

75101

GRUP TEKNOLOJİSİ İMALAT SİSTEMLERİ
TASARIMI İÇİN BİR METODOLOJİ VE BU
METODOLOJİNİN ENDÜSTRİ' DE UYGULANMASI

DOKTORA TEZİ
Y. Mat. Nevin AYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Ekim 1998

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU

Diğer Juri Üyeleri : Prof. Dr. Sami ERCAN

: Prof. Dr. Gönül YENERSOY

: Prof. Dr. Nüket YETİŞ

: Prof. Dr. Cüneyt GÜZELİŞ

25.11.97

25.11.98

25.11.98

25.11.98

25.11.98

EKİM 1998

ÖNSÖZ

Son yıllarda Grup Teknolojisi Üretim Sistemleri araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. İmalat sistemlerinin etkinliği ve verimliliği artırma amacı ile hazırlanan tezde, bir Grup Teknolojisi üretim hücreler sistemi tasarımı metodolojisi öngörülmüştür. Metodolojide, hücre yapıları kurulmasında etkili bir yaklaşım olan yapay sinir ağları yaklaşımından yararlanılmıştır. Bu tezin gerçekleştirilmesinde beni yönlendiren, her an destek veren, Sayın Prof. Dr. M. Bülent Durmuşoğlu 'na teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Yapay sinir ağları konusunda deneyimli, Sayın Prof. Dr. Cüneyt Güzeliş'e desteklerinden dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım.

Uygulamayı gerçekleştirdiğim Camış Makina ve Kalıp San. A.Ş. 'nin başta Süha Gönen olmak üzere değerli ve deneyimli yöneticilerine, uygulama esnasındaki katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 1998

Nevin AYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖZET	xv
SUMMARY	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Üretim Sistemleri Tasarımına Giriş	1
1.2. Grup Teknolojisinin Genel Özellikleri	3
1.3. Yerleşim Yöntemleri ve P-Q Analizi	3
1.3.1. Fonksiyonel düzenleme	4
1.3.2. Grup düzenleme	4
1.3.3. Hat düzenleme.	5
1.4. Malzeme Akışının Basitleştirilmesi	6
1.5. Grup Teknolojisinin Faydalı Yönleri	7
1.6. Grup Teknolojisinin Sakıncalı Yönleri	7
1.7. Grup Teknolojisi Tekniklerinden Yararlanma	8
1.8. Ailelerin ve Grupların Oluşturulması	16
1.9. Parça Ailesi	16
1.10. Makina Grupları	17
1.11. Makina Teknolojisinde Temel Yöntemler	17
1.11.1. Göz ile sınıflandırma	18
1.11.2. Kodlayarak sınıflandırma	18
1.12. Kümelendirme Analizi Yöntemleri	19
1.12.1. Matris esaslı kümelendirme yöntemleri	22
1.12.2. Hiyerarşik kümelendirme yöntemleri	23
1.12.3. Hiyerarşik olmayan kümelendirme yöntemleri	23
1.12.4. Matematiksel programlama metodları	23
1.12.5. Graf teorisi metodu	24
1.12.6. Sezgisel metodlar	25
1.13. Kümelendirme Sorunu	25
1.14. Kümelendirme Kriterleri	26

1.15.	Preformans Ölçütleri	27
1.16.	Etkinlik Ölçüsü	29
1.17.	Gruplandırma Etkinliği	29
1.18.	İş yükü Dengesi	30
1.19.	Alt Yararlılık	30
1.20.	Yöntemlerin Hesaplama Süresi	31
1.21.	Parçaları mı Makinaları mı Yoksa Her İkisini mi Gruplandırmalı	31
1.22.	Hücre Sayılarının Belirlenmesi.	32
1.23.	Darboğaz Makinalar Nasıl Ele Alınacak	32
1.24.	İşlem Sıralarının Göz Önüne Alınması	33
1.25.	İşlem Sürelerinin Göz Önüne Alınması	33
1.26.	Üretim Miktarları	34
1.27.	Parçanın Yoğunluğu	34
1.28.	Başlangıç Verisi	34
1.29.	Veri Tabanı	35
1.30.	Sonuçlar	35

BÖLÜM 2. YAPAY SİNİR AĞLARI 37

2.1.	Genelleştirilmiş Yapay Sinir Ağları Tanımı	38
2.2.	Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri	39
2.3.	Yapay Sinir Ağı Modelleri	40
2.3.1.	İleri beslemeli ağlar	41
2.3.2.	Geri beslemeli ağlar	41
2.4.	Y.S.A 'nın Yapısı	41
2.4.1.	Bağlantılar	42
2.4.2.	İşlem elemanları	43
2.4.3.	Girdi ve çıktı desenleri	44
2.4.4.	İşlem elemanı fonksiyonları	44
2.4.5.	Katmanlar	45
2.5.	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenmesi	48

BÖLÜM 3. GELİŞTİRİLEN DÖRT AŞAMALI METODOLOJİ 50

3.1.	Bütünleşik İmalat Tasarımı için Aşamaların Oluşturulması	50
3.2.	Birinci Aşama : Parçaları İçin Minimum Maliyetli Rotanın Seçimi	51
3.3.	İkinci Aşama : Makina Hücreleri ve Parça Ailelerinin Oluşturulması	54
3.4.	Üçüncü Aşama : İstisnai Parçalar İçin En Uygun Çözümün Bulunması	58
3.5.	Dördüncü Aşama : Grup İçi Düzenleme Analizi	61
3.5.1.	Akış Hatları Tasarım Yöntemi	62
3.5.2.	Sezgisel Model Benzetme Metodu	64

BÖLÜM 4.	GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN ENDÜSTRİYEL BİR FİRMAYA UYGULANMASI	71
4.1.	Firmanın Tanıtılması	71
4.2.	Uygulamada Analize Alınan Veriler	72
4.3.	Geliştirilen Metodolojinin uygulanması : Birinci Aşama	73
4.4.	İkinci Aşama	78
4.5.	Tezgah Kullanım Oranlarının Hesaplanması	94
4.6.	Üçüncü Aşama	97
4.6.1.	İstisnai parçalar için alternatif tezgah kullanımı	100
4.7.	Dördüncü Aşama	111
4.8.	Uygulamanın Endüstriyel Firmaya Sağlayacağı Yararlar	142
	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	144
	KAYNAKLAR	147
	EKLER	156
	ÖZGEÇMİŞ	283

SEMBOLLER LİSTESİ

BDY	Blok Diyagonal Yoğunluk (Block Diyagonal Density, BDD)
C-GSA	Carpenter-Grossberg Sinir Ağı (Carpenter-Grossberg Neural Network, CGNN)
DSA	Derece Sırası Algoritması (Rand Oder Clustering Algorithm, ROC)
FAA	Fabrika Akış Analizi (Factory Flow Analysis, FFA)
GE	Gruplama Etkinliği (Grouping Efficiency)
GT	Grup Teknolojisi (Group Technology)
HÜ	Hücreyel Üretim (Cellular Manufacturing, CM)
İE	İşlem Elemanı (Processing Element)
İEY	İstisnai Eleman Yüzdesi (Percentage of Exceptional Elements PE)
İSD	İşlem Sırası Diyagramı
KSC92	Kaparthi, Suresh '92 Yöntemi
MKY	Makina Kullanım Yüzdesi (Machine Utilization)
THK	Tek Hatlı Kümelenendirme Algoritması (Single Linkage Clustering Algorithm, SLC)
TBE	Toplam Bağ Enerjisi (Total Bound Energy, BE)
ÜAA	Üretim Akış Analizi (Production Flow Analysis, PFA)
YSA	Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network, ANN)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Yerleşim Yöntemleri	4
Şekil 1.2.	Tesis Yerleşim Tipleri	6
Şekil 1.3.	Üretim Büyüklüğü ile Ürün Çeşitliliğine Bağlı Olarak Proses Tasarım Tipleri	8
Şekil 1.4.	Klasik Tezgahlarla U Tipi Yerleşim Düzenine Göre Oluşturulmuş Çok Yönlü Üç İşçi ile Çalışan Bir İmalat Hücresi	9
Şekil 1.5.	Klasik İmalatlarda Toplam İmalat Zamanının Analizi	14
Şekil 1.6.	Hazırlık Sürelerinin Azaltılması	15
Şekil 2.1.	Hücrelerin Genel Yapısı	39
Şekil 2.2.	Yapay Sinir Ağı Modeli	42
Şekil 2.3.	İki Katmanlı Yapay Sinir Ağı	43
Şekil 2.4.	Üç Katmanlı Yapay Sinir Ağı	48
Şekil 3.1.	Dört Aşamalı Metodoloji	51
Şekil 3.2.	Carpenter-Grossberg Yapay Sinir Ağı	55
Şekil 3.3a.	Bir İş Sıralama ve Bir Akış Yönü Arasındaki İleri Uygunluk İndeksinin Hesaplanma Prosedürü	69
Şekil 3.3b.	Bir İş Sıralama ve Bir Akış Yönü Arasındaki Geri Uygunluk İndeksinin Hesaplama Prosedürü	70
Şekil 3.4.	İleri Uygunluk İndeksinin Bulunmasında Karşılaştırma İşlemi	70
Şekil 3.5.	Geri Uygunluk İndeksinin Bulunmasında Karşılaştırma İşlemi	71
Şekil 3.6a.	Akış Yönü Sezgisel Benzetme Modeli Algoritması İçin İleri Düzeltme Prosedürü	72

Şekil 3.6b. Akış Yönü Sezgisel Benzetme Modeli Algoritması İçin Geri Düzeltme Prosedürü

73



TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1.	Düzenleme Tiplerinin Ana Karakteristikleri	5
Tablo 1.2.	Fonksiyonel Düzenleme ve Üretim Hücrelerine Dayalı Organizasyon	11
Tablo 1.3.	Hücreyel İmalattan Sağlanan Kazançlar	12
Tablo 1.4.	Grup Teknolojisinde Kümelenendirme Yöntemleri	20
Tablo 1.5.a.	Parça-Makina Analiz Matrisi	21
Tablo 1.5.b.	Kümelenendirilmiş Parça-Makina Analiz Matrisi	21
Tablo 4.1	Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Öncesi Hücrede Her Bir Parça İçin Minimum Maliyetli Rota	74
Tablo 4.2	Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Sonrası Hücrede Her Bir Parça İçin Minimum Maliyetli Rota	76
Tablo 4.3.	Toplu Sonuçlar (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Öncesi Hücre)	79
Tablo 4.4.	Toplu Sonuçlar (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Sonrası Hücre)	79
Tablo 4.5.	Başlangıç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Öncesi Hücre)	80
Tablo 4.6.	Sonuç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Öncesi Hücre)	81
Tablo 4.7	Başlangıç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Sonrası Hücre)	82
Tablo 4.8.	Sonuç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Sonrası Hücre)	83
Tablo 4.9.	Tezgah Hücreleri ve Parça Aileleri	84
Tablo 4.10	Parçaların Hücreler Arası Akışı	90
Tablo 4.11.	Tezgah Kullanım Oranları	94

