantep, 2019

Semih ÜNÜÇOK

ÖZET

Bu çalışmada nonwoven kumaş üretimi yapan işletmede planlama faaliyetlerinin etkin bir şekilde yapılabilmesi üzerine çözüm aranmıştır. Firmanın analizleri sonucunda üretim planlama faaliyetleri için bir karar modeli oluşturulmuş ve bu model matematiksel olarak ifade edilmiştir. Bundan yola çıkılarak Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firmasının kumaş üretim hatları dikkate alınarak doğrusal programlama yöntemi yardımıyla bir ana üretim çizelgesi ortaya konmuştur.

Üretim planında en fazla faydayı sağlayabilmek için verilerin sayısal olarak ifade edilebilmesi gerekmektedir. Yapılan analizlerde ortaya koyulan ana üretim çizelgesi için tahminler, ürün ağaçları, kapasite kısıtları sayısal olarak ifade edilmiş ve karar modelinde belirtilmiştir.

LINGO paket programı yardımıyla elde edilen verilerde firmanın üreteceği ürünlerin miktarı, bu ürünlerin hangi zaman periyodunda üretilmesi gerektiği ana üretim çizelgesindeki zaman skalasında sayısal olarak ifade edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üretim planlama, doğrusal programlama, Ana Üretim Çizelgeleme

ABSTRACT

In this study, a solution has been sought in order to carry out the planning activities effectively in the nonwoven fabric production enterprise. As a result of the analysis of the firm, a decision model has been created for production planning activities and this model is expressed mathematically. Based on this, Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. by taking into consideration the fabric production lines of the company, a main production schedule has been introduced with the help of linear programming method.

In order to obtain the most benefit in the production plan, data should be expressed in numerical form. Estimates, product trees, capacity constraints are expressed numerically and stated in the decision model.

The amount of the products to be produced by the company in the data obtained with the help of the LINGO package program and the time period in which these products should be produced are expressed numerically in the time scale in the main production schedule.

Keywords: Production Planning, Linear Programming, Master Productions Scheduling

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
1.1. Probleminin Durum	2
1.1.1. Problem Cümlesi.....	3
1.1.2. Alt Problem Cümlesi.....	3
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
1.3. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları.....	3
İKİNCİ BÖLÜM	
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1. Ana Üretim Çizelgeleme.....	4
2.2. Yöneylem Araştırması	6
2.2.1. Yöneylem Araştırma Yönteminin Aşamaları	7
2.3. Doğrusal Programlama	8
2.3.1. Doğrusal Programlamanın Amacı.....	11
2.3.2. Doğrusal Programlamanın Varsayımları.....	12
2.3.3. Doğrusal Programlamanın Adımları.....	13
2.3.4. Doğrusal Programlama Çözüm Yöntemleri	15
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
YÖNTEM	36
3.1. Araştırma Yapılan Firmanın Tanıtımı	36
3.2. Araştırma Verileri.....	39
3.3. Matematiksel Modelin Oluşturulması.....	41
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
BULGULAR VE YORUM	47
4.1. Bulgular.....	47

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
5.1. Sonuç.....	65
5.2. Öneriler	66
KAYNAKÇA	68
EKLER	72
Ek 1. Lingo Modeli.....	72
Ek 2. Lingo Modeli Çözümü.....	78
Ek 3. Ürün Gruplaması	84
Ek 3. Ürün Gruplaması (Devam)	85



TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Yöneylem Kullanım Alanları	8
Tablo 2. Örnek 2 Bilgileri	21
Tablo 3. Örnek 2 Başlangıç Simpleks Tablosu	23
Tablo 4. Örnek 2 İlk Simpleks Tablosu	24
Tablo 5. Örnek 2 İkinci Simpleks Tablosu	25
Tablo 6. Örnek 2 Üçüncü Simpleks Tablosu	25
Tablo 7. Örnek 2 Dördüncü Simpleks Tablosu	26
Tablo 8. Örnek 2 Beşinci Simpleks Tablosu.....	26
Tablo 9. Örnek 3 Başlangıç Simpleks Tablosu	30
Tablo 10. PP Spunbond Ürün Bilgileri	36
Tablo 11. PET Spunbond Ürün Bilgileri	37
Tablo 12. PP Meltblown Ürün Bilgileri.....	37
Tablo 13. PP Sms Ürün Bilgileri.....	38
Tablo 14. Laminasyon / Ultrasonik Birleştirme Ürün Bilgileri	38
Tablo 15. Renk Tablosu	40
Tablo 16. Gramaj Tablosu.....	40
Tablo 17. Birim Maliyet Tablosu	41
Tablo 18. Hammadde Aylık Stokları.....	46
Tablo 19. Dönem Karları	47
Tablo 20. İlk 10 Ürün İçin İndirgenmiş Maliyet çıktısı.....	48
Tablo 21. İlk 10 Ürün İçin Duyarlılık Analizi Çıktısı	49
Tablo 22. Kaynaklar İçin Aylak ve Artık Değerler	49
Tablo 23. X125 Ürünü	50
Tablo 24. X263 Ürünü	50
Tablo 25. X274 Ürünü	50
Tablo 26. X283 Ürünü	50
Tablo 27. X341 Ürünü	50
Tablo 28. X386 Ürünü	50
Tablo 29. X402 Ürünü	50
Tablo 30. X432 Ürünü	50
Tablo 31. X475 Ürünü	51

Tablo 32. X706 Ürünü	51
Tablo 33. X732 Ürünü	51
Tablo 34. X921 Ürünü	51
Tablo 35. X938 Ürünü	51
Tablo 36. X459 Ürünü	51
Tablo 37. X465 Ürünü	51
Tablo 38. X491 Ürünü	51
Tablo 39. X343 Ürünü	52
Tablo 40. X654 Ürünü	52
Tablo 41. X931 Ürünü	52
Tablo 42. X799 Ürünü	52
Tablo 43. X414 Ürünü	52
Tablo 44. X451 Ürünü	52
Tablo 45. X922 Ürünü	52
Tablo 46. X285 Ürünü	53
Tablo 47. X738 Ürünü	53
Tablo 48. X914 Ürünü	53
Tablo 49. X401 Ürünü	53
Tablo 50. X48 Ürünü	53
Tablo 51. X485 Ürünü	53
Tablo 52. X552 Ürünü	53
Tablo 53. X256 Ürünü	54
Tablo 54. X279 Ürünü	54
Tablo 55. X928 Ürünü	54
Tablo 56. X730 Ürünü	54
Tablo 57. X908 Ürünü	54
Tablo 58. X841 Ürünü	54
Tablo 59. X901 Ürünü	54
Tablo 60. X468 Ürünü	54
Tablo 61. X505 Ürünü	55
Tablo 62. X621 Ürünü	55
Tablo 63. X622 Ürünü	55
Tablo 64. X681 Ürünü	55

Tablo 65. X694 Ürünü	55
Tablo 66. X835 Ürünü	55
Tablo 67. X840 Ürünü	55
Tablo 68. X648 Ürünü	55
Tablo 69. X339 Ürünü	56
Tablo 70. X756 Ürünü	56
Tablo 71. X930 Ürünü	56
Tablo 72. X294 Ürünü	56
Tablo 73. X900 Ürünü	56
Tablo 74. X743 Ürünü	56
Tablo 75. X602 Ürünü	57
Tablo 76. X611 Ürünü	57
Tablo 77. X614 Ürünü	57
Tablo 78. X618 Ürünü	57
Tablo 79. X628 Ürünü	57
Tablo 80. X471 Ürünü	57
Tablo 81. X295 Ürünü	57
Tablo 82. X380 Ürünü	57
Tablo 83. X267 Ürünü	58
Tablo 84. X455 Ürünü	58
Tablo 85. X464 Ürünü	58
Tablo 86. X952 Ürünü	58
Tablo 87. X303 Ürünü	58
Tablo 88. X607 Ürünü	58
Tablo 89. X619 Ürünü	59
Tablo 90. X691 Ürünü	59
Tablo 91. X887 Ürünü	59
Tablo 92. X287 Ürünü	59
Tablo 93. X302 Ürünü	59
Tablo 94. X486 Ürünü	59
Tablo 95. X603 Ürünü	59
Tablo 96. X96 Ürünü	60
Tablo 97. X886 Ürünü	60

Tablo 98. X950 Ürünü	60
Tablo 99. X490 Ürünü	60
Tablo 100. X929 Ürünü	60
Tablo 101. X349 Ürünü	61
Tablo 102. X268 Ürünü	61
Tablo 103. X970 Ürünü	61
Tablo 104. X972 Ürünü	61
Tablo 105. X753 Ürünü	61
Tablo 106. X80 Ürünü	61
Tablo 107. X99 Ürünü	62
Tablo 108. X249 Ürünü	62
Tablo 109. X500 Ürünü	62
Tablo 110. X466 Ürünü	62
Tablo 111. X650 Ürünü	62
Tablo 112. X153 Ürünü	62
Tablo 113. X396 Ürünü	62
Tablo 114. X408 Ürünü	62
Tablo 115. X457 Ürünü	63
Tablo 116. X566 Ürünü	63
Tablo 117. X593 Ürünü	63
Tablo 118. X624 Ürünü	63
Tablo 119. X79 Ürünü	63
Tablo 120. X867 Ürünü	63
Tablo 121. X897 Ürünü	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Örnek 1.1	16
Şekil 2. Örnek 1.2	17
Şekil 3. Örnek 1.3	17
Şekil 4. Örnek 1 Çözüm Grafiği	18
Şekil 5. Örnek 2.1	19
Şekil 6. Örnek 2.2	19
Şekil 7. Örnek 2 Çözüm Grafiği	20



KISALTMALAR LİSTESİ

- MPS** : Master Production Scheduling (Ana Üretim Çizelgelemesi)
ERP : Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
MRP : Material Requirement Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Üretim kompleks sistemlerin ve bu sistemlerin içerisindeki kompleks bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşur ve karar vermedeki zorluk bu sistemlerin karmaşıklığına göre değişir. Bu yapıdaki sistemlerin analizi sistemi öncelikle bir bütün olarak ele alıp daha sonra parçalara ayırarak incelemeyi gerektirir. Her bir parça için yeterli bilgi toplandıktan sonra sistemi doğru bilgilerle tekrardan oluşturmak doğru karar vermede etkili olmaktadır. Karar vermek için öncelikle bir amacın ortaya konması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda sistemi şekillendirmek bütünlük açısından önemli bir hale gelecektir. Üretim planlamadaki zorluklar karar değişkenlerinin kısıtların ve parametrelerin çok olmasından kaynaklanmaktadır. Bu zorluklar altında doğru kararları verebilmek işletmelerin rekabet ortamında üstün bir konuma yerleştirmektedir. Alınması gereken kararlar ve bu kararlar doğrultusunda ortaya konması gereken aksiyon planları firmaların rekabeti ne denli iyi uyarladıklarını göstermektedir.

İşletmeler rekabet ortamında ayakta kalabilmek için kendilerine birer hedef koyarlar bu hedefler üretimde yalınlaşmak, müşteri taleplerine doğru ve zamanında cevap verebilmek, maliyet minimizasyonu, kar maksimizasyonu, kaynakların en etkin şekilde kullanılması, arge ve ürge çalışmalarıyla üretimde yenilikler ve yeni ürünler piyasaya çıkarmak gibi konular işletmeler için birer hedef olabilir. Bu hedeflere ulaşmak için karar verici birimler kararı hangi bileşenlerle vermeleri gerektiği konusunda bir plan ortaya koymalıdır. Bu planların ortaya koyulma yöntemi bir optimizasyondur. Optimizasyon hangi ürün karmasıyla, hangi hammaddelerle karı nasıl maksimum noktaya çıkaracağını ve maliyetleri ürün kalitesini düşürmeden en az maliyetle nasıl oluşturabileceğini gösterir.

İşletmelerde ürün çeşitliliği ve üretimdeki varyasyonların artması ile verilmesi gereken kararların zorluk derecesi artmakta ve üretim kompleks bir hal almaktadır ve işletmeler bu zorlu süreçte çoğunlukla piyasa ve koşullarından, yeni üretim yöntemlerinden habersiz olarak hayatlarına devam etmektedir. Bir süre sonra da bu takip yetersizliklerinden dolayı işletmeler yaşamlarını tamamlamış veya piyasadan silinmiş olmaktadır.

Belirli yöntemler kullanarak işletmeler kendileri için en iyi olan amaca yönelmelerini sağlayabilirler. Ürün bileşenlerinin, makinelerin, işgücünün optimum kullanılması ve dolayısıyla üretilen üründen elde edilen karın artması bu yöntemlerin faydalarındandır.

Üretim planlamada üretim işletmeleri için hayati önem taşıyan bir konudur. Müşterinin tatmin edilmesi bu konu üzerinden geçmektedir. İstenilen ürünün istenilen

zamanda ve yerde, istenilen kalitede elde edilmesi üretim planlama ile ilgilidir. İşletmeler gerçekleştirdikleri operasyonları sayısal olarak ifade edebilirlerse gelecek dönemlerdeki harekât planlarını belirleyip bu planlar doğrultusunda kendileri için gerekli kaynakları bulmalarına, üretimde ve diğer alanlarda sekteye uğramadan işlemlerini gerçekleştirme imkânı bulabileceklerdir.

İşletmelerin üretim maliyetlerini arttıran en önemli faktörlerden birisi; kaynakların optimal kullanılmamasıdır. Dolayısıyla günümüzün sert ve acımasız rekabet ortamında işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri, üretimlerini aksatmadan devam ettirmeleri ve karlılıklarında sürekliliğin temini için kaynakların etkin bir şekilde nasıl kullanılacağına bilinmesi büyük önem taşımaktadır. İşletmeler kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanabilmeleri, doğru ve yerinde karar almalarına bağlıdır. Bu kararların alınması ve alınan kararların uygun yöntemlerle geliştirilmesini ise karar verme teknikleri sağlamaktadır. Doğrusal programlama günümüzde çok yaygın kullanım alanına sahip olup bu te karar verme tekniklerinden birisidir.

Bu çalışmada; doğrusal programlama yöntemi kullanılarak Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firmasının üretim kaynaklarının optimal şekilde kullanılmasının tespit edilmesine ve yıllık optimal üretim planının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu kapsamda çalışmanın birinci bölümde; çalışmanın konusu, amacı, önemi, problem durumu ve çalışmanın yönteminden bahsedilmiştir. İkinci bölümde çalışma ile ilgili literatür araştırması yapılarak araştırma konusu geniş bir şekilde açıklanmıştır. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan verilen elde edildiği firma hakkında bilgi verilmiş, analiz yöntemleri ve oluşturulan matematiksel model tanımlanmıştır. Dördüncü bölümde doğrusal programlama yöntemi ile elde edilen veriler analizi LINGO paket programında kullanılarak yapılmıştır. Sonuçta ise elde edilen bulgular doğrultusunda işletmenin bir yıllık talebi karşılayacak şekilde ana üretim çizelgesi oluşturulmuştur.

1.1. Probleminin Durum

İşletmenin büyüklüğü ve faaliyet konusu ne olursa olsun üretim faaliyetlerinin hareket noktası üretim planlamasıdır. İşletmelerin üretim planları; geleceğe ait üretim faaliyetlerine rehberlik niteliğindedir. Bu doğrultuda alınan kararlar, satın alma, pazarlama, insan kaynakları ve finansman gibi bütün işletme fonksiyonlarını ilgilendirir. Dolayısıyla üretim planlarının optimal olması çok önemlidir. İşletmelerin kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanabilmeleri, bu kararları doğru ve etkin almalarına bağlıdır.

Araştırma kapsamındaki işletmede mevcut üretim tesisinde gelen taleplerin karakteristiği bilinmemektedir. Dolayısı ile üretim departmanının gelecek ile ilgili öngöründe bulunamadığı için kullanılacak kaynakların planlamasını yapamamaktadır. Bu belirsizlik altında işletme yıllık karını en çoklayacak ürün gamını hangi periyotlarda üretmesi gerektiğini bilememektedirler.

Bu çalışmada söz konusu Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda; üretim planının tespit edilmesi ve hangi ürünlerin hangi periyotlarda üretilmesinin belirlenmesi çalışmanın problem konusunu oluşturmaktadır.

1.1.1. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın ana problem cümlesi “Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firmasının maksimum karlılığını sağlayacak optimum üretim planı nasıl olmalıdır?” şeklindedir.

1.1.2. Alt Problem Cümlesi

Bu çalışmanın temel problemi çerçevesinde iki alt probleme ilişkin çözüm aranmaktadır. Bu kapsamda çalışmada çözüm aranacak alt problemler şunlardır:

- Firma bir yıllık süreç içerisinde hangi ürünleri hangi dönemde üretmelidir?
- Firmanın bir yıllık süreç içerisinde hangi üründen ne kadar üretmelidir?.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın genel olarak amacı; doğrusal programlama yöntemiyle nonwoven kumaş üreten Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. işletmesinin için ana üretim planlamasının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda işletmenin karını maksimum yapabilmesi için hangi üründen bir yıl içerisinde ne kadar ve ne zaman üretmesi gerektiği tespit edilecektir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen optimum üretim planı ile işletme bu plana uyar ise karını maksimum yapabilecektir. Bu açıdan işletmenin sahip olduğu ürün çeşitleri içerisindeki hangi ürünün hangi miktarda ve hangi zamanda üretilmesi gerektiğinin doğru tespit edilmesi işletmenin faaliyetlerine katkı sağlanması açısından önemlidir.

1.3. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları

Bu çalışmada öngörülen varsayımlar ve sınırlılıklar aşağıdaki gibidir.

- Firma yönetiminin yöneylem araştırma tekniklerini desteklediği ve ilerleyen dönemlerde bu tekniklerin firmada yaygınlaşacağı varsayılmıştır.
- Araştırma sadece Bayteks Teknik Tekstil firması ile sınırlandırılmıştır. Aynı üretim gamına sahip işletmelerde kullanılan teknikler farklı sonuçlar verebilir.
- Model için belirtilen kısıtlar çalışmanın sınırlarını oluşturmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde yapılan literatür araştırması ile ana üretim çizelgeleme, yöneylem araştırması ve doğrusal programlama açıklanmıştır.

2.1. Ana Üretim Çizelgeleme

Ana üretim çizelgeleme (MPS) günümüzde üretim işletmelerin bilerek veya bilmeyerek kullandıkları bir takip çizelgesidir. Bu çizelge haftalık aylık üçer aylık ve yıllık olabilir. Ana üretim çizelgeleme içerdiği bilgilerden dolayı birçok departmana girdi sağlar. Örneğin satış departmanı için terminleme, tedarik departmanı için hammadde ihtiyacının karşılanması gereken zaman dilimi ve müşteriye ulaştırılması için gerekli lojistik faaliyetleri, finans departmanı için gerekli kaynakların temin edilmesi için gereken zaman ve parasal bilgiler gibi.

Üretim departmanı için ana üretim çizelgesinin oluşturulması üretim termin tarihleri, malzeme ihtiyaç planlaması, bakım planlaması gibi bilgilerin oluşturulması için hayati önem taşımaktadır. Bazı firmalar bu çizelgeyi entegre yönetim sistemleri kullanarak basitten kompleks planlamaya kadar profesyonelce yaparken bazı firmalar bunu basit tablolarda yapabilmektedir. Önemli olan bu çizelgeyi basit ürün üretende kompleks ürün üretende bu çizelgeleme yöntemiyle işletmeleri için gelecek planlamasını yapabilmektedirler.

Ana üretim çizelgesi (MPS) üretim planlamasındaki ihtiyaçlara göre oluşturulan ve üretim hakkında bilgi veren bir çizelgedir (Asal, 2009: 29). Ana üretim çizelgeleme malzeme ihtiyaç planlaması çok kademli dikkate alarak hesaplar ve en üstteki bileşenin tamamlanması için en alttaki bileşenden ne kadar sipariş edeceği hesaplanmasına yardımcı olur. Ana üretim çizelgesi üretilecek ürünler için bir üretim çizelgesidir (Güner ve Çalışkan, 2004: 163).

Ana üretim planı üzerinde oluşturulan eylem planları kullanılacak malzemelerin daha etkin bir şekilde sarf edilesine yardımcı olur (Aydoğan ve Asal, 2009: 35). Ana üretim çizelgelemesi yapılabilmesi için ana girdilerinin yani plan takvimi, talep tahminleri gibi bileşenlere ihtiyaç vardır. Bu girdiler neticesinde hangi plan takviminde hangi ürünlerin üretileceği kontrol edilebilir (Genç, 2015: 9).

Ana üretim çizelgelemesi nihai ürünün üretilmesi için gerçekleşmesi planlanan bir çizelgedir. Talep tahmini, üretim siparişleri, stok durumları ve kapasite bilgileri ışığında bir üretim programı yapılır (Ekmekçi, 2015: 24).

Ana üretim çizelgesi üretimin planlandığı dönemlere karşılık gelen üretim miktarlarını ürün tiplerini dikkate alarak gösteren çizelgedir. Bu çizelgeler ürünlere ait detayları içerir ve bundan sonraki aşama olan iş emirlerinin temelini oluşturur.

Ana üretim çizelgesi birçok nedenden dolayı değişebilmektedir. Bunlar belirsizlikten doğan müşteri talepleri ve tahminler veya satınalmalarda ve satışlardaki parti büyüklükleri gibi (Güner ve Çalışkan, 2004: 161).

Ana üretim çizelgeleme stratejik iş planlarını ve talepleri üretim planına entegre ederek üretim kaynaklarının verimli kullanılması için bir araçtır. (Abdulazeeza and Haronb, 2018: 333). Ana üretim çizelgelemenin ana avantajlarında biri kaynak profilini kullanmasıdır. Bu kaynak profili üretilen ürünler için gerekli kapasite ihtiyacı hakkında bilgi verir (Vitzthum vd., 2017: 160).

Ana üretim çizelgeleme esas olarak üretim faaliyetlerinin optimizasyonu ile ilgilidir. İşletme ile müşteri arasında bir iletişim aracı olarak kullanılıp karlılığı koruyarak bir üretim planı oluşturur. Bu sistem değişik seviyelerde modellenerek üretim için gerekli malzeme ihtiyacına kadar çok seviyeli şekilde planlama yapabilir (Al-Ashhab vd., 2018: 85).

Ana üretim çizelgelemedeki değişiklikler talepteki ve arzdeki dalgalanmalara göre değişebilir. Fiili tahmin verilerinden yola çıkılarak gerçek tahminler düzeltilmeli ve ana üretim çizelgesi tekrardan düzenlenmelidir. Her değişiklik çizelgede miktarsal ve zamansal değişikliklere yol açar (Kadipasaoglu ve Sridharan, 1995: 193).

Ana üretim çizelgeleme problemlerinde eğer stokastik süreçler dahilinde olursa genellikle güvenlik stoğu, deterministik süreçler dahilinde olursa ihtiyaç kadar (Lot-Sizing veya Lot-For-Lot) tedarik planlaması yapılır (Vargas ve Metters, 2011: 296). Ana üretim çizelgeleme herhangi bir zaman diliminde başlatılabilir ve ihtiyacın olduğu zaman zarfına kadar devam edebilir (Vargas ve Metters, 2011: 297).

Tahminlerin doğruluğu MPS i oluşturmada önemli bir rol oynamaktadır. Eğer tahmin hatası yüksek ise MPS bu hata dikkate alınarak tekrardan oluşturulacak ve plan değişim maliyeti ortaya çıkacaktır. MPS den yola çıkılarak MRP bilgileri alınacak ve tedarik planı oluşturulacaktır. Bu planda malzemelerin ihtiyaç kadar mı yoksa belirli bir parti büyüklüğünde mi tedarik edileceği netleşecektir (Tang ve Grubbström, 2002: 324).

Ana üretim çizelgesi üretilmesi planlanan ürünün hangi zamanda ne kadar üretileceğini veya ne kadarlık bir stok yapılacağı gibi konularda üretim işletmelerine yardımcı olur. Oluşturulan üretim planı ana üretim çizelgesi üzerine yerleştirilir ve bu bilgilerden yola çıkılarak iş emirleri oluşturulur. Ana üretim çizelgesi aylık olarak yapılır ve haftalık iş

planları bu çizelge üzerinde çıkarılır. Yine bu bilgilerden istinaden tedarik planları, ürünün depoya teslim zamanına göre lojistik faaliyetleri planlanabilir.

Chu (1995) çalışmasında doğrusal programlama tekniği ile MPS ve MRP çalışmaları yapmıştır. Bu çalışmalarda teslim süresi ve sınırlı kapasite gibi kısıtlar dikkate alınarak bir üretim modeli oluşturmuştur. Bu üretim modelinde stoğa üretim mi (make-to-stock) yoksa siparişe üretim mi (make-to-order) gibi konular üzerinde durmuştur. Çalışmanın neticesinde doğrusal programlama tekniklerinin MPS oluşturmak için kullanmış ve kabul edilebilir bir üretim planı oluşturmuştur.

Körpeoğlu vd. (2011) çok kademeli stokastik programlamayı MPS e uyarlamışlardır. Buradaki amaç beklenen toplam karın maksimizasyonudur ve bunun için hangi üründen ne kadar, ne zaman ve nasıl üretileceğine ait model ortaya koymuşlardır. Bu model sınırlı üretim kaynaklarının kontrol edilebilir çözüm alanında en verimli şekilde kullanılmasına sağlamaktadır.

Şahin vd. (2008) yaptığı çalışmalarda MPS çıktılarına göre tedarik zinciri planı oluşturmuşlardır. MPS in oluşturduğu üretim planından malzeme ihtiyaçlarını çıkartmış daha sonra bu bilgiler ışığında tedarikçilerden temin edilecek malzemelerin hangi aralıklarda veya hangi parti büyüklüklerinde tedarik edileceğini maliyet kriterleri dikkate alınarak bir model ile ortaya koymuşlardır.

2.2. Yöneylem Araştırması

Yöneylem araştırmaları II. Dünya Savaşı'nda İngilizlerin Alman hava saldırılarını önlemek amacıyla geliştirmiş oldukları bir yöntemdir. İngilizler Almanlardan gelecek olası bir hava saldırısına hazırlıklı olabilmek için erken uyarı sistemi kurmak istemişler ve bunun için bir komite oluşturarak çalışmalara başlamışlardır. Yapılan çalışmalarda radar sistemleri geliştirilmiştir. Fakat başka bir sorun ortaya çıkmıştır; bu radarların nasıl konumlandırılacağıdır. Bu sorunu yöneylem araştırması yani "Operation Research" bölümünü kurarak radarların nasıl konumlandırılacağını araştırmışlardır.

Yöneylem araştırması ortaya konan problemin bilimsel yöntemlerle en iyilemeye çalışan bir yaklaşımdır. İşletmelerdeki işleyişi analiz ederek ortaya konan problemin en iyi çözümü bulmaya çalışır. Başka bir ifadeyle işletmelerdeki birimleri analiz ederek problemleri belirler ve çözüm önerir. Bu problemler verimlilik, üretim faaliyetleri, finans veya mali boyutlarda olabilir (Dinçer, 2014: 13).

Bunun yanında yöneylem araştırması farklı hareket karakteristikleri sunarak karar verici kişilerin olası durumları test edip mümkün olan bütün ihtimalleri karar vericiye

gösterebilir. Yöneylemin bu özelliği matematiksel modeller geliştirerek farklı bakış açıları katabilmektedir.

2.2.1. Yöneylem Araştırma Yönteminin Aşamaları

Yöneylem araştırmalarının belirli aşamaları vardır ve bunlar genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Dinçer, 2014: 19):

- Problemin tanımlanması: Eldeki verilerin değerlendirilip sorunların ortaya koyulduğu aşamadır.
- Modelin kurulması: Eğer model üretim işletmesi için kuruluyorsa makine kapasiteleri, hammadde – yarı mamul ve mamul stokları, iş gücü, sermaye gibi kısıtların değerlendirildiği aşamadır. Model kurulurken dikkat edilmesi gereken iki nokta vardır. Bunlar;
 - Üretimde yapılması planlanan değişiklikler modeldeki karar değişkenlerinin değişimine neden olacaktır.
 - Karar değişkenlerinin birimlerinin aynı olması
- Modelin çözülmesi: Elde edilmek istenen amaç fonksiyonuna göre yine elde edilen kısıtlar dikkate alınarak bir çözüm kümesi elde edilir.
- Modelin geçerliliğinin onaylanması: Elde edilen çözüm kümesinden karar verici kendi için en fayda çözümü seçecek ve geçerliliği için denemeler yapacaktır. Bu da karar değişkenlerinin doğruluğunu dolayısıyla modelin doğruluğunu gösterecektir.
- Çözümün uygulanması: Eğer modeldeki değişkenlerin geçerliliği onaylanırsa karar verici bunları problemin çözümünde kullanabilir.

Yöneylem araştırması bir işletmede üretilen üründen işlerin işleyişine kadar bütün süreçleri analiz ederek çözülmesi gerek sorunları gün yüzüne çıkarır ve bunlara çözüm arar. Bu çözümü problem üzerinde uygulayarak geçerliliğini ispatlar ve yürürlüğe koyar. Burada önemli olan nokta yöneylem çalışmalarının sürekli olmasıdır (Dal, 2011: 35).

Yöneylem yönteminin kullanım alanları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1. Yöneylem Kullanım Alanları

Üretim Planlama ve Kontrol	Bakım ve Onarım Planlama
Üretim Çizelgeleme	Yatırım Planlama
Verimlilik	Hammadde Tedarik Planları
Toplam Kalite	Optimizasyon
Proje Yönetimi	Benzetim Uygulamaları
Ulaştırma Modelleri	Talep Tahmin Yöntemleri
Stratejik Planlama	Karar Modelleri
Finansal Planlama	Bütçe Planlama

Yöneylem araştırması üretimden lojistiğe, tedarik zincirinden proje yönetimine kadar birçok sektördeki problemleri veya iyileştirme çalışmalarına çözümler önerebilir ve bunların doğruluğunu ispatlayabilecek şekilde sistemik olarak karar modelleri çıkartabilen sayısal bir yöntemdir.

2.3. Doğrusal Programlama

Doğrusal programlamanın ekonominin tanıma yakın bir tanımı vardır. Kıt kaynaklarla sınırsız talepler doğrultusunda en fazla faydayı sağlayacak şekilde kullanılan sağlamaktır. Doğrusal programlamanın bugünkü temelleri G.B. Dantzig tarafından 1947 yılında atılmış ve evrimleşerek simpleks uygulamaları olmuştur.

Doğrusal programlama belirli eşitsizlikler ve kısıtlayıcıların oluşturduğu ve bir amacı en iyileyecek şekilde yapılan çalışmalardır. En iyilenecek amaç en az maliyet veya en fazla kar şeklinde olabilir (Yalgın, 1984: 27).

Doğrusal programlama, belli doğrusal eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşullar altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanabilir. Buradaki optimumlaştırma, belli bir amaca en düşük maliyetle ulaşmak ya da belli kaynaklarla en yüksek kârı sağlamak anlamındadır.

Doğrusal programlama disiplinler arası bir yaklaşımdır ve birçok sektörde kullanılabilir. Modelin temel özelliği olası çözümler arasından en iyi çözümü bulmaktır. Matematiksel modelleme tabanlı olan bu yaklaşım üretim, sağlık, istatistik gibi birçok alana hizmet edebilmektedir. Doğrusal programlama ise ülkemizde üretim sektöründe geniş bir yere sahiptir (Yalçınsoy vd., 2014: 19).

Doğrusal programlama doğrusal eşitlikler, eşitsizlikler, sistem kısıtlayıcıları ve karar değişkenlerinden oluşan bir sistemdir ve bu bilgilerin birleştirildiği bir amaç fonksiyonu ile

ifade edilir. Bu sistem altında kaynakların en iyi şekilde dağıtılmasını sağlayan karar modelleri ortaya koymaya yarar (Gürbüz ve Cömert, 2012: 104).

Doğrusal programlama belirlenmiş kısıtlar altında sistem tarafından belirlenen amaca ait en olurlu çözümü veren değişkenler kümesini oluşturmaya yarayan bir yöntemdir. (Yaralıoğlu ve Umarusman, 2010: 61)

Doğrusal programlama yöntemi belirlenmiş bir amaç fonksiyonu ile beraber doğrusallık gösteren eşitlik ve eşitsizlik içeren denklemler ve bu denklemlere sınırladığı karar değişkenlerinin maksimizasyonu veya minimizasyonu ile ilgilidir. (Güneş ve Umarusman, 2003: 245)

Doğrusal programlama belirlenmiş hedefi gerçekleştirmek için sınırlı kaynakların etkin kullanımına istinaden çözümler ve bu kullanıma istinaden bulunan çözümler arasında en uygun seçimi veya dağılımı sağlayan modelleme tekniğidir. (Ekmekçi, 2015: 38)

Belirli kısıtlamalarla kabul edilebilir bir çözümün bulunması için yapılan çalışmalara matematiksel programlama; amaç fonksiyonu ile karar değişkenlerinin arasındaki doğrusal ilişki kurmak için matematiksel programlama yönteminin kullanılmasına doğrusal programlama denir. (Dinçer, 2014: 20)

Doğrusal programlama en iyileme problemlerine yaklaşım biçimidir ve eldeki sınırlı kaynakların dağıtımının nasıl gerçekleşeceğini planlayan bir tekniktir. Doğrusal programlama bu yönüyle karar verici kişilere yol gösterir. (Ergülen vd., 2005: 165)

Doğrusal programlama elde edilmek istenen bir amaç doğrultusunda bu amacın değerini belirlemede kullanılacak olan karar değişkenleri ve karar değişkenlerinin hareket alanının tanımlandığı doğrusal karar modelleridir. Sistemdeki karar değişkenleri ile amaç fonksiyonu arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Doğrusal programlama kullanılan sistemlerin genel olarak birkaç ortak özelliği vardır. Bunlar; amaç fonksiyonu, karar değişkenleri, optimal bölge, katsayılar, kısıtlar, doğrusallık ve negatif olmama gibidir. Doğrusal programlama en iyiyi arayan bir süreçtir. Belirtilen amaç fonksiyonu en iyileme olarak kazancı veya maliyetleri seçebilir.

Karar değişkeni elde edilmeye çalışılan amaç fonksiyonunu oluşturan bileşenlerdir. Bu bileşenler kesirli sayılar veya tamsayılar olacak şekilde istenildiği gibi kullanılabilir. Optimal bölge bütün karar değişkenlerinin beraber değerlendirildiği ve mümkün olan bütün kombinasyonlarının dikkate alındığı bölgedir. Bu bölgede birden çok çözüm, sonsuz çözüm veya hiç çözüm olmayabilir.

Amaç fonksiyonu katsayılar ve karar değişkenlerinin fonksiyonudur ve bu değerler karar vericinin talebi doğrultusunda değişen değerler değildir. Doğrusallık ise oransallık ve toplanabilirlik içerir. Bu karar değişkenleri çarpım şeklinde ifade edilemeyeceğini belirtir.

Negatif olmama kısıtı ise karar değişkenlerinin pozitif değer veya sıfır değerini alacağıdır. Üretim işletmelerinde ürünlerin negatif üretimi yapılamayacağı için negatif olmama kısıtını kullanmamız gerekir. (Krajewski vd., 2014: 583). Doğrusal programlama sonucunda sistemin kullanmadığı fazla kapasite veya eksik kapasite aynı şekilde fazla veya eksik hammadde stokları ortaya çıkacaktır (Yaralıoğlu ve Umarusman, 2010: 62).

Literatürde üretim planlama ile ilgili yapılmış birçok doğrusal programlama çalışması mevcuttur. Örneğin Hakan (2014); bir demir çelik işletmesinde doğrusal programlamayı kullanarak firmanın kaynaklarını optimum düzeyde kullanarak en iyi kar modeli oluşturmaya çalışmıştır. Bunun yanında modelin dualini çıkararak 1 birim değişkeni artırmanın firmanın kar modeline ne kadarlık bir etki yaratacağını çalışmasında belirtmiştir. Yine çalışmasında bağlayıcı kısıtlardan bahsederek bu kısıtların miktarındaki artışın firmanın kaynak kullanımını artırabileceğini belirtmiştir.

Nermin (2007) yaptığı çalışmalarda firmanın üretim hedeflerine yine firmanın üretim imkânları doğrultusunda ulaşabileceğini belirtmiştir. Üretimin yapıldığı zaman periyodunda üretim programlarını en doğru şekilde hazırlayarak üretimi detaylandırabileceğini göstermiştir.

Sofyalıoğlu ve Öztürk (2013) yaptıkları çalışmalarda kapasite kısıtları ve bütçe hedefleri doğrultusunda tedarik zinciri dağıtım planlaması yaparaktan hedef programlama yöntemini kullanmış ve bir model ortaya koyarak kısıtların oluşturduğu alan içerisinde en etkin değerleri bulmaya çalışmıştır.

Enver ve Ömer (2009) doğrusal programlama ile malzeme ihtiyaç planlamasının firmanın üretim maliyetlerini azalttığını ve kullanılan diğer kaynakların etkinlik düzeylerinin arttırdığını çalışmalarında belirtmiştir.

Aysel ve diğerleri (2005) konfeksiyon işletmesinde yaptığı çalışmalarda doğrusal programlama yöntemini kullanarak kabul edilebilir bir üretim stratejisi ve bu strateji neticesinde en fazla karı elde etmeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Firma için karar verebilecekleri bir model oluşturmuşlardır. Çalışma neticesinde firma belirlenen disiplin çerçevesinde üretimini gerçekleştirdiği takdirde işletmenin rekabet koşullarını kendi lehine çevireceği ve karını maksimize edeceği belirlenmiştir.

Güngör (2002) hastane yaptığı çalışmada hemşire çizelgeleme sorunu için bir model önermiş ve eldeki kaynakların ihtiyaçlar ve kısıtlar doğrultusunda planlamasını yapmıştır. Bu çizelgeleme hastaneler için optimum sonuç veren işgücü planlamasının temelini oluşturmuştur.

Şahin ve Miran (2010) yaptığı çalışmalarda oyun teorisi ile doğrusal programlamayı karşılaştırmıştır. Bunun neticesince doğrusal programlama yardımıyla %4.71 daha avantajlı üretim desenini bulmuşlar ve daha avantajlı brüt kar elde etmişlerdir.

Acar ve diğerleri (2000) ormancılık sektöründe üretile ürünlerinin bölmeden ülkeden nasıl çıkarılacağı konusunda çalışmalar yapmışlardır. Bunun için transportasyon maliyetlerini minimize eden doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir.

Nishizak ve Sakawa (2001) yaptığı çalışmalarda bir amaç fonksiyonu yerine çoklu amaç fonksiyonu kullanarak doğrusal programlama ile oyun modeli oluşturmuştur. Buradaki amaç bütün karar vericiler için kabul edilebilir bir karar denklemi oluşturmuştur. Bu çoklu modelde karar vericiler kaynaklarını bir araya getirerek bir üretim modeli ortaya koymuşlardır.

2.3.1. Doğrusal Programlamanın Amacı

İşletmelerde satış tahminleri o üründen satılabilecek olası miktarları belirtir. Üretim miktarı bu tahmine eşit, az veya çok olabilir. Üretimi çizelgelerken bazı kısıtlar altında çizelgelemek gerekir. Bu kısıtlara örnek olarak aşağıdakiler gösterilebilir.

- Normal mesailer
- Fazla mesailer
- Makine kapasiteleri
- Stok kapasiteleri

Bu kısıtlar altında işletmeler üretimlerini planlamalı ve çizelgelemelidir. İşletmelerdeki sistemlere göre yukarıda belirtilen kısıtları bir araya getirip harmanlaması gerekebilir. Bu harmanlama için doğrusal programlama kullanılabilir. Doğrusal programlama birkaç yöntem mevcuttur. (Tanyaş ve Baskak, 2013: 172)

- Çok ürünlü sistemler

Bu sistemlerin kapsamı birçok ürün üreten işletmelerin her ürüne olan talebi dikkate alarak en verimli şekilde üretim çizelgesinin oluşturulmasını sağlamaktır. Kaynakların hangi ürün karması için nasıl kullanılması gerektiği bu yöntem ile belirlenebilir.

- Karışım sistemler

Bu sistemlerin kapsamı istenilen kalite ürünü elde edebilmek için gerekli ürün ağacının oluşturulması için gerekli miktarlar bu yöntem ile belirlenebilir.

- Çok süreçli sistemler

Bu sistemlerin kapsamı bir ürün üretilirken birçok proseden geçiyor ise her prostedeki zamanlar ve miktarlar dikkate alınarak yapılacak iş için gerekli kaynakların planlaması yapılabilir.

- Çok tesisli sistemler

Birbirine entegre tesislerde planlama bu sistemlerle yapılabilir. Bir tesisin mamulü bir sonrakinin hammaddesi olacak şekilde ilerleyen sistemlerde her bir tesis için planlama yapılması gerekmektedir. Bu plan bütün ihtiyaçları ve kaynakları dikkate alarak yapılmalıdır.

Doğrusal programlamanın en yararlı noktası birçok kaynağı dikkate alır ve bunları analiz eder. Bu analiz doğrultusunda karar vericiye bilgiler vererek hareket planı oluşturur. Burada zor olan konu ise karar değişkenlerinin seçimi ve model kurmaktır. Analiz edilecek konunun bilgilerinin modelde olması kararın doğruluğunu etkileyecektir. Bu bilgileri duyarlılık analizi ile birlikte değerlendirerek olası bütün olasılıkların amaç fonksiyonuna etkisi araştırılabilir.

Karar vericiler açısından bakıldığında üretilecek ürünler için kullanılacak kaynakların seçimi çok önemlidir. Hiçbir karar verici yüksek maliyetlerle düşük kar elde etmek istemez. Doğrusal programlama bu konuları dikkate alır ve kaynaklar arasında en uygun şekilde dağıtım yapar. (Dinçer, 2014: 23)

2.3.2. Doğrusal Programlamanın Varsayımları

Doğrusal programlamanın kullanılabilmesi için belirli varsayımların dikkate alınması gerekmektedir. (Dal, 2011: 40)

- Doğrusallık varsayımı

Doğrusallık modelin birbiriyle olan ilişkisini gösteren bir varsayımdır. Bir işletmenin üretiminde artış var ise bu üretim için gerekli girdilerde de aynı oranda bir artış var demektir. Bu durumu doğrusallık varsayımı ile açıklayabiliriz.

- Bölünebilirlik varsayımı

Üretimde kullanılan bileşenlerin ve üretilen ürünlerin kesirli kısımlarının kullanılabilmesi ve bunların üretilmesine olanak sağlayan varsayımdır.

- Toplanabilirlik varsayımı

Üretimde kullanılan faaliyetlerin veya bileşenlerin, toplam faaliyete veya bileşene eşit olması varsayımdır.

- Sınırlılık varsayımı

Bir işletmede hem faaliyetler hem de bileşenlerin sınırlı olması gerekmektedir. Bu sınırlılık genel olarak hem faaliyet hem bileşen hem de miktarsal bakımdan olabilir.

- Pozitif olma koşulu

Doğrusal programlamada karar değişkenlerinin negatif değer alması anlamlı bir çözüm kümesi oluşturmaz. Bir işletme negatif değerli fayda sağlayamaz. Yani bir işletme negatif değerli üretim yapamaz.

2.3.3. Doğrusal Programlamanın Adımları

Doğrusal programlamada her problem için ayrı model kurulabilir. Doğrusal programlamanın en zorlu kısmı aşağıda belirtilen şekilde özetlenebilir. (Krajewski vd., 2014: 584)

- Karar değişkenlerinin tanımlanması

Karar verilecek olan değişkenlerin açık olarak belirlenmesi problemin bundan sonraki süreçleri için önemli bir adımdır.

- Amaç fonksiyonunun belirlenmesi

Maksimizasyonu veya minimizasyonu yapılacak olan fonksiyon bu aşamada belirlenir.

- Kısıtların yazılması

Üretilecek olan ürünlerin en fazla kaç birimlik kapasite, hammadde, işçilik veya genel üretim gideri gibi kaynakları tüketeceğini belirten sınırlayıcılarıdır.

- Pozitif olma kısıtı

Daha önce belirtildiği gibi işletmeler en az sıfır üretim yapabilirler ve bu sayı sıfırın altına düşemez.

Amaç fonksiyonunu oluşturan karar değişkenlerinin belirli aralıkta sınırlanması gerekmektedir. Aksi halde sınırsız çözüm ortaya çıkacaktır.

Bahsedilen adımların modelleri aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Z : Minimizasyonu veya maksimizasyonu yapılacak olan amaç fonksiyonunu

A_j : Karı veya maliyeti temsil eden katsayılar

B_j : Karar değişkenlerinin katsayıları

C_j : Karar değişkenlerinin sınırlayıcıları

x_j : Karar değişkenleri

Amaç fonksiyonu:

$$Z = A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_nX_n$$

Kısıtlar:

$$\begin{array}{ccccccccccc} B_{11}X_1 & + & B_{12}X_2 & + & \dots & + & B_{m1}X_1 & (\leq, =, \geq) & C_1 \\ B_{21}X_1 & + & B_{22}X_2 & + & \dots & + & B_{m2}X_2 & (\leq, =, \geq) & C_2 \\ B_{31}X_1 & + & B_{32}X_2 & + & \dots & + & B_{m3}X_3 & (\leq, =, \geq) & C_3 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ B_{n1}X_1 & + & B_{n2}X_2 & + & \dots & + & B_{mn}X_n & (\leq, =, \geq) & C_n \end{array}$$

Pozitif olma kısıtı:

$$X_i \geq 0$$

Doğrusal programlama neticesinde sistemin oluşturduğu değişkenlerin değerleri amaç fonksiyonunu en iyiler ve bu değerlerden başka en iyi çözümler seti mevcut değildir. Oluşturulan bu veri seti bütün kaynakların en verimli şekilde kullanıldığını belirtmez. Sadece amaç fonksiyonunu en iyi yapacak şekilde değer alır. Gerçek bir optimizasyon problemi sadece tek bir kaynağı göz önüne almaz bunun yanında diğer kaynak parametrelerini de dikkate alarak tam anlamıyla optimal bir çözümler sunar. (Yaralıoğlu ve Umarusman, 2010: 64)

Doğrusal programlamada bazı kavramlar yer almaktadır. Bunlar; (Aytekin, 1996: 30)

- **Uygun Çözümler:**
Bulunan çözümler eğer modeldeki kısıtlayıcıların hepsini içeriyorsa bu çözümler uygun çözümlerdir. Uygun çözümler kümesi ise değişkenlerin aldığı değerlerin oluşturduğu kümeye denir.
- **Optimal Çözümler:**
Uygun çözümler kümesinin içerisindeki değerlerin en iyi olanı optimal çözümler olarak kabul edilir.
- **Temel Çözümler:**
Eğer bir problem “m” sayıda kısıtlayıcıya ve “n” sayıda karar değişkenine sahip ise tek bir temel çözümler vardır.
- **Bozulan Çözümler:**
Eğer bir temel çözümlerde temel değişkenlerden değeri sıfır olan varsa bu bozulan çözümler demektir. (Nakharutai vd., 2018: 296) Sıfır değerini alan değişkenler temel değişkenler değildir ve diğer karar değişkenlerine ise temel değişken denir.

2.3.4. Doğrusal Programlama Çözüm Yöntemleri

Doğrusal programlama çözümünde genellikle grafik metodu ve simpleks metodu kullanılmaktadır. Bu her iki yönteminde kendine ait bazı özellikleri vardır. Grafik çözüm yöntemi en fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde kullanılmakla birlikte uygulamada genellikle iki değişkenli problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Simpleks yöntemi ise değişken sayısı çok olan problemlere de kolaylıkla uygulanabilmektedir.

2.3.4.1. Grafik Yöntem

İki ve üç değişkenli modellerin çözümünde kullanılabilir fakat üç değişkenli denklemlerin çözümünde bile zorluklar olabilmektedir. Her kısıtlayıcı değer bir düzlem üzerinde ifade edilmektedir ve bu düzlem üç değişkenli modellerde çözüme ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Durum böyle olunca grafik yöntemi iki değişkenli denklemler için kullanılmaktadır.

Grafik yönteminde ilk olarak tüm kısıtlara uyacak şekilde bir çözüm kümesi belirlenir. Daha sonra bu çözüm kümesinden karar verici için en uygun çözüm seçilerek problem çözümlenmiş olur. Grafik yöntemi simpleks algoritmasının temelini oluşturur. Bu çözüm yöntemi kısıt sayısı arttıkça çözüm için yetersiz kalmaktadır.

Grafik metodunda maksimum durumuna ilişkin bir örnek aşağıda verilerek açıklanmıştır.

Örnek 1: Bir firma oyuncak asker ve tren üretmektedir. Oyuncak asker 27\$ a satılmakta ve 10\$ lık hammadde 14\$ lık işçilik ve genel gider masrafı olmaktadır. Tren ise 21\$ a satılmakta ve 9\$ lık hammadde 10\$ lık işçilik ve genel gider masrafı olmaktadır. Her asker 2 saatlik finish işlemi ve 1 saatlik marangozluk; her tren 1 saatlik finish işlemi ve 1 saatlik marangozluk işlemine tabi tutulmaktadır. Bir haftada en fazla 100 saatlik finish işlemi ile 80 saatlik marangozluk işlemi yapılmakta ve bir haftada en fazla 40 asker satılmaktadır. 1 hafta için en fazla karın ne kadar olacağını bulabiliriz. (Winston, 2004: 49)

Doğrusal programlamanın adımlarından yola çıkacak sıralama aşağıdaki şekilde ilerleyecektir.

1. Karar değişkenlerinin tanımlanması

$$X_1 = \text{Oyuncak Asker}$$

$$X_2 = \text{Oyuncak Tren}$$

2. Amaç fonksiyonunun belirlenmesi

1 asker 27\$ a satılmakta 10\$ lık hammadde ve 14\$ lık aynı şekilde 21\$ lık tren için 9\$ hammadde ve 10\$ üretim gider yapılmaktadır. Bunu matematiksel olarak ifade edersek kar fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır.

$$1 \text{ asker için : } 27\$ - 10\$ - 14\$ = 3\$$$

$$1 \text{ tren için : } 21\$ - 9\$ - 10\$ = 2\$ \text{ olmaktadır.}$$

$$Z_{max} = 3xX_1 + 2xX_2$$

3. Her iki oyuncak için işçilik ve finish işlemlerinin zamanları belli olmakla beraber en fazla kullanılacak kaynak miktarları da belirlidir. Bu durumda aşağıdaki şekilde kısıtlar yazılabilir.

$$2xX_1 + 1xX_2 \leq 100 \rightarrow \text{Finish işlemi için kısıt}$$

$$1xX_1 + 1xX_2 \leq 80 \rightarrow \text{Marangozluk işlemi için kısıt}$$

$$X_1 \leq 40 \rightarrow \text{Finish işlemi için kısıt}$$

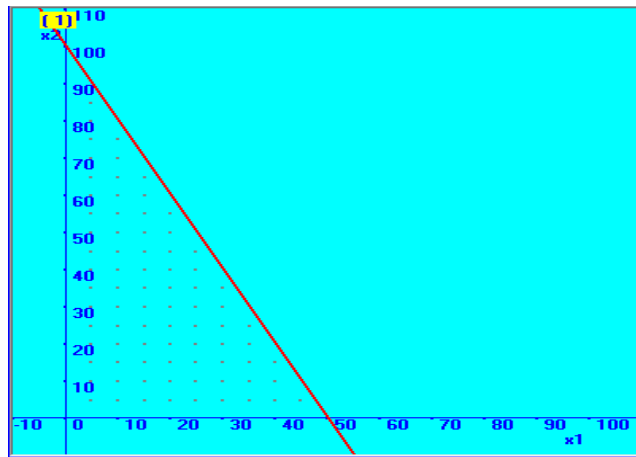
4. Bu adımlara ek olarak negatif üretim yapılamayacağı için her değişken sıfıra eşit ve sıfırdan büyük olmalıdır.

$$X_1, X_2 \geq 0 \rightarrow \text{Pozitif olma ve 0 olma kısıtı}$$

Problemin çözümüne ilk olarak koordinat düzleminde kısıtların doğrultularını çizmeyle başlanır. Bu her kısıttan en fazla ne kadarlık bir kullanım yapılacağını gösteren bir grafik olacaktır. Finish işlemi için $2xX_1 + 1xX_2 \leq 100 \rightarrow \text{Finish işlemi için kısıt}$ denklemini çözülmek istendiğinde grafik aşağıdaki gibi olmaktadır. Buradaki değerler

$$X_1 = 50$$

$$X_2 = 100' \text{ dir.}$$



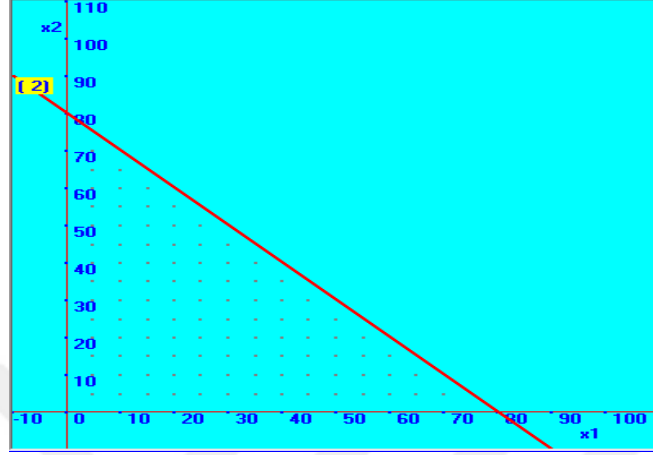
Şekil 1. Örnek 1.1

Finish işlemi için kısıtı \leq şeklinde olduğu için doğrunun sol tarafı taranmıştır.

Marangozluk işleminin için $1x_1 + 1x_2 \leq 80$ → Marangozluk işleminin için kısıt denkleminin çözülmesi istendiğinde grafik aşağıdaki gibidir. Buradaki değerler

$$X_1 = 80$$

$$X_2 = 80 \text{ dir.}$$

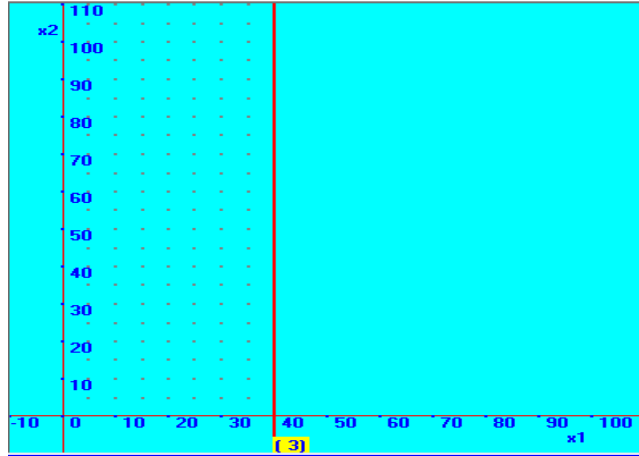


Şekil 2. Örnek 1.2

Marangozluk işleminin için kısıt \leq şeklinde olduğu için bu doğrunun sol tarafı tanımlanmıştır.

Üretilen en fazla asker sayısı için $X_1 \leq 40$ → Finish işleminin için kısıt denkleminin çözülmesi istendiğinde grafik aşağıdaki gibidir. Buradaki değerler

$$X_1 = 40 \text{ dir.}$$



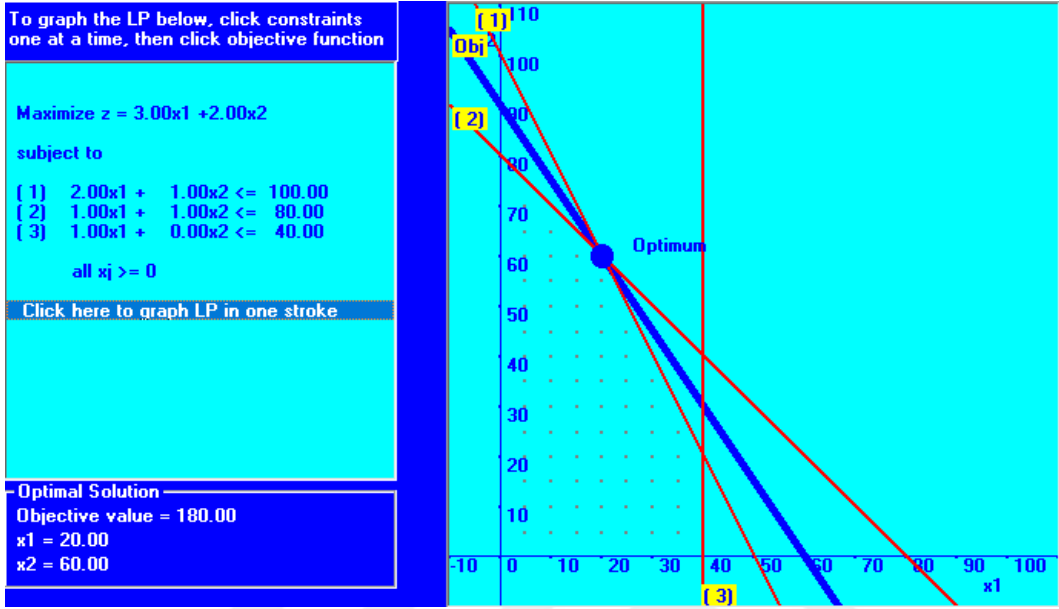
Şekil 3. Örnek 1.3

Bu doğru için tek kısıt olduğunda X_1 düzlemine dik bir doğru çizilmiştir.

Çözüm bu üç denklemin bir araya getirilmesi ile bulunmaktadır. Sistem çözüm üç doğrunun kesiştiği noktalarda aramaktadır. Bu arama yöntemine üç nokta teoremi

denilmektedir. Amaç fonksiyonu eğer bir maksimizasyon veya minimizasyon problemi ise ve modelin en iyi çözümü var ise uygun çözüm uç noktalarındadır.

Bu bilgiler doğrultusundan optimum çözümü veren grafik ve değerleri aşağıdaki gibi olmaktadır.



Şekil 4. Örnek 1 Çözüm Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere optimum çözüm için değişkenlerinin ve amaç fonksiyonunun değerlerine ulaşılmıştır. Grafikte noktali olarak belirtilen alan modelin çözüm alanıdır.

$$Z_{max} = 3xX_1 + 2xX_2$$

$$2xX_1 + 1xX_2 \leq 100$$

$$1xX_1 + 1xX_2 \leq 80$$

$$X_1 \leq 40$$

$X_1, X_2 \geq 0$ denklemlerinin sonucundaki kullanım değerleri ve amaç fonksiyonunun

değerleri aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$X_1 = 20$$

$$X_2 = 60$$

$$Z_{max} = 180\$ \text{ olacaktır.}$$

Grafik çözüm bütün modellerin sınırlı bir alanda kalacağı yani çözümü olabileceği anlamına gelmez. Bu durumu sınırsız bir çözüm örneğiyle açıklayalım.

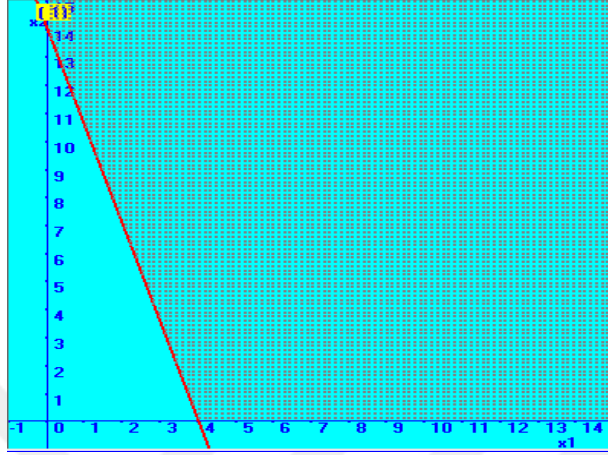
Örnek 2

$$Z_{max} = 50xX_1 + 100xX_2$$

$$7x_1 + 2x_2 \geq 28$$

$$2x_1 + 12x_2 \geq 24$$

Bu modeli sırasıyla çözdüğümüzde öncelikle ilk kısıt olan $7x_1 + 2x_2 \geq 28$ denkleminin çözümünün grafiği aşağıdaki gibi olacaktır.



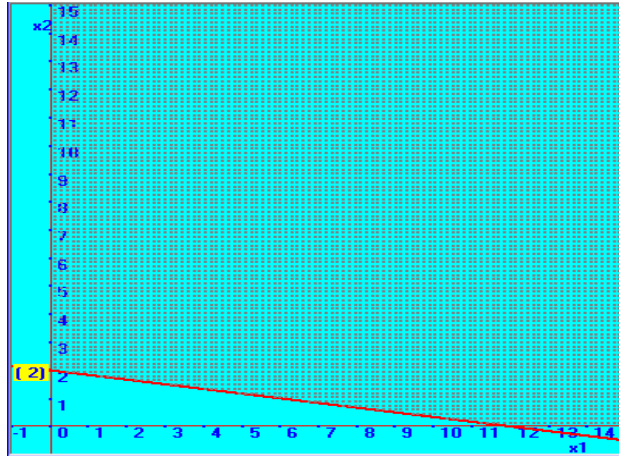
Şekil 5. Örnek 2.1

Çözüm sonucunda karar değişkenlerinin aldığı değerler aşağıdaki gibi olacaktır.

$$x_1 = 4$$

$$x_2 = 14 \text{ 'dür.}$$

İkinci kısıt olan $2x_1 + 12x_2 \geq 24$ denkleminin çözümünün grafiği aşağıdaki gibi olacaktır.



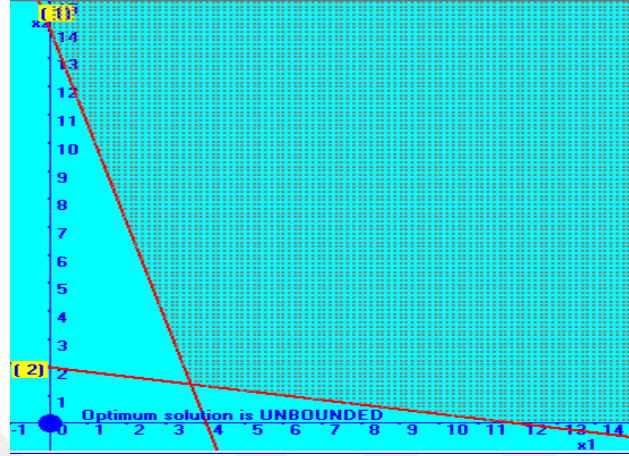
Şekil 6. Örnek 2.2

Çözüm sonucunda karar değişkenlerinin aldığı değerler aşağıdaki gibi olacaktır.

$$x_1 = 12$$

$$x_2 = 2 \text{ 'dir.}$$

Bu iki grafikten de görüleceği üzere denklemlerin çözüm kümeleri doğruların üst kısmında kalmaktadır. Bu iki kısıt aynı anda çözüldüğünde aşağıdaki gibi bir grafik oluşacaktır.



Şekil 7. Örnek 2 Çözüm Grafiği

Bu grafik modelin uygun bir çözüm aralığının olmadığını göstermektedir ve bu model için “Unbounded” yani sınırsız tanımlaması yapılır.

2.3.4.2. Simpleks Algoritması

Simpleks algoritması grafik çözümden elde edilen olurlu bölgenin köşe noktalarını sistematik olarak inceler ve amaç fonksiyonu istenilen bölgedeki değerine cebirsel tekrarlama ile yaklaştırır. (Dinçer, 2014: 27) Doğrusal programlama problemlerinde değişken sayısı arttıkça çözümü bulmak zorlaşabilir. Bunun için Simpleks yönteminin kullanılabilir olmasıdır.

Simpleks algoritması en iyi çözüme adım adım yaklaşır ve grafik yöntemde belirlenen uç noktaların üzerinde araştırmalar yaparak bu en iyi çözümü bulmaya çalışır. (Dal, 2011: 44)

Simpleks yöntemi eşitsizlikler sistemine ardışık işlemlerle çözüm kümesi arayan ve bu çözüm kümesinde her olası durum içinde olabilirlik kontrolü yapan bir süreçtir. (Aytekin, 1996: 45)

Doğrusal programlamada problemin kabul edilen çözümü köşe noktalardan birinin üzerine gelmektedir ve bu teoriye uç nokta denilmektedir. Grafik yöntemden Simpleks yöntemine geçişte en önemli rol uç nokta teorisini cebirsel olarak ifade edilebilmesidir. (Dinçer, 2014: 29) Bu durum göz önüne alındığında ilk yapılması gereken modelin standart hale yani eşitsizlikler gerekli değişkenlerin kullanılmasıyla eşitlik haline getirilmesidir. Bir model standart hale getirilirken belirli sağlaması gerekmektedir. Bunlar;

- Amaç fonksiyonu minimizasyon ve maksimizasyon şeklinde belirtilmeli
- Eşitsizliklerin sağ tarafları negatif olmayacak şekilde eşitlik haline getirilmesi. (Modeldeki eşitsizliklerin yani \leq veya \geq ilave değişkenlerin eklenmesiyle eşitlik haline getirilmesi)

Aylak değişkenler modelde \leq olarak belirtilen eşitsizliklere eklenerek standart hale dönüştürülür. Bu değişkenler kullanılmayan kaynakları ifade ederler. Bu değişkenler eşitliğin sağ tarafında olduğunda kaynağa ait kısımları; sol tarafta olduğunda kaynağın modelde bulunan farklı değişkenlerde kullanıldığını gösterir. (Dinçer, 2014: 30)

Artık değişkenler modelde \geq olarak belirtilen eşitsizliklerden çıkartılarak standart hale dönüştürülür. Bu değişkenler fazla kaynakları ifade ederler. (Aytekin, 1996: 47)

Örnek 2

Dakota mobilya firmasının ürettiği ürünler ve bu ürünler için kullandığı kaynaklar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. (Winston, 2004: 140)

Tablo 2. Örnek 2 Bilgileri

Kaynaklar	Sıra (X_1)	Masa (X_2)	Sandalye (X_3)
Kereste	8	6	1
Finish İşlemi	4	2	1.5
Marangozluk	2	1.5	0.5

Buna göre ürünlerin karları dikkate alınarak amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$Z_{max} = 60xX_1 + 30xX_2 + 20xX_3$$

Kaynak kısıtları ise kereste için en fazla 48 adet, finish işlemi için en fazla 20 saat ve marangozluk işlemi için en fazla 8 saat olmakta ve masa satışı en fazla 5 adet olmaktadır.

Bu bilgilerin modeli aşağıdaki gibi olacaktır.

	Sıra	Masa	Sandal		
	x1	x2	x3		
Maximize	60.00	30.00	20.00		
(1)	8.00	6.00	1.00	\leq	48.00
(2)	4.00	2.00	1.50	\leq	20.00
(3)	2.00	1.50	0.50	\leq	8.00
(4)	0.00	1.00	0.00	\leq	5.00
Lower Bound	0.00	0.00	0.00		
Upper Bound	infinity	infinity	infinity		

Denklemler yukarıda belirtildiği üzere eşitsizlik şeklindedir. Probleme devam edebilmek için eşitsizliğin standart hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için eşitsizliklere aylak veya artık değişkenlere eklenecektir. Eşitsizlik durumuna göre aylak ve artık değişkenler eklendikten sonra simpleks için bir başlangıç tablosu elde edeceğiz.

Örnek çözülmeye başlandığında ilk olarak sistem bir değişken girecek ve eklenen ilave değişkenlerden birisi çıkacaktır. Eğer değişken denkleme girmiyorsa bu o değişkenin kullanılmadığı anlamına gelir. Öncelikle başlangıç tablosundan yola çıkılarak aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmalıdır.

- Anahtar sütun seç

Eğer amaç fonksiyonu maksimizasyon şeklindeyse amaç fonksiyonundaki katsayı ile bir birim daha üretmenin vereceği kar kaybının farkı bize anahtar sütunu verecektir. İlk adımda kar kaybı sütunu 0 olarak gözükmektedir. Bizim örneğimizde en fazla kar X_1 karar değişkenindedir.

- Anahtar satır seç

Anahtar satır anahtar sütündeki bütün değerlerin kısıtların sağ taraf sabitlerine bölünmesiyle bulunur. Bu bölüm sonucu en küçük değer bizim için anahtar satırdır. Bu işlemler sonucunda anahtar satırımız (3) satır olmaktadır.

- Anahtar sayıyı bul

Anahtar satır ile anahtar sütunun kesiştiği nokta bize anahtar sayıyı verir ve anahtar satırdaki değer bütün değerlere bölünür.

Model TORA yazılımı yardımıyla çözüldüğünde aşağıdaki gibi 1. iterasyon sonuçlanmaktadır.

Iteration 1	Sıra		Masa	Sandal				
Basic	x1	x2	x3	sx4	sx5	sx6	sx7	Solution
z (max)	-60.00	-30.00	-20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sx4	8.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	48.00
sx5	4.00	2.00	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	20.00
sx6	2.00	1.50	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	8.00
sx7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00

Yukarıda görüldüğü gibi denkleme her kısıt için bir ilave değişken eklenmiştir. Bunlar sx4, sx5, sx6 sx7 dir. Bütün eşitsizlikler eklenen ilave değişkenlerle eşitlik haline getirilmiştir. Eşitsizliklerin hepsi \leq şeklinde olduğu için eklenen değişkenler aylak (slack) değişkenlerdir.

Başlangıç simpleks tablosu aşağıdaki gibi olmaktadır. Bu tabloda en fazla karı sağlayan değişkeni sisteme dahil ettik. sx_4 , sx_5 , sx_6 , sx_7 aylak değişkenlerinden hangisinin sistemden çıkacağına karar vereceğiz. Bunun için anahtar sütunda belirlediğimiz ve sx_4 , sx_5 , sx_6 , sx_7 değişkenlerine gelen değerleri sağ taraf sabitlerine bölüp en küçük değere sahip olan değişkeni sistemden çıkaracağız.

$$SX_4 \Rightarrow \frac{48}{8} = 6$$

$$SX_5 \Rightarrow \frac{20}{4} = 5$$

$$SX_6 \Rightarrow \frac{8}{2} = 4$$

$$SX_7 \Rightarrow \frac{5}{0} = \text{Tanımsız}$$

Burada en küçük değer olan SX_6 değişkenini seçiyoruz ve anahtar sütun ile anahtar satırın kesiştiği yerdeki sayı anahtar sayı olmaktadır. Anahtar satırdaki bütün değerler anahtar sayıya bölünür.

Tablo 3. Örnek 2 Başlangıç Simpleks Tablosu

1. Başlangıç Simpleks Tablosu									
Temel	Temel Değişkenler	X_1	X_2	X_3	SX_4	SX_5	SX_6	SX_7	Sabitler
	Amaç Satırı	-60	-30	-20	0	0	0	0	0
SX_4	0	8.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	48.00
SX_5	0	4.00	2.00	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	20.00
SX_6	0	2.00	1.50	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	8.00
SX_7	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00
Birim Kaybı	Z_j								
İndeks Satırı	$C_j - Z_j$								

Tablo 4. Örnek 2 İlk Simpleks Tablosu

1.Başlangıç Simpleks Tablosu									
Temel	Temel Değişkenler	X ₁	X ₂	X ₃	SX ₄	SX ₅	SX ₆	SX ₇	Sabitler
	Amaç Satırı	-60							
SX ₄	0	0							
SX ₅	0	0							
X ₁	0	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	4.00
SX ₇	0	0							
Birim Kaybı	Z _j	60							
İndeks Satırı	C _j - Z _j	0							

Bir sonraki aşamada diğer yeni satırların değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama “Eski değer – (İki köşenin çarpımı/anahtar sayı)” şeklinde hesaplanabilir.

SX₅ ile X₂ değerlerinin kesiştiği noktadaki hücrenin değeri;

$$2 - \frac{4 \times 1.5}{2} = -1$$

SX₄ ile X₂ değerlerinin kesiştiği noktadaki hücrenin değeri;

$$6 - \frac{8 \times 1.5}{2} = 0$$

SX₇ ile X₂ değerlerinin kesiştiği noktadaki hücrenin değeri;

$$1 - \frac{0 \times 1.5}{2} = 0$$

Amaç fonksiyonundaki X₂ hücrenin değeri ise;

$$30 - \frac{60 \times 1.5}{2} = 0$$

Diğer bütün hücrelerde aynı şekilde hesaplandığında sonuç Tablo 5. deki gibi olmaktadır.

Tablo 5. Örnek 2 İkinci Simpleks Tablosu

2.Başlangıç Simpleks Tablosu										
Temel	Temel Değişkenler		X ₁	X ₂	X ₃	SX ₄	SX ₅	SX ₆	SX ₇	Sabitler
	Amaç Satırı		0.0	15.0	-5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	240.0
SX ₄	0	0.0	0.0	-1.0	1.0	0.0	-4.0	0.0	16.0	
SX ₅	0	0.0	-1.0	0.5	0.0	1.0	-2.0	0.0	4.0	
X ₁	0	1.0	0.75	0.25	0.0	0.0	0.5	0.0	4.0	
SX ₇	0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	
Birim Kaybı	Z _j	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
İndeks Satırı	C _j - Z _j	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Modelin 2. iterasyonunun TORA çıktısı aşağıdaki gibi olmaktadır.

Iteration 2	Sıra		Masa	Sandalye				
Basic	x1	x2	x3	sx4	sx5	sx6	sx7	Solution
z (max)	0.00	15.00	-5.00	0.00	0.00	30.00	0.00	240.00
sx4	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.00	-4.00	0.00	16.00
sx5	0.00	-1.00	0.50	0.00	1.00	-2.00	0.00	4.00
x1	1.00	0.75	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	4.00
sx7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00

İlk simpleks tablosundan sonra aynı işlemler bir sonraki aşamada da yapılır.

Tablo 6. Örnek 2 Üçüncü Simpleks Tablosu

3.Başlangıç Simpleks Tablosu										
Temel	Temel Değişkenler		X ₁	X ₂	X ₃	SX ₄	SX ₅	SX ₆	SX ₇	Sabitler
	Amaç Satırı		0.0	15.0	-5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	240.0
SX ₄	0	0.0	0.0	-1.0	1.0	0.0	-4.0	0.0	16.0	
SX ₅	0	0.0	-1.0	0.5	0.0	1.0	-2.0	0.0	4.0	
X ₁	0	1.0	0.75	0.25	0.0	0.0	0.5	0.0	4.0	
SX ₇	0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	
Birim Kaybı	Z _j	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
İndeks Satırı	C _j - Z _j	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Yukarıdaki tabloda anahtar satır, sütun ve sayımızı belirledikten sonra bir önceki aşamada yer alan bütün işlemleri tekrar yaparak denkleme giren X_3 karar değişkeninin alacağı değeri belirliyoruz.

Tablo 7. Örnek 2 Dördüncü Simpleks Tablosu

4.Başlangıç Simpleks Tablosu										
Temel	Temel Değişkenler		X_1	X_2	X_3	SX_4	SX_5	SX_6	SX_7	Sabitler
	Amaç Satırı									
SX_4		0								
X_3		0	0.0	-2.0	1.0	0.0	2.0	-4.0	0.0	8.0
X_1		0								
SX_7		0								
Birim Kaybı		Z_j			20					
İndeks Satırı		$C_j - Z_j$			0					

Tablo 8. Örnek 2 Beşinci Simpleks Tablosu

5.Başlangıç Simpleks Tablosu										
Temel	Temel Değişkenler		X_1	X_2	X_3	SX_4	SX_5	SX_6	SX_7	Sabitler
	Amaç Satırı		0.0	5.0	0.0	0.0	10.0	10.0	0.0	280.0
SX_4		0	0.0	-2.0	0.0	1.0	2.0	-8.0	0.0	24.0
X_3		0	0.0	-2.0	1.0	0.0	2.0	-4.0	0.0	8.0
X_1		0	1.0	1.25	0.0	0.0	-0.5	1.5	0.0	2.0
SX_7		0	0.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
Birim Kaybı		Z_j	60	0.0	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
İndeks Satırı		$C_j - Z_j$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Modelin 3. iterasyonunun TORA çıktısı aşağıdaki gibi olmaktadır.

Iteration 3	Sıra	Masa	Sandal						
Basic	x1	x2	x3	sx4	sx5	sx6	sx7	Solution	
z (max)	0.00	5.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	280.00	
sx4	0.00	-2.00	0.00	1.00	2.00	-8.00	0.00	24.00	
x3	0.00	-2.00	1.00	0.00	2.00	-4.00	0.00	8.00	
x1	1.00	1.25	0.00	0.00	-0.50	1.50	0.00	2.00	
sx7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00	

Bütün hesaplamaların neticesinde modelin TORA çıktısı aşağıdaki gibi olmaktadır.

Final Iteration No.: 3

Objective Value = 280

<u>Variable</u>	<u>Value</u>	<u>Obj Coeff</u>	<u>Obj Val Contrib</u>
x1: Sıra	2.00	60.00	120.00
x2: Masa	0.00	30.00	0.00
x3: Sandalye	8.00	20.00	160.00
<u>Constraint</u>	<u>RHS</u>	<u>Slack-/Surplus+</u>	
1 (<)	48.00	24.00-	
2 (<)	20.00	0.00	
3 (<)	8.00	0.00	
4 (<)	5.00	5.00-	

2.3.4.3. Dualite

Ürün çeşitliliği fazla olan üretim işletmelerinde optimum çözüme ulaşmak uzun zaman alabilir veya bir sonuç vermeyebilir. Bu gibi durumlardan dolayı primal modelin dualini bularak çözüme ulaşmak daha kolay bir çözüm ortaya koyabilir. (Patr, 2007: 190)

Yukarıda belirtilen örnekler modelin primal çözümünü ifade etmektedir. Dual (ikililik) ise bir modelin ikinci şekilde ifade edilebilmesini göstermektedir. Yani bir maksimizasyon problemini minimizasyon şeklinde, bir minimizasyon problemini maksimizasyon şeklinde ifade edebilmeye dualite denilmektedir.

Bir modelin dualini çözmek çok boyutlu doğrusal programlama modellerinin kolay çözülmesini sağlar. Dual modeli yazmak için birkaç durum söz konusudur. Bunlar; (Aytekin, 1996: 68)

- Eğer birincil model maksimizasyon şeklinde ise dual modelde amaç fonksiyonu minimizasyon, eğer birincil model minimizasyon şeklinde ise dual modelde amaç fonksiyonu maksimizasyon şeklinde olmalıdır.
- Birincil modeldeki karar değişkenleri yani X_i dual modelde Y_i şekline dönüştürülür.
- Birincil modelde amaç fonksiyonunda yer alan katsayılar dual modelde sağ taraf sabitlerine dönüşür.
- Birincil modelde sağ taraf sabitleri dual modelde amaç fonksiyonu katsayılarına dönüşür.

- Eşitsizliklerin yönü değişir. \leq şeklinde olan değişkenler dual modelde \geq şekline dönüşür.
- Birincil modelde amaç fonksiyonu maksimizasyon ve kısıtlar $=$ şeklinde ise dual modelde kısıtlar \geq şeklinde ifade edilir.
- Birincil modelde amaç fonksiyonu minimizasyon ve kısıtlar $=$ şeklinde olursa dual modelde kısıtlar \leq şeklinde ifade edilir.

Aşağıdaki model yardımıyla bu durumu açıklamaya çalışalım.

$$\begin{aligned} \text{Amaç fonksiyonu: } & Z_{max} = c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \dots + c_n * x_n \\ \text{Kısıtlar: } & \begin{aligned} & a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ & a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ & \vdots + \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \quad \quad \vdots + \vdots \leq \vdots \\ & a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{aligned} \\ \text{Pozitif olma kısıtı: } & x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \end{aligned}$$

Yukarıdaki modelin dualini yazacak olursak aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$\begin{aligned} \text{Amaç fonksiyonu: } & Z_{min} = b_1 * y_1 + b_2 * y_2 + \dots + b_n * y_n \\ \text{Kısıtlar: } & \begin{aligned} & a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + a_{31}y_3 + \dots + a_{m1}y_n \leq c_1 \\ & a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + a_{32}y_3 + \dots + a_{m2}y_n \leq c_2 \\ & \vdots + \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \quad \quad \vdots + \vdots \leq \vdots \\ & a_{1n}y_1 + a_{2n}y_2 + a_{3n}y_3 + \dots + a_{mn}y_n \leq c_m \end{aligned} \\ \text{Pozitif olma kısıtı: } & y_1, y_2, \dots, y_n \geq 0 \end{aligned}$$

Yukardaki denklemde görüldüğü üzere primal modeldeki denklemin tranpozu alınarak modelin duali yazılmıştır. Burada açıklanması gereken birkaç nokta vardır. Bunlardan ilki amaç fonksiyonundaki değişmedir. Primal modelde amaç fonksiyonu maksimizasyonken dual modelde minimum olmaktadır. İkinci olarak primal modeldeki amaç fonksiyonundaki karar değişkenlerinin katsayılarının dual modelde sağ taraf sabiti; primal modeldeki sağ taraf sabitlerinin dual modelde amaç fonksiyonunun katsayıları olmaktadır.

Örnek 3: Dakota mobilya firmasının dual modelini oluşturmak istersek ilk önce bir önceki örnekteki gibi bir primal model oluşturmamız gerekmektedir. Önceki örnekte bu durum anlatılmıştı. (Winston, 2004: 296)

Buna göre ürünlerin karları dikkate alınarak amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$Z_{max} = 60xX_1 + 30xX_2 + 20xX_3$$

	<u>Sıra</u>	<u>Masa</u>	<u>Sandal</u>		
	x1	x2	x3		
Maximize	60.00	30.00	20.00		
(1)	8.00	6.00	1.00	<=	48.00
(2)	4.00	2.00	1.50	<=	20.00
(3)	2.00	1.50	0.50	<=	8.00
(4)	0.00	1.00	0.00	<=	5.00
Lower Bound	0.00	0.00	0.00		
Upper Bound	infinity	infinity	infinity		

Yukarıdaki model setinde her kısıtta bir değişken vererek problemin çözümüne başlanılır.

(1)	8.00	6.00	1.00	<=	48.00 ->y ₁
(2)	4.00	2.00	1.50	<=	20.00 ->y ₂
(3)	2.00	1.50	0.50	<=	8.00 ->y ₃
(4)	0.00	1.00	0.00	<=	5.00 ->y ₄

Bu bilgiler doğrultusunda ilk olarak amaç fonksiyonunu yazmamız gerekmektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{max} = 48xY_1 + 20xY_2 + 8xY_3 + 5xY_4$$

	<u>y1</u>	<u>y2</u>	<u>y3</u>	<u>y3</u>		
Maximize	48.00	20.00	8.00	5.00		
(1)	8.00	4.00	2.00	0.00	>=	60.00
(2)	6.00	2.00	1.50	1.00	>=	30.00
(3)	1.00	1.50	0.50	0.00	>=	20.00
Lower Bound	0.00	0.00	0.00			
Upper Bound	infinity	infinity	infinity			

Dual simpleks yöntemi TORA da çözdürüldüğünde ilk iterasyon aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo 9. Örnek 3 Başlangıç Simpleks Tablosu

1. Başlangıç Simpleks Tablosu										
Temel	Temel Değişkenler		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	SY ₅	SY ₆	SY ₇	Sabitler
	Amaç Satırı		-48	-20	-8	-5	0	0	0	0
SY ₅	0		8.00	4.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	60.00
SY ₆	0		6.00	2.00	1.50	1.00	0.00	1.00	0.00	30.00
SY ₇	0		1.00	1.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Birim Kaybı	Z _j									
İndeks Satırı	C _j - Z _j									

Buradaki çözüm yöntemi primal modelin çözümü için uygulanan yöntem dual simpleks modeli içinde uygulanabilir. Amaç fonksiyonu minimizasyon şeklinde olduğunda dolayı mutlak değer içinde en küçük olan değer anahtar sütun olarak seçilir. Bulunan anahtar sütun içerisindeki değerler sağ taraf sabitlerine bölünür ve en küçük değerli sayının olduğu satır anahtar satır olarak seçilir. Son olarak da anahtar satır ve sütunun kesiştiği nokta anahtar sayısı olarak seçilir, primal modeldeki algoritmalar burada da uygulanarak modelde sonuca ulaşılır.

Dual model TORA yazılımında çözdürülmüş ve sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Iteration 1

Basic	y1	y2	y3	y4	Sy5	Sy6	Sy7	Solution
z (min)	48.00	-20.00	-8.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sy5	-8.00	-4.00	-2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-60.00
Sy6	-6.00	-2.00	-1.50	-1.00	0.00	1.00	0.00	-30.00
Sy7	-1.00	-1.50	-0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	-20.00

Yukarıdaki tablo başlangıç simpleks tablosudur. Burada daha önce belirtilen anahtar işlemler yapılarak çözüme girecek ve çıkacak değişkenler belirlenecektir.

Iteration 2

Basic	y1	y2	y3	y4	Sy5	Sy6	Sy7	Solution
z (min)	-16.00	-4.00	0.00	-5.00	-4.00	0.00	0.00	240.00
y3	4.00	2.00	1.00	0.00	-0.50	0.00	0.00	30.00
Sy6	0.00	1.00	0.00	-1.00	0.75	1.00	0.00	15.00
Sy7	1.00	-0.50	0.00	0.00	-0.25	0.00	1.00	-5.00

Yukarıdaki tabloda x_3 değişkeni çözüme girmiş ve Sx_5 yapay değişkeni çözümden çıkmıştır. Değişken temel değişken olmuş, 20 değerini almış ve amaç fonksiyonu 160 para birim olarak belirlenmiştir.

Iteration 3

Basic	y1	y2	y3	y4	Sy5	Sy6	Sy7	Solution
z (min)	-24.00	0.00	0.00	-5.00	-2.00	0.00	-8.00	280.00
y3	8.00	0.00	1.00	0.00	-1.50	0.00	4.00	10.00
Sy6	2.00	0.00	0.00	-1.00	-1.25	1.00	2.00	5.00
y2	-2.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	-2.00	10.00

Yukardaki 3. iterasyon tablosunda y_2 değişkeni çözüme girmiş ve Sy_7 değişkeni çözümden çıkmıştır. Temeldeki değişkenlerin miktarları ise y_3 için 4 y_2 için 12 ve amaç fonksiyonunun değeri ise 280 para birim olmuştur. Çözüm program tarafından optimum çözüme ulaştığı için çözüm bitirilmiştir.

Bu modelin primal çözümü ile dual çözümü karşılaştırdığımızda primal modelde x_1 ve x_3 değişkenleri temel çözümde yer alırken amaç fonksiyonu 280 para birim olmaktadır.

Final Iteration No.: 3

Objective Value = 280

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: Sıra	2.00	60.00	120.00
x2: Masa	0.00	30.00	0.00
x3: Sandalye	8.00	20.00	160.00

Bu modelin primal çözümü ile dual çözümü karşılaştırdığımızda dual modelde y_2 ve y_3 değişkenleri temel çözümde yer alırken amaç fonksiyonu 280 para birim olmaktadır.

Final Iteration No.: 9

Objective Value = 280

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
y1:	0.00	48.00	0.00
y2:	10.00	20.00	200.00
y3:	10.00	8.00	80.00
y4:	0.00	5.00	0.00

Bu iki modelin ortak noktası ise $Z_{\text{primal}} = Z_{\text{dual}}$ şeklinde sonucun neticelenmesidir. Görüldüğü üzere modelin temel çözümünde farklı değişken kümesi yer almaktadır.

2.3.4.4. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi bir modelde karar değişkeninin miktarında yapılan değişikliğin amaç fonksiyonunda nasıl bir etki meydana getirdiğini izlemeye yardımcı olur. Buradaki en önemli nokta duyarlılık analizi yapılabilmesi için modelin optimum değeri almış olması ve modelin amaç fonksiyonunda bir değer oluşması gerekmektedir. (Aytekin, 1996: 76)

Örnek: Bir önceki örneğin çözümü aşağıdaki gibi bulunmuştu ve bu sonuçtan yola çıkılarak duyarlılık analizi yapılabilir.

	Sıra		Masa	Sandal				
Basic	x1	x2	x3	sx4	sx5	sx6	sx7	Solution
z (max)	0.00	5.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	280.00
sx4	0.00	-2.00	0.00	1.00	2.00	-8.00	0.00	24.00
x3	0.00	-2.00	1.00	0.00	2.00	-4.00	0.00	8.00
x1	1.00	1.25	0.00	0.00	-0.50	1.50	0.00	2.00
sx7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00

Bu örnekte denkleme x_1 ve x_3 girmiştir ve sx_5 ve sx_6 denklemden çıkmıştır. Yöneticiler bazen herhangi bir kaynaktan bir birim daha artırılırsa amaç fonksiyonunun nasıl etkileneceğini öğrenmek isteyebilir. Eğer bu model kar için kurulmuş ise maksimum karın nasıl artacağını veya maliyet için kurulmuş bir minimum maliyetin nasıl azaltılacağını gösterebilir.

Sensitivity Analysis

Variable	Current Obj Coeff	Min Obj Coeff	Max Obj Coeff	Reduced Cost
x1: Sıra	60.00	56.00	80.00	0.00
x2: Masa	30.00	-infinity	35.00	5.00
x3: Sandalye	20.00	15.00	22.50	0.00

Yukarıdaki TORA programının çıktısına bakıldığında Reduced Cost alanı altında yer alan rakamlar şu şekilde yorumlanmalıdır; x_1 değişkeni denklemden olduğu için temel çözüm denkleminde olduğundan 0 değerini almıştır. Fakat x_2 değişkeni temel çözümde olmadığından ve eğer temel çözüme alınmak istersek amaç fonksiyonunda 5 birimlik bir artış gerçekleşecektir. x_3 değişkeni de x_1 gibi temel çözümde olduğu için temelde yer alan bir çözüm olduğunda sıfır değerini almıştır.

Bu durumu denemek istersek kısıtlarda aşağıdaki şekilde ifade edim \leq durumu = şekline çevirir ve sağ taraf sabitini 1 yaparsak x_2 değişkenini denkleme almış ve böylece amaç fonksiyonunda 5 birimlik artış sağlanmış olur.

	<u>Sıra</u>	<u>Masa</u>	<u>Sandal</u>		
	x1	x2	x3		
(4)	0.00	1.00	0.00	\leq	5.00

Yeni model setini aşağıdaki gibi oluşturduktan sonra TORA yazılımında çözdürülmüştür.

	<u>Sıra</u>	<u>Masa</u>	<u>Sandal</u>		
	x1	x2	x3		
Maximize	60.00	30.00	20.00		
(1)	8.00	6.00	1.00	\leq	48.00
(2)	4.00	2.00	1.50	\leq	20.00
(3)	2.00	1.50	0.50	\leq	8.00
(4)	0.00	1.00	0.00	\leq	5.00

Bir önceki modelde 4 kısıt \leq 5 şeklindeydi ve x_2 çözüm kümesine girememişti. Yukarıdaki modelde = 1 şeklinde yazdıktan sonra x_2 modele girmek zorunda kalmış ve 1 değerini alarak çözüme aşağıdaki şekilde ulaşmıştır.

X_1, X_3 çözümde iken sonuç tablosu

Objective Value = 280

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: Sıra	2.00	60.00	120.00
x2: Masa	0.00	30.00	0.00
x3: Sandalye	8.00	20.00	160.00

X_1, X_2, X_3 çözümde iken sonuç tablosu

Objective Value = 285

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: Sıra	0.25	60.00	15.00
x2: Masa	1.00	30.00	30.00
x3: Sandalye	12.00	20.00	240.00

Yukarıdaki iki tabloda görüldüğü üzere X_2 denkleme girdiğinde X_1 in değeri azalmış yani 2 birimlik üretimden 0.25 birimlik üretime düşmüş fakat amaç fonksiyonunun değeri 280 para birimden 285 para birime yükselmiştir.

Constraint	Current RHS	Min RHS	Max RHS	Dual Price
1 (<)	48.00	24.00	infinity	0.00
2 (<)	20.00	16.00	24.00	10.00
3 (<)	8.00	6.67	10.00	10.00
4 (<)	5.00	0.00	infinity	0.00

Diğer taraftan Dual Price alanında yer alan değerler bu kısıtlarda olası bir artışın amaç fonksiyonunda gerçekleşecek değişikliği göstermektedir. Burada yer alan kısıtlardan ikincisinde ve üçüncüsünde 1 birimlik artış gerçekleştirdiğimizde amaç fonksiyonunda 10 birimlik bir artış gerçekleşecektir.

2. kısıtı 1 birim artırdığımızda amaç fonksiyonunda 10 birim artacağı yukarıdaki dual price kısmını da yer almaktadır. İlk model seti aşağıdaki gibidir.

	Sıra	Masa	Sandal	
	x1	x2	x3	
Maximize	60.00	30.00	20.00	
(1)	8.00	6.00	1.00	≤ 48.00
(2)	4.00	2.00	1.50	≤ 20.00
(3)	2.00	1.50	0.50	≤ 8.00
(4)	0.00	1.00	0.00	≤ 5.00

Yeni model setinde 2. Kısıtı 1 birim artırdığımızda amaç fonksiyonundaki değişikliği gözlemleyebiliriz.

	Sıra	Masa	Sandal	
	x1	x2	x3	
Maximize	60.00	30.00	20.00	
(1)	8.00	6.00	1.00	≤ 48.00
(2)	4.00	2.00	1.50	≤ 21.00
(3)	2.00	1.50	0.50	≤ 8.00
(4)	0.00	1.00	0.00	≤ 5.00

Amaç fonksiyonundaki değişiklik ise;

Objective Value = 290

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: Sıra	1.50	60.00	90.00
x2: Masa	0.00	30.00	0.00
x3: Sandalye	10.00	20.00	200.00

Yukarda görüldüğü üzere X_1 ve X_3 ün değerinde değişiklik meydana gelmiştir. X_1 2 iken 1.5 X_3 8 iken 10 olmuş ve amaç fonksiyonu daha önce belirttiğimiz gibi 10 para birimi artmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde uygulama yapılan firma genel olarak tanıtılmış, sonra üretimi sınırlayıcı faktörler tespit edilerek kısıtlayıcı denklemler oluşturulmuş daha sonra maksimum karı sağlayacak olan amaç fonksiyonu belirlenerek doğrusal programa modeli oluşturulmuştur.

3.1. Araştırma Yapılan Firmanın Tanıtımı

Uygulamanın yapıldığı Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firması 1992 yılında Kilis Organize Sanayinde kurulmuş ve şu anda sahibi olduğu ve iştirak ettiği 7 adet şirket ile 4 farklı iş kolunda 750 çalışanı ile faaliyetlerine devam etmektedir. 2003 yılında Nonwoven kumaş üretimine başlayan firma şu anda ortalama 1200 Ton/Ay üretim kapasitesine sahiptir. Firma üretim portföyünde aşağıdaki ürünler bulunmaktadır.

- PP Spunbond: Bayteks firması, Polypropylene Spunbond üretimini yüksek fiziksel özellikler ve homojen yüzey dağılımına sahip SS ve SSS çok katlı üretim teknolojileriyle yapmaktadır. PP Spunbond kullanım alanlarından bazıları Medikal, Hijyen, Zirai Örtüler, Yatak ve Mobilya, Paketleme ve Promosyon ürünleridir. Bayteks firması, üretimini yaptığı Nonwoven kumaşlara uygulama alanlarına göre birçok aplikasyon, ebatlama, baskı ve yüzey kaplama işlemi yaparak fonksiyonel kullanım özelliklerini geliştirilmektedir.

Tablo 10. PP Spunbond Ürün Bilgileri

Üretim Teknolojisi	Spunbond (SSS)	Spunbond (SSS)
Hammadde	Polypropylene (PP)	Polypropylene (PP)
Üretim Eni	160 cm	320 cm
Gramaj Ağırlığı	19 g/m ² - 150 g/m ²	8 g/m ² - 150 g/m ²
Aplikasyonlar	Hidrofilik	Hidrofilik
	UV Dayanımı	UV Dayanımı
	Anti-Statik	Anti-Statik
	Geç Tutuşma	Geç Tutuşma

- PET Spunbond: Bayteks firması, Polyester Spunbond üretim teknolojisiyle yüksek mukavemetli yapısı, düz yüzeyi, hava geçirgenlik ve ısıya dayanımı gibi özellikleri sayesinde genel ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilecek Nonwoven kumaşlar üretmektedir. PET Spunbond kullanım alanlarından bazıları Otomotiv, İnşaat, Filtrasyon, Paketleme ve İzolasyon ürünleridir. Bayteks firması, üretimini yaptığı Nonwoven kumaşlara uygulama

alanlarına göre birçok aplikasyon, ebatlama, baskı ve yüzey kaplama işlemi yaparak fonksiyonel kullanım özelliklerini geliştirilmektedir.

Tablo 11. PET Spunbond Ürün Bilgileri

Üretim Teknolojisi	Spunbond (S)
Hammadde	Polypropylene (PET)
Üretim Eni	160 cm
Gramaj Ağırlığı	15 g/m ² - 150 g/m ²
Aplikasyonlar	Hidrofilik
	UV Dayanımı
	Anti-Statik
	Geç Tutuşma

• PP Meltblown: Bayteks firması, Polypropylene Meltblown üretim teknolojisiyle yüksek emicilik kapasitesi ve filtrasyon özelliklerine sahip Nonwoven kumaşlar üretmektedir. PP Meltblown kumaşlar yumuşak yapısı ve kolay biçimlendirilebilen fiziksel özellikleri sayesinde birçok alanda kompozit malzemelerin üretiminde kullanılabilir. PP Meltblown kullanım alanlarından bazıları, Çevre, Deniz ve Endüstriyel Temizlik uygulamaları, Filtrasyon, İzolasyon ve Otomotive sektöründe kullanılan ürünlerdir. Bayteks firması, üretimini yaptığı Nonwoven kumaşlara uygulama alanlarına göre birçok aplikasyon, ebatlama, baskı ve yüzey kaplama işlemi yaparak fonksiyonel kullanım özelliklerini geliştirilmektedir.

Tablo 12. PP Meltblown Ürün Bilgileri

Üretim Teknolojisi	Meltblown
Hammadde	Polypropylene (PP)
Üretim Eni	320 cm
Gramaj Ağırlığı	15 g/m ² - 400 g/m ²
Aplikasyonlar	Hidrofilik
	UV Dayanımı
	Anti-Statik
	Geç Tutuşma

• PP Sms: Bayteks firması, Spunmelt teknolojisiyle üretimini yaptığı Spunbond ve Meltblown kumaşların tek üretim hattı içinde birleştirilerek SMS ve SMMS olarak tanımlanan Polypropylene Nonwoven kumaşlar üretmektedir. PP SMS kumaşları Medikal ve Hijyen sektörlerinde özellikle tek kullanımlık Cerrahi önlük ve örtüler, bebek bezleri ve

yetişkin hijyen ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Bayteks firması, üretimini yaptığı Nonwoven kumaşlara uygulama alanlarına göre birçok aplikasyon, ebatlama, baskı ve yüzey kaplama işlemi yaparak fonksiyonel kullanım özelliklerini geliştirilmektedir.

Tablo 13. PP Sms Ürün Bilgileri

Üretim Teknolojisi	Spunmelt (SMS, SMMS)
Hammadde	Polypropylene (PP)
Üretim Eni	320 cm
Gramaj Ağırlığı	13 g/m ² - 150 g/m ²
Aplikasyonlar	Hidrofilik
	UV Dayanımı
	Anti-Statik
	Geç Tutuşma

- Laminasyon / Ultrasonik Birleştirme: Bayteks firması, Laminasyon ve Ultrasonik birleştirme hatlarıyla birçok farklı özellikteki Nonwoven kumaşları ve filmleri kullanarak birkaç kattan oluşan ve birbirine birleştirilmiş Nonwoven kumaşların üretimini yapmaktadır. Laminasyonlu ürünlerin kullanıldığı alanlardan bazıları Medikal, Hijyen, İnşaat, Paketleme ve Promosyon ürünleri. Ultrasonik birleştirmeli ürünlerin kullanıldığı alanlardan bazıları Filtre ve Toz Torbaları, Kapitone.

Tablo 14. Laminasyon / Ultrasonik Birleştirme Ürün Bilgileri

Üretim Teknolojisi	Hot-Melt Laminasyon	Ultrasonik Birleştirme
Üretim Eni	200cm'e kadar	160cm'e kadar
Ürün Tipleri	Biflex	SS
	Triflex	SM
	Parça ve Tam Takviyeli Kumaşlar	SMS
	Çatı ve İzolasyon Örtüleri	MMM
Katmanlar	Spunbond	Spunbond
	SMS	Meltblown
	Meltblown	
	Viskon	
	Film(Nefes alabilir ve diğerleri)	

- Ebatlama: Bayteks üretimini yapmış olduğu Nonwoven kumaşları kullanım alanı ve müşteri talepleri doğrultusunda farklı ölçü ve uzunluklarda ebatlama işlemi yapabilmektedir. Ebatlama işlemleri gerek biye kesimi gibi dar enli rolükler gerekse standart üretim enlerinden

daha geniş olan 1600cm'e kadar olan kumaşlar elde etmek için kenar birleştirmeye üretilmektedir.

3.2. Araştırma Verileri

Bu çalışmada üretim planlaması yapılmak hedeflenmiştir ve bu hedeften yola çıkılarak geçmiş satış verilerine firmada kullanılan ERP sisteminin veri tabanından ulaşılmıştır. Bu çalışmada firmanın elindeki kıt kaynakları kullanarak elde edeceği karı artırmak için gerekli ürün karışımı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu ürün karışımını belirlemek için geçmiş yıllara ait veriler ve konusunda uzman kişilerden yardım alınmıştır.4 makinelik makine parkuru ile bir ayda ortalama 1200 ton kumaş üretebilmektedir. 7 gün ve 3 vardiya şeklinde çalışan firmada üretim otomatik makine sistemleri ile yapılmakta olduğundan işçilik saati ile ilgili bir kısıt bulunmamaktadır.

Firmanın geçmiş verilerine kullanmış olduğu ERP programından elde edilmiştir. Bu veriler aşağıda belirtilen şekillerde gruplanmıştır. Daha sonra belirtilen gruplama şekline ve firma yöneticilerinden alınan bilgilere göre geçmiş yıllarda üretilen ürünlerden 2000 kg'ın altında kalan ürünler sistem dışı bırakılmıştır. Geri kalan ürünler ise excel yardımı ile 'Eğilim' fonksiyonu kullanılarak 71. dönemden 82. döneme kadar tahmin yapılmıştır.

Firma standart dışı ürün yapılanması kullandığından dolayı ürün ağaçları sistemden elde edilememiştir. Bunun yerine geçmiş sarfiyatlar incelenerek oluşturulan ürün konfigürasyonuna göre ürün ağaçları oluşturulmuştur. Yine geçmiş stokların incelenmiş ve kullanılan hammaddeler için stok kapasiteleri belirlenmiştir. Oluşturulan kar fonksiyonu ve yapılmış olan talep tahminlerine göre matematiksel model oluşturulmuş ve LINGO programında çözdürülmüştür.

Yapılan mamul kartı oluşturma çalışmasında her ürün için 1 adetlik kilogram değeri hesaplanarak modele dâhil edilmiştir. Minimum ve maksimum üretim, hammadde kısıtları, kapasite ve genel üretim kısıtları neticesinde firmanın 1 yıllık üretim planı oluşturulmuştur. Yapılan çalışmada 99 adet ürün elde edilmiştir. 2013 Ocak ayı ile 2018 Ekim ayları arasında satılan ürünler dikkate alınarak 1 yıllık tahmin yapılmıştır. Tahminler Excel "Eğilim" fonksiyonu yardımıyla 12 aylık talepler elde edilmiştir. Elde edilen bilgiler LINGO program ile çözülmüştür.

Üretilen ürünler yetkili kişilerle belirli bir mantık çerçevesinde gruplandırılmıştır. Bu gruplandırma aşağıdaki gibidir.

- Kumaş hammaddeleri. Firmanın üretimi sonucunda 3 farklı kumaş türü çıkmaktadır. Bunlar; SP, MB ve SMS'dir.
- Gramaj Rengi: Üretilen ürünlerde kullanılan renkler kilogram fiyatlarına göre sınıflandırılmıştır. Pahalıdan ucuza doğru A-B-C-D değerlerini almıştır.

Tablo 15. Renk Tablosu

Renkler	Renk Grubu	Grup Ortalaması
Ucuz	A	2.64 \$
Orta	B	7.34 \$
Pahalı	C	12.98 \$
Süper	D	18.62 \$

Yapılan çalışmada D sınıfına giren bir ürün bulunmamıştır.

- Kumaş Gramajı: Kumaş gramajları kullanılan kumaşın hammaddesine göre Tablo.16 da gruplanmıştır.

Tablo 16. Gramaj Tablosu

Hammadde Grubu	Gramaj	Gramaj Grubu
MB	20 - 40	1
MB	40 - 80	2
MB	80 - 300	3
SB	8 - 14	4
SB	14 - 20	5
SB	20 - 30	6
SB	30 - 150	7
SMS	14 - 25	8
SMS	25 - 120	9

- Kumaş Eni: Makinenin en kısıtından dolayı en fazla 340 cm lik kumaş üretilmektedir. Bu bilgi ürün gruplaması oluşturulurken kullanılmıştır.
- Kumaş Metrajı: Kullanılan bazı hammaddelerden dolayı kumaş metrajı bir parametre olarak alınmış. Örnek vermek gerekirse 45 gr lık kırmızı renk kumaş için top metrajı 200 mt ve toplamda 2000 mt olan bir sipariş ile aynı parametrelerde top metrajı 2000 mt ve toplamda 2000 mt olan bir siparişte farklı adette mihver boru kullanılmaktadır. Bu durumun ürün ağacına eklenmesi için kumaş metrajı dikkate alınmıştır.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda ürün kod yapısı aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Kumaş Hammaddesi _ Kumaş Rengi _ Kumaş Gramajı _ Top Metrajı

3.3. Matematiksel Modelin Oluşturulması

Günümüzde tasarlanmak istenen bir fikrin veya simülasyonu yapılmak istenen bir durumun sistem içerisindeki bileşenlerin dolayısıyla sistemin nasıl tepki vereceğini bilmek önemli bir konudur. Sistem içerisindeki olayların matematiksel olarak ifade edebilmek için yapılan işlemlere matematiksel model denilmektedir (Daşbaşı ve Daşbaşı, 2017: 675). Üretim planlama problemlerinde model oluşturulması ve çözüm süreci eldeki değişkenlerin ve parametrelerin yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. (Güçlü ve Özdemir, 2017: 55)

Bayteks Teknik Tekstil A.Ş. firması kar esasına göre üretim yapan bir kuruluş olduğu için firmanın amaç ve gerçeklerine uygun bir matematiksel programlama oluşturulmalıdır. Dolayısıyla bu model çözüldüğünde firma için maksimum karı sağlayacak üretim karması ve miktarı belirlenmiş olacaktır. Bayteks firmasında yapılan analizlerde kar fonksiyonunun oluşturulması için gerekli birim maliyetler Tablo.17 de gösterilmiştir.

Tablo 17. Birim Maliyet Tablosu

	Birim Maliyet – (Kg)							
	Antistatik	Boya_A	Boya_B	Boya_C	Hammadde	Hidrofilik	Mihver Boru	U.V.
Tutar	\$0,50	\$2,64	\$7,34	\$12,98	\$1,50	\$1,00	\$0,45	\$0,56

Modelin amacı firmanın elindeki kısıt kaynakları kullanarak en fazla karı elde edebilmesidir. Bunun için ilk aşama amaç modelinin kurulmasıdır. Kar tutarı her ürünün maliyetinin %10 u kadardır. Maliyet tablosunda hammaddelerin kg maliyetleri yer almaktadır. Ürünlerin kullanılan miktarları bu tutarlarla çarpılarak amaç fonksiyonunun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$$Z_{\max} = \sum_{i=1}^n A_i * X_i$$

Burada belirtilen A_i bir birim X_i ürününden üretildiğin elde edilecek karı temsil etmektedir. Modelin kar denklemi aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{MAX} = & 34.901 * X_{125} + 4.175 * X_{153} + 4.641 * X_{249} + 10.061 * X_{256} + 17.138 * X_{263} + 21.461 * X_{267} \\ & + 22.442 * X_{268} + 79.362 * X_{274} + 14.677 * X_{279} + 22.849 * X_{283} + 26.209 * X_{285} + 5.138 * X_{287} + 8.0 \\ & 97 * X_{294} + 6.323 * X_{295} + 4.903 * X_{302} + 5.696 * X_{303} + 6.235 * X_{339} + 37.256 * X_{341} + 9.894 * X_{343} \end{aligned}$$

+4.73*X349+8.035*X380+30.183*X386+3.881*X396+29.104*X401+33.456*X402+4.05*X408+14.327*X414+35.125*X432+26.994*X451+23.808*X455+3.395*X457+43.716*X459+6.143*X464+36.086*X465+6.134*X466+10.89*X468+5.723*X471+50.077*X475+13.58*X48+13.878*X485+5.12*X486+4.794*X490+20.906*X491+4.345*X500+12.12*X505+31.729*X552+9.375*X566+3.874*X593+5.862*X602+4.956*X603+5.71*X607+6.546*X611+7.142*X614+5.808*X618+5.423*X619+7.256*X621+7.962*X622+2.994*X624+7.327*X628+9.413*X648+4.208*X650+28.777*X654+8.821*X681+5.673*X691+8.444*X694+28.224*X706+8.124*X730+42.542*X732+8.473*X738+5.307*X743+4.524*X753+5.595*X756+3.642*X79+2.982*X799+4.555*X80+7.747*X835+8.01*X840+18.159*X841+1.649*X867+5.688*X886+6.251*X887+3.315*X897+6.983*X900+7.325*X901+7.359*X908+8.627*X914+9.255*X921+8.658*X922+7.895*X928+5.022*X929+7.308*X930+8.829*X931+13.759*X938+5.324*X950+6.697*X952+5.242*X96+4.769*X970+4.953*X972+4.23*X99;

- Genel Üretim Gideri Kısıtı

Genel üretim kısıtı her ürünün hammadde maliyetinin %35 i kadardır.

- GUG kısıtı : Z_i

$$\sum_{i=1}^n Z_i * X_i \leq \text{Genel Üretim Giderleri Kısıtı}$$

[GENEL_URETIM_GIDERI]

122.152*X125+14.69*X153+16.295*X249+35.282*X256+60.107*X263+75.514*X267+78.913*X268+277.807*X274+51.589*X279+80.185*X283+92.13*X285+18.043*X287+28.483*X294+22.234*X295+17.244*X302+20.002*X303+21.822*X339+130.393*X341+34.627*X343+16.555*X349+28.291*X380+106.071*X386+13.628*X396+102.365*X401+117.593*X402+14.217*X408+50.272*X414+123.455*X432+94.864*X451+83.862*X455+11.952*X457+153.671*X459+21.625*X464+126.761*X465+21.582*X466+38.255*X468+20.092*X471+175.879*X475+47.666*X48+48.774*X485+18.034*X486+16.835*X490+73.407*X491+15.274*X500+42.66*X505+111.638*X552+32.914*X566+13.588*X593+20.581*X602+17.402*X603+20.049*X607+22.999*X611+25.097*X614+20.386*X618+19.027*X619+25.493*X621+27.93*X622+10.525*X624+25.751*X628+33.037*X648+14.775*X650+101.142*X654+30.964*X681+19.932*X691+29.61*X694+98.784*X706+28.431*X730+148.894*X732+29.656*X738+18.572*X743+15.833*X753+19.582*X756+12.787*X79+11.784*X799+16.011*X80+27.18*X835+28.108*X840+64.008*X841+5.964*X867+21.668*X886+23.395

*X887+12.549*X897+26.444*X900+27.483*X901+27.649*X908+32.66*X914+34.9*X921
+32.58*X922+28.823*X928+19.053*X929+25.577*X930+33.426*X931+52.103*X938+20.
148*X950+25.283*X952+18.401*X96+17.882*X970+18.743*X972+14.803*X99 <=
TOP_GUG;

- Hammadde Kısıtları

- Polipropilen kısıtı : B_i

$$\sum_{i=1}^n B_i * X_i \leq \text{Polipropilen Stok Kısıtı}$$

[POLIPROPILEN_STOGU]

232.369*X125+26.489*X153+29.937*X249+65.902*X256+112.32*X263+136.669*X267+1
43.532*X268+528.275*X274+94.68*X279+149.247*X283+169.291*X285+33.155*X287+5
1.809*X294+40.521*X295+31.286*X302+36.804*X303+41.264*X339+248.067*X341+65.
655*X343+31.232*X349+51.074*X380+195.347*X386+24.974*X396+187.278*X401+216.
311*X402+26.136*X408+93.532*X414+227.177*X432+174.681*X451+149.473*X455+21.
443*X457+282.537*X459+39.037*X464+234.332*X465+38.643*X466+70.463*X468+37.0
71*X471+325.689*X475+88.476*X48+89.61*X485+32.356*X486+30.942*X490+136.011*
X491+27.79*X500+77.377*X505+203.657*X552+60.393*X566+25.126*X593+37.915*X6
02+32.013*X603+36.949*X607+42.181*X611+45.982*X614+37.652*X618+35.235*X619
+46.797*X621+51.975*X622+19.068*X624+47.145*X628+61.24*X648+27.105*X650+18
6.061*X654+57.341*X681+36.516*X691+55.227*X694+187.859*X706+53.854*X730+283
.307*X732+56.186*X738+35.074*X743+29.858*X753+36.998*X756+23.467*X79+18.805
*X799+29.149*X80+50.457*X835+52.139*X840+114.936*X841+8.213*X867+35.881*X8
86+39.876*X887+20.862*X897+44.275*X900+46.709*X901+46.893*X908+54.784*X914
+58.932*X921+55.179*X922+51.155*X928+31.724*X929+48.418*X930+56.072*X931+8
7.54*X938+33.702*X950+42.524*X952+33.943*X96+30.314*X970+31.328*X972+27.399
*X99 <= STOK_PP;

- Boya A kısıtı : C_i

$$\sum_{i=1}^n C * X_i \leq \text{A Boyası Stok Kısıtı}$$

[A_BOYASI_STOGU]

$0.677 * X_{153} + 0.455 * X_{249} + 0.568 * X_{256} + 1.062 * X_{263} + 3.378 * X_{267} + 3.087 * X_{268} + 0.329 * X_{274} + 1.866 * X_{279} + 1.81 * X_{283} + 3.348 * X_{285} + 0.518 * X_{287} + 1.218 * X_{294} + 0.868 * X_{295} + 0.715 * X_{302} + 0.565 * X_{303} + 1.427 * X_{380} + 3.632 * X_{386} + 0.388 * X_{396} + 4.205 * X_{401} + 4.19 * X_{402} + 0.365 * X_{408} + 1.093 * X_{414} + 4.36 * X_{432} + 3.245 * X_{451} + 4.497 * X_{455} + 0.58 * X_{457} + 5.607 * X_{459} + 1.052 * X_{464} + 3.873 * X_{465} + 0.964 * X_{466} + 1.195 * X_{468} + 0.51 * X_{471} + 5.123 * X_{475} + 1.145 * X_{48} + 1.7 * X_{485} + 0.962 * X_{486} + 0.468 * X_{490} + 1.995 * X_{491} + 0.57 * X_{500} + 2.033 * X_{505} + 4.935 * X_{552} + 0.865 * X_{566} + 0.258 * X_{593} + 0.56 * X_{602} + 0.473 * X_{603} + 0.533 * X_{607} + 0.753 * X_{611} + 0.864 * X_{614} + 0.498 * X_{618} + 0.401 * X_{619} + 0.829 * X_{621} + 0.525 * X_{622} + 0.385 * X_{624} + 0.911 * X_{628} + 0.788 * X_{648} + 0.419 * X_{650} + 3.574 * X_{654} + 0.759 * X_{681} + 0.652 * X_{691} + 0.496 * X_{694} + 0.334 * X_{79} + 0.595 * X_{80} + 0.576 * X_{835} + 0.624 * X_{840} + 3.797 * X_{841} + 1.617 * X_{867} + 0.458 * X_{96} + 0.323 * X_{99} \leq$
 STOK_BOYA_A;

- Boya B kısıtı : D_i

$$\sum_{i=1}^n D_i * X_i \leq B \text{ Boyası Stok Kısıtı}$$

[B_BOYASI_STOGU]

$1.04 * X_{886} + 0.896 * X_{887} + 0.56 * X_{897} + 1.184 * X_{900} + 1.091 * X_{901} + 1.118 * X_{908} + 1.456 * X_{914} + 1.48 * X_{921} + 1.344 * X_{922} + 0.704 * X_{928} + 0.872 * X_{929} + 1.491 * X_{931} + 2.33 * X_{938} + 0.894 * X_{950} + 1.09 * X_{952} + 0.704 * X_{970} + 0.832 * X_{972} \leq$ STOK_BOYA_B;

- Boya C kısıtı : E_i

$$\sum_{i=1}^n E_i * X_i \leq C \text{ Boyası Stok Kısıtı}$$

[C_BOYASI_STOGU]

$0.386 * X_{799} \leq$ STOK_BOYA_C;

- Hidrofilik kısıtı : F_i

$$\sum_{i=1}^n F_i * X_i \leq \text{Hidrofilik Stok Kısıtı}$$

[HIDROFILIK_STOGU]

$2.4 * X_{455} + 0.45 * X_{466} \leq$ STOK_HIDROFILIK;

- Mihver Boru kısıtı : G_i

$$\sum_{i=1}^n G_i * X_i \leq \text{Mihver Boru Stok Kısıtı}$$

[MIHVER_BORU_STOGU]

$$1 * X_{125} + 1 * X_{153} + 1 * X_{249} + 1 * X_{256} + 1 * X_{263} + 1 * X_{267} + 1 * X_{268} + 1 * X_{274} + 1 * X_{279} + 1 * X_{283} + 1 * X_{285} + 1 * X_{287} + 1 * X_{294} + 1 * X_{295} + 1 * X_{302} + 1 * X_{303} + 1 * X_{339} + 1 * X_{341} + 1 * X_{343} + 1 * X_{349} + 1 * X_{380} + 1 * X_{386} + 1 * X_{396} + 1 * X_{401} + 1 * X_{402} + 1 * X_{408} + 1 * X_{414} + 1 * X_{432} + 1 * X_{451} + 1 * X_{455} + 1 * X_{457} + 1 * X_{459} + 1 * X_{464} + 1 * X_{465} + 1 * X_{466} + 1 * X_{468} + 1 * X_{471} + 1 * X_{475} + 1 * X_{48} + 1 * X_{485} + 1 * X_{486} + 1 * X_{490} + 1 * X_{491} + 1 * X_{500} + 1 * X_{505} + 1 * X_{552} + 1 * X_{566} + 1 * X_{593} + 1 * X_{602} + 1 * X_{603} + 1 * X_{607} + 1 * X_{611} + 1 * X_{614} + 1 * X_{618} + 1 * X_{619} + 1 * X_{621} + 1 * X_{622} + 1 * X_{624} + 1 * X_{628} + 1 * X_{648} + 1 * X_{650} + 1 * X_{654} + 1 * X_{681} + 1 * X_{691} + 1 * X_{694} + 1 * X_{706} + 1 * X_{730} + 1 * X_{732} + 1 * X_{738} + 1 * X_{743} + 1 * X_{753} + 1 * X_{756} + 1 * X_{79} + 1 * X_{799} + 1 * X_{80} + 1 * X_{835} + 1 * X_{840} + 1 * X_{841} + 1 * X_{867} + 1 * X_{886} + 1 * X_{887} + 1 * X_{897} + 1 * X_{900} + 1 * X_{901} + 1 * X_{908} + 1 * X_{914} + 1 * X_{921} + 1 * X_{922} + 1 * X_{928} + 1 * X_{929} + 1 * X_{930} + 1 * X_{931} + 1 * X_{938} + 1 * X_{950} + 1 * X_{952} + 1 * X_{96} + 1 * X_{970} + 1 * X_{972} + 1 * X_{99} \leq \text{STOK_MIHVER_BORU};$$

o U.V. kısıtı : H_i

$$\sum_{i=1}^n H_i * X_i \leq \text{U.V. Stok Kısıtı}$$

[UV_STOGU]

$$2.466 * X_{267} + 2.797 * X_{268} + 1.2 * X_{455} + 0.45 * X_{466} + 1.28 * X_{566} \leq \text{STOK_UV};$$

o Kapasite kısıtı : I_i

$$\sum_{i=1}^n I_i * X_i \leq \text{U.V. Stok Kısıtı}$$

[URETIM_KAPASITE]

$$233.369 * X_{125} + 28.166 * X_{153} + 31.392 * X_{249} + 67.47 * X_{256} + 114.382 * X_{263} + 143.513 * X_{267} + 150.416 * X_{268} + 529.604 * X_{274} + 97.546 * X_{279} + 152.057 * X_{283} + 173.639 * X_{285} + 34.673 * X_{287} + 54.027 * X_{294} + 42.389 * X_{295} + 33.001 * X_{302} + 38.369 * X_{303} + 42.264 * X_{339} + 249.067 * X_{341} + 66.655 * X_{343} + 32.232 * X_{349} + 53.501 * X_{380} + 199.979 * X_{386} + 26.362 * X_{396} + 192.483 * X_{401} + 221.501 * X_{402} + 27.501 * X_{408} + 95.625 * X_{414} + 232.537 * X_{432} + 178.926 * X_{451} + 158.57 * X_{455} + 23.023 * X_{457} + 289.144 * X_{459} + 41.089 * X_{464} + 239.205 * X_{465} + 41.507 * X_{466} + 72.658 * X_{468} + 38.5$$

$81 \cdot X_{471} + 331.812 \cdot X_{475} + 90.621 \cdot X_{48} + 92.31 \cdot X_{485} + 34.318 \cdot X_{486} + 32.41 \cdot X_{490} + 139.006 \cdot X_{491} + 29.36 \cdot X_{500} + 80.41 \cdot X_{505} + 209.592 \cdot X_{552} + 63.538 \cdot X_{566} + 26.384 \cdot X_{593} + 39.475 \cdot X_{602} + 33.486 \cdot X_{603} + 38.482 \cdot X_{607} + 43.934 \cdot X_{611} + 47.846 \cdot X_{614} + 39.15 \cdot X_{618} + 36.636 \cdot X_{619} + 48.626 \cdot X_{621} + 53.5 \cdot X_{622} + 20.453 \cdot X_{624} + 49.056 \cdot X_{628} + 63.028 \cdot X_{648} + 28.524 \cdot X_{650} + 190.635 \cdot X_{654} + 59.1 \cdot X_{681} + 38.168 \cdot X_{691} + 56.723 \cdot X_{694} + 188.859 \cdot X_{706} + 54.854 \cdot X_{730} + 284.307 \cdot X_{732} + 57.186 \cdot X_{738} + 36.074 \cdot X_{743} + 30.858 \cdot X_{753} + 37.998 \cdot X_{756} + 24.801 \cdot X_{79} + 20.191 \cdot X_{799} + 30.744 \cdot X_{80} + 52.033 \cdot X_{835} + 53.763 \cdot X_{840} + 119.733 \cdot X_{841} + 10.83 \cdot X_{867} + 37.921 \cdot X_{886} + 41.772 \cdot X_{887} + 22.422 \cdot X_{897} + 46.459 \cdot X_{900} + 48.8 \cdot X_{901} + 49.011 \cdot X_{908} + 57.24 \cdot X_{914} + 61.412 \cdot X_{921} + 57.523 \cdot X_{922} + 52.859 \cdot X_{928} + 33.596 \cdot X_{929} + 49.418 \cdot X_{930} + 58.563 \cdot X_{931} + 90.87 \cdot X_{938} + 35.596 \cdot X_{950} + 44.614 \cdot X_{952} + 35.401 \cdot X_{96} + 32.018 \cdot X_{970} + 33.16 \cdot X_{972} + 28.722 \cdot X_{99} \leq \text{TOP_KAP};$

Burada bir diğer önemli nokta modele dâhil edilen değişkenlerin sıfıra eşit veya sıfırdan büyük tamsayı olduğu kısıttır. Böylece modelde negatif bir üretim yapılmamış olmaktadır.

$$X_i \geq 0 \quad \forall i \in N$$

Aylık hammadde stokları Tablo.18 de gösterilmiştir.

Tablo 18. Hammadde Aylık Stokları

Hammadde cinsi	Miktar
Polipropilen - (Kg/Ay)	1.200.000
Boya A - (Kg/Ay)	12.000
Boya B - (Kg/Ay)	5.000
Boya C - (Kg/Ay)	80
Hidrofilik - (Kg/Ay)	200
Mihver Boru - (Adet/Ay)	30.000
U.V. - (Kg/Ay)	400

Her ürün için minimum üretim miktarı aylık 2000 kg dır. Bunun altındaki üretim miktarlar üretim planına kabul edilmemektedir. Bu kısıtlar dışında ek olarak 1.200.000 kg lık aylık kapasite kısıtı ve 700.000 TL lik genel üretim kısıtı yer almaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde uygulama yapılan firmadan elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan matematiksel model, LİNGO paket programında çözümü, indirgenmiş maliyet, ikililik ve ana üretim çizelgesine ilişkin bulgular verilecektir.

4.1. Bulgular

Bayteks Teknik Tekstil A.Ş firmasında yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen kısıtlarla birlikte 12 aylık üretim planı oluşturulmuş ve bu aylara ilişkin karlar Tablo 19. da gösterilmiştir.

Tablo 19. Dönem Karları

Dönem	Kar Değerleri
Kasım 2018	1,835,142.00 USD
Aralık 2018	1,829,946.00 USD
Ocak 2019	1,825,873.00 USD
Şubat 2019	1,818,706.00 USD
Mart 2019	1,813,963.00 USD
Nisan 2019	1,740,726.00 USD
Mayıs 2019	1,649,503.00 USD
Haziran 2019	1,526,305.00 USD
Temmuz 2019	1,515,418.00 USD
Ağustos 2019	1,495,327.00 USD
Eylül 2019	1,392,442.00 USD
Ekim 2019	849,003.70 USD
TOPLAM	19,292,354.70 USD

Bulunan bu karlar firmanın elindeki kıt kaynakları en iyi şekilde kullanarak en iyi kar değerlerini bulmuştur. Çözüme ulaşmak için LINGO paket programı kullanılmıştır.

Gelecek bir yıllık süre zarfını içeren analizler neticesinde elde edilen amaç fonksiyonu toplamı 19,292,354.70 USD şeklinde bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar ile firmanın geçmiş verileri kıyaslanmış ve geçerliliği hem modelle hem de yöneticileri tarafından onaylanmıştır. Bunun neticesinde model Bayteks Teknik Tekstil A.Ş firmasını temsil etmekte ve belirlenen

üretim planının kullanılması neticesinde işletmenin en iyi karı elde edeceği analizler neticesinde görülmüştür.

Sonuçlar firma ile paylaşılmış ve gelecek aylardaki üretim planlaması için önerilerde bulunulmuştur. Kullanılan kaynakların kısıtlı olmasından dolayı gelecek planlaması için hangi kaynağa yatırım yapılmasının firma için daha avantajlı olacağı ilgili birimlerle paylaşılmıştır. LINGO programından elde edilen sonuçlarda ise “Value” kısmındaki değerler hangi üründen ne kadarlık bir üretim yapılması gerektiğini, “Reduced Cost” yani indirgenmiş maliyet kısmında yer alan değer ise hangi değişkenin çözümde yer almadığını çözüme dâhil edilirse amaç fonksiyonunda nasıl bir değişim olacağını belirtmektedir Konu ile ilgili olarak ilk 10 ürünün açıklaması Tablo 20. de gösterilmiştir.

Tablo 20. İlk 10 Ürün İçin İndirgenmiş Maliyet Çıktısı

Değişkenler	Değer	İndirgenmiş Maliyet
X125	3.720.000	0.000000
X153	0.000000	0.000000
X249	0.000000	0.000000
X256	0.000000	0.000000
X263	2.440.000	0.000000
X267	0.000000	0.2944458
X268	0.000000	0.2991727
X274	7.200.000	0.000000
X279	0.000000	0.000000
X283	4.440.000	0.000000

Yukarıdaki tabloda ürünlerin için indirgenmiş maliyet alanı sıfır ve sıfırdan farklı değerler almıştır. Eğer indirgenmiş maliyet alanı sıfırdan farklı bir değer alırsa bu ürün çözümde yer almamış olacaktır. Eğer karar verici çözümde yer almayan bir değişkeni çözüme almak isterse amaç fonksiyonu indirgenmiş maliyet alanındaki değer çözüme alınmak istenen değişkenin değeri azalacaktır.

LINGO çözüm raporunda aylak kısmında yer alan değerler ise en iyi çözümde yer alan değerleri göstermektedir. Bu değer hangi kaynaktan ne kadar kullanıldığını göstermektedir. Buradaki değerlerin sıfır olması bu değişkenin sıkı kısıt olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen ürünlerin miktarında bir değişiklik yapıldığında amaç fonksiyonundaki değişiklik ise duyarlılık analizi kısmında yer alan değerlerden elde edilmektedir.

Tablo 21. İlk 10 Ürün İçin Duyarlılık Analizi Çıktısı

Değişkenler	Aylak ve Artık Değerler	Duyarlılık Analiz	Durum
X125	0,000000	0,2606446	Artış
X153	1.458,000	0,000000	Artış
X249	1.069,000	0,000000	Artış
X256	5.090,000	0,000000	Artış
X263	0,000000	0,000000	Artış
X267	5.890,000	0,000000	Artış
X268	2.260,000	0,000000	Artış
X274	0,000000	0,7063974	Artış
X279	3.560,000	0,000000	Artış
X283	0,000000	0,000000	Artış

Tablo 21. de ürünler için duyarlılık analizi değerleri bu ürünlerin 1 birimlik artışların amaç fonksiyonunun değerindeki artışları göstermektedir. Bu değerlerin sıfır olması amaç fonksiyonunda artış yaratmayacağını gösterir. Kaynakları artık ve aylak değerleri Tablo 22. deki gibidir.

Tablo 22. Kaynaklar İçin Aylak ve Artık Değerler

Değişkenler	Aylak ve Artık Değerler	Duyarlılık Analiz	Durum
URETIM_KAPASITE	0,000000	0,1484360	Artış
GENEL_URETIM_GIDERI	57712,41	0,000000	Artış
A_BOYASI_STOGU	0,000000	0,1681331	Artış
B_BOYASI_STOGU	0,000000	0,5755492	Artış
C_BOYASI_STOGU	0,000000	0,9583658	Artış
POLIPROPILEN_STOGU	125373,7	0,000000	Artış
HIDROFILIK_STOGU	2.000,000	0,000000	Artış
MIHVER_BORU_STOGU	21706,26	0,000000	Artış
UV_STOGU	4.000,000	0,000000	Artış

Buradaki değerler kısıtlamadan kullanılan değerleri kullanım miktarlarını göstermektedir. Değerlerde artışlar yukarıdaki değerlerin kullanımına yol açacaktır ve bu da atıl kapasitenin oluşmasını engelleyecektir. Kaynakları artırmanın amaç fonksiyonuna bir katkısı yoktur. Nedeni ise eldeki talep miktarlarına mevcut kapasitenin yetmesidir.

Doğrusal programlama modelinin LINGO paket programında çalıştırılması sonucunda elde edilen üretim miktarları aşağıda tablo haline getirilmiş ve yorumlanmıştır.

Tablo 23'den Tablo 38'e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 11.18 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 23. X125 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	372	372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 24. X263 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	244	244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 25. X274 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	72	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 26. X283 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	444	444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 27. X341 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	129	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 28. X386 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	368	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 29. X402 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	421	421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 30. X432 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	259	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 31. X475 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	93	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 32. X706 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	158	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 33. X732 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	142	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 34. X921 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2381	2381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		2381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 35. X938 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	594	594	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		594	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 36. X459 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	271	271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 37. X465 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	789	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 38. X491 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	580	580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 39.'den Tablo 41.'e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 11.18 ve 12.18 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 39. X343 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	774	774	199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		575	199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 40. X654 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	569	569	436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		133	436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 41. X931 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1113	1113	1051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		62	1051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 42. de belirtilen ürünün yıllık talebi 11.18, 12.18, 01.19, 02.19, 03.19 ve 10.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 42. X799 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1657	1657	1449	1241	1033	825	617	617	617	617	617	617	617
Üretim Siparişi		208	208	208	208	208	0	0	0	0	0	0	617
D.Sonu Kalan Talep		1449	1241	1033	825	617	617	617	617	617	617	617	0

Tablo 43.' den Tablo 45.' e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 12.18 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 43. X414 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	974	974	974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 44. X451 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2822	2822	2822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	2822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		2822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 45. X922 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1747	1747	1747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	1747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 43.' den Tablo 48.' e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 12.18 ve 01.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 46. X285 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	263	263	263	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	66	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		263	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 47. X738 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	8622	8622	8622	3633	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	4989	3633	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		8622	3633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 48. X914 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1070	1070	1070	324	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	746	324	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1070	324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 49.' den Tablo 57.' ye kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 01.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 49. X401 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	348	348	348	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		348	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 50. X48 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	323	323	323	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		323	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 51. X485 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1812	1812	1812	1812	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	1812	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1812	1812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 52. X552 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	204	204	204	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		204	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 53. X256 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	509	509	509	509	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	509	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		509	509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 54. X279 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	356	356	356	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		356	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 55. X928 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1186	1186	1186	1186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	1186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1186	1186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 56. X730 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3324	3324	3324	3324	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	3324	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3324	3324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 57. X908 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1710	1710	1710	1710	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	1710	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1710	1710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 58.' den Tablo 60.' a kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 01.19 ve 02.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 58. X841 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1120	1120	1120	1120	38	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	1082	38	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1120	1120	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 59. X901 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	4782	4782	4782	4782	3149	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	1633	3149	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		4782	4782	3149	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 60. X468 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	588	588	588	588	285	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	303	285	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		588	588	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 61. X505 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	661	661	661	661	661	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	661	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		661	661	661	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 62.'den Tablo 71.'e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 02.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 62. X621 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	4149	4149	4149	4149	4149	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	4149	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		4149	4149	4149	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 63. X622 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	548	548	548	548	548	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	548	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		548	548	548	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 64. X681 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	624	624	624	624	624	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	624	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		624	624	624	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 65. X694 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	559	559	559	559	559	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	559	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		559	559	559	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 66. X835 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1519	1519	1519	1519	1519	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1519	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1519	1519	1519	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 67. X840 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1568	1568	1568	1568	1568	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1568	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1568	1568	1568	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 68. X648 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	468	468	468	468	468	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	468	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		468	468	468	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 69. X339 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1405	1405	1405	1405	1405	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1405	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1405	1405	1405	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 70. X756 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1610	1610	1610	1610	1610	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1610	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1610	1610	1610	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 71. X930 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1905	1905	1905	1905	1905	0	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1905	0	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1905	1905	1905	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 72. ve Tablo 73. belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 02.19 ve 03.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 72. X294 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	5110	5110	5110	5110	5110	2260	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	2850	2260	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		5110	5110	5110	2260	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 73. X900 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	5188	5188	5188	5188	5188	3866	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1322	3866	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		5188	5188	5188	3866	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 74.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 02.19, 03.19, 04.19 ve 05.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 74. X743 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	43398	43398	43398	43398	43398	42256	31721	12312	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	1142	10535	19409	12312	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		43398	43398	43398	42256	31721	12312	0	0	0	0	0	0

Tablo 75.'den Tablo 82.'ye kadar belirtilen ürünlerin yıllık talepleri 03.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 75. X602 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	918	918	918	918	918	918	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	918	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		918	918	918	918	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 76. X611 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	702	702	702	702	702	702	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	702	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		702	702	702	702	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 77. X614 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	954	954	954	954	954	954	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	954	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		954	954	954	954	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 78. X618 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2420	2420	2420	2420	2420	2420	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	2420	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		2420	2420	2420	2420	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 79. X628 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1226	1226	1226	1226	1226	1226	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	1226	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1226	1226	1226	1226	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 80. X471 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1202	1202	1202	1202	1202	1202	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	1202	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1202	1202	1202	1202	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 81. X295 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1428	1428	1428	1428	1428	1428	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	1428	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1428	1428	1428	1428	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 82. X380 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1306	1306	1306	1306	1306	1306	0	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	1306	0	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1306	1306	1306	1306	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 83.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 03.19, 04.19, 05.19, 06.19 ve 07.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 83. X267 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	589	589	589	589	589	589	467	345	223	101	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	122	122	122	122	101	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		589	589	589	589	467	345	223	101	0	0	0	0

Tablo 84.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 03.19, 04.19, 05.19, 06.19, 07.19, 08.19 ve 09.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 84. X455 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	540	540	540	540	540	540	456	372	288	204	120	36	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	84	84	84	84	84	84	36	0
D.Sonu Kalan Talep		540	540	540	540	456	372	288	204	120	36	0	0

Tablo 85. ve Tablo 86. belirtilen ürünlerin yıllık talebi 03.19 ve 04.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 85. X464 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2355	2355	2355	2355	2355	2355	1826	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	529	1826	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		2355	2355	2355	2355	1826	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 86. X952 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3164	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	388	3164	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3552	3552	3552	3552	3164	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 87.'den Tablo 90.'a kadar belirtilen ürünlerin yıllık talebi 04.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 87. X303 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	816	816	816	816	816	816	816	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	816	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		816	816	816	816	816	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 88. X607 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1098	1098	1098	1098	1098	1098	1098	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	1098	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1098	1098	1098	1098	1098	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 89. X619 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	737	737	737	737	737	737	737	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	737	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		737	737	737	737	737	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 90. X691 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	0	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	1014	0	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1014	1014	1014	1014	1014	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 91.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 04.19 ve 05.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 91. X887 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3428	3428	3428	3428	3428	3428	3428	1696	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	1732	1696	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3428	3428	3428	3428	3428	1696	0	0	0	0	0	0

Tablo 92.'den Tablo 96' ya kadar belirtilen ürünlerin yıllık talebi 05.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 92. X287 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3486	3486	3486	3486	3486	3486	3486	3486	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	3486	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3486	3486	3486	3486	3486	3486	0	0	0	0	0	0

Tablo 93. X302 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1302	1302	1302	1302	1302	1302	1302	1302	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	1302	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1302	1302	1302	1302	1302	1302	0	0	0	0	0	0

Tablo 94. X486 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1209	1209	1209	1209	1209	1209	1209	1209	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	1209	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1209	1209	1209	1209	1209	1209	0	0	0	0	0	0

Tablo 95. X603 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3179	3179	3179	3179	3179	3179	3179	3179	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	3179	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3179	3179	3179	3179	3179	3179	0	0	0	0	0	0

Tablo 96. X96 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1799	1799	1799	1799	1799	1799	1799	1799	0	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	1799	0	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1799	1799	1799	1799	1799	1799	0	0	0	0	0	0

Tablo 97.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 05.19 ve 06.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 97. X886 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3453	3453	3453	3453	3453	3453	3453	3453	106	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	3347	106	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3453	3453	3453	3453	3453	3453	106	0	0	0	0	0

Tablo 98.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 06.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 98. X950 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	0	0	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	3400	0	0	0	0
D.Sonu Kalan Talep		3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	0	0	0	0	0

Tablo 99.'da belirtilen ürünün yıllık talebi 05.19, 06.19, 07.19, 08.19 ve 09.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 99. X490 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	73902	73902	73902	73902	73902	73902	73902	73902	72436	48473	24481	348	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	1466	23963	23992	24133	348	0
D.Sonu Kalan Talep		73902	73902	73902	73902	73902	73902	73902	72436	48473	24481	348	0

Tablo 100.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 06.19, 07.19 ve 08.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 100. X929 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	9147	9147	9147	9147	9147	9147	9147	9147	9147	7025	1291	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	2122	5734	1291	0	0
D.Sonu Kalan Talep		9147	9147	9147	9147	9147	9147	9147	9147	7025	1291	0	0

Tablo 101.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 06.19, 07.19, 08.19 ve 09.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 101. X349 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15395	15322	13620	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	206	73	1702	13620	0
D.Sonu Kalan Talep		15601	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15601	15395	15322	13620	0

Tablo 102.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 07.19, 08.19 ve 09.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 102. X268 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	207	99	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	19	108	99	0
D.Sonu Kalan Talep		226	226	226	226	226	226	226	226	226	207	99	0

Tablo 103.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 08.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 103. X970 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1670	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670	0	0

Tablo 104.'de belirtilen ürünün yıllık talebi 08.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 104. X972 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	0	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1014	0	0
D.Sonu Kalan Talep		1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	1014	0	0

Tablo 105.'den Tablo 109.' a kadar belirtilen ürünlerin yıllık talebi 09.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 105. X753 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	948	0
D.Sonu Kalan Talep		948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	0

Tablo 106. X80 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1925	0
D.Sonu Kalan Talep		1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	0

Tablo 107. X99 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3127	0
D.Sonu Kalan Talep		3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	3127	0

Tablo 108. X249 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1069	0
D.Sonu Kalan Talep		1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069	0

Tablo 109. X500 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	0
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7998	0
D.Sonu Kalan Talep		7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	7998	0

Tablo 110. ve Tablo 111.'de belirtilen ürünlerin yıllık talebi 09.19 ve 10.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 110. X466 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	772
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	772
D.Sonu Kalan Talep		950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	772

Tablo 111. X650 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	522
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	653	522
D.Sonu Kalan Talep		1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	522

Tablo 112.'den Tablo 121.'e kadar belirtilen ürünlerin yıllık talebi 10.19 tarihinde karşılanmıştır. Üretilen ürünlerin sevkiyatı hemen gerçekleştirilmekte ve satış fiyatlarından nakit girişi olmaktadır.

Tablo 112. X153 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1458
D.Sonu Kalan Talep		1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458

Tablo 113. X396 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3221
D.Sonu Kalan Talep		3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221	3221

Tablo 114. X408 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2735
D.Sonu Kalan Talep		2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735	2735

Tablo 115. X457 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4587
D.Sonu Kalan Talep		4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587	4587

Tablo 116. X566 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	867
D.Sonu Kalan Talep		867	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867	867

Tablo 117. X593 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1531
D.Sonu Kalan Talep		1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531	1531

Tablo 118. X624 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1702
D.Sonu Kalan Talep		1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702	1702

Tablo 119. X79 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2259
D.Sonu Kalan Talep		2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259	2259

Tablo 120. X867 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3838
D.Sonu Kalan Talep		3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838	3838

Tablo 121. X897 Ürünü

	Talep	11.18	12.18	01.19	02.19	03.19	04.19	05.19	06.19	07.19	08.19	09.19	10.19
D.Başı Talep	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601
Üretim Siparişi		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2601
D.Sonu Kalan Talep		2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601	2601

Bulgularda görüldüğü üzere firma belirtilen üretim programına uyması halinde 19,292,354.70 USD kar elde edecektir. Bu rakam analiz sürecinde elde edilen bilgilerden yola çıkılarak mevcut üretim prosesinin getirdiği kardan yaklaşık 65.876 USD daha fazla bir kara denk gelmektedir.

Örneğin ilk aydaki üretim programına bakıldığında firma 1,835,142.00 USD lık bir satış karı elde etmektedir. Bu üretim programında birkaç ürünü inceleyecek olursak X125 ürününden 372, X263 ürününden 244, X274 ürününden 72 adetlik taleplerin olduğunu

görmüş oluruz. Bu taleplerin hepsi ilk ayda karşılanmakta ve 1,835,142.00 USD kar fonksiyonunun içinde yer almaktadır.

Başka bir ürüne bakacak olursak X799 ürünün talebi 1657 adettir ve bu talep tek bir dönemde karşılanmak yerine kar maksimizasyonu için 11.18, 12.18, 01.19, 02.19, 03.19 ve 10.19 tarihlerinde karşılanmıştır. Oluşturulan MPS programı 1 dönemde üretilen ürün miktarının toplam talepten düşülerek talep miktarının yeniden hesaplanmasıyla oluşturulmuştur.

İndirgenmiş maliyet tablosuna bakılacak olursa X125 ürünü çözümde olduğu için indirgenmiş maliyet 0.000000 değerini almıştır. Diğer taraftan X267 ürünü ilk dönemde üretilmediğinden dolayı 0.2944458 değerini almıştır. Bu eğer X267 ürünü çözüme almaya çalışırsak amaç fonksiyonunda 0.2944458 USD lik bir değer azalışına neden olacaktır.

Yukarda indirgenmiş maliyetlerini incelediğimiz ürünlerin duyarlılık analizine bakacak olursak X125 ürününün duyarlılığı 0,2606446 USD dir. Bu eğer bu üründen 1 birim daha üretilmek istenirse amaç fonksiyonuna katkısı 0,2606446 USD olacaktır. Bunun yanında aylak ve artık değişken değeri 0,000000 dır. Bu ürünün toplam talebinin üretim döneminde tam karşılandığını yani bir sonraki döneme stok aktarmadığı göstermektedir. X267 ürünü için duyarlılık analizine baktığımızda 0,000000 USD lik bir değer bulunmaktadır. Bu ürünün indirgenmiş maliyeti sıfırdan farklı olduğu için çözümde yer almamaktadır. Bunun içinde duyarlılık analizinde değeri 0,000000 USD dir. Bunun yanında aylak ve artık değişken değeri 5.890,000 birimdir. Bunun nedeni çözümde yer almaması ve 5.890,000 birimlik bir kullanılmayan sanal değişkenin model eklenmesidir.

Kaynaklara bakacak olursak URETIM_KAPASITE kaynağını artırmanın ilk dönem için amaç fonksiyonuna katkısı 0,1484360 USD dir. Bunun yanında yine A_BOYASI_STOGU kaynağını artırmanın ilk dönem için amaç fonksiyonuna katkısı 0,1681331 USD olacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar verilmiş ve bu sonuçlar kapsamında önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç

Bu çalışmada öncelikle yöneylem araştırma yöntemleri hakkında bilgi verilmiş yine yöneylem araştırma yöntemlerinden biri olan doğrusal programlama yöntemi örneklerle detaylandırılmıştır. Uygulamanın yapıldığı işletmede 5 aylık bir analiz yapılmış ve SAP sisteminden elde edilen bilgilerle ürün yapısı oluşturulmuştur. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan hammaddeler belirlenmiştir. Daha sonra geçmiş dönem satışları inceleyerek modele dâhil edilmesi gereken ürünler oluşturulan yapıya göre kurgulanmış ve talep tahminleri yapılmıştır. Kapasite bilgileri de yine analizler aşamasında alınmış ve bütün bilgiler birleştirilerek Kilis Organize Sanayinde bulunan nonwoven kumaş üreten Bayteks Teknik Tekstil A.Ş fabrikasında 12 aylık bir ana üretim planı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı firmada üretim planı geçmiş satış verilerdeki satışlardan yola çıkılarak yapılan tahminlerine dayandırılmıştır. Daha sonra bu talep tahminleri belirli kısıtlar çerçevesinde modellenmiş, karar değişkenleri ve kısıtlar belirlenmiştir. Oluşturulan model LINGO paket programında çözdürülmüş ve her dönem için olası kar değerleri üretim miktarlarıyla beraber belirlenmiştir. Kapasite ve hammadde kısıtlarının verileri de kısıtlarla bir araya getirilerek modelin bütün bileşenleri oluşturulmuştur.

Daha sonra LINGO paket programından elde edilen veriler tablolara aktarılmış ve 12 aylık üretim programında hangi ürünlerin hangi dönemlerde üretileceği gösterilmiştir. Oluşturulan modelde belirlenen talep kısıtlarında her dönemin talebi mutlaka karşılanmalıdır ve en fazla 12 aylık dönemin toplamı kadarlık bir üretim yapılabilir.

Bu çalışmada bulgular kısmında belirtilen her bir çeşidinden belirtilen miktarda ve zamanda üretildiği takdirde veya firma belirtilen üretim programına uyması halinde 19,292,354.70 USD kar elde edecektir. Bu rakam analiz sürecinde elde edilen bilgilerden yola çıkılarak mevcut üretim prosesinin getirdiği kardan (firmanın mevcut üretim planına devam etmesi durumuna göre) yaklaşık 65.876 USD daha fazla bir kara denk gelmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizler on iki aylık bir dönemi kapsadığı için on ikinci ayda karda bir azalma görülebilir. Eğer planlama diğer seneler için de devam ettirilirse kar bir önceki dönemlere benzeyecektir.

Üretim için ayrılan kapasitelerin analizi bu çalışmadan mümkün olmuştur. Bu analizlerde kullanılmayan kapasitelerin başka kaynaklara ayrılabilceği yöneticilere aktırılmıştır. Kapasite fazlalıkları firmaya ek maliyet getirdiği gözlemlenmiştir. Yine yapılan analizler sonucunda oluşturulan üretim portföyüne sadık kalınması durumunda yıllık 65.876 USD lik bir kar artışı sağlanacağı gözlemler arasındadır.

Oluşturulan üretim planında bazı ürünlerin üretimi ilk aydan tamamlanırken bazı ürünler belirli periyotlarda üretilmiş bazıları ise talebin gerçekleştiği dönemde yapılmıştır. Modelde dönem başı stoklar analiz yapıldığı sırada elde edilmiş ve sisteme dâhil edilmiştir. Herhangi bir fason süreci sistem içerisine alınmamıştır. Bunun nedeni firma içindeki operasyonlar talebi karşılayabiliyor olmasıdır.

Yine analizlerde elde edilen sonuçlar neticesinde üretimi kısıtlayan parametreler sıkı kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kaynaklardaki artışlar amaç fonksiyonuna pozitif katkı sağlamaktadır. Talepleri artırmaya yönelik çalışmalar kaynakları verimli kullanmaya yardımcı olacağı LINGO çıktısından anlaşılmaktadır. Satılan ürünlerdeki talep artışları firmanın karını artırmaya belirlenen Dual Price değerleri kadar katkı sağlayacaktır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre Bayteks Teknik Tekstil A.Ş fabrikası belirlene 12 aylık üretim planına uyduğu takdirde karı maksimum olacaktır. Diğer bir ifade firma tespit edilen üretim planına uyarsa, mevcut üretim planına göre daha yüksek bir kar elde edecektir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlardan görüldüğü üzere sayısal yöntemlerin kullanılması işletmelerin gelecekte üretim planının ne olacağını modellenmesine dolayısıyla bir hareket planı oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. Bir ürünün üretimi için gerekli malzeme ihtiyacı ve bu malzemenin temini, müşteriye doğru teslim süresi verme, vb., kararlarındaki etkinlik firmanın karlılığını ve sürekliliğini sağlaması için hayati önem taşımaktadır. İşletmelerde karar verme durumunda olanlar sadece tecrübeye ve yeteneğe dayanan sezgisel, klasik kararlar yerine olayları bilimsel açıdan ele alarak sistematik bir değerlendirme yaparak bilimsel teknikler yardımıyla çözümler aramalıdır. Bu sayede karar vericilerin kararların etkinliği yüksek olacaktır.

Sayısal yöntemlerden olan doğrusal programlama işletmelerin karşılaştığı problemlerin çözümünde sıkça başvuru olan bir yöntemdir. Farklı dallarda sayısal yöntemlere başvurulması işletmelerin güncel verilerle karar vermelerine ve öznel verilerden çok nesnel verilerle oluşturulan modellerin ortaya konduğu; bunun neticesinde daha doğru karar verildiği

görülmektedir. Eğer firmalar sayısal yöntemler yardımıyla ilerlerse olası modellerin simüle edilmesi kolaylaşacaktır.

Bu bilgilerden yola çıkılarak sayısal yöntemlerin kullanılması ve bu yöntemler doğrultusunda elde edilen planlara uyulması karlılık üzerine olumlu etki edecektir.



KAYNAKÇA

- Abdulazeeza, S., and Haronb, H. (2018). Mathematical model of master production schedule for kalak refinery plant. *In New Trends in Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques: Proceedings of the 17th International Conference SoMeT_18*. 303, s. 332-360. IOS Press.
- Acar, H. H., Gül, U. A., ve Gümüş, S. (2000). Bölmeden çıkarma çalışmalarında toplam maliyetin minimizasyonu için doğrusal programlama kullanımı. *TÜBİTAK Doğa Dergisi*, 383-391.
- Al-Ashhab, M., Azam, S., Munshi, S., and Abdolkader, T. (2018). A multi-period MPS optimization using linear programming and genetic algorithm with capacity constraint. *IOSR Journal of Engineering*, 8(1), 85-93.
- Asal, Ö. (2009). Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) ve üretim kaynakları planlamasının (ÜKP) üretim kontrol faaliyetleri üzerine etkileri: Ankara bölgesindeki KOBİ' ler üzerinde bir uygulama. *Yayınlanmamış doktora tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Aydoğan, E., ve Asal, Ö. (2009). Malzeme ihtiyaç planlaması ve üretim kaynakları planlamasının KOBİ'ler üzerindeki etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 33-42.
- Aytekin, M. (1996). Kantitatif karar verme tekniklerinde doğrusal programlama ve Maksan A.Ş.' de bir uygulama. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Chu, S. (1995). A mathematical programming approach towards optimized master production scheduling. *International Journal of Production Economics*, 38(2-3), 269-279.
- Dal, E. (2011). Tamsayılı doğrusal programlama metodu ile üretim planlama ve bir mobilya firmasında uygulama. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Daşbaşı, B., ve Daşbaşı, T. (2017). Doğrusal programlama minimizasyon problemi için matematiksel model ve uygulaması: Kimyasal gübre alımı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(50), 675-683.
- Dinçer, H. (2014). İşletmelerde doğrusal programlama ve üretim planlamasında bilgisayar uygulamaları. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi.

- Ekmekçi, N. (2015). Sanayi işletmelerinde üretim planlaması ve doğrusal programlama ile bir sanayi işletmesinde optimizasyon uygulaması. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Ergülen, A., Kazan, H., ve Kaplan, M. (2005). İşletmelerde dağıtım sistemi maliyetleri minimizasyonu için çözüm modeli: Bir firma uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13, 163-172.
- Genç, V. (2015). Üretim planlama ve kontrol optimizasyonu: Ve bir işletme uygulaması. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Gebze: Gebze Teknik Üniversitesi.
- Güçlü, P., ve Özdemir, A. (2017). Belirsizlik altında üretim planlaması problemi için robust eniyileme modeli. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(1), 55-76.
- Güner, E., ve Çalışkan, C. (2004). Üretim kaynakları planlama sisteminde ana üretim çizelgesinin dondurulması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 161-167.
- Güneş, M., ve Umarusman, N. (2003). Bir karar destek aracı bulanık hedef programlama ve yerel yönetimlerde vergi optimizasyonu uygulaması. *Review of Social, Economic & Business Studies*, 2, 242-255.
- Güngör, İ. (2002). Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorununa bir model önerisi (Cilt 7). *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*.
- Gürbüz, H., ve Cömert, E. (2012). Bakım planlama faaliyetlerinde tamsayı doğrusal programlama ve bir uygulama. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 101-202.
- Kadipasaoglu, S., and Sridharan, V. (1995). Alternative approaches for reducing schedule instability in multistage manufacturing under demand uncertainty. *Journal of Operations Management*, 13(3), 193-211.
- Körpeoğlu, E., Yaman, H., and Aktürk, M. (2011). A multi-stage stochastic programming approach in master production scheduling. *European Journal of Operational Research*, 213(1), 166-179.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., and Malhotra, M. K. (2014). Operation management processes and supply chains. (S. Birgün, Çev.) *Pearson*.

- Nakharutai , N., Troffaes, M., and Caiado, C. (2018). Improved linear programming methods for checking avoiding sure loss. *International Journal of Approximate Reasoning*, 101, 293-310.
- Nishizak, I., and Sakawa, M. (2001). On computational methods for solutions of multiobjective linear production programming games. *129(2)*, 386-413.
- Patır, S. (2007). Doğrusal programlamada primal ve dual ilişkisinin irdelenmesi ve bir örnek uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(21).
- Sahin, F., Robinson, E., and Gao, L.-L. (2008). Master production scheduling policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 528-541.
- Sofyalıoğlu, Ç., ve Öztürk, Ş. (2013). Hedef programlama ile tedarik zincirinde dağıtım planlaması ve bütçe ayrıştırması. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 1-16.
- Şahin, A., ve Miran, B. (2010). Risk koşullarında tarım işletmelerinin planlanması: Oyun teorisi yaklaşımı. *Hayvansal Üretim*, 51(1), 31-39.
- Tang, O., and Grubbström, R. (2002). Planning and replanning the master production schedule under demand uncertainty. *International journal of production economics*, 78(3), 323-334.
- Tanyaş, M., ve Baskak, M. (2013). Üretim planlama ve kontrol. *İrfan Yayımcılık*.
- Vargas, V., and Metters, R. (2011). A master production scheduling procedure for stochastic demand and rolling planning horizons. *International Journal of Production Economics*, 132(2), 296-302.
- Vitzthum, T., Claus, T., and Herrmann, F. (2017). Can aggregate production planning (APP) be modified to be as good as master production scheduling (MPS)? *ACC Journal*, 23(2), 155-162.
- Winston, W. L. (2004). Operations research applications and algorithms. *Fourth Edition*. Brooks/Cole.
- Yalçınsoy, A., Zincirkıran, M., and Tiftik, H. (2014). Approach of capacity planning through linear programming technique: A practice in textile enterprise. *International journal of Innovative Research in Management*, 3(3), 16-29.

Yalgın, O. (1984). Doğrusal programlama ve madencilığe ilişkin iki basit örnek. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 23(3), 25-40.

Yaralıoğlu, K., ve Umarusman, N. (2010). Çok amaçlı doğrusal programlamadan sistem tasarımına: De novo. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 61-74.

Yılman, N. (2007). Bir toplu üretim planma modeli ve uygulaması. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.



EKLER

Ek 1. Lingo Modeli

MODEL:

[AMAC_FONKSIYONU]

MAX=34.901*X125+4.198*X153+4.656*X249+10.081*X256+17.174*X263+21.576*X267
+22.547*X268+79.374*X274+14.74*X279+22.91*X283+26.323*X285+5.156*X287+8.138
*X294+6.353*X295+4.927*X302+5.715*X303+6.235*X339+37.256*X341+9.894*X343+4.
73*X349+8.083*X380+30.306*X386+3.894*X396+29.247*X401+33.598*X402+4.062*X4
08+14.364*X414+35.273*X432+27.104*X451+23.961*X455+3.415*X457+43.906*X459+
6.179*X464+36.218*X465+6.167*X466+10.93*X468+5.741*X471+50.251*X475+13.619*
X48+13.936*X485+5.153*X486+4.81*X490+20.974*X491+4.364*X500+12.189*X505+31.
897*X552+9.404*X566+3.883*X593+5.881*X602+4.972*X603+5.729*X607+6.571*X611
+7.171*X614+5.825*X618+5.437*X619+7.284*X621+7.98*X622+3.007*X624+7.358*X62
8+9.44*X648+4.222*X650+28.898*X654+8.847*X681+5.695*X691+8.46*X694+28.224*X
706+8.124*X730+42.542*X732+8.473*X738+5.307*X743+4.524*X753+5.595*X756+3.65
4*X79+3.367*X799+4.575*X80+7.766*X835+8.031*X840+18.288*X841+1.704*X867+6.1
91*X886+6.685*X887+3.586*X897+7.556*X900+7.853*X901+7.9*X908+9.332*X914+9.9
72*X921+9.309*X922+8.235*X928+5.444*X929+7.308*X930+9.551*X931+14.887*X938
+5.757*X950+7.224*X952+5.258*X96+5.109*X970+5.355*X972+4.23*X99;

!TOPLAM KAPASİTE;

TOP_KAP = 1200000;

!A BOYASI STOK MİKTARI;

STOK_BOYA_A =12000;

!B BOYASI STOK MİKTARI;

STOK_BOYA_B =5000;

!C BOYASI STOK MİKTARI;

STOK_BOYA_C =80;

!POLİPROPİLEN STOK MİKTARI;

STOK_PP=1300000;

!HİDROFİLİK STOK MİKTARI;

STOK_HİDROFİLİK =200;

!MİHVER BORU STOK MİKTARI;

STOK_MİHVER_BORU=30000;

!U.V. STOK MİKTARI;

STOK_UV=400;

!GENEL ÜRETİM GİDERİ;

TOP_GUG=700000;

[ÜRETİM_KAPASİTE]

233.369*X125+28.166*X153+31.392*X249+67.47*X256+114.382*X263+143.513*X267+150.416*X268+529.604*X274+97.546*X279+152.057*X283+173.639*X285+34.673*X287+54.027*X294+42.389*X295+33.001*X302+38.369*X303+42.264*X339+249.067*X341+66.655*X343+32.232*X349+53.501*X380+199.979*X386+26.362*X396+192.483*X401+221.501*X402+27.501*X408+95.625*X414+232.537*X432+178.926*X451+158.57*X455+23.023*X457+289.144*X459+41.089*X464+239.205*X465+41.507*X466+72.658*X468+38.581*X471+331.812*X475+90.621*X48+92.31*X485+34.318*X486+32.41*X490+139.006*X491+29.36*X500+80.41*X505+209.592*X552+63.538*X566+26.384*X593+39.475*X602+33.486*X603+38.482*X607+43.934*X611+47.846*X614+39.15*X618+36.636*X619+48.626*X621+53.5*X622+20.453*X624+49.056*X628+63.028*X648+28.524*X650+190.635*X654+59.1*X681+38.168*X691+56.723*X694+188.859*X706+54.854*X730+284.307*X732+57.186*X738+36.074*X743+30.858*X753+37.998*X756+24.801*X79+20.191*X799+30.744*X80+52.033*X835+53.763*X840+119.733*X841+10.83*X867+37.921*X886+41.772*X887+22.422*X897+46.459*X900+48.8*X901+49.011*X908+57.24*X914+61.412*X921+57.523*X922+52.859*X928+33.596*X929+49.418*X930+58.563*X931+90.87*X938+35.596*X950+44.614*X952+35.401*X96+32.018*X970+33.16*X972+28.722*X99 <= TOP_KAP;

[GENEL_URETIM_GIDERI]

122.152*X125+14.69*X153+16.295*X249+35.282*X256+60.107*X263+75.514*X267+78.913*X268+277.807*X274+51.589*X279+80.185*X283+92.13*X285+18.043*X287+28.483*X294+22.234*X295+17.244*X302+20.002*X303+21.822*X339+130.393*X341+34.627*X343+16.555*X349+28.291*X380+106.071*X386+13.628*X396+102.365*X401+117.593*X402+14.217*X408+50.272*X414+123.455*X432+94.864*X451+83.862*X455+11.952*X457+153.671*X459+21.625*X464+126.761*X465+21.582*X466+38.255*X468+20.092*X471+175.879*X475+47.666*X48+48.774*X485+18.034*X486+16.835*X490+73.407*X491+15.274*X500+42.66*X505+111.638*X552+32.914*X566+13.588*X593+20.581*X602+17.402*X603+20.049*X607+22.999*X611+25.097*X614+20.386*X618+19.027*X619+25.493*X621+27.93*X622+10.525*X624+25.751*X628+33.037*X648+14.775*X650+101.142*X654+30.964*X681+19.932*X691+29.61*X694+98.784*X706+28.431*X730+148.894*X732+29.656*X738+18.572*X743+15.833*X753+19.582*X756+12.787*X79+11.784*X799+16.011*X80+27.18*X835+28.108*X840+64.008*X841+5.964*X867+21.668*X886+23.395*X887+12.549*X897+26.444*X900+27.483*X901+27.649*X908+32.66*X914+34.9*X921+32.58*X922+28.823*X928+19.053*X929+25.577*X930+33.426*X931+52.103*X938+20.148*X950+25.283*X952+18.401*X96+17.882*X970+18.743*X972+14.803*X99 <= TOP_GUG;

[A_BOYASI_STOGU]

0*X125+0.677*X153+0.455*X249+0.568*X256+1.062*X263+3.378*X267+3.087*X268+0.329*X274+1.866*X279+1.81*X283+3.348*X285+0.518*X287+1.218*X294+0.868*X295+0.715*X302+0.565*X303+0*X339+0*X341+0*X343+0*X349+1.427*X380+3.632*X386+0.388*X396+4.205*X401+4.19*X402+0.365*X408+1.093*X414+4.36*X432+3.245*X451+4.497*X455+0.58*X457+5.607*X459+1.052*X464+3.873*X465+0.964*X466+1.195*X468+0.51*X471+5.123*X475+1.145*X48+1.7*X485+0.962*X486+0.468*X490+1.995*X491+0.57*X500+2.033*X505+4.935*X552+0.865*X566+0.258*X593+0.56*X602+0.473*X603+0.533*X607+0.753*X611+0.864*X614+0.498*X618+0.401*X619+0.829*X621+0.525*X622+0.385*X624+0.911*X628+0.788*X648+0.419*X650+3.574*X654+0.759*X681+0.652*X691+0.496*X694+0*X706+0*X730+0*X732+0*X738+0*X743+0*X753+0*X756+0.334*X

79+0*X799+0.595*X80+0.576*X835+0.624*X840+3.797*X841+1.617*X867+0*X886+0*X887+0*X897+0*X900+0*X901+0*X908+0*X914+0*X921+0*X922+0*X928+0*X929+0*X930+0*X931+0*X938+0*X950+0*X952+0.458*X96+0*X970+0*X972+0.323*X99 <= STOK_BOYA_A;

[B_BOYASI_STOGU]

0*X125+0*X153+0*X249+0*X256+0*X263+0*X267+0*X268+0*X274+0*X279+0*X283+0*X285+0*X287+0*X294+0*X295+0*X302+0*X303+0*X339+0*X341+0*X343+0*X349+0*X380+0*X386+0*X396+0*X401+0*X402+0*X408+0*X414+0*X432+0*X451+0*X455+0*X457+0*X459+0*X464+0*X465+0*X466+0*X468+0*X471+0*X475+0*X48+0*X485+0*X486+0*X490+0*X491+0*X500+0*X505+0*X552+0*X566+0*X593+0*X602+0*X603+0*X607+0*X611+0*X614+0*X618+0*X619+0*X621+0*X622+0*X624+0*X628+0*X648+0*X650+0*X654+0*X681+0*X691+0*X694+0*X706+0*X730+0*X732+0*X738+0*X743+0*X753+0*X756+0*X79+0*X799+0*X80+0*X835+0*X840+0*X841+0*X867+1.04*X886+0.896*X887+0.56*X897+1.184*X900+1.091*X901+1.118*X908+1.456*X914+1.48*X921+1.344*X922+0.704*X928+0.872*X929+0*X930+1.491*X931+2.33*X938+0.894*X950+1.09*X952+0*X96+0.704*X970+0.832*X972+0*X99 <= STOK_BOYA_B;

[C_BOYASI_STOGU]

0*X125+0*X153+0*X249+0*X256+0*X263+0*X267+0*X268+0*X274+0*X279+0*X283+0*X285+0*X287+0*X294+0*X295+0*X302+0*X303+0*X339+0*X341+0*X343+0*X349+0*X380+0*X386+0*X396+0*X401+0*X402+0*X408+0*X414+0*X432+0*X451+0*X455+0*X457+0*X459+0*X464+0*X465+0*X466+0*X468+0*X471+0*X475+0*X48+0*X485+0*X486+0*X490+0*X491+0*X500+0*X505+0*X552+0*X566+0*X593+0*X602+0*X603+0*X607+0*X611+0*X614+0*X618+0*X619+0*X621+0*X622+0*X624+0*X628+0*X648+0*X650+0*X654+0*X681+0*X691+0*X694+0*X706+0*X730+0*X732+0*X738+0*X743+0*X753+0*X756+0*X79+0.386*X799+0*X80+0*X835+0*X840+0*X841+0*X867+0*X886+0*X887+0*X897+0*X900+0*X901+0*X908+0*X914+0*X921+0*X922+0*X928+0*X929+0*X930+0*X931+0*X938+0*X950+0*X952+0*X96+0*X970+0*X972+0*X99 <= STOK_BOYA_C;

[POLIPROPILEN_STOGU]

232.369*X125+26.489*X153+29.937*X249+65.902*X256+112.32*X263+136.669*X267+143.532*X268+528.275*X274+94.68*X279+149.247*X283+169.291*X285+33.155*X287+51.809*X294+40.521*X295+31.286*X302+36.804*X303+41.264*X339+248.067*X341+65.655*X343+31.232*X349+51.074*X380+195.347*X386+24.974*X396+187.278*X401+216.311*X402+26.136*X408+93.532*X414+227.177*X432+174.681*X451+149.473*X455+21.443*X457+282.537*X459+39.037*X464+234.332*X465+38.643*X466+70.463*X468+37.071*X471+325.689*X475+88.476*X48+89.61*X485+32.356*X486+30.942*X490+136.011*X491+27.79*X500+77.377*X505+203.657*X552+60.393*X566+25.126*X593+37.915*X602+32.013*X603+36.949*X607+42.181*X611+45.982*X614+37.652*X618+35.235*X619+46.797*X621+51.975*X622+19.068*X624+47.145*X628+61.24*X648+27.105*X650+186.061*X654+57.341*X681+36.516*X691+55.227*X694+187.859*X706+53.854*X730+283.307*X732+56.186*X738+35.074*X743+29.858*X753+36.998*X756+23.467*X79+18.805*X799+29.149*X80+50.457*X835+52.139*X840+114.936*X841+8.213*X867+35.881*X886+39.876*X887+20.862*X897+44.275*X900+46.709*X901+46.893*X908+54.784*X914+58.932*X921+55.179*X922+51.155*X928+31.724*X929+48.418*X930+56.072*X931+87.54*X938+33.702*X950+42.524*X952+33.943*X96+30.314*X970+31.328*X972+27.399*X99 <= STOK_PP;

[HIDROFILIK_STOGU]

0*X125+0*X153+0*X249+0*X256+0*X263+0*X267+0*X268+0*X274+0*X279+0*X283
+0*X285+0*X287+0*X294+0*X295+0*X302+0*X303+0*X339+0*X341+0*X343+0*X34
9+0*X380+0*X386+0*X396+0*X401+0*X402+0*X408+0*X414+0*X432+0*X451+2.4*X
455+0*X457+0*X459+0*X464+0*X465+0.45*X466+0*X468+0*X471+0*X475+0*X48+0
*X485+0*X486+0*X490+0*X491+0*X500+0*X505+0*X552+0*X566+0*X593+0*X602+
0*X603+0*X607+0*X611+0*X614+0*X618+0*X619+0*X621+0*X622+0*X624+0*X628
+0*X648+0*X650+0*X654+0*X681+0*X691+0*X694+0*X706+0*X730+0*X732+0*X73
8+0*X743+0*X753+0*X756+0*X79+0*X799+0*X80+0*X835+0*X840+0*X841+0*X867
+0*X886+0*X887+0*X897+0*X900+0*X901+0*X908+0*X914+0*X921+0*X922+0*X92
8+0*X929+0*X930+0*X931+0*X938+0*X950+0*X952+0*X96+0*X970+0*X972+0*X99
<= STOK_HIDROFILIK;

[MIHVER_BORU_STOGU]

1*X125+1*X153+1*X249+1*X256+1*X263+1*X267+1*X268+1*X274+1*X279+1*X283
+1*X285+1*X287+1*X294+1*X295+1*X302+1*X303+1*X339+1*X341+1*X343+1*X34
9+1*X380+1*X386+1*X396+1*X401+1*X402+1*X408+1*X414+1*X432+1*X451+1*X4
55+1*X457+1*X459+1*X464+1*X465+1*X466+1*X468+1*X471+1*X475+1*X48+1*X4
85+1*X486+1*X490+1*X491+1*X500+1*X505+1*X552+1*X566+1*X593+1*X602+1*X
603+1*X607+1*X611+1*X614+1*X618+1*X619+1*X621+1*X622+1*X624+1*X628+1*
X648+1*X650+1*X654+1*X681+1*X691+1*X694+1*X706+1*X730+1*X732+1*X738+1
*X743+1*X753+1*X756+1*X79+1*X799+1*X80+1*X835+1*X840+1*X841+1*X867+1*
X886+1*X887+1*X897+1*X900+1*X901+1*X908+1*X914+1*X921+1*X922+1*X928+1
*X929+1*X930+1*X931+1*X938+1*X950+1*X952+1*X96+1*X970+1*X972+1*X99 <=
STOK_MIHVER_BORU;

[UV_STOGU]

0*X125+0*X153+0*X249+0*X256+0*X263+2.466*X267+2.797*X268+0*X274+0*X279+
0*X283+0*X285+0*X287+0*X294+0*X295+0*X302+0*X303+0*X339+0*X341+0*X343
+0*X349+0*X380+0*X386+0*X396+0*X401+0*X402+0*X408+0*X414+0*X432+0*X45
1+1.2*X455+0*X457+0*X459+0*X464+0*X465+0.45*X466+0*X468+0*X471+0*X475+0
*X48+0*X485+0*X486+0*X490+0*X491+0*X500+0*X505+0*X552+1.28*X566+0*X593
+0*X602+0*X603+0*X607+0*X611+0*X614+0*X618+0*X619+0*X621+0*X622+0*X62
4+0*X628+0*X648+0*X650+0*X654+0*X681+0*X691+0*X694+0*X706+0*X730+0*X7
32+0*X738+0*X743+0*X753+0*X756+0*X79+0*X799+0*X80+0*X835+0*X840+0*X84
1+0*X867+0*X886+0*X887+0*X897+0*X900+0*X901+0*X908+0*X914+0*X921+0*X9
22+0*X928+0*X929+0*X930+0*X931+0*X938+0*X950+0*X952+0*X96+0*X970+0*X9
72+0*X99 <= STOK_UV;

X125<=372;

 X153<=1458;

 X249<=1069;

 X256<=509;

 X263<=244;

 X267<=589;

 X268<=226;

X274<=72;

 X279<=356;

X283<=444;
X285<=263;
X287<=3486;
X294<=5110;
X295<=1428;
X302<=1302;
X303<=816;
X339<=1405;
X341<=129;
X343<=774;
X349<=15601;
X380<=1306;
X386<=368;
X396<=3221;
X401<=348;
X402<=421;
X408<=2735;
X414<=974;
X432<=259;
X451<=2822;
X455<=540;
X457<=4587;
X459<=271;
X464<=2355;
X465<=789;
X466<=950;
X468<=588;
X471<=1202;
X475<=93;
X48<=323;
X485<=1812;
X486<=1209;
X490<=73902;
X491<=580;
X500<=7998;
X505<=661;
X552<=204;
X566<=867;
X593<=1531;
X602<=918;
X603<=3179;
X607<=1098;
X611<=702;
X614<=954;
X618<=2420;
X619<=737;
X621<=4149;
X622<=548;
X624<=1702;

X628<=1226;
X648<=468;
X650<=1175;
X654<=569;
X681<=624;
X691<=1014;
X694<=559;
X706<=158;
X730<=3324;
X732<=142;
X738<=8622;
X743<=43398;
X753<=948;
X756<=1610;
X79<=2259;
X799<=1657;
X80<=1925;
X835<=1519;
X840<=1568;
X841<=1120;
X867<=3838;
X886<=3453;
X887<=3428;
X897<=2601;
X900<=5188;
X901<=4782;
X908<=1710;
X914<=1070;
X921<=2381;
X922<=1747;
X928<=1186;
X929<=9147;
X930<=1905;
X931<=1113;
X938<=594;
X950<=3400;
X952<=3552;
X96<=1799;
X970<=1670;
X972<=1014;
X99<=3127;

END

Ek 2. Lingo Modeli Çözümü

Global optimal solution found.

Objective value: 183514.2
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 9
Elapsed runtime seconds: 0.04

Model Class: LP

Total variables: 99
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 109
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 687
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X125	372.0000	0.000000
X153	0.000000	0.000000
X249	0.000000	0.000000
X256	0.000000	0.000000
X263	244.0000	0.000000
X267	0.000000	0.000000
X268	0.000000	0.000000
X274	72.00000	0.000000
X279	0.000000	0.000000
X283	444.0000	0.000000
X285	0.000000	0.000000
X287	0.000000	0.000000
X294	0.000000	0.000000
X295	0.000000	0.000000
X302	0.000000	0.000000
X303	0.000000	0.000000
X339	0.000000	0.000000
X341	129.0000	0.000000
X343	574.8360	0.000000
X349	0.000000	0.000000
X380	0.000000	0.000000
X386	368.0000	0.000000
X396	0.000000	0.000000
X401	0.000000	0.000000
X402	421.0000	0.000000
X408	0.000000	0.000000
X414	0.000000	0.000000

X432	259.0000	0.000000
X451	0.000000	0.000000
X455	0.000000	0.000000
X457	0.000000	0.000000
X459	271.0000	0.000000
X464	0.000000	0.000000
X465	789.0000	0.000000
X466	0.000000	0.000000
X468	0.000000	0.000000
X471	0.000000	0.000000
X475	93.00000	0.000000
X48	0.000000	0.000000
X485	0.000000	0.000000
X486	0.000000	0.000000
X490	0.000000	0.000000
X491	580.0000	0.000000
X500	0.000000	0.000000
X505	0.000000	0.000000
X552	0.000000	0.000000
X566	0.000000	0.000000
X593	0.000000	0.000000
X602	0.000000	0.000000
X603	0.000000	0.000000
X607	0.000000	0.000000
X611	0.000000	0.000000
X614	0.000000	0.000000
X618	0.000000	0.000000
X619	0.000000	0.000000
X621	0.000000	0.000000
X622	0.000000	0.000000
X624	0.000000	0.000000
X628	0.000000	0.000000
X648	0.000000	0.000000
X650	0.000000	0.000000
X654	132.8777	0.000000
X681	0.000000	0.000000
X691	0.000000	0.000000
X694	0.000000	0.000000
X706	158.0000	0.000000
X730	0.000000	0.000000
X732	142.0000	0.000000
X738	0.000000	0.000000
X743	0.000000	0.000000
X753	0.000000	0.000000
X756	0.000000	0.000000
X79	0.000000	0.000000
X799	207.2539	0.000000
X80	0.000000	0.000000
X835	0.000000	0.000000

X840	0.000000	0.000000
X841	0.000000	0.000000
X867	0.000000	0.000000
X886	0.000000	0.000000
X887	0.000000	0.000000
X897	0.000000	0.000000
X900	0.000000	0.000000
X901	0.000000	0.000000
X908	0.000000	0.000000
X914	0.000000	0.000000
X921	2381.000	0.000000
X922	0.000000	0.000000
X928	0.000000	0.000000
X929	0.000000	0.000000
X930	0.000000	0.000000
X931	61.77062	0.000000
X938	594.0000	0.000000
X950	0.000000	0.000000
X952	0.000000	0.000000
X96	0.000000	0.000000
X970	0.000000	0.000000
X972	0.000000	0.000000
X99	0.000000	0.000000
TOP_KAP	1200000.	0.000000
STOK_BOYA_A	12000.00	0.000000
STOK_BOYA_B	5000.000	0.000000
STOK_BOYA_C	80.00000	0.000000
STOK_PP	1300000.	0.000000
STOK_HIDROFILIK	200.0000	0.000000
STOK_MIHVER_BORU	30000.00	0.000000
STOK_UV	400.0000	0.000000
TOP_GUG	700000.0	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
AMAC_FONKSIYONU	183514.2	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
URETIM_KAPASITE	0.000000	0.000000
GENEL_URETIM_GIDERI	57712.41	0.000000
A_BOYASI_STOGU	0.000000	0.000000
B_BOYASI_STOGU	0.000000	0.000000
C_BOYASI_STOGU	0.000000	0.000000

POLIPROPILEN_STOGU	125373.7	0.000000
HIDROFILIK_STOGU	200.0000	0.000000
MIHVER_BORU_STOGU	21706.26	0.000000
UV_STOGU	400.0000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	1458.000	0.000000
22	1069.000	0.000000
23	509.0000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	589.0000	0.000000
26	226.0000	0.000000
27	0.000000	0.000000
28	356.0000	0.000000
29	0.000000	0.000000
30	263.0000	0.000000
31	3486.000	0.000000
32	5110.000	0.000000
33	1428.000	0.000000
34	1302.000	0.000000
35	816.0000	0.000000
36	1405.000	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	199.1640	0.000000
39	15601.00	0.000000
40	1306.000	0.000000
41	0.000000	0.000000
42	3221.000	0.000000
43	348.0000	0.000000
44	0.000000	0.000000
45	2735.000	0.000000
46	974.0000	0.000000
47	0.000000	0.000000
48	2822.000	0.000000
49	540.0000	0.000000
50	4587.000	0.000000
51	0.000000	0.000000
52	2355.000	0.000000
53	0.000000	0.000000
54	950.0000	0.000000
55	588.0000	0.000000
56	1202.000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	323.0000	0.000000
59	1812.000	0.000000
60	1209.000	0.000000
61	73902.00	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	7998.000	0.000000
64	661.0000	0.000000

65	204.0000	0.000000
66	867.0000	0.000000
67	1531.000	0.000000
68	918.0000	0.000000
69	3179.000	0.000000
70	1098.000	0.000000
71	702.0000	0.000000
72	954.0000	0.000000
73	2420.000	0.000000
74	737.0000	0.000000
75	4149.000	0.000000
76	548.0000	0.000000
77	1702.000	0.000000
78	1226.000	0.000000
79	468.0000	0.000000
80	1175.000	0.000000
81	436.1223	0.000000
82	624.0000	0.000000
83	1014.000	0.000000
84	559.0000	0.000000
85	0.000000	0.000000
86	3324.000	0.000000
87	0.000000	0.000000
88	8622.000	0.000000
89	43398.00	0.000000
90	948.0000	0.000000
91	1610.000	0.000000
92	2259.000	0.000000
93	1449.746	0.000000
94	1925.000	0.000000
95	1519.000	0.000000
96	1568.000	0.000000
97	1120.000	0.000000
98	3838.000	0.000000
99	3453.000	0.000000
100	3428.000	0.000000
101	2601.000	0.000000
102	5188.000	0.000000
103	4782.000	0.000000
104	1710.000	0.000000
105	1070.000	0.000000
106	0.000000	0.000000
107	1747.000	0.000000
108	1186.000	0.000000
109	9147.000	0.000000
110	1905.000	0.000000
111	1051.229	0.000000
112	0.000000	0.000000
113	3400.000	0.000000

114	3552.000	0.000000
115	1799.000	0.000000
116	1670.000	0.000000
117	1014.000	0.000000
118	3127.000	0.000000



Ek 3. Ürün Gruplaması

Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metrajı	Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metrajı	Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metrajı
X125	SB	4	2	146	10300	X465	SB	7	1	138	4500	X730	SB	7	2	138	1000
X153	SB	5	1	138	1000	X466	SB	7	1	138	500	X732	SB	7	2	138	2400
X249	SB	6	1	127	1000	X468	SB	7	1	139	1000	X738	SB	7	2	144	1000
X256	SB	6	1	135	2500	X471	SB	7	1	139	500	X743	SB	7	2	144	200
X263	SB	6	1	138	3000	X475	SB	7	1	140	5400	X753	SB	7	2	144	500
X267	SB	6	1	140	3000	X48	SB	4	1	144	4000	X756	SB	7	2	144	750
X268	SB	6	1	140	3500	X485	SB	7	1	144	1000	X79	SB	4	1	19	10000
X274	SB	6	1	142	500	X486	SB	7	1	144	150	X799	SB	7	3	144	200
X279	SB	6	1	144	2010	X490	SB	7	1	144	200	X80	SB	4	1	19	12500
X283	SB	6	1	144	4000	X491	SB	7	1	144	2000	X835	SMS	9	1	110	3500
X285	SB	6	1	144	5000	X500	SB	7	1	144	400	X840	SMS	9	1	123	3500
X287	SB	6	1	144	750	X505	SB	7	1	144	750	X841	SMS	9	1	138	5250
X294	SB	6	1	32	9000	X552	SB	7	1	185	1000	X867	SMS	9	1	35	7500
X295	SB	6	1	33	7000	X566	SB	7	1	185	500	X886	SMS	9	2	110	2000
X302	SB	6	1	44	4000	X593	SB	7	1	47	1200	X887	SMS	9	2	110	2500
X303	SB	6	1	44	5000	X602	SB	7	1	54	1000	X897	SMS	9	2	123	1200
X339	SB	6	2	138	1000	X603	SB	7	1	54	1500	X900	SMS	9	2	123	2000
X341	SB	6	2	142	5000	X607	SB	7	1	55	1500	X901	SMS	9	2	123	2500
X343	SB	6	2	144	1400	X611	SB	7	1	58	1500	X908	SMS	9	2	127	2500
X349	SB	6	2	144	750	X614	SB	7	1	59	1500	X914	SMS	9	2	132	2000
X380	SB	7	1	110	1500	X618	SB	7	1	63	1500	X921	SMS	9	2	138	2000
X386	SB	7	1	110	2400	X619	SB	7	1	65	1500	X922	SMS	9	2	138	2500
X396	SB	7	1	111	300	X621	SB	7	1	66	1500	X928	SMS	9	2	144	1450
X401	SB	7	1	113	2600	X622	SB	7	1	66	1750	X929	SMS	9	2	144	1500
X402	SB	7	1	113	3000	X624	SB	7	1	66	500	X930	SMS	9	2	144	2000
X408	SB	7	1	114	250	X628	SB	7	1	68	1500	X931	SMS	9	2	144	2500
X414	SB	7	1	117	1010	X648	SB	7	1	75	2500	X938	SMS	9	2	144	6000
X432	SB	7	1	123	2400	X650	SB	7	1	75	500	X950	SMS	9	2	160	1200

Ek 3. Ürün Gruplaması (Devam)

Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metraji	Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metraji	Ürünler	Kumaş	Gramaj	Renk	En	Metraji
X451	SB	7	1	136	3000	X654	SB	7	1	78	1000	X952	SMS	9	2	160	1500
X455	SB	7	1	138	1000	X681	SB	7	1	95	1500	X96	SB	4	1	57	10000
X457	SB	7	1	138	200	X691	SB	7	1	95	500	X970	SMS	9	2	95	2000
X459	SB	7	1	138	2400	X694	SB	7	1	97	1500	X972	SMS	9	2	95	3000
X464	SB	7	1	138	400	X706	SB	7	2	110	2400	X99	SB	4	1	57	8000