

22047

ISTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜRETİM PLANLAMADA LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİ

VE BİR İŞLETME UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Mehmet SEN

22047

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Haziran 1992

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Temmuz 1992

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gönül YENERSOY

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ethem TOLGA

Doc. Dr. Mehmet TANYAS

TEMMUZ 1992

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Üretim planlama, gelecekte ihtiyaç duyulacak olan imalat işlemlerine mevcut kaynaklar üzerinde karar verme süreci olarak tanımlanabilir. Bu nedenle üretim planlama tamamıyla gelecekle ve gelecekteki talebi karşılamaya yönelik üretim operasyonlarının düzeni ile ilgilidir. Söz konusu operasyonların düzeninde yapılacak olan değişiklikler, farklı tipteki pekçok maliyeti ve dolayısıyla gelirleri etkilemektedir. Bundan dolayıdır ki, lineer programlama modelleri, optimum kararlara ulaşma bakımından oldukça sık kullanılan teknikler haline gelmiştir.

Lineer programlama XX. yüzyılın en önemli bilimsel gelişmelerinden biridir ve hakkında çok sayıda kitap ve makale yazılmıştır. Günümüzde bilgisayarlarda yapılan hesaplamaların % 25'nin lineer programlama ya da buna yakın tekniklerle ilgili olduğu bulunmuştur. Teknik, mevcut çözümler arasında en iyi olanını belirleyebilmektedir. Ancak, çözümün olduğu gibi kabul edilmesi ya da üzerinde değişiklikler yapılarak uygulanması kararı tamamıyla yöneticinin sorumluluğundadır.

Üretim planlamada lineer programlama tekniklerinin kullanılmasına ilişkin olarak hazırlanan tezde, statik ve dinamik haldeki tüm modelleri bulmak mümkündür. Tekniğin bir işletme uygulaması ile birlikte pratik kullanımında ele alındığı tez çalışmasında, yardımlarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gönül Yenersoy'a ve bilgisayar çıktılarının alınmasındaki katkılarından dolayı I.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi araştırma görevlilerinden Sayın Şakir Bal'a teşekkür eder, çalışmanın yararlı olmasını dilerim.

HAZİRAN 1992

Mehmet SEN

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x

BÖLÜM 1. GİRİŞ..... 1

1.1. Üretim Planlama Kavramı.....	1
1.2. Üretim Planlamanın Amacı.....	2
1.3. Planlama Tipleri.....	3
1.4. Ana Üretim Planlaması.....	5
1.5. Üretim Planlamada Statik ve Dinamik Modeller.....	8
1.6. Üretim Planlamada Talep Tahminleri.....	8
1.6.1. Tahmin Yöntemlerinin Sınıflandırılması..	9
1.6.2. Tahmin Yönteminin Seçimini Etkileyen Faktörler.....	10

BÖLÜM 2. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİ..... 12

2.1. Lineer Programlamaya Giriş.....	12
2.2. Lineer Programlama Modellerinin Temel UNSURLARI.....	13
2.2.1. Amacın Tanımı.....	14
2.2.2. Problem Elemanlarının Sayısal Ölçüleri..	14
2.2.3. Alternatif Seçenekler.....	15
2.2.4. Lineerlik.....	15
2.2.5. Matematik Formülasyon.....	16
2.3. Lineer Programlama Modellerinin Kullanılmasında Karşılaşılan Zorluklar....	16
2.3.1. Problem Tanımının Hazırlanması.....	17
2.3.2. Çözümlerin Yorumlanması ve Kullanılması.	19
2.4. Lineer Programlama Modellerini Kullanmanın Avantajları.....	19
2.4.1. Üretim Faktörlerini Optimum Düzeyde Kullanmak.....	20
2.4.2. Kararlarda Daha Üstün Bir Niteliğe Erişmek.....	20
2.4.3. Geleceğin Yöneticilerini Yetiştirmek....	21
2.4.4. Matematiksel Çözümlerde Değişiklik Yapabilmek.....	21
2.5. Lineer Programlama Modellerinin Standart Formları.....	22

2.6. Lineer Programlama Modellerinde	
Çözüm Yöntemleri.....	24
2.6.1. Grafik Çözüm Yöntemi.....	24
2.6.2. Analitik Çözüm Yöntemi.....	25
2.6.3. Ardışık Sayısal Çözüm Yöntemleri.....	26
BÖLÜM 3. ÜRETİM PLANLAMADA	
 LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİ.....	28
3.1. Statik Modeller.....	28
3.1.1. Ürün Karışımı Modelleri.....	28
3.1.2. Sürec Seçimi Modelleri.....	32
3.1.3. Karışım Modelleri.....	37
3.1.4. Çok Kademeli Planlama Modelleri.....	42
3.2. Dinamik Modeller.....	48
3.2.1. Sadece Üretim ve Envanter Maliyetleri	
Olan Modeller.....	48
3.2.2. Üretim Oranını Değiştirme İle Karşıla-	
namayan Talebin Maliyeti Olan Modeller..	52
3.2.3. İşgücü Seviyesi ve Fazla Mesai	
Kararları İle İlgili Modeller.....	56
3.2.4. Çok Ürünlu Modeller.....	62
3.2.4.1. Çok Ürünlu, Çok Periyotlu ve Kaynak	
Kısıtlı Modeller.....	62
3.2.4.2. Sürec Seçimi Modelleri.....	67
3.2.4.3. Ürün Karışımı Modelleri.....	69
3.2.4.4. Üretim Oranını Değiştirme Maliyeti	
İle Çoklu Rotaları İçeren Modeller....	71
3.2.4.5. Üretim ve İşgücü Planlama Modelleri...	73
3.2.5. Çok Kademeli Modeller.....	75
3.2.5.1. Seri Halde M Kademeli ve Çok Süreçli	
Sistem Modelleri.....	77
3.2.5.2. Çok Ürünlu ve Çok Süreçli Modeller....	80
3.2.5.3. Ürün Karışımı Modelleri.....	84
BÖLÜM 4. İŞLETME UYGULAMASI.....	86
4.1. İşletmenin Tanıtılması.....	86
4.1.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi.....	86
4.1.2. Ürün Çeşitleri.....	87
4.1.3. Organizasyon Yapısı.....	89
4.2. Sınır Şalterleri.....	90
4.2.1. Sınır Şalterleri Hakkında Genel Bilgi...	90
4.2.2. Sınır Şalterlerin İşlem Gördüğü	
Tezgahlar.....	96
4.2.3. Sınır Şalterlerde İşçilikler.....	97
4.3. Pareto Analizi.....	101
4.3.1. Ürünleri Sınıflandırmada	
Pareto Analizi.....	102
4.3.2. İşletmede Pareto Analizi Uygulaması....	104
4.3.3. Uygulamanın Grafik Gösterimi.....	105
4.4. Satış Tahminleri.....	106

4.5. Modelin Kurulması.....	121
4.6. Modelin Çözülmesi.....	150
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	159
KAYNAKLAR.....	160
EKLER.....	162
ÖZGEÇMİŞ.....	206



SEKİL LİSTESİ

Sekil 1-1	Üretim Planlamasının Kademeleri.....	4
Sekil 1-2	Üretim Planlamada Hiyerarşik Yapı.....	7
Sekil 3-1	Süreç Şeması.....	35
Sekil 3-2	Üretim Sistemi.....	47
Sekil 3-3	Seri Halde İki Kademeli Üretim-Envanter Sistemi.....	76
Sekil 4-1	Emas'ın Organizasyon Şeması.....	89
Sekil 4-2	Sınır Salterlerde Kodlama.....	92
Sekil 4-3	Kontak Blok Grubu.....	93
Sekil 4-4-A	Duyar Blok Grubu.....	94
Sekil 4-4-B	Duyar Blok Grubu.....	95
Sekil 4-5	Pareto Eğrisi.....	101
Sekil 4-6	İşletme Verilerine Göre Pareto Analizi...	105

TABLO LİSTESİ

Tablo 3-1	Ürün Bilgileri.....	30
Tablo 3-2	Üretim Verileri.....	34
Tablo 3-3	Ürün Spesifikasyonları.....	39
Tablo 3-4	Ürün Talepleri.....	50
Tablo 3-5	Çözüm Değerleri.....	51
Tablo 3-6	Talep ve Maliyet Verileri.....	54
Tablo 3-7-A	Ürün Talepleri.....	64
Tablo 3-7-B	Kapasiteler ve Maliyetler.....	65
Tablo 4-1-A	Ürünlerin Tezgâhlardaki İşlem Süreleri (Sn).....	98
Tablo 4-1-B	Ürünlerin Tezgâhlardaki İşlem Süreleri (Sn).....	99
Tablo 4-2	Ürünlere Ait İşçilik Süreleri (Sn).....	100
Tablo 4-3	Pareto Analizi.....	104
Tablo 4-4	Bazmip11 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	107
Tablo 4-5	Bazmip11 İçin Sapma Kareler.....	107
Tablo 4-6	Babl* İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	108
Tablo 4-7	Babl* İçin Sapma Kareler.....	108
Tablo 4-8	Bazmim11 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	109
Tablo 4-9	Bazmim11 İçin Sapma Kareler.....	109
Tablo 4-10	Bazsom10 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	110
Tablo 4-11	Bazsom10 İçin Sapma Kareler.....	110
Tablo 4-12	Bazmep12 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	111
Tablo 4-13	Bazmep12 İçin Sapma Kareler.....	111
Tablo 4-14	Bazmum33 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	112
Tablo 4-15	Bazmum33 İçin Sapma Kareler.....	112
Tablo 4-16	Bapmip31 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	113
Tablo 4-17	Bapmip31 İçin Sapma Kareler.....	113
Tablo 4-18	Bazpum21 İçin Aylık satış Yüzdeleri.....	114
Tablo 4-19	Bazpum21 İçin Sapma Kareler.....	114
Tablo 4-20	Bapmum33 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	115
Tablo 4-21	Bapmum33 İçin Sapma Kareler.....	115
Tablo 4-22	Bapmep12 İçin Aylık satış Yüzdeleri.....	116
Tablo 4-23	Bapmep12 İçin Sapma Kareler.....	116
Tablo 4-24	Bapsom10 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	117
Tablo 4-25	Bapsom10 İçin Sapma Kareler.....	117
Tablo 4-26	Bazmem12 İçin Aylık Satış Yüzdeleri.....	118
Tablo 4-27	Bazmem12 İçin Sapma Kareler.....	118
Tablo 4-28-A	A ve B Grubu Ürünler İçin Aylık Satış Tahminleri.....	119
Tablo 4-28-B	A ve B Grubu Ürünler İçin Aylık Satış Tahminleri.....	119
Tablo 4-28-C	A ve B Grubu Ürünler İçin Aylık Satış Tahminleri.....	120

Tablo 4-29	C Grubu Ürünler İçin Aylık Satış Tahminleri.....	121
Tablo 4-30	Ürünlere Ait Başlangıç Envanterleri.....	123
Tablo 4-31	Ürünlere Ait Satış ve Maliyet Verileri...	124
Tablo 4-32-A	Modele Ait Çözüm Değerleri (1≤i≤5).....	151
Tablo 4-32-B	Modele Ait Çözüm Değerleri (6≤i≤10).....	152
Tablo 4-32-C	Modele Ait Çözüm Değerleri (11≤i≤15).....	153
Tablo 4-32-D	Modele Ait Çözüm Değerleri (16≤i≤20).....	154
Tablo 4-32-E	Modele Ait Çözüm Değerleri (21≤i≤26).....	155
Tablo 4-32-F	Modele Ait Çözüm Değerleri (27≤i≤32).....	156
Tablo 4-32-G	Modele Ait Çözüm Değerleri (33≤i≤38).....	157
Tablo 4-32-H	Modele Ait Çözüm Değerleri (39≤i≤41).....	158



ÖZET

Üretim planlama, planlama dönemine ait Üretim hedeflerinin belirlenmesi ile ilgili bir kavramdır. Bu nedenle, gelecekte ihtiyaç duyulacak olan imalat işlemlerine mevcut kaynaklar üzerinde karar verme süreci olarak tanımlanabilir. Üretim planlama, Üretim ihtiyaçlarının karşılanması için gereken kaynakların optimal düzeyde kullanımına da olanak tanır.

Üretim planlamada geniş bir uygulama alanı bulan lineer programlama modelleri günümüzde çok sık kullanılan bir karar verme mekanizması haline gelmiştir. Sözü edilen bu modeller, negatif olmayan karar değişkenleri ile yapısal kısıtlar çerçevesinde şekillenen amaç fonksiyonunun optimizasyonu ile ilgilidir. Bu nedenle standart bir lineer programlama modeli amaç fonksiyonu ile kısıt denklemlerinden oluşmaktadır. Amaç fonksiyonu minimizasyon veya maksimizasyon şeklinde olabilmektedir.

Üretim planlamada kullanılan lineer programlama modelleri statik ve dinamik modeller olmak üzere iki kısma ayrılır. Statik modellerde talebin zaman içinde değişmediği, dinamik modellerde ise talebin zaman içinde farklılaştığı kabul edilir.

Statik modeller arasında en yaygın olarak uygulama alanı bulanları, Ürün karışımı, süreç seçimi ve malzeme karışımı modelleridir. Söz konusu bu modeller tek kademeli ve yahut da çok kademeli bir yapıya sahip olabilmektedir. Talebin zaman içinde değişiklik gösterdiği dinamik modeller ise, statik modellere ek olarak, Üretim ve envanter maliyetlerini içeren modelleri, Üretim oranını değiştirme ile karşılanamayan talebin maliyeti olan modelleri ve işgücü seviyesi ve fazla mesai kararları ile ilgili modelleri içermektedir.

Statik modellerden dinamik modellere geçilirken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, dinamik modellerde Ürünlerin üretildikleri periyot ile satıldıkları periyot arasında fark olabilmesi özelliğidir.

Hazırlanan tezde, Üretim planlamada kullanılan lineer programlama modellerinin tümüne yakın kısmını bulmak mümkündür. Bu modeller, notasyonları, amaç fonksiyonları ve kısıt denklemleri ile birlikte sunulmuştur.

SUMMARY

LINEAR PROGRAMMING MODELS IN PRODUCTION PLANNING AND A FIRM APPLICATION

Production planning is the activity of establishing production goals over some future time period, called the planning horizon. The objective of production planning is to plan the optimal use of resources to meet stated production requirements or to take advantage of potential sales opportunities.

As input, production planning will use the following kinds of information; current inventory levels; current backlog position; forecasts of future demand; current work in process; current work force levels; capacity of each production center; material availability; production standards; cost standards and selling prices; management policies.

This information is gathered and analyzed periodically to develop production plans. The output from this activity may take a variety of forms, specifying the following type of things for each period of the planning horizon; quantities of each product to be produced; quantities of a given product to be produced by each of several alternative processes; quantities of each product to be produced by a given process (such as plant, department, line, machine, etc.); target inventory levels by product; work force level; overtime, additional shifts, unused capacity, etc.; quantities of material and semifinished product to be transported between stages in a multistage production system; subcontracting plans; purchased material requirements.

The decisions made in production planning affect several classes of costs and revenues, such as; production costs; production rate change costs; capacity change costs; inventory holding costs; customer service and shortage losses; procurement costs.

Planning can be investigated in three major parts according to the length of the planning horizon.

Long-range planning process consists of decisions such as; definition of production method, determination of customer service policy, selection of distribution channels and deciding upon production and stock capacities. This kind of decisions are made considering a 1-5 years planning horizon. The planning horizon which extends from three months up to one year is called as an intermediate-range planning. Intermediate-range planning denotes the level of all activities of a firm such as employment volume, the number of shifts, additional hardware requirements, raw-material requirements and the amount of subcontracts. Short-range planning process widely contains production schedules, preparation of work programs and production control in a 1-2 week planning horizon.

The models used in the main production planning which is also an intermediate-range planning are divided into two groups; static and dynamic models. In static models, the demand is accepted to be constant, whereas it is accepted to change by time in dynamic models.

Production planning, according to a definition, is the whole of the activities that should be performed in order to meet future demand. If the production planner has no idea about the level of future demand, then actually this means, he has no objective to which his plans to be directed. Therefore demand estimations are very important in production planning.

Linear programming models which have a wide application range in production planning, have been changing into a frequently used decision making mechanism at present. So called models have to consist five major aspects in order to be applied. These aspects are respectively; definition of the goal, numerical measures of problem elements, alternative choices, linearity and mathematical formulation.

When using linear programming models, it is sometimes possible to have difficulties especially in the stages of preparation of problem definition and transmitting of solutions to the application. However, linear programming models have so many advantages like; the optimal use of production factors, reaching to a higher quality in decisions, training the managers of the future and possibility of changing the mathematical solutions.

Linear programming models are related with the optimization of objective function which is figured by structural constraints and decision variables which are

not negative. Thus a standard linear programming model has an objective function and constraint equations. Objective function can be formed as a maximization or a minimization.

Solution methods which are used in linear programming models can be mainly classified in three groups. This mentioned groups are; graphical solution, analytical solution and consecutive numerical solution. It is possible to apply the graphical solution if the number of decision variables in the decision model is three or less. However, the analytical solution method is preferably used if the presence of the best solution is known. Because of the limitations in these methods, further solution methods which are starting at a point and finding a result by using consecutive numerical operations, have been developed. The first and the widely used one in these methods is the Simplex Algorithm.

The static production planning models which have widespread application fields are; product mix models, process selection models and blending models. When a firm has different products for manufacturing and selling, the objective of the product mix models is deciding the amount of production of each product and by using the limited resources, maximizing the income value coming from the production facilities. Meanwhile the objective of the process selection models is; determining the amount of products produced by each process subject to the constraints which are activated by resource limitations and product demands, in order to minimize the production cost. The profitability is not considered in the above mentioned models, rather than the cost minimization becomes to be the main goal. Blending models are formed for production operations in which so many raw materials are needed to be blended in order to manufacture products that have desired specifications. The objective in these models is finding out the material mix which satisfies the product specifications and has the lowest cost for production operation.

Linear programming models can be applied to the single stage production systems and as well as to the multistage systems for modelizing them. The following aspects should be known at the stage of modelizing multistage systems; how to group the production operations, if there is more than one plant which is activating in parallel in each stage, and how many inventory points have to be defined between stages.

The most important dynamic models in which the demand is going to change by time are; models with only production and inventory costs, models with production rate change costs and backlogging, models related with employment level and overtime decisions, and models with multiproducts and multistages.

The objective of the multiproduct, multiperiod, resource-constraint models which are also located in the group of multiproduct models, is obtaining the production amount in each production period and production program which contains the net inventories at the end of the period. When reaching this program, it is intended to reduce the sum of production, inventory and backlog costs to the minimum value.

The most important aspect that should be paid attention when passing into the multiperiod models is that, the difference can be occurred between the production period and the sales period of the products.

As a firm application in this thesis, EMAS (Electrotechnical Machinery Industry and Trade A.CO.) which activates in electrotechnics and automotive industry was studied and the main production plan of the limit switches (one of the company products) for the next year was obtained by using linear programming.

At the production stage, limit switches are processed in three different departments according to their types. These departments are respectively; plasticizing machinery park, pressing machinery park and revolving machinery park. The workmanships throughout the production of a limit switch are as follows; plasticizing, pressing, revolving, installing, controlling and packaging. The plasticizing, pressing and revolving workmanships were determined as the total process period that the product were being worked up in these workbenches.

The model examined in the firm application is a product mix model in dynamic form. The objective is determined as maximizing the profit of limit switches group in the planning horizon. A Pareto Analysis based on the year of 1991 data was performed for 41 different products. Selecting 80/15/5 as a classification criteria, 5 products for group A, 8 products for group B and 28 products for group C are classified. Sales estimations were performed based on the data of the last four years and the results of Pareto classification. The production and workmanship capacities and the inventory level carried from the last year are actually

known. As a result of the solution of the model which was established with respect to the above mentioned data, a total profit maximizing production plan for 12 months was obtained.

In the prepared thesis, it is possible to find nearly the all of the linear programming models used in production planning. These models were presented with their notations, objective functions and constraint equations. The thesis will be a useful reference for those who would like to use linear programming models at production stage or who are performing a research and a study on this subject.



1. GİRİŞ

1.1. ÜRETİM PLANLAMA KAVRAMI

Tanım olarak Üretim, temel amacı topluma değer yaratmak olan, insan gereksinimlerinin doğa tarafından tam olarak karşılanmaması sonucu ortaya çıkan ve insanlar tarafından geliştirilen bir faaliyettir [1]. Üretim planlama ise, en küçük toplam maliyetle, arzu edilen ürünlerden, gereken miktarlarda üretmek için, kaynakların tahsisine ve gelecekte ihtiyaç duyulacak olan imalat işlemlerine, mevcut kaynaklar üzerinde karar verme süreci olarak tanımlanabilir.

Bu nedenle Üretim planlama, gelecekteki Üretim işlemlerinin seviyelerini ve sınırlamalarını belirleme ile ilgilidir. Bir Üretim planı yönetimin kabul etmiş olduğu pekçok sayıdaki önemli kararları içerir. Planlanan periyot boyunca ortalama işgücü seviyesinin belirlenmesi, eğer tanıtım kampanyaları veya işçi sayısının azaltılması gerekiyorsa bunların ne zaman yapılması gerektiği, makina ve techizat kapasitelerinin esnek olduğu bölümlerde, sözkonusu kapasitelerin en uygun şekilde Üretim işlemlerine tahsis edilmeleri, envanter kontrolü için arzu edilen ve amaçlanan düzeylerin tayin edilmesi gibi kararlar, yönetimin kabul etmiş olduğu önemli kararlar arasında yer alırlar. Böylece Üretim planlama, detaylı

programlama ve çizelgeleme ile izlenecek envanter politikaları için iskelet bir yapı kurma işlemini gerçekleştirmiş olur [2].

1.2. ÜRETİM PLANLAMANIN AMACI

Açık bir şekilde görülmektedir ki, Üretim planlama, tamamiyle gelecekle, mevcut kapasitelerle ve gelecekteki talebi karşılamaya yönelik üretim operasyonlarının düzeni ile ilgilidir. Hazırlanan planlar birkaç ayı kapsayabildikleri gibi, çok sayıda yılı da içeren uzun vadeli bir yapıya da sahip olabilirler. Üretim planları, detaylı planlamada yer alan operasyon sıralamaları ve imalat karakteristiklerinin tümünün veya bazılarının kesin olarak saptanması için hazırlanırlar. Ancak üretim planlama sadece uygulanacak belirli faaliyetlerin genel çerçevesini çizer. Bu plan belli bir faaliyetin belli bir zamanda ve belli bir araçta yerine getirilmesi gerektiğini göstermez. Bu gibi detaylar üretim programları ile saptanır. Bununla beraber üretim planları, tahmin edilen maliyetler, öngörülen politikalar, finanslar, müşteri hizmetleri ve işgücü dengeleri göz önüne alınarak hazırlandıkları için, üretim operasyonlarını belirleme ve ekstra kapasiteye gereksinim olup olmadığına karar verme amaçlarına hizmet eden yardımcı araçlardır [3].

Üretim planlamanın amacını en kısa şekilde açıklamak gerekirse, bu amaç; planlanan periyot boyunca, üretim operasyonlarına ait genel karakteristiklerin arzu edilen düzeylerine varmak, belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek ya da mevcut satış olanaklarından faydalana-bilmek için kaynakların optimal kullanımını tespit etmek

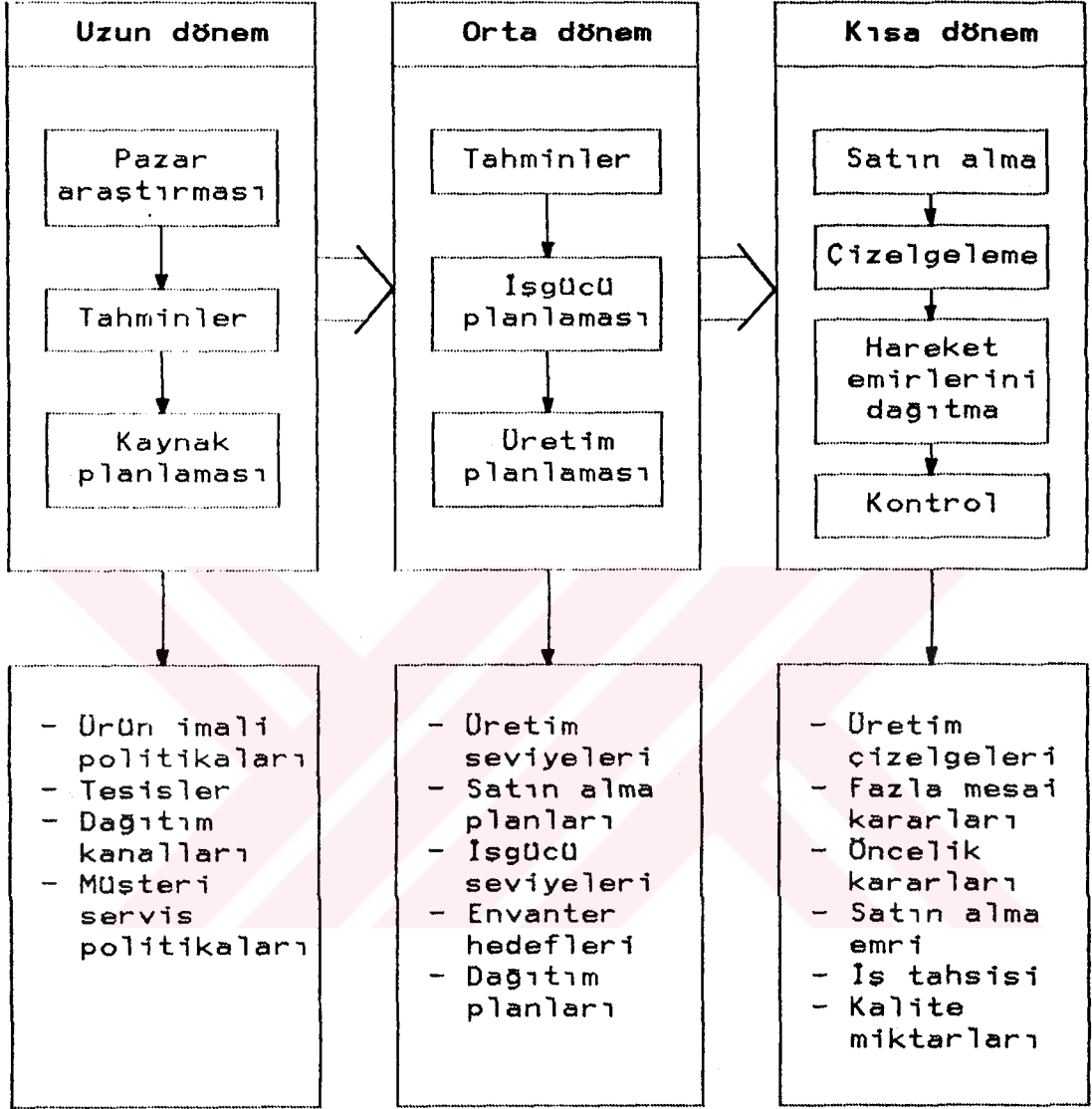
olarak tanımlanabilir [4].

1.3. PLANLAMA TIPLERİ

Planlama, planlanan dönemin uzunluğuna göre üç ana kısımda incelenebilir.

I- UZUN DÖNEMLİ PLANLAMA: Bu planlama süreci, üretim metodunun tarifi, müşteri hizmet politikasının tespit edilmesi, dağıtım kanallarının seçimi, üretim ve depo kapasitelerinin belirlenmesi ile kapasitenin değişik ürün hatlarına tahsis edilmesi gibi kararları içerir. Bu tip kararlar bir ile beş yıllık bir planlama dönemi göz önünde bulundurularak verilir. Bu kararların verilebilmesi için, pazar araştırması, uzun dönemli tahminler ve kaynak planlaması gibi ön çalışmaların yapılması şarttır.

II- ORTA DÖNEMLİ PLANLAMA: Planlama süresi üç aydan bir yıla kadar uzanan planlama dönemidir. Uzun dönemli planlama süreci sonunda işyerinin genel politikası ve kaynak kısıtları belirlenir. Bu genel politika ve kısıtlar çerçevesinde orta dönemli planlar hazırlanır. Orta dönemli planlama, işgücü hacmi, vardiya sayısı, ek donatım ihtiyaçları, hammadde ihtiyaçları ve fason sözleşmelerinin miktarı gibi işletmeye ait tüm faaliyetlerin seviyesini belirler. Söz konusu planlama aynı zamanda, kolaylıkların geliştirilmiş bir düzenlemeye tabi tutulması ve montaj hattında yeni dengeleme yapılması gerekliliği konusunda da bilgi verir. Orta dönemli planlama kararlarının verilebilmesi için tahminler, işgücü planlaması, üretim planlaması gibi ön çalışmaların yapılması gerekir.



Sekil 1-1 Üretim Planlamasının Kademeleri

III-KISA DÖNEMLİ PLANLAMA: Bu planlama süreci üretim çizelgeleri, iş programlarının hazırlanması ve üretim kontrolü gibi faaliyetleri içerir. Genellikle bir ile iki haftalık bir planlama dönemi göz önüne alınır. Kısa dönemli planlama süreci, üretim miktarlarının, belirlenen hedeflere ulaşmak üzere sürekli kontrolü ve

gerekirse yeniden ayarlanması, malzeme eksikliği, makina bozulmaları gibi aksaklıkların giderilmesi, işçilerin üretim merkezlerine tahsisi, önceliklerin belirlenmesi, fazla mesai kararları ve imalat ara stok seviyelerinin tespiti gibi kararları içerir [5].

Planlama dönemleri, her planlama döneminde alınan kararlar ve bu kararların alınması için gereken ön çalışmalar Şekil 1-1 de Üretim planlamanın kademelerini teşkil edecek şekilde gösterilmiştir.

1.4. ANA ÜRETİM PLANLAMASI

Ana Üretim planlaması, orta dönemli bir planlama çalışması olup, üç ay ile bir yıllık bir planlama dönemini kapsar. Uzun dönemli planlama sürecinde belirlenen, işletmenin genel politikası ve üretim stratejisi ile talepler ve kapasite (kaynak) kısıtları çerçevesinde ana planlama çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar sonunda hazırlanan ana üretim planı, üretim kaynaklarını, ürünler ve dönemler bazında kabaca dağıtır. Bu plan sonucu ortaya çıkan bilgiler daha sonra detaylı planlamada kullanılır. Böylece tezgah, işçi ve saat (veya gün) seviyesinde üretim kararları alınabilir. Ana üretim planları hazırlanırken aşağıdaki bilgilerden yararlanılır:

- 1- En son envanter seviyeleri.
- 2- En son yok satma pozisyonları.
- 3- Gelecekteki taleplere ilişkin tahminler.
- 4- Şu anda işlem görmekte olan işler.
- 5- İşgücü seviyeleri.
- 6- Her bir üretim merkezinin kapasitesi.

- 7- Malzeme temin edilebilirliği.
- 8- Üretim standartları.
- 9- Maliyet standartları ve satış fiyatları.
- 10- Yönetim politikaları.

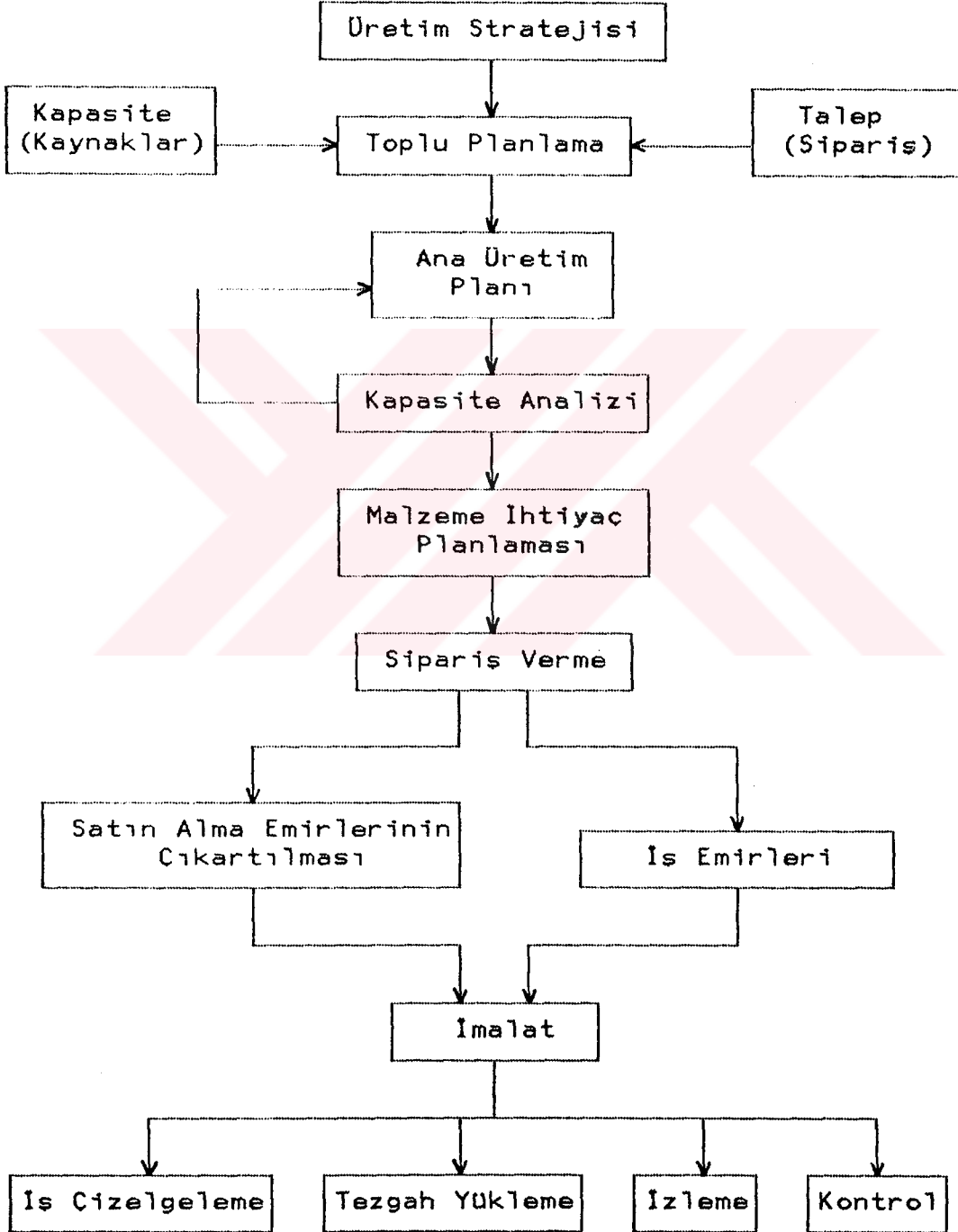
Bu veriler, periyodik olarak toplanıp analiz edilerek ana üretim planlarının geliştirilmesinde kullanılırlar. Hazırlanan planlar, planlama dönemindeki her bir periyoda ait olmak üzere aşağıda belirtilen bilgileri içerir:

- 1- Üretilecek her bir ürün için üretim miktarları.
- 2- Alternatif süreçler söz konusu ise, her bir süreç tarafından üretilecek ürünlerin miktarı.
- 3- Her bir departman, üretim hattı, makina vb. tarafından üretilecek ürünler ve miktarları.
- 4- Ürünlerin hedeflenen envanter seviyeleri.
- 5- İşgücü seviyeleri.
- 6- Fazla mesai, ek vardiyalar, kullanılmayan kapasite, vb.
- 7- Çok kademeli üretim sistemlerinde, kademeler arasında taşınacak olan malzeme ve yarı mamul ürünleri miktarları.
- 8- Fason imalat planları.
- 9- Satın alınacak malzeme ihtiyaçları.

Üretim planlamada alınan kararlar, değişik tipteki pekçok maliyeti ve dolayısıyla gelirleri etkilemektedir. Söz konusu maliyetler arasında üretim maliyetleri, üretim oranını değiştirme maliyetleri, kapasite değiştirme maliyetleri, envanter taşıma maliyetleri, müşteri

hizmetleri ve yok satma maliyetleri ile temin etme maliyetleri en ön sırada yer alır [4].

Sekil 1-2 Üretim planlamanın hiyerarsik yapısını ve ana Üretim planının bu yapıdaki yerini göstermektedir.



Sekil 1-2 Üretim Planlamada Hiyerarsik Yapı [6].

1.5. ÜRETİM PLANLAMADA STATİK VE DİNAMİK MODELLER

Ana üretim planlamasında kullanılan modeller statik ve dinamik modeller olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Statik modellerde talebin zaman içerisinde değişmediği, dinamik modellerde ise talebin zaman içinde farklılaştığı kabul edilir.

Dinamik problemlerde, değişken bir talebi sürekli olarak karşılamak durumunda kalan yöneticiler, aşağıda özetlenen seçeneklerden birini uygulamak zorundadırlar:

1- Talebin az olduğu dönemlerde stoğa çalışarak yüksek talep dönemleri için envanterleri doldurmak. Sabit bir üretim hızı tespit ederek talepteki dalgalanmaları envanter seviyesindeki değişikliklerle karşılamak.

2- Talebin nispeten yüksek olduğu dönemlerde müşteriyi bekletme veya geri çevirme durumuna göz yummak.

3- İşgücünü sabit tutarak, yüksek talep dönemlerinde fazla mesai yoluyla üretim hızını değiştirmek.

4- Yüksek talep dönemlerinde yan üreticilerle anlaşarak fason imalat yaptırmak.

5- Dalgalanma gösteren taleplere paralel olarak işgücü hacmini değiştirmek [5].

1.6. ÜRETİM PLANLAMADA TALEP TAHMİNLERİ

Bir tanıma göre üretim planlama, gelecekteki talebi karşılamak üzere yapılması gereken faaliyetlerin tümüdür. Üretim planlamacının gelecekteki talep düzeyi hakkında bilgisi olmadığı taktirde, planlarını yönlendireceği bir hedefi yok demektir. Bu hedefin rastgele

seçilmesi, üretim kaynaklarının kötü kullanılmasının getireceği çeşitli sonuçlara katlanmaya razı olmak demektir. Talebin gerekenin üzerinde tahmin edilmesi, yüksek envanter seviyeleriyle çalışılmasına, gerekenin altında tahmin edilmesi ise stokların tükenmesine ve yok satma durumuyla karşı karşıya kalınmasına sebep olur. Özellikle ürün bazında, stok için çalışan ve seri üretim yapan firmalarda bu konu büyük önem taşır.

1.6.1. TAHMİN YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Tahmin yöntemleri kapsadıkları zaman aralıklarına göre üç gruba ayrılırlar:

- 1- Uzun dönemli tahminler (5 yıl ve fazlası)
- 2- Orta dönemli tahminler (1 yıl)
- 3- Kısa dönemli tahminler (1 yıldan kısa)

Diğer bir sınıflandırma ise şu şekildedir:

1- Kalitatif tahmin yöntemleri: Elde geçmişe ait istatistiksel bilgiler yok ise uygulanan yöntemlerdir. Pazar araştırmaları, rakip firmaların incelenmesi, panel toplantılarıyla, subjektif fikirlerin toplanması ve değerlendirilmesi, analogilerden yararlanılması ve Delphi yöntemleri, bu konuda uygulanabilir yaklaşımlardır.

2- Kantitatif tahmin yöntemleri: Subjektif fikirlere dayanmadan, istatistik ve matematik modeller kurarak tahminler yapma ilkesine dayanır. Kantitatif yöntemleri, zaman serisi analizleri ve yapısal (nedensel) modeller olmak üzere iki bölüme ayırmak mümkündür.

1.6.2. TAHMIN YÖNTEMİNİN SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çeşitli amaçlara yönelik olarak, değişik tahmin yöntemlerinin kullanılması mümkündür. Tahmin yönteminin seçimine etki yapan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Geçmişe ait verilerin bulunabilirliği.
- 2- Geleceğin tahmininde istenen hassasiyet mertebesi.
- 3- Tahmin işleminin maliyeti.
- 4- Tahmini yapılacak devrenin uzunluğu.
- 5- Tahmin için harcanabilecek zaman.
- 6- Tahmini yapılacak olan üretim faktörüne ait olan etkilerin karmaşıklığı.

Geçmişe ait bilgiler mevcut ise, zaman serilerinin analizi, regresyon uygulamaları vb. yapılabilir. Elde hiç bilgi yok ise, Delphi yöntemine ve simülasyon uygulamalarına başvurulabilir.

Fazla hassas tahminler yapma gereği duyulmuyor ise, deneyimli kişilerin kişisel kararlarına dayanılabilir veya kalitatif tekniklere başvurulabilir. Ayrıca aranan hassasiyet ile tahmin maliyeti arasında bir denge kurulmalıdır.

Tahmin işleminin maliyeti yönetim açısından önemli olabilir. Tahmin yöntemleri ortaya koydukları hassasiyet mertebesiyle ters orantılı bir maliyet yapısına sahiptirler.

Tahmin yöntemine etki yapan öğelerden birisi de

tahmini yapılacak devrenin uzunluğudur. Uzun dönemli tahminlerde regresyon, orta dönemli tahminlerde pazar araştırmaları ve regresyon modelleri, kısa dönemli tahminlerde ise ilerleyen ortalamalar ve üstel düzeltme yöntemleri daha çok kullanılmaktadır.

Tahmin için harcanabilecek zaman da, seçilecek yöntemle etki yapar. Örneğin pazar araştırmaları uzun zaman alır. Bu yüzden yeni bir mamulün dizaynında, zaman bir kısıt olarak karşımıza çıkıyorsa, benzer mamul yapan firmaların pazar hacimlerini incelemek, analogiler yapmak panel tartışmaları düzenlemek gibi yöntemlere başvurulabilir.

Satışlara etki yapan faktörlerin karmaşıklığı da önemli bir etkidir. Satışların zaman içinde düzgün değişmesi halinde regresyon modelleri kullanılabildiği gibi ekonomik göstergelerden fazla etkilenen ürünler için de yapısal modeller tercih edilebilir [7].

2. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİ

2.1. LINEER PROGRAMLAMAYA GİRİŞ

Lineer programlama, günümüzde iş dünyasında çok sık kullanılan bir kavram haline gelmiştir. Özellikle veya yönetimsel tecrübelerin kullanılmasıyla çözülemeyen iş problemleri ile karşı karşıya kalındığında karar verme pozisyonundaki yöneticilere yardımcı bir araç olarak hizmet vermek lineer programlamanın esasını teşkil eder.

Lineer programlama modelleri, belli kısıt koşulları uyarınca şekillenen mümkün seçenekler arasında, optimum çözüm arandığında, problem çözümlerinin bilimsel bir metodu olarak ortaya çıkar. Örneğin, verilen satış fiyatları ve bilinen satın alma harcamaları dikkate alınarak optimal ürün karışımının belirlenmesi problemleri, işgücü ve makina kapasitelerine bağlı olarak üretkenlikle ilgili problemler, mamullerin optimum dağıtımı ve depolanması problemleri, makinaların mevcut kullanım zamanlarını minimize etme problemleri, teşebbüslerin işgücü tahsisini optimize ve kazancını en büyükleme problemleri ile diğer pek çok işlerde, üretim, ekonomi, hatta son zamanlarda tabiat bilimleri problemlerinin çözümünde lineer programlama teknikleri kullanılabilmektedir. Lineer programlamanın incelenmesinden uzun zaman önce, iş dünyası problemlerinin çözümü için bilimsel yöntemlere

başvurulmaktaydı. Ancak ikincisinin mevcudiyeti ve geçerliliği nedeniyle, yöneticiler günümüzde, teorik veya deneye dayalı araştırmaların yürütülmesinde ona itimat etmekte ve onu kullanmaktadırlar. Çünkü bu teknik muazzam bir esneklik gösterir ve değişik türdeki pekçok probleme uygulanabilir. Söz konusu tekniğin, pratik veya gerçeğe dayalı değişik boyutlarda çok sayıdaki probleme uygulanabilir olması, etkinliğinin hızlı bir şekilde kabul görmesinin ana sebebi olduğu gibi, problemlerin her ne kadar uzun olurlarsa olsunlar bu teknik tarafından kolayca analiz edilebilmeleri de tekniğin ayrı bir avantajıdır.

2.2. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİNİN TEMEL UNSURLARI

İş adamları, lineer programlama tekniklerini, pekçok çözümler arasından, amaçlarına en uygun düşeni bulmak için başvurdukları yararlı araçlar olarak belirtebilirler. Ekonomi uzmanları da lineer programlamayı, belirli kısıtlar ve bilinen talepler altında işlevini sürdürmekte olan birtakım rekabet gruplarının hoşnutluluğunu sağlayacak şekilde, sınırlı kaynak gruplarının tahsisine yardımcı olan bir metod olarak tarif edebilirler. Bir matematikçi ise bu tarife daha da bilimsel yaklaşarak lineer programlamayı, amaç fonksiyonunun maksimize veya minimize edilmesi istenen problemlerde, sınırlı kaynaklar ve tanımlanmış kısıtlar kümelerini de göz önünde bulundurarak en iyi çözüme ulaşma süreci olarak tanımlayabilir. Gerçektende programlama kelimesi, matematiksel olarak belli koşullar altında ortaya konan bir eşitlikler veya eşitsizlikler kümesindeki bilinmeyenleri

hesaplama anlamına gelmektedir.

Sık sık matematik programlama olarak adı geçen lineer programlama, her ne şekilde tanımlanırsa tanımlansın, iş problemlerinin çözümünde uygulanmadan önce birtakım ana unsurları da içermek zorundadır. Söz konusu olan bu beş ana unsur aşağıda tanımlanmıştır.

2.2.1. AMACIN TANIMI

İyi tanımlanmış bir amaç çözümün hedefini temsil eder. Problemin cevabı sözü edilen bu unsuru tatmin etmelidir. Amacın tanımlanmasına örnek vermek gerekirse, hazır bulunan sınırlı miktardaki üretim faktörlerini kullanarak belli siparişleri en küçük maliyetle karşılamaya yönelik bir yol bulmak; sadece kısıt koşulları altında mevcut olan kaynaklardan yararlanarak en yüksek kazancı elde etmek için yeni bir yöntem geliştirmek; ve yahut da sabit bir zaman periyodu içerisinde üretken faktörlerin en iyi şekilde sıralanmasına karar vermek. Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse, lineer programlama tekniğine başvurulurken, bu fonksiyon tarafından vurgulanan ve erişilmesi arzu edilen en son hedefe varabilmek için amaç fonksiyonu en açık şekliyle tanımlanmalıdır.

2.2.2. PROBLEM ELEMANLARININ SAYISAL ÖLÇÜLERİ

Problemden belirtilen her bir eleman için sayısal miktarlara gereksinim vardır. Bu unsur, matematik modellerin uygulanmasında ihtiyaç duyulan esas koşullardan birisini teşkil eder. Nümerik veriler, problemi ele alınan elemanlar arasındaki ilişkileri içerecek şekilde

tanımlamalıdır. Fiziksel ve gerçek ölçüler, problemin belirlenmesi için bir araç olarak hizmet vermeli, bundan dolayı da hesaplanabilir hale dönüştürülmelidirler.

2.2.3. ALTERNATİF SEÇENEKLER

Bu unsura göre, göz önüne alınan elemanlar (örneğin, altı klasik üretim faktörü olan insan, hammadde, makina, para, yöntem ve pazarlar) arasında, amaç fonksiyonunu en iyi şekilde gerçekleştiren çözüme varmak için, bir seçim yapabilmek imkanı varolmalıdır. Mesela, insan-gücü veya otomatik makinelerin kullanımı arasında bir seçim yapmak mümkün olabilir, ya da çalışanlar arasından tecrübeli personelin belirlenmesi, özel makinelerin kullanılması ve mümkün olan değişik işlemler kümesinden alınan bir sürecin uygulanması olayı, seçenekler arasında ortaya çıkan bir seçim ortamı yaratabilir.

2.2.4. LINEERLİK

Lineerlik terimi, problemi ve onun sınırlamalarını belirler. Eşitlikler ve eşitsizlikler problemi doğrusal formda tanımlamalıdır; bu unsur sadece lineer eşitlikler için kabul olunabilir. Doğrusallık, lineer programlamada amaç fonksiyonunu gerçekleştiren ve kısıtları sağlayan aynı andaki eşitliklerin çözülmesi işleminde kullanılmakta olan açık bir matematik terimidir. Kısıtlar da matematiksel olarak eşitlikler veya eşitsizlikler şeklinde ortaya konabilirler. Lineerlik, ekonomik ya da işe yönelik olmayan teknik bir kısıttır. Olay değişkenlerinin lineer bir trende sahip olduğu kabulü, gerçeğe oldukça yaklaşan bir varsayımdır. Değişim oranı

aşağı yukarı sabit olan, olayın gerçek davranışındaki yer değiştirmesinde, değişim miktarının kabul edilip edilmemesine yaklaşıklık derecesi karar vermektedir.

2.2.5. MATEMATİK FORMÜLASYON

Eldeki bilgiler, problemi ve değişkenlere ait bütün bağıntıları içeren matematik formülasyona aktarılırken, değişkenler arasındaki ilişkileri açıkça belirtecek şekilde derlenmelidirler. Problemi etkilemeyecek bilgilerin üzerinde durmak yanlış olur.

Problemi tasvir etmekte kullanılan eşitlikler veya eşitsizlikler asla birinci dereceden daha büyük olmazlar. Sözkonusu bu durum, doğrusallık unsuruna bağlı bir koşul olarak ortaya çıkar.

Matematiksel ifadeyi bulmada, en yaygın analitik tekniklerin başında en küçük kareler metodu ile regresyon hattı metodu gelir. Bununla beraber bazen, bir karar verme şekli olarak uygulanan grafiksel çözüm metodu da avantaj sağlayan bir çözüm olabilir. Ancak lineer programlamada grafiksel yaklaşımların uygulanabilirliği temel problem tipleri ile sınırlı olduğundan, daha kompleks bir yapı gösteren pekçok iş probleminin çözümünde matematiksel modeller kullanılmaktadır.

2.3. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİNİN KULLANILMASINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Yöneticiler günümüzde, matematiksel modellerin yardımıyla, büyük değişiklikler gösteren iş problemlerine

yönelik, daha iyi çözümler arama yoluna gitmişlerdir. Günümüz işlerinin artan karmaşıklığından dolayı, yönetsel kararlar daha önemli ve daha hayati bir hal almaktadır. Kuşkusuz ki lineer programlama, karmaşık yapıdaki soruların amaç çözümlerini elde etmek için etkili bir araçtır, fakat bununla beraber lineer programlama modellerinin kullanılması sırasında yönetim iki çeşit zorlukla karşı karşıya kalır. Birinci güçlük problem tanımının matematiksel formülasyona bağlı olarak hazırlanması esnasında ortaya çıkar. İkincisi ise, teknik açıdan optimum çözüm olarak adlandırılan, diğer adıyla amacı gerçekleştiren çözümün, yorumlanmasında ve gerçek hayatta uygulanmasında saklıdır. Sözü edilen her iki safha arasında (gerekli verilerin hazırlanması ve sonuçların uygulanması) büyük zorluklar taşımamasına rağmen, emek gerektiren hesaplama işlemleri vardır.

2.3.1. PROBLEM TANIMININ HAZIRLANMASI

Birinci tip güçlük olan problem tanımının hazırlanması safhasında, öncelikle problemde yer alacak ve olayın işleyişini doğrudan doğruya etkileyecek olan tüm veri ve gerçekler, sayısal miktarlar şeklinde analiz edilmeli ve eldeki kaynakların kullanılabilirlik dereceleri sayısal olarak belirlenmelidir. Aynı zamanda amaç fonksiyonunun maksimize ve yahut da minimize olup olmadığı açığa kavuşturulmalıdır. Söylendiği zaman oldukça kolay görünen bu aktiviteler, karmaşık yapıdaki problemlerin çözümlenmesiyle karşı karşıya kalındığında, zaman baskısı altında olan ve acele etmesi gereken karar verme pozisyonundaki kişiler için oldukça zor bir hal alırlar. O andaki mutlak gereksinimlerin, kesin olarak hesaplanan

değerlerin daha üstünde veya daha altında olduğu bir durum ortaya çıkar. Üretken kaynaklardan (örneğin, insan-gücü, malzeme, envanter, araçlar, makinalar, teçhizat, mevcut mesai saatleri gibi) hangi oranda yararlanılabileceği tam olarak bilinmelidir. Eldeki bu verilerin yanında talepler ve umulan geri dönüş oranları da ortaya konmalıdır. Bir teşebbüsün içinde, mevcut olan koşullardaki değişimler gibi, dıştaki iş çevresinde de koşullar sürekli olarak değişiklik gösterir. Bu nedenle, şartlarda kontrolün dışında gerçekleşen bu tip dalgalanmalar gerektiğinde kullanılmak üzere, hazır ve güvenilir bir biçimde, düzenli olarak saklanmalıdırlar. Bazı durumlarda, nesnel olarak ölçülemeyen, ancak olayın işleyişini etkileyen bir takım faktörlerle karşılaşılabilir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda karar verme pozisyonundaki kişi veya yöneticiler, ilk önce, kendi tecrübelerine, işin iç ve dış çevresine ait bilgilerine, isteki becerilerine, personellerinin düşüncelerine ve olayları algılama yeteneklerine başvurmalı, sonra da sonuçları, sürecin uygulanmasında kullanılabilecek veri dosyaları haline getirmelidirler.

Acık bir şekilde görülmektedir ki, ele alınan ve analiz edilmekte olan olayla ilgili, aslına uygun olarak girilen veriler, sonuçları daha güvenilir kılmaktadır. Gerçeğe olan yakınlık, kabul edilme derecesine bağlı olup sözü edilen bu kabul derecesi, düz bir hat şeklinde ortaya konan trend doğrusunda, yöneticinin tolerans gösterdiği kavis ve dalgalanmaların seviyesine göre belirlenir. Bu da, teori ile pratik arasındaki tipik bir uzlaşma örneğidir.

2.3.2. ÇÖZÜMLERİN YORUMLANMASI VE KULLANILMASI

Programcı tarafından ortaya konan optimum çözüm, uygulama bakımından sorun yarattığı taktirde, ikinci tip zorlukla karşı karşıya kalınmış olur. Böyle bir durumda, optimum çözüm yönetici tarafından yorumlanmalı ve gerekiyorsa üzerinde değişiklikler yapılarak kullanılabilir hale getirilmelidir. Bu koşullar altında, problemin tanımlanması ve formüle edilmesinde kullanılan alt ve üst sınırlar yeniden analiz edilmelidirler. Optimum çözüm üzerinde yapılacak olan değişiklikler ve düzeltmeler, daha iyi bir çözüme ulaşmayı sağlamayacaktır, ancak kullanılabilir bir çözüm elde etme olasılığını arttıracaktır.

İş problemlerinin çözümünde lineer programlama yöntemleri kullanıldığında, çözümlerin yorumlanmasında ve kullanılmasında karşılaşılan güçlükler, daha önce uygulanmakta olan karar verme tekniklerine oranla daha fazladır. Bununla birlikte, lineer programlama teknikleri uygun bir şekilde kullanıldığı taktirde, yönetsel kararların verilmesinde, son derece yararlı araçlar olacaktırlardır. Bu tekniklerin kullanılmasından önce ve sonra ortaya çıkabilecek, problemin formülasyonu ve çözümlerin yorumlanmasına ilişkin güçlükler, detaylı olarak önceden araştırılmalıdırlar.

2.4. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİNİ KULLANMANIN AVANTAJLARI

İş problemlerinin ele alınmasında, lineer programlama yaklaşımını kullanmanın pek çok sayıda avantajı vardır. Söz konusu olan bu avantajlar arasında dört tanesi en önemli yeri tutar.

2.4.1. ÜRETİM FAKTÖRLERİNİ OPTİMUM DÜZEYDE KULLANMAK

Ele alınan isteki Üretim faktörlerinde yapılan iyileştirmeler, tekniğin birinci avantajı olarak ortaya çıkmaktadır. Normal şartlar altında, toplam Üretim maliyeti azaldığında, beklenen geri dönüş oranının arttığı bilinen bir gerçektir. Lineer programlama teknikleri, Üretken faktörlerden en etkin şekilde nasıl yararlanılabileceğini, var olan ve kullanılabılır imkanlar (işgücü, makinalar, araçlar, teçhizat ve ana sermaye) arasında Üretimi arttırmaya yönelik daha etkin bir seçim ve sıralamaya hangi yoldan varılabileceğini ortaya çıkarmaya çalışmaktadır. Bu nedenle, uygun bir biçimde tasarlanmış ve şekillendirilmiş bir problemin çözümü ile, Üretken faktörlerin kullanımı bakımından daha etkin bir yol bulunmuş olur.

2.4.2. KARARLARDA DAHA ÜSTÜN BİR NİTELİĞE ERİŞMEK

Sözkonusu tekniğin, karar verme alanında gerçekleştirildiği daha üstün nitelikli kararlara yönelme olgusu, ikinci önemli avantajı olarak belirlemektedir. Lineer programlama tekniklerinin kullanılması sırasında, iş problemleri gerçek ve asıl anlamları bakımından analiz edilmekte olup, başvurulacak işlemlerin ihtiyaçlarına göre, matematiksel formülasyon için en uygun ve en yararlı veriler seçilerek bir araya getirilmektedirler. Bu araştırmalar ve incelemeler sayesinde, problemler gerçekçi ve doğal nitelikleri ile ele alınmakta, problem yapısının esasını etkilemeyecek işlem ve aktivitelere de kayıtsız kalınmaktadır. Problemden adı geçen elemanlarla ilgili olarak yapılan incelemeler, problem yapısının ve elde

edilen cözümlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Tekniğin kullanılmasından doğan çözüm ile kişisel uyarlamalarla varılan çözümün karşılaştırılması sayesinde, yöneticilerin konuyla ilgili tecrübeleri artmakta, böylece, operasyonlarda kullanılacak olan üretim faktörlerinin tayini sırasında daha iyi koşullar altında karar verebilmeleri sağlanmaktadır.

2.4.3. GELECEĞİN YÖNETİCİLERİNİ YETİŞTİRMEK

Üçüncü avantaj ise, genç yöneticilerin bilgi ve tecrübelerini geliştirmeleri için, lineer programlama tarafından sunulan geniş olanakları içermektedir. Günümüzde üst yönetimler, gelecekte sorumluluk sahibi olacak, genç yönetici adaylarının yetisttirilmesine büyük önem vermektedirler. Adaylar, lineer programlama metodunun gerektirdiği şekilde tanımlanan iş problemlerinin analizine ilgi duydukları taktirde, işin içerdği tüm esasları da öğrenmek zorundadırlar. Amaçlar ve yanlış çözüm önerileri ile ilgili tartışmalar, çalışmanın bir parçası olan her bir kişi için önemli bir tecrübe kaynağıdır. Böylece, yönetici adayları, karar prensiplerinin artık gerçekten uzak yöntemlere dayanmadığını kabul ederek, kompleks iş problemlerine ait, gözden geçirme, inceleme, değerlendirme, hesaplama ve çözüme ulaşma safhalarının yalnızca bilimsel bir metod tarafından gerçekleştirileceğine inanırlar.

2.4.4. MATEMATİKSEL ÇÖZÜMLERDE DEĞİŞİKLİK YAPABİLMEK

Lineer programlama teknikleri, metodun uygulanması ile elde edilen optimum çözümün, kabul görüp

görmemesi konusunda yönetimin yerine karar veren araçlar değildir. Teknik, mevcut olan çözümler arasında en iyi olanını belirleyebilmektedir. Ancak, çözümün olduğu gibi kabul edilmesi ya da üzerinde değişiklikler yapılarak uygulanması kararı tamamiyle yöneticinin sorumluluğundadır.

Yöneticilerin optimum çözüm üzerinde değişiklikler yapmasının pek çok nedenleri olabilir. Örneğin, bazen optimum çözümün uygulanması, daha önce planlanmış ve değiştirilmesi mümkün olmayan operasyonların işleyişine engel olabilmektedir. Bunun yanında, optimum çözüm, bir firmada süregelmekte olan davranış alışkanlıkları ile birtakım geleneksel politikalar arasındaki ters etkileşimleri de ortaya çıkarabilmektedir. Lineer programlama tekniklerinin matematiksel çözümünde, uygunsuzluk veya zorunluluk nedeniyle değişiklikler yapılabilmesi olanağı, söz konusu tekniğin kullanım avantajlarından bir tanesi olarak değerlendirilmelidir [8].

2.5. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİNİN STANDART FORMLARI

Matematiksel açıdan lineer programlama kısaca şöyle tanımlanabilir:

Lineer programlama, doğrusal kısıtlar kümesine göre, negatif olmayan değişkenlerin lineer fonksiyonunun maksimizasyonu veya minimizasyonudur. Bu tanıma göre lineer programlama modelleri, negatif olmayan karar değişkenleri ile yapısal kısıtlar çerçevesinde şekillenen amaç fonksiyonunun optimizasyonu ile ilgilidir.

Lineer programlama modellerinin standart formları matematiksel şekliyle aşağıda gösterilmektedir:

Notasyonlar:

X_j = j'inci karar değişkeni.

C_j = Amac fonksiyonunda j'inci karar değişkenine ait katsayı.

a_{ij} = j'inci karar değişkeninin i'inci kısıt denklemindeki katsayısı.

b_i = i'inci kısıt denkleminin sağ taraf sabiti.

n = Karar değişkenlerinin sayısı.

m = Yapısal kısıt denklemlerinin sayısı.

Amac fonksiyonu: $Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$

$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (\leq, \geq, =) b_1$

Yapısal $a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (\leq, \geq, =) b_2$

kısıtlar: $\vdots$
 $a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (\leq, \geq, =) b_m$

Negatif olmama kısıtı: $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$

Yukarıdaki fonksiyon ve kısıtlara dayanarak lineer programlama modellerinin en genel ifadesi şöyledir:

Amac fonksiyonu: $Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$

Kısıtlar: $\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq, \geq, =) b_i$

$X_j \geq 0, (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$

2.6. LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİNDE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Lineer programlama modellerinde kullanılan çözüm yöntemleri başlıca üç ana grup altında toplanabilir. Söz konusu olan bu gruplar, grafik çözüm, analitik çözüm ve ardışık sayısal çözüm şeklinde sıralanır.

2.6.1. GRAFİK ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Karar modelindeki karar değişkeni sayısı üç veya daha az ise, uygun çözüm alanının grafiğini çizmek mümkündür. Kurulan modelin en iyi çözümü mevcutsa, bu en iyi çözüm, çizilen uygun çözüm alanının grafiğinde yer alan uç noktalardan birinde saklıdır. Bir lineer karar modelinin grafik çözümünde incelenecek adımlar şunlardır:

1.Adım : Her bir kısıt eşitlik olarak ele alınır, karşı gelen doğrunun grafiği çizilerek, kısıtı sağlamayan karar değişkenlerinin olduğu bölge taranır. Düzlemde taranmayan bölge kaldı ise, burası uygun çözüm alanıdır ve ikinci adıma geçilir. Eğer düzlemde taranmayan bölge kalmadı ise, modelin kısıtlarını sağlayan karar değişkenleri yok demektir ve bu adımda durulur. Böyle bir durumda uygun çözüm alanı boş olan çözümsüz model söz konusudur.

2.Adım : Amaç fonksiyonuna (Z'), bir başlangıç değeri verilerek karşı gelen doğrunun grafiği çizilir. Başlangıç değeri sürekli olarak arttırılarak ilk çizilen doğruya paralel doğrular çizilmeye devam edilir. Artan başlangıç değerlerine karşı gelen paralel doğru demetinin

uygun çözüm alanına ilk girdiği nokta minimizasyon için, son terkettiği nokta maksimizasyon için en iyi çözümdür.

3.Adım : Paralel doğru demeti, amaç fonksiyonunun azalan değerlerine göre uygun çözüm alanını terk etmiyorsa minimizasyon için, artan değerlerine göre uygun çözüm alanının dışına çıkmıyorsa maksimizasyon için sınırsız çözüm olup, durulur. Böyle durumlarda, amaç fonksiyonu uygun çözüm alanı üzerinde istenen yönde sonlu olmadığından, karar vericiye en iyi seçenek önerilemez.

2.6.2. ANALİTİK ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Modelin en iyi çözümü biliniyor ise, temel uygun çözümler denklem sistemleri çözülerek bulunup, aralarından amaç fonksiyonunu optimize eden seçilerek belirlenir. Analitik çözüm yönteminde uygulanan adımlar aşağıdadır:

1.Adım : Modelin kısıtları eşitlik haline getirilir. (Modelde m kısıt ve n değişken bulunduğu varsayılсын.)

2.Adım : Her defasında m karar değişkeni çözüme alınıp, kalan $(n-m)$ değişken sıfıra eşitlenerek temel çözümler araştırılır. Bu işlem mümkün tüm temel değişken bileşimleri için tekrarlanır.

3.Adım : Temel çözümler içinden temel uygun çözümler (uç noktalar) seçilir.

4.Adım : Amaç fonksiyonunun uç noktalara karşı gelen değerleri hesaplanır. Bunların içinden en iyi

değere karşı gelen uç nokta, eniyi çözümü teşkil eder.

Analitik çözüm araştırılırken yoğun işlem yükü ile karşılaşılabilir. Çözülecek denklem sayısı m 'nin n 'ye kombinezonu kadardır.

2.6.3. ARDISIK SAYISAL ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

İlk iki çözüm yöntemi incelendiğinde, grafik çözümün en fazla üç karar değişkeni olduğunda uygulanabileceği, analitik çözüme ise en iyi çözümün varlığının biliniyor olması halinde basvurulabileceği görülür. Gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin çok sayıda karar değişkeni taşıyor olması, grafik çözümü ancak kavramların anlaşılabilirliği için basvurulan bir yaklaşım konumuna getirmektedir. Yoğun işlem yükü göze alınsa bile, çok karar değişkenli ve bir dizi kısıtlı bir karar modelinin en iyi çözümünün olup olmadığının başlangıçta bilinmesi mümkün değildir. Bunun yanı sıra model parametrelerinde değişim kaçınılmaz olduğundan, eldeki en iyi çözümün parametrelerdeki değişimlerden ne şekilde etkileneceği analitik yöntemle analiz edilemez. O halde özellikle, en iyi çözümün varlığı, yoğun işlem yükü ve eldeki en iyi çözümün muhtemel değişimlere duyarlılığının analizi gibi hususlar yeni çözüm yöntemi ihtiyacını ortaya koymaktadırlar.

Belirtilen ihtiyaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalarla, bir noktadan başlayıp ardışık sayısal işlemlere dayalı çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan ilki ve en yaygın olarak kullanılanı, bir uç noktadan başlanarak işlemlerin yürütüldüğü Simplex Algoritmasıdır.

Simplex Algoritması, modelin bir başlangıç temel uygun çözümünden (uç noktadan) başlayarak, karşı gelen amaç fonksiyonunun değerini de göz önüne alıp, ardışık sayısal işlemlerle en iyi çözümü araştırarak bir yaklaşımdır. Uygulanmasında, uygun çözüm alanının bir uç noktasından başlanıp, amaç fonksiyonunu istenen yöne götüren uç noktalar göz önüne alınmakta, böylece komşu bir uç noktaya geçilmektedir. Bu sayede modelin tüm uç noktaları işlem girmediğinden, yoğun işlem yükünden kurtulmaktadır. Simplex Algoritması, tek bir noktada en iyi çözüm, birden fazla uç noktada en iyi çözüm, sınırsız çözüm ve uygun çözüm alanının boş olması gibi karşılaşılabilecek tüm durumlara da cevap vermektedir. Bunların yanı sıra, model parametrelerinde meydana gelebilecek muhtemel değişimlerin, en iyi çözümü nasıl etkileyecekleri de, bu algoritmayla analiz edilebilmektedir [10].

3. ÜRETİM PLANLAMADA LINEER PROGRAMLAMA MODELLERİ

3.1. STATİK MODELLER

3.1.1. ÜRÜN KARIŞIMI MODELLERİ

Pekçok işletmede, belli bir zaman periyodu içindeki ürün karışımının belirlenmesi, üretime yönelik en önemli kararlar arasında yer alır. Periyot boyunca işletmenin üretilip satabileceği farklı ürünler olabilmektedir. Böyle bir durumda problem, her bir üründen ne miktarda üretileceğine karar vermek, amaç ise sınırlı kaynakları kullanarak üretim tesislerinden elde edilen net gelir değerini maksimize etmektir. Belli ürün miktarlarının üretilmesinden ve satışından elde edilen gelir, kazanç ve sabit masraflara katkıda bulunmakta, aynı zamanda malzeme, işgücü ve değişik üretim merkezlerindeki makina zamanları gibi, birtakım kaynakların en iyi bir biçimde kullanımına da olanak tanımaktadır. Ürün karışımı kararlarının amacı; talep ve kaynak sınırlamalarından doğan kısıtlar uyarınca, periyot içindeki kazanç ve sabit masraflara en büyük (maksimum) katkıyı sağlayacak olan üretim programını elde etmektir. Ürün karışımı modelleri aşağıda belirtilen hususları içermektedir:

1-Kazanca ve sabit masraflara olan katkının maksimizasyonunu (en büyüklenmesini),

2- Kaynak sınırlamalarından doğan kısıtları,

3- Planlanan üretim miktarları için sınır teskil eden kısıtları (talep kısıtlarını).

Ürün karışımı modellerinin lineer programlama formülasyonu:

Formülasyonda kullanılacak olan notasyonlar:

X_i = Periyot içinde üretilen i ürününün üretim miktarı. ($i=1,2,\dots,n$)

b_k = Periyot süresince kullanıma hazır durumdaki k kaynağının miktarı. ($k=1,2,\dots,K$)

a_{ik} = Bir birim i ürünü üretmek için gerekli olan k kaynağı miktarı.

U_i = i ürününün periyottaki maksimum satış potansiyeli.

L_i = i ürününün periyottaki minimum üretim düzeyi.

r_i = Bir birim i ürününün satışından elde edilen net gelir değeri.

C_i = Bir birim i ürününün üretiminden doğan birim değişken maliyet değeri.

$(r_i - C_i)X_i$ değeri, i ürününün X_i miktarda üretiminden ve satışından elde edilen kazancı göstermektedir. i ürününün maksimum üretim miktarı, periyot boyunca satılabileceği en yüksek değer olan U_i kadar, minimum üretim miktarı ise, ekonomik sonuçlarına bakılmaksızın, yönetim tarafından karar verilen ve i ürünü için en düşük

Üretim değeri olan L_i kadar olmalıdır. Bunun yanında X_i miktardaki i ürünün üretimi, $a_{ik}X_i$ değerinde k kaynağına ihtiyaç gösterecektir. Amacımız, tüm ürünler için, kazanç ve sabit masraflara olan toplam katkıyı maksimize etmektir. Matematiksel olarak ürün karışımı modelini şu şekilde ifade edebiliriz:

Amaç fonksiyonu:

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

Kısıtlar:

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

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

$$X_i \geq L_i, \quad (L_i \geq 0)$$

ÖRNEK: Bir fabrikada üç çeşit ürün imal edilmektedir. Amaç, verilen periyot içerisinde, kazancı en büyükleyecek şekilde, her bir üründen ne miktarda üretilmesine karar vermektir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 3-1) mamullere ait olmak üzere, üretim işlemleri, karlılık ve satış potansiyeli bilgileri verilmektedir.

Tablo 3-1 Ürün Bilgileri

ÜRÜN	ÜNİTE BAŞINA İŞLEM ZAMANLARI (SAAT)					BİRİM KAR	SATIŞLAR	
	BÖL 1	BÖL 2	BÖL 3	KONTROL	YÜKLEME		MIN	MAK
A	0.14	0.6	0.2	0.04	0.10	42 TL	150	250
B	0.10	0.4	0.2	0.04	0.10	40 TL	200	400
C	-	0.2	0.1	0.04	0.12	36 TL	360	500
KAPAS. SAAT	160	320	160	80	80			

Tablodaki bilgilere göre problemin lineer programlama modeli:

X_i = i Ürününün Üretim miktarı. (i=A,B,C)

Amac fonksiyonu: Maks $Z = 42X_A + 40X_B + 36X_C$

Kapasite kısıtları:

(BÖLÜM 1) $0.14X_A + 0.10X_B \leq 160$

(BÖLÜM 2) $0.6X_A + 0.4X_B + 0.2X_C \leq 320$

(BÖLÜM 3) $0.2X_A + 0.2X_B + 0.1X_C \leq 160$

(KONTROL) $0.04X_A + 0.04X_B + 0.04X_C \leq 80$

(YÜKLEME) $0.10X_A + 0.10X_B + 0.12X_C \leq 80$

Talep kısıtları:

$$150 \leq X_A \leq 250$$

$$200 \leq X_B \leq 400$$

$$360 \leq X_C \leq 500$$

Amac fonksiyonunu maksimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 4 iterasyon sonucunda şu şekilde bulunmuştur:

*
 $X_A^* = 168$

*
 $X_B^* = 200$

*
 $X_C^* = 360$ ve Maks $Z = 28\ 016$ TL

3.1.2. SÜREC SEÇİMİ MODELLERİ

Süreç seçimi modellerinde, periyot boyunca her bir ürün için gerekli olan üretim miktarları (talepler) önceden belirlenmiştir. Ayrıca ürünler, kaynak, rota ve işlemler gibi üretilebilecekleri alternatif süreçlere sahiptirler. Bu nedenle, birim maliyetler ve kullanılan kaynaklar seçilen sürece bağlı olarak farklılık gösterecektir. Üretimde kullanılacak olan kapasiteler periyot boyunca sınırlı bir yapı göstermekle beraber, bunlar seçilen üretim süreçleri tarafından üretilecek olan ürünlerin kaynak ihtiyacını da karşılamak zorunda kalacaklardır. Süreç seçimi modellerinde amaç; üretim maliyetlerini minimize etmek için, kaynak sınırlamaları ve gerekli üretim miktarları (ürün talepleri) uyarınca şekillenen kısıtlar altında, her bir süreç tarafından üretilecek olan ürünlerin miktarlarını kararlaştırmaktır. Söz konusu modellerde, karlılık göz önüne alınmamakta olup, amaç olarak maliyet minimizasyonu ön plana çıkmaktadır.

Süreç seçimi modellerinin lineer programlama formülasyonu:

X_{ij} = Periyot içinde, j süreci tarafından üretilecek olan i ürününün miktarı.

($i=1,2,\dots,n$ ve $j=1,2,\dots,J$)

D_i = Periyot boyunca i ürünü için gerek duyulan üretim miktarı (i ürününün talebi).

b_k = Periyottaki mevcut kaynak miktarı.

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

a_{ijk} = j süreci tarafından bir birim i ürünü üretmek için gerekli olan k kaynağı miktarı.

C_{ij} = j süreci tarafından bir birim i ürününün üretilmesinden doğan birim değişken maliyet değeri.

Z = Üretim periyodundaki toplam üretim maliyeti (amaç fonksiyonu değeri).

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{J_i} C_{ij} X_{ij}$$

Kısıtlılar:

$$\sum_{j=1}^{J_i} X_{ij} = D_i$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{J_i} a_{ijk} X_{ij} \leq b_k$$

$$X_{ij} \geq 0$$

ÖRNEK: Bir üretici firma metal levhalar kullanmak suretiyle ev araç ve gereçleri imal etmektedir. Dört farklı tip ürün mevcut olup, üretim sistemi pres, delgi, montaj, tamamlama (boyama ve damgalama) ve paketlemeden oluşan beş ayrı üretim merkezinden meydana gelmektedir. Tablo 3-2 merkezler ve ürünlere ait olmak üzere normal mesaideki üretim verilerini içermektedir. Dört ürün tipine ait üretim gereksinimleri sırasıyla 3000, 500, 1000 ve 2000'dir. Tablo 3-2 de gösterilen normal mesaideki üretim verilerine ek olarak, herbir ürün için pres ve delgi işlemleri fason olarak yaptırılabilmekte, bu da ürün maliyetinde % 20 oranında bir artışa neden olmaktadır. Buna ek olarak, boyama ve damgalama (tamamlama) bölümünde

periyot boyunca, maksimum 100 makina saate kadar fazla mesai yapılabilme imkanı da mevcuttur. Söz konusu fazla mesai ise 1. ve 3. Ürünlerin maliyetini 0.20 TL değerinde 2. Ürünün maliyetini 0.40 TL değerinde ve 4. Ürünün maliyetini de 0.30 TL değerinde arttırmaktadır. Aynı zamanda 2. Ürünün bir birimi için 2 metrekare, 4. Ürünün bir birimi için de 1.2 metrekare sac levha kullanılmakta ve söz konusu Ürünler için fabrikadaki pres ve delgi üretim merkezlerinde üretim periyodu boyunca kullanılabilecek olansac levha miktarı 2000 metrekare olarak belirlenmektedir. 1, 2, 3 ve 4. Ürünlere ait olmak üzere birim değişken maliyet değerleri (fabrikadaki normal mesai için) sırasıyla 6 TL, 15 TL, 11 TL ve 14 TL'dir.

Tablo 3-2 Üretim verileri

ÜRETİM MERKEZİ	ÜRÜN BASINA İŞLEM ZAMANLARI (SAAT)				MEVCUT ÜRETİM KAP.(SAAT)
	ÜRÜN 1	ÜRÜN 2	ÜRÜN 3	ÜRÜN 4	
PRES	0.03	0.15	0.05	0.10	400
DELGI	0.06	0.12	-	0.10	400
MONTAJ	0.05	0.10	0.05	0.12	500
BOYAMA	0.04	0.20	0.03	0.12	450
PAKETLEME	0.02	0.06	0.02	0.05	400

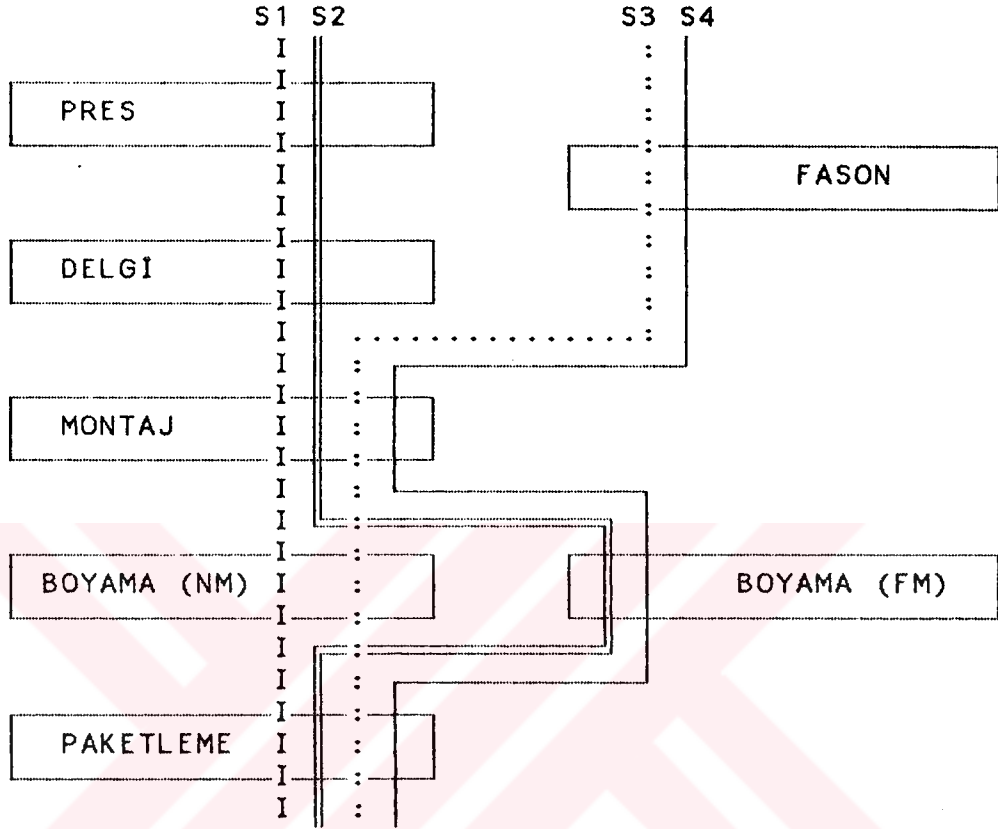
Amaç, bütün bu veriler uyarınca üretim maliyetini minimize etmektir. Problemden söz konusu olan dört ayrı süreç (Şekil 3-1) şu şekilde sıralanabilir:

1- Fabrikadaki pres ve delgi ile normal mesai-deki boyama işlemi.

2- Fabrikadaki pres ve delgi ile fazla mesaide-ki boyama işlemi.

3- Fason pres ve delgi ile normal mesaideki boyama işlemi.

4- Fason pres ve delgi ile fazla mesaideki boyama işlemi.



Şekil 3-1 Sürec Şeması

Problemin lineer programlama modeli:

X_{ij} = j süreci tarafından üretilen i ürününün miktarı (adet olarak).

Amaç fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 6.0X_{11} + 6.2X_{12} + 7.2X_{13} + 7.4X_{14} \\ & + 15.0X_{21} + 15.4X_{22} + 18.0X_{23} + 18.4X_{24} \\ & + 11.0X_{31} + 11.2X_{32} + 13.2X_{33} + 13.4X_{34} \\ & + 14.0X_{41} + 14.3X_{42} + 16.8X_{43} + 17.1X_{44} \end{aligned}$$

Kısıtlar:

Normal mesai kapasitesi kısıtları:

$$\sum_{j=1}^2 (0.03X_{1j} + 0.15X_{2j} + 0.05X_{3j} + 0.10X_{4j}) \leq 400$$

$$\sum_{j=1}^2 (0.06X_{1j} + 0.12X_{2j} + 0.10X_{4j}) \leq 400$$

$$\sum_{j=1}^4 (0.05X_{1j} + 0.10X_{2j} + 0.05X_{3j} + 0.12X_{4j}) \leq 500$$

$$0.04(X_{11} + X_{13}) + 0.20(X_{21} + X_{23}) \\ + 0.03(X_{31} + X_{33}) + 0.12(X_{41} + X_{43}) \leq 450$$

$$\sum_{j=1}^4 (0.02X_{1j} + 0.06X_{2j} + 0.02X_{3j} + 0.05X_{4j}) \leq 400$$

Boyama ve damgalama kapasitesindeki fazla mesai kısıtı:

$$0.04(X_{12} + X_{14}) + 0.20(X_{22} + X_{24}) \\ + 0.03(X_{32} + X_{34}) + 0.12(X_{42} + X_{44}) \leq 100$$

Metal levha kısıtı:

$$2.0(X_{21} + X_{22}) + 1.2(X_{41} + X_{42}) \leq 2000$$

Üretim gereksinimleri (talep) kısıtları:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 3000$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 500$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 1000$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} = 2000$$

Amaç fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 6 iterasyon sonucunda şu şekilde bulunmuştur:

$$X_{11}^* = 3000$$

$$X_{23}^* = 300$$

$$X_{24}^* = 200$$

$$X_{31}^* = 1000$$

$$X_{41}^* = 1667$$

$$X_{43}^* = 333$$

ve

$$\text{Min } Z = 67\ 013 \text{ TL}$$

3.1.3. KARIŞIM MODELLERİ

Karışım modelleri, arzu edilen özelliklere sahip ürünlerin imali için, çok sayıdaki hammaddenin karıştırılmasının gerektiği üretim işlemleri ile ilgili olarak ortaya çıkarlar. Söz konusu modellerde, kabul edilebilir ürünlerin ortaya konabilmesi için, malzemeler arasında alternatif karışım seçeneklerinin mevcut olması gerekmektedir. Bu modellerde amaç, ürün özelliklerine cevap veren ve en küçük maliyetle üretim işlemini gerçekleştiren malzeme karışımlarını belirlemektir. Ürünlerde kullanılan hammaddelerin mevcut miktarları, optimal karışımın elde edilmesinde, birer kısıt durumu olarak ortaya çıkmaktadır. Modelin çözümü ile, bir birim ürün elde etmek için, karıştırılması gereken malzeme miktarları bulunur.

Petrol endüstrisindeki işlenmemiş yakıtların, metal üretimindeki cevher minerallerinin, tekstil endüstrisindeki pamuk ve yün liflerinin, yiyecek endüstrisindeki malzemelerin ve gübre üretimindeki minerallerin optimum karışımlarının elde edilmesiyle ilgili kararlar, karışım modellerini karakterize eden örnekler arasında verilebilirler.

Karışım modellerinin lineer programlama formülasyonu:

Formülasyonda kullanılacak olan notasyonlar:

X_j = Birim ürün başına kullanılan j malzemesi miktarı. ($j=1,2,\dots,n$)

C_j = j malzemesinin birim maliyeti.

a_{ij} = Ürünün i özelliği değerine, birim j malzemesinin yapacağı katkı.

b_i = Ürünün i'inci niteliğinin spesifikasyonu.

Z = Birim ürün başına toplam malzeme maliyeti.

Amac fonksiyonu:

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

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq , \geq , =) b_i , (i = 1,2,\dots,m)$$

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

Karışım modellerinin lineer programlama formülasyonunda, tamamlanmış bir ürünün yapısında n farklı malzeme ve nitelikleri üzerinde de m değişik spesifikasyon bulunduğu kabul edilmektedir.

ÖRNEK: Bir kahve üreticisi, farklı tiplerdeki kahve tohumlarını kullanarak, çeşitlilik arzeden kahveler imal etmektedir. Herhangi bir kahve çeşidi, kahve tohumlarının belli oranda karıştırılması ve daha sonra bu karışımın kavrulması, öğütülmesi ve paketlenmesi suretiyle ortaya çıkmaktadır. Kahve çeşitleri, çok sayıda farklı karışımların kullanılmasıyla elde edilebilmektedir. Sözünü edilen farklı karışımların maliyetleri, kahve tohumlarının maliyetleri arasındaki farklardan dolayı çeşitlilik göstermektedir. Göz önüne alınan zaman periyodu boyunca herbir kahve çeşidine ait üretim gereksinimleri (talepler) ve herbir tohum tipine ait mevcut miktarlar verilen bilgiler arasındadır. Amaç, mevcut tohum miktarlarını kullanmak suretiyle, arzu edilen üretim gereksinimlerini karşılamaktır. A, B ve C kahve çeşitlerine ait olmak üzere üretim gereksinimleri sırasıyla 5.000 Kg, 10.000 Kg ve 3.000 Kg'dır.

Tablo 3-3 Ürün Spesifikasyonları

TOHUM TİPİ	MALİYET (KG) BAŞINA	MEVCUT MİKTAR (KG)	KAHVE ÇEŞİDİ SPESİFİKASYONLARI		
			ÇEŞİT A	ÇEŞİT B	ÇEŞİT C
1	0.23 TL	4000	YOK	$\geq 20\%, \leq 40\%$	$\geq 40\%$
2	0.20 TL	6000	$\geq 10\%$	$\geq 30\%, \leq 70\%$	$\leq 60\%$
3	0.15 TL	2500	$\geq 40\%, \leq 70\%$		$\leq 10\%$
4	0.10 TL	8000	$\leq 80\%$	$\geq 10\%$	YOK

Problemin lineer programlama modeli:

X_{ij} = i kahve cesidinin üretiminde kullanılan j tohumu miktarı (Kg). (i=A,B,C ve j=1,2,3,4)

Amaç fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 0.23(X_{A1} + X_{B1} + X_{C1}) + 0.20(X_{A2} + X_{B2} + X_{C2}) \\ & + 0.15(X_{A3} + X_{B3} + X_{C3}) + 0.10(X_{A4} + X_{B4} + X_{C4}) \end{aligned}$$

Spesifikasyon kısıtları:

Cesit A:

$$X_{A1} = 0$$

$$X_{A2} \geq 0.10(X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} + X_{A4})$$

$$X_{A3} \geq 0.40(X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} + X_{A4})$$

$$X_{A3} \leq 0.70(X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} + X_{A4})$$

$$X_{A4} \leq 0.80(X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} + X_{A4})$$

Cesit B:

$$X_{B1} \geq 0.20(X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4})$$

$$X_{B1} \leq 0.40(X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4})$$

$$X_{B2} \geq 0.30(X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4})$$

$$X_{B2} \leq 0.70(X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4})$$

$$X_{B4} \geq 0.10(X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4})$$

Çesit C:

$$X_{C1} \geq 0.40(X_{C1} + X_{C2} + X_{C3} + X_{C4})$$

$$X_{C2} \leq 0.60(X_{C1} + X_{C2} + X_{C3} + X_{C4})$$

$$X_{C3} \leq 0.10(X_{C1} + X_{C2} + X_{C3} + X_{C4})$$

$$X_{C4} = 0$$

Mevcut tohum miktarlarından doğan kısıtlar:

$$X_{A1} + X_{B1} + X_{C1} \leq 4000$$

$$X_{A2} + X_{B2} + X_{C2} \leq 6000$$

$$X_{A3} + X_{B3} + X_{C3} \leq 2500$$

$$X_{A4} + X_{B4} + X_{C4} \leq 8000$$

Üretim gereksinimleri (talep) kısıtları:

$$X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} + X_{A4} = 5000$$

$$X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} + X_{B4} = 10000$$

$$X_{C1} + X_{C2} + X_{C3} + X_{C4} = 3000$$

Amaç fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 18 iterasyon sonucunda şu şekilde bulunmuştur:

$X_{A1} = 0$	$X_{A2} = 500$	$X_{A3} = 2000$	$X_{A4} = 2500$
$X_{B1} = 2000$	$X_{B2} = 3000$	$X_{B3} = 0$	$X_{B4} = 5000$
$X_{C1} = 1200$	$X_{C2} = 1500$	$X_{C3} = 300$	$X_{C4} = 0$

$$\text{Min } Z = 2\,831 \text{ TL}$$

3.1.4. ÇOK KADEMELİ PLANLAMA MODELLERİ

Bu konuya gelinceye dek, Üretim sistemleri sanki tek bir kademeden oluşuyormuş gibi ele alınmıştır. Bununla beraber pekçok durumlarda, birden fazla kademe içeren sistemlerin de açık bir şekilde modelize edilmesi istenebilmektedir. Bu durum özellikle farklı programlarda işlem görebilen tesislerin mevcut olduğu sistemlerde gerçekleşmektedir. Söz konusu sistemlerde sağlanan koordinasyon sayesinde, birtakım tesislerin girdileri arasında yer alan parçaların ve yahut da yarı mamül ürünlerin, diğer tesislerin çıktılarından elde edildiği görülmektedir. Cizelgeleme aşamasında izin verilen esneklik ile, üretim maliyetleri azaltılabilmektedir, bununla beraber diğer yandan, kademeler arasındaki artan stoklardan kaynaklanan envanter taşıma maliyetlerine ait giderlerde de ilave bir artış söz konusu olmaktadır. Kademeler arasındaki envanterler, ard arda gelen istasyonların üretim oranları arasındaki dengesizliği gidermek için güvenlik stokları olarak vazife görürler. Envanter miktarlarının büyüklüğüne bağlı olarak, kademeler arasındaki bağımsızlık derecesi de artmaktadır.

Çok kademeli sistemlerin analiz edilmesinde matematik programlama, özellikle lineer programlama modelleri önemli bir yer tutar. Bu modellerin söz konusu sistemlerde kullanılabilmesi için, her bir envanter noktasına ait malzeme dengesi eşitlikleri yazılmalıdır. Bu eşitliklerin genel formu şu şekildedir:

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

- o
- $I_j = j$ kademesindeki başlangıç envanteri.
- $X_j = j$ kademesindeki üretim miktarı.
- $W_k(X_k) = k$ kademesindeki (X_k) birimlik üretimi gerçekleştirmek amacıyla j kademesinden alınan miktar.
- $I_j = j$ kademesindeki kapanış envanteri.

Eğer j kademesindeki üretim ihtiyacı birden fazla üretim tesisi tarafından karşılanıyorsa;

$$X_j = \sum_i^j P_i(X_i) \text{ alınır.}$$

$P_i(X_i) = i$ kademesinde üretilen X_i birim üründen artan j ürün miktarı.

Çok kademeli sistemlerin modelize edilebilmesi için aşağıdaki soruların yanıtlanması gerekir:

- 1- Sistemdeki kademeleri meydana getiren üretim operasyonlarının gruplandırılması ne şekilde olmaktadır?
- 2- Acaba herbir kademede paralel halde işlem görmekte olan birden fazla tesis mevcut mudur?
- 3- Kademeler arasında kaç tane envanter noktası tanımlanmıştır?

Aşağıdaki örneklerden birincisi, herbir kademede birden fazla üretim süreci mevcut olan M -kademeli seri üretim sistemini, ikincisi ise çok ürünlu ve çok süreçli, M -kademeli seri üretim sistemini, lineer programlama modeli şeklinde ortaya koymak için verilmiştir. Üçüncü örnekte yer alan modelde de, çok kademeli ürün karışımı modeli karakterize edilmektedir.

ÖRNEK 1: Her bir kademesinde birden fazla Üretim süreci mevcut olan M-kademeli seri Üretim sistemi:

Bu tip Üretim sistemlerinin seri halde M kademeden meydana geldiği ve her bir kademenin tek bir Üretim tesisi ile tek bir envanter noktasına sahip olduğu kabul edilmektedir. Kademeler arasındaki Üretim miktarları, bitmiş Ürün ihtiyacını karşılayacak büyüklükte olmalıdır. Herhangi bir J kademesinde, normal mesai, fazla mesai, fason imalat ve makineler üzerindeki değişik rotalar gibi alternatif Üretim süreçlerinin var olduğu da yapılan kabuller arasındadır.

X_{jk} = J kademesinde k süreci kullanılmak suretiyle Üretilen Ürün miktarı. ($k=1,2,...,K_j$)

C_{jk} = J kademesinde k sürecinin kullanılması halinde ortaya çıkan birim değişken maliyet değeri.

b_{jl} = J kademesinde mevcut olan l tipi kaynak miktarı. ($l=1,2,...,L_j$)

a_{jkl} = J kademesinde k sürecini kullanmak suretiyle bir birim Ürün elde etmek için gerekli olan l kaynağı miktarı.

D = Göz önüne alınan periyotta Üretilmesi gereken tamamlanmış Ürün miktarı.

Z = Periyottaki toplam Üretim maliyeti.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{K_j} C_{jk} X_{jk}$$

Kısıtlar:

(1) Herbir kademedeki kaynak sınırlamaları:

$$\sum_{k=1}^{K_j} a_{jkl} X_{jk} \leq b_{jl} , (j = 1, 2, \dots, M; l = 1, 2, \dots, L_j)$$

(2) Kademeler arasındaki envanter dengeleri:

$$\sum_{k=1}^{K_j} X_{jk} = \sum_{k=1}^{K_{j+1}} X_{j+1,k} , (j = 1, 2, \dots, M-1)$$

(3) Tamamlanmış ürün gereksinimleri:

$$\sum_{k=1}^{K_M} X_{Mk} = D$$

ÖRNEK 2: Herbir kademesinde çok ürün ve çok süreç bulunan seri haldeki M-kademeli üretim sistemi:

Bir önceki örnekte yer alan tek ürünlu modeli, çok ürünlu bir yapıda genelleştirmek mümkündür. Sistem tarafından n farklı ürünün üretildiği kabul edildiği takdirde, yukarıdaki modelde kullanılan notasyonlar şu şekli alacaklardır:

X_{ijk} = Göz önüne alınan periyotta, j kademesinde k süreci kullanılmak suretiyle üretilen i ürünü miktarı. ($k=1, 2, \dots, K_j$)

C_{ijk} = j kademesinde k sürecinin kullanılması halinde ortaya çıkan birim değişken maliyet değeri.

b_{jl} = j kademesinde mevcut olan l tipi kaynak miktarı. ($l=1, 2, \dots, L_j$)

a_{ijkl} = j kademesinde k sürecini kullanmak

suretiyle bir birim ürün elde etmek için gerekli olan 1 kaynağı miktarı.

D_i = Göz önüne alınan periyotta üretilmesi gereken tamamlanmış i ürün miktarı.

Z = Periyottaki toplam üretim maliyeti.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{K_{ij}} C_{ijk} X_{ijk}$$

Kısıtlar:

(1) Herbir kademedeki kaynak sınırlamaları:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_{ij}} a_{ijkl} X_{ijk} \leq b_{jl}, \quad (j = 1, 2, \dots, M; l = 1, 2, \dots, L_j)$$

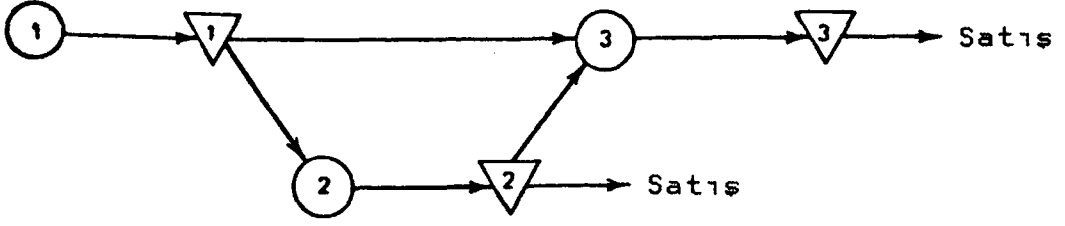
(2) Kademeler arasındaki envanter dengeleri:

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} X_{ijk} = \sum_{k=1}^{K_{i,j+1}} X_{i,j+1,k}, \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, M-1)$$

(3) Tamamlanmış ürün gereksinimleri:

$$\sum_{k=1}^{K_{iM}} X_{iMk} = D_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

ÖRNEK 3: Şekil 3-2'de gösterilen üç kademeli sistemin herbir kademesinde aynı tip ürün imal edilmektedir. Birinci kademede üretilen ürünler, ikinci ve üçüncü kademelerin üretiminde kullanılmaktadır. İkinci kademe ürünleri, üçüncü kademe üretiminde kullanılabildikleri gibi, doğrudan doğruya satışa da sunulabilmektedirler. Üçüncü kademe ürünleri ise direk olarak müşterilere satılmaktadır.



Şekil 3-2 Üretim Sistemi

Notasyonlar:

X_j = j kademesindeki üretim miktarı.

P_j = j kademesinin üretim kapasitesi.

a_{ij} = j kademesinde bir birim ürün elde etmek için i kademesinde üretilmesi gereken ürün sayısı.

C_j = j'inci kademeye ait değişken birim maliyet değeri.

r_j = j'inci ürünün satışından elde edilen kar.
(j=2,3)

L_j = j ürünü için minimum satış gereksinimi.
(j=2,3)

U_j = j ürünü için mümkün olan maksimum satış seviyesi. (j=2,3)

Z = Periyot içinde kazanç (kara) yapılan katkı değeri.

Amaç fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Maks } Z &= r_3 X_3 + r_2 (X_2 - a_{23} X_3) - C_1 X_1 - C_2 X_2 - C_3 X_3 \\ &= (r_3 - a_{23} r_2 - C_3) X_3 + (r_2 - C_2) X_2 - C_1 X_1 \end{aligned}$$

Kısıtlar:

$$X_j \leq P_j, (j = 1,2,3)$$

$$X_1 = a_{12} X_2 + a_{13} X_3$$

$$X_2 \geq a_{23} X_3$$

$$L_2 \leq X_2 - a_{23} X_3 \leq U_2$$

$$L_3 \leq X_3 \leq U_3$$

3.2. DİNAMİK MODELLER

3.2.1. SADECE ÜRETİM VE ENVANTER MALİYETLERİ OLAN MODELLER

Bu modeller, her bir T zaman periyodu içerisinde, tek bir ürüne ait olmak üzere, birden fazla üretim veya satın alma kaynağının mevcut olması halinde ortaya çıkarlar. Ürün, bir periyottan diğerine belli bir maliyetle stoklanabilmekte, talebin karşılanamaması durumu ise sözkonusu olmamaktadır. Modelde, farklı kaynakların üretim oranlarını değiştirmenin maliyetinin olmadığı kabul edilmektedir. Ayrıca, kaynakların her bir zaman periyodu içindeki kapasitelerinin, üretim gereksinimleri ile aynı cinsten ölçülen değerlerle ifade edilebilir olması da yapılan kabuller arasında yer alır.

Formülasyonda kullanılacak olan notasyonlar:

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

m = Herhangi bir periyottaki üretim veya

satın alma kaynaklarının sayısı.

P_{it} = t periyodunda i kaynağının ürünün miktarı
cinsinden kapasitesi. ($i=1,2,\dots,m$)

X_{it} = t periyodunda i kaynağından elde edilmesi
planlanan ürün miktarı.

C_{it} = t periyodunda i kaynağından bir birim ürün
elde etmenin değişken maliyet değeri.

h_t = t periyodundan t+1 periyoduna kadar bir bi-
rim ürün stoklamanın maliyeti.

I_t = t periyodunun sonunda, t periyodundaki ta-
lebin karşılanmasından sonra kalan envanter
düzeyi.

Amac fonksiyonu:

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

Kısıtlar:

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

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

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

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

ÖRNEK: Planlama dönemi 13 periyot olarak belir-
lenen bir ürüne ait talep tahmini değerleri Tablo 3-4 de
verilmektedir. Amac, söz konusu talepler uyarınca toplam
maliyet değerini en küçükleyecek olan üretim planını

bulmaktır. Başlangıçta elde envanter bulunmadığı kabul edilmektedir. Üretim kaynakları normal mesai, fazla mesai ve fason imalatın meydana gelmekte, her bir periyot için söz konusu kaynakların ürün başına maliyetleri ise sırasıyla 100 TL, 107 TL ve 113 TL olarak belirlenmektedir. Birim ürün için, bir periyottan diğerine envanter taşıma maliyeti 2 TL olup, yok satma durumuna izin verilmemektedir. Her bir periyot için normal mesai, fazla mesai ve fason imalat kapasiteleri sırasıyla (ürün bazında) 180, 36 ve 50 dir.

Tablo 3-4 Ürün Talepleri

PERİYOT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TALEPLER	100	180	220	150	100	200	250	300	260	250	240	210	140

Problemin lineer programlama modeli:

X_{it} = t periyodunda i kaynağından temin edilmesi planlanan ürün miktarı.
(i=R,O,S ve t=1,2,...,13)

R = Normal mesai.

O = Fazla mesai.

S = Fason imalat.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^{13} [100X_{Rt} + 107X_{Ot} + 113X_{St} + 2I_t]$$

Kısıtlar:

Kapasite kısıtları:

$$X_{Rt} \leq 180 \quad (t = 1, 2, \dots, 13)$$

$$X_{Ot} \leq 36 \quad (t = 1, 2, \dots, 13)$$

$$X_{St} \leq 50 \quad (t = 1, 2, \dots, 13)$$

Envanter dengesi eşitlikleri:

$$I_t = I_{t-1} + X_{Rt} + X_{Ot} + X_{St} - D_t \quad (t = 1, 2, \dots, 13)$$

Negatif olmama şartı:

$$X_{Rt} \geq 0, X_{Ot} \geq 0, X_{St} \geq 0, I_t \geq 0 \quad (t = 1, 2, \dots, 13)$$

Amac fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (Üretim programı ve envanter seviyeleri) aşağıda belirtilen şekilde (Tablo 3-5) bulunmuştur.

Tablo 3-5 Çözüm Değerleri

PERİYOT	ÜRETİM		FASON İMALAT	ÜRÜN TALEBİ	PERİYOT SONUNDAKİ ENVANTER
	NORMAL MESAI	FAZLA MESAI			
1	140	-	-	100	40
2	180	-	-	180	40
3	180	-	-	220	0
4	180	-	-	150	30
5	180	-	-	100	110
6	180	36	-	200	126
7	180	36	-	250	92
8	180	36	-	300	8
9	180	36	36	260	0
10	180	36	34	250	0
11	180	36	24	240	0
12	180	30	-	210	0
13	140	-	-	140	0
TOPLAM	2260	246	94	2600	-

3.2.2. ÜRETİM ORANINI DEĞİŞTİRME İLE KARŞILANAMAYAN TALEBİN MALİYETİ OLAN MODELLER

Bu bölüm, üretim düzgünleştirmeye ilgili problemlere ilişkin olarak, daha genel bir lineer programlama formülasyonu içermektedir. Model, bir periyottan diğerine üretim oranında meydana gelen değişikliklerin maliyetini kapsadığı gibi, karşılanamayan talebin maliyetini de göz önünde bulundurmaktadır. Aşağıda formülasyonu verilen model, her bir periyotta, tek ürün ve tek bir üretim kaynağı ile talebin zamanında karşılanamamasından doğan yok satma maliyetini ele almaktadır.

Formülasyonda kullanılacak olan notasyonlar:

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

I_t = t periyodu sonundaki net envanter.

I_t^+ = t periyodu sonunda siparişler dahil olmak üzere eldeki envanter.

I_t^- = t periyodu sonunda karşılanamayan talep.

Δ_t^+ = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim oranında yapılan arttırma.

Δ_t^- = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim oranında yapılan indirim.

C_t = t periyodundaki birim üretim maliyeti.

h_t = t periyodundan t+1 periyoduna birim ürün başına envanter taşıma maliyeti.

π_t = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen karşılanamayan talebin birim maliyeti.

λ_t = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim oranını bir birim arttırma maliyeti.

ω_t = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim oranında bir birim azaltma yapma maliyeti.

P_t = t periyodundaki maksimum üretim seviyesi.

D_t = t periyodunun talebi.

Bu modelde amaç, planlama dönemindeki üretim, envanter taşıma ve üretim oranını değiştirme maliyetlerinin toplamını en aza indireyecek olan X_t üretim değerlerini bulmaktır. Ancak bu modelin kurulabilmesi için I_0 ve X_0 başlangıç değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T [C_t X_t + h_t I_t^+ + \pi_t I_t^- + \lambda_t \Delta_t^+ + \omega_t \Delta_t^-]$$

Kısıtlar:

$$I_t = I_{t-1} + X_t - D_t$$

$$I_t = I_t^+ - I_t^-$$

$$X_t = X_{t-1} + \Delta_t^+ - \Delta_t^-$$

$$X_t \leq P_t$$

$$X_t \geq 0, I_t^+ \geq 0, I_t^- \geq 0, \Delta_t^+ \geq 0, \Delta_t^- \geq 0$$

ÖRNEK: Üretim, envanter taşıma ve üretim oranını değiştirme maliyetleri ile taleplerin yer aldığı Tablo 3-6'daki veriler kullanılarak, tek bir ürüne ait dört periyotluk üretim programı hazırlanacaktır. Eldeki envanter (ürün bazında) 10 adettir ve herhangi bir

periyodun sonunda en az 5 adet envanter bulunması istenmektedir. Tesisin şu andaki üretim seviyesi, periyot başına 110 adet olarak belirlenmiştir.

Tablo 3-6 Talep ve Maliyet Verileri

PERİYOT	ÜRÜN TALEBİ	BİRİM ÜRETİM MALİYETİ	BİRİM ENVANTER TAŞIMA MALİYETİ	ÜRETİM ORANINDA BİRİM DEĞİŞİKLİK YAPMA MALİYETİ	
				AZALTMA	ARTTIRMA
1	100	200 TL	10 TL	3 TL	4 TL
2	150	195 TL	10 TL	4 TL	6 TL
3	120	210 TL	10 TL	3 TL	6 TL
4	180	200 TL	10 TL	3 TL	6 TL

Modelde kullanılacak olan değişkenler:

X_t = t periyodundaki üretim. (t=1,2,3,4)

I_t = t periyodu sonundaki envanter.

Δ_t^+ = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken
Üretim oranında yapılan arttırma.

Δ_t^- = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken
Üretim oranında yapılan indirim.

C_t , h_t , λ_t , ω_t değerleri ise sırasıyla üretim, envanter taşıma, üretim oranını bir birim arttırma ve üretim oranında bir birim indirim yapma maliyetlerini karakterize etmektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^4 [C_t X_t + h_t I_t + \lambda_t \Delta_t^+ + \omega_t \Delta_t^-]$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 200X_1 + 10I_1 + 4\Delta_1^+ + 3\Delta_1^- + 195X_2 + 10I_2 + 6\Delta_2^+ + 4\Delta_2^- \\ & + 210X_3 + 10I_3 + 6\Delta_3^+ + 3\Delta_3^- + 200X_4 + 10I_4 + 6\Delta_4^+ + 3\Delta_4^- \end{aligned}$$

Kısıtlar:

$$X_1 - I_1 = 90 \quad X_1 - \Delta_1^+ + \Delta_1^- = 110 \quad I_1 \geq 5$$

$$X_2 + I_1 - I_2 = 150 \quad X_2 - X_1 - \Delta_2^+ + \Delta_2^- = 0 \quad I_2 \geq 5$$

$$X_3 + I_2 - I_3 = 120 \quad X_3 - X_2 - \Delta_3^+ + \Delta_3^- = 0 \quad I_3 \geq 5$$

$$X_4 + I_3 - I_4 = 180 \quad X_4 - X_3 - \Delta_4^+ + \Delta_4^- = 0 \quad I_4 \geq 5$$

Amaç fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 15 iterasyon sonucunda şu şekilde bulunmuştur:

$X_1 = 110$	$X_3 = 120$
$I_1 = 20$	$I_3 = 5$
$\Delta_1^+ = 0$	$\Delta_3^+ = 0$
$\Delta_1^- = 0$	$\Delta_3^- = 15$
$X_2 = 135$	$X_4 = 180$
$I_2 = 5$	$I_4 = 5$
$\Delta_2^+ = 25$	$\Delta_4^+ = 60$
$\Delta_2^- = 0$	$\Delta_4^- = 0$

$$\text{Min } Z = 110\,430 \text{ TL}$$

3.2.3. İŞGÜCÜ SEVİYESİ VE FAZLA MESAI KARARLARI İLE İLGİLİ MODELLER

Bu modellerde kapasiteler, periyottaki işgücü seviyesine bağlı olarak belirlenir. Bir periyottan diğerine işgücü seviyesini değiştirmenin bir maliyeti vardır. Bu tip modellerde üretim oranını değiştirmenin maliyeti sözkonusu olmamakla beraber, normal mesai kapasitesini aşan durumlarda fazla mesaiye başvurulabilmektedir. Fazla mesaideki üretim maliyetleri normal mesaidekinden daha yüksek olup, zamanında karşılanamayan talebin de bir maliyeti olduğu yapılan kabuller arasındadır.

Modelin lineer programlama formülasyonunda kullanılacak olan notasyonlar şu şekildedir:

W_t = t periyodundaki normal mesaide adam-saat olarak ölçülen işgücü seviyesi.

w_t^+ = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken işgücü seviyesinde yapılan arttırma. (Adam-saat)

w_t^- = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken işgücü seviyesinde yapılan azaltma. (Adam-saat)

O_t = t periyodu için planlanan fazla mesai süresi. (Adam-saat)

U_t = t periyodu için planlanan normal mesai süresi. (Adam-saat). (Artık kapasite olarak)

X_t = t periyodunda ürün bazında planlanan üretim miktarı.

m = Bir birim ürün elde etmek için gerekli olan kapasite miktarı. (Adam-saat)

C_t = t periyodunda üretilen ürünün (işçilik giderleri hariç) birim değişken maliyeti.

l_t = t periyodundaki normal mesaiye ait, birim işgücü (adam-saat) maliyeti.

l'_t = t periyodundaki fazla mesaiye ait, birim işgücü (adam-saat) maliyeti.

e_t = t periyodundaki işgücü seviyesini bir adam-saat arttırmanın maliyeti.

e'_t = t periyodundaki işgücü seviyesini bir adam-saat azaltmanın maliyeti.

I_t = t periyodunun sonundaki net envanter.

I_t^+ = t periyodu sonunda eldeki envanter.

I_t^- = t periyodu sonunda karşılanamayan talep.

h_t = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen birim ürün için envanter taşıma maliyeti.

π_t = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen karşılanamayan talebin birim maliyeti.

D_t = t periyodunun talebi.

Modelin amacı, işçilik, üretim ve envanter taşıma ile işgücü seviyesini değiştirme maliyetlerinin toplam değerini en aza indiren, üretim, envanter ve işgücü düzeylerini elde etmektir. $t = 1, 2, \dots, T$ olmak üzere,

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T [C_t X_t + l_t W_t + l'_t O_t + h_t I_t^+ + \pi_t I_t^- + e_t w_t^+ + e'_t w_t^-]$$

Kısıtlar:

$$I_t = I_{t-1} + X_t - D_t, \quad I_t = I_t^+ - I_t^-, \quad W_t = W_{t-1} + w_t^+ - w_t^-$$

$$O_t - U_t = mX_t - W_t, \quad X_t, I_t^+, I_t^-, W_t, w_t^+, w_t^-, O_t, U_t \geq 0$$

Modelin çözülebilmesi için başlangıçtaki işgücü düzeyinin ve mevcut envanter seviyesinin (W_0 ve I_0 'ın) bilinmesi gerekir. Öte yandan, fazla mesai süresini, normal mesai kapasitesinin belli bir θ oranı ile sınırlamak daha gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Böyle bir sınırlama sonunda aşağıdaki kısıt durumu ortaya çıkar:

$$O_t - U_t \leq \theta W_t$$

Modeldeki envanter ve işgücü eşitliklerini, kısıt ve değişken sayılarını azaltmak amacıyla aşağıdaki biçimde yazmak mümkündür:

$$I_t = I_0 + \sum_{k=1}^t (X_k - D_k) \quad W_t = W_0 + \sum_{k=1}^t (\omega_k^+ + \omega_k^-)$$

ÖRNEK: Mevsimsel bir talebe sahip tek bir ürünün imal etmekte olan üretici bir firma, beş haftalık bir planlama dönemine ait olmak üzere, üretim düzeyleri, işgücü büyüklüğü ve fazla mesai kararlarının alınması durumu ile karşı karşıya kalmıştır. Firmanın mevcut işgücü kapasitesi, herbiri haftada 40 saat çalışan 100 işçiden ibaret olmakla beraber, kişi başına haftada 8 saatlik fazla mesaiye başvurmak da mümkün olmaktadır. İşçilik maliyetleri, normal mesaide 5 TL ve fazla mesaide 7.5 TL dir. Bir birim ürün üretmek, 6 adam-saat'lik bir kapasiteye ihtiyaç göstermektedir. İşçilik haric olmak üzere üretim maliyeti 50 TL dir. Ürün başına envanter taşıma maliyeti 0.40 TL/Hafta olarak belirlenmiştir. İşgücü düzeyini değiştirmek amacıyla, herhangi bir periyotta bir işçi kiralamanın ve çalıştırmanın maliyeti 240 TL, ve yine bir işçiyi isten uzaklaştırmanın maliyeti 180 TL dir. Planlama dönemindeki beş haftanın ürün

talepleri sırasıyla 650, 700, 800, 900 ve 800 dür. Eldeki mevcut envanter seviyesi 50 birimdir. Şirket politikası uyarınca talebin karşılanamaması durumuna izin verilmemektedir. Modelin formüle edilmesi sırasında, yeni işçilerin kiralandıkları periyotta 100 % etkinlikle iş görebilecekleri kabul edilecektir.

Modelin lineer programlama formülasyonunda kullanılacak olan notasyonlar $t=1,2,3,4,5$ olmak üzere şu şekildedir:

X_t = t periyodunda ürün bazında planlanan üretim miktarı.

W_t = t periyodunun normal mesai kapasitesindeki işgücü seviyesi. (Adam-saat)

O_t = t periyodu için planlanan fazla mesai süresi. (Adam-saat)

U_t = t periyodundaki normal mesai süresinin kullanılmayan (artık) kapasitesi. (Adam-saat)

I_t = t periyodunun sonundaki net envanter. (Ürün bazında)

ω_t^+ = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken işgücü seviyesinde yapılan arttırma. (Adam)

ω_t^- = t-1 periyodundan t periyoduna geçerken işgücü seviyesinde yapılan azaltma. (Adam)

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^5 [50X_t + 5W_t + 7.5O_t + 0.40I_t + 240\omega_t^+ + 180\omega_t^-]$$

Kısıtlar:

$$1) \quad I_t = I_{t-1} + X_t - D_t \quad (t = 1, 2, 3, 4, 5)$$

$$X_1 - I_1 = 600$$

$$X_2 + I_1 - I_2 = 700$$

$$X_3 + I_2 - I_3 = 800$$

$$X_4 + I_3 - I_4 = 900$$

$$X_5 + I_4 - I_5 = 800$$

$$2) \quad W_t = W_{t-1} + 40\omega_t^+ - 40\omega_t^- \quad (t = 1, 2, 3, 4, 5)$$

$$W_1 - 40\omega_1^+ + 40\omega_1^- = 4000$$

$$W_2 - W_1 - 40\omega_2^+ + 40\omega_2^- = 0$$

$$W_3 - W_2 - 40\omega_3^+ + 40\omega_3^- = 0$$

$$W_4 - W_3 - 40\omega_4^+ + 40\omega_4^- = 0$$

$$W_5 - W_4 - 40\omega_5^+ + 40\omega_5^- = 0$$

$$3) \quad O_t - U_t = 6X_t - W_t \quad (t = 1, 2, 3, 4, 5)$$

$$O_1 - U_1 - 6I_1 + 40\omega_1^+ - 40\omega_1^- = -400$$

$$O_2 - U_2 - 6I_2 + 6I_1 + W_1 + 40\omega_2^+ - 40\omega_2^- = 4200$$

$$O_3 - U_3 - 6I_3 + 6I_2 + W_2 + 40\omega_3^+ - 40\omega_3^- = 4800$$

$$O_4 - U_4 - 6I_4 + 6I_3 + W_3 + 40\omega_4^+ - 40\omega_4^- = 5400$$

$$O_5 - U_5 - 6I_5 + 6I_4 + W_4 + 40\omega_5^+ - 40\omega_5^- = 4800$$

$$4) \quad O_t - U_t \leq 0.20W_t \quad (t = 1, 2, 3, 4, 5)$$

$$O_1 - U_1 - 8\omega_1^+ + 8\omega_1^- \leq 800$$

$$O_2 - U_2 - 0.20W_1 - 8\omega_2^+ + 8\omega_2^- \leq 0$$

$$O_3 - U_3 - 0.20W_2 - 8\omega_3^+ + 8\omega_3^- \leq 0$$

$$O_4 - U_4 - 0.20W_3 - 8\omega_4^+ + 8\omega_4^- \leq 0$$

$$O_5 - U_5 - 0.20W_4 - 8\omega_5^+ + 8\omega_5^- \leq 0$$

Amac fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 33 iterasyon sonucunda aşağıdaki şekilde bulunmuştur:

$X_1 = 667$	$X_2 = 693$	$X_3 = 800$	$X_4 = 840$	$X_5 = 800$
$W_1 = 4000$	$W_2 = 4800$	$W_3 = 4800$	$W_4 = 4800$	$W_5 = 4800$
$O_1 = 0$	$O_2 = 0$	$O_3 = 0$	$O_4 = 240$	$O_5 = 0$
$I_1 = 67$	$I_2 = 60$	$I_3 = 60$	$I_4 = 0$	$I_5 = 0$
$\omega_1^+ = 0$	$\omega_2^+ = 20$	$\omega_3^+ = 0$	$\omega_4^+ = 0$	$\omega_5^+ = 0$
$\omega_1^- = 0$	$\omega_2^- = 0$	$\omega_3^- = 0$	$\omega_4^- = 0$	$\omega_5^- = 0$
$U_1 = 0$	$U_2 = 640$	$U_3 = 0$	$U_4 = 0$	$U_5 = 0$

$$\text{Min } Z = 312\,674.7 \text{ TL}$$

3.2.4. ÇOK ÜRÜNLÜ MODELLER

3.2.4.1. ÇOK ÜRÜNLÜ, ÇOK PERİYOTLU VE KAYNAK KISITLI MODELLER

Bir firmanın n çeşit mamul ürettiğini ve planlama dönemindeki herbir periyoda ait olmak üzere mamul taleplerinin bilindiğini kabul edelim. Böyle bir durumda karar modelinin amacı, herbir periyotta üretilecek olan ürün miktarlarını ve periyot sonundaki net envanterleri kapsayan üretim programını elde etmektir. Söz konusu program bulunurken, üretim, envanter ve karşılanamayan talep maliyetleri toplamının en aza indirgenmesi arzu edilecektir.

Bu modelde, t periyodundaki kullanılmayan kaynak kapasitesinin $t+1$ periyoduna taşınamayacağı varsayımı, yapılan kabuller arasında yer alır. Söz konusu durum özellikle işgücü zamanları, makina zamanları, depo kapasiteleri ve işletilen kapital gibi kaynaklar için geçerli olmaktadır. Bununla beraber kaynaklar eğer sınırlı miktarlarda temin edilebilen hammaddeler veya sabit yatırımlara yönelik sermayeler olsalardı, bunların daha sonra gelen periyotlara aktarılması mümkün olabilecekti.

Modelin formülasyonunda kullanılacak olan notasyonlar ($i=1,2,\dots,n$ ve $t=1,2,\dots,T$ olmak üzere) şu şekildedir:

D_{it} = i ürününün t periyodundaki bilinen talep değeri.

X_{it} = t periyodunda i ürünü için planlanan

Üretim miktarı.

b_{kt} = t periyodundaki üretimde kullanılan k kaynağı miktarı. ($k=1,2,\dots,K$)

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

I_{it} = t periyodunun sonunda i ürününe ait net envanter.

I_{it}^+ = t periyodunun sonunda i ürününe ait eldeki envanter.

I_{it}^- = t periyodu sonunda i ürününün karşılanamayan talebi.

C_{it} = t periyodunda i ürününün birim üretim maliyeti.

h_{it} = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen birim i ürünü için envanter taşıma maliyeti.

π_{it} = t periyodundan t+1 periyoduna i ürünü için devredilen karşılanamayan talebin birim ürün başına düşen yok satma maliyeti.

Amac fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T [C_{it} X_{it} + h_{it} I_{it}^+ + \pi_{it} I_{it}^-]$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n a_{ik} X_{it} \leq b_{kt}$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + X_{it} - D_{it}$$

$$I_{it} = I_{it}^+ - I_{it}^-$$

$$X_{it} \geq 0, I_{it}^+ \geq 0, I_{it}^- \geq 0$$

Modelin, daha genel bir kullanım alanına sahip olabilmesi için, envanter ve üretim miktarlarının, depo hacimleri, izin verilen yok satma düzeyleri ve mevcut üretim kapasiteleri ile sınırlanması yerinde olacaktır. Bu sınırlama sonucunda aşağıda yer alan iki kısıt durumu ortaya çıkar:

$$\begin{aligned} P'_{it} \leq X_{it} \leq P_{it} \quad L'_{it} \leq I_{it} \leq L_{it} \\ L'_{it}, P'_{it}, P_{it} \geq 0 \quad \text{ve} \quad L'_{it} \leq 0 \end{aligned}$$

ÖRNEK: A ve B ürünleri aynı departmanda üretilmekte olup, sözkonusu ürünler için gelecekteki üç periyodun üretimi planlanmak istenmektedir. Periyotlara ait ürün gereksinimleri, saat başına üretim miktarları ve mevcut envanterler Tablo 3-7-A da verilmektedir.

Tablo 3-7-A Ürün Talepleri

ÜRÜN	ÜRÜN GEREKSİNİMLERİ			ÜRETİM MİKTARI (SAATTE)	ELDEKİ ENVANTER
	PERİYOT 1	PERİYOT 2	PERİYOT 3		
A	1000	2000	3000	10	300
B	5000	6000	4000	5	800

Üç periyotta da fazla mesai mümkün olduğu gibi, B ürünü 1000 adede kadar, 10 TL birim maliyetle fason olarak imal edilebilmektedir. Herbir periyot için saat olarak üretim kapasiteleri ve üretim maliyetleri Tablo 3-7-B de gösterilmiştir.

Herbir periyottaki envanter taşıma maliyetleri, A ürünü için 1.50 TL/adet ve B ürünü için 0.85 TL/adet tir. Yok satma maliyeti sözkonusu değildir.

Tablo 3-7-B Kapasiteler ve Maliyetler

KAYNAK	KAPASİTELER (SAAT)			BİRİM MALİYETLER	
	PERİYOT 1	PERİYOT 2	PERİYOT 3	A	B
N.MESAİ	1000	1100	700	15 TL	6 TL
F.MESAİ	200	200	100	20 TL	9 TL

Örnek problemin, lineer programlama formülasyonunda kullanılacak olan notasyonlar:

X_{ikt} = t periyodunda k kaynağı kullanılmak suretiyle üretilen i ürünü miktarı.

(i=A,B; k=R,O,S ve t=1,2,3)

I_{it} = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen i ürünü miktarı. (i=A,B ve t=1,2)

R = Normal mesai.

O = Fazla mesai.

S = Fason imalat.

Amaç fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 15(X_{AR1} + X_{AR2} + X_{AR3}) + 20(X_{AO1} + X_{AO2} + X_{AO3}) \\ & + 6(X_{BR1} + X_{BR2} + X_{BR3}) + 9(X_{BO1} + X_{BO2} + X_{BO3}) \\ & + 10(X_{BS1} + X_{BS2} + X_{BS3}) + 1.5(I_{A1} + I_{A2}) \\ & + 0.85(I_{B1} + I_{B2}) \end{aligned}$$

Üretim departmanına ait normal ve fazla mesai kapasiteleri ile fason imalat ve envanter dengelerinden kaynaklanan kısıt durumları şu şekildedir:

Normal mesai kapasitesi kısıtları:

$$X_{AR1} + 2X_{BR1} \leq 10000$$

$$X_{AR2} + 2X_{BR2} \leq 11000$$

$$X_{AR3} + 2X_{BR3} \leq 7000$$

Fazla mesai kapasitesi kısıtları:

$$X_{AO1} + 2X_{BO1} \leq 2000$$

$$X_{AO2} + 2X_{BO2} \leq 2000$$

$$X_{AO3} + 2X_{BO3} \leq 1000$$

Fason imalat kısıtları:

$$X_{BS1} \leq 1000$$

$$X_{BS2} \leq 1000$$

$$X_{BS3} \leq 1000$$

A ürünü için envanter dengesi kısıtları:

$$X_{AR1} + X_{AO1} - I_{A1} = 700$$

$$X_{AR2} + X_{AO2} + I_{A1} - I_{A2} = 2000$$

$$X_{AR3} + X_{AO3} + I_{A2} = 3000$$

B Ürünü için envanter dengesi kısıtları:

$$X_{BR1} + X_{BO1} + X_{BS1} - I_{B1} = 4200$$

$$X_{BR2} + X_{BO2} + X_{BS2} + I_{B1} - I_{B2} = 6000$$

$$X_{BR3} + X_{BO3} + X_{BS3} + I_{B2} = 4000$$

Amaç fonksiyonunu minimize eden optimum çözüm değerleri (bilgisayar destekli olmak üzere) 13 iterasyon sonucunda aşağıdaki şekilde bulunmuştur:

* $X_{AR1} = 700$	* $X_{AR2} = 2000$	* $X_{AR3} = 3000$	* $I_{A1} = 0$
* $X_{AO1} = 0$	* $X_{AO2} = 0$	* $X_{AO3} = 0$	* $I_{A2} = 0$
* $X_{BR1} = 4650$	* $X_{BR2} = 4500$	* $X_{BR3} = 2000$	* $I_{B1} = 1000$
* $X_{BO1} = 550$	* $X_{BO2} = 1000$	* $X_{BO3} = 500$	* $I_{B2} = 500$
* $X_{BS1} = 0$	* $X_{BS2} = 0$	* $X_{BS3} = 1000$	

Min Z = 182 125 TL

3.2.4.2. SÜREÇ SEÇİMİ MODELLERİ

Göz önüne alınan değişik periyotlarda herbir ürünün, farklı süreçler veya rotalar tarafından üretilmesini kabul edelim. Böyle bir durumda modelin lineer programlama formülasyonunda kullanılacak olan notasyonlar ($i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,J_i$; $t=1,2,\dots,T$ ve $k=1,2,\dots,K$ olmak üzere) şu şekli alacaklardır:

X_{ijt} = t periyodunda j süreci kullanılmak suretiyle üretilen i ürünü miktarı.

a_{ijk} = j süreci tarafından bir birim i ürünü üretmek için gerekli olan k kaynağı miktarı.

Eğer j süreci k kaynağını kullanmıyor ise $a_{ijk} = 0$ olur.

C_{ijt} = t periyodunda j süreci kullanılarak üretilen i ürününün birim başına düşen üretim maliyeti.

Not: Amaç fonksiyonunda ve kısıtlarda yer alan diğer notasyonlar, çok ürünlü, çok periyotlu ve kaynak kısıtlı modellerde (bir önceki konuda) ele alındığı şekliyle kabul edilecektir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{J_i} C_{ijt} X_{ijt} + h_{it} I_{it}^+ + \pi_{it} I_{it}^- \right]$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{J_i} a_{ijk} X_{ijt} \leq b_{kt}$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - D_{it}$$

$$I_{it} = I_{it}^+ - I_{it}^-$$

$$L_{it} \leq I_{it} \leq L_{it}$$

$$P_{ijt} \leq X_{ijt} \leq P_{ijt}$$

$$I_{it}^+ \geq 0, \quad I_{it}^- \geq 0$$

Eğer k kaynağının minimum miktarı b'_{kt} ise, modelin birinci kısıtı aşağıdaki şekli alacaktır:

$$b'_{kt} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{J_i} a_{ijk} X_{ijt} \leq b_{kt}$$

3.2.4.3. ÜRÜN KARISIMI MODELLERİ

Bu bölümde, planlama döneminin her bir periyodunda n çeşit ürünün belli miktarlarının satılması halinde, mevcut kaynakların en iyi şekilde kullanılması problemi ele alınacaktır. Modelin tek periyotlu versiyonu Bölüm 3.1.1. de tanımlanmıştır. Çok periyotlu modellere geçilirken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, sözkonusu modellerde ürünlerin üretildikleri periyot ile satıldıkları periyot arasında fark olabilmesi özelliğidir.

Tahminlerden elde edilen satış düzeyleri ile kaynak tüketiminden doğan kısıtların formüle edilmesinde gerekli olan karar değişkeninin tanımlanması için, öncelikle, üretim periyodu ile satış periyodunun her ikisinin birden belirlenmesi gerekmektedir. Modelin kurulmasıyla ilgili olarak başlıca iki yöntem mevcuttur. Birincisi, t periyodunda J süreci tarafından üretilen ve v periyodunda satılan i ürünü miktarlarını gösteren X_{ijtv} karar değişkeni değerlerini bulmayı amaçlar. İkinci yöntem ise, aynı periyot içerisinde üretilen ve satılan miktarlar için ayrı ayrı değişkenlerin kullanılmasına ihtiyaç gösterir. Bu bölümde ikinci yöntemin üzerinde durulacaktır.

Dinamik haldeki ürün karışımı modellerinin lineer programlama formülasyonunda kullanılacak olan

notasyonlar şunlardır:

X_{ijt} = t periyodunda j süreci tarafından üretilen i ürünü miktarı.

S_{it} = t periyodunda satılması planlanan i ürünü miktarı.

r_{it} = t periyodunda bir birim i ürünün satılmasından elde edilen net gelir. (Satış giderleri düşüldükten sonra kalan gelir değeri)

C_{ijt} = t periyodunda j sürecini kullanarak bir birim i ürünü üretmenin birim değişken maliyeti.

F_{it} = t periyodunda i ürünü için amaçlanan maksimum satış düzeyi.

F'_{it} = t periyodunda i ürünü için planlanan minimum üretim düzeyi.

Not: Amaç fonksiyonunda ve kısıtlarda yer alan L'_{it} , L_{it} , a_{ijk} , b_{kt} , b'_{kt} , π_{it} , I_{it} , I^+_{it} , I^-_{it} , h_{it} notasyonları Bölüm 3.2.4.2. de açıklandığı için, bir kez daha tanımlanmalarına gerek duyulmamıştır.

Dinamik ürün karışımı modelinin amacı, amaç fonksiyonunu maksimize eden $\{X_{ijt}\}$ ve $\{S_{it}\}$ değerlerini elde etmektir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Maks } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[r_{it} S_{it} - \sum_{j=1}^J C_{ijt} X_{ijt} - h_{it} I^+_{it} - \pi_{it} I^-_{it} \right]$$

Kısıtlar:

$$b'_{kt} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{J_i} a_{ijk} X_{ijt} \leq b_{kt}$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - S_{it}$$

$$I_{it} = I_{it}^+ - I_{it}^-$$

$$L'_{it} \leq I_{it} \leq L_{it}$$

$$F'_{it} \leq S_{it} \leq F_{it}$$

$$X_{ijt} \geq 0, I_{it}^+ \geq 0, I_{it}^- \geq 0$$

Ürün karışımı modelinde talebin karşılanamaması durumu genellikle göz önünde bulundurulmaz. $I_{it}^- = 0$ ve $L'_{it} \geq 0$ alınarak, model, yok satmanın var olmadığı bir modele dönüştürülebilir.

3.2.4.4. ÜRETİM ORANINI DEĞİŞTİRME MALİYETİ İLE ÇOKLU ROTALARI İÇEREN MODELLER

Çok ürünli modellerin şimdiye kadar ele alınan üç bölümünde, sadece, üretim maliyetleri, satış gelirleri ve envanter maliyetleri incelenmiştir. Bu bölümde ise, bir periyottan diğerine ürünlere ait üretim oranlarını değiştirmenin maliyetlerini de içeren modeller ele alınacaktır. Bölüm 3.2.2. de tek ürün için sunulan bu model, aynı zamanda, her bir ürün için çoklu rotaları da göz önünde bulundurmaktadır.

j süreci kullanılmak suretiyle üretilen i ürününe ait üretim oranını, t-1 periyodundaki $X_{ij,t-1}$ değerinden t periyodundaki X_{ijt} değerine değiştirmenin maliyetinin, değişim miktarı ile doğru orantılı olarak arttığını kabul edelim. Bu durumda t periyodundaki maliyet değeri, $\lambda_{ijt} |X_{ijt} - X_{ij,t-1}|$ olacaktır. (λ_{ijt} = Negatif olmayan bir sabit)

$$\Delta_{ijt}^+ \equiv (X_{ijt} - X_{ij,t-1})^+ \quad \Delta_{ijt}^- \equiv (X_{ijt} - X_{ij,t-1})^-$$

$$\Delta_{ijt}^+ + \Delta_{ijt}^- = |X_{ijt} - X_{ij,t-1}|$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^J C_{ijt} X_{ijt} + h_{it} I_{it}^+ + \pi_{it} I_{it}^- + \sum_{j=1}^J \lambda_{ijt} (\Delta_{ijt}^+ + \Delta_{ijt}^-) \right]$$

Kısıtlar:

$$b'_{kt} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J a_{ijk} X_{ijt} \leq b_{kt}$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + \sum_{j=1}^J X_{ijt} - D_{it}$$

$$I_{it} = I_{it}^+ - I_{it}^-$$

$$L'_{it} \leq I_{it} \leq L_{it}$$

$$P'_{ijt} \leq X_{ijt} \leq P_{ijt}$$

$$X_{ijt} = X_{ij,t-1} + \Delta_{ijt}^+ - \Delta_{ijt}^-$$

$$I_{it}^+ \geq 0, I_{it}^- \geq 0, \Delta_{ijt}^+ \geq 0, \Delta_{ijt}^- \geq 0$$

Amac fonksiyonunun ve kısıt denklemlerinin tüm i, j, k ve t 'ler için yazılması gerekmektedir. Modelin çözülebilmesi için $\{I_{io}\}$ ve $\{X_{ijo}\}$ değerleri önceden bilinmelidir.

3.2.4.5. ÜRETİM VE İSGÜCÜ PLANLAMA MODELLERİ

Çok ürünli modeller kapsamında ele alacağımız en son lineer programlama modeli olan Üretim ve işgücü planlama modelinin, tek ürün için kullanılan versiyonu Bölüm 3.2.3. de sunulmuştur. Bölüm 3.2.3. deki notasyonlara dayanarak, çok ürünli modellerde kullanılacak olan notasyonları tekrar tanımlayalım:

- W_t = t periyodundaki normal mesaide adam-saat olarak ölçülen işgücü düzeyi.
- ω_t^+ = $t-1$ periyodundan t periyoduna geçerken işgücü düzeyinde yapılan arttırma.
- ω_t^- = $t-1$ periyodundan t periyoduna geçerken işgücü düzeyinde yapılan azaltma.
- O_t = t periyodu için planlanan fazla mesai süresi. (Adam-saat)
- U_t = t periyodundaki normal mesai süresinde kullanılmayan kapasite. (Adam-saat)
- X_{it} = t periyodunda ürün bazında üretilen i ürünü miktarı.
- m_i = Bir birim i ürünü üretmek için gereken kapasite miktarı. (Adam-saat)

C_{it} = t periyodunda üretilen i ürününün birim değişken maliyeti. (İşçilik maliyetlerini içermez)

l_t = t periyodundaki normal mesai işçiliğinin birim adam-saat maliyeti.

l'_t = t periyodundaki fazla mesai işçiliğinin birim adam-saat maliyeti.

e_t = t periyodunda işgücü düzeyini bir adam-saat arttırmanın maliyeti.

e'_t = t periyodunda işgücü düzeyini bir adam-saat azaltmanın maliyeti.

θ = fazla mesai kapasitesinin (adam-saat), normal mesaideki işgücü düzeyine oranı.

Amaç fonksiyonunda ve kısıtlarda tüm i, k ve t lere yer verilmelidir.

Amaç fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{t=1}^T \left[l_t W_t + l'_t O_t + e_t \omega_t^+ + e'_t \omega_t^- \right. \\ & \left. + \sum_{i=1}^n (C_{it} X_{it} + h_{it} I_{it}^+ + \pi_{it} I_{it}^-) \right] \end{aligned}$$

Kısıtlar:

$$b'_{kt} \leq \sum_{i=1}^n a_{ik} X_{it} \leq b_{kt}$$

$$I_{it} = I_{i,t-1} + X_{it} - D_{it}$$

$$I_{it} = I_{it}^+ - I_{it}^-$$

$$L_{it} \leq I_{it} \leq L_{it}$$

$$P_{it} \leq X_{it} \leq P_{it}$$

$$W_t = W_{t-1} + \omega_t^+ - \omega_t^-$$

$$O_t - U_t = \sum_{i=1}^n m_i X_{it} - W_t$$

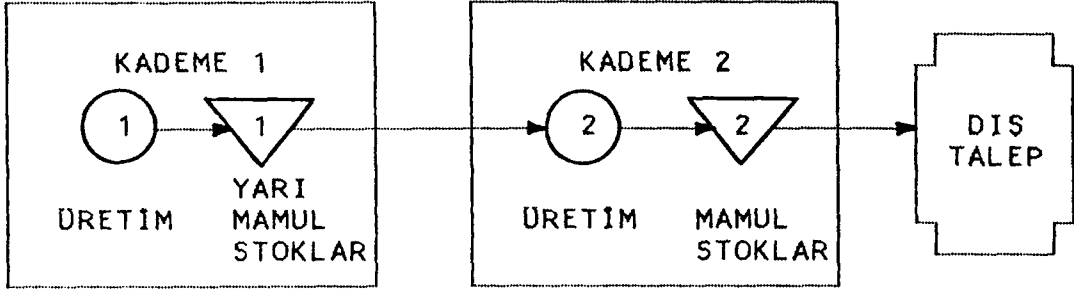
$$O_t - U_t = \theta W_t$$

$$W_t, \omega_t^+, \omega_t^-, O_t, U_t, X_{it}, I_{it}^+, I_{it}^- \geq 0$$

3.2.5. ÇOK KADEMELİ MODELLER

Talebin ve diğer faktörlerin zamanla değişime uğradığı, dinamik haldeki çok kademeli modellere ait bir takım karakteristikleri tanımlamak için Şekil 3-3 teki sistemden yararlanılacaktır. Ele alınacak olan bu sistemde, tamamlanmış haldeki bir ürün iki kademe sonucunda imal edilmektedir. Birinci kademe, yarı mamul ürünleri üreten ve bunları stoklayan bir departmandan oluşmaktadır. İkinci kademe ise, yarı mamul ürünleri tamamlanmış ürünler haline dönüştüren ve bunları zaman içindeki değişimi belirlenmiş olan talep ihtiyacına göre stoklayan diğer bir bölümden meydana gelmektedir. Herbir bölüm, herhangi bir periyotta, üretim için gereken kaynak miktarının, normal mesai kapasitesini aşması durumunda, fazla mesai kaynağını kullanabilmektedir. Bununla beraber fazla mesai zamanındaki üretim maliyetleri, normal mesai zamanındakinden daha yüksek olmaktadır. Problem, dış

talebi karşılayacak şekilde, her bir periyot içindeki her bir kademede, normal mesai ve fazla mesaiden temin edilecek olan üretim miktarlarını belirlemektir.



Sekil 3-3 Seri Halde İki Kademeli Üretim-Envanter Sistemi

Sekil 3-3 teki sistemin lineer programlama modelinde kullanılacak olan notasyonlar şöyledir:

X_{it} = t periyodundaki i kademesinde, normal mesaiden temin edilen üretim miktarı.
($i=1,2$; $t=1,2,\dots,T$)

Y_{it} = t periyodundaki i kademesinde, fazla mesai kaynağından sağlanan üretim miktarı.

I_{it} = t periyodunda, i kademesinin sonundaki envanter.

P_{it} = t periyodunda, i kademesindeki normal mesai kapasitesi.

P'_{it} = t periyodunda, i kademesindeki fazla mesai kapasitesi.

C_{it} = t periyodunda, i kademesindeki normal mesai üretiminin birim değişken maliyeti.

C'_{it} = t periyodunda, i kademesindeki fazla mesai üretiminin birim değişken maliyeti.

h_{it} = i kademesindeki bir birim ürünü, t periyodundan $t+1$ periyoduna aktarma maliyeti.

Z = Planlama dönemindeki üretim ve envanter maliyetlerinin toplam değeri.

D_t = t periyoduna ait tamamlanmış ürün talebi.

$i=1,2$ ve $t=1,2,\dots,T$ olmak üzere,

Amac fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^2 [C_{it}X_{it} + C'_{it}Y_{it} + h_{it}I_{it}]$$

Kısıtlar:

$$I_{1t} = I_{1,t-1} + X_{1t} + Y_{1t} - X_{2t} - Y_{2t}$$

$$I_{2t} = I_{2,t-1} + X_{2t} + Y_{2t} - D_t$$

$$X_{it} \leq P_{it}$$

$$Y_{it} \leq P'_{it}$$

$$X_{it} \geq 0, Y_{it} \geq 0, I_{it} \geq 0$$

3.2.5.1. SERİ HALDE M KADEMELİ VE ÇOK SÜREÇLİ SİSTEM MODELLERİ

Bu bölümde, seri haldeki M kademeden meydana gelen ve herbir kademesi bir üretim operasyonu ile bir envanter noktasından oluşan sistemlerin üzerinde durulacaktır. Modelde tek bir ürün söz konusudur ve herbir kademedeki üretim birimlerinin, tamamlanmış bir ürün için gereken miktarlarda olduğu kabul edilmektedir. Herhangi bir i kademesinde, normal mesai, fazla mesai, fason imalat,

değişik departmanlar ve farklı makinalar gibi alternatif üretim kaynakları mevcut olabilmektedir.

Modelin lineer programlama formülasyonunda yer alacak olan notasyonlar şöyledir:

X_{ijt} = t periyodundaki i kademesinde j süreci kullanılmak suretiyle üretilen ürün miktarı.

($i=1,2,\dots,M$; $j=1,2,\dots,J_i$; $t=1,2,\dots,T$)

C_{ijt} = t periyodunda, i kademesindeki j kaynağının birim üretim maliyeti.

I_{it} = t periyodu sonunda, i kademesindeki envanter.

h_{it} = i kademesindeki birim ürün başına t periyodundaki envanter taşıma maliyeti.

P_{ijt} = t periyodunda, i kademesindeki j kaynağının üretim kapasitesi.

D_t = t periyoduna ait tamamlanmış ürün talebi.

Modelin amacı, talebin karşılanamaması durumu göz önüne alınmaksızın, üretim ve envanter maliyetleri toplamını minimize etmektir. Daha açık olarak, amaç fonksiyonunu en küçükleyen X_{ijt} değerlerini belirlemektir.

Amac fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^M \left[\sum_{j=1}^{J_i} C_{ijt} X_{ijt} + h_{it} I_{it} \right]$$

$t=1,2,\dots,T$ olmak üzere modelin kısıt durumları şöyle sıralanır:

Kısıtlar:

$$I_{it} = I_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - \sum_{j=1}^{J_{i+1}} X_{i+1,jt}, \quad (i = 1, 2, \dots, M-1)$$

$$I_{Mt} = I_{M,t-1} + \sum_{j=1}^{J_M} X_{Mjt} - D_t$$

$$X_{ijt} \leq P_{ijt}, \quad (i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, J_i)$$

$$X_{ijt} \geq 0, \quad I_{it} \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, J_i)$$

Talebin Karşılanamaması (Yok Satma) Durumu: İşletme politikası uyarınca talebin karşılanamaması durumuna izin veriliyorsa, yukarıdaki modelin yeniden düzenlenmesi gerekir. t periyodunda birim ürün başına düşen yok satma maliyeti π_t olarak alınıp modele eklendiğinde, yeni model aşağıdaki şekli alacaktır.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{J_i} C_{ijt} X_{ijt} + \sum_{i=1}^{M-1} h_{it} I_{it} + h_{Mt} I_{Mt}^+ + \pi_t I_{Mt}^- \right]$$

$t=1, 2, \dots, T$ olmak üzere modelin kısıt durumları şöyle sıralanır:

Kısıtlar:

$$I_{it} = I_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - \sum_{j=1}^{J_{i+1}} X_{i+1,jt}, \quad (i = 1, 2, \dots, M-1)$$

$$I_{Mt} = I_{M,t-1} + \sum_{j=1}^J X_{Mjt} - D_t$$

$$I_{Mt} = I_{Mt}^+ - I_{Mt}^-$$

$$0 \leq X_{ijt} \leq P_{ijt}, \quad (i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, J_i)$$

$$I_{it} \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, M-1)$$

$$I_{Mt}^+ \geq 0, \quad I_{Mt}^- \geq 0$$

3.2.5.2. ÇOK ÜRÜNLÜ VE ÇOK SÜREÇLİ MODELLER

Alternatif süreçler kullanılmak suretiyle, her bir kademesinde birden fazla ürün üretilen sistemleri modelize etmek için, ilk önce iki kademeli sistemi incelemek gerekir. Söz konusu sistemin birinci kademesinde n_1 çeşit farklı ürün imal edilmektedir. Yarı mamul şeklindeki bu ürünler, daha sonra, ikinci kademede imal edilen n_2 çeşit tamamlanmış ürünün ihtiyacını karşılamada kullanılacaktır. Belli bir zaman periyodu içerisinde, herbir ürün çeşidine ait talebin zamanında karşılanması arzu edilmektedir. Herbir kademede kullanılan, farklı üretim merkezlerindeki makina zamanları, değişik tiplerdeki işçilik süreleri, hammadde ve fason imalat imkanları gibi kaynaklar bellidir. Problem, herbir kademedeki kaynak kısıtları uyarınca, tamamlanmış haldeki ürün gereksinimlerini, minimum üretim ve envanter maliyeti ile karşılamayı amaçlar.

Çok ürünlü ve çok süreçli sistemlere endüstride oldukça sık rastlanır. Örnek olarak, birinci kademesi

değişik tipte ipliklerin imal edildiği bir bölümden, ikinci kademesi ise bu iplikleri giysi örmede kullanan diğer bir bölümden oluşan, tekstil sistemini ele alalım. Herbir giysi tipinin zaman içindeki talebi bellidir ve herbir iplik çeşidi, alternatif süreçler kullanılmak suretiyle üretilmektedir. Bu süreçler, iplik üretiminde kullanılan makina gruplarının farklı kombinasyonları ile ortaya çıkar. Bu makina grupları, aynı departmandaki benzer makinalar grubu olarak yorumlanabilir. Aynı durum bir giysi tipinin üretiminde mevcut olan süreçler için de sözkonusudur. Böyle bir sistemde amaç, hazır durumdaki giysilere olan talebi zamanında karşılamaya olanak tanıyan, iplik üretimi ve örme programlarını elde etmektir.

İki kademeli, çok ürünli ve çok süreçli sistemin lineer programlama modelinde kullanılacak olan notasyonlar şöyledir:

X_{ijt} = t periyodunda, 1'inci kademe de j süreci kullanılmak suretiyle üretilen i (yarı mamul) ürünü miktarı.

$(i=1,2,\dots,n_1; j=1,2,\dots,J)$

Y_{pgt} = t periyodunda, 2'inci kademe de g süreci kullanılmak suretiyle üretilen p (tamamlanmış) ürünü miktarı.

$(p=1,2,\dots,n_2; g=1,2,\dots,G)$

D_{pt} = t periyodunda tamamlanmış p ürününün talebi.

I_{iit} = 1'inci kademedeki i ürününün t periyodu sonundaki envanteri.

I_{zpt} = 2'inci kademedeki p ürününün t periyodu sonundaki envanteri.

b_{ikt} = t periyodunda, 1'inci kademede mevcut olan k kaynağı miktarı. ($k=1,2,\dots,K$)

b_{zrt} = t periyodunda, 2'inci kademede mevcut olan r kaynağı miktarı. ($r=1,2,\dots,R$)

a_{ipg} = 2'inci kademede g süreci tarafından bir birim tamamlanmış p ürünü imal etmek için gereken, i (yarı mamul) ürünü miktarı.

e_{ijk} = J süreci tarafından bir birim i (yarı mamul) ürünü üretmek için gereken k kaynağının 1'inci kademedeki mevcut miktarı.

f_{pgr} = g süreci tarafından bir birim tamamlanmış p ürünü üretmek için gereken r kaynağının 2'inci kademedeki mevcut miktarı.

C_{1ijt} = t periyodunda, 1'inci kademedeki J süreci tarafından bir birim i (yarı mamul) ürününün üretim maliyeti.

C_{2pgt} = t periyodunda, 2'inci kademedeki g süreci tarafından bir birim p ürününün üretim maliyeti.

h_{1it} = 1'inci kademe envanterindeki bir birim i (yarı mamul) ürününü t periyodundan t+1 periyoduna taşıma maliyeti.

h_{2pt} = 2'inci kademe envanterindeki bir birim p (tamamlanmış) ürününü t periyodundan t+1 periyoduna taşıma maliyeti.

Amac fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{i=1}^{n_1} \left[\sum_{j=1}^J C_{1ijt} X_{ijt} + h_{1it} I_{1it} \right] \right. \\ & \left. + \sum_{p=1}^{n_2} \left[\sum_{g=1}^G C_{2pgt} Y_{pgt} + h_{2pt} I_{2pt} \right] \right\} \end{aligned}$$

Kısıtlar:

1) Envanter dengesi kısıtları:

A) Yarı mamul ürünler için:

$$I_{1it} = I_{1i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - \sum_{p=1}^{n_2} \sum_{g=1}^G a_{ipg} Y_{pgt}$$

B) Tamamlanmış ürünler için:

$$I_{2pt} = I_{2p,t-1} + \sum_{g=1}^G Y_{pgt} - D_{pt}$$

2) Birinci kademedeki kaynak kısıtları:

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{J_i} e_{ijk} X_{ijt} \leq b_{1kt}$$

3) İkinci kademedeki kaynak kısıtları:

$$\sum_{p=1}^{n_2} \sum_{g=1}^G f_{pgr} Y_{pgt} \leq b_{2rt}$$

4) Yok satmanın olmayışından doğan kısıtlar:

$$I_{1it} \geq 0, \quad I_{2pt} \geq 0$$

5) Negatif olmama kısıtı:

$$X_{ijt} \geq 0, \quad Y_{pgt} \geq 0$$

Kısıt denklemleri tüm i, k, p, r ve t 'ler için yazılmalıdır.

3.2.5.3. ÜRÜN KARIŞIMI MODELLERİ

Bu bölümde, Bölüm 3.2.5.2. de ele alınan iki kademeli, çok ürünlü ve çok süreçli lineer programlama modeli ürün karışımı modeline dönüştürülecektir. Bundan dolayı, herbir ürün için belirlenmiş olan ürün gereksinimlerini üretmek yerine, planlama döneminde en büyük kazancı (karı) sağlayacak olan üretim programının elde edilmesine çalışılacaktır.

Bölüm 3.2.5.2. deki notasyonlara ek olarak, ürün karışımı modellerinde kullanılacak olan diğer notasyonlar şöyledir:

F_{pt} = t periyodunda p ürünü için mümkün olabilecek maksimum satış düzeyi. (Üst limit)

F'_{pt} = t periyodunda p ürünü için öngörülen minimum üretim düzeyi. (Alt limit)

S_{pt} = t periyodunda p ürünü için planlanan satış düzeyi.

ϕ_{pt} = t periyodunda p ürününün satışından elde edilen net gelir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Maks } Z = \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{p=1}^{n_2} \phi_{pt} S_{pt} - \sum_{i=1}^{n_1} \left[\sum_{j=1}^{J_i} C_{1ijt} X_{ijt} + h_{1it} I_{1it} \right] - \sum_{p=1}^{n_2} \left[\sum_{g=1}^G C_{2pgt} Y_{pgt} + h_{2pt} I_{2pt} \right] \right\}$$

Kısıtlar:

$$I_{1it} = I_{1i,t-1} + \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijt} - \sum_{p=1}^{n_2} \sum_{g=1}^g a_{ipg} Y_{pgt}$$

$$I_{2pt} = I_{2p,t-1} + \sum_{g=1}^g Y_{pgt} - S_{pt}$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{J_i} e_{ijk} X_{ijt} \leq b_{1kt}$$

$$\sum_{p=1}^{n_2} \sum_{g=1}^g f_{pgr} Y_{pgt} \leq b_{2rt}$$

$$F'_{pt} \leq S_{pt} \leq F_{pt}$$

$$I_{1it} \geq 0, \quad I_{2pt} \geq 0$$

$$X_{ijt} \geq 0, \quad Y_{pgt} \geq 0$$

Kısıt denklemleri tüm i , k , p , r ve t 'ler için yazılmalıdır. Modelin çözümü sonucunda, herbir periyotta ürünlerin ne miktarlarda satılması gerektiğinin yanı sıra, herbir kademede mevcut süreçler tarafından üretilcek olan ürün miktarları da bulunmuş olacaktır. Aynı zamanda, herbir kademe için bir periyottan diğerine taşınacak olan envanter miktarları da çözümün direk çıktıları arasında yer alacaktır [4].

4. İŞLETME UYGULAMASI

4.1. İŞLETMENİN TANITILMASI

4.1.1. İŞLETME HAKKINDA GENEL BİLGİ

Emas, 1969 yılında Emas Elektroteknik Makina Sanayi adıyla kurulmuş, 1979 yılında anonim şirkete dönüştürülmüştür.

Ana konusu, elektroteknik olup, bu amacına ulaşabilmek için her türlü kalıp ve aparatları kendi bünyesinde üretebilecek yapıdadır.

Üretim çeşitleri arasında kumanda butonları, çeşitli sinyal armatürleri, sınır şalterleri, seviye kontrol cihazları ve Türkiye'de üretilen Fiat, Massey Ferguson, Ford ve Steyr traktörlerinin marş, kontak, far ve sinyal anahtarları ile fren, vites, geri vites otomatikleri, kızdırma ve korna düğmeleri bulunmaktadır.

Üretimde ve kalite kontrol aşamasında en son teknikler uygulanmakta, malzeme seçimi konusunda da gelişen teknolojiye anında uyum sağlanmaya çalışılmaktadır.

Emas, üretim, montaj, pazarlama, inşaat, mühendislik plastikleri üretimi, matbaacılık ve ambalaj

konularında faaliyet gösteren kardeş şirketler grubunun bir üyesidir.

4.1.2. ÜRÜN ÇEŞİTLERİ

A- ELEKTRO-TEKNİK

UZAKTAN KUMANDA DÜĞMELERİ

- . UK/D Serisi 30 mm Çap (Normal ve kutulu buton çeşitleri)
- . K/D Serisi 22 mm Çap (Normal, kutulu, vinci ve asansör butonları)

SİNYAL ARMATÖRLERİ

Yuvarlak sinyaller (Çeşitli voltajlar ve duylar)

- . S 10 Serisi 10 mm Çap
- . S 13 Serisi 13 mm Çap
- . S 14 Serisi 14 mm Çap
- . S 22 Serisi 22 mm Çap

Dörtköşe sinyaller (Çeşitli voltajlar)

- . S 10 20 Serisi 10 mm x 20 mm
- . S 10 33 Serisi 10 mm x 33 mm
- . S 20 38 Serisi 20 mm x 38 mm

SINIR SALTERLERİ (UYGULAMADA ELE ALINAN ÜRÜNLER)

- . Sınır şalterler (Makaralı, telli, pimli)
- . Seviye kontrol cihazları (Tek ve üç fazlı plastik ve bakır samandıralı)

B- OTOMOTIV

MARŞ ANAHTARLARI

- . K/60 Kızdırmalı marş anahtarı (Fiat traktör, Treyler)
- . M/60 Kızdırmalı marş-kontak anahtarı (Ford, Ihi Sbaura, Inter, Traktör)
- . MK/50 Kızdırmalı marş-kontak anahtarı (Massey Ferguson, Leyland Traktör)

FAR ANAHTARLARI

- . FK/25 Far-kontak anahtarı (Fiat)
- . F4/25 Far anahtarı 4 pozisyonlu (Ford, Inter)
- . F6/25 Far anahtarı 6 pozisyonlu (Leyland)
- . F4K/25 Kornalı far anahtarı Korna + 4 pozisyon (Massey Ferguson)

GÜVENLİK ANAHTARLARI

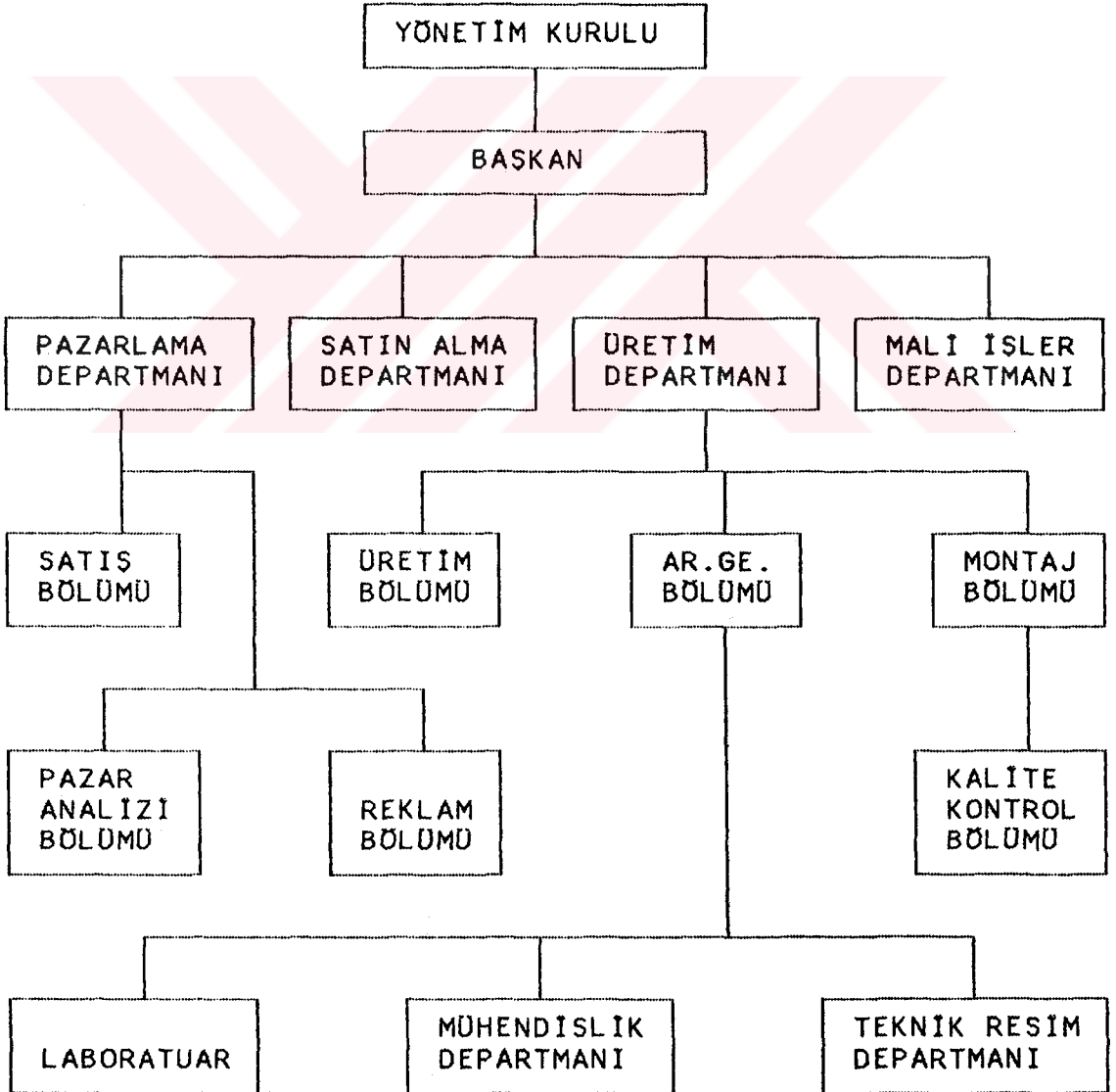
- . SA/5 Sinyal anahtarı (Fiat, Massey, Ford, Ihi Sbaura v.d.)
- . F4/A Dörtlü flaşör anahtarı (Massey v.d.)
- . FO/5 Fren otomatığı (Massey, Ford, Ihi Sbaura)
- . O/35 Vites otomatığı (Ford, Massey, Ihi Sbau.)

KORNA DÜĞMELERİ

- . K12 Korna düğmesi 12 mm Çap (Ihi Sbaura)
- . K19 Korna düğmesi 19 mm Çap (Ford)
- . MK22 Marş korna düğmesi 22 mm Çap (Tümünde)

4.1.3. ORGANİZASYON YAPISI

Bir işletmenin organizasyon yapısını en genel ve en açık şekliyle karakterize etmeye yarayan araç, organizasyon şemasıdır. Bu şema, organizasyon yapısına ait statik bir tablo ortaya koymakla beraber, oldukça soyut bir kavram olan organizasyonel yapının da en somut ifadesidir. Bu nedenle uygulama yapılan işletmenin organizasyonel yapısı, organizasyon şeması ile sunulacaktır.



Şekil 4-1 Emas'ın Organizasyon Şeması

4.2. SINIR ŞALTERLERİ

4.2.1. SINIR ŞALTERLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

A- KONSTRÜKSİYON

Sınır şalter kutuları alüminyum veya plastik malzemelerden üretilmekte olup, kutu ve kapak bazı modellerde iki ayrı malzemenin birlikte kullanılmasını gerektirebilmektedir. Şalterler esas itibarı ile klasik, tırnaklı ve prizmatik olmak üzere üç ayrı modelden meydana gelmektedir. Klasik modellerin malzemesi alüminyum olup, isteğe bağlı olarak sac kapaklı olarak da imal edilebilirler. Bunların montaj ve ayar delikleri içeridedir. Tırnaklı tiplerde ise, kutu alüminyum, kapak ise plastik malzemeden oluşmaktadır. Bunların montaj ve ayar delikleri dışarıda olduğundan montajda kolaylık sağlarlar. Prizmatik tiplerde ise su anda kutular plastik olarak üretilmektedir. Ancak çok kısa bir süre sonra bu tiplerin de alüminyum modelleri imalata girecektir. Prizmatik modellerin de ayarları dışarıdan yapılabilmektedir.

B- KONTAK BLOK

Kontak bloklar, klasik ve tırnaklı tiplerde, kuttan müstakil parçalar olarak üretilmektedirler. Buna karşın prizmatik plastik tiplerde ise, kontak bloklar gövdenin bir parçasını teşkil eder. Kontaklar, ani ya da yavaş hareketli olarak iki ayrı tipte ve gümüş perçinli olarak imal edilmektedir. Elektrik devreleri 1 NC + 1 NO olabilmektedir.

C- TEKNİK BİLGİLER

Nominal akım	:	6A AC
Nominal gerilim	:	250 V AC
Kullanma sınıfı	:	AC 11
Koruma sınıfı	:	IP 65 (Duyar blok grubu MIM11 ve MIP11 olursa IP 41)
Çalışma sıcaklığı	:	-20 ile +125 C arası
İzolasyon test gerilimi	:	2500 V AC (1 dakika için)
İzolasyon direnci	:	> 100 Mega-Ohm
Mekanik ömür	:	10 000 000 açma-kapama (minimum)
Elektriksel ömür	:	1 000 000 açma-kapama (minimum)

D- KODLAMA

Sınır şalterlerde iki tür kodlama söz konusudur. Bunlardan birincisi, üretim aşamasında ilgili bölümlerce kullanılan reçete kodu, ikincisi ise ürünün satışı esnasında kullanılan ticari kodudur. Lineer programlama modelinin uygulanması sırasında kullanılacak olan kodlar, ürünlerin piyasadaki adlarını teşkil eden ticari kodlarıdır. Bu kodlama sisteminde, ön sırada yer alan ilk üç harf kontak blok grubunu, sonra gelen harfler ve rakamlar ise üründe kullanılan duyar blok grubunu karakterize etmektedir. Bu kodlama sistemindeki tek istisna Bab1* dır. Bu mamul tüm sınır şalterlerin bünyesinde mevcuttur. Ancak Bab1* doğrudan doğruya satışa sunulabilen ayrı bir mamul özelliği göstermektedir.

BAX MİP 21	
KUTU TİPİ HOUSING TYPE	
Z	- Klasik Al. Kutu + Al. Kapak Classic al. housing + Al. cover
M	- Klasik Al. Kutu + Sac Kapak Classic al. housing + sheet ir. cover
P	- Prizmatik Pl. Kutu + Pl. Kapak Prizmatik Pl. housing + Pl. cover
R	- Prizmatik Al. Kutu + Al. Kapak Prizmatik Al. housing + Al. cover
T	- Prizmatik Al. Kutu + Pl. Kapak Prizmatik Al. housing + Pl. cover
X	- Tırmıklı Al. Kutu + Pl. Kapak Hooked up Al. housing + Pl. cover
S	- Tırmıklı Al. Kutu + Sac Kapak Hooked up Al. housing + sheet ir. cov.
L	- Tırmıklı Pl. Kutu + Pl. Kapak Hooked up pl. housing + Pl. cover
KONTAK HAREKETİ CONTACT MODE	
A	- Ani hareketli Snap action
O	- Yavaş hareketli Slow action
ELEKTRİK DEVRESİ ELECTRICAL CIRCUIT	
A	- 2 Normal Kapalı 2 NC Contact
B	- 1 Normal Kapalı + 1 Normal Açık 1 NC + 1 NO
C	- 2 Normal Açık 2 NO Contact
D	- 2 Normal Kapalı + 2 Normal Açık 2 NC + 2 NO
UÇ ELEMANI CİNSİ END UNIT TYPE	
M	- Makara Roller
P	- Pim Plunger
S	- Spiral Spiral
F	- Fleksibl Çubuk Flexible stick
R	- Rijit Çubuk Rigid stick
DUYAR BLOK YAPISI ACTUATING UNIT	
I	- Açısal Hareket 1 Yön Angular action. Single appro
E	- Açısal Hareket 2 Yön Angular action. Double appro
O	- Açısal Hareket Çok Yön Angular action. Multiple appro
U	- Doğrusal Hareket Linear action.
UÇ ELEMANI MALZEMESİ END UNIT MATERIAL	
P	- Plastik Plastic
M	- Metal Metallic
L	- Lastik Rubber
B	- Bakalit Bakelite
F	- Fiber Fiber

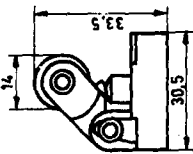
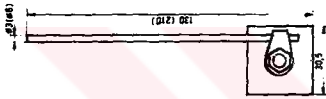
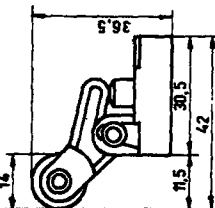
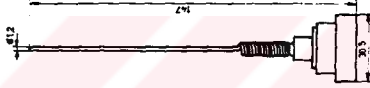
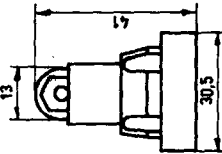
Örnek olarak BAX MİP 21 verilmiştir.
Example: BAX MİP 21

(Duyar Blok Şekillerine Bakınız.) Özel No
See to actuating unit figure's Special Number

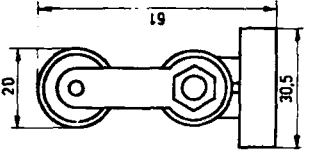
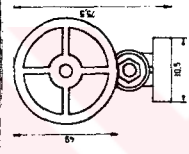
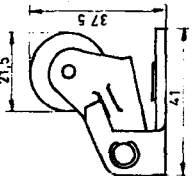
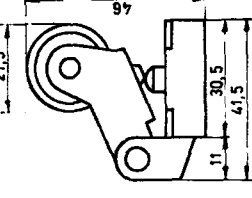
Sekil 4-2 Sınır Şalterlerde Kodlama

	BAZ- Klasik Al. Kutu Al. Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Classic al. housing. Al. cover</i> <i>Snap action. 1 NC + 1 NO</i>
	BAM- Klasik Al. Kutu Sac Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Classic al. housing. Sheet iron cover. Snap action. 1 NC + 1 NO</i>
	DAZ- Klasik Al. Kutu Al. Kapak Ani Hareketli 2 Normal Kapalı 2 Normal Açık <i>Classic al. housing. Al. cover. Snap action. 2 NC + 2 NO</i>
	BAX- Tırmıklı Al. Kutu Pl. Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Hooked up al. Housing. Pl. cover</i> <i>Snap action 1 NC + 1 NO</i> BAS- Tırmıklı Al. Kutu Sac Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Hooked up al. Housing. Sheet iron cover. Snap action 1 NC + 1 NO</i> BAL- Tırmıklı Pl. Kutu Pl. Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Hooked up pl. Housing. Plas. cover</i> <i>Snap action 1 NC + 1 NO</i>
	BAP- Prizmatik Pl. Kutu Plastik Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Prismatic pl. housing Pl. cover</i> <i>Snap action. 1 NC + 1 NO</i>
	BAR- Prizmatik Al. Kutu Al. Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Prismatic pl. housing Al. cover</i> <i>Snap action 1 NC + 1 NO</i> BAT- Prizmatik Al. Kutu Pl. Kapak Ani Hareketli 1 Normal Kapalı 1 Normal Açık <i>Prismatic al. housing pl. cover</i> <i>Snap action 1 NC + 1 NO</i>

Sekil 4-3 Kontak Blok Grubu

MIP 31- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 1 Yönlü Plastik Makaralı Plastic construction. Angular action Single approaching. Plastic roller MIM 31- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 1 Yönlü Metal Makaralı Plastic construction. Angular action Single approaching. Metallic roller. 	REM 10- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 2 Yönlü Metal Rijit Çubuklu (Ø3x120) Plastic construction. Angular action Double appr. Metallic rigid stick (Ø3x120) REM 20- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 2 Yönlü Metal Rijit Çubuklu (Ø6x200) Plastic construction. Angular action Double appr. Metallic rigid stick. (Ø6x200) REF 10- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 2 Yönlü Fiber Rijit Çubuklu (Ø3x120) Plastic construction. Angular action. Fiber rigid stick. (Ø3x120) REF 20- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 2 Yönlü Fiber Rijit Çubuklu (Ø6x200) Plastic construction. Angular action. Double appr. Fiber rigid stick. (Ø6x200) 	MIP 41- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 1 Yönlü Plastik Makaralı Plastic construction. Angular action Single approaching. Plastic roller MIM 41- Plastik Konst. Açısıl Hareketli 1 Yönlü Metal Makaralı Plastic construction. Angular action Single approaching. Metallic roller. 	SOM 10- Plastik Konst. Açısıl Hareketli Çok Yönlü Spiral Telli Plastic construction. Angular action Multiple approaching. Spiral wire 	MUM 33- Plastik Konst. Doğrusal Hareketli 3 Yönlü Metal Makaralı Plastic construction. Linear action Three approaching. Metallic roller PUM 21- Plastik Konst. Doğrusal Hareketli 1 Yönlü Metal Makaralı Plastic construction. Linear action Single approaching. Metallic roller 	ROP 10- Plastik Konst. Açısıl Hareketli Çok Yönlü Plastik Rijit Çubuklu (Ø9x60) Plastic constr. Angular action Multiple approaching. Fiber rigid stick (Ø9x60) ROF 10- Plastik Konst. Açısıl Hareketli Çok Yönlü Fiber Rijit Çubuklu (Ø9x60) Plastic constr. Angular action Multiple approaching. Fiber rigid stick (Ø9x60) 
---	---	---	---	--	---

Sekil 4-4-A Duyar Blok Grubu

 MEP 12- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Plastik Makaralı <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Plastic roller</i> MEM 12- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Metal Makaralı <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Metallic roller.</i>	 MEL 22- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Lastik Makaralı <i>Plastic construction. Angular action Single approaching. Rubber roller</i>
 MIP 11- Sac Konst. Açışal Hareketli 1 Yönlü Plastik Makaralı <i>Sheet construction. Angular action Single approaching. Plastic roller</i> MIM 11- Sac Konst. Açışal Hareketli 1 Yönlü Metal Makaralı <i>Sheet construction. Angular action. Single approaching. Metallic roller.</i>	 MEP 92- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Ayarlanabilir Plastik Makaralı <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Plastic roller (Size adjustable)</i> MEM 92- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Ayarlanabilir Metal Makaralı <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Metallic roller. (Size adjustable)</i>
 MIP 21- Metal Konst. Açışal Hareketli 1 Yönlü Plastik Makaralı <i>Metallic construction. Angular action Single approaching. Plastic roller</i> MIM 21- Metal Konst. Açışal Hareketli 1 Yönlü Metal Makaralı <i>Metallic construction. Angular action Single approaching. Metallic roller.</i>	 SEP 20- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Spiral Telli Plastik Uçlu <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Spiral and plastic point</i> SEM 20- Plastik Konst. Açışal Hareketli 2 Yönlü Spiral Telli Metal Uçlu <i>Plastic construction. Angular action Double approaching. Spiral and metallic point</i>

Sekil 4-4-B Dıyar Blok Grubu

4.2.2. SINIR ŞALTERLERİN İŞLEM GÖRDÜĞÜ TEZGAHLAR

Sınır şalterleri, Üretim aşamasında, tiplerine göre Üç ayrı departmanda işlem görmektedir. Sözü edilen bu departmanlar ve bunlardaki mevcut makinalar şöyledir:

1) PLASTİKHANE MAKİNA PARKI

Enjeksiyonlar	= 8 Adet
Bakalit presleri	= 3 Adet
Makaslı enjeksiyonlar	= 2 Adet
El presleri	= 2 Adet
Kırma makinaları	= 2 Adet
Hammadde kurutma makinası	= 2 Adet
Hammadde karıştırma makinası	= 1 Adet
Toplam	= 20 Adet

2) PRESHANE MAKİNA PARKI

80 Tonluk presler	= 2 Adet
40 Tonluk presler	= 3 Adet
25 Tonluk presler	= 3 Adet
10 Tonluk presler	= 2 Adet
5 Tonluk presler	= 1 Adet
1 Tonluk presler	= 2 Adet
0.5 Tonluk presler	= 2 Adet
Toplam	= 15 Adet

3) REVOLVERHANE MAKİNA PARKI

Ø42'lik revolver	= 1 Adet
Ø30'luk revolver	= 1 Adet

Ø22'lik revolver = 2 Adet

Ø16'lik revolver = 1 Adet

Otomat tezgahı = 1 Adet

Toplam = 6 Adet

Herbir ürün sahip olduğu modele göre, değişik tipteki tezgahlarda, belli süreler uyarınca işlem görmek mecburiyetindedir. Sınır şalterleri listesinde bulunan 41 adet ürüne ait olmak üzere, tezgah ve makinalardaki işlem süreleri Tablo 4-1-A ve Tablo 4-1-B de gösterilmektedir.

4.2.3. SINIR ŞALTERLERDE İŞÇİLİKLER

Sınır şalterlerin üretimi sırasında var olan işçilikleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- 1) Plastik işçiliği,
- 2) Pres işçiliği,
- 3) Revolver işçiliği,
- 4) Montaj işçiliği,
- 5) Kontrol işçiliği,
- 6) Kutulama işçiliği.

Not: Plastik, pres ve revolver işçilikleri, ürünlerin işlem gördüğü plastik, pres ve revolver tezgahlarındaki işlem sürelerinin toplamı olarak belirlenmiştir. Örneğin, bir ürüne ait plastik işçiliği süresi, aynı ürünün plastik tezgahlarındaki işlem sürelerinin toplamına eşit olmaktadır. Ürünlere ait işçilik süreleri, Tablo 4-2 de gösterilmektedir.

Tablo 4-1-A Ürünlerin Tezgahlardaki İşlem Süreleri (Sn)

ÜRÜN KODU	P R E S L E R				R E V O L V E R	
	0-15T EX.PRES	20-40T EX.PRES	60-80T EX.PRES	ZIMPARA MAKİNA	REVOLVER ORTA	REVOLVER KÜÇÜK
BAZMIP11	100.8	12	80	72	-	560
BAZMIM11	100.8	12	80	72	46	560
BAZMIP31	88.8	15	-	72	-	606
BAZMIM31	88.8	15	-	72	-	639
BAZMEP12	88.8	35	-	72	-	557
BAZMEM12	91.8	35	-	72	-	603
BAZSOM10	88.8	12	-	72	-	559
BAZPUM21	91.8	15	-	72	-	559
BAZMUM33	91.8	15	-	72	-	686
DAZMIP11	189.6	24	80	72	-	1051
BAMMIP11	100.8	24	80	45	-	560
BAXMIP21	61.8	15	27	-	-	589
BAZMIM21	88.8	12	-	72	46	635
BAXMIP31	61.8	15	-	-	-	606
BAXMIM31	61.8	15	-	-	-	639
BAXMEP12	61.8	35	-	-	-	557
BAXMEM12	64.8	35	-	-	-	603
BAXPUM21	64.8	15	-	-	-	559
BAXMUM33	64.8	15	-	-	-	686
BAXSOM10	61.8	12	-	-	-	559
BAXROP10	61.8	12	-	-	-	559
BAXMEL22	61.8	35	-	-	-	541
BAPMIP31	88.8	15	-	-	-	606
BAPMIM31	88.8	15	-	-	-	639
BAPMEP12	88.8	35	-	-	-	557
BAPMEM12	91.8	35	-	-	-	603
BAPSOM10	88.8	12	-	-	-	559
BAPPUM21	91.8	15	-	-	-	559
BAPMUM33	91.8	15	-	-	-	686
BABL*	88.8	12	-	-	-	496
MIP31	-	3	-	-	-	115
MIP11	12.0	-	80	-	-	58
MIM11	12.0	-	80	-	46	58
MEP12	-	23	-	-	-	66
MEM12	3.0	23	-	-	-	112
SOM10	-	-	-	-	-	68
PUM21	3.0	3	-	-	-	68
MUM33	3.0	3	-	-	-	195
BAZ*	88.8	12	-	72	-	491
BAP	88.8	12	-	-	-	491
DAZ*	117.6	24	-	72	-	987

Tablo 4-1-B Ürünlerin Tezgahlardaki İşlem Süreleri (Sn)

ÜRÜN KODU	P L A S T I K				D İ Ğ E R L E R İ	
	PL.ENJ. 0-50	PL.ENJ. 100-150	PL.ENJ. 200-300	MAKAS PL.PRES	TEKAPIRINT 1R	KÜÇÜK MATKAP
BAZMIP11	66	9	-	7	-	716
BAZMIM11	66	5	-	7	-	716
BAZMIP31	72	15	-	7	-	716
BAZMIM31	69	15	-	7	-	716
BAZMEP12	70	19	-	76	-	716
BAZMEM12	64	19	-	76	-	716
BAZSOM10	64	37	-	7	-	716
BAZPUM21	64	19	-	7	-	716
BAZMUM33	64	19	-	7	-	716
DAZMIP11	92	14	-	21	-	901
BAMMIP11	66	9	-	7	16	684
BAXMIP21	60.5	24	-	7	16	716
BAZMIM21	65.5	10	-	7	-	716
BAXMIP31	67	25	-	7	16	716
BAXMIM31	64	25	-	7	16	716
BAXMEP12	65	29	-	76	16	716
BAXMEM12	59	29	-	76	16	716
BAXPUM21	59	29	-	7	16	716
BAXMUM33	59	29	-	7	16	716
BAXSOM10	59	47	-	7	16	716
BAXROP10	59	127	-	7	16	716
BAXMEL22	59	29	-	116	16	716
BAPMIP31	45	20	17	7	16	-
BAPMIM31	42	20	17	7	16	-
BAPMEP12	43	24	17	76	16	-
BAPMEM12	37	24	17	76	16	-
BAPSOM10	37	42	17	7	16	-
BAPPUM21	37	24	17	7	16	-
BAPMUM33	37	24	17	7	16	-
BABL*	35	5	-	7	-	-
MIP31	8	10	-	-	-	-
MIP11	7	4	-	-	-	-
MIM11	7	-	-	-	-	-
MEP12	6	14	-	69	-	-
MEM12	-	14	-	69	-	-
SOM10	-	32	-	-	-	-
PUM21	-	14	-	-	-	-
MUM33	-	14	-	-	-	-
BAZ*	59	5	-	7	-	716
BAP	32	10	17	7	16	-
DAZ*	85	10	-	21	-	901

Tablo 4-2 Ürönlere Ait İscilik Süreleri (Sn)

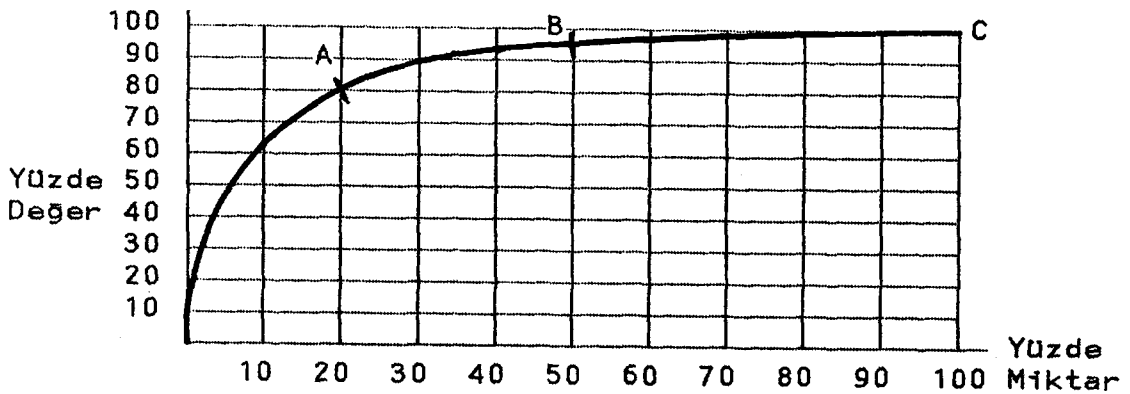
ÜRÜNÜN TİCARİ KODU	İ S C İ L İ K L E R						TOPLAM SÜRE (SN)
	KONTROL	KUTULAMA	MONTAJ	PLASTİK	PRES	REVOLVER	
BAZMİP11	54	43	2007	82	264.8	560	3010.8
BAZMİM11	54	43	2007	78	264.8	606	3052.8
BAZMİP31	54	43	2105	94	175.8	606	3077.8
BAZMİM31	54	43	2105	91	175.8	639	3107.8
BAZMEP12	54	43	2133	165	195.8	557	3147.8
BAZMEM12	54	43	2133	159	198.8	603	3190.8
BAZSOM10	54	43	2042	108	172.8	559	2978.8
BAZPUM21	54	43	1973	90	178.8	559	2897.8
BAZMUM33	54	43	2042	90	178.8	686	3093.8
DAZMİP11	256	43	3925	127	365.6	1051	5767.6
BAMMİP11	54	43	2007	82	249.8	560	2995.8
BAXMİP21	54	43	2105	91.5	103.8	589	2986.3
BAZMİM21	54	43	2105	82.5	172.8	681	3138.3
BAXMİP31	54	43	2105	99	76.8	606	2983.8
BAXMİM31	54	43	2105	96	76.8	639	3013.8
BAXMEP12	54	43	2133	170	96.8	557	3053.8
BAXMEM12	54	43	2133	164	99.8	603	3096.8
BAXPUM21	54	43	1973	95	79.8	559	2803.8
BAXMUM33	54	43	2042	95	79.8	686	2999.8
BAXSOM10	54	43	2042	113	73.8	559	2884.8
BAXROP10	54	43	2042	193	73.8	559	2964.8
BAXMEL22	54	43	2133	204	96.8	541	3071.8
BAPMİP31	54	43	1268	89	103.8	606	2163.8
BAPMİM31	54	43	1268	86	103.8	639	2193.8
BAPMEP12	54	43	1296	160	123.8	557	2233.8
BAPMEM12	54	43	1296	154	126.8	603	2276.8
BAPSOM10	54	43	1205	103	100.8	559	2064.8
BAPPUM21	54	43	1136	85	106.8	559	1983.8
BAPMUM33	54	43	1205	85	106.8	686	2179.8
BABL*	-	-	891	47	100.8	496	1534.8
MİP31	-	-	200	18	3	115	336
MİP11	-	-	102	11	92	58	263
MİM11	-	-	102	7	92	104	305
MEP12	-	-	228	89	23	66	406
MEM12	-	-	228	83	26	112	449
SOM10	-	-	137	32	-	68	237
PUM21	-	-	68	14	6	68	156
MUM33	-	-	137	14	6	195	352
BAZ*	-	-	1797	71	172.8	496	2536.8
BAP	-	-	960	66	100.8	491	1617.8
DAZ*	-	-	3367	116	273.6	987	4743.6

4.3. PARETO ANALİZİ

Bir faaliyetin değişmeyen akışından doğan sonuçların değerlendirilmesinde karşılaşılan genel zorluk, farklı insanların aynı netice üzerinde farklı değer yargıları ortaya koyması gerçeğinden kaynaklanır. Bu nedenle, herhangi bir başarının derecesi azaltılmaksızın, maksimum verimi sağlayacak yöntemler aranmalıdır. Bu konuda incelemeler yapan Pareto, İngiltere, Almanya, İtalya ve Peru gibi ülkelerden elde ettiği istatistiksel verileri bir araya getirmiş ve sonuçları matematiksel bir dağılımla ifade etmiştir.

Pareto Dağılımı $F(X) = 1 - X^{-\alpha}$ (α : Parametrik sabit)

Pareto dağılımına göre, sebeplerin en önemli % 20'si sonuçların % 80'ine, sonra gelen % 30'u sonuçların % 15'ine ve geri kalan % 50'si ise sonuçların sadece % 5'ine neden olmaktadır. Bu değerlendirmeyi kısaca şu şekilde ifade etmek mümkündür; "Herhangi bir olaya kuvvetle etki yapan unsurların sayısı genellikle azdır, fakat etkisi az olan çoğunluğu da ihmal etmemek gerekir." Şekil 4-5, Pareto dağılım eğrisini karakterize eder [11].



Şekil 4-5 Pareto Eğrisi

4.3.1. ÜRÜNLERİ SINIFLANDIRMADA PARETO ANALİZİ

Değişik türde maliyetlerin sözkonusu olduğu durumlarda, stokta bulunan her bir eleman için, aynı envanter yönetim tekniğini kullanmak, uygun bir yöntem olmayabilir. Bu nedenle Pareto Analizi, stok elemanlarının sınıflandırılması ve buna göre uygun envanter yönetim sisteminin belirlenmesi konularında, yaygın olarak kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Esasen ekonomide ortaya atılan bu kuralı, pek çok alana uygulamak mümkündür. Pareto Analizi'nin, stok elemanlarının sınıflandırılmasında kullanılan özel ismi ABC Analizidir ve uygulama itibarı ile her ikisi de aynı yapıdadır.

Pareto Analizi, elemanları satış değerine göre (ekseriyetle yıllık cirolarına göre) sınıflandırır. Genel olarak envanterdeki ürünlerin küçük bir bölümünden (yüzde 10 civarında) elde edilen gelir, toplam ciro değerinin çok büyük bir kısmını (yaklaşık yüzde 70'ini) oluşturmaktadır. Sözü edilen bu ürünler Pareto Analizinde A sınıfı elemanlar olarak isimlendirilirler. Stok elemanlarının yaklaşık olarak yüzde 30'u toplam cironun yüzde 20'sine sahiptir ve bunlara da B sınıfı stok elemanları adı verilir. Geriye kalan ve C sınıfı elemanlar olarak isimlendirilen stok elemanları ise envanter kalemleri arasında büyük bir yer tutmalarına rağmen (yüzde 60 civarında), toplam ciro değerinin çok küçük bir parçasına (yaklaşık yüzde 10'una) haizdirler. Pareto Analizi uygulamasında izlenecek yol şu şekildedir:

- (1) Tüm stok elemanlarının listesi çıkarılır.
- (2) Bu elemanlar toplam yıllık tüketim

değerlerine göre, en yüksek değere sahip olan en üstte olmak üzere sıraya koyulur.

(3) Her bir elemanın, genel toplamın yüzde kaçını oluşturduğu hesaplanır.

(4) Üçüncü adımda hesaplanan yüzdelerin kümülatifleri bulunur.

(5) Kümülatif yüzdeler incelenerek örneğin, 70/20/10 gibi bir ayırım yapılması isteniyorsa (bu yüzdeler kesin rakamlar değildir) yüzde 70'lik toplam değerini veren malzemeler A grubunu, yüzde 20'lik toplam değeri veren malzemeler B grubunu, geriye kalanlar da C grubunu oluşturacak şekilde liste 3 gruba ayrılır [12].

Malzemeler Pareto Analizi ile gruplara ayrıldıktan sonra her grubun stok politikası ayrı ayrı belirlenir. A grubu stok elemanları için çok dikkatli ve ciddi bir yönetim sistemi uygulanmalıdır. Bunun iki nedeni vardır:

1-Sayılarının az ve bundan dolayı kontrollerinin ve yönetilmelerinin kolay olması.

2- Kontrollere ayrılan yatırımın, organizasyona daha büyük kazançlar sağlaması [13].

Bu nedenle A grubu elemanlarının kontrolü sürekli yapılır ve emniyet stoğunun az tutulmasına özen gösterilir. B grubu elemanlar için de, sürekli kontrol uygulanabilir, fakat emniyet stokları daha fazla alınabilir. C grubu için ise periyodik kontroller yapılabilir veya çift kutu sistemi uygulanabilir [12].

4.3.2. İŞLETMEDE PARETO ANALİZİ UYGULAMASI

İşletmede, sınır salterleri için yapılan Pareto Analizinde, sınıflandırma kriteri olarak 80/15/5 seçilmiş olup, satış listesinde bulunan 41 ürün ele alınmıştır.

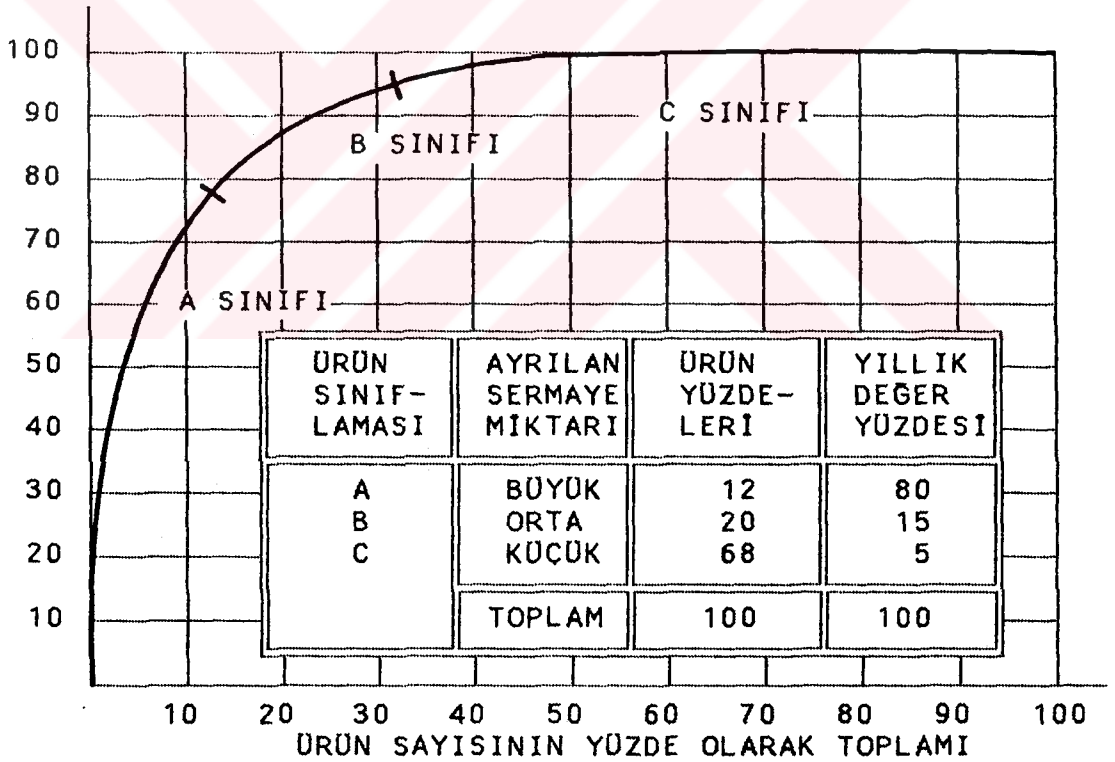
Tablo 4-3 Pareto Analizi

ÜRÜN KODU	SATIS MIKTARI	SATIS FİYATI	YILLIK DEĞERİ	YÜZDE	KÜM. YÜZDE	YAPILAN AYRIM
BAZMİP11	18616	60000	1116960000	40.68	40.68	A
BABL*	17974	26500	476311000	17.35	50.02	A
BAZMİM11	3362	61500	206763000	7.53	65.55	A
BAZSOM10	3000	60000	180000000	6.56	72.11	A
BAZMEP12	2651	61500	163036500	5.94	78.05	A
BAZMUM33	1623	61500	99814490	3.63	81.68	B
BAPMİP31	2264	44000	99616000	3.63	85.31	B
BAZPUM21	876	58000	50808000	1.85	87.16	B
BAPMUM33	1053	45500	47911500	1.74	88.90	B
BAPMEP12	1018	45500	46319000	1.69	90.59	B
BAPSOM10	1035	44000	45540000	1.66	92.25	B
BAXMİP21	654	63000	41202000	1.50	93.75	B
BAZMEM12	554	63000	34902000	1.27	95.02	B
BAPPUM21	807	42000	33894000	1.23	96.25	C
BAXSOM10	270	60000	16200000	0.59	96.84	C
BAXMEP12	235	61500	14452500	0.53	97.37	C
BAPMİM31	304	45500	13832000	0.50	97.87	C
DAZMİP11	92	111000	10212000	0.37	98.25	C
BAXMİP31	160	60000	9600000	0.35	98.60	C
MİP11	883	9000	7947000	0.29	98.89	C
BAXMEM12	125	63000	7875000	0.29	99.17	C
BAXMEL22	85	67000	5695000	0.21	99.38	C
BAZMİP31	55	60000	3300000	0.12	99.50	C
MUM33	291	10500	3055500	0.11	99.61	C
SOM10	318	9000	2862000	0.10	99.72	C
BAZ*	47	51000	2397000	0.09	99.80	C
BAPMEM12	22	47000	1034000	0.04	99.84	C
MEP12	91	10500	955500	0.03	99.87	C
MİM11	89	10500	934500	0.03	99.91	C
BAXMUM33	15	61500	922500	0.03	99.94	C
BAZMİM31	14	61500	861000	0.03	99.97	C
PUM21	45	7000	315000	0.01	99.99	C
BAXPUM21	5	58000	290000	0.01	100.0	C
BAMMİP11	1	60000	60000	0.00	100.0	C
BAP	1	35000	35000	0.00	100.0	C
MEM12	1	12000	12000	0.00	100.0	C
MİP31	1	9000	9000	0.00	100.0	C
BAZMİM21	-	64500	0	0.00	100.0	C
BAXMİM31	-	60000	0	0.00	100.0	C
BAXROP10	-	60000	0	0.00	100.0	C
DAZ*	-	102000	0	0.00	100.0	C

4.3.3. UYGULAMANIN GRAFİK GÖSTERİMİ

İşletmede 1991 yılı verilerine dayanarak yapılan Pareto Analizi uygulamasında 5 ürün A grubuna, 8 ürün B grubuna ve 28 ürün de C grubuna ayrılmıştır. Ürünlere ait talep tahminlerinin yapılması sırasında, yardımcı birer araç olarak hizmet verecek olan bu gruplandırmalar, Şekil 4-6 da Pareto Eğrisi şeklinde gösterilmektedir.

YILLIK DEĞER
YÜZDELERİ
TOPLAMI



Şekil 4-6 İşletme Verilerine Göre Pareto Analizi

4.4. SATIŞ TAHMİNLERİ

Sınır salterleri için planlama dönemine ait satış tahminleri yapılırken, geçmiş 4 yılın verilerinden ve Pareto Analizi sonuçlarından yararlanılmıştır. Pareto sınıflaması sonucunda A, B ve C gruplarına ayrılan ürünler arasından, yıllık toplam değer yaklaşık yüzde 95'ini oluşturan A ve B grubu ürünleri için, işletme politikası uyarınca alt ve üst satış limitleri belirlenmiştir. Bu tip ürünlere ait talep, belli alıcılardan ve rekabete dayalı serbest piyasadan gelmekte olup, üretim miktarının en azından sürekli müşterilerin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olması gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle A ve B grubu ürünlerin satış tahminleri yapılırken, ilkönce, aynı periyotlara ait yüzde satış ortalamalarından olan sapmalar belirlenmiş, bu sapma değerleri standart sapmaya dönüştürülerek, A grubu ürünlerde $\pm 3\sigma$ ve B grubu ürünlerde ise $\pm 2\sigma$ sınırları kabul edildikten sonra yıllık olarak alt ve üst kontrol limitleri bulunmuştur. Yıllık olarak elde edilen alt ve üst kontrol limitleri, aylık yüzde satış değerleri ile çarpılarak söz konusu ürünlere ait olmak üzere minimum ve maksimum aylık satış tahminlerine geçilmiştir [14].

Not: B grubu ürünler arasında yer alan Bapmip31 Bapmum33, Bapmep12 ve Bapsom10, son üç yıl zarfında piyasaya sürüldüğünden dolayı, satış tahminlerinde sözü edilen yılların satış verileri kullanılmıştır. Aynı şekilde Baxmip21 de son 6 ay içinde üretilmeye başlanmış olup, bu yeni ürüne ait maksimum aylık satış değeri olan 209 üst kontrol limiti olarak ve minimum aylık satış değeri olan 20 de alt kontrol limiti olarak benimsenmiştir.

ÜRÜN KODU: BAZMIP11

Tablo 4-4 BAZMIP11 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	2315	10.95	1635	7.87	1879	8.91	1925	10.34	9.52	9.52
ŞB.	2955	13.98	1616	7.78	1370	6.94	1606	8.63	9.22	18.74
MART	1670	7.90	2442	11.75	34	0.16	1845	9.91	7.43	26.17
NİS.	1926	9.11	1842	8.86	2594	12.30	1274	6.84	9.28	35.45
MAY.	695	3.29	1539	7.41	2485	11.78	2270	12.20	8.67	44.12
HAZ.	2026	9.58	1794	8.63	1325	6.28	1180	6.34	7.71	51.83
TEM.	1120	5.30	1103	5.31	1233	5.85	1160	6.23	5.67	57.50
AĞ.	2450	11.58	1450	6.98	2357	11.17	1715	9.21	9.74	67.24
EY.	2189	10.35	1131	5.44	1635	7.75	1216	6.53	7.52	74.76
EK.	1540	7.28	3436	16.54	3145	14.91	2250	12.09	12.70	87.46
KAS.	1625	7.69	1768	8.51	1157	5.48	1525	8.19	7.46	94.92
AR.	632	2.99	1023	4.92	1881	8.92	650	3.49	5.08	100.0
TOP=	21143	100	20779	100	21095	100	18616	100	100	-

Tablo 4-5 BAZMIP11 İçin Sapma Kareler

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	9.52	10.95	2.0449	7.87	2.7225	8.91	0.3721	10.34	0.6724
ŞB.	9.22	13.98	22.657	7.78	2.0736	6.49	7.4529	8.63	0.3481
MART	7.43	7.90	0.2209	11.75	18.662	0.16	52.852	9.91	6.1504
NİS.	9.28	9.11	0.0289	8.86	0.1764	12.30	9.1204	6.84	5.9536
MAY.	8.67	3.29	28.944	7.41	1.5876	11.78	9.6721	12.20	12.460
HAZ.	7.71	9.58	3.4969	8.63	0.8464	6.28	2.0449	6.34	1.8769
TEM.	5.67	5.30	0.1369	5.31	0.1296	5.85	0.0324	6.23	0.3136
AĞ.	9.74	11.58	3.3856	6.98	7.6176	11.17	2.0449	9.21	0.2809
EY.	7.52	10.35	8.0089	5.44	4.3264	7.75	0.0529	6.53	0.9801
EK.	12.70	7.28	29.376	16.54	14.745	14.91	4.8841	12.09	0.3721
KAS.	7.46	7.69	0.0529	8.51	1.1025	5.48	3.9204	8.19	0.5329
AR.	5.08	2.99	8.9401	4.92	0.0256	8.92	14.745	3.49	2.5281
TOP=	100	100	107.29	100	54.015	100	107.19	100	32.469

TOPLAM SAP.KA= 300.964 STANDART SAPMA= 2.530 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 20 408.25

ÜST KONTROL LİMİTİ= 21 958

ALT KONTROL LİMİTİ= 18 860

ORDU KODU: BABL*

Tablo 4-6 BABL* İçin Aylık Satış Yüzdeleeri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	1890	9.00	3060	11.05	1910	7.75	1	0.00	6.95	6.95
ŞB.	1615	7.69	2340	8.45	2490	10.10	1342	7.47	8.43	15.88
MART	4330	20.63	1080	3.90	2810	11.40	2330	12.96	12.22	27.60
NİS.	1170	5.58	1840	6.65	2440	9.90	1940	10.79	8.23	35.83
MAY.	1350	6.43	1560	5.63	2685	10.90	2370	13.19	9.04	44.87
HAZ.	1710	8.15	3300	11.92	1410	5.72	1850	10.29	9.02	53.89
TEM.	1080	5.15	1710	6.18	1220	4.95	1942	10.81	6.77	60.66
AĞ.	2160	10.29	2480	8.96	2360	9.58	1440	8.01	9.21	69.87
EY.	1510	7.19	3420	12.35	1440	5.84	1050	5.84	7.81	77.68
EK.	1085	5.17	1200	4.34	1110	4.50	1980	11.02	6.25	83.93
KAS.	2460	11.72	2995	10.82	3360	13.64	1579	8.79	11.24	95.17
AR.	630	3.00	2700	9.75	1410	5.72	150	0.83	4.83	100.0
TOP=	20990	100	27685	100	24645	100	17974	100	100	-

Tablo 4-7 BABL* İçin Sapma Kareler

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	6.95	9.00	4.2025	11.05	16.810	7.75	0.6400	0.00	48.302
ŞB.	8.43	7.69	0.5476	8.45	0.0004	10.10	2.7889	7.47	0.9216
MART	12.22	20.63	70.728	3.90	69.222	11.40	0.6724	12.96	0.5476
NİS.	8.23	5.58	7.0225	6.65	2.4964	9.90	2.7889	10.79	6.5536
MAY.	9.04	6.43	6.8121	5.63	11.628	10.90	3.4596	13.19	17.222
HAZ.	9.02	8.15	0.7569	11.92	8.4100	5.72	10.890	10.29	1.6129
TEM.	6.77	5.15	2.6244	6.18	0.3481	4.95	3.3124	10.81	16.321
AĞ.	9.21	10.29	1.1664	8.96	0.0625	9.58	0.1369	8.01	1.4400
EY.	7.81	7.19	0.3844	12.35	20.611	5.84	3.8809	5.84	3.8809
EK.	6.25	5.17	1.1664	4.34	3.6481	4.50	3.0625	11.02	22.752
KAS.	11.24	11.72	0.2304	10.82	0.1764	13.64	5.7600	8.79	6.0025
AR.	4.83	3.00	3.3489	9.75	24.206	5.72	0.7921	0.83	16.000
TOP=	100	100	98.990	100	157.61	100	38.184	100	141.55

TOPLAM SAP.KA= 436.334 STANDART SAPMA= 3.047 %

SATISLAR ORTALAMASI= 22 823.5

ÜST KONTROL LİMİTİ= 24 910

ALT KONTROL LİMİTİ= 20 738

ÜRÜN KODU: BAZMİM11

Tablo 4-8 BAZMİM11 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	173	5.32	295	8.59	99	2.36	245	7.29	5.89	5.89
SB.	625	19.22	360	10.49	767	18.27	252	7.50	13.87	19.76
MART	67	2.06	338	9.85	351	8.36	350	10.41	7.67	27.43
NİS.	18	0.55	205	5.97	434	10.34	250	7.44	6.08	33.51
MAY.	510	15.69	106	3.09	417	9.93	501	14.90	10.90	44.41
HAZ.	577	17.75	665	19.37	290	6.91	240	7.14	12.79	57.20
TEM.	20	0.62	150	4.37	270	6.43	190	5.65	4.27	61.47
AĞ.	292	8.98	436	12.70	360	8.58	230	6.84	9.28	70.75
EY.	266	8.18	110	3.20	350	8.34	270	8.03	6.94	77.69
EK.	126	3.88	191	5.56	400	9.53	355	10.56	7.38	85.07
KAS.	337	10.37	300	8.74	285	6.79	218	6.48	8.09	93.16
AR.	240	7.38	277	8.07	175	4.16	261	7.76	6.84	100.0
TOP=	3251	100	3433	100	4198	100	3362	100	100	-

Tablo 4-9 BAZMİM11 İçin Sapma Kareler

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	5.89	5.32	0.3249	8.59	7.29	2.36	12.460	7.29	1.9600
SB.	13.87	19.22	28.622	10.49	11.424	18.27	19.360	7.50	40.576
MART	7.67	2.06	31.472	9.85	4.7524	8.36	0.4761	10.41	7.5076
NİS.	6.08	0.55	30.580	5.97	0.0121	10.34	18.147	7.44	1.8496
MAY.	10.90	15.69	22.944	3.09	60.996	9.93	0.0049	14.90	16.000
HAZ.	12.79	17.75	24.601	19.37	43.296	6.91	34.574	7.14	31.922
TEM.	4.27	0.62	13.322	4.37	0.0100	6.43	4.6656	5.65	1.9044
AĞ.	9.28	8.98	0.0900	12.70	11.696	8.58	0.4900	6.84	5.9536
EY.	6.94	8.18	1.5376	3.20	13.987	8.34	1.9600	8.03	1.1881
EK.	7.38	3.88	12.250	5.56	3.3124	9.53	4.6225	10.56	10.112
KAS.	8.10	10.37	5.1529	8.74	0.4096	6.79	1.7161	6.48	2.6244
AR.	6.84	7.38	0.2916	8.07	1.5129	4.16	7.1824	7.76	0.8464
TOP=	100	100	171.18	100	158.69	100	105.65	100	122.44

TOPLAM SAP.KA= 557.96 STANDART SAPMA= 3.445 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 3 561

ÜST KONTROL LİMİTİ= 3 930

ALT KONTROL LİMİTİ= 3 193

ÜRÜN KODU: BAZSOM10

Tablo 4-10 BAZSOM10 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	70	2.45	250	5.69	189	4.92	405	13.50	6.64	6.64
SB.	614	21.44	261	5.94	389	10.13	231	7.70	11.30	17.94
MART	556	19.42	468	10.65	690	17.97	250	8.33	14.09	32.03
NİS.	272	9.50	260	5.92	220	5.73	155	5.17	6.58	38.61
MAY.	210	7.33	442	10.06	98	2.55	335	11.17	7.78	46.39
HAZ.	160	5.59	327	7.44	397	10.34	165	5.50	7.22	53.61
TEM.	251	8.77	316	7.19	170	4.43	340	11.33	7.93	61.54
AĞ.	140	4.89	478	10.87	395	10.29	272	9.07	8.78	70.32
EY.	194	6.78	453	10.31	420	10.94	85	2.83	7.72	78.04
EK.	-	0.00	428	9.74	325	8.46	381	12.70	7.72	85.76
KAS.	364	12.71	482	10.96	490	12.76	204	6.80	10.81	96.57
AR.	32	1.12	230	5.23	57	1.48	177	5.90	3.43	100.0
TOP=	2863	100	4395	100	3840	100	3000	100	100	-

Tablo 4-11 BAZSOM10 İçin Sapma Karelere

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	6.64	2.45	17.556	5.69	0.9025	4.92	2.9584	13.50	47.059
SB.	11.30	21.44	102.81	5.94	28.729	10.13	1.3689	7.70	12.960
MART	14.09	19.42	28.408	10.65	11.833	17.97	15.054	8.33	33.177
NİS.	6.58	9.50	8.5264	5.92	0.4366	5.73	0.7225	5.17	1.9881
MAY.	7.78	7.33	0.2025	10.06	5.1984	2.55	27.352	11.17	11.492
HAZ.	7.22	5.59	2.6569	7.44	0.0484	10.34	9.7344	5.50	2.9584
TEM.	7.93	8.77	0.7056	7.19	0.5476	4.43	12.250	11.33	11.560
AĞ.	8.78	4.89	15.132	10.87	4.3681	10.29	2.2801	9.07	0.0841
EY.	7.72	6.78	0.8836	10.31	6.7081	10.94	10.368	2.83	23.912
EK.	7.72	0.00	59.598	9.74	4.0804	8.46	0.5476	12.70	24.800
KAS.	10.81	12.71	3.6100	10.96	0.0225	12.76	3.8025	6.80	16.080
AR.	3.43	1.12	5.3361	5.23	3.2400	1.48	3.8025	5.90	6.1009
TOP=	100	100	245.42	100	66.114	100	90.240	100	192.17

TOPLAM SAP.KA= 593.944 STANDART SAPMA= 3.555 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 3 524.5

ÜST KONTROL LİMİTİ= 3 900

ALT KONTROL LİMİTİ= 3 148

ÜRÜN KODU: BAZMEP12

Tablo 4-12 BAZMEP12 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	368	11.22	594	18.79	240	7.48	315	11.88	12.34	12.34
ŞB.	602	18.35	110	3.47	409	12.75	261	9.85	11.11	23.45
MART	-	0.00	405	12.81	546	17.03	295	11.13	10.24	33.69
NİS.	462	14.08	215	6.80	120	3.74	110	4.15	7.19	40.88
MAY.	316	9.63	405	12.81	303	9.45	220	8.30	10.05	50.93
HAZ.	131	3.99	20	0.63	295	9.20	149	5.62	4.86	55.79
TEM.	-	0.00	180	5.69	50	1.56	260	9.81	4.27	60.06
AĞ.	-	0.00	363	11.48	250	7.80	118	4.45	5.93	65.99
EY.	-	0.00	160	5.06	275	8.58	428	16.14	7.44	73.43
EK.	328	10.00	225	7.12	224	6.98	295	11.13	8.81	82.24
KAS.	-	0.00	200	6.33	340	10.60	200	7.54	6.12	88.36
AR.	1074	32.73	285	9.01	155	4.83	-	0.00	11.64	100.0
TOP=	3281	100	3162	100	3207	100	2651	100	100	-

Tablo 4-13 BAZMEP12 İçin Sapma Kareler

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	12.34	11.22	1.2544	18.79	41.602	7.48	23.619	11.88	0.2116
ŞB.	11.11	18.35	52.417	3.47	58.369	12.75	2.6896	9.85	1.5876
MART	10.24	0.00	104.85	12.81	6.6049	17.03	46.104	11.13	0.7921
NİS.	7.19	14.08	47.472	6.80	0.1521	3.74	11.902	4.15	9.2416
MAY.	10.05	9.63	0.1764	12.81	7.6176	9.45	0.3600	8.30	3.0625
HAZ.	4.86	3.99	0.7569	0.63	17.892	9.20	18.835	5.62	0.5776
TEM.	4.27	0.00	18.232	5.69	2.0164	1.56	7.3441	9.81	30.691
AĞ.	5.93	0.00	35.164	11.48	30.802	7.80	3.4969	4.45	2.1904
EY.	7.44	0.00	55.353	5.06	5.6644	8.58	1.2996	16.14	75.690
EK.	8.81	10.00	1.4161	7.12	2.8561	6.98	3.3489	11.13	5.3824
KAS.	6.12	0.00	37.454	6.33	0.0441	10.60	20.070	7.54	2.0164
AR.	11.64	32.73	444.78	9.01	6.9169	4.83	46.376	0.00	135.48
TOP=	100	100	799.32	100	180.53	100	185.44	100	266.92

TOPLAM SAP.KA= 1 432.21 STANDART SAPMA= 5.520 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 3 075.25

ÜST KONTROL LİMİTİ= 3 586

ALT KONTROL LİMİTİ= 2 566

ÜRÜN KODU: BAZMUM33

Table 4-14 BAZMUM33 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

AYLAR	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KDM.O
OC.	241	29.54	341	20.55	60	4.18	110	6.78	15.26	15.26
SB.	88	10.78	180	10.85	110	7.67	181	11.15	10.11	25.37
MART	50	6.13	-	0.00	100	6.97	150	9.24	5.59	30.96
NİS.	170	20.83	20	1.21	140	9.76	61	3.76	8.89	39.85
MAY.	20	2.45	190	11.45	103	7.18	370	22.80	10.97	50.82
HAZ.	-	0.00	116	6.99	210	14.63	120	7.39	7.25	58.07
TEM.	160	19.61	110	6.63	30	2.09	190	11.71	10.01	68.08
AĞ.	20	2.45	125	7.53	210	14.63	38	2.34	6.74	74.82
EY.	66	8.09	61	3.68	200	13.94	77	4.74	7.61	82.43
EK.	1	0.12	66	3.98	15	1.05	190	11.71	4.22	86.65
KAS.	-	0.00	210	12.66	82	5.71	26	1.60	4.99	91.64
AR.	-	0.00	240	14.47	175	12.19	110	6.78	8.36	100.0
TOP=	816	100	1659	100	1435	100	1623	100	100	-

Table 4-15 BAZMUM33 İçin Sapma Kareler

AYLAR	Y.S.O	1988		1989		1990		1991	
		Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	15.26	29.54	203.91	20.55	27.984	4.18	122.76	6.78	71.910
SB.	10.11	10.78	0.4489	10.85	0.5476	7.67	5.9536	11.15	1.0816
MART	5.59	6.13	0.2916	0.00	31.248	6.97	1.9044	9.24	13.322
NİS.	8.89	20.83	142.56	1.21	58.982	9.76	0.7569	3.76	26.316
MAY.	10.97	2.45	72.590	11.45	0.2304	7.18	14.364	22.80	139.94
HAZ.	7.25	0.00	52.562	6.99	0.0676	14.63	54.464	7.39	0.0196
TEM.	10.01	19.61	92.160	6.63	11.424	2.09	62.726	11.71	2.8900
AĞ.	6.74	2.45	18.404	7.53	0.6241	14.63	62.252	2.34	19.360
EY.	7.61	8.09	0.2304	3.68	15.444	13.94	40.068	4.74	8.2369
EK.	4.22	0.12	16.810	3.98	0.0576	1.05	10.048	11.71	56.100
KAS.	4.99	0.00	24.900	12.66	58.828	5.71	0.5184	1.60	11.492
AR.	8.36	0.00	69.889	14.47	37.332	12.19	14.668	6.78	2.4964
TOP=	100	100	694.75	100	242.76	100	390.48	100	353.16

TOPLAN SAP.KA= 1 681.15 STANDART SAPMA= 5.980 %

SATIŞLAR ORTALANASI= 1 383.25

DST KONTROL LİMİTİ= 1 548

ALT KONTROL LİMİTİ= 1 218

ÜRÜN KODU: BAPHIP31

Tablo 4-16 BAPHIP31 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

AYLAR	1989		1990		1991		3 YILLIK	
	SAT.	Y. SAT	SAT.	Y. SAT	SAT.	Y. SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	224	14.81	318	12.40	250	11.04	12.75	12.75
SB.	165	10.91	441	17.20	178	7.86	11.99	24.74
MART	45	2.97	20	0.78	148	6.54	3.43	28.17
NİS.	20	1.32	10	0.39	308	13.61	5.11	33.28
MAY.	12	0.79	95	3.70	200	8.83	4.44	37.72
HAZ.	272	17.98	372	14.51	100	4.42	12.30	50.02
TEM.	15	0.99	-	0.00	200	8.83	3.27	53.29
AĞ.	145	9.58	262	10.22	210	9.28	9.69	62.98
EY.	241	15.93	132	5.15	50	2.21	7.76	70.74
EK.	70	4.63	295	11.50	220	9.72	8.62	79.36
KAS.	200	13.22	245	9.56	370	16.34	13.04	92.40
AR.	104	6.87	374	14.59	30	1.32	7.60	100.0
TOP=	1513	100	2564	100	2264	100	100	-

Tablo 4-17 BAPHIP31 İçin Sapma Kararlar

AYLAR	1989			1990		1991	
	Y.S.O	Y. SAT	SAP. KA	Y. SAT	SAP. KA	Y. SAT	SAP. KA
OC.	12.75	14.81	4.2436	12.40	0.1225	11.04	2.9241
SB.	11.99	10.91	1.1664	17.20	27.144	7.86	17.056
MART	3.43	2.97	0.2116	0.78	7.0225	6.54	9.6721
NİS.	5.11	1.32	14.364	0.39	22.278	13.61	72.250
MAY.	4.44	0.79	13.322	3.70	0.5476	8.83	19.272
HAZ.	12.30	17.98	32.262	14.51	4.8841	4.42	62.094
TEM.	3.27	0.99	5.1984	0.00	10.692	8.83	30.913
AĞ.	9.69	9.58	0.0121	10.22	0.2809	9.28	0.1681
EY.	7.76	15.93	66.748	5.15	6.8121	2.21	30.802
EK.	8.62	4.63	15.920	11.50	8.2944	9.72	1.2100
KAS.	13.04	13.22	0.0324	9.56	12.110	16.34	10.890
AR.	7.60	6.87	0.5329	14.59	48.860	1.32	39.438
TOP=	100	100	154.01	100	149.04	100	296.68

TOPLAM SAP.KA= 599.73 STANDART SAPMA= 4.139 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 2 113.6

ÜST KONTROL LİMİTİ= 2 288

ALT KONTROL LİMİTİ= 1 938

ORDN KODU: BAZPUM21

Table 4-18 BAZPUM21 İçin Aylık Satış Yüzdeleeri

AYLAR	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KUM.O
OC.	95	15.97	230	38.66	188	27.25	170	19.41	25.32	25.32
SB.	50	8.40	30	5.04	20	2.90	86	9.82	6.64	31.86
MART	-	0.00	10	1.68	10	1.45	-	0.00	0.78	32.64
NİS.	15	2.52	-	0.00	10	1.45	25	2.85	1.71	34.35
MAY.	120	20.17	40	6.72	110	15.94	174	19.86	15.67	50.02
HAZ.	-	0.00	-	0.00	20	2.90	80	9.13	3.01	53.03
TEM.	-	0.00	10	1.68	30	4.35	70	8.00	3.50	56.53
AĞ.	30	5.04	35	5.89	132	19.13	156	17.81	11.97	68.50
EY.	145	24.37	20	3.36	120	17.39	35	4.00	12.28	80.78
EK.	106	17.82	160	26.89	50	7.24	20	2.28	13.56	94.34
KAS.	34	5.71	20	3.36	-	0.00	60	6.84	3.98	98.32
AR.	-	0.00	40	6.72	-	0.00	-	0.00	1.68	100.0
TOP=	595	100	595	100	690	100	876	100	100	-

Table 4-19 BAZPUM21 İçin Sapma Kareler

AYLAR	Y.S.O	1988		1989		1990		1991	
		Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	25.32	15.97	87.422	38.66	177.95	27.25	3.7249	19.41	34.928
SB.	6.54	8.40	3.4596	5.04	2.2500	2.90	13.249	9.82	10.758
MART	0.78	0.00	0.6084	1.68	0.8100	1.45	0.4489	0.00	0.6084
NİS.	1.71	2.52	0.6561	0.00	2.9241	1.45	0.0676	2.85	1.2996
MAY.	15.67	20.17	20.250	6.72	80.102	15.94	0.0729	19.86	17.556
HAZ.	3.01	0.00	9.0601	0.00	9.0601	2.90	0.0121	9.13	37.454
TEM.	3.50	0.00	12.250	1.68	3.3124	4.35	0.7225	8.00	20.250
AĞ.	11.97	5.04	48.024	5.89	36.966	19.13	51.265	17.81	34.105
EY.	12.28	24.37	146.16	3.36	79.566	17.39	26.112	4.00	68.558
EK.	13.56	17.82	18.147	26.89	177.68	7.24	39.942	2.28	127.23
KAS.	3.98	5.71	2.9929	3.36	0.3844	0.00	15.840	6.84	8.1796
AR.	1.68	0.00	2.8224	6.72	25.401	0.00	2.8224	0.00	2.8224
TOP=	100	100	351.85	100	596.40	100	154.27	100	363.74

TOPLAM SAP.KA= 1 466.26 STANDART SAPMA= 5.585 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 689

ÜST KONTROL LİMİTİ= 766

ALT KONTROL LİMİTİ= 612

ÜRÜN KODU: BAPMUM33

Tablo 4-20 BAPMUM33 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

AYLAR	1989		1990		1991		3 YILLIK	
	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KOM.O
OC.	-	0.00	150	16.09	-	0.00	5.36	5.36
ŞB.	210	33.07	-	0.00	71	6.74	13.27	18.63
MART	105	16.54	150	16.09	214	20.32	17.65	36.28
NİS.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00	36.28
MAY.	50	7.87	40	4.29	156	14.82	8.99	45.27
HAZ.	-	0.00	100	10.73	-	0.00	3.58	48.85
TEM.	60	9.45	78	8.37	240	22.79	13.54	62.39
AĞ.	-	0.00	152	16.31	142	13.49	9.93	72.32
EY.	100	15.75	100	10.73	-	0.00	8.83	81.15
EK.	10	1.57	-	0.00	10	0.95	0.84	81.99
KAS.	100	15.75	85	9.13	210	19.94	19.94	96.93
AR.	-	0.00	77	8.26	10	0.95	3.07	100.0
TOP=	635	100	932	100	1053	100	100	-

Tablo 4-21 BAPMUM33 İçin Sapma Kareler

		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	5.36	0.00	28.729	16.09	115.13	0.00	28.729
ŞB.	13.27	33.07	392.04	0.00	176.09	6.74	42.640
MART	17.65	16.54	1.2321	16.09	2.4336	20.32	7.1289
NİS.	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
MAY.	8.99	7.87	1.2544	4.29	22.090	14.82	33.988
HAZ.	3.58	0.00	12.816	10.73	51.122	0.00	12.816
TEM.	13.54	9.45	16.728	8.37	26.728	22.79	85.562
AĞ.	9.93	0.00	98.604	16.31	40.704	13.49	12.673
EY.	8.83	15.75	47.886	10.73	3.6100	0.00	77.968
EK.	0.84	1.57	0.5329	0.00	0.7056	0.95	0.0121
KAS.	14.94	15.75	0.6561	9.13	33.756	19.94	25.000
AR.	3.07	0.00	9.4249	8.26	26.936	0.95	4.4944
TOP=	100	100	609.90	100	499.30	100	331.01

TOPLAM SAP.KA= 1 440.21 STANDART SAPMA= 6.414 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 873.3

ÜST KONTROL LİMİTİ= 985

ALT KONTROL LİMİTİ= 761

ÜRÜN KODU: BAPNEP12

Tablo 4-22 BAPNEP12 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1989		1990		1991		3 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	250	37.82	156	22.22	30	2.95	21.00	21.00
SB.	15	2.27	20	2.85	136	13.36	6.16	27.16
MART	20	3.03	20	2.85	-	0.00	1.96	29.12
NİS.	-	0.00	50	7.12	161	15.82	7.65	36.77
MAY.	-	0.00	100	14.25	135	13.26	9.17	45.94
HAZ.	156	23.60	-	0.00	100	9.82	11.14	57.08
TEM.	30	4.54	91	12.96	39	3.83	7.11	64.19
AĞ.	-	0.00	100	14.25	121	11.89	8.71	72.90
EY.	20	3.03	35	4.98	63	6.19	4.73	77.63
EK.	70	10.59	20	2.85	85	8.35	7.26	84.89
KAS.	100	15.12	110	15.67	148	14.53	15.11	100.0
AR.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00	100.0
TOP=	661	100	702	100	1018	100	100	-

Tablo 4-23 BAPNEP12 İçin Sapma Kareler

	1989			1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	21.00	37.82	282.91	22.22	1.4884	2.95	325.80
SB.	6.16	2.27	15.132	2.85	10.956	13.36	51.840
MART	1.96	3.03	1.1449	2.85	0.7921	0.00	3.8416
NİS.	7.65	0.00	58.522	7.12	0.2809	15.82	66.748
MAY.	9.17	0.00	84.088	14.25	25.806	13.26	16.728
HAZ.	11.14	23.60	155.25	0.00	124.09	9.82	1.7424
TEM.	7.11	4.54	6.6049	12.96	34.222	3.83	10.758
AĞ.	8.71	0.00	75.864	14.25	30.691	11.89	10.112
EY.	4.73	3.03	2.8900	4.98	0.0625	6.19	2.1316
EK.	7.26	10.59	11.088	2.85	19.448	8.35	1.1881
KAS.	15.11	15.12	0.0001	15.67	0.3136	14.53	0.3364
AR.	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
TOP=	100	100	693.49	100	248.15	100	491.22

TOPLAM SAP.KA= 1 432.86 STANDART SAPMA= 6.398 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 793.66

ÜST KONTROL LİMİTİ= 895

ALT KONTROL LİMİTİ= 692

ÜRÜN KODU: BAPSOM10

Tablo 4-24 BAPSOM10 İçin Aylık Satış Yüzdeleeri

	1989		1990		1991		3 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KÜM.O
OC.	50	20.83	234	13.49	-	0.00	11.44	11.44
SB.	15	6.25	-	0.00	105	10.14	5.46	16.90
MART	-	0.00	220	12.68	125	12.08	8.25	25.15
NİS.	-	0.00	200	11.53	-	0.00	3.84	28.99
MAY.	-	0.00	-	0.00	220	21.26	7.09	36.08
HAZ.	-	0.00	-	0.00	50	4.83	1.61	37.69
TEM.	-	0.00	248	14.29	55	5.31	6.53	44.22
AĞ.	-	0.00	141	8.13	150	14.49	7.54	51.76
EY.	65	27.08	200	11.53	120	11.60	16.74	68.50
EK.	110	45.84	220	12.68	10	0.97	19.83	88.33
KAS.	-	0.00	235	13.54	200	19.32	10.95	99.28
AR.	-	0.00	37	2.13	-	0.00	0.72	100.0
TOP=	240	100	1735	100	1035	100	100	-

Tablo 4-25 BAPSOM10 İçin Sapma Kareler

		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	11.44	20.83	88.172	13.49	4.2025	0.00	130.87
SB.	5.46	6.25	0.6241	0.00	29.811	10.14	21.902
MART	8.25	0.00	68.062	12.68	19.624	12.08	14.668
NİS.	3.84	0.00	14.745	11.53	59.136	0.00	14.745
MAY.	7.09	0.00	50.268	0.00	50.268	21.26	200.78
HAZ.	1.61	0.00	2.5921	0.00	2.5921	4.83	10.368
TEM.	6.53	0.00	42.640	14.29	60.217	5.31	1.4884
AĞ.	7.54	0.00	56.851	8.13	0.3481	14.49	48.302
EY.	16.74	27.08	106.91	11.53	27.144	11.60	26.419
EK.	19.83	45.84	676.52	12.68	51.122	0.97	355.69
KAS.	10.95	0.00	119.90	13.54	6.7081	19.32	70.056
AR.	0.72	0.00	0.5184	2.13	1.9881	0.00	0.5184
TOP=	100	100	1227.8	100	313.16	100	895.80

TOPLAM SAP.KA= 2 436.76 STANDART SAPMA= 8.344 %

SATISLAR ORTALAMASI= 1 003.3

ÜST KONTROL LİMİTİ= 1 170

ALT KONTROL LİMİTİ= 836

ÜRÜN KODU: BAZMEM12

Tablo 4-26 BAZMEM12 İçin Aylık Satış Yüzdeleri

	1988		1989		1990		1991		4 YILLIK	
AYLAR	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	SAT.	Y.SAT	Y.S.O	KDM.O
OC.	-	0.00	204	25.41	20	5.49	50	9.03	9.98	9.98
SB.	-	0.00	10	1.24	30	8.24	1	0.18	2.42	12.40
MART	-	0.00	90	11.21	36	9.89	100	18.05	9.79	22.19
NİS.	117	33.72	10	1.24	10	2.75	10	1.81	9.88	32.07
MAY.	17	4.90	-	0.00	35	9.62	20	3.61	4.53	36.60
HAZ.	-	0.00	100	12.45	-	0.00	-	0.00	3.11	39.71
TEM.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	120	21.66	5.42	45.13
AĞ.	-	0.00	94	11.71	63	17.31	44	7.94	9.24	54.37
EY.	-	0.00	50	6.23	30	8.24	89	16.06	7.63	62.00
EK.	110	31.70	72	8.97	-	0.00	30	5.42	11.52	73.52
KAS.	103	29.68	10	1.24	120	32.97	15	2.71	16.65	90.17
AR.	-	0.00	163	20.30	20	5.49	75	13.53	9.83	100.0
TOP=	347	100	803	100	364	100	554	100	100	100

Tablo 4-27 BAZMEM12 İçin Sapma Kareler

		1988		1989		1990		1991	
AYLAR	Y.S.O	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA	Y.SAT	SAP.KA
OC.	9.98	0.00	99.600	25.41	238.08	5.49	20.160	9.03	0.9025
SB.	2.42	0.00	5.8564	1.24	1.3924	8.24	33.872	0.18	5.0176
MART	9.79	0.00	95.844	11.21	2.0164	9.89	0.0100	18.05	68.227
NİS.	9.88	33.72	568.34	1.24	74.649	2.75	50.836	1.81	65.124
MAY.	4.53	4.90	0.1369	0.00	20.520	9.62	25.908	3.61	0.8464
HAZ.	3.11	0.00	9.6721	12.45	87.235	0.00	9.6721	0.00	9.6721
TEM.	5.42	0.00	29.376	0.00	29.376	0.00	29.376	21.66	263.73
AĞ.	9.24	0.00	85.377	11.71	6.1009	17.31	65.124	7.94	1.6900
EY.	7.63	0.00	58.216	6.23	1.9600	8.24	0.3721	16.06	71.064
EK.	11.52	31.70	407.23	8.97	6.5025	0.00	132.71	5.42	37.210
KAS.	16.65	29.68	169.78	1.24	237.46	32.97	266.34	2.71	194.32
AR.	9.83	0.00	96.628	20.30	109.62	5.49	18.835	13.53	13.690
TOP=	100	100	1626.0	100	814.91	100	653.21	100	731.49

TOPLAM SAP.KA= 3 825.61 STANDART SAPMA= 9.021 %

SATIŞLAR ORTALAMASI= 517

ÜST KONTROL LİMİTİ= 610

ALT KONTROL LİMİTİ= 424

A ve B grubuna ait ürünlerin aylık satış tahminleri, Tablo 4-28-A, Tablo 4-28-B ve Tablo 4-28-C de gösterilmektedir.

**Tablo 4-28-A A ve B Grubu Ürünler İçin
Aylık Satış Tahminleri**

AYLAR	BAZMIP11		BABL*		BAZMIM11		BAZSOM10	
	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.
OC.	2090	1795	1732	1442	232	189	250	218
SB.	2025	1738	2100	1748	545	443	426	370
MART	1632	1402	3044	2535	302	245	531	462
NIS.	2038	1750	2050	1706	238	194	248	216
MAY.	1904	1635	2252	1875	428	348	294	255
HAZ.	1692	1454	2246	1870	502	408	272	236
TEM.	1245	1070	1686	1404	168	136	300	260
AĞ.	2138	1837	2295	1910	365	296	332	287
EY.	1652	1418	1946	1620	273	222	292	252
EK.	2788	2395	1556	1296	290	236	292	252
KAS.	1638	1407	2800	2330	318	258	408	354
AR.	1116	959	1203	1002	269	218	130	112
TOP=	21958	18860	24910	20738	3930	3193	3775	3274

**Tablo 4-28-B A ve B Grubu Ürünler İçin
Aylık Satış Tahminleri**

AYLAR	BAZMEP12		BAZMUM33		BAPMIP31		BAZPUM21		BAPMUM33	
	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.
OC.	442	317	236	186	292	247	194	155	53	40
SB.	398	285	156	123	274	232	50	40	130	100
MART	367	263	86	68	78	66	6	5	174	135
NIS.	257	185	138	108	117	100	13	10	-	-
MAY.	360	258	170	134	102	86	120	96	88	68
HAZ.	174	125	112	88	282	238	23	18	36	28
TEM.	154	110	155	122	75	64	27	22	134	103
AĞ.	213	152	104	82	221	188	92	74	98	75
EY.	267	190	118	93	178	150	94	75	87	68
EK.	316	226	65	52	197	167	104	83	8	6
KAS.	220	157	78	60	298	253	30	24	147	114
AR.	418	298	130	102	174	147	13	10	30	24
TOP=	3586	2566	1548	1218	2289	1938	766	612	985	761

Tablo 4-28-C A ve B Grubu Ürünler İçin
Aylık Satış Tahminleri

AYLAR	BAPMEP12		BAPSOM10		BAXMIP21		BAZMEM12	
	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.	MAK.	MIN.
OC.	188	145	134	95	209	20	60	42
ŞB.	55	43	64	45	209	20	15	10
MART	18	14	96	68	209	20	60	42
NİS.	68	53	45	32	209	20	60	42
MAY.	82	64	83	60	209	20	28	20
HAZ.	100	77	19	14	209	20	19	13
TEM.	64	50	76	55	209	20	33	23
AĞ.	78	60	88	63	209	20	56	40
EY.	42	32	196	140	209	20	47	32
EK.	65	50	232	166	209	20	70	48
KAS.	135	104	128	92	209	20	102	70
AR.	-	-	9	6	209	20	60	42
TOP=	895	692	1170	836	2508	240	610	424

Envanter kalemleri arasında yüzde 68'lik bir paya sahip olmalarına rağmen, toplam yıllık ciro değerinin sadece yüzde 5'ini oluşturan ve Pareto Analizi ile C grubuna ayrılan ürünlere ait aylık satış tahminleri, işletmenin üretmeyi uygun bulduğu miktarlar olarak, herbir periyot için aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Not: Bu tip ürünlerin yıllık satış rakamları çok düşük değerlerdir. Bununla beraber işletme itibarının korunması ve gelen müşterilerin geri çevrilmemesi için sözkonusu ürünlere ait yıllık talep miktarlarının yok satma durumu göz önüne alınmaksızın karşılanması kararlaştırılmıştır. C grubu ürünlere ait olan bu satış tahminleri tamamiyle işletme politikasına bağlı kalınarak belirlenmiştir. (BAX tipi kontak blok grubuna sahip olan ürünler son 6 ay zarfında piyasaya sürülmüşlerdir.)

Table 4-29 C Grubu Ürünler İçin Yıllık ve Aylık
Maksimum Satış Tahminleri ile Yıllık Minimum Üretim Düzeyleri

ÜRÜN KODU	A Y L A R												YIL. MAK. SAT.	YIL. MIN. ÜRT.
	OC.	ŞB.	MR.	NI.	MY.	HZ.	TM.	AĞ.	EY.	EK.	KS.	AR.		
BAPPUM21	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	957	95
BAXSOM10	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	540	54
BAXMEP12	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	470	47
BAPMIM31	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	178	18
DAZMIP11	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	96	10
BAXMIP31	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	320	32
MIP11	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	590	60
BAXMEM12	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	250	25
BAXMEL22	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	170	15
BAZMIP31	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	110	10
MUM33	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	240	24
SOM10	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	202	20
BAZ*	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	50	10
BAPMEM12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	70	10
MEP12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	126	12
MIM11	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	190	20
BAXMUM33	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	140	14
BAZMIM31	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	60	10
PUM21	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	60	10
BAXPUM21	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	100	10
BAMMIP11	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	620	62
BAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
MEM12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	60	10
MIP31	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	25	10
BAZMIM21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
BAXMIM31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
BAXROP10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
DAZ*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10

4.5. MODELİN KURULMASI

Uygulamada ele alınan model dinamik haldeki ürün karışımı modelidir. Amaç olarak, işletme ürünleri arasında yer alan sınır salterleri grubundan elde edilecek olan kârın, planlama dönemi için maksimize edilmesi benimsenmiştir. İşletmede fazla mesai imkânı olmadığı gibi her bir ürünün üretilebileceği alternatif süreçler de mevcut değildir. Sadece normal mesai süresi dahilinde kişi başına haftada 40 saatlik bir kapasite söz konusudur.

Modelde yer alacak olan notasyonlar şu şekildedir:

X_{it} = t periyodunda üretilen i ürünü miktarı.

S_{it} = t periyodunda satılan i ürünü miktarı.

I_{it} = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen i ürünü miktarı.

r_{it} = t periyodunda bir birim i ürününün satışından elde edilen gelir. (Satış fiyatı)

C_{it} = i ürününün t periyodundaki üretim maliyeti.

h_{it} = t periyodundan t+1 periyoduna devredilen birim i ürünü için envanter taşıma maliyeti.

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

b_{kt} = k kaynağının t periyodundaki mevcut miktarı.

F_{it} = t periyodunda i ürünü için belirlenen maksimum satış düzeyi.

F_{it} = t periyodunda i ürünü için belirlenen minimum satış düzeyi.

D_i = C grubu ürünler için tahmin edilen yıllık maksimum satış miktarı. (i=14,15,...,41)

D_i = C grubu ürünler için belirlenen yıllık minimum üretim düzeyi. (i=14,15,...,41)

Ürün sayısı (i) = 41

Periyot sayısı (t) = 12

Kaynak sayısı (k) = 15 olmak üzere,

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Maks } Z = \sum_{t=1}^{12} \sum_{i=1}^{41} \left[r_{it} S_{it} - C_{it} X_{it} - h_{it} I_{it} \right]$$

Kısıtlar:

Kapasite kısıtları:

$$\sum_{i=1}^{41} a_{ik} X_{it} \leq b_{kt}$$

Envanter dengesi kısıtları:

$$I_{it} = I_{i,t-1} + X_{it} - S_{it}$$

Satış ve Üretim kısıtları:

$$F'_{it} \leq S_{it} \leq F_{it}, \left\{ \sum_{t=1}^{12} S_{it} \leq D_i \text{ ve } \sum_{t=1}^{12} X_{it} \geq D'_i \quad (i=14,15,\dots,41) \right\}$$

Her bir ürüne ait olmak üzere bir önceki dönemden aktarılan envanter miktarları Tablo 4-30 da, satış fiyatı, üretim maliyeti ve envanter taşıma maliyetleri ise Tablo 4-31 de sunulmaktadır.

Tablo 4-30 Ürünlere Ait Başlangıç Envanterleri

DEĞİŞKEN NR. (i)	ÜRÜN KODU	BASLANGIÇ ENVANTERİ	DEĞİŞKEN NR. (i)	ÜRÜN KODU	BASLANGIÇ ENVANTERİ
1	BAZMIP11	391	22	BAXMEL22	106
2	BABL*	3 089	23	BAZMIP31	18
3	BAZMIM11	-	24	MUM33	-
4	BAZSOM10	-	25	SOM10	50
5	BAZMEP12	-	26	BAZ*	-
6	BAZMUM33	50	27	BAPMEM12	217
7	BAPMIP31	246	28	MEP12	23
8	BAZPUM21	510	29	MIM11	-
9	BAPMUM33	33	30	BAXMUM33	126
10	BAPMEP12	154	31	BAZMIM31	18
11	BAPSOM10	418	32	PUM21	25
12	BAXMIP21	156	33	BAXPUM21	92
13	BAZMEM12	263	34	BAMMIP11	599
14	BAPPUM21	190	35	BAP	-
15	BAXSOM10	106	36	MEM12	-
16	BAXMEP12	101	37	MIP31	50
17	BAPMIM31	25	38	BAZMIM21	-
18	DAZMIP11	-	39	BAXMIM31	-
19	BAXMIP31	124	40	BAXROP10	-
20	MIP11	115	41	DAZ*	-
21	BAXMEM12	49			

Tablo 4-31 Ürönlere Ait Satış ve Maliyet Verileri

DEĞİSKEN NR. (i)	ÜRÜN KODU	SATIŞ FİYATI	ÜRETİM MALİYETİ	ENVANTER TAŞ. MAL.
1	BAZMIP11	60 000	16 810	874
2	BABL*	26 500	6 692	347
3	BAZMIM11	61 500	17 003	884
4	BAZSOM10	60 000	16 643	865
5	BAZMEP12	61 500	17 266	897
6	BAZMUM33	61 500	17 078	888
7	BAPMIP31	44 000	9 882	513
8	BAZPUM21	58 000	16 217	843
9	BAPMUM33	45 500	10 142	527
10	BAPMEP12	45 500	10 325	536
11	BAPSOM10	44 000	9 707	504
12	BAXMIP21	63 000	15 359	798
13	BAZMEM12	63 000	17 495	909
14	BAPPUM21	42 000	9 282	482
15	BAXSOM10	60 000	15 045	782
16	BAXMEP12	61 500	15 663	814
17	BAPMIM31	45 500	10 037	521
18	DAZMIP11	111 000	28 564	1485
19	BAXMIP31	60 000	15 220	791
20	MIP11	9 000	1 689	87
21	BAXMEM12	63 000	15 897	826
22	BAXMEL22	67 000	17 657	918
23	BAZMIP31	60 000	16 818	874
24	MUM33	10 500	1 975	102
25	SOM10	9 000	1 540	80
26	BAZ*	51 000	14 298	743
27	BAPMEM12	47 000	10 560	549
28	MEP12	10 500	2 158	112
29	MIM11	10 500	1 883	97
30	BAXMUM33	61 500	15 480	804
31	BAZMIM11	61 500	16 972	882
32	PUM21	7 000	1 114	57
33	BAXPUM21	58 000	14 619	760
34	BAMMIP11	60 000	16 400	852
35	BAP	35 000	7 376	383
36	MEM12	12 000	2 393	124
37	MIP31	9 000	1 715	89
38	BAZMIM21	64 500	17 080	888
39	BAXMIM31	60 000	15 374	799
40	BAXROP10	60 000	15 458	803
41	DAZ*	102 000	24 347	1266

Not: Envanter taşıma maliyetleri olarak, Üretim maliyetlerinin yüzde 5.2 si alınmıştır. Bu değer, faiz oranı ve elde tutma giderleri uyarınca belirlenmiştir.

AMAC FONKSİYONU:

$$\begin{aligned} \text{Maks } Z = \sum_{t=1}^{12} & \left[60000S_{1t} - 16810X_{1t} - 874I_{1t} + 26500S_{2t} \right. \\ & - 6692X_{2t} - 347I_{2t} + 61500S_{3t} - 17003X_{3t} \\ & - 884I_{3t} + 60000S_{4t} - 16643X_{4t} - 865I_{4t} \\ & + 61500S_{5t} - 17266X_{5t} - 897I_{5t} + 61500S_{6t} \\ & - 17078X_{6t} - 888I_{6t} + 44000S_{7t} - 9882X_{7t} \\ & - 513I_{7t} + 58000S_{8t} - 16217X_{8t} - 843I_{8t} \\ & + 45500S_{9t} - 10142X_{9t} - 527I_{9t} + 45500S_{10,t} \\ & - 10325X_{10,t} - 536I_{10,t} + 44000S_{11,t} - 9707X_{11,t} \\ & - 504I_{11,t} + 63000S_{12,t} - 15359X_{12,t} - 798I_{12,t} \\ & + 63000S_{13,t} - 17495X_{13,t} - 909I_{13,t} + 42000S_{14,t} \\ & - 9282X_{14,t} - 482I_{14,t} + 60000S_{15,t} - 15045X_{15,t} \\ & - 782I_{15,t} + 61500S_{16,t} - 15663X_{16,t} - 814I_{16,t} \\ & + 45500S_{17,t} - 10037X_{17,t} - 521I_{17,t} + 111000S_{18,t} \\ & - 28564X_{18,t} - 1485I_{18,t} + 60000S_{19,t} - 15220X_{19,t} \\ & - 791I_{19,t} + 9000S_{20,t} - 1689X_{20,t} - 87I_{20,t} \\ & + 63000S_{21,t} - 15897X_{21,t} - 826I_{21,t} + 67000S_{22,t} \\ & - 17657X_{22,t} - 918I_{22,t} + 60000S_{23,t} - 16818X_{23,t} \\ & - 874I_{23,t} + 10500S_{24,t} - 1975X_{24,t} - 102I_{24,t} \\ & + 9000S_{25,t} - 1540X_{25,t} - 80I_{25,t} + 51000S_{26,t} \\ & - 14298X_{26,t} - 743I_{26,t} + 47000S_{27,t} - 10560X_{27,t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - 549I_{27,t} + 10500S_{28,t} - 2158X_{28,t} - 112I_{28,t} \\ & + 10500S_{29,t} - 1883X_{29,t} - 97I_{29,t} + 61500S_{30,t} \\ & - 15480X_{30,t} - 804I_{30,t} + 61500S_{31,t} - 16972X_{31,t} \\ & - 882I_{31,t} + 7000S_{32,t} - 1114X_{32,t} - 57I_{32,t} \\ & + 58000S_{33,t} - 14619X_{33,t} - 760I_{33,t} + 60000S_{34,t} \\ & - 16400X_{34,t} - 852I_{34,t} + 35000S_{35,t} - 7376X_{35,t} \\ & - 383I_{35,t} + 12000S_{36,t} - 2393X_{36,t} - 124I_{36,t} \\ & + 9000S_{37,t} - 1715X_{37,t} - 89I_{37,t} + 64500S_{38,t} \\ & - 17080X_{38,t} - 888I_{38,t} + 60000S_{39,t} - 15374X_{39,t} \\ & - 799I_{39,t} + 60000S_{40,t} - 15458X_{40,t} - 803I_{40,t} \\ & + 102000S_{41,t} - 24347X_{41,t} - 1266I_{41,t} \end{aligned} \quad]$$

MAKİNA KAPASİTESİ KISITLARI

PRESLER:

0-15T EX. PRES (k=1):

$$\begin{aligned}
 & 100.8X_{1t} + 88.8X_{2t} + 100.8X_{3t} + 88.8X_{4t} + 88.8X_{5t} + 91.8X_{6t} \\
 & + 88.8X_{7t} + 91.8X_{8t} + 91.8X_{9t} + 88.8X_{10,t} + 88.8X_{11,t} + 61.8X_{12,t} \\
 & + 91.8X_{13,t} + 91.8X_{14,t} + 61.8X_{15,t} + 61.8X_{16,t} + 88.8X_{17,t} + 189.6X_{18,t} \\
 & + 61.8X_{19,t} + 12.0X_{20,t} + 64.8X_{21,t} + 61.8X_{22,t} + 88.8X_{23,t} + 3.0X_{24,t} \\
 & + 88.8X_{25,t} + 91.8X_{27,t} + 12.0X_{29,t} + 64.8X_{30,t} + 88.8X_{31,t} + 3.0X_{32,t} \\
 & + 64.8X_{33,t} + 100.8X_{34,t} + 88.8X_{35,t} + 3.0X_{36,t} + 88.8X_{38,t} + 61.8X_{39,t} \\
 & + 61.8X_{40,t} + 117.6X_{41,t} \leq b_{1t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)
 \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned}
 b_{11} &= 593 \ 050 & b_{12} &= 539 \ 136 & b_{13} &= 593 \ 050 & b_{14} &= 539 \ 136 \\
 b_{15} &= 539 \ 136 & b_{16} &= 539 \ 136 & b_{17} &= 620 \ 000 & b_{18} &= 566 \ 090 \\
 b_{19} &= 593 \ 050 & b_{1,10} &= 566 \ 090 & b_{1,11} &= 566 \ 090 & b_{1,12} &= 620 \ 000
 \end{aligned}$$

20-40T EX. PRES (k=2):

$$\begin{aligned}
 & 12X_{1t} + 12X_{2t} + 12X_{3t} + 12X_{4t} + 35X_{5t} + 15X_{6t} + 15X_{7t} + 15X_{8t} \\
 & + 15X_{9t} + 35X_{10,t} + 12X_{11,t} + 15X_{12,t} + 35X_{13,t} + 15X_{14,t} + 12X_{15,t} \\
 & + 35X_{16,t} + 15X_{17,t} + 24X_{18,t} + 15X_{19,t} + 35X_{21,t} + 35X_{22,t} + 15X_{23,t} \\
 & + 3X_{24,t} + 12X_{25,t} + 35X_{27,t} + 23X_{28,t} + 15X_{30,t} + 15X_{31,t} + 3X_{32,t} \\
 & + 15X_{33,t} + 24X_{34,t} + 12X_{35,t} + 23X_{36,t} + 3X_{37,t} + 12X_{38,t} + 15X_{39,t} \\
 & + 12X_{40,t} + 24X_{41,t} \leq b_{2t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)
 \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$b_{21}=91\ 240$	$b_{22}=82\ 944$	$b_{23}=91\ 240$	$b_{24}=82\ 944$
$b_{25}=82\ 944$	$b_{26}=82\ 944$	$b_{27}=95\ 386$	$b_{28}=87\ 090$
$b_{29}=91\ 240$	$b_{2,10}=87\ 090$	$b_{2,11}=87\ 090$	$b_{2,12}=95\ 386$

60-80T EX. PRES (k=3):

$$80X_{1t} + 80X_{3t} + 27X_{12,t} + 80X_{18,t} + 80X_{20,t} + 80X_{29,t} \\ + 80X_{34,t} \leq b_{3t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)$$

KAPASİTELER (SN):

$b_{31}=205\ 286$	$b_{32}=186\ 624$	$b_{33}=205\ 286$	$b_{34}=186\ 624$
$b_{35}=186\ 624$	$b_{36}=186\ 624$	$b_{37}=214\ 618$	$b_{38}=195\ 956$
$b_{39}=205\ 286$	$b_{3,10}=195\ 956$	$b_{3,11}=195\ 956$	$b_{3,12}=214\ 618$

ZIMPARA MAKİNASI (k=4):

$$72X_{1t} + 72X_{3t} + 72X_{4t} + 72X_{5t} + 72X_{6t} + 72X_{8t} + 72X_{13,t} \\ + 72X_{18,t} + 72X_{23,t} + 72X_{26,t} + 72X_{31,t} + 72X_{34,t} + 72X_{39,t} \\ + 72X_{41,t} \leq b_{4t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)$$

KAPASİTELER (SN):

$b_{41}=243\ 302$	$b_{42}=221\ 184$	$b_{43}=243\ 302$	$b_{44}=221\ 184$
$b_{45}=221\ 184$	$b_{46}=221\ 184$	$b_{47}=254\ 360$	$b_{48}=232\ 244$
$b_{49}=243\ 302$	$b_{4,10}=232\ 244$	$b_{4,11}=232\ 244$	$b_{4,12}=254\ 360$

REVOLVERLER:

REVOLVER ORTA (k=5):

$$46X_{8t} + 46X_{29,t} + 46X_{38,t} \leq b_{5t} \quad (t=1,2,\dots,12)$$

KAPASİTELER (SN):

$b_{51}=17\ 488$	$b_{52}=15\ 898$	$b_{53}=17\ 488$	$b_{54}=15\ 898$
$b_{55}=15\ 898$	$b_{56}=15\ 898$	$b_{57}=18\ 282$	$b_{58}=16\ 692$
$b_{59}=17\ 488$	$b_{5,10}=16\ 692$	$b_{5,11}=16\ 692$	$b_{5,12}=18\ 282$

REVOLVER KÜÇÜK (k=6):

$$\begin{aligned} & 560X_{1t} + 496X_{2t} + 560X_{3t} + 559X_{4t} + 557X_{5t} + 686X_{6t} + 606X_{7t} \\ & + 559X_{8t} + 686X_{9t} + 557X_{10,t} + 559X_{11,t} + 589X_{12,t} + 603X_{13,t} + 559X_{14,t} \\ & + 559X_{15,t} + 557X_{16,t} + 639X_{17,t} + 1051X_{18,t} + 606X_{19,t} + 58X_{20,t} \\ & + 603X_{21,t} + 541X_{22,t} + 606X_{23,t} + 195X_{24,t} + 68X_{25,t} + 491X_{26,t} \\ & + 603X_{27,t} + 66X_{28,t} + 58X_{29,t} + 686X_{30,t} + 639X_{31,t} + 68X_{32,t} + 559X_{33,t} \\ & + 560X_{34,t} + 491X_{35,t} + 112X_{36,t} + 115X_{37,t} + 635X_{38,t} + 639X_{39,t} \\ & + 559X_{40,t} + 987X_{41,t} \leq b_{6t} \quad (t=1,2,\dots,12) \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$b_{61}=3\ 436\ 646$	$b_{62}=3\ 124\ 224$	$b_{63}=3\ 436\ 646$	$b_{64}=3\ 124\ 224$
$b_{65}=3\ 124\ 224$	$b_{66}=3\ 124\ 224$	$b_{67}=3\ 592\ 858$	$b_{68}=3\ 280\ 436$
$b_{69}=3\ 436\ 646$	$b_{6,10}=3\ 280\ 436$	$b_{6,11}=3\ 280\ 436$	$b_{6,12}=3\ 592\ 858$

PLASTİKLER:

PL. ENJ. 0-50 (k=7):

$$\begin{aligned}
 & 66X_{1t} + 35X_{2t} + 66X_{3t} + 64X_{4t} + 70X_{5t} + 64X_{6t} + 45X_{7t} + 64X_{8t} \\
 & + 37X_{9t} + 43X_{10,t} + 37X_{11,t} + 60.5X_{12,t} + 64X_{13,t} + 37X_{14,t} + 59X_{15,t} \\
 & + 65X_{16,t} + 42X_{17,t} + 92X_{18,t} + 67X_{19,t} + 7.0X_{20,t} + 59X_{21,t} + 59X_{22,t} \\
 & + 72X_{23,t} + 59X_{26,t} + 37X_{27,t} + 6.0X_{28,t} + 7.0X_{29,t} + 59X_{30,t} + 69X_{31,t} \\
 & + 59X_{33,t} + 66X_{34,t} + 32X_{35,t} + 8X_{37,t} + 65.5X_{38,t} + 64X_{39,t} + 59X_{40,t} \\
 & + 85X_{41,t} \leq b_{7t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)
 \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned}
 b_{71} &= 334 \ 540 & b_{72} &= 304 \ 128 & b_{73} &= 334 \ 540 & b_{74} &= 304 \ 128 \\
 b_{75} &= 304 \ 128 & b_{76} &= 304 \ 128 & b_{77} &= 349 \ 748 & b_{78} &= 319 \ 334 \\
 b_{79} &= 334 \ 540 & b_{7,10} &= 319 \ 334 & b_{7,11} &= 319 \ 334 & b_{7,12} &= 349 \ 748
 \end{aligned}$$

PL. ENJ. 100-150 (k=8):

$$\begin{aligned}
 & 9X_{1t} + 5X_{2t} + 5X_{3t} + 37X_{4t} + 19X_{5t} + 19X_{6t} + 20X_{7t} + 19X_{8t} \\
 & + 24X_{9t} + 24X_{10,t} + 42X_{11,t} + 24X_{12,t} + 19X_{13,t} + 24X_{14,t} + 47X_{15,t} \\
 & + 29X_{16,t} + 20X_{17,t} + 14X_{18,t} + 25X_{19,t} + 4.0X_{20,t} + 29X_{21,t} + 29X_{22,t} \\
 & + 15X_{23,t} + 14X_{24,t} + 32X_{25,t} + 5.0X_{26,t} + 24X_{27,t} + 14X_{28,t} + 29X_{30,t} \\
 & + 15X_{31,t} + 14X_{32,t} + 29X_{33,t} + 9.0X_{34,t} + 10X_{35,t} + 14X_{36,t} + 10X_{37,t} \\
 & + 10X_{38,t} + 25X_{39,t} + 127X_{40,t} + 10X_{41,t} \leq b_{8t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)
 \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned}
 b_{81} &= 76 \ 032 & b_{82} &= 69 \ 120 & b_{83} &= 76 \ 032 & b_{84} &= 69 \ 120
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{llll} b_{85} = 69\ 120 & b_{86} = 69\ 120 & b_{87} = 79\ 488 & b_{88} = 72\ 576 \\ b_{89} = 76\ 032 & b_{8,10} = 72\ 576 & b_{8,11} = 72\ 576 & b_{8,12} = 79\ 488 \end{array}$$

PL. ENJ. 200-300 (k=9):

$$17X_{7t} + 17X_{9t} + 17X_{10,t} + 17X_{11,t} + 17X_{14,t} + 17X_{17,t} + 17X_{27,t} + 17X_{35,t} \leq b_{9t} \quad (t=1, 2, \dots, 12)$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{array}{llll} b_{91} = 9\ 124 & b_{92} = 8\ 294 & b_{93} = 9\ 124 & b_{94} = 8\ 294 \\ b_{95} = 8\ 294 & b_{96} = 8\ 294 & b_{97} = 9\ 538 & b_{98} = 8\ 710 \\ b_{99} = 9\ 124 & b_{9,10} = 8\ 710 & b_{9,11} = 8\ 710 & b_{9,12} = 9\ 538 \end{array}$$

MAKAS PL. PRES (k=10):

$$\begin{array}{l} 7X_{1t} + 7X_{2t} + 7X_{3t} + 7X_{4t} + 76X_{5t} + 7X_{6t} + 7X_{7t} + 7X_{8t} + 7X_{9t} \\ + 76X_{10,t} + 7X_{11,t} + 7X_{12,t} + 76X_{13,t} + 7X_{14,t} + 7X_{15,t} + 76X_{16,t} \\ + 7X_{17,t} + 21X_{18,t} + 7X_{19,t} + 76X_{21,t} + 116X_{22,t} + 7X_{23,t} + 7X_{26,t} \\ + 76X_{27,t} + 69X_{28,t} + 7X_{30,t} + 7X_{31,t} + 7X_{33,t} + 7X_{34,t} + 7X_{35,t} + 69X_{36,t} \\ + 7X_{38,t} + 7X_{39,t} + 7X_{40,t} + 21X_{41,t} \leq b_{10,t} \quad (t=1, 2, \dots, 12) \end{array}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{array}{llll} b_{10,1} = 83\ 910 & b_{10,2} = 76\ 284 & b_{10,3} = 83\ 910 & b_{10,4} = 76\ 284 \\ b_{10,5} = 76\ 284 & b_{10,6} = 76\ 284 & b_{10,7} = 87\ 696 & b_{10,8} = 80\ 098 \\ b_{10,9} = 83\ 910 & b_{10,10} = 80\ 098 & b_{10,11} = 80\ 098 & b_{10,12} = 87\ 696 \end{array}$$

DİĞER TEZGAHLAR:

TEKAPİRINT 1R. (k=11):

$$\begin{aligned} & 16X_{7,t} + 16X_{9,t} + 16X_{10,t} + 16X_{11,t} + 16X_{12,t} + 16X_{14,t} + 16X_{15,t} \\ & + 16X_{16,t} + 16X_{17,t} + 16X_{19,t} + 16X_{21,t} + 16X_{22,t} + 16X_{27,t} + 16X_{30,t} \\ & + 16X_{33,t} + 16X_{34,t} + 16X_{35,t} + 16X_{39,t} + 16X_{40,t} \leq b_{11,t} \\ & (t=1, 2, \dots, 12) \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned} b_{11,1} &= 11\ 814 & b_{11,2} &= 10\ 740 & b_{11,3} &= 11\ 814 & b_{11,4} &= 10\ 740 \\ b_{11,5} &= 10\ 740 & b_{11,6} &= 10\ 740 & b_{11,7} &= 12\ 352 & b_{11,8} &= 11\ 278 \\ b_{11,9} &= 11\ 814 & b_{11,10} &= 11\ 278 & b_{11,11} &= 11\ 278 & b_{11,12} &= 12\ 352 \end{aligned}$$

KUÇUK MATKAP (k=12):

$$\begin{aligned} & 716X_{1,t} + 716X_{3,t} + 716X_{4,t} + 716X_{5,t} + 716X_{6,t} + 716X_{8,t} + 716X_{12,t} \\ & + 716X_{13,t} + 716X_{15,t} + 716X_{16,t} + 901X_{18,t} + 716X_{19,t} + 716X_{21,t} \\ & + 716X_{22,t} + 716X_{23,t} + 716X_{26,t} + 716X_{30,t} + 716X_{31,t} + 716X_{33,t} \\ & + 684X_{34,t} + 716X_{38,t} + 716X_{39,t} + 716X_{40,t} + 901X_{41,t} \leq b_{12,t} \\ & (t=1, 2, \dots, 12) \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned} b_{12,1} &= 2\ 509\ 056 & b_{12,2} &= 2\ 280\ 960 & b_{12,3} &= 2\ 509\ 056 & b_{12,4} &= 2\ 280\ 960 \\ b_{12,5} &= 2\ 280\ 960 & b_{12,6} &= 2\ 280\ 960 & b_{12,7} &= 2\ 623\ 104 & b_{12,8} &= 2\ 395\ 008 \\ b_{12,9} &= 2\ 509\ 056 & b_{12,10} &= 2\ 395\ 008 & b_{12,11} &= 2\ 395\ 008 & b_{12,12} &= 2\ 623\ 104 \end{aligned}$$

İŞÇİLİK KAPASİTESİ KISITLARI

KONTROL İŞÇİLİĞİ (k=13):

$$\begin{aligned} & 54X_{1t} + 54X_{2t} + 54X_{4t} + 54X_{5t} + 54X_{6t} + 54X_{7t} + 54X_{8t} + 54X_{9t} \\ & + 54X_{10,t} + 54X_{11,t} + 54X_{12,t} + 54X_{13,t} + 54X_{14,t} + 54X_{15,t} + 54X_{16,t} \\ & + 54X_{17,t} + 256X_{18,t} + 54X_{19,t} + 54X_{21,t} + 54X_{22,t} + 54X_{23,t} + 54X_{27,t} \\ & + 54X_{30,t} + 54X_{31,t} + 54X_{33,t} + 54X_{34,t} + 54X_{38,t} + 54X_{39,t} \\ & + 54X_{40,t} \leq b_{13,t} \quad (t=1, 2, \dots, 12) \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned} b_{13,1} &= 285\ 120 & b_{13,2} &= 259\ 200 & b_{13,3} &= 285\ 120 & b_{13,4} &= 259\ 200 \\ b_{13,5} &= 259\ 200 & b_{13,6} &= 259\ 200 & b_{13,7} &= 298\ 080 & b_{13,8} &= 272\ 160 \\ b_{13,9} &= 285\ 120 & b_{13,10} &= 272\ 160 & b_{13,11} &= 272\ 160 & b_{13,12} &= 298\ 080 \end{aligned}$$

KUTULAMA İŞÇİLİĞİ (k=14):

$$\begin{aligned} & 43X_{1t} + 43X_{2t} + 43X_{4t} + 43X_{5t} + 43X_{6t} + 43X_{7t} + 43X_{8t} + 43X_{9t} \\ & + 43X_{10,t} + 43X_{11,t} + 43X_{12,t} + 43X_{13,t} + 43X_{14,t} + 43X_{15,t} + 43X_{16,t} \\ & + 43X_{17,t} + 43X_{18,t} + 43X_{19,t} + 43X_{21,t} + 43X_{22,t} + 43X_{23,t} + 43X_{27,t} \\ & + 43X_{30,t} + 43X_{31,t} + 43X_{33,t} + 43X_{34,t} + 43X_{38,t} + 43X_{39,t} \\ & + 43X_{40,t} \leq b_{14,t} \quad (t=1, 2, \dots, 12) \end{aligned}$$

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned} b_{14,1} &= 190\ 080 & b_{14,2} &= 172\ 800 & b_{14,3} &= 190\ 080 & b_{14,4} &= 172\ 800 \\ b_{14,5} &= 172\ 800 & b_{14,6} &= 172\ 800 & b_{14,7} &= 198\ 720 & b_{14,8} &= 181\ 440 \\ b_{14,9} &= 190\ 080 & b_{14,10} &= 181\ 440 & b_{14,11} &= 181\ 440 & b_{14,12} &= 198\ 720 \end{aligned}$$

MONTAJ İŞÇİLİĞİ (k=15):

$$\begin{aligned} & 2007X_{1t} + 891X_{2t} + 2007X_{3t} + 2042X_{4t} + 2133X_{5t} + 2042X_{6t} \\ & + 1268X_{7t} + 1973X_{8t} + 1205X_{9t} + 1296X_{10,t} + 1205X_{11,t} + 2105X_{12,t} \\ & + 2133X_{13,t} + 1136X_{14,t} + 2042X_{15,t} + 2133X_{16,t} + 1268X_{17,t} + 3925X_{18,t} \\ & + 2105X_{19,t} + 102X_{20,t} + 2133X_{21,t} + 2133X_{22,t} + 2105X_{23,t} + 137X_{24,t} \\ & + 137X_{25,t} + 1797X_{26,t} + 1296X_{27,t} + 228X_{28,t} + 102X_{29,t} + 2042X_{30,t} \\ & + 2105X_{31,t} + 68X_{32,t} + 1973X_{33,t} + 2007X_{34,t} + 960X_{35,t} + 228X_{36,t} \\ & + 200X_{37,t} + 2105X_{38,t} + 2105X_{39,t} + 2042X_{40,t} + 3367X_{41,t} \leq b_{15,t} \end{aligned}$$

(t=1, 2, ..., 12)

KAPASİTELER (SN):

$$\begin{aligned} b_{15,1} &= 9\ 541\ 030 & b_{15,2} &= 8\ 673\ 662 & b_{15,3} &= 9\ 541\ 030 & b_{15,4} &= 8\ 673\ 662 \\ b_{15,5} &= 8\ 673\ 662 & b_{15,6} &= 8\ 673\ 662 & b_{15,7} &= 9\ 974\ 712 & b_{15,8} &= 9\ 107\ 345 \\ b_{15,9} &= 9\ 541\ 030 & b_{15,10} &= 9\ 107\ 345 & b_{15,11} &= 9\ 107\ 345 & b_{15,12} &= 9\ 974\ 712 \end{aligned}$$

ENVANTER DENGESI KISITLARI:

URUN KODU: BAZMIP11 (i=1)

$$S_{11} - X_{11} + I_{11} = 391$$

$$S_{1t} - X_{1t} + I_{1t} - I_{1,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BABL* (i=2)

$$S_{21} - X_{21} + I_{21} = 3089$$

$$S_{2t} - X_{2t} + I_{2t} - I_{2,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZMIM11 (i=3)

$$S_{3t} - X_{3t} + I_{3t} - I_{3,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZSOM10 (i=4)

$$S_{4t} - X_{4t} + I_{4t} - I_{4,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZMEP12 (i=5)

$$S_{5t} - X_{5t} + I_{5t} - I_{5,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZMUM33 (i=6)

$$S_{61} - X_{61} + I_{61} = 50$$

$$S_{6t} - X_{6t} + I_{6t} - I_{6,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPMIP31 (i=7)

$$S_{71} - X_{71} + I_{71} = 246$$

$$S_{7t} - X_{7t} + I_{7t} - I_{7,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZPUM21 (i=8)

$$S_{81} - X_{81} + I_{81} = 510$$

$$S_{8t} - X_{8t} + I_{8t} - I_{8,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPMUM33 (i=9)

$$S_{91} - X_{91} + I_{91} = 33$$

$$S_{9t} - X_{9t} + I_{9t} - I_{9,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPMEP12 (i=10)

$$S_{10,1} - X_{10,1} + I_{10,1} = 154$$

$$S_{10,t} - X_{10,t} + I_{10,t} - I_{10,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPSOM10 (i=11)

$$S_{11,1} - X_{11,1} + I_{11,1} = 418$$

$$S_{11,t} - X_{11,t} + I_{11,t} - I_{11,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMIP21 (i=12)

$$S_{12,1} - X_{12,1} + I_{12,1} = 156$$

$$S_{12,t} - X_{12,t} + I_{12,t} - I_{12,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZMEM12 (i=13)

$$S_{13,1} - X_{13,1} + I_{13,1} = 263$$

$$S_{13,t} - X_{13,t} + I_{13,t} - I_{13,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPPUM21 (i=14)

$$S_{14,1} - X_{14,1} + I_{14,1} = 190$$

$$S_{14,t} - X_{14,t} + I_{14,t} - I_{14,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXSOM10 (i=15)

$$S_{15,1} - X_{15,1} + I_{15,1} = 106$$

$$S_{15,t} - X_{15,t} + I_{15,t} - I_{15,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMEP12 (i=16)

$$S_{16,1} - X_{16,1} + I_{16,1} = 101$$

$$S_{16,t} - X_{16,t} + I_{16,t} - I_{16,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPMIP31 (i=17)

$$S_{17,1} - X_{17,1} + I_{17,1} = 25$$

$$S_{17,t} - X_{17,t} + I_{17,t} - I_{17,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: DAZMIP11 (i=18)

$$S_{18,t} - X_{18,t} + I_{18,t} - I_{18,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMIP31 (i=19)

$$S_{19,1} - X_{19,1} + I_{19,1} = 124$$

$$S_{19,t} - X_{19,t} + I_{19,t} - I_{19,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: MIP11 (i=20)

$$S_{20,1} - X_{20,1} + I_{20,1} = 115$$

$$S_{20,t} - X_{20,t} + I_{20,t} - I_{20,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMEM12 (i=21)

$$S_{21,1} - X_{21,1} + I_{21,1} = 49$$

$$S_{21,t} - X_{21,t} + I_{21,t} - I_{21,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMEL22 (i=22)

$$S_{22,1} - X_{22,1} + I_{22,1} = 106$$

$$S_{22,t} - X_{22,t} + I_{22,t} - I_{22,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZMIP31 (i=23)

$$S_{23,1} - X_{23,1} + I_{23,1} = 18$$

$$S_{23,t} - X_{23,t} + I_{23,t} - I_{23,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: MUM33 (i=24)

$$S_{24,t} - X_{24,t} + I_{24,t} - I_{24,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: SOM10 (i=25)

$$S_{25,1} - X_{25,1} + I_{25,1} = 50$$

$$S_{25,t} - X_{25,t} + I_{25,t} - I_{25,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZx (i=26)

$$S_{26,t} - X_{26,t} + I_{26,t} - I_{26,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAPMEM12 (i=27)

$$S_{27,1} - X_{27,1} + I_{27,1} = 217$$

$$S_{27,t} - X_{27,t} + I_{27,t} - I_{27,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: MEP12 (i=28)

$$S_{28,1} - X_{28,1} + I_{28,1} = 23$$

$$S_{28,t} - X_{28,t} + I_{28,t} - I_{28,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: MIM11 (i=29)

$$S_{29,t} - X_{29,t} + I_{29,t} - I_{29,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXMUM33 (i=30)

$$S_{30,1} - X_{30,1} + I_{30,1} = 126$$

$$S_{30,t} - X_{30,t} + I_{30,t} - I_{30,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZM1M31 (i=31)

$$S_{31,1} - X_{31,1} + I_{31,1} = 18$$

$$S_{31,t} - X_{31,t} + I_{31,t} - I_{31,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: PUM21 (i=32)

$$S_{32,1} - X_{32,1} + I_{32,1} = 25$$

$$S_{32,t} - X_{32,t} + I_{32,t} - I_{32,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAXPUM21 (i=33)

$$S_{33,1} - X_{33,1} + I_{33,1} = 92$$

$$S_{33,t} - X_{33,t} + I_{33,t} - I_{33,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAMM1P11 (i=34)

$$S_{34,1} - X_{34,1} + I_{34,1} = 599$$

$$S_{34,t} - X_{34,t} + I_{34,t} - I_{34,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAP (i=35)

$$S_{35,t} - X_{35,t} + I_{35,t} - I_{35,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: MEM12 (i=36)

$$S_{36,t} - X_{36,t} + I_{36,t} - I_{36,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

URUN KODU: M1P31 (i=37)

$$S_{37,1} - X_{37,1} + I_{37,1} = 50$$

$$S_{37,t} - X_{37,t} + I_{37,t} - I_{37,t-1} = 0 \quad (t=2,3,\dots,12)$$

URUN KODU: BAZM1M21 (i=38)

$$S_{38,t} - X_{38,t} + I_{38,t} - I_{38,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

ÜRÜN KODU: BAXMİM31 (i=39)

$$S_{39,t} - X_{39,t} + I_{39,t} - I_{39,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

ÜRÜN KODU: BAXROP10 (i=40)

$$S_{40,t} - X_{40,t} + I_{40,t} - I_{40,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

ÜRÜN KODU: DAZ* (i=41)

$$S_{41,t} - X_{41,t} + I_{41,t} - I_{41,t-1} = 0 \quad (t=1,2,\dots,12)$$



SATIŞ KISITLARI:

A ve B GRUBUNA AİT ÜRÜNLER İÇİN SATIŞ KISITLARI:

ÜRÜN KODU: BAZMİP11 (i=1)

$1795 \leq S_{11} \leq 2090$	$1738 \leq S_{12} \leq 2025$	$1402 \leq S_{18} \leq 1632$
$1750 \leq S_{14} \leq 2038$	$1635 \leq S_{15} \leq 1904$	$1454 \leq S_{16} \leq 1692$
$1070 \leq S_{17} \leq 1245$	$1837 \leq S_{18} \leq 2138$	$1418 \leq S_{19} \leq 1652$
$2395 \leq S_{1,10} \leq 2788$	$1407 \leq S_{1,11} \leq 1638$	$959 \leq S_{1,12} \leq 1116$

ÜRÜN KODU: BABL* (i=2)

$1442 \leq S_{21} \leq 1732$	$1748 \leq S_{22} \leq 2100$	$2535 \leq S_{29} \leq 3044$
$1706 \leq S_{24} \leq 2050$	$1875 \leq S_{25} \leq 2252$	$1870 \leq S_{26} \leq 2246$
$1404 \leq S_{27} \leq 1686$	$1910 \leq S_{28} \leq 2295$	$1620 \leq S_{29} \leq 1946$
$1296 \leq S_{2,10} \leq 1556$	$2330 \leq S_{2,11} \leq 2800$	$1002 \leq S_{2,12} \leq 1203$

ÜRÜN KODU: BAZMİM11 (i=3)

$189 \leq S_{91} \leq 232$	$443 \leq S_{92} \leq 545$	$245 \leq S_{99} \leq 302$
$194 \leq S_{94} \leq 238$	$348 \leq S_{95} \leq 428$	$408 \leq S_{96} \leq 502$
$136 \leq S_{97} \leq 168$	$296 \leq S_{98} \leq 365$	$222 \leq S_{99} \leq 273$
$236 \leq S_{9,10} \leq 290$	$258 \leq S_{9,11} \leq 318$	$218 \leq S_{9,12} \leq 269$

ÜRÜN KODU: BAZSOM10 (i=4)

$218 \leq S_{41} \leq 250$	$370 \leq S_{42} \leq 426$	$462 \leq S_{49} \leq 531$
----------------------------	----------------------------	----------------------------

$$216 \leq S_{44} \leq 248$$

$$255 \leq S_{45} \leq 294$$

$$236 \leq S_{46} \leq 272$$

$$260 \leq S_{47} \leq 300$$

$$287 \leq S_{48} \leq 332$$

$$252 \leq S_{49} \leq 292$$

$$252 \leq S_{4,10} \leq 292$$

$$354 \leq S_{4,11} \leq 408$$

$$112 \leq S_{4,12} \leq 130$$

ÜRÜN KODU: BAZMEP12 (i=5)

$$317 \leq S_{51} \leq 442$$

$$285 \leq S_{52} \leq 398$$

$$263 \leq S_{53} \leq 367$$

$$185 \leq S_{54} \leq 257$$

$$258 \leq S_{55} \leq 360$$

$$125 \leq S_{56} \leq 174$$

$$110 \leq S_{57} \leq 154$$

$$152 \leq S_{58} \leq 213$$

$$190 \leq S_{59} \leq 267$$

$$226 \leq S_{5,10} \leq 316$$

$$157 \leq S_{5,11} \leq 220$$

$$298 \leq S_{5,12} \leq 418$$

ÜRÜN KODU: BAZMUM33 (i=6)

$$186 \leq S_{61} \leq 236$$

$$123 \leq S_{62} \leq 156$$

$$68 \leq S_{63} \leq 86$$

$$108 \leq S_{64} \leq 138$$

$$134 \leq S_{65} \leq 170$$

$$88 \leq S_{66} \leq 112$$

$$122 \leq S_{67} \leq 155$$

$$82 \leq S_{68} \leq 104$$

$$93 \leq S_{69} \leq 118$$

$$52 \leq S_{6,10} \leq 65$$

$$60 \leq S_{6,11} \leq 78$$

$$102 \leq S_{6,12} \leq 130$$

ÜRÜN KODU: BAPMIP31 (i=7)

$$247 \leq S_{71} \leq 292$$

$$232 \leq S_{72} \leq 274$$

$$66 \leq S_{73} \leq 78$$

$$100 \leq S_{74} \leq 117$$

$$86 \leq S_{75} \leq 102$$

$$238 \leq S_{76} \leq 282$$

$$64 \leq S_{77} \leq 75$$

$$188 \leq S_{78} \leq 221$$

$$150 \leq S_{79} \leq 178$$

$$167 \leq S_{7,10} \leq 197$$

$$253 \leq S_{7,11} \leq 298$$

$$147 \leq S_{7,12} \leq 174$$

ÜRÜN KODU: BAZPUM21 (i=8)

$$155 \leq S_{81} \leq 194$$

$$40 \leq S_{82} \leq 50$$

$$5 \leq S_{83} \leq 6$$

$$\begin{array}{lll} 10 \leq S_{84} \leq 13 & 96 \leq S_{85} \leq 120 & 18 \leq S_{86} \leq 23 \\ 22 \leq S_{87} \leq 27 & 74 \leq S_{88} \leq 92 & 75 \leq S_{89} \leq 94 \\ 83 \leq S_{8,10} \leq 104 & 24 \leq S_{8,11} \leq 30 & 10 \leq S_{8,12} \leq 13 \end{array}$$

ÜRÜN KODU: BAPMUM33 (i=9)

$$\begin{array}{lll} 40 \leq S_{91} \leq 53 & 100 \leq S_{92} \leq 130 & 135 \leq S_{93} \leq 174 \\ S_{94} = 0 & 68 \leq S_{95} \leq 88 & 28 \leq S_{96} \leq 36 \\ 103 \leq S_{97} \leq 134 & 75 \leq S_{98} \leq 98 & 68 \leq S_{99} \leq 87 \\ 6 \leq S_{9,10} \leq 8 & 114 \leq S_{9,11} \leq 147 & 24 \leq S_{9,12} \leq 30 \end{array}$$

ÜRÜN KODU: BAPMEP12 (i=10)

$$\begin{array}{lll} 145 \leq S_{10,1} \leq 188 & 43 \leq S_{10,2} \leq 55 & 14 \leq S_{10,3} \leq 18 \\ 53 \leq S_{10,4} \leq 68 & 64 \leq S_{10,5} \leq 82 & 77 \leq S_{10,6} \leq 100 \\ 50 \leq S_{10,7} \leq 64 & 60 \leq S_{10,8} \leq 78 & 32 \leq S_{10,9} \leq 42 \\ 50 \leq S_{10,10} \leq 65 & 104 \leq S_{10,11} \leq 135 & S_{10,12} = 0 \end{array}$$

ÜRÜN KODU: BAPSOM10 (i=11)

$$\begin{array}{lll} 95 \leq S_{11,1} \leq 134 & 45 \leq S_{11,2} \leq 64 & 68 \leq S_{11,3} \leq 96 \\ 32 \leq S_{11,4} \leq 45 & 60 \leq S_{11,5} \leq 83 & 14 \leq S_{11,6} \leq 19 \\ 55 \leq S_{11,7} \leq 76 & 63 \leq S_{11,8} \leq 88 & 140 \leq S_{11,9} \leq 196 \\ 166 \leq S_{11,10} \leq 232 & 92 \leq S_{11,11} \leq 128 & 6 \leq S_{11,12} \leq 9 \end{array}$$

ÜRÜN KODU: BAXMIP21 (i=12)

$$20 \leq S_{12,t} \leq 209 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

ÜRÜN KODU: BAZMEM12 (i=13)

$$\begin{array}{lll} 42 \leq S_{13,1} \leq 60 & 10 \leq S_{13,2} \leq 15 & 42 \leq S_{13,3} \leq 60 \\ 42 \leq S_{13,4} \leq 60 & 20 \leq S_{13,5} \leq 28 & 13 \leq S_{13,6} \leq 19 \\ 23 \leq S_{13,7} \leq 33 & 40 \leq S_{13,8} \leq 56 & 32 \leq S_{13,9} \leq 47 \\ 48 \leq S_{13,10} \leq 70 & 70 \leq S_{13,11} \leq 102 & 42 \leq S_{13,12} \leq 60 \end{array}$$

C GRUBUNA AİT ÜRÜNLER İÇİN ÜRETİM VE SATIŞ KISITLARI:

ÜRÜN KODU: BAPPUM21 (i=14)

$$S_{14,t} \leq 126 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{14,t} \leq 957 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{14,t} \geq 95$$

ÜRÜN KODU: BAXSOM10 (i=15)

$$S_{15,t} \leq 72 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{15,t} \leq 540 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{15,t} \geq 54$$

ÜRÜN KODU: BAXMEP12 (i=16)

$$S_{16,t} \leq 62 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{16,t} \leq 470 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{16,t} \geq 47$$

ÜRÜN KODU: BAPMİM31 (i=17)

$$S_{17,t} \leq 24 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{17,t} \leq 178 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{17,t} \geq 18$$

URUN KODU: DAZMIP11 (i=18)

$$S_{18,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{18,t} \leq 96 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{18,t} \geq 10$$

URUN KODU: BAXMIP31 (i=19)

$$S_{19,t} \leq 42 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{19,t} \leq 320 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{19,t} \geq 32$$

URUN KODU: MIP11 (i=20)

$$S_{20,t} \leq 80 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{20,t} \leq 590 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{20,t} \geq 60$$

URUN KODU: BAXMEM12 (i=21)

$$S_{21,t} \leq 33 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{21,t} \leq 250 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{21,t} \geq 25$$

URUN KODU: BAXMEL22 (i=22)

$$S_{22,t} \leq 20 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{22,t} \leq 170 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{22,t} \geq 15$$

URUN KODU: BAZM1P31 (i=23)

$$S_{23,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{23,t} \leq 110 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{23,t} \geq 10$$

URUN KODU: MUM33 (i=24)

$$S_{24,t} \leq 32 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{24,t} \leq 240 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{24,t} \geq 24$$

URUN KODU: SOM10 (i=25)

$$S_{25,t} \leq 26 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{25,t} \leq 202 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{25,t} \geq 20$$

URUN KODU: BAZ* (i=26)

$$S_{26,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{26,t} \leq 50 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{26,t} \geq 10$$

URUN KODU: BAPMEM12 (i=27)

$$S_{27,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{27,t} \leq 70 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{27,t} \geq 10$$

URUN KODU: MEP12 (i=28)

$$S_{28,t} \leq 16 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{28,t} \leq 126 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{28,t} \geq 12$$

URUN KODU: MİM11 (i=29)

$$S_{29,t} \leq 26 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{29,t} \leq 190 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{29,t} \geq 20$$

URUN KODU: BAXMUM33 (i=30)

$$S_{30,t} \leq 18 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{30,t} \leq 140 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{30,t} \geq 14$$

URUN KODU: BAZMİM31 (i=31)

$$S_{31,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{31,t} \leq 60 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{31,t} \geq 10$$

URUN KODU: PUM21 (i=32)

$$S_{32,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{32,t} \leq 60 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{32,t} \geq 10$$

URUN KODU: BAXPUM21 (i=33)

$$S_{33,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{33,t} \leq 100 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{33,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: **BAMMİP11** (i=34)

$$S_{34,t} \leq 82 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{34,t} \leq 620 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{34,t} \geq 62$$

ÜRÜN KODU: **BAP** (i=35)

$$\sum_{t=1}^{12} X_{35,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: **MEM12** (i=36)

$$S_{36,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{36,t} \leq 60 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{36,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: **MİP31** (i=37)

$$S_{37,t} \leq 14 \quad (t=1,2,\dots,12)$$

$$\sum_{t=1}^{12} S_{37,t} \leq 25 \quad \sum_{t=1}^{12} X_{37,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: **BAZMİM21** (i=38)

$$\sum_{t=1}^{12} X_{38,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: **BAXMİM31** (i=39)

$$\sum_{t=1}^{12} X_{39,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: BAXROP10 (i=40)

$$\sum_{t=1}^{12} X_{40,t} \geq 10$$

ÜRÜN KODU: DAZ* (i=41)

$$\sum_{t=1}^{12} X_{41,t} \geq 10$$



4.6. MODELİN ÇÖZÜLMESİ

41 çeşit ürüne ait 12 periyotluk (aylık) üretim planının elde edilmesi amacıyla kurulan model yapı itibarı ile aşağıdaki verileri içermektedir:

Değişken sayısı	= 1477
Makina kapasitesi kısıtları	= 180
Envanter dengesi kısıtları	= 492
Satış ve Üretim kısıtları	= 639

Amaç fonksiyonu dahil olmak üzere 1477 değişken ve toplam 1311 kısıt denkleminde meydana gelen model, Hyper Lindo paket programı kullanılmak suretiyle çözülmüş ve kârı maksimize eden optimum çözüm değerleri elde edilmiştir. Hyper Lindo paket programı, 1000 tanesi tamsayı olabilen 4000 tane değişken ve 2000 tane kısıt denkleminde kurulu lineer programlama modellerini çözme kapasitesine sahiptir. Program, modeli standart formuyla kabul etmekte olup çalışacağı komputerde 8087 (coprocessor) matematik işlemciye ihtiyaç göstermektedir.

İşletme ürünleri için kurulan modele ait çözüm değerleri tablolar halinde sunulmakta olup, bilgisayar çıktıları ile A ve B grubu ürünler için çözüm değerlerinin grafik gösterimine ekler kısmında yer verilmektedir.

Optimum düzeyde elde edilen üretim, satış ve envanter kararları sonucunda ulaşılan en büyük kâr değeri 2 772 200 000 TL olarak gerçekleşmektedir. Bu değer 3076 iterasyon sonucunda elde edilmiştir.

Tablo 4-32-A Modele Ait Çözüm Değerleri (1≤i≤5)

AYLAR		Ü R Ü N L E R				
		BAZMİP11	BABL*	BAZMİM11	BAZSOM10	BAZMEP12
OC.	ÜRET.	1404	1284	286	218	317
	SAT.	1795	1732	189	218	317
	ENV.	-	2641	97	-	-
ŞB.	ÜRET.	1738	1602	345	370	285
	SAT.	1738	2100	443	370	285
	ENV.	-	2144	-	-	-
MR.	ÜRET.	1402	1255	245	462	263
	SAT.	1402	2652	245	462	263
	ENV.	-	747	-	-	-
Nİ.	ÜRET.	1750	1392	258	216	185
	SAT.	1750	1706	194	216	185
	ENV.	-	434	64	-	-
MY.	ÜRET.	1635	1440	345	255	258
	SAT.	1635	1875	348	255	258
	ENV.	-	-	62	-	-
HZ.	ÜRET.	1454	1870	345	236	125
	SAT.	1454	1870	408	236	125
	ENV.	-	-	-	-	-
TM.	ÜRET.	1070	1404	136	260	110
	SAT.	1070	1404	136	260	110
	ENV.	-	-	-	-	-
AĞ.	ÜRET.	1837	1910	296	287	152
	SAT.	1837	1910	296	287	152
	ENV.	-	-	-	-	-
EY.	ÜRET.	1606	1620	222	252	190
	SAT.	1418	1620	222	252	190
	ENV.	188	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	2206	1781	236	252	226
	SAT.	2395	1296	236	252	226
	ENV.	-	485	-	-	-
KS.	ÜRET.	1407	1844	258	354	157
	SAT.	1407	2330	258	354	157
	ENV.	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	959	1002	218	112	298
	SAT.	959	1002	218	112	298
	ENV.	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-B Modele Ait Çözüm Değerleri (6≤i≤10)

AYLAR		Ü R Ü N L E R				
		BAZMUM33	BAPMİP31	BAZPUM21	BAPMUM33	BAPMEP12
OC.	ÜRET.	136	1	-	20	34
	SAT.	186	247	194	53	188
	ENV.	-	-	316	-	-
ŞB.	ÜRET.	123	232	-	130	43
	SAT.	123	232	50	130	43
	ENV.	-	-	266	-	-
MR.	ÜRET.	68	66	6	174	18
	SAT.	68	66	-	174	18
	ENV.	-	-	260	-	-
Nİ.	ÜRET.	108	100	-	-	53
	SAT.	108	100	13	-	53
	ENV.	-	-	247	-	-
MY.	ÜRET.	134	86	-	88	64
	SAT.	134	86	96	88	64
	ENV.	-	-	151	-	-
HZ.	ÜRET.	88	238	-	36	77
	SAT.	88	238	18	36	77
	ENV.	-	-	133	-	-
TM.	ÜRET.	122	64	-	134	50
	SAT.	122	64	22	134	50
	ENV.	-	-	111	-	-
AĞ.	ÜRET.	82	188	-	98	60
	SAT.	82	188	74	98	60
	ENV.	-	-	37	-	-
EY.	ÜRET.	93	150	38	87	32
	SAT.	93	150	75	87	32
	ENV.	-	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	52	286	83	8	50
	SAT.	52	167	83	8	50
	ENV.	-	119	-	-	-
KS.	ÜRET.	60	133	24	147	104
	SAT.	60	253	24	147	104
	ENV.	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	102	147	10	30	-
	SAT.	102	147	10	30	-
	ENV.	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-C Modele Ait Çözüm Değerleri (11≤i≤15)

AYLAR		Ü R Ü N L E R				
		BAPSOM10	BAXMİP21	BAZMEM12	BAPPUM21	BAXSOM10
OC.	ÜRET.	-	-	-	-	-
	SAT.	134	136	60	126	72
	ENV.	284	20	203	64	34
ŞB.	ÜRET.	-	-	-	59	9
	SAT.	64	20	15	123	43
	ENV.	220	-	188	-	-
MR.	ÜRET.	-	20	-	126	-
	SAT.	96	20	60	126	-
	ENV.	124	-	128	-	-
Nİ.	ÜRET.	-	20	-	126	-
	SAT.	45	20	42	126	-
	ENV.	79	-	86	-	-
MY.	ÜRET.	4	20	-	126	-
	SAT.	83	20	20	126	-
	ENV.	-	-	66	-	-
HZ.	ÜRET.	19	20	-	115	-
	SAT.	19	20	13	115	-
	ENV.	-	-	53	-	-
TM.	ÜRET.	76	20	-	33	-
	SAT.	76	20	23	33	-
	ENV.	-	-	30	-	-
AĞ.	ÜRET.	88	20	10	54	-
	SAT.	88	20	40	54	-
	ENV.	-	-	-	-	-
EY.	ÜRET.	260	20	32	-	-
	SAT.	196	20	32	-	-
	ENV.	64	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	167	20	48	-	-
	SAT.	232	20	48	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-
KS.	ÜRET.	128	20	70	-	44
	SAT.	128	20	70	-	44
	ENV.	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	9	20	42	126	-
	SAT.	9	20	42	126	-
	ENV.	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-D Modele Ait Çözüm Değerleri (16≤i≤20)

AYLAR		D R Ü N L E R				
		BAXMEP12	BAPMİM31	DAZMİP11	BAXMİP31	MİP11
OC.	ÜRET.	-	-	10	-	-
	SAT.	62	24	10	42	80
	ENV.	39	1	-	82	35
SB.	ÜRET.	23	23	-	-	45
	SAT.	62	24	-	42	80
	ENV.	-	-	-	40	-
MR.	ÜRET.	-	24	-	-	80
	SAT.	-	24	-	40	80
	ENV.	-	-	-	-	-
Nİ.	ÜRET.	-	24	-	-	80
	SAT.	-	24	-	-	80
	ENV.	-	-	-	-	-
MY.	ÜRET.	-	24	-	-	80
	SAT.	-	24	-	-	80
	ENV.	-	-	-	-	-
HZ.	ÜRET.	-	2	-	-	-
	SAT.	-	2	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-
TM.	ÜRET.	-	-	-	-	-
	SAT.	-	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-
AĞ.	ÜRET.	-	24	-	-	30
	SAT.	-	24	-	-	30
	ENV.	-	-	-	-	-
EY.	ÜRET.	-	7	-	-	-
	SAT.	-	7	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	24	-	-	15	-
	SAT.	24	-	-	15	-
	ENV.	-	-	-	-	-
KS.	ÜRET.	-	-	-	16	80
	SAT.	-	-	-	16	80
	ENV.	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	-	24	-	-	80
	SAT.	-	24	-	-	80
	ENV.	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-E Modele Ait Çözüm Değerleri (21≤i≤26)

AYLAR		Ü R Ü N L E R					
		BAXMEM12	BAXMEL22	BAZMİP31	MUM33	SOM10	BAZ*
OC.	ÜRET.	-	-	-	32	-	-
	SAT.	33	20	14	32	26	-
	ENV.	16	86	4	-	24	-
SB.	ÜRET.	17	-	-	32	2	-
	SAT.	33	20	4	32	26	-
	ENV.	-	66	-	-	-	-
MR.	ÜRET.	-	-	-	32	26	-
	SAT.	-	20	-	32	26	-
	ENV.	-	46	-	-	-	-
NI.	ÜRET.	-	-	-	32	26	-
	SAT.	-	20	-	32	26	-
	ENV.	-	26	-	-	-	-
MY.	ÜRET.	-	-	-	32	26	-
	SAT.	-	20	-	32	26	-
	ENV.	-	6	-	-	-	-
HZ.	ÜRET.	-	14	10	-	-	10
	SAT.	-	20	10	-	-	10
	ENV.	-	-	-	-	-	-
TM.	ÜRET.	-	-	-	16	-	-
	SAT.	-	-	-	16	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-
AG.	ÜRET.	-	10	-	-	-	-
	SAT.	-	10	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-
EY.	ÜRET.	-	20	-	-	-	-
	SAT.	-	20	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	8	20	-	32	26	-
	SAT.	8	20	-	32	26	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-
KS.	ÜRET.	-	-	-	-	20	-
	SAT.	-	-	-	-	20	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	-	-	-	32	26	-
	SAT.	-	-	-	32	26	-
	ENV.	-	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-F Modele Ait Cözüm Değerleri (27≤i≤32)

AYLAR		Ü R Ü N L E R					
		BAPMEM12	MEP12	MİM11	BAXMUM33	BAZMİM31	PUM21
OC.	ÜRET.	-	-	52	-	-	-
	SAT.	14	16	26	18	14	14
	ENV.	203	7	26	108	4	11
SB.	ÜRET.	-	9	-	-	-	3
	SAT.	14	16	26	18	4	14
	ENV.	189	-	-	90	-	-
MR.	ÜRET.	-	16	26	-	-	14
	SAT.	14	16	26	18	-	14
	ENV.	175	-	-	72	-	-
NI.	ÜRET.	-	16	26	-	-	8
	SAT.	14	16	26	18	-	8
	ENV.	161	-	-	54	-	-
MY.	ÜRET.	-	16	-	-	-	-
	SAT.	14	16	-	18	-	-
	ENV.	147	-	-	36	-	-
HZ.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	-	-	-	18	-	-
	ENV.	147	-	-	18	-	-
TM.	ÜRET.	-	-	8	-	-	-
	SAT.	-	-	8	18	-	-
	ENV.	147	-	-	-	-	-
AG.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	-	-	-	-	-	-
	ENV.	147	-	-	-	-	-
EY.	ÜRET.	-	16	26	-	-	-
	SAT.	-	16	26	-	-	-
	ENV.	147	-	-	-	-	-
EK.	ÜRET.	-	16	-	-	-	-
	SAT.	-	16	-	-	-	-
	ENV.	147	-	-	-	-	-
KS.	ÜRET.	-	-	26	14	-	-
	SAT.	-	-	26	14	-	-
	ENV.	147	-	-	-	-	-
AR.	ÜRET.	10	14	26	-	10	-
	SAT.	-	14	26	-	10	-
	ENV.	157	-	-	-	-	-

Tablo 4-32-G Modele Ait Çözüm Değerleri (33≤i≤38)

AYLAR		Ü R Ü N L E R					
		BAXPUM21	BAMMIP11	BAP	MEM12	MIP31	BAZMIM21
OC.	ÜRET.	-	-	481	-	-	-
	SAT.	14	82	481	-	14	-
	ENV.	78	517	-	-	36	-
ŞB.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	14	82	-	-	11	-
	ENV.	64	435	-	-	25	-
MR.	ÜRET.	-	-	128	-	-	-
	SAT.	14	82	128	-	-	-
	ENV.	50	353	-	-	25	-
NI.	ÜRET.	-	-	184	-	-	-
	SAT.	14	82	184	-	-	-
	ENV.	36	271	-	-	25	-
MY.	ÜRET.	-	-	95	-	-	-
	SAT.	14	82	95	-	-	-
	ENV.	22	189	-	-	25	-
HZ.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	14	82	-	-	-	-
	ENV.	8	107	-	-	25	-
TM.	ÜRET.	-	-	203	-	-	-
	SAT.	8	82	203	-	-	-
	ENV.	-	25	-	-	25	-
AĞ.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	-	25	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	25	-
EY.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	-	-	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	25	-
EK.	ÜRET.	-	-	-	-	-	-
	SAT.	-	-	-	-	-	-
	ENV.	-	-	-	-	25	-
KS.	ÜRET.	8	21	-	-	-	10
	SAT.	8	21	-	-	-	10
	ENV.	-	-	-	-	25	-
AR.	ÜRET.	-	-	215	-	-	-
	SAT.	2	41	215	10	10	-
	ENV.	2	41	-	10	35	-

Tablo 4-32-H Modele Ait Çözüm Değerleri (39≤i≤41)

AYLAR		Ü R Ü N L E R		
		BAXMİM31	BAXROP10	DAZ*
OC.	ÜRET.	-	-	898
	SAT.	-	-	898
	ENV.	-	-	-
SB.	ÜRET.	10	-	210
	SAT.	10	-	210
	ENV.	-	-	-
MR.	ÜRET.	-	-	829
	SAT.	-	-	829
	ENV.	-	-	-
NI.	ÜRET.	-	-	514
	SAT.	-	-	514
	ENV.	-	-	-
MY.	ÜRET.	-	-	427
	SAT.	-	-	427
	ENV.	-	-	-
HZ.	ÜRET.	-	10	514
	SAT.	-	10	514
	ENV.	-	-	-
TM.	ÜRET.	-	-	1369
	SAT.	-	-	1369
	ENV.	-	-	-
AĞ.	ÜRET.	-	-	394
	SAT.	-	-	394
	ENV.	-	-	-
EY.	ÜRET.	-	-	720
	SAT.	-	-	720
	ENV.	-	-	-
EK.	ÜRET.	-	-	121
	SAT.	-	-	121
	ENV.	-	-	-
KS.	ÜRET.	-	-	541
	SAT.	-	-	541
	ENV.	-	-	-
AR.	ÜRET.	-	-	1406
	SAT.	-	-	1406
	ENV.	-	-	-

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Üretim planlama aşamasında lineer programlama tekniklerinin kullanılmasına ilişkin olarak hazırlanan tezde, üretim planlamada kullanılan lineer programlama modellerinin tümüne yakın kısmını bulmak mümkündür. Söz konusu modeller talebin zaman içindeki değişim durumuna göre statik ve dinamik modeller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Tezde, önce, talebin zaman içinde değişmediği statik modeller üzerinde durulmuş ve bu modeller kapsamında olmak üzere ürün karışımı, süreç seçimi, malzeme karışımı ve çok kademeli planlama modellerine yer verilmiştir. Talebin zamanla değişime uğradığı dinamik modeller kapsamında ise yukarıda değinilen modellere ek olarak, sadece üretim ve envanter maliyetleri olan modeller, üretim oranını değiştirme ile karşılanamayan talebin maliyeti olan modeller, işgücü seviyesi ve fazla mesai kararları ile ilgili modeller ile çok ürünlu çok periyotlu ve kaynak kısıtlı modeller ele alınmıştır.

Lineer programlama modelleri incelenirken, her biri için notasyon listeleri, amaç fonksiyonu ve kısıt denklemleri de birlikte sunulmuştur. Bunun yanında pek çok modelin pratik kullanımına ilişkin olarak örnek problemlere ve çözümlerine de yer verilmiştir.

İşletme uygulaması bölümünde ise EMAS firması ürünlerinden sınır salterleri grubuna ait olmak üzere gelecek yılın 12 aylık ana üretim planı, lineer programlama tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Amaç fonksiyonu kâr maksimizasyonu olan bu modelde, 1477 değişken ve 1311 kısıt denklemi Hyper Lindo paket programı kullanılmak suretiyle çözülmüş ve optimum düzeydeki üretim, satış ve envanter değerleri bulunmuştur.

Kuşkusuz ki lineer programlama modelleri, amacın ve problem elemanlarının uygun bir şekilde tanımlanması halinde, üretim planlamada kullanılabilen en etkin ve en hızlı optimizasyon tekniklerinden birisidir. Bununla beraber lineer programlama modelleri metodun uygulanması ile elde edilen optimum çözümün kabul görüp görmemesi konusunda yönetimin yerine karar veren araçlar değildir. Optimum çözümün olduğu gibi kabul edilmesi ya da üzerinde değişiklikler yapılarak uygulanması kararı tamamiyle yöneticinin sorumluluğundadır. Bu nedenle matematiksel çözümlerde uygunsuzluk veya zorunluluk nedeniyle değişiklikler yapılabilmesi imkânı söz konusu tekniğin kullanım avantajlarından bir tanesi olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] UZMEN, Murat, Montaj Hattı Dengeleme, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Ana Bilim Dalı Endüstri Programı Yüksek Lisans Tezi, 1990.
- [2] MAGEE, John F., BOODMAN, David M, Production Planning and Inventory Control, Mc Graw-Hill, pp. 162-163, 1967.
- [3] MIZE, Joe H., CHARLES, R.White, BROOKS, George H., Üretim Planlama ve Kontrol, Çev: TORAMAN, Ayhan, GÖZLÜ, Sıtkı, İ.T.Ü. Yayınları, 1294, S. 105-108, Gümüşsuyu, 1984.
- [4] MONTGOMORY, D.C., JOHNSON, L.A., Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, John Wiley & Sons, pp. 103-266, U.S.A., 1966.
- [5] ACAR, Nesime, Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları, MPM Yayınları, 280, S. 52-77, Ankara, 1989.
- [6] YENERSOY, Gönül, İ.T.Ü. İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Üretim Planlama ve Kontrol Dersi Notları, Maçka, 1990.
- [7] YENERSOY, Gönül, Üretim Planlamada Talep Tahminleri Seminer Notları, Tüsside, Gebze, 1990.
- [8] DI ROCCAFERRERO, Giuseppe M.Ferrero, Operations Research Models for Business and Industry, South Western Publishing Company, pp. 293-305, 1964.

- [9] BUDNICK, Frank S., MOJENA, Richard, VOLLMAN Thomas E., Principles of Operations Research for Management, Irwin-Dorsey Limited, pp. 108-109, 1977.
- [10] ASLAN, Kaan, Endüstri Mühendisliği Matematik Programlama Yüksek Lisans Dersi Araştırma Notları, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Maçka, 1990.
- [11] RIGGS, James L., INOUE, Michael S., Introduction to Operations Research and Management Science, Mc Graw-Hill, pp. 39-43, U.S.A., 1975.
- [12] YENERSOY, Gönül, Malzeme Yönetimi Sistemleri, Ma-Pa Yayınları, 1, S. 50-51, İstanbul, 1989.
- [13] LEVIN, Richard I., KIRKPATRIK, Charles A., RUBIN, David S., Quantitative Approaches to Management, Mc Graw-Hill, pp. 253-255, 1982.
- [14] MAC NIECE, E.H., Production Forecasting, Planning and Control, John Wiley & Sons Inc., New York, 1961.

EK A: Hyper Lindo Paket Programının Çıktıları

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3076

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) .277220000E+10

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
S011	1795.000000	.000000
X011	1404.000000	.000000
I011	.000000	934.468800
S021	1732.000000	.000000
X021	1284.282000	.000000
I021	2641.282000	.000000
S031	189.000000	.000000
X031	286.391300	.000000
I031	97.391300	.000000
S041	218.000000	.000000
X041	218.000000	.000000
I041	.000000	911.835900
S051	317.000000	.000000
X051	317.000000	.000000
I051	.000000	908.398400
S061	186.000000	.000000
X061	136.000000	.000000
--MORE--		
I061	.000000	934.835900
S071	247.000000	.000000
X071	1.000000	.000000
I071	.000000	178.117200
S081	194.000000	.000000
X081	.000000	7875.754000
I081	316.000000	.000000
S091	53.000000	.000000
X091	20.000000	.000000
I091	.000000	216.652300
S101	188.000000	.000000
X101	34.000000	.000000
I101	.000000	190.210900
S111	134.000000	.000000
X111	.000000	1634.336000
I111	284.000000	.000000
S121	136.000000	.000000
X121	.000000	1825.684000
I121	20.000000	.000000
S131	60.000000	.000000
X131	.000000	7237.047000
I131	203.000000	.000000
S141	126.000000	.000000
X141	.000000	198.523400
--MORE--		

I141	64.000000	.000000
S151	72.000000	.000000
X151	.000000	1802.617000
I151	34.000000	.000000
S161	62.000000	.000000
X161	.000000	1799.180000
I161	39.000000	.000000
S171	24.000000	.000000
X171	.000000	186.117200
I171	1.000000	.000000
S181	10.000000	.000000
X181	10.000000	.000000
I181	.000000	1267.688000
S191	42.000000	.000000
X191	.000000	2501.145000
I191	82.000000	.000000
S201	80.000000	.000000
X201	.000000	47.276120
I201	35.000000	.000000
S211	33.000000	.000000
X211	.000000	1811.180000
I211	16.000000	.000000
S221	20.000000	.000000
X221	.000000	5464.047000

--MORE--

I221	86.000000	.000000
S231	14.000000	.000000
X231	.000000	1793.141000
I231	4.000000	.000000
S241	32.000000	.000000
X241	32.000000	.000000
I241	.000000	48.645510
S251	26.000000	.000000
X251	.000000	26.645510
I251	24.000000	.000000
S261	.000000	1415.230000
X261	.000000	.000000
I261	.000000	2158.230000
S271	14.000000	.000000
X271	.000000	5497.816000
I271	203.000000	.000000
S281	16.000000	.000000
X281	.000000	23.205080
I281	7.000000	.000000
S291	26.000000	.000000
X291	52.000000	.000000
I291	26.000000	.000000
S301	18.000000	.000000
X301	.000000	6648.617000

--MORE--

I301	108.000000	.000000
S311	14.000000	.000000
X311	.000000	4453.345000
I311	4.000000	.000000
S321	14.000000	.000000
X321	.000000	30.517330
I321	11.000000	.000000
S331	14.000000	.000000
X331	.000000	5691.758000
I331	78.000000	.000000
S341	82.000000	.000000
X341	.000000	6848.383000
I341	517.000000	.000000
S351	481.705900	.000000
X351	481.705900	.000000
I351	.000000	383.000000
S361	.000000	11508.770000
X361	.000000	.000000
I361	.000000	996.769000
S371	14.000000	.000000
X371	.000000	656.867200
I371	36.000000	.000000
S381	.000000	.000000
X381	.000000	919.140600
--MORE--		
I381	.000000	888.000000
S391	.000000	.000000
X391	.000000	996.082000
I391	.000000	799.000000
S401	.000000	.000000
X401	.000000	1020.617000
I401	.000000	803.000000
S411	898.212900	.000000
X411	898.212900	.000000
I411	.000000	1266.000000
S012	1738.000000	.000000
X012	1738.000000	.000000
I012	.000000	1334.352000
S022	2100.000000	.000000
X022	1602.891000	.000000
I022	2144.172000	.000000
S032	443.000000	.000000
X032	345.608700	.000000
I032	.000000	2288.820000
S042	370.000000	.000000
X042	370.000000	.000000
I042	.000000	1311.723000
S052	285.000000	.000000
X052	285.000000	.000000
--MORE--		

I052	.000000	1308.281000
S062	123.000000	.000000
X062	123.000000	.000000
I062	.000000	1334.723000
S072	232.000000	.000000
X072	232.000000	.000000
I072	.000000	607.980500
S082	50.000000	.000000
X082	.000000	6959.043000
I082	266.000000	.000000
S092	130.000000	.000000
X092	130.000000	.000000
I092	.000000	646.515600
S102	43.000000	.000000
X102	43.000000	.000000
I102	.000000	620.078100
S112	64.000000	.000000
X112	.000000	1440.684000
I112	220.000000	.000000
S122	20.000000	.000000
X122	.000000	31.601560
I122	.000000	214.804700
S132	15.000000	.000000
X132	.000000	6316.648000

--MORE--

I132	188.000000	.000000
S142	123.882400	.000000
X142	59.882350	.000000
I142	.000000	628.390600
S152	43.337440	.000000
X152	9.337442	.000000
I152	.000000	782.000000
S162	62.000000	.000000
X162	23.000000	.000000
I162	.000000	251.503900
S172	24.000000	.000000
X172	23.000000	.000000
I172	.000000	615.980500
S182	.000000	217.312500
X182	.000000	.000000
I182	.000000	1702.313000
S192	42.000000	.000000
X192	.000000	714.062500
I192	40.000000	.000000
S202	80.000000	.000000
X202	45.000000	.000000
I202	.000000	47.276120
S212	33.000000	.000000
X212	17.000000	.000000

--MORE--

I212	.000000	263.500000
S222	20.000000	.000000
X222	.000000	3560.867000
I222	66.000000	.000000
S232	4.000000	.000000
X232	.000000	896.843800
I232	.000000	874.000000
S242	32.000000	.000000
X242	32.000000	.000000
I242	.000000	48.645020
S252	26.000000	.000000
X252	2.000000	.000000
I252	.000000	26.645020
S262	.000000	.000000
X262	.000000	1272.977000
I262	.000000	12.160160
S272	14.000000	.000000
X272	.000000	5294.605000
I272	189.000000	.000000
S282	16.000000	.000000
X282	9.000000	.000000
I282	.000000	23.205570
S292	26.000000	.000000
X292	.000000	887.192400

--MORE--

I292	.000000	114.552200
S302	18.000000	.000000
X302	.000000	4824.000000
I302	90.000000	.000000
S312	4.000000	.000000
X312	.000000	3549.048000
I312	.000000	882.000000
S322	14.000000	.000000
X322	3.000000	.000000
I322	.000000	30.517330
S332	14.000000	.000000
X332	.000000	3884.262000
I332	64.000000	.000000
S342	82.000000	.000000
X342	.000000	5651.898000
I342	435.000000	.000000
S352	.000000	.000000
X352	.000000	214.933600
I352	.000000	383.000000
S362	.000000	10636.000000
X362	.000000	961.564500
I362	.000000	.000000
S372	11.000000	.000000
X372	.000000	645.757300

--MORE--

I372	25.000000	.000000
S382	.000000	.000000
X382	.000000	1841.313000
I382	.000000	888.000000
S392	10.000000	.000000
X392	10.000000	.000000
I392	.000000	799.000000
S402	.000000	.000000
X402	.000000	.000000
I402	.000000	803.000000
S412	210.391300	.000000
X412	210.391300	.000000
I412	.000000	1266.000000
S013	1402.000000	.000000
X013	1402.000000	.000000
I013	.000000	1134.414000
S023	2652.251000	.000000
X023	1255.761000	.000000
I023	747.681900	.000000
S033	245.000000	.000000
X033	245.000000	.000000
I033	.000000	1144.414000
S043	462.000000	.000000
X043	462.000000	.000000

--MORE--

I043	.000000	1111.781000
S053	263.000000	.000000
X053	263.000000	.000000
I053	.000000	1108.344000
S063	68.000000	.000000
X063	68.000000	.000000
I063	.000000	1134.777000
S073	66.000000	.000000
X073	66.000000	.000000
I073	.000000	393.050800
S083	6.000000	.000000
X083	.000000	5642.449000
I083	260.000000	.000000
S093	174.000000	.000000
X093	174.000000	.000000
I093	.000000	863.168000
S103	18.000000	.000000
X103	18.000000	.000000
I103	.000000	405.144500
S113	96.000000	.000000
X113	.000000	817.168000
I113	124.000000	.000000
S123	20.000000	.000000
X123	20.000000	.000000

--MORE--

I123	.000000	1020.246000
S133	60.000000	.000000
X133	.000000	4996.367000
I133	128.000000	.000000
S143	126.000000	.000000
X143	126.000000	.000000
I143	.000000	413.457000
S153	.000000	.000000
X153	.000000	527.058600
I153	.000000	501.722700
S163	.000000	462.269500
X163	.000000	.000000
I163	.000000	1276.270000
S173	24.000000	.000000
X173	24.000000	.000000
I173	.000000	401.050800
S183	.000000	.000000
X183	.000000	434.625000
I183	.000000	1485.000000
S193	40.000000	.000000
X193	.000000	474.656300
I193	.000000	791.000000
S203	80.000000	.000000
X203	80.000000	.000000

--MORE--

I203	.000000	47.276120
S213	.000000	462.273400
X213	.000000	.000000
I213	.000000	1288.273000
S223	20.000000	.000000
X223	.000000	3205.367000
I223	46.000000	.000000
S233	.000000	.000000
X233	.000000	474.656300
I233	.000000	874.000000
S243	32.000000	.000000
X243	32.000000	.000000
I243	.000000	48.645510
S253	26.000000	.000000
X253	26.000000	.000000
I253	.000000	26.645510
S263	.000000	730.839800
X263	.000000	.000000
I263	.000000	1473.840000
S273	14.000000	.000000
X273	.000000	4661.527000
I273	175.000000	.000000
S283	16.000000	.000000
X283	16.000000	.000000

--MORE--

I283	.000000	23.205570
S293	26.000000	.000000
X293	26.000000	.000000
I293	.000000	57.275880
S303	18.000000	.000000
X303	.000000	4547.059000
I303	72.000000	.000000
S313	.000000	.000000
X313	.000000	3126.860000
I313	.000000	882.000000
S323	14.000000	.000000
X323	14.000000	.000000
I323	.000000	30.517330
S333	14.000000	.000000
X333	.000000	3624.449000
I333	50.000000	.000000
S343	82.000000	.000000
X343	.000000	4716.711000
I343	353.000000	.000000
S353	128.705900	.000000
X353	128.705900	.000000
I353	.000000	383.000000
S363	.000000	10760.000000
X363	.000000	926.358400
--MORE--		

I363	.000000	.000000
S373	.000000	89.000000
X373	.000000	634.647500
I373	25.000000	.000000
S383	.000000	.000000
X383	.000000	474.656300
I383	.000000	635.585900
S393	.000000	.000000
X393	.000000	551.593800
I393	.000000	799.000000
S403	.000000	.000000
X403	.000000	527.058600
I403	.000000	803.000000
S413	829.851300	.000000
X413	829.851300	.000000
I413	.000000	1266.000000
S014	1750.000000	.000000
X014	1750.000000	.000000
I014	.000000	1134.406000
S024	1706.000000	.000000
X024	1392.397000	.000000
I024	434.078600	.000000
S034	194.000000	.000000
X034	258.782600	.000000
--MORE--		

I034	64.782610	.000000
S044	216.000000	.000000
X044	216.000000	.000000
I044	.000000	1111.777000
S054	185.000000	.000000
X054	185.000000	.000000
I054	.000000	1108.336000
S064	108.000000	.000000
X064	108.000000	.000000
I064	.000000	1134.777000
S074	100.000000	.000000
X074	100.000000	.000000
I074	.000000	393.050800
S084	13.000000	.000000
X084	.000000	4525.797000
I084	247.000000	.000000
S094	.000000	.000000
X094	.000000	431.582000
I094	.000000	.000000
S104	53.000000	.000000
X104	53.000000	.000000
I104	.000000	405.144500
S114	45.000000	.000000
X114	.000000	408.582000

--MORE--

I114	79.000000	.000000
S124	20.000000	.000000
X124	20.000000	.000000
I124	.000000	1020.242000
S134	42.000000	.000000
X134	.000000	3876.023000
I134	86.000000	.000000
S144	126.000000	.000000
X144	126.000000	.000000
I144	.000000	413.457000
S154	.000000	280.277300
X154	.000000	.000000
I154	.000000	1028.777000
S164	.000000	.000000
X164	.000000	250.929700
I164	.000000	774.406300
S174	24.000000	.000000
X174	24.000000	.000000
I174	.000000	401.050800
S184	.000000	.000000
X184	.000000	651.937500
I184	.000000	1485.000000
S194	.000000	.000000
X194	.000000	252.410200

--MORE--

I194	.000000	760.832000
S204	80.000000	.000000
X204	80.000000	.000000
I204	.000000	47.276120
S214	.000000	.000000
X214	.000000	250.929700
I214	.000000	786.406300
S224	20.000000	.000000
X224	.000000	2076.023000
I224	26.000000	.000000
S234	.000000	.000000
X234	.000000	252.414100
I234	.000000	874.000000
S244	32.000000	.000000
X244	32.000000	.000000
I244	.000000	48.645510
S254	26.000000	.000000
X254	26.000000	.000000
I254	.000000	26.645510
S264	.000000	.000000
X264	.000000	388.644500
I264	.000000	743.000000
S274	14.000000	.000000
X274	.000000	4243.383000

--MORE--

I274	161.000000	.000000
S284	16.000000	.000000
X284	16.000000	.000000
I284	.000000	23.205080
S294	26.000000	.000000
X294	26.000000	.000000
I294	.000000	51.884280
S304	18.000000	.000000
X304	.000000	3496.277000
I304	54.000000	.000000
S314	.000000	.000000
X314	.000000	2904.618000
I314	.000000	882.000000
S324	8.000000	.000000
X324	8.000000	.000000
I324	.000000	57.000240
S334	14.000000	.000000
X334	.000000	2590.797000
I334	36.000000	.000000
S344	82.000000	.000000
X344	.000000	3650.867000
I344	271.000000	.000000
S354	184.882400	.000000
X354	184.882400	.000000

--MORE--

I354	.000000	383.000000
S364	.000000	10884.000000
X364	.000000	891.152300
I364	.000000	.000000
S374	.000000	178.000000
X374	.000000	623.537600
I374	25.000000	.000000
S384	.000000	252.414100
X384	.000000	.000000
I384	.000000	.000000
S394	.000000	.000000
X394	.000000	329.347700
I394	.000000	691.894500
S404	.000000	.000000
X404	.000000	280.277300
I404	.000000	803.000000
S414	514.880900	.000000
X414	514.880900	.000000
I414	.000000	1266.000000
S015	1635.000000	.000000
X015	1635.000000	.000000
I015	.000000	909.351600
S025	1875.000000	.000000
X025	1440.921000	.000000

--MORE--

I025	.000000	299.900400
S035	348.000000	.000000
X035	345.608700	.000000
I035	62.391300	.000000
S045	255.000000	.000000
X045	255.000000	.000000
I045	.000000	898.500000
S055	258.000000	.000000
X055	258.000000	.000000
I055	.000000	925.687500
S065	134.000000	.000000
X065	134.000000	.000000
I065	.000000	921.500000
S075	86.000000	.000000
X075	86.000000	.000000
I075	.000000	496.718800
S085	96.000000	.000000
X085	.000000	3409.148000
I085	151.000000	.000000
S095	88.000000	.000000
X095	88.000000	.000000
I095	.000000	514.050800
S105	64.000000	.000000
X105	64.000000	.000000

--MORE--

I105	.000000	518.238300
S115	83.000000	.000000
X115	4.000000	.000000
I115	.000000	491.050800
S125	20.000000	.000000
X125	20.000000	.000000
I125	.000000	828.168000
S135	20.000000	.000000
X135	.000000	2755.688000
I135	66.000000	.000000
S145	126.000000	.000000
X145	126.000000	.000000
I145	.000000	472.695300
S155	.000000	33.500000
X155	.000000	.000000
I155	.000000	815.500000
S165	.000000	39.593750
X165	.000000	.000000
I165	.000000	853.593800
S175	24.000000	.000000
X175	24.000000	.000000
I175	.000000	504.718800
S185	.000000	.000000
X185	.000000	869.257800
--MORE--		
I185	.000000	1485.000000
S195	.000000	30.167970
X195	.000000	.000000
I195	.000000	821.168000
S205	80.000000	.000000
X205	80.000000	.000000
I205	.000000	81.607910
S215	.000000	39.593750
X215	.000000	.000000
I215	.000000	865.593800
S225	20.000000	.000000
X225	.000000	946.687500
I225	6.000000	.000000
S235	.000000	.000000
X235	.000000	30.167970
I235	.000000	874.000000
S245	32.000000	.000000
X245	32.000000	.000000
I245	.000000	94.757810
S255	26.000000	.000000
X255	26.000000	.000000
I255	.000000	72.757810
S265	.000000	.000000
X265	.000000	46.453130
--MORE--		

I265	.000000	743.000000
S275	14.000000	.000000
X275	.000000	3825.238000
I275	147.000000	.000000
S285	16.000000	.000000
X285	16.000000	.000000
I285	.000000	99.947750
S295	.000000	.000000
X295	.000000	1139.014000
I295	.000000	97.000000
S305	18.000000	.000000
X305	.000000	2445.500000
I305	36.000000	.000000
S315	.000000	.000000
X315	.000000	2682.376000
I315	.000000	882.000000
S325	.000000	.000000
X325	.000000	26.482910
I325	.000000	57.000000
S335	14.000000	.000000
X335	.000000	1557.148000
I335	22.000000	.000000
S345	82.000000	.000000
X345	.000000	2585.023000
--MORE--		
I345	189.000000	.000000
S355	95.882350	.000000
X355	95.882350	.000000
I355	.000000	383.000000
S365	.000000	11008.000000
X365	.000000	855.947300
I365	.000000	.000000
S375	.000000	267.000000
X375	.000000	612.427700
I375	25.000000	.000000
S385	.000000	1140.414000
X385	.000000	34.164060
I385	.000000	.000000
S395	.000000	107.105500
X395	.000000	.000000
I395	.000000	829.168000
S405	.000000	.000000
X405	.000000	33.500000
I405	.000000	803.000000
S415	427.605100	.000000
X415	427.605100	.000000
I415	.000000	1266.000000
S016	1454.000000	.000000
X016	1454.000000	.000000
--MORE--		

I016	.000000	874.000000
S026	1870.000000	.000000
X026	1870.000000	.000000
I026	.000000	347.000000
S036	408.000000	.000000
X036	345.608700	.000000
I036	.000000	2947.758000
S046	236.000000	.000000
X046	236.000000	.000000
I046	.000000	865.000000
S056	125.000000	.000000
X056	125.000000	.000000
I056	.000000	897.000000
S066	88.000000	.000000
X066	88.000000	.000000
I066	.000000	888.000000
S076	238.000000	.000000
X076	238.000000	.000000
I076	.000000	513.000000
S086	18.000000	.000000
X086	.000000	2529.000000
I086	133.000000	.000000
S096	36.000000	.000000
X096	36.000000	.000000
--MORE--		
I096	.000000	527.000000
S106	77.000000	.000000
X106	77.000000	.000000
I106	.000000	536.000000
S116	19.000000	.000000
X116	19.000000	.000000
I116	.000000	504.000000
S126	20.000000	.000000
X126	20.000000	.000000
I126	.000000	798.000000
S136	13.000000	.000000
X136	.000000	1818.000000
I136	53.000000	.000000
S146	115.294100	.000000
X146	115.294100	.000000
I146	.000000	482.000000
S156	.000000	.000000
X156	.000000	.000000
I156	.000000	782.000000
S166	.000000	.000000
X166	.000000	10.902340
I166	.000000	803.097700
S176	2.588235	.000000
X176	2.588235	.000000
--MORE--		

I176	.000000	521.000000
S186	.000000	.000000
X186	.000000	898.750000
I186	.000000	1485.000000
S196	.000000	.000000
X196	.000000	.000000
I196	.000000	791.000000
S206	.000000	.000000
X206	.000000	.000000
I206	.000000	87.000000
S216	.000000	.000000
X216	.000000	10.902340
I216	.000000	826.000000
S226	20.000000	.000000
X226	14.000000	.000000
I226	.000000	918.000000
S236	10.000000	.000000
X236	10.000000	.000000
I236	.000000	874.000000
S246	.000000	.000000
X246	.000000	.000000
I246	.000000	102.000000
S256	.000000	.000000
X256	.000000	.000000
--MORE--		
I256	.000000	80.000000
S266	10.000000	.000000
X266	10.000000	.000000
I266	.000000	743.000000
S276	.000000	.000000
X276	.000000	3294.000000
I276	147.000000	.000000
S286	.000000	.000000
X286	.000000	.000000
I286	.000000	112.000000
S296	.000000	.000000
X296	.000000	2063.758000
I296	.000000	97.000000
S306	18.000000	.000000
X306	.000000	1608.000000
I306	18.000000	.000000
S316	.000000	.000000
X316	.000000	2652.204000
I316	.000000	882.000000
S326	.000000	.000000
X326	.000000	30.077390
I326	.000000	57.000000
S336	14.000000	.000000
X336	.000000	760.000000
--MORE--		

I336	8.000000	.000000
S346	82.000000	.000000
X346	.000000	1704.000000
I346	107.000000	.000000
S356	.000000	.000000
X356	.000000	.000000
I356	.000000	383.000000
S366	.000000	11132.000000
X366	.000000	744.000000
I366	.000000	.000000
S376	.000000	356.000000
X376	.000000	534.000000
I376	25.000000	.000000
S386	.000000	2028.414000
X386	.000000	35.343750
I386	.000000	2916.414000
S396	.000000	76.937500
X396	.000000	.000000
I396	.000000	875.937500
S406	10.000000	.000000
X406	10.000000	.000000
I406	.000000	803.000000
S416	514.979300	.000000
X416	514.979300	.000000
--MORE--		
I416	.000000	1266.000000
S017	1070.000000	.000000
X017	1070.000000	.000000
I017	.000000	874.000000
S027	1404.000000	.000000
X027	1404.000000	.000000
I027	.000000	347.000000
S037	136.000000	.000000
X037	136.000000	.000000
I037	.000000	884.000000
S047	260.000000	.000000
X047	260.000000	.000000
I047	.000000	865.000000
S057	110.000000	.000000
X057	110.000000	.000000
I057	.000000	897.000000
S067	122.000000	.000000
X067	122.000000	.000000
I067	.000000	888.000000
S077	64.000000	.000000
X077	64.000000	.000000
I077	.000000	513.000000
S087	22.000000	.000000
X087	.000000	1686.000000
--MORE--		

I087	111.000000	.000000
S097	134.000000	.000000
X097	134.000000	.000000
I097	.000000	527.000000
S107	50.000000	.000000
X107	50.000000	.000000
I107	.000000	536.000000
S117	76.000000	.000000
X117	76.000000	.000000
I117	.000000	504.000000
S127	20.000000	.000000
X127	20.000000	.000000
I127	.000000	798.000000
S137	23.000000	.000000
X137	.000000	909.000000
I137	30.000000	.000000
S147	33.470590	.000000
X147	33.470590	.000000
I147	.000000	482.000000
S157	.000000	.000000
X157	.000000	.000000
I157	.000000	782.000000
S167	.000000	10.902340
X167	.000000	.000000
--MORE--		
I167	.000000	824.902300
S177	.000000	.000000
X177	.000000	.000000
I177	.000000	521.000000
S187	.000000	.000000
X187	.000000	898.750000
I187	.000000	586.250000
S197	.000000	.000000
X197	.000000	.000000
I197	.000000	791.000000
S207	.000000	.000000
X207	.000000	.000000
I207	.000000	87.000000
S217	.000000	.000000
X217	.000000	10.902340
I217	.000000	826.000000
S227	.000000	.000000
X227	.000000	.000000
I227	.000000	918.000000
S237	.000000	.000000
X237	.000000	.000000
I237	.000000	874.000000
S247	16.000000	.000000
X247	16.000000	.000000
--MORE--		

I247	.000000	102.000000
S257	.000000	.000000
X257	.000000	.000000
I257	.000000	80.000000
S267	.000000	.000000
X267	.000000	.000000
I267	.000000	743.000000
S277	.000000	549.000000
X277	.000000	2745.000000
I277	147.000000	.000000
S287	.000000	.000000
X287	.000000	.000000
I287	.000000	112.000000
S297	8.000000	.000000
X297	8.000000	.000000
I297	.000000	97.000000
S307	18.000000	.000000
X307	.000000	804.000000
I307	.000000	.000000
S317	.000000	.000000
X317	.000000	2652.204000
I317	.000000	882.000000
S327	.000000	.000000
X327	.000000	30.077390
--MORE--		

I327	.000000	57.000000
S337	8.000000	.000000
X337	.000000	.000000
I337	.000000	760.000000
S347	82.000000	.000000
X347	.000000	852.000000
I347	25.000000	.000000
S357	203.588200	.000000
X357	203.588200	.000000
I357	.000000	383.000000
S367	.000000	11256.000000
X367	.000000	620.000000
I367	.000000	.000000
S377	.000000	445.000000
X377	.000000	445.000000
I377	25.000000	.000000
S387	.000000	.000000
X387	.000000	.000000
I387	.000000	888.000000
S397	.000000	.000000
X397	.000000	76.937500
I397	.000000	799.000000
S407	.000000	.000000
X407	.000000	.000000
--MORE--		

I407	.000000	803.000000
S417	1369.485000	.000000
X417	1369.485000	.000000
I417	.000000	1266.000000
S018	1837.000000	.000000
X018	1837.000000	.000000
I018	.000000	874.000000
S028	1910.000000	.000000
X028	1910.000000	.000000
I028	.000000	347.000000
S038	296.000000	.000000
X038	296.000000	.000000
I038	.000000	884.000000
S048	287.000000	.000000
X048	287.000000	.000000
I048	.000000	865.000000
S058	152.000000	.000000
X058	152.000000	.000000
I058	.000000	897.000000
S068	82.000000	.000000
X068	82.000000	.000000
I068	.000000	888.000000
S078	188.000000	.000000
X078	188.000000	.000000

--MORE--

I078	.000000	513.000000
S088	74.000000	.000000
X088	.000000	843.000000
I088	37.000000	.000000
S098	98.000000	.000000
X098	98.000000	.000000
I098	.000000	527.000000
S108	60.000000	.000000
X108	60.000000	.000000
I108	.000000	536.000000
S118	88.000000	.000000
X118	88.000000	.000000
I118	.000000	504.000000
S128	20.000000	.000000
X128	20.000000	.000000
I128	.000000	798.000000
S138	40.000000	.000000
X138	10.000000	.000000
I138	.000000	909.000000
S148	54.352940	.000000
X148	54.352940	.000000
I148	.000000	482.000000
S158	.000000	.000000
X158	.000000	.000000

--MORE--

I158	.000000	782.000000
S168	.000000	.000000
X168	.000000	10.902340
I168	.000000	803.097700
S178	24.000000	.000000
X178	24.000000	.000000
I178	.000000	521.000000
S188	.000000	898.750000
X188	.000000	.000000
I188	.000000	2383.750000
S198	.000000	.000000
X198	.000000	.000000
I198	.000000	791.000000
S208	30.000000	.000000
X208	30.000000	.000000
I208	.000000	87.000000
S218	.000000	.000000
X218	.000000	10.902340
I218	.000000	815.097700
S228	10.000000	.000000
X228	10.000000	.000000
I228	.000000	918.000000
S238	.000000	.000000
X238	.000000	.000000
--MORE--		
I238	.000000	874.000000
S248	.000000	.000000
X248	.000000	.000000
I248	.000000	102.000000
S258	.000000	.000000
X258	.000000	.000000
I258	.000000	80.000000
S268	.000000	.000000
X268	.000000	.000000
I268	.000000	743.000000
S278	.000000	1098.000000
X278	.000000	2196.000000
I278	147.000000	.000000
S288	.000000	.000000
X288	.000000	.000000
I288	.000000	112.000000
S298	.000000	.000000
X298	.000000	.000000
I298	.000000	97.000000
S308	.000000	.000000
X308	.000000	.000000
I308	.000000	804.000000
S318	.000000	.000000
X318	.000000	2652.204000
--MORE--		

I318	.000000	882.000000
S328	.000000	.000000
X328	.000000	30.077390
I328	.000000	57.000000
S338	.000000	.000000
X338	.000000	.000000
I338	.000000	760.000000
S348	25.000000	.000000
X348	.000000	.000000
I348	.000000	852.000000
S358	.000000	.000000
X358	.000000	.000000
I358	.000000	383.000000
S368	.000000	11380.000000
X368	.000000	496.000000
I368	.000000	.000000
S378	.000000	534.000000
X378	.000000	356.000000
I378	25.000000	.000000
S388	.000000	.000000
X388	.000000	.000000
I388	.000000	888.000000
S398	.000000	.000000
X398	.000000	76.937500

--MORE--

I398	.000000	722.062500
S408	.000000	.000000
X408	.000000	.000000
I408	.000000	803.000000
S418	394.006300	.000000
X418	394.006300	.000000
I418	.000000	1266.000000
S019	1418.000000	.000000
X019	1606.300000	.000000
I019	188.300000	.000000
S029	1620.000000	.000000
X029	1620.000000	.000000
I029	.000000	694.000000
S039	222.000000	.000000
X039	222.000000	.000000
I039	.000000	10.000000
S049	252.000000	.000000
X049	252.000000	.000000
I049	.000000	560.793000
S059	190.000000	.000000
X059	190.000000	.000000
I059	.000000	628.234400
S069	93.000000	.000000
X069	93.000000	.000000

--MORE--

I069	.000000	583.793000
S079	150.000000	.000000
X079	150.000000	.000000
I079	.000000	33.531250
S089	75.000000	.000000
X089	38.000000	.000000
I089	.000000	511.918000
S099	87.000000	.000000
X099	87.000000	.000000
I099	.000000	23.000000
S109	32.000000	.000000
X109	32.000000	.000000
I109	.000000	67.437500
S119	196.000000	.000000
X119	260.294100	.000000
I119	64.294120	.000000
S129	20.000000	.000000
X129	20.000000	.000000
I129	.000000	610.296900
S139	32.000000	.000000
X139	32.000000	.000000
I139	.000000	640.234400
S149	.000000	.000000
X149	.000000	.000000

--MORE--

I149	.000000	482.000000
S159	.000000	.000000
X159	.000000	.000000
I159	.000000	757.464800
S169	.000000	10.902340
X169	.000000	.000000
I169	.000000	824.902300
S179	7.411765	.000000
X179	7.411765	.000000
I179	.000000	521.000000
S189	.000000	.000000
X189	.000000	898.750000
I189	.000000	1485.000000
S199	.000000	.000000
X199	.000000	.000000
I199	.000000	791.000000
S209	.000000	.000000
X209	.000000	.000000
I209	.000000	87.000000
S219	.000000	10.902340
X219	.000000	.000000
I219	.000000	836.902300
S229	20.000000	.000000
X229	20.000000	.000000

--MORE--

I229	.000000	928.906300
S239	.000000	.000000
X239	.000000	.000000
I239	.000000	594.328100
S249	.000000	.000000
X249	.000000	.000000
I249	.000000	155.354500
S259	.000000	.000000
X259	.000000	.000000
I259	.000000	133.354500
S269	.000000	.000000
X269	.000000	.000000
I269	.000000	743.000000
S279	.000000	1647.000000
X279	.000000	1647.000000
I279	147.000000	.000000
S289	16.000000	.000000
X289	16.000000	.000000
I289	.000000	200.794400
S299	26.000000	.000000
X299	26.000000	.000000
I299	.000000	97.000000
S309	.000000	.000000
X309	.000000	.000000
--MORE--		

I309	.000000	804.000000
S319	.000000	.000000
X319	.000000	2652.204000
I319	.000000	882.000000
S329	.000000	.000000
X329	.000000	30.077390
I329	.000000	57.000000
S339	.000000	.000000
X339	.000000	.000000
I339	.000000	760.000000
S349	.000000	.000000
X349	.000000	.000000
I349	.000000	852.000000
S359	.000000	.000000
X359	.000000	.000000
I359	.000000	.000000
S369	.000000	11504.000000
X369	.000000	372.000000
I369	.000000	.000000
S379	.000000	623.000000
X379	.000000	267.000000
I379	25.000000	.000000
S389	.000000	.000000
X389	.000000	.000000
--MORE--		

I389	.000000	608.328100
S399	.000000	76.937500
X399	.000000	.000000
I399	.000000	799.000000
S409	.000000	.000000
X409	.000000	.000000
I409	.000000	803.000000
S419	720.107600	.000000
X419	720.107600	.000000
I419	.000000	1266.000000
S0110	2395.000000	.000000
X0110	2206.700000	.000000
I0110	.000000	1748.000000
S0210	1296.000000	.000000
X0210	1781.578000	.000000
I0210	485.578200	.000000
S0310	236.000000	.000000
X0310	236.000000	.000000
I0310	.000000	1758.000000
S0410	252.000000	.000000
X0410	252.000000	.000000
I0410	.000000	1169.207000
S0510	226.000000	.000000
X0510	226.000000	.000000
--MORE--		
I0510	.000000	1165.766000
S0610	52.000000	.000000
X0610	52.000000	.000000
I0610	.000000	1192.207000
S0710	167.000000	.000000
X0710	286.647100	.000000
I0710	119.647100	.000000
S0810	83.000000	.000000
X0810	83.000000	.000000
I0810	.000000	1174.082000
S0910	8.000000	.000000
X0910	8.000000	.000000
I0910	.000000	38.531250
S1010	50.000000	.000000
X1010	50.000000	.000000
I1010	.000000	12.093750
S1110	232.000000	.000000
X1110	167.705900	.000000
I1110	.000000	15.531250
S1210	20.000000	.000000
X1210	20.000000	.000000
I1210	.000000	985.703100
S1310	48.000000	.000000
X1310	48.000000	.000000

--MORE--

I1310	.000000	1177.766000
S1410	.000000	.000000
X1410	.000000	530.871100
I1410	.000000	482.000000
S1510	.000000	24.535160
X1510	.000000	.000000
I1510	.000000	806.535200
S1610	24.000000	.000000
X1610	24.000000	.000000
I1610	.000000	803.097700
S1710	.000000	.000000
X1710	.000000	479.468800
I1710	.000000	521.000000
S1810	.000000	.000000
X1810	.000000	1237.602000
I1810	.000000	1485.000000
S1910	15.872750	.000000
X1910	15.872750	.000000
I1910	.000000	791.000000
S2010	.000000	.000000
X2010	.000000	516.436000
I2010	.000000	87.000000
S2110	8.000000	.000000
X2110	8.000000	.000000
--MORE--		
I2110	.000000	815.097700
S2210	20.000000	.000000
X2210	20.000000	.000000
I2210	.000000	907.093800
S2310	.000000	279.671900
X2310	.000000	.000000
I2310	.000000	1153.672000
S2410	32.000000	.000000
X2410	32.000000	.000000
I2410	.000000	48.645510
S2510	26.000000	.000000
X2510	26.000000	.000000
I2510	.000000	26.645510
S2610	.000000	.000000
X2610	.000000	399.625000
I2610	.000000	743.000000
S2710	.000000	2196.000000
X2710	.000000	1566.563000
I2710	147.000000	.000000
S2810	16.000000	.000000
X2810	16.000000	.000000
I2810	.000000	23.205570
S2910	.000000	.000000
X2910	.000000	516.436000
--MORE--		

I2910	.000000	97.000000
S3010	.000000	.000000
X3010	.000000	24.535160
I3010	.000000	804.000000
S3110	.000000	.000000
X3110	.000000	2931.876000
I3110	.000000	882.000000
S3210	.000000	.000000
X3210	.000000	3.594727
I3210	.000000	57.000000
S3310	.000000	.000000
X3310	.000000	51.410160
I3310	.000000	760.000000
S3410	.000000	.000000
X3410	.000000	732.484400
I3410	.000000	852.000000
S3510	.000000	383.000000
X3510	.000000	216.418000
I3510	.000000	766.000000
S3610	.000000	11628.000000
X3610	.000000	159.205600
I3610	.000000	.000000
S3710	.000000	712.000000
X3710	.000000	100.109900

--MORE--

I3710	25.000000	.000000
S3810	.000000	279.671900
X3810	.000000	.000000
I3810	.000000	1167.672000
S3910	.000000	76.937500
X3910	.000000	.000000
I3910	.000000	875.937500
S4010	.000000	.000000
X4010	.000000	24.535160
I4010	.000000	803.000000
S4110	121.911100	.000000
X4110	121.911100	.000000
I4110	.000000	1266.000000
S0111	1407.000000	.000000
X0111	1407.000000	.000000
I0111	.000000	874.000000
S0211	2330.000000	.000000
X0211	1844.422000	.000000
I0211	.000000	347.000000
S0311	258.000000	.000000
X0311	258.000000	.000000
I0311	.000000	884.000000
S0411	354.000000	.000000
X0411	354.000000	.000000

--MORE--

I0411	.000000	865.000000
S0511	157.000000	.000000
X0511	157.000000	.000000
I0511	.000000	897.000000
S0611	60.000000	.000000
X0611	60.000000	.000000
I0611	.000000	888.000000
S0711	253.000000	.000000
X0711	133.352900	.000000
I0711	.000000	1505.469000
S0811	24.000000	.000000
X0811	24.000000	.000000
I0811	.000000	843.000000
S0911	147.000000	.000000
X0911	147.000000	.000000
I0911	.000000	1519.469000
S1011	104.000000	.000000
X1011	104.000000	.000000
I1011	.000000	1528.469000
S1111	128.000000	.000000
X1111	128.000000	.000000
I1111	.000000	1496.469000
S1211	20.000000	.000000
X1211	20.000000	.000000
--MORE--		
I1211	.000000	798.000000
S1311	70.000000	.000000
X1311	70.000000	.000000
I1311	.000000	909.000000
S1411	.000000	.000000
X1411	.000000	992.468800
I1411	.000000	482.000000
S1511	44.662560	.000000
X1511	44.662560	.000000
I1511	.000000	782.000000
S1611	.000000	10.902340
X1611	.000000	.000000
I1611	.000000	814.000000
S1711	.000000	.000000
X1711	.000000	992.468800
I1711	.000000	521.000000
S1811	.000000	.000000
X1811	.000000	898.750000
I1811	.000000	1485.000000
S1911	16.127250	.000000
X1911	16.127250	.000000
I1911	.000000	791.000000
S2011	80.000000	.000000
X2011	80.000000	.000000
--MORE--		

I2011	.000000	87.000000
S2111	.000000	10.902340
X2111	.000000	.000000
I2111	.000000	826.000000
S2211	.000000	.000000
X2211	.000000	.000000
I2211	.000000	918.000000
S2311	.000000	.000000
X2311	.000000	.000000
I2311	.000000	874.000000
S2411	.000000	.000000
X2411	.000000	.000000
I2411	.000000	102.000000
S2511	20.000000	.000000
X2511	20.000000	.000000
I2511	.000000	80.000000
S2611	.000000	.000000
X2611	.000000	.000000
I2611	.000000	743.000000
S2711	.000000	2745.000000
X2711	.000000	1541.469000
I2711	147.000000	.000000
S2811	.000000	.000000
X2811	.000000	.000000

--MORE--

I2811	.000000	112.000000
S2911	26.000000	.000000
X2911	26.000000	.000000
I2911	.000000	97.000000
S3011	14.000000	.000000
X3011	14.000000	.000000
I3011	.000000	804.000000
S3111	.000000	.000000
X3111	.000000	.000000
I3111	.000000	882.000000
S3211	.000000	.000000
X3211	.000000	2682.281000
I3211	.000000	57.000000
S3311	8.000000	.000000
X3311	8.000000	.000000
I3311	.000000	760.000000
S3411	21.000000	.000000
X3411	21.000000	.000000
I3411	.000000	852.000000
S3511	.000000	.000000
X3511	.000000	992.468800
I3511	.000000	383.000000
S3611	.000000	11752.000000
X3611	.000000	124.000000

--MORE--

I3611	.000000	.000000
S3711	.000000	801.000000
X3711	.000000	89.000000
I3711	25.000000	.000000
S3811	10.000000	.000000
X3811	10.000000	.000000
I3811	.000000	888.000000
S3911	.000000	.000000
X3911	.000000	76.937500
I3911	.000000	722.062500
S4011	.000000	.000000
X4011	.000000	.000000
I4011	.000000	803.000000
S4111	541.062900	.000000
X4111	541.062900	.000000
I4111	.000000	1266.000000
S0112	959.000000	.000000
X0112	959.000000	.000000
I0112	.000000	63971.370000
S0212	1002.000000	.000000
X0212	1002.000000	.000000
I0212	.000000	27588.100000
S0312	218.000000	.000000
X0312	218.000000	.000000

--MORE--

I0312	.000000	64174.370000
S0412	112.000000	.000000
X0412	112.000000	.000000
I0412	.000000	64602.570000
S0512	298.000000	.000000
X0512	298.000000	.000000
I0512	.000000	67356.300000
S0612	102.000000	.000000
X0612	102.000000	.000000
I0612	.000000	65060.570000
S0712	147.000000	.000000
X0712	147.000000	.000000
I0712	.000000	45122.390000
S0812	10.000000	.000000
X0812	10.000000	.000000
I0812	.000000	62563.230000
S0912	30.000000	.000000
X0912	30.000000	.000000
I0912	.000000	43943.430000
S1012	.000000	.000000
X1012	.000000	.000000
I1012	.000000	46234.160000
S1112	9.000000	.000000
X1112	9.000000	.000000

--MORE--

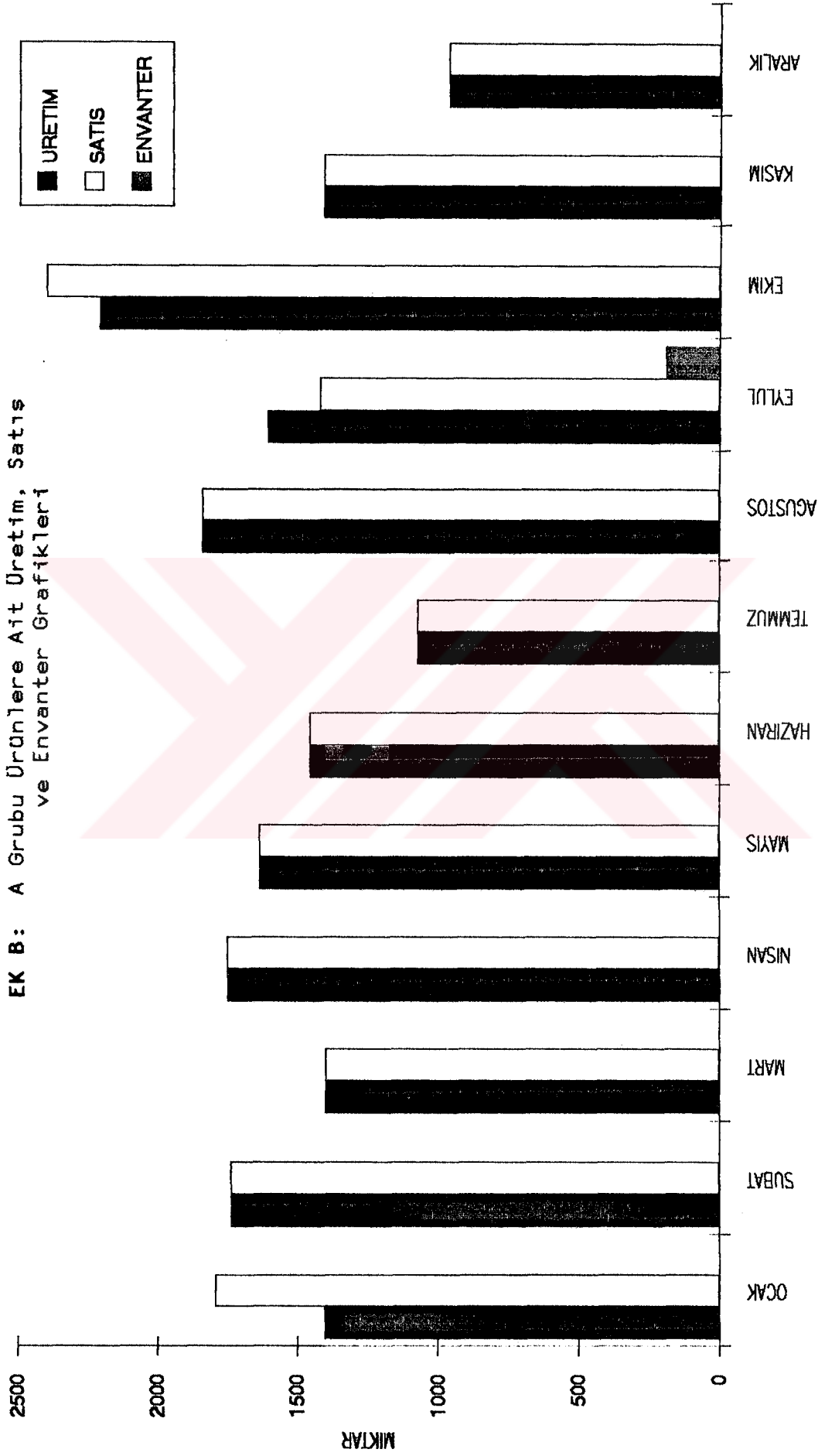
I1112	.000000	43485.430000
S1212	20.000000	.000000
X1212	20.000000	.000000
I1212	.000000	64704.540000
S1312	42.000000	.000000
X1312	42.000000	.000000
I1312	.000000	67597.300000
S1412	126.000000	.000000
X1412	126.000000	.000000
I1412	.000000	41447.080000
S1512	.000000	.000000
X1512	.000000	.000000
I1512	.000000	60782.000000
S1612	.000000	10.902340
X1612	.000000	.000000
I1612	.000000	62324.900000
S1712	24.000000	.000000
X1712	24.000000	.000000
I1712	.000000	45285.390000
S1812	.000000	.000000
X1812	.000000	898.750000
I1812	.000000	112485.000000
S1912	.000000	.000000
X1912	.000000	.000000
--MORE--		

I1912	.000000	60791.000000
S2012	80.000000	.000000
X2012	80.000000	.000000
I2012	.000000	4128.422000
S2112	.000000	10.902340
X2112	.000000	.000000
I2112	.000000	63836.900000
S2212	.000000	.000000
X2212	.000000	.000000
I2212	.000000	67768.300000
S2312	.000000	.000000
X2312	.000000	.000000
I2312	.000000	60874.000000
S2412	32.000000	.000000
X2412	32.000000	.000000
I2412	.000000	5236.626000
S2512	26.000000	.000000
X2512	26.000000	.000000
I2512	.000000	4779.626000
S2612	.000000	.000000
X2612	.000000	.000000
I2612	.000000	51743.000000
S2712	.000000	3294.000000
X2712	10.000000	.000000
--MORE--		

I2712	157.000000	.000000
S2812	14.000000	.000000
X2812	14.000000	.000000
I2812	.000000	7528.355000
S2912	26.000000	.000000
X2912	26.000000	.000000
I2912	.000000	4332.422000
S3012	.000000	.000000
X3012	.000000	.000000
I3012	.000000	62304.000000
S3112	10.000000	.000000
X3112	10.000000	.000000
I3112	.000000	62382.000000
S3212	10.000000	.000000
X3212	.000000	2682.281000
I3212	.000000	2709.204000
S3312	.000000	.000000
X3312	2.000000	.000000
I3312	2.000000	.000000
S3412	.000000	.000000
X3412	41.000000	.000000
I3412	41.000000	.000000
S3512	215.058800	.000000
X3512	215.058800	.000000
--MORE--		
I3512	.000000	35383.000000
S3612	.000000	11876.000000
X3612	10.000000	.000000
I3612	10.000000	.000000
S3712	.000000	890.000000
X3712	10.000000	.000000
I3712	35.000000	.000000
S3812	.000000	.000000
X3812	.000000	.000000
I3812	.000000	65388.000000
S3912	.000000	76.937500
X3912	.000000	.000000
I3912	.000000	60875.940000
S4012	.000000	.000000
X4012	.000000	.000000
I4012	.000000	60803.000000
S4112	1406.523000	.000000
X4112	1406.523000	.000000
I4112	.000000	103266.000000

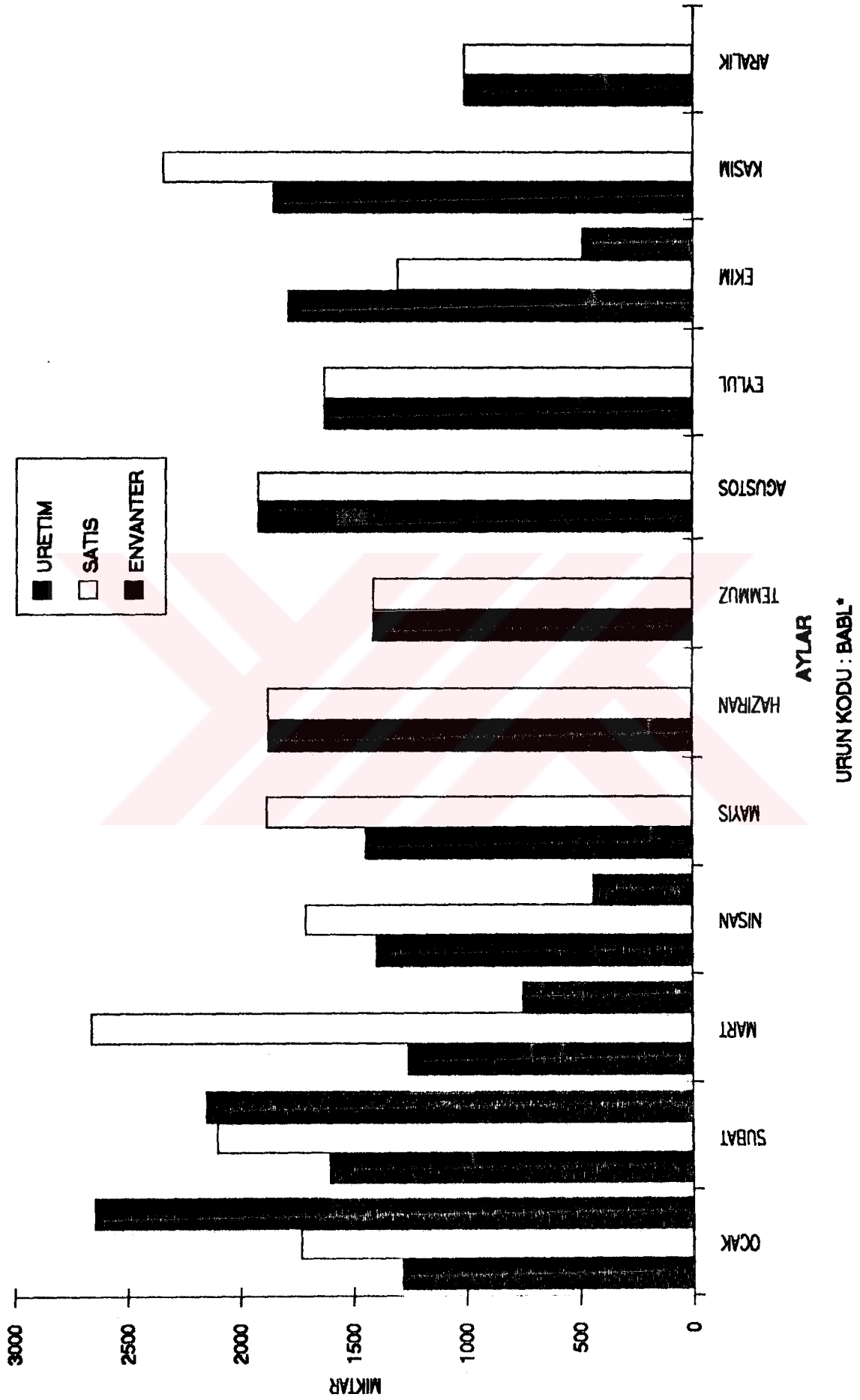
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	92656.200000	.000000
3)	44317.480000	.000000
--MORE--		

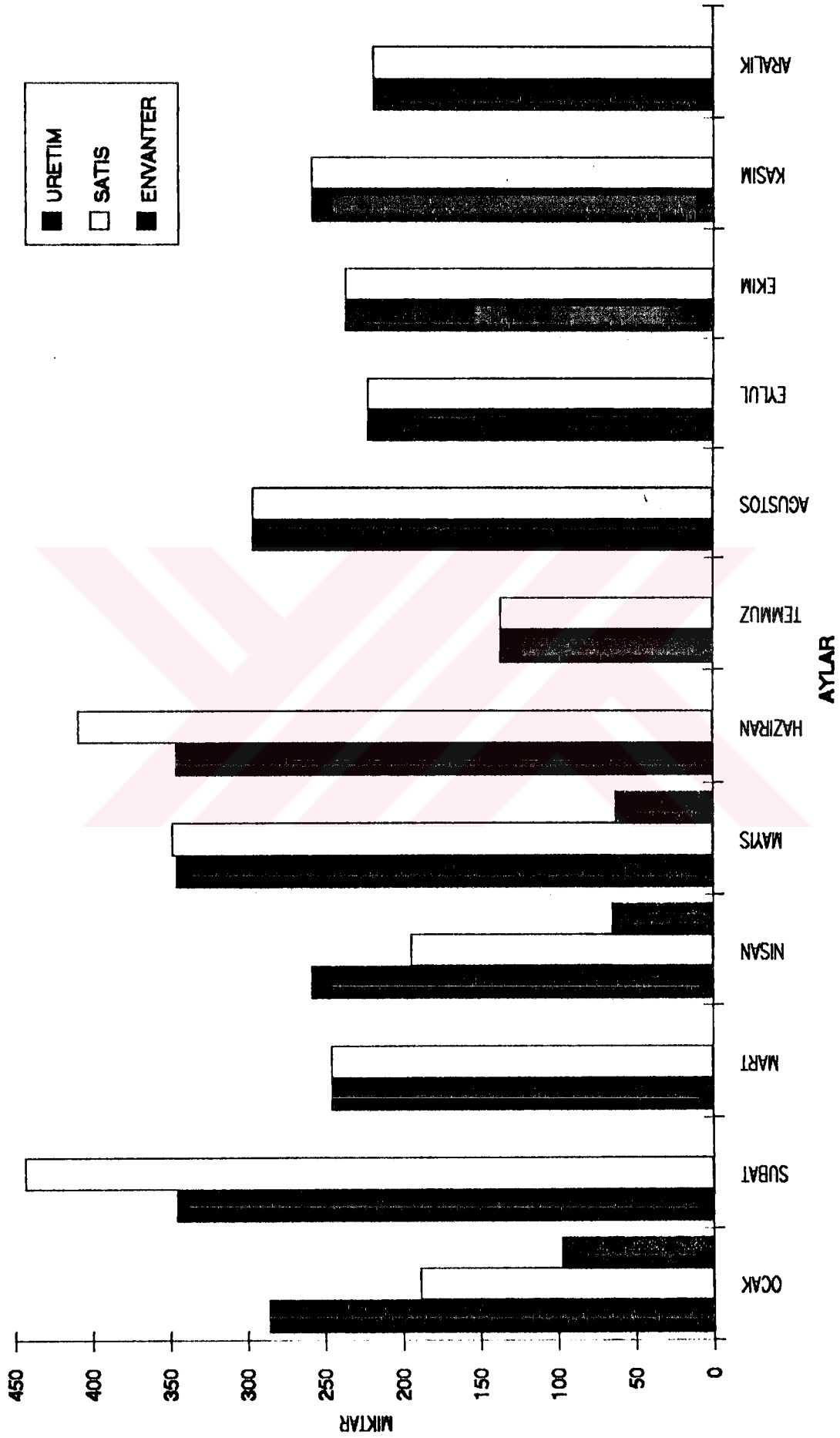
EK B: A Grubu Ürünlere Ait Üretim, Satış
ve Envanter Grafikleri

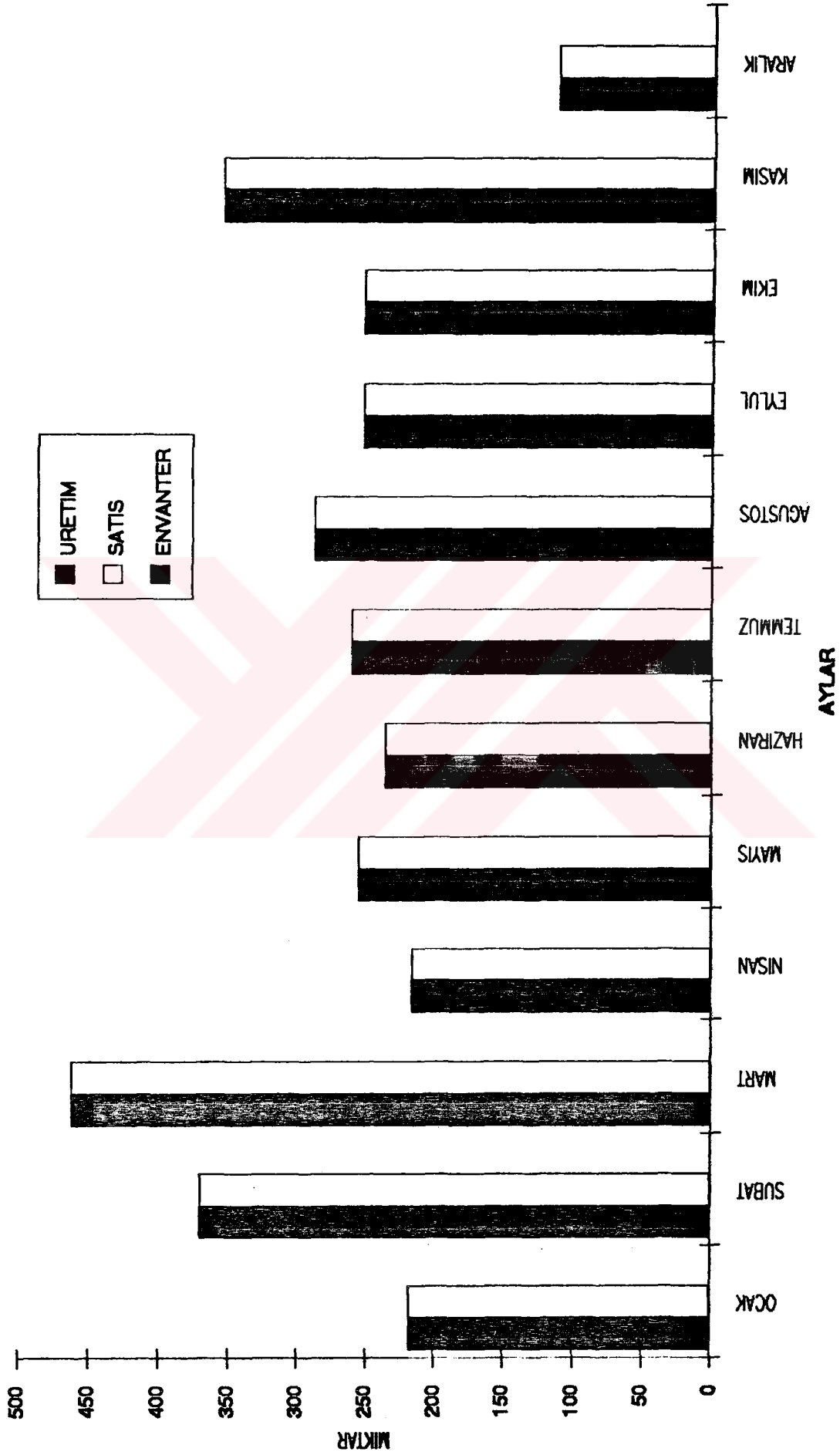


AYLAR

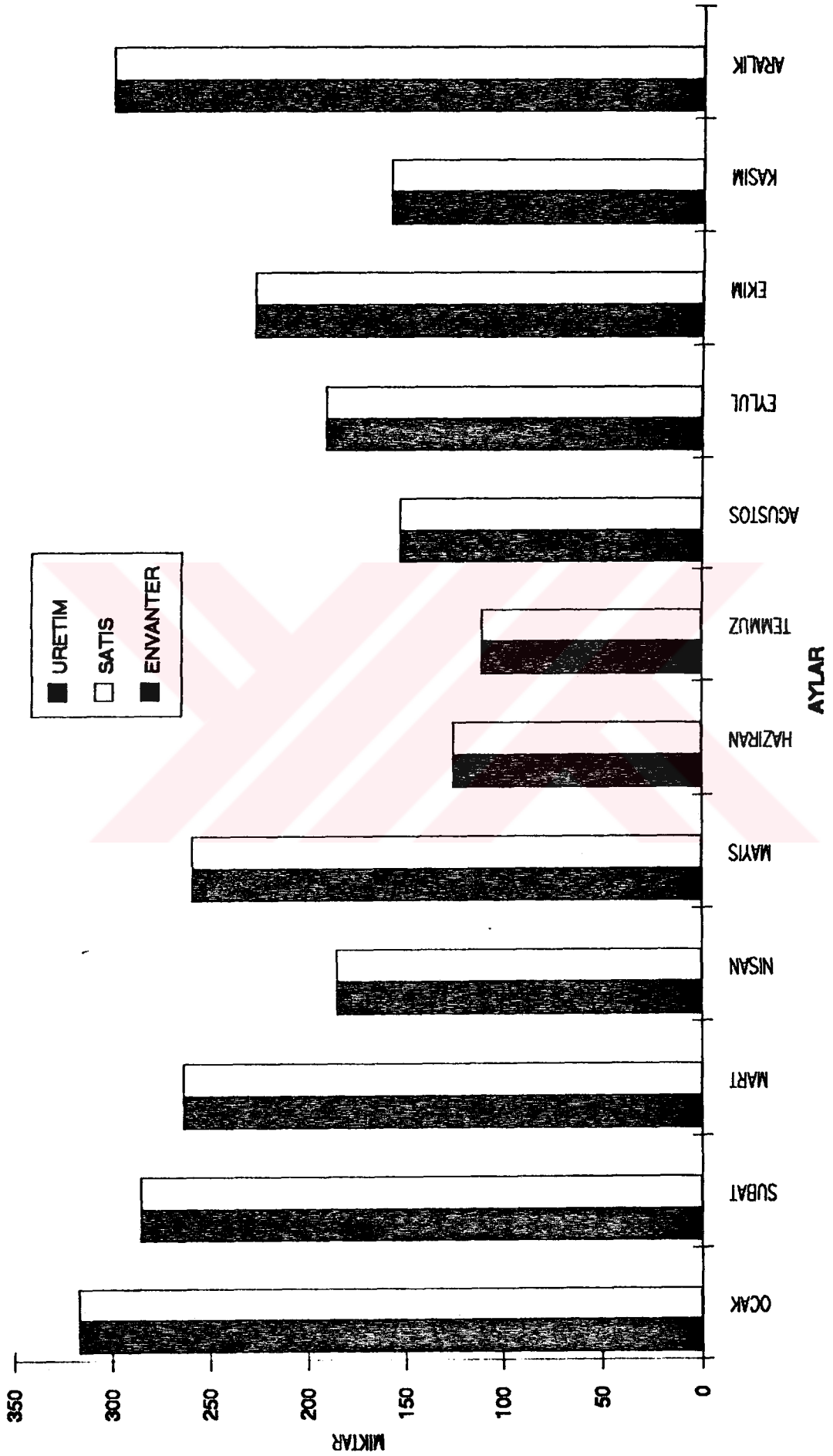
URUN KODU : BAZMIPI11



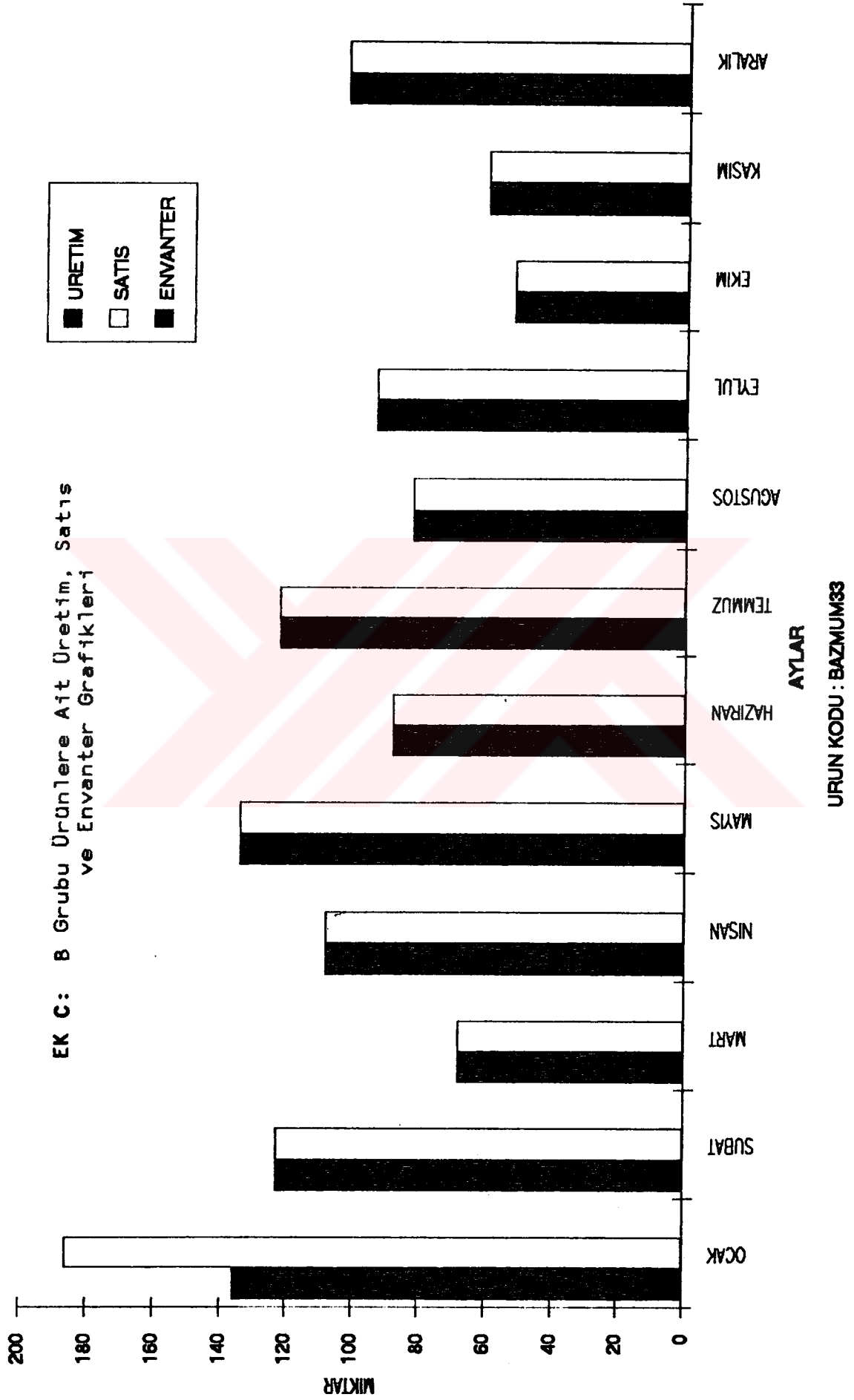


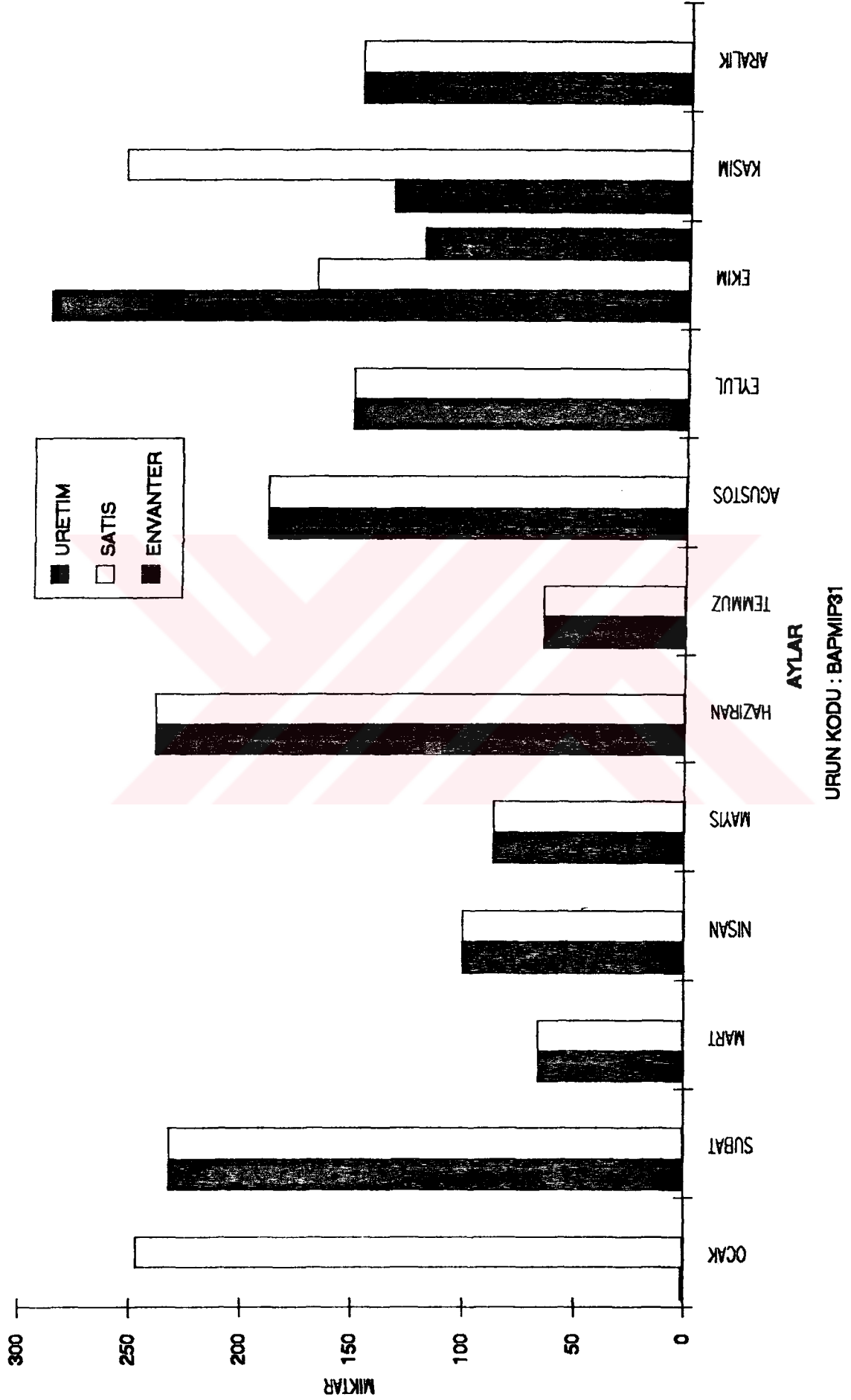


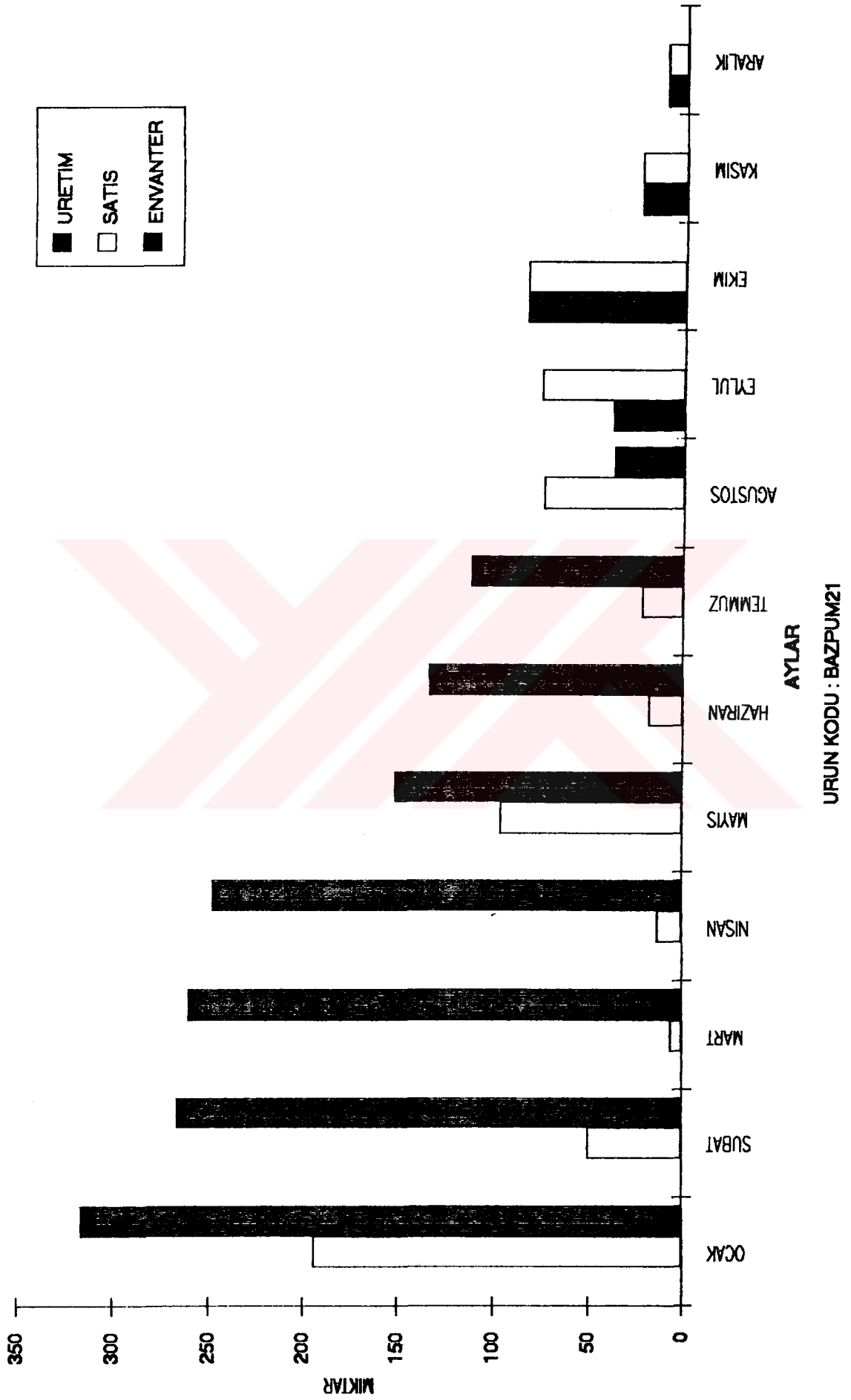
URUN KODU : BAZSOM10

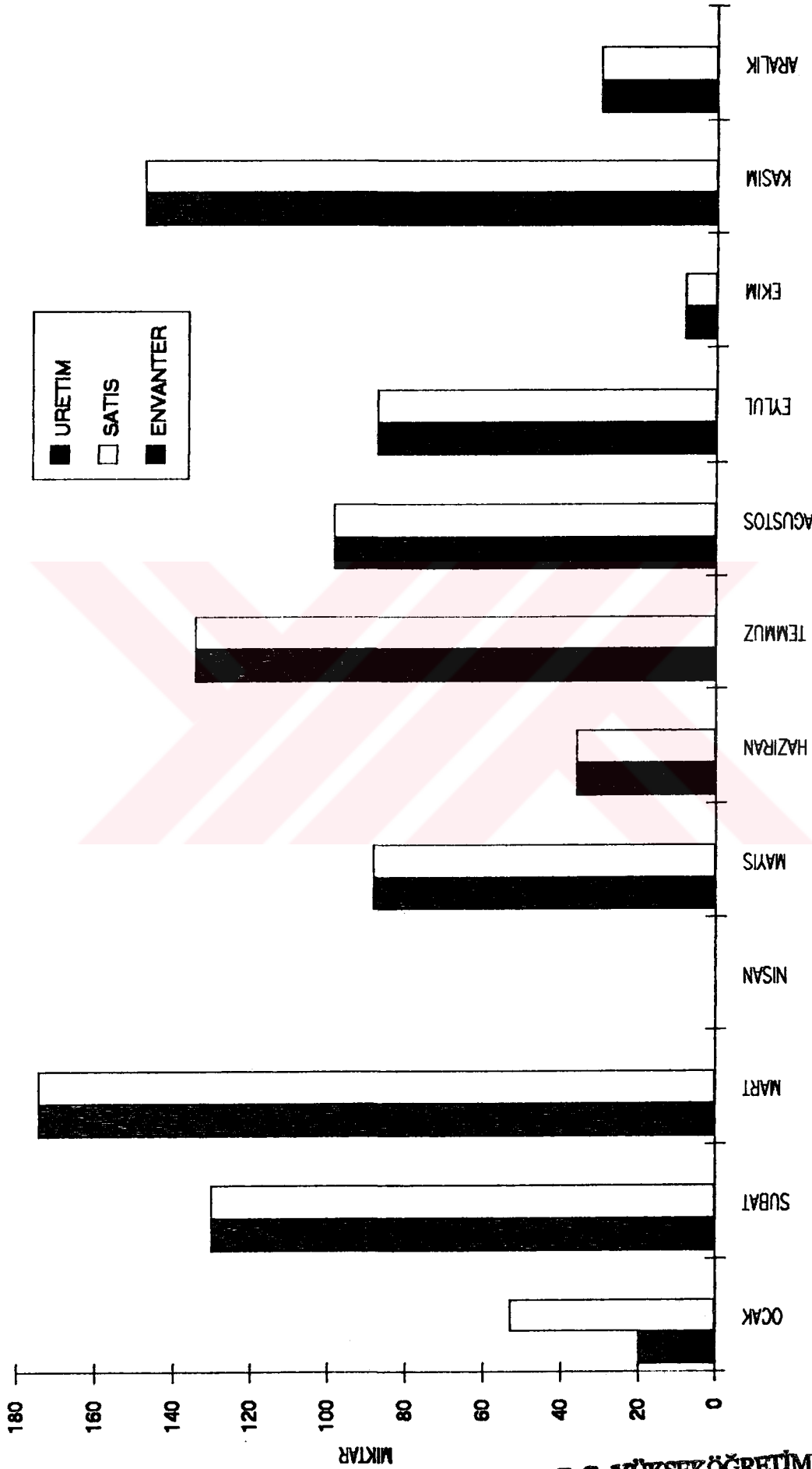


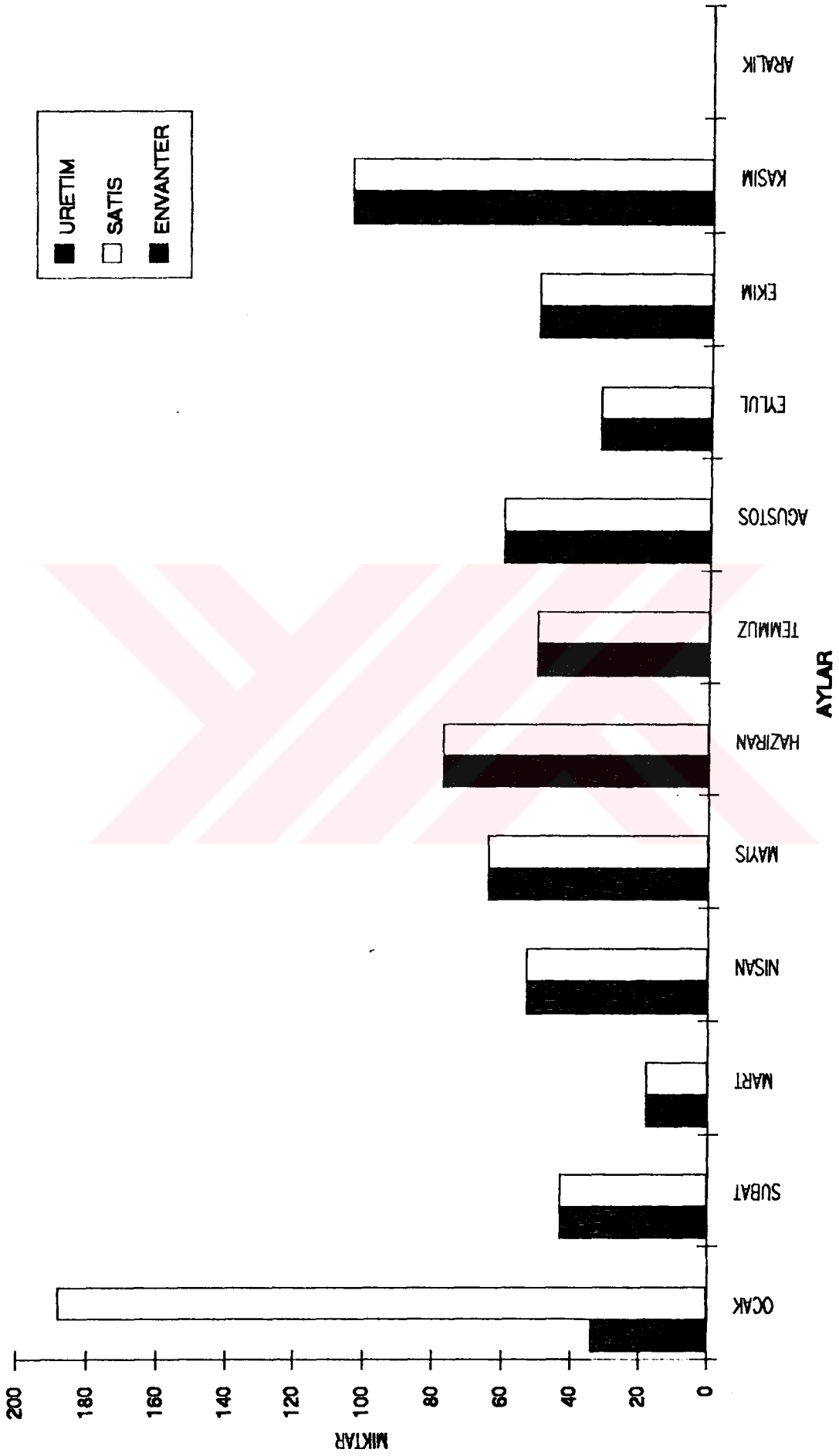
URUN KODU : BAZMEP12



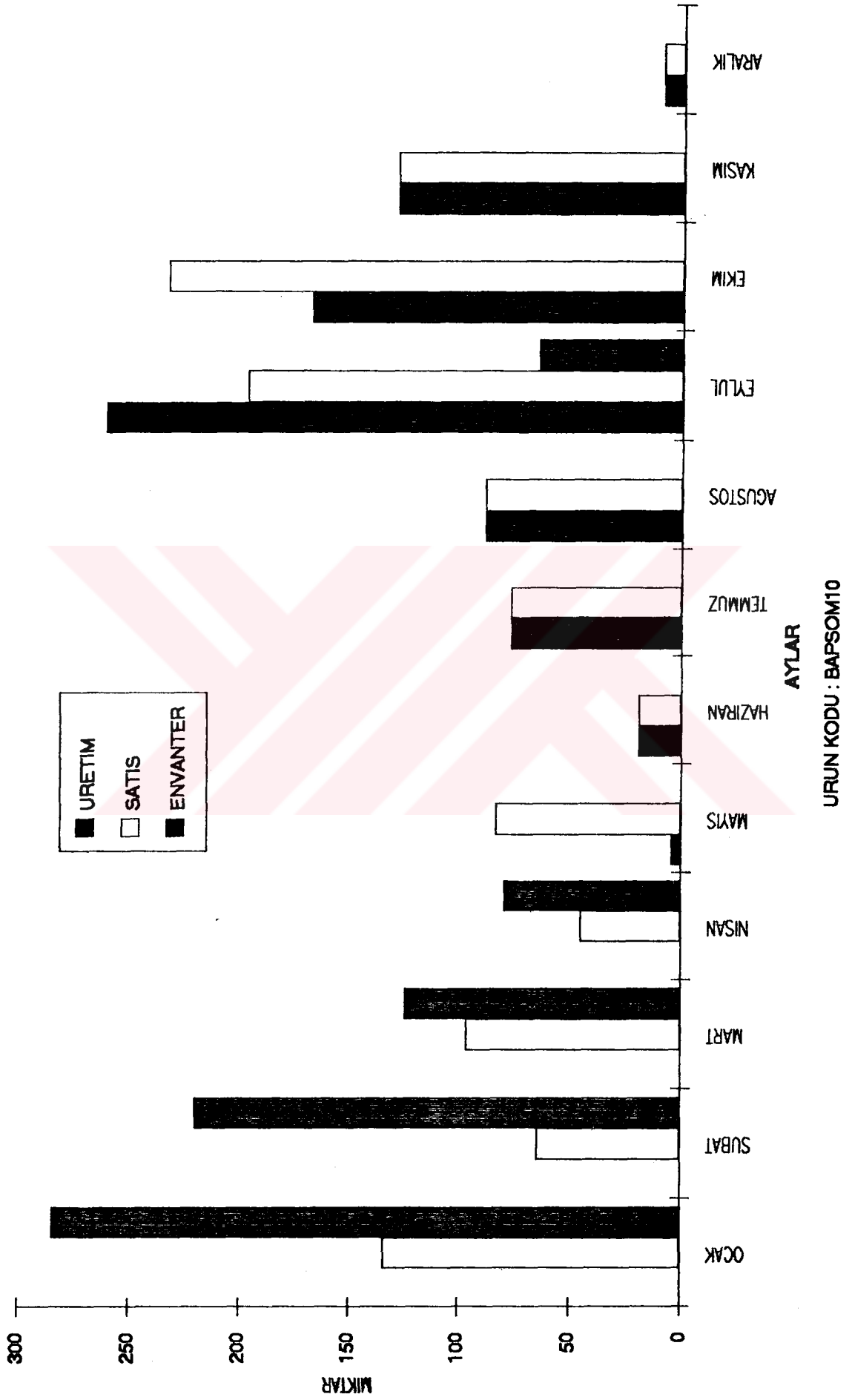


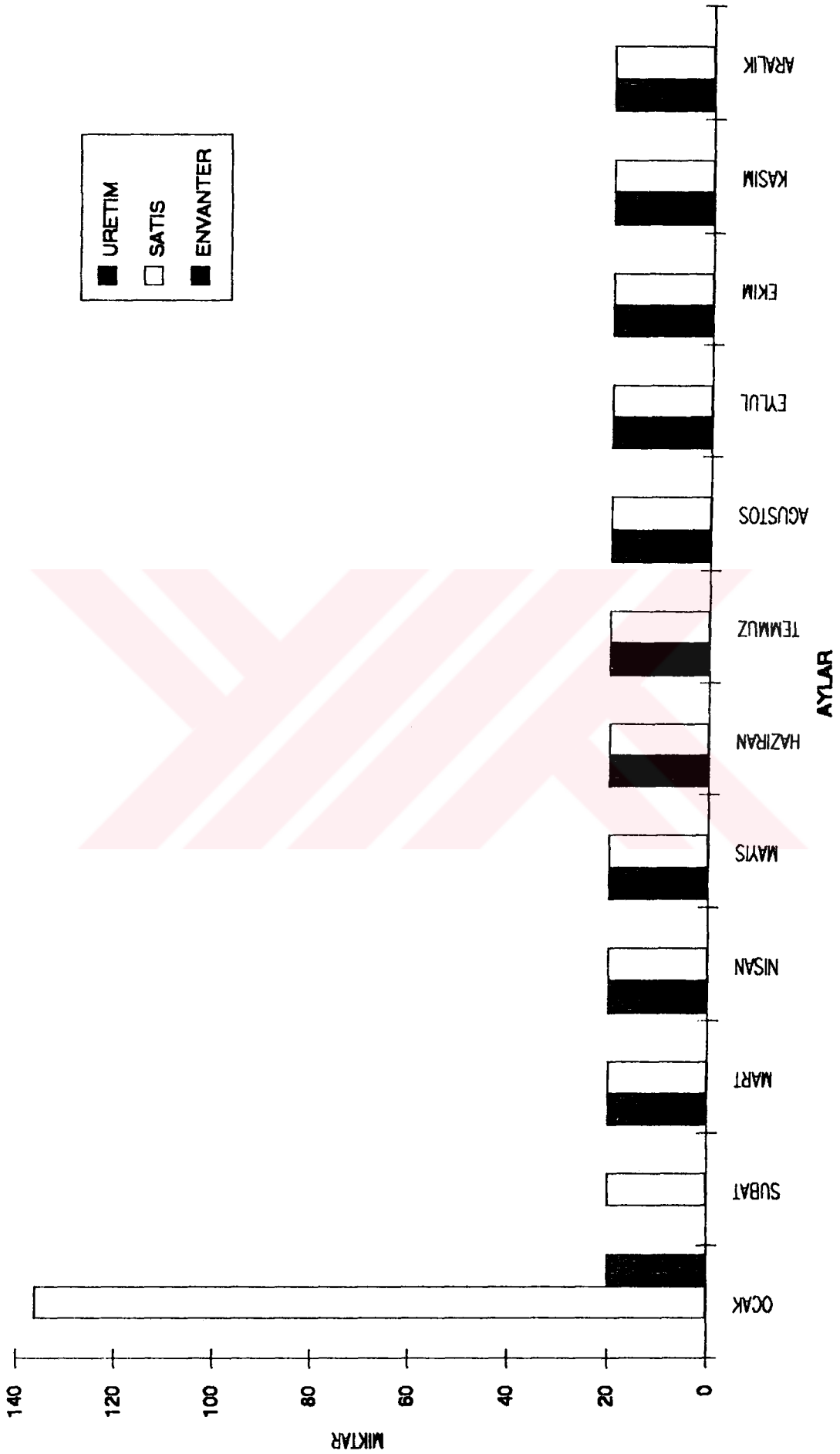




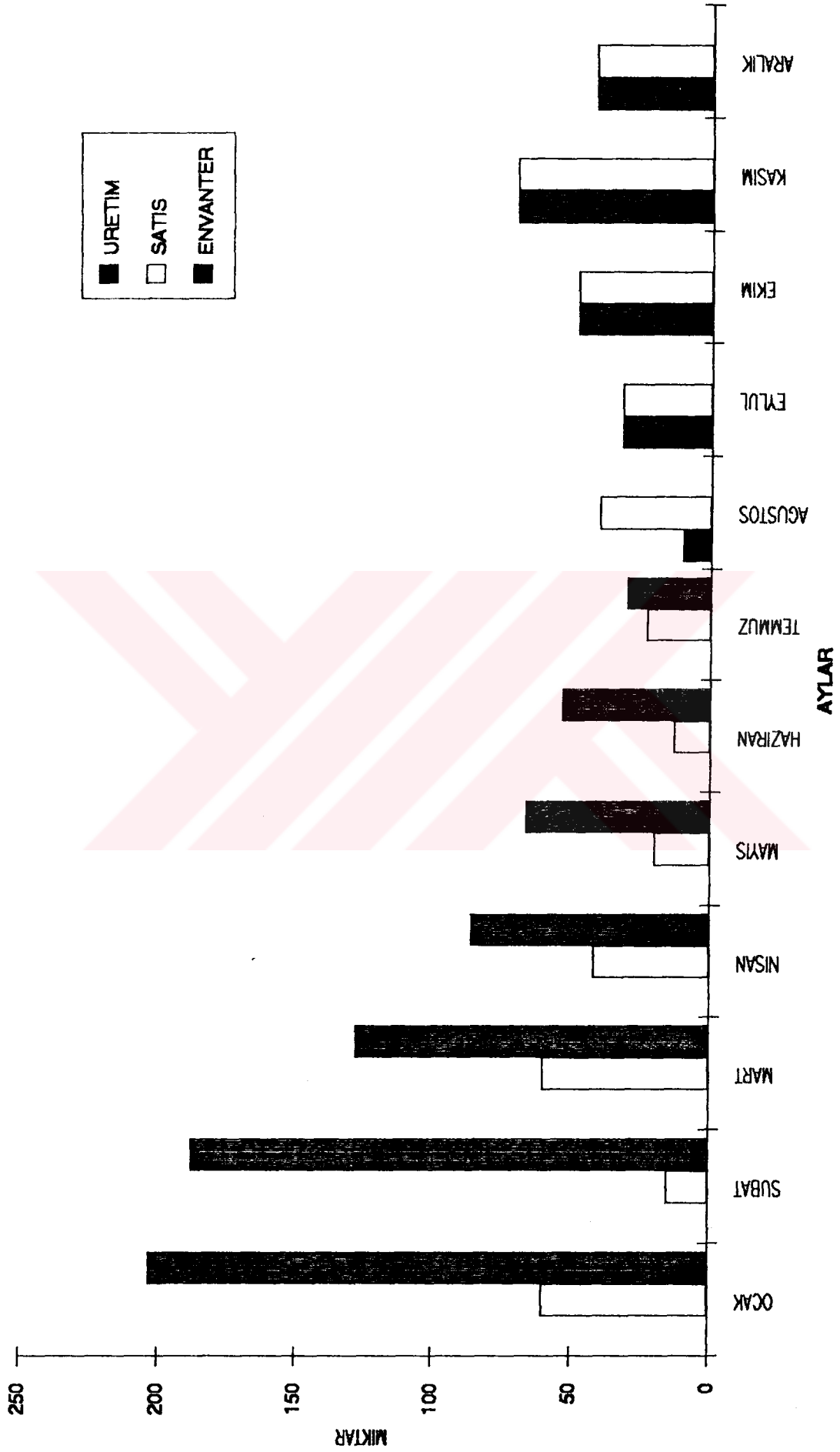


URUN KODU : BAPMEP12





URUN KODU : BAXMIP21



ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Bulgaristan'da dünyaya gelen Mehmet Sen, 1973 yılında Türkiye'ye göç etti. İlk öğrenimini Taşlıtarla Dobruca ve Sefaköy Sultan Murat ilkokullarında, orta öğrenimini ise Sefaköy Lisesi orta bölümünde tamamladı. 1984 yılında Pertevniyal Lisesi'ni bitiren Mehmet Sen, aynı yıl I.T.Ü. Gemi İnsaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi'ne kaydoldu. 1989 yılında Gemi İnsaatı ve Gemi Makinaları Mühendisi Unvanı ile mezun olurken, I.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından açılan yüksek lisans sınavına katılarak, Endüstri ana bilim dalı Endüstri Mühendisliği programında master eğitimi görmeye hak kazandı.