Tablo 4.12.	Tam Sayılı Matematik Modelin Lindo Çıktıları (Kaynak/Isıl İşlem/ Elektro Erozyon Öncesi Hücre)	98
Tablo 4.13.	Tam Sayılı Matematik Modelin Lindo Çıktıları (Kaynak/Isıl İşlem/ Elektro Erozyon Sonrası Hücre)	99
Tablo 4.14.	Alternatif Tezgah Kullanım Sonrası Sonuç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Öncesi Hücre)	101
Tablo 4.15.	Alternatif Tezgah Kullanım Sonrası Sonuç Matrisi (Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon Sonrası Hücre)	102
Tablo 4.16	İstisnai Parçalar İçin Alternatif Tezgah Kullanımı Önerisinden Sonra Hücrelerin Durumu	103
Tablo 4.17	İstisnai Parçalar İçin Alternatif Tezgah Kullanımı Önerisinden Sonra Tezgahların Hücre İçinde Kullanım Oranı	108
Tablo 4.18.	Dolaşım Şeması	112
Tablo 4.19.	Akış Hattı Türetme Tablosu	113
Tablo 4.20.	Geriye Dönüştürsüz Akış Hattı	115
Tablo 4.21.	Geriye Dönüştürsüz Alternatif Akış Hattı	116
Tablo 4.22.	Geriye Dönüştürsüz Alternatif Akış Hattı	117
Tablo 4.23.	Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı	118
Tablo 4.24.	Sezgisel Model Benzetme Metodu	126
Tablo 4.25.	Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı	134

ÖZET

GRUP TEKNOLOJİSİ İMALAT SİSTEMLERİ TASARIMI İÇİN BİR METODOLOJİ VE BU METODOLOJİNİN ENDÜSTRİ’ DE UYGULANMASI

Avrupa topluluğu ile gümrük birliğine girmeyi planlayan Türkiye’nin dış pazarlardaki rekabet gücünü arttırabilmesi, ülkemizdeki endüstriyel kuruluşların istenilen performansı yakalayabilmesi için Grup Teknolojisine dayalı “Hücreyel Üretim” felsefesine uygun şekilde sistemlerini yeniden düzenleyerek dünya pazarlarındaki yerlerini almak zorundadırlar. Ancak hücreyel üretimin başarısı, mevcut sistemi basitleştirebilme düzeyine, yani tasarımın etkinliğine ve değişime inanmaya bağlıdır. Böyle bir projenin hazırlanması bir ekip çalışmasını gerektirir ve zaman alır. Hücreyel imalat sistemleri geleceğin endüstri kuruluşları için yapılmış önemli bir stratejidir.

Bu çalışma geleneksel üretim sistemleriyle çalışan sistemlerin Hücreyel imalata dönüşümü sırasında yapılması gereken hazırlıkların bilimsel tabana oturtulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. İmalat sistemi içinde basit ve etkin bir malzeme akışı kurulmaya çalışılmıştır. Bu hazırlık, tezde dört aşamalı bir metodoloji halinde sergilenmektedir:

Bilindiği üzere, günümüzde imalat sektöründeki gelişmelere paralel olarak yaygın bir şekilde, CNC tezgahlar kullanılmaya başlanmıştır. Bunun getirdiği rotalama esnekliğinden, imalat sistemlerinin tasarımında yararlanmak gerekmektedir. Bunun için önerilen metodolojinin birinci aşamasında, minimum maliyet esasına göre, bir matematiksel model yardımıyla ürün rotası seçimi sonucu, rotalama esnekliği kullanılmıştır. İkinci aşamada minimum maliyetli rotalar kullanılarak yapay sınır ağı yardımı ile imalat hücreleri oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada, hücre konfigürasyonuna son şekli vermek üzere, yeni yatırım, üretme/satın alma ve hücreler arası akışa izin verme gibi karar verme sürecine yardımcı olacak bir matematiksel model kurulmuştur. Son aşama ise uygulamaya alınacak olan hücrelerin iç düzenlemesinin yapılması ile ilgilidir.

Tezde, birinci, ikinci, dördüncü aşamada literatürde mevcut olan yöntemler seçilerek algoritmaları bilgisayarda kodlanmış ve endüstriyel bir firmaya uygulanmıştır. Bilinen ve farklı çalışmalarda ayrı ayrı kullanılmış olan söz konusu yöntemlerin bir metodoloji halinde toplanarak uygulanmış olması, tez çalışmanın özgün yönü olarak gösterilebilir.

Üçüncü aşamada hücre konfigürasyonuna son şekli vermek üzere yeni yatırım, üretme/satın alma ve hücreler arası akışa izin verme gibi karar verme sürecine yardımcı olacak bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu da tez çalışmasının özgün bir yönü olarak gösterilebilir.

Çalışmanın teorisinin uygulama açısından getireceği yararların sağlıklı bir şekilde tespit edilebilmesi için, araştırma bir uygulama ile desteklenmiştir. Uygulama Ülkemizde cam sanayine kalıp üretimi yapan Şişe Cam’a bağlı Camış Makina ve Kalıp San. A.Ş.’ de gerçekleştirilmiştir. Yöneticilere kararlarında destek olması açısından önemli ipuçları içerdiği söylenebilir.

SUMMARY

A METHODOLOGY FOR GROUP TECHNOLOGY BASED MANUFACTURING SYSTEM DESIGN AND ITS APPLICATION TO BATCH MANUFACTURING INDUSTRY

Group technology (GT) is a technique that is proved to be quite effective in solving many of the problems in discrete part batch manufacture. In the past, industrial engineers have tended to view each part produced in a company as being unique. Group technology brings similar parts together in families, each member is unique but each has also some characteristics similar to the others.

The part-machine grouping problem forms one of the first and most important steps in the design of a cellular manufacturing system. It was first identified by BURBIDGE (1963) as 'group analysis' within the context of production flow analysis (PFA). A description of the overall cell-formation problem is provided.

Cellular manufacturing (CM) involves processing a collection of similar parts on a dedicated cluster of dissimilar machines. CM has been found beneficial to some companies because it can reduce lead time, material handling, setup time, work in process, etc (BLACK 1983).

In batch manufacture, the concept of GT leads to the formation of families of parts that are similar in design or manufacture. The machines are required to produce a family of parts are grouped together to form a manufacturing cell. Such a grouping of machines, which is known as cellular manufacturing reduces material handling and enables a smooth flow of parts in the plant. Cellular manufacturing, whether automated or not, provides many advantages over the traditional approach of functional layout.

Shorter lead times, reduced work-in-process inventories, and improved product quality are some of the benefits which have been reported (HYEROF 1987).

WEMMERLÖV and HYEROF (1987) divide the design phase of the cellular manufacturing system into five stages. These five stages are:

- (1) selection of part populations and grouping of parts into families;
- (2) selection of machine and process populations and grouping of these into cells;
- (3) selection of tools fixture and pallets;
- (4) selection of material handling equipment;
- (5) choice of equipment layout.

In the first chapter, production systems are defined by the system approach and the role of manufacturing systems is determined.

Later on, manufacturing systems are divided in two classes;

Traditional Manufacturing Systems

Cellular or GT Manufacturing Systems.

Traditional manufacturing systems are often classified into three categories:

Job shop

Flow shop

Project shop

The job-shop uses flexible, general-purpose machines, and it is a process in which units for different orders follow different paths (individual routes or sequences) through processes or machines.

The flow-shop is characterised by product flow layout that uses special-purpose, single-function machines. Flow shop is a process in which successive units undergo the same sequence of operations with more specialised, dedicated equipment.

The third category of traditional manufacturing is a project shop. This system is directed toward creating a product which is very large or one-of-a-kind, which typically must be produced in some specified sequence. The men, material, and the machines all come to the project site for assembly or processing.

Cellular manufacturing (group production) and family programming are basically manufacturing process which produces families of parts within a single line

or cell of machines operated by machinists or robots that operate only within the line or cell.

Some of the benefits of Cellular Manufacturing Systems are:

- (1) Elimination of or decrease in setup time and setup cost.
- (2) Greater manufacturing flexibility.
- (3) Reduced work-in-process and lower inventory (just-in-time).
- (4) Less floor space around the machines.
- (5) Lower raw materials.
- (6) Reduction in the cost of goods produced.
- (7) Capability of using high-investment machinery in the production process.
- (8) Reduction in direct labour cost.
- (9) Higher productivity.

The part-machine grouping problem involves a reorganisation of the rows and columns of a part-machine incidence matrix to obtain a block diagonal form. The intractability of this subproblem has led to the development of numerous heuristic procedures. CHU (1989) classified the literature under the categories: (1) array-based methods; (2) hierarchical clustering techniques; (3) non-hierarchical clustering methods; (4) mathematical programming formulations; (5) graph-theoretic approaches; and (6) other heuristic methods.

In the second chapter, the larger problem involves the consideration for several real-world complexities, including, the presence of multiple copies of machines of each type, and load balancing among various cells. In addition, recent analytical models have highlighted the need to address the loss of pooling synergy when partitioning job shop work centres to form cells (SURESH 1991, 1992, SURESH and MEREDITH, forthcoming).

Artificial neural network (ANN) models are characterised by their properties, viz., the structures of the network (topology), how and what the network computes (computational property) and how and what the network learns to compute (learning or training property). The learning factor, more than any other, is responsible for exhibiting the characteristics of the brain. Learning is the process in which a set of

input vectors is presented sequentially to the input of the networks and the network weights are adjusted such that similar vectors activate the same output neuron. Learning strategies are categorised as supervised and unsupervised.

Supervised training requires the pairing of each input vector with a target vector representing the desired output. An input vector is applied and the output of the network is calculated. This type of learning indicates whether the computed output is right or wrong. It has been criticised as being biologically implausible.

In unsupervised learning, the training set consists of input vectors only. The output is determined by the network during the course of training. The training procedures construct internal models that capture regularities in their input vectors without receiving any additional information. In this thesis, we pay attention to unsupervised learning.

In the third chapter, the four stages have been described for the integrated manufacturing design.

In the first stage, a mathematical model has been described for the minimal on route selection.

In the second stage, this stage presents a neural network clustering method for the part-machine grouping problem in group technology. Among the several neural networks, a CARPENTER-GROSSBERG network is selected due to the fact that this clustering method utilizes binary-valued inputs and it can be trained without supervision. It is shown that this adaptive leader algorithm offers the capability of handling large, industry-size data sets due to the computational efficiency.

In the third stage, an integer mathematical model has been developed to aid the decision process to minimize exceptional elements, new machine tool purchasing, subcontracting, intercell movements between the cells.

In the fourth stage, two models have been presented to layout the machines and equipment in the cell and then alternative layouts have been compared.

In the fourth chapter, the methodology developed has been applied to test the algorithm in a real industrial company. We can say that it contains important insights for giving managements an overall information.

At the first stage, alternate part routing are considered to determine the best part routing that minimises the operating cost. Integer programming model was formulated and solved to select the optimal part routing for every part. This integer programming model was solved using LINDO (SCHRAGE 1987) on the personnel computer.

At the second stage, the results from the first stage from 0-1 part-machine matrix. The binary is used as the input to an ART1 neural network based cell formation module to group machines into a specified number of cells. The algorithm can be effectively utilized for part-machine grouping especially for large, industry size problems. The algorithm was coded in Visual C++ and run on the personnel computer.

At the third stage, Cell formation solutions often contain exceptional elements (EE). EE create interactions between two manufacturing cells. They can be considered the result of bottleneck machines, i.e. machines required by two or more part families. Conversely, EE can be viewed as parts that require processing on machines in two or more cells. The interaction between cells caused by the existence of EE runs counter to the express CM philosophy of creating independent cells. As will be discussed later, this interaction creates disruptions in a CM environment, for which tangible and intangible costs are incurred.

If the part involved in EE cannot be re-designed or altered, two major options have been suggested for eliminating EE. Duplicates of the bottleneck machine can be acquired. This action would eliminate the need for transferring parts between cells in order for them to receive processing on bottleneck machines. In some instances, the part can be subcontracted, removing it from the CM production environment.

This thesis presents a mathematical programming approach for dealing with exceptional elements in CM. The approach suggests whether it is cost-effective to intercellular transfers caused by the EE should remain in the cell formation. It provides an optimal solution for resolving the interaction created by EE in the initial cell formation solution. In addition, the model recognises potentially advantageous mixed strategies by previous approaches.

Integer programming model can be used to minimize the costs associated with intercellular transfers, part subcontracting and bottleneck machine duplication.

Integer programming model was formulated and solved using LINDO (SCHRAGE 1987) on the personnel computer.

At the fourth stage, In optimising the layout design of a multi-product assembly environment, the analysis of the material flow is a vital ingredient. In a multi-product production environment, products are usually grouped together into families.

First Category, the ANEKE and CARRIE (1986) presented a travel-chart method. This method, similar to Hollier's link-analysis, constructs the flowline from both ends simultaneously. This construction method is usually good in situations where a family of products have similar initial and final work station requirements, and processes in which the difference occur mainly in the intermediate process. The algorithm was coded in Visual C++ and run on the personnel computer.

In the second category, Heuristic pattern matching model is shown. This method was the traditional line structure as a basic for flowline construction process of the heuristic pattern matching method emphasises sequence similarity among products and uses sequence similarity information to construct the flow line.

There are three main stages in the heuristic pattern matching method. The first stage is the selection stage where a candidate product is selected. The sequence of the candidate product is accommodated into the constructed flowline, which is a flow path that consists of different operations (machines/workstations). The selection of the candidate product is mainly based on the sequence similarity between the product sequence and the sequence of the constructed flowline. The product that has the highest sequence similarity with the constructed flowline is selected. A sequence similarity measurement called 'compliant index' is introduced in this method. The second stage is the construction stage where a new flowline is constructed by modifying its sequence so that the sequence of the candidate product can be included into the flowline. The third stage is the elimination stage where the elimination of the infeasible or uneconomic workstations/machines from the constructed flowline is performed. The algorithm was coded in Visual C++ and run on the personnel computer.

The performance measure used here is total flow distance. In order to calculate flow distance, it is assumed that the length of the links connecting two workstations is one unit.

From the test experiments, it is observed that the method of ANEKE and CARRIE (1986) is sensitive to the initial and the final operations of the products. This is because their method selects the operations from either end of the products, and adds the selected operations to the corresponding end of the flowline. The disadvantage of this is that the products may travel through many unnecessary intermediate workstations, resulting in larger flow distance. On the other hand, the heuristic pattern matching algorithm emphasizes the overall sequence similarity in its building processes, and less sensitive to the initial and final operational of the products, which explain its better performances.



BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. ÜRETİM SİSTEMLERİ TASARIMINA GİRİŞ

İkibinlere yaklaştığımız rekabete dayalı ortamda, dünya pazarının küreselleşmesi sonucu endüstriyel kuruluşlar, üretimlerini daha iyileştirmek süreklilik kazandırmak ve tüketici pazarlarındaki yerlerini alabilmek için üretim felsefelerini yenilemek zorundadırlar.

Endüstriyel kuruluşlar yaşamlarını sürdürebilmek için ileri teknoloji ile üretim felsefelerindeki değişikliği birleştirerek mamulü istenilen kalitede, istenilen zamanda ve düşük maliyetle üretmek arayışı içindedirler. Bu sorunlara çözüm üreten Grup Teknolojisi (GT) makina imalat sanayinde her geçen gün önem kazanmaktadır.

Bugüne kadar literatürde GT için çeşitli tanımlar verilmiştir:

Operasyonların benzerlikleri veya aynı olmaları esasına göre, parçalar ailelere, makinalar da hücrelere sınıflandırılır (CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1987).

Grup Teknolojisinin temel fikri bir imalat sistemini, yönetimi bütün imalat sistemine göre daha kolay olan alt sistemlere ayırıştırma (KUSIAK, 1990).

Ana fikri benzer faaliyetlerin biraraya getirilmesi olan bir imalat felsefesidir (WEMMERLÖV ve HYER, 1987).

Grup Teknolojisi(GT) sadece talaşlı imalatta değil, parti üretiminin sözkonusu olduğu her tür imalatta uygulanabilir (BURBIDGE, 1992).

Grup teknolojis (GT), bir çok problemin temelinde birbirine benzer olduğundan hareketle, benzer problemleri bularak toplayan ve böylece elde edilen gruplar için bir tek çözüm arayan bir yaklaşımdır. Böylece zaman ve çabalardan tasarruf sağlanır. İmalatta ise, GT parça ve imalat işlemlerinin benzerliklerine dayanarak, öncelikle parça grupları ile makina hücreleri oluşturmayı amaçlar.

Hücreyel imalat esasına dayanan GT , büyük ve orta büyüklükte parti tipi üretim yapan imalat sisitemlerindeki verimlilik ve etkinlik sorununa, en çok kabul edilen çözümlerden birini sunan bir yaklaşım olarak tanınmaktadır. Bu yaklaşım çeşitli parçaların az sayıdaki miktarlarının benzer yada ortak karakteristiklerine göre gruptandırılması şartıyla, çok daha ekonomik olarak üretilebileceği gerçeği üzerine kurulmuştur. Grup Teknolojisi(GT), grup yerleştirme ve malzeme akışını basitleştirmeye dayanan parti üretiminde yeni bir yaklaşım olmuştur. Kütle imalatında hat düzenleme ile sağlanan avantajlar, parti üretiminde bu teknik ile sağlanır.

Grup Teknolojisinin (GT) temel uygulamalarından biri de “Hücreyel üretim”dir. Geleneksel olarak yapılandırılmış atölye imalatının günümüz ihtiyaçlarını karşılayamaması hücreyel üretime yönelen ilgiyi her geçen gün artırmaktadır.

Hücreyel üretim yaklaşımının esası küçük bir sistemin etkin ve kontrol edilebilir olma özelliğini, büyük bir sisteme yansıtmak şeklindedir. Bu yansıma, büyük bir sistemin içinde, birbirinden bağımsız küçük alt sistemler (hücreler) oluşturma şeklinde gerçekleşir. Büyük sistemin karmaşıklığı yerine oluşturulan küçük sistemlerin problemleri ile uğraşır.

Hücreyel imalat sistemleri, sistem içindeki benzer imalat karakteristiklerine sahip belirli bir parçalar grubunun (parça ailesi) baştan sona imalatına yönelik işlem, insan ve özellikle de makina gruplarının var olduğu veya oluşturduğu sistemlerdir. GT konfigürasyonlarının en uygun görüldüğü ortamlar, orta derecede üretim hacmine ve ürün yelpazesine sahip üretim sistemleridir. Üretim hacminin çok yüksek olduğu ve oldukça az sayıda ürün tipinin imal edildiği hat yerleşimi hala alternatif bir yerleşim olarak düşünülmektedir. Ürün yelpazesindeki değişkenliğin çok yüksek olduğu sistemlerde prosese yönelik yerleşim önerilmekte ise de GT ' nin gerçek hayat uygulamalarında görülmektedir ki tüm üretim ortamlarında, GT ile oldukça iyi avantajlar sağlanabilmektedir.

Çalışma ana hatlarıyla şu bölümlerden oluşmaktadır:

- Birinci bölümde Grup Teknolojisinin tanımı, avantajları, dezavantajları, genel özellikleri yerleşim ve kümelendirme yöntemleri,
- İkinci bölümde Yapay sinir ağı tanımı, yapısı ve öğrenme kuralları,
- Üçüncü bölüm geliştirilen dört aşamalı metodolojinin tanıtılması,
- Dördüncü bölüm dört aşamaları metodolojinin firmaya uygulanması.

1.2. Grup Teknolojisinin Genel Özellikleri

GT 'de önemli olan fabrika yerleştirmesinde, prosese göre değil üretilecek mamüle göre yapılmalıdır.

GT uygulamasındaki esas amaç, fabrika içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Tüm basitleştirmeler, gereksiz çeşitlerin elenmesi ile ilgilidir.

GT, özellikle gereksiz malzeme akış rotalarının ortadan kaldırılmasını sağlar.

GT' de iki genel özellik söz konusudur. Bunlar, "Tesis Yerleşim Düzenlemesi" ve "Malzeme akışının basitleştirilmesi"dir.

Üretim araçlarının, yardımcı birimlerin veya iş istasyonlarının, taşıma, depolama kalite kontrol gibi üretimle ilgili faaliyetlerin fiziksel konumları açısından bir bütün olarak koordinasyonuna tesis yerleşim düzenlenmesi denir.

Tesis yerleşim düzenlenmesinin en belirgin amacı fabrika içinde üretime yönelik faaliyetlerde yer alan bütün varlıkların tümünün hareket miktarlarını minimum düzeye indirmektir.

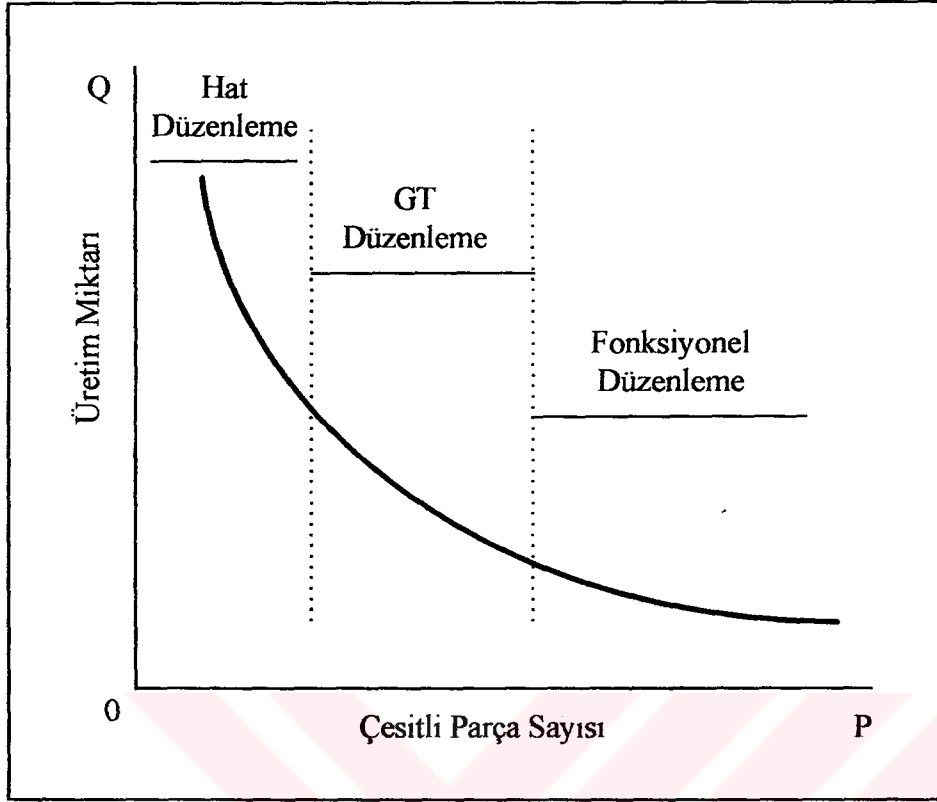
Bir fabrikada makinaların yerleştirilmesi planlandığı zaman ana problem makinaların bölümlere nasıl ayrılacağıdır. Her bölüm kendi postabaşılarının denetimi altında, organizasyonel bir birim oluşturmalıdır.

1.3. Yerleşim Yöntemleri ve P-QAnalizi

Genel olarak üç yerleşim tesis düzenleme yöntemi vardır.

- Fonksiyonel (proses) düzenleme
- Grup düzenleme
- Hat (ürüne göre) düzenleme

En uygun tesis düzenleme, üretilecek parça sayısı (P) ile üretim miktarı(Q) arasındaki ilişkiye dayanarak yapılan düzenlemedir. Şekil 1.1. Yerleşim yöntemlerini göstermektedir.



Şekil 1.1. Yerleşim Yöntemleri

1.3.1. Fonksiyonel Düzenleme

Q / P oranı küçüktür. Yani üretim miktarı çok azdır. Bu tip düzenlemede fabrika, her biri tek bir poses için gruplanmış makinelerin bulunduğu bölümlere ayrılır. Örneğin, torna tezgahları için ayrı bir bölüm oluşturulur. Bu, çok sayıda parti üretimi yapan fabrikalarda halen geleneksel bir tesis düzenleme yöntemidir.

1.3.2. Grup Düzenleme

Q/P oranının orta büyüklükte olduğu bir düzenleme tipidir. Grup düzenlemede fabrika, benzer parçalara (aile) ait işlemlerin yapıldığı "grup " adı verilen bölümlere ayrılır. Basit bir örnek olarak, benzer dişlilerin üretimini tamamlamak için gerekli tüm makineleri içeren makina grubu verilebilir.

1.3.3. Hat Düzenleme

Q/P oranının büyük olduğu bir düzenleme şeklidir. Sürekli kütle üretiminin olduğu durumlarda uygulanır. Hat düzenlemede, grup düzenlemede olduğu gibi , fabrika bir parça üzerinde gruplara bölünür. Geleneksel hat üretiminde , bu makina grupları hat şeklinde düzenlenir ve her makina tek bir parça için sürekli olarak yüklenir. Günümüzde, benzer parça aileleri için hat düzenleme sistemi kullanılmaya

Tablo 1.1. Düzenleme Tiplerinin Ana Karakteristikleri

Karakteristik	Fonksiyonel D.	Grup Düzenleme	Hat Düzenleme
İhtisaslaşma	Proses göre	Parça Tipine Göre	Parça Tipine Göre
Makinalar Arasında Malzeme Akışı	Uzun	Yaklaşık sürekli	Sürekli
Üretim Zamanı	Uzun	Kısa	Daha kısa
Proses İçi Stok Düzeyi	Yüksek	Düşük	Daha Düşük
Kalite Sorumluluğu	Parça Başına Birçok Postabaşı	Parça Başına Birtek Postabaşı	Parça Başına Birtek Postabaşı
Vaktinde Dağıtım Sorumluluğu	Parça Başına Birçok Postabaşı	Parça Başına Birtek Postabaşı	Parça Başına Birtek Postabaşı
Özel Takım Yatırımı	Yüksek	Düşük	Yüksek
Bina Yatırımı	Yüksek	Düşük	Daha Düşük
Malzeme Akış Kontrolü	Karışık	Basit	Daha Basit

başlamıştır. Bu taktirde, grup düzenlemeden farklı olarak bir hat ailesindeki her bir parça, aynı sıradaki makinalarda işlenmektedir. Örneğin, bir torna, bir freze, bir taşlama ve bir matkaptan oluşan bir hat düzenlemede, bu hat ailesinin her bir parçası önce torna, sonra freze v.s. şeklinde işlenecek demektir. Her parti işi bir usta ve bir grup işçi tamamlar.

1.4. Malzeme Akışının Basitleştirilmesi

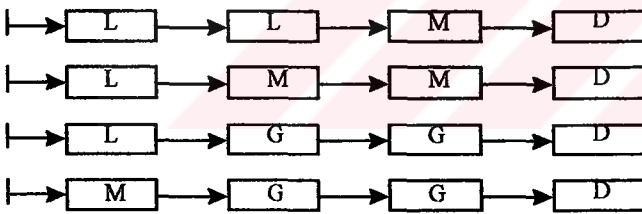
Fonksiyonel düzenlemeden grup düzenlemeye geçişin esas avantajı, işletmedeki malzeme akış sisteminin büyük ölçüde basitleştirilmesidir. Çünkü işletmeciliğin en önemli kısmı malzeme akışının kontrolü ile ilgilidir. Böyle basit bir akış sisteminin tümünün kontrolü çok daha kolaydır (DURMUŞOĞLU, 1983) .

Malzeme akışının basitleştirilmesine örnek olarak şekil 1.2 'de fonksiyonel ve grup yerleştirmeleri gösterilebilir. Grup yerleştirmesindeki malzeme akışı, fonksiyonel yerleştirmeye göre çok daha basittir.

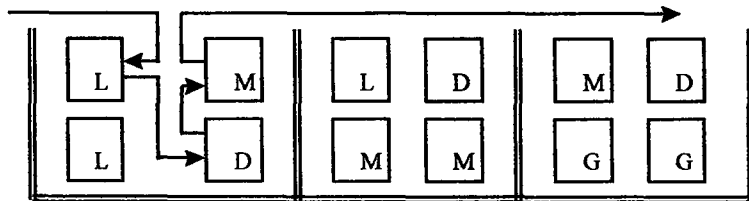
Malzeme hareketlerinin ve iş sıralama işlemlerinin basitleştirilmesi, gerek taşıma, gerekse kuyrukta bekleme zamanlarını oldukça düşürmektedir.

Kısa üretim zamanı, bir diğer avantaj olarak, işletmenin üretiminde, stok kontrolü yerine akış kontrolü yapılması olanağını sağlar. Etkin GT için akış kontrolü gereklidir. Gerçekten grup düzenleme, fonksiyonel düzenlemede ulaşılamayan veya ulaşılmaması çok güç olan tasarruflara giden yolu açan bir anahtardır.

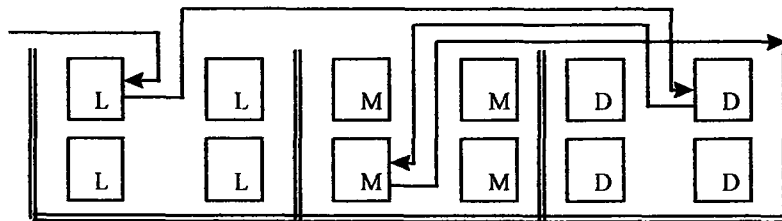
A-Hat Yerleştirme



B-Grup Yerleştirme



C-Fonksiyonel Yerleştirme



Şekil 1.2. Tesis Yerleşim Tipleri (L,M,D,G : Makina Tipleri)

1.5. Grup Teknolojisinin faydalı yönleri

Üretimde grup veya hücreli yerleştirmenin birçok yararı vardır. Esas yararı ise, sipariş tipi atölye sistemine nazaran iş akışını basitleştirmesi ve bu arada akış tipi atölyede mevcut olmayan ürün tasarımı ile talep esnekliğini kaybetmemesidir. Diğer yararları ise şu şekilde sıralanabilir (WEMMERLÖV ve HYER, 1987):

- Küçük parti imalatının mümkün olması ile düzgün iş akışının sağlanması.
- Üretim temin sürelerinin kısılması.
- Proses içi stokların azalması.
- İşçiliğin azalması.
- Takım tertibat maliyetinin azalması.
- Yeniden işleme ve iskarta malzemelerinin azalması.
- Toplam hazırlık sürelerinin kısılması.
- Teslim sürelerinin azalması.
- İnsan ilişkilerinin gelişmesi.
- Kırtasiyeciliğin azalması.
- Üretim planlama ve kontrolünde kolaylık.
- Sorumlulukların ürüne yönelik birleşmesi sonucu kalitenin artışı.
- Malzeme taşıma maliyetlerinin azalması (KINNEY ve diğ. 1987).

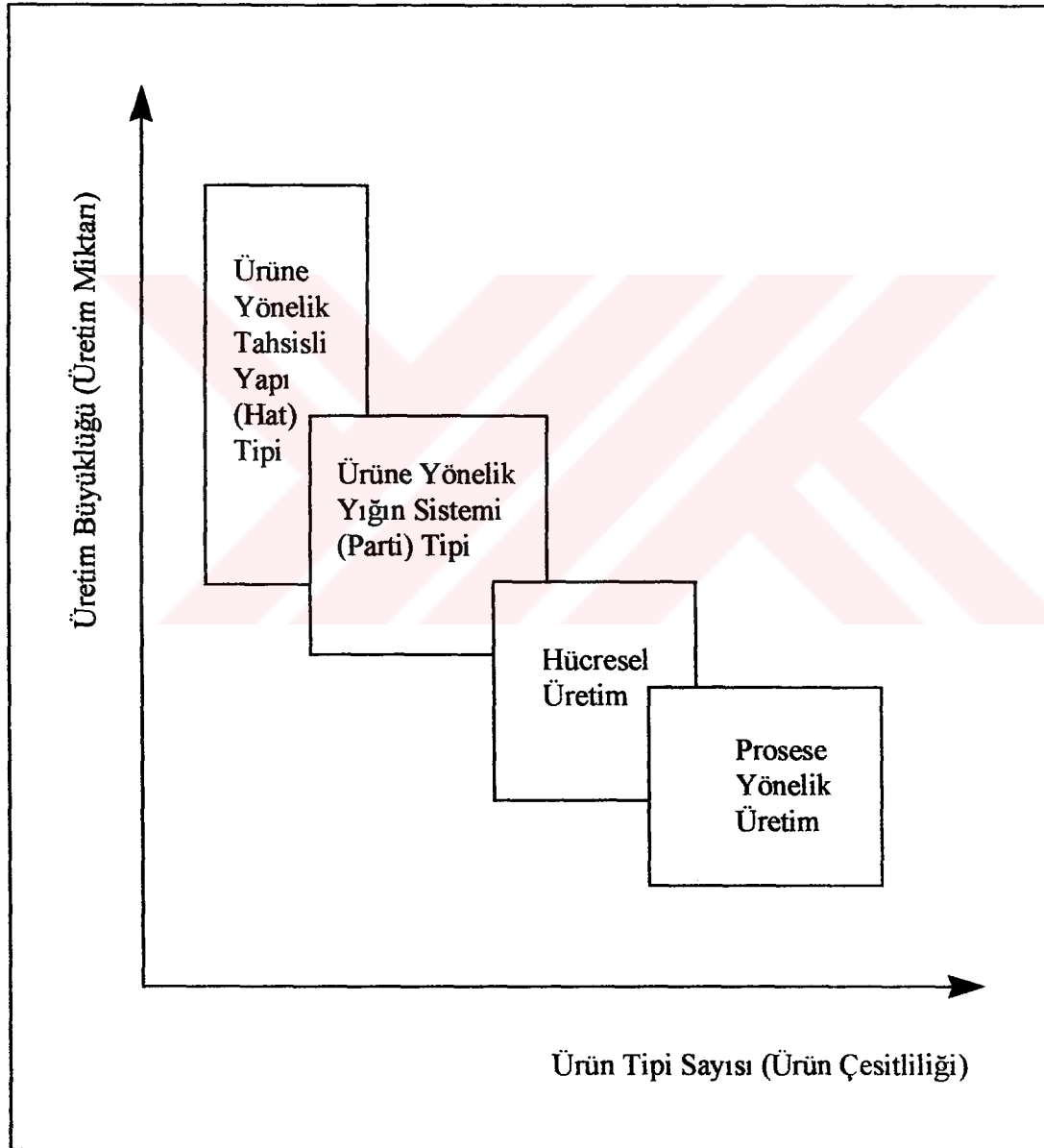
1.6. Grup Teknolojisinin Sakıncalı Yönleri

GT 'de parça aileleri ve makina grupları oluşturulması sırasında birçok problem ve zorluklar ortaya çıkmaktadır.

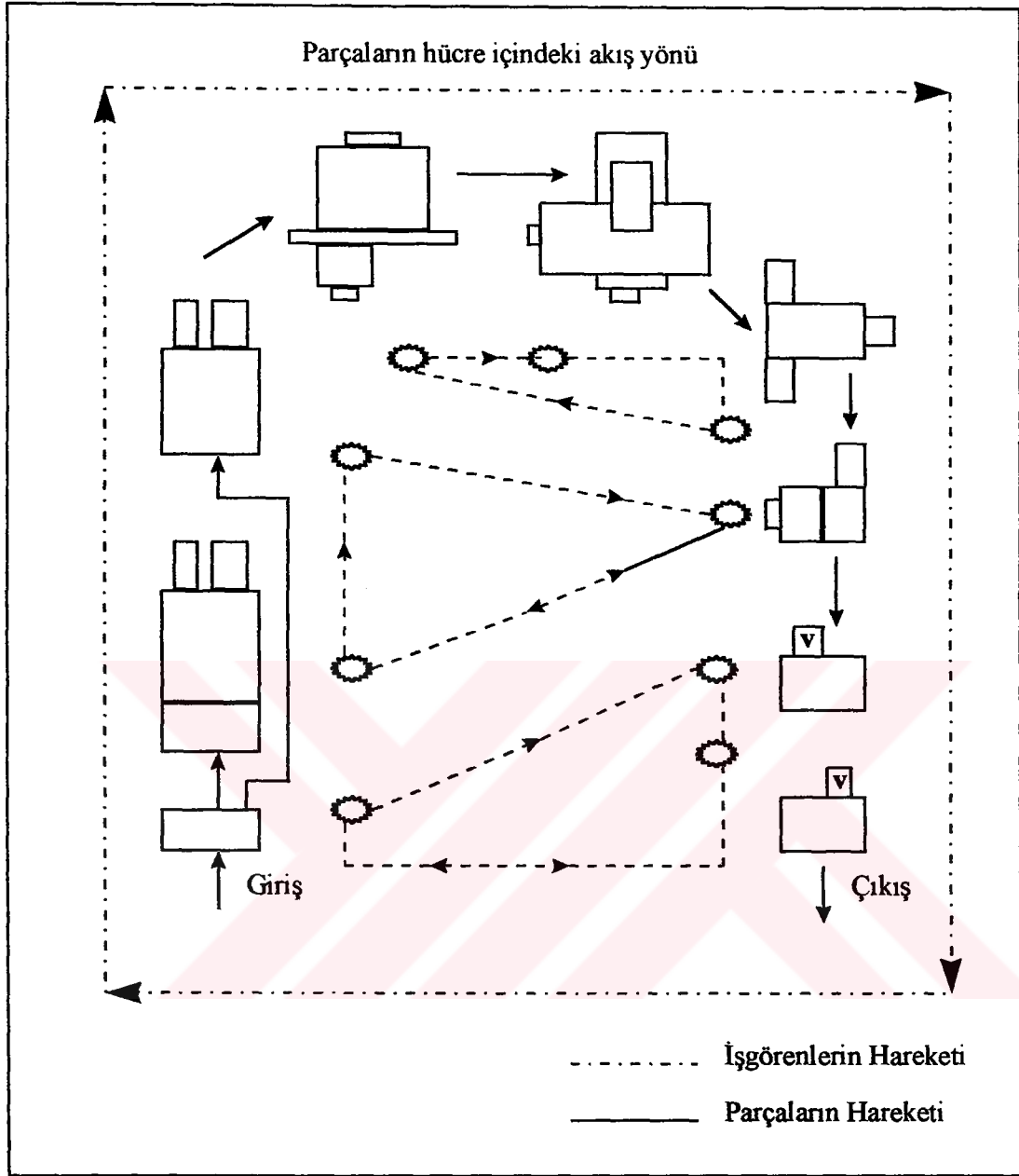
- Makina grupları ve parça aileleri oluşumu için uygun yöntemin seçimi geniş analizler gerektirir.
- Hücre yapısını oluşturmak için yeni makinalar satın alınmasını gerektirebilir.
- Hücrelere ayırma sonucu ekstra makina ihtiyaçlarının ortaya çıkması
- Gerekli makinaların yeniden düzenlenmesi maliyeti
- Kümelendirme algoritmaları, kümelendirme kriterleri ve performans ölçülerinin çokluğu ve bu nedenle uygun iyi bir kümelendirme yönteminin seçiminin zorlaşması (CHU, 1989).

- Aynı veriler ve aynı algoritma kullanılsa bile farklı kümelendirme kriterlerinin farklı gruplamalara sebep olması.
- Hücre dışı operasyonlarla ilgili zorlukların bulunması (GALLAGHER, 1986)
- Optimal imalat hücresi sayısının belirlenememesi

1.7. Grup Teknolojisi Tekniklerinden Yararlanma



Şekil 1.3. Üretim Büyüklüğü ile Ürün Çeşitliliğine Bağlı Olarak Proses Tasarım Tipleri (GAITHER, 1992)



Şekil 1.4. Klasik Tezgahlarla U tipi Yerleşim Düzenine Göre Oluşturulmuş Çok Yönlü Üç İşçiyle Çalışan Bir İmalat Hücresi (Durmuşoğlu, 1988., Voss, 1989)

Bir hat üzerinde karma modellerin üretilmesine yönelik paylaşımlı hat düzenlemeler çok uygulama olanağı bulmakta ve bu tür yerleşim planının oluşturulmasında grup teknolojisi tekniklerinden faydalanılabilmektedir. Bu üretim tekniği, proses tipi üretim ile akış tipi üretim arasında, bu tür üretim sistemlerinin amaçlarını uzlaştırmada etkindir. Şekil 1.3.'den de görüldüğü gibi ürüne yönelik yapı

ile prosese yönelik yapı arasında yer alan grup teknolojisi ile tasarım problemi üç safhada ele alınıp çözüm getirilmeye çalışılır (AŞKIN ve dig. 1987).

- İlk kademede, parçalar için bir kodlama ve sınıflandırılma sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kodlama sistemlerinden biri de OPITZ (1970) tarafından geliştirilmiştir
- İkinci kademede ise, tasarım ile üretim arasındaki en önemli aşama olan proses planlamasıdır. Bu aşama, hem her parçanın operasyon sıralarının belirlenmesi hem de her üretim hücresine tahsis edilecek makinalar ile bu makinalardan geçecek benzer parçaların gruplandırılması ile ilgili çalışmaları ihtiva etmektedir.
- Üçüncü kademede, oluşturulan hücrelere göre makinaların yerleşim planı oluşturulmaktadır. Bunun için genellikle iş gücü esnek kullanımı açısından makina yerleşim düzeneğinde U-tipi biçim tercih edilmektedir (HAY, 1988 ; DURMUŞOĞLU, 1988.).

Bu tip yerleştirmede hücrenin başlama ve bitiş noktası birbirine yaklaştırıldığından, işgörenin hücre içinde tam turunu tamamladığı her seferinde bir parça tamamlanmakta, parçalar hücre içinde bir makinadan diğerine işçiler tarafından taşınmaktadır. Bunun sağlanabilmesi için de makinalar arası mesafe kısa, makina ve donanımlar esnek, kullanımı kolay olmalı ve makinalarda otomatik durdurma sistemleri bulunmalıdır (VOSS, 1989). Şekil 1.4. 'de bir parça ailesini işleyen üç adamlı bir imalat hücresi görülmektedir. Bu tür hücresel yerleştirme ile sipariş tipi (fonksiyonel) atölye sistemine göre iş akışı basitleştirilebilmekte ve bunun yanısıra akış tipi atölyede mevcut olmayan ürün tasarımı ve talep esnekliğide dikkate alınmaktadır. Buna göre bu iki tip yerleştirmenin biri biri ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılıklarını Tablo 1.2. deki gibi özetleyebilmek mümkündür.

BLACK (1983) 'e göre hücresel imalatın özellikle geleceğin fabrikalarının kurulmasında esas teşkil etmesi sebebiyle de hücresel üretime dönüşümün iyi planlanmış olmasını dolayısı ile kümelenendirme analizlerinin iyi yapılmış olmasını beraberinde getirmektedir. Böyle bir dönüşümün işletmeye sağladığı yararlar ve bu konuda elde edilmiş bulgular konusunda A.B.D 'deki firmalarla yapılan anketlerin sonuçları Tablo 1.3 'de özetlenmiştir.

Tablo 1.2. Fonksiyonel düzenleme ve üretim hücrelerine dayalı organizasyon

Fonksiyonel (Konvensiyonel) Düzenlemeye Dayalı Organizasyon	Üretim Hücrelerine Dayalı Bir Organizasyon
Matkap, freze, torna gibi farklı işleme grupları veya servisleri	Aynı alanlardaki operasyonlar birbirine bağlanmış olup farklı tür makina, araç, malzeme taşıma ekipmanı biraraya getirilerek hücreler yaratılmıştır.
Uzun ve belirsiz temin süreleri	Kısa ve iyi bilinen temin süreleri
Birbirinden ayrı ve farklı kontrol noktalarının olması sebebiyle üretim kontrolündeki güçlük	Üretim kontrolü basittir. Her hücre bir kontrol noktası olduğu ve her hücredeki esas makina hücrenin kontrol noktası oluşturduğu söylenebilir.
Tek makina veya makina grubunun yükleme noktası olarak ele alınması	Bir hücrede sadece tek bir yükleme noktası vardır. Esas makina hücrenin yükleme noktası olarak ele alınır.
Üretim planının sadece büyük partilerle üretimi karlı görmesi sebebiyle gereksiz uzun beklemleri içerebilmekte	Küçük partilerle çalışmak karlıdır.
Yüksek proses içi envanter	Düşük proses içi envanter
Uzun temin süreleri sebebiyle büyük stoklar oluşmakta	Kısa temin zamanları sebebiyle küçük stoklar
Yüksek makina kullanım kapasitesi	Bir hücredeki esas makinanın kapasite kullanım oranı yüksektir. Kapasite altı çalışmaya diğer yardımcı makinalarda izin verilir.
Sistem olarak parçalar ve operasyonlar konusunda esneklik.	Belirli parça aileleri belirli hücrelerde üretilir.

Hücresel üretime dönüşüm için geliştirilen kümelenendirme teknikleri genelde parça sınıflandırma ve kodlama ile üretim akış analizine dayanmaktadır. Parça sınıflandırma ve kodlama, tasarım esaslı bir yaklaşım olması sebebiyle hücresel üretimin içerisinde düşünülmemekte bu nedenle üretim esaslı yaklaşım üzerinde değerlendirmeler dikkate alınmaktadır. Üretim akış analizinde parçaların rotalarına ilişkin bilgilerle tesis listelerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (BURBIDGE, 1988). Parça rota kartlarında genel olarak malzemenin girişinden parçanın üretilip

Tablo 1.3. Hücresel İmalattan Sağlanan Kazançlar (WEMMERLÖV, U. ve HYER, N.L., 1989)

Kazanç Türü	Cevap Sayısı A/B	Ortalama İyileşme	Minimum İyileşme	Maximum İyileşme
Akış Süresindeki Azalma	25 / 20	45.6	5.0	90.9
Proses İçi Envanterlerin Düşürülmesi	23 / 19	41.4	8.0	80.0
Malzeme Taşımada Düşüş	26 / 23	39.3	10.0	83.0
İş gören Tatmini Geliştirme	16 / 8	34.4	15.0	50.0
Tertibat Sayısında Düşüş	9 / 8	33.1	10.0	85.0
Hazırlık Süresinde Düşüş	23 / 19	32	2.0	95.0
Yer İhtiyacında Düşüş	9 / 7	31.0	1.0	85.0
Parça Kalitesinde Gelişme	26 / 20	29.6	5.0	90.0
Mamül Envanterinde Düşüş	14 / 12	29.2	10.0	75.0
İşgücü Maliyetinde Düşüş	15 / 13	26.2	5.0	75.0
Hücredeki Donanımın Kullanım Oranındaki Artış	6 / 6	23.3	10.0	40.0
Hücredeki Parçaları İmal Etmek İçin Gerekli Donanımdaki Azalış	10 / 8	19.5	1.0	50.0
A: Yarar Gören Şirket Sayısı B: Sayısal olarak tahminlenen değer				

bitirilişine kadar olan tüm operasyonları kapsayan bilgiler mevcuttur. Bu kartlarda; her operasyonun gerektirdiği makina tipleri bulunmaktadır. Her operasyonun işlem zamanları (hazırlık + operasyon süresi) bulunmaktadır. Bu rota bilgilerine göre her operasyonun geçtiği makina tiplerinin belirlenebilmesi için, makinaların kodlamasını

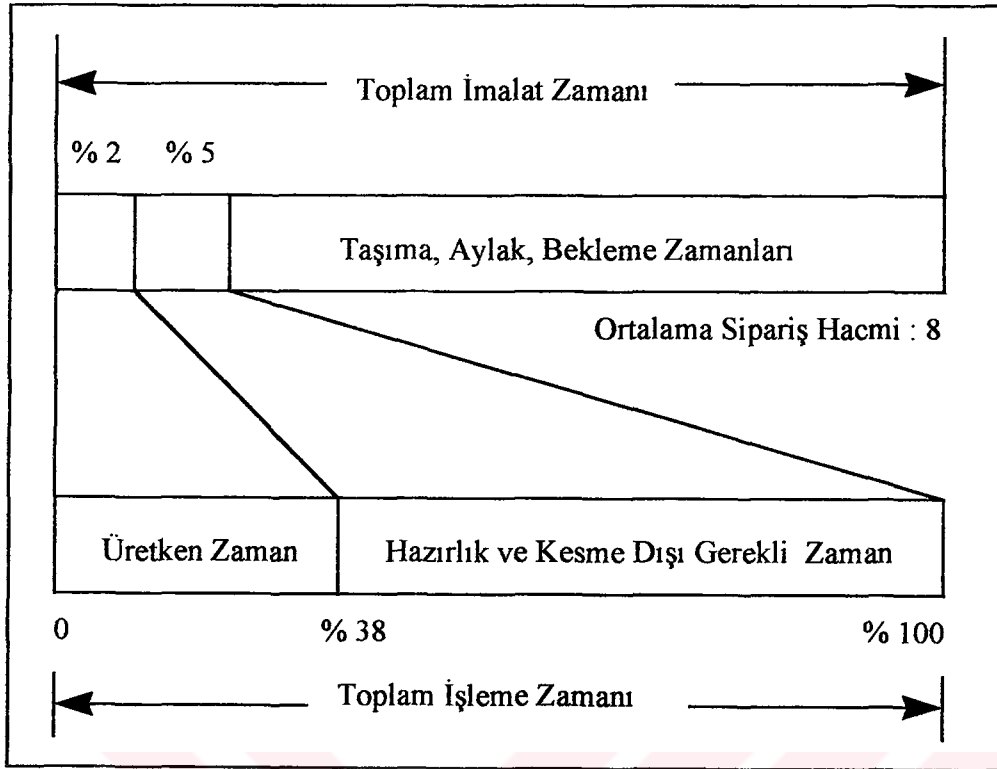
içeren tesis listelerinin hazırlanması gerekmektedir. Burada temel nokta, tüm işleri aynı kalitede yapabilecek makinaların aynı kod numarasını almasıdır.

BURBIDGE (1969) 'in yapmış olduğu çalışma önce fabrika genelinde, daha sonra grup düzeyinde en son olarak da üretim hattına yönelik olarak üretim akış analizi ve sentezini içermektedir.

Fabrika boyutunda yapılan çalışmalar şebeke analizi tekniklerine dayanmakta, bu tekniklerin kullanılmasıyla fabrika genelinde büyük parça aileleri ve makina grupları oluşturulmakta, rota bilgilerine göre parçaların aynı operasyondan geçiş sıklıkları belirlenmekte böylece bazı operasyonlar birleştirilmekte ve gereksiz rotalar ortadan kaldırmaya çalışmaktadır.

Grup analizinde ise, fabrika akış analizi ile elde edilmiş ana gruplar içinde mümkün olduğunca birbirinden bağımsız makina grupları ve bunları imal edecek parça aileleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Bunun için ana grup içine giren parçaların rota kartları ile oluşturulan parça-makina matrisinden yararlanılmaktadır. Bu matris bir parçanın bir makinadan geçmesi halinde "1", geçmemesi durumunda ise "0" değeri verilerek oluşturulmaktadır. Bu matriste aynı makinaya birden fazla uğrayan parçalar için, operasyon sıralarını göstermek mümkün değildir.

Üretim hattının düzenlenmesine yönelik grup içi düzenleme analizinde ise her makina grubu içindeki birimlerin fiziksel olarak düzenlenmesi yapılmakta, buna takım ve tertibat analizi de dahil edilmektedir. Burada hazırlık sürelerinin düşürülebilmesi amacıyla parça ailesi için grup tertibatlarının oluşturulması önem taşıyan bir husustur. Bu, maliyeti yüksek bir durum ortaya çıkarmasına karşılık birim başına düşen tertibat maliyetlerinin parça ailesini oluşturan parça çeşidi ve üretim sayısına bağlı olarak düşmesini temin edebilir. İşleme zamanının büyük bir yüzdesini de hazırlık zamanları oluşturmaktadır. Şekil 1.5. 'de bir işin toplam imalat zamanı ile toplam işlem zamanı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 1.5. 'deki bilgiye göre iş parçası atölyede harcadığı zamanın %93 'nü kendisine bir değer katılmadan geçirmektedir. Toplam işlem zamanının %62 'lik bir kısmı ise hazırlık işlerine harcamaktadır. İşlem zamanı içerisinde bu derece önemli bir payı teşkil eden hazırlıkların düşürülmesi konusu aslında firma bazında üretim sistemlerinin çelişen amaçlarının uzlaşık bir noktada gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Şekil 1.6. çelişen hedefleri ve bu hedeflere ulaşmada hizmet edecek uzlaşık noktayı göstermektedir. Bu noktaya ulaşmada



Şekil 1.5. Klasik İmalatlarda Toplam İmalat Zamanının Analizi (CHARY, 1991)

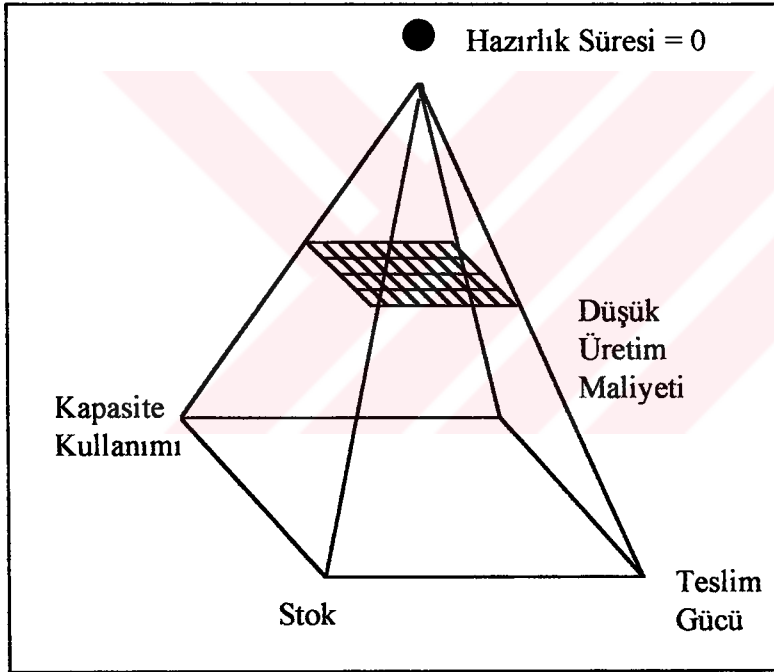
gösterilen çabalar sonucu küçük partilerle üretimin yapılabilmesi dolayısı ile stokların giderek azalması, atölyedeki üretim esnekliğinin artması mümkün olacaktır. Bu durumda belli bir sabit zaman aralığında daha fazla ürünün işlenmesi mümkün olacak, ayrıca imalat hücrelerindeki makina gruplanması hareketlerinin çoğunun hücre içinde olması sebebiyle makineler arasındaki parti taşıma hareketleri azalacak böylece malzeme taşıma zamanı dolayısıyla akış zamanı azalacaktır. Makina gruplarının yarattığı bir başka etki de makina önündeki kuyrukların dolayısı ile proses içi stokların azalmasıdır. Bu kombinasyonun birlikte etkisi ortalama daha hızlı akışa sebebiyet verecektir (FLYNN ve JACOBS, 1986) .

Hazırlık zamanlarının düşürülmediği sistemlerde ise hücresel üretim dönüşüm sağlanmış olsa dahi parti büyüklüklerinin azaltılarak proses içi stoğu düşürebilme imkanı yoktur. Çünkü parti büyüklüklerindeki azalma toplam hazırlık zamanını dolayısı ile akış zamanını arttırmaktadır. Ortalama makina kullanım oranları da yüksek

hazırlık süreleri ve sık hazırlıkların sonucu yine düşük çıkması söz konusu olacaktır (DURMUŞOĞLU, 1991).

Hazırlık zamanlarını azaltabilmek için hazırlık işleriyle ilgili analizlerin, hücresele üretime dönüşüm faaliyetlerinin tamamlanmasından sonra yapılması gerekmektedir.

Hazırlık süresi, bir önceki hazırlıkta üretilmiş olan en son iyi parçalardan yeni hazırlıktaki ilk kabul edilebilir parçanın üretimine kadar geçen zaman olarak kabul edilirse, bu süre çerçevesinde hazırlık işlerinin tümünün elemanlarına ayrılması gerekmektedir. Hazırlıkla ilgili elemanları içsel ve dışsal elemanlar olarak ayırma hareket ve zaman etüdüleriyle mümkündür.



Şekil 1.6. Hazırlık Sürelerinin Azaltılması (-, 1989, s.6).

İçsel Elemanlar; Makina durdurulduğu andan itibaren yapılması gerekli olan işlerdir. Makinalardaki ayarlama işleri bunlara verilecek en tipik örneklerdir.

Dışsal Elemanlar; Makina çalışır haldeyken yapılabilecek daha ziyade bir sonraki partinin hazırlık işleriyle ilgilidir. Çeşitli aparatları ayırma, sökme, bağlama

taşıma buna örnek olarak verilebilir (MONDEN, 1983; FINCH ve dig. 1986; WIENDAHL ve dig. 1992; SUZAKI, 1987).

1.8. Ailelerin ve Grupların Oluşturulması

GT 'nin en önemli ve zor işlerinden biri parça ailelerinin ve makina gruplarının en iyi (optimal) bölümlerini bulmaktır. Diğer bir deyişle, 1000 değişik parçayı 100 değişik makinada yapan bir firma üretim ailelerini ve makinaları ayrı gruplarda nasıl kısımlara ayırmalıdır? Her bir üretim ailesi sadece bir grup tarafından mı üretilmelidir? Bunun için önce, parça ailesi ve makina gruplarının tanımlanması gerekir.

1.9. Parça Ailesi

Aile kelimesi benzer parçaların herhangi bir dizisini tanımlamak için kullanılır. Eğer benzer parçalardan oluşan bir dizi, bir makina grubunda tamamen işlenebiliyorsa bu tip aileye üretim ailesi denilmektedir. Bir üretim ailesinde biçimleri benzer parçalar bulunur. Ancak biçimleri benzer parçaların bir aile oluşturmaya karşılık sadece bir makina grubunda tamamen işlenmesi, başka bir deyişle üretim ailesi oluşturmaları her zaman mümkün olmaz. Örneğin, biçim ve boyutu hemen hemen aynı fakat imalat toleransları, gereksinim miktarları, malzeme ve özellikleri farklı olan parçaların, farklı makina ihtiyaç göstereceği açıktır. Buna göre üretim ailesi oluşturmak için, ailenin biçim benzerliği yeterli olmamaktadır. Ancak, bazı hallerde biçimleri benzer olmayan parçalar da bir üretim ailesi oluşturabilmektedirler. Kısaca üretim ailesi için, biçim benzerliği ölçütü olmadığı gibi, zorunlu da değildir.

Sonuç olarak, bir çok ölçüte dayanarak parça ailelerini bulmanın, GT için tek başına birşey ifade etmediği söylenebilir. GT için esas olan, uygun üretim ailelerini bulmaktır. Aksi takdirde makina grupları elde ederek, Hİ sistemlerine geçiş sağlanamaz.

1.10. Makina Grupları

Bir grup, herhangi bir yerde beraberce yerleştirmek için seçilmiş olan makinalar dizisidir. Bu makinalar topluluğu, verilen bir parça ailesini tamamen imal etmek için gerekli olan makina, takım, teçhizat vb. gibi tüm vasıtalarla sahiptir. Gruplar iki aşamada elde edilebilir. Birinci aşama, gruba girecek makina tiplerinin belirlenmesidir. Bir grup sadece bir tip makinadan, örneğin sadece torna makinasından oluşturulabileceği gibi, üretim ailesinin özelliğine göre çeşitli tiplerdeki makinalardan da oluşabilir. İkinci aşamada ise, her makina tipinin grup içindeki sayısı belirlenir. yani bir grupta bulunan makinaların üretim ailesini işlemek için gerekli olan sayıları hesaplanır.

Bazı hallerde küçük gruplar arası seçim yapma durumu ile de karşılaşılabilir. Bu takdirde birçok ölçütün ele alınması ve böylece seçme yoluna gidilmesi gerekir. Bu ölçütlerin belli başlıları makina zaman verimi, iş akışı, ekonomik faktörler, işçi sayısı, sosyolojik faktörlerdir.

Grup büyüklüğü azaldıkça birçok makina tipinin, birden fazla grupta bulunması olasılığı artar. Böyle bir durumda bazı makinaların işletme tarafından satın alınmasını gerektirir. Bu nedenle ekonomik faktörler grup seçimini büyük gruplara yöneltebilir.

Bir anlamda her grup, belirli parça ailelerinin imalatında deneyimli olan küçük fabrikalardır ve gerektiğinde aynı makinalarla işlenebilecek olan parçaları da imal edebilir.

1.11. Grup Teknolojisinde Temel Yöntemler

- Sınıflandırma
- Küme analizi

Sınıflandırma yöntemi, parçaları tasarım özelliklerine göre parça ailelerine gruplandırma esasına dayanır.

- Göz ile,
- Kodlayarak,

1.11.1.1. Göz İle Sınıflandırma

Göz ile sınıflandırma işlemi, üretim mühendisinin makina ve parçaları doğrudan gözlemi ile yapılır. Ancak bu sistemde sınıflandırılacak olan parça sayısı sınırlıdır. Örneğin bir dizel motoru imalathanesinde, motor gövdesi, krank mili, pistonlar ve bağlantı rotları kolaylıkla görülebilen aileleri oluştururlar. GT 'nin çok yakın uygulamalarında bütünüyle ve esas olarak bu yolla sınıflandırma yapılmıştır. Ancak, bu yöntemin uygulanmasıyla, parçalar sınıflandırılmaktadır.

Yaklaşımın anlaşılması kolay olmasına rağmen, başarısı insan tecrübesine ve tercihlerine önemli ölçüde bağlıdır ve ele alınabilecek parça sayısı sınırlıdır.

1.11.1.2. Kodlayarak Sınıflandırma

Kodlama yönteminde parçalar aşağıdaki özelliklerine göre sınıflandırılır:

- Geometrik şekil ve karmaşıklık,
- Boyutlar,
- Malzeme cinsi,
- Hammaddenin şekli,
- Bitmiş parça için gerekli duyarlılık.

Kodlama sistemi kullanılarak, her parçaya alfabetik veya sayısal bir kod verilir. Bu kodun her hanesi parçanın ayrı bir özelliğini gösterir. Mevcut kodlama sistemleri değişik kodlama özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Örneğin bir kod sistemi şekil ve boyut üzerinde yoğunlaşırken diğer bir yöntem malzemenin cinsi ile ilgili daha fazla bilgi içerebilir.

Tasarım özelliklerinin sınıflandırılması ile ailelerin ve grupların oluşturulmasında bazı zorluklar vardır. Herhangi bir tasarım ailesi içindeki parçaların tümünün, aynı makina grubu ile işlenmesine pek rastlanmaz. Özel üretim özellikleri gösteren ve değişik miktarlarda üretilmesi istenen parçaların ayrı ayrı işlenmeleri gerekir. Bir diğer zorluk ise tasarım sınıflandırması ile geniş boyuttaki tasarım ailelerinin bulunmasıdır. Parçaları kodlamak ve uygun bir veri tabanı oluşturmak için

çok fazla zaman ve çaba gerekir. Bununla beraber, yöntem tasarım ve proses özellikleri arasında zayıf bir bağlantı sağlar (CHU, 1989).

1.12. Kümelenendirme Analizi Yöntemleri

Küme Analizi, veri tabanı, uzman sistemler, İmalat sistemleri, kontrol mühendisliği, biyoloji, gibi pek çok alanda uygulanmıştır (KUSIAK, 1990). GT'de küme analizi uygulaması, makinaları makina hücrelerine, parçalarında parça ailelerine gruplandırması işlemidir. Kümelenendirme algoritmaları hücre oluşturmada etkin bir araç olarak kullanılmaktadır (CHU, 1989).

İmalat hücrelerinin oluşturulmasında pek çok farklı kümelenendirme algoritmaları geliştirilmiş olmasına karşın temelde bunlar tasarım esaslı ve üretim esaslı yaklaşımlar olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Ancak tasarım esaslı çalışmalar parça sınıflandırma ve kodlamaya dayalı olduğu için hücresel imalat sistemleri bünyesinde ele alınmayacaklardır.

Literetürde verilen bu kadar çok yöntemden hangisinin ne tür problemlerin çözümünde özellikle yardımcı olabileceğine ilişkin bilgilerin mevcut olmamasının yanı sıra, bunların birbirlerine göre üstün veya sakıncalı taraflarında açığa çıkaran çalışmalara raslanılmamıştır (SEIFODDINI, 1992).

Nesnelerin özelliklerine bağlı olarak türdeş kümelerde gruplandırılması olarak tanımlayabileceğimiz, kümelenendirme analizleri hücresel üretime dönüşümün ilk ve en önemli adımıdır.

Bu analizlerin gerçekleştirilmesinde esas teşkil eden kriterlerin belirlenmesi ise yine kendi içinde önem taşıyan bir husustur. Ele alınan kriter, parça/makina matrisinin kendisi olabileceği gibi ikili kıyaslamalara dayanan benzerlik yada benzemezlik katsayıları da olabilir. Jaccard 'ın benzerlik katsayısının özellikle araştırmalarda en çok kullanılan kriter olduğu belirtilmektedir (CHU, 1989). Söz edildiği gibi en çok kullanılan performans kriterlerinden seçilecek olanlar şöyle özetlenebilir;

- İstinai eleman sayısı (Blok diagonal yapının dışında kalan eleman sayısı)
- Mevcutlara ilave edilecek makina sayısı
- Makina kullanım oranları

Tablo 1.4. Grup Teknolojisinde Kümelenendirme Yöntemleri

KÜMELENDİRME YÖNTEMLERİ	
(I) TASARIM ESASLI YAKLAŞIMLAR	
• Çok amaçlı kümelenendirme analizi	Gongaware ve Ham (1981)
• Matris formülasyonu	Kusiak (1990)
(II) ÜRETİM ESASLI YAKLAŞIMLAR	
(A) Matris Esaslı	
• Derece Sırası (ROC) Yöntemi	King (1980.a)
• ROC2 Algoritması	King (1980.b)
• MODROC Algoritması	King ve Nakornchai (1982)
• Direkt Kümelenendirme Algoritması (DCA)	Chan ve Milner (1982)
• Bağ Enerjisi Algoritması	Gongaware ve Ham (1981)
• İşgal Değeri Yöntemi	Khator ve Irani (1987)
• Jacob Algoritması	Jacobs (1985)
(B) Hiyerarşik Kümelenendirme Yöntemleri	
• Tek Hatlı Kümelenendirme Algoritması	McAuley (1972), Mosier ve Taube (1985)
• Ortalama Hatlı Kümelenendirme Algoritması	Seifoddini ve Wolfe (1986)
• Bütünsel Yöntem	Tarsuslugil ve Bloor (1979)
• Sentroit Yöntemi	Mosier 1986, Tarsuslugil ve Bloor (1979)
• Medyan Yöntemi	Mosier 1986, Tarsuslugil ve Bloor (1979)
• Ward Algoritması	Tarsuslugil ve Bloor (1979)
• Lance ve William	Mosier (1986)
• McQuitty Benzerlik Analizi	Tarsuslugil ve Bloor (1979)
(C) Hiyerarşik Olmayan Kümelenendirme Yöntemleri	
• İdeal Çekirdek Algoritması	Chandrasekharan ve Rajagopalan (1987)
(D) Matematik Programlama	
• Doğrusal Programlama	Purcheck (1975)
• Sıfır-bir Tamsayı Programlama	Kusiak (1987.a)
• G&L	Gunasingh ve Lashkari (1991)
• Dinamik Programlama	Steudel ve Ballakur (1987)
• Dal - Sınır Yöntemi	Al-Qattan (1990)
(E) Graf Teorisi Yaklaşımı	
• Rajagopalan ve Batra Algoritması	Rajagopalan ve Batra (1975)
• De Witte Algoritması	De Witte (1980)
• Vanelli ve Ravikumar Algoritması	Vanelli ve Ravikumar (1986)
(F) Sezgiseller	
• ICRMA	Tabucanon ve Ojha (1987)
• ODC	Dutta ve diğ (1986)
• WUBC	Ballakur ve Steudel (1987)
• MACE	Waghodekar ve Sahu (1984)
• Küme Tanımlama Algoritması	Kusiak ve Chow (1987)
• Maliyet Esaslı Sezgisel	Askin ve Subramanian (1987)
• Poliedral Dinamik	Robinson ve Duckstein (1986)
• Trafik Minimizasyonu	Harhalakis ve diğ (1990.a)
• Alternatif Rotalı Trafik Minimizasyonu	Harhalakis ve diğ (1990.b), Nagi ve diğ (1990)
• Sundaram ve Lian Algoritması	Sundaram ve Lian (1990)
• Sınır Ağları Esaslı	Kao ve Moon (1991), Kaparathi ve Cervený (1993)
• Sınır Ağları Esaslı	Chu (1993), Suresh ve Kaparathi (1994)
• Bulanık Kümelenendirme	Chu (1991)
• Üretim Verisi Esaslı	Gupta ve Seifoddini (1991.b)

- Hücre içi doluluk ile istisnai parça sayısına dayandırılan bir ölçü (CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1989)
- CHU, (1989) 'nın önerdiği gibi birbirinden farklı metodların verdiği sonuçları kıyaslama

Tablo 1.4.a. Kümelenendirilmemiş Parça-Makina Analiz Matrisi

Makinalar	Parçalar						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	1	1	1	0
2	1	0	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	1
4	0	1	0	1	0	1	0
5	1	0	0	0	0	0	1

Tablo 1.4.b. Kümelenendirilmiş Parça-Makina Analiz Matrisi

Makinalar	Parçalar						
	1	7	3	2	4	6	5
3	1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	0
4	0	0	0	0	1	1	0

Makina hücrelerindeki bir grup benzer parçaların ayırımı, hüresel üretimde, yaygın metodlama özelliklerine yer verir. Makina-parça oluşumu, hüresel üretim saptamasında önemlidir. Makina-parça matrisi makina ve parçalar arasındaki bağlantıyı ortaya koyar. Bu gelişme için başlangıç noktasıdır ve çoğu hücre oluşum tekniklerinde uygulanır. Böyle bir matris, planlara ve rotaya uygun yapılmalıdır. Tablo 1.4a 'da basit bir parça-makina analiz matrisi görülmektedir. Matrisin sütunları

parçalara, satırları ise makina numaralarına karşılık gelmektedir. Matris eleman değerleri x_{ij} ile tanımlanabilir. Eğer i parçası, j makinadan geçiyorsa, $x_{ij} = 1$, geçmiyorsa veya i parça ve j makinanın bir ilişkisi yoksa $x_{ij} = 0$ alınır. Bu matristen hareketle çeşitli metodlar kullanılarak parça ailesi ve makina grupları elde edilebilir. Verilen basit örnekte deneme-yanılma metodu ile veya başka bir deyişle, matrisin satır ve sütun elemanlarının yerlerini kendi aralarında deneme ile değiştirerek sadece belirli makina gruplarında parça aileleri elde edilmiştir. Şekil 1.4b 'de görüldüğü şekilde 2, 4, 6, 5 numaralı parçalar sadece 1 ve 4 nolu makinalarda 1, 7, 3 numaralı parçalarda sadece 3, 2, 5 nolu makinalarda işlem görmektedir.

Verilen bu örnekten farklı, birçok parça için yapılan analizlerde değişik durumlarla karşılaşılabilir. Bunlardan biri karşılaşılan parçalarının hiçbir gruba girememesi veya her iki grubu da gerektirmesidir (istisnai parçalar). Bir diğeri ise, analiz sonucu çıkan matriste bazı makinaların darboğaz yaratabilecek bir şekilde birçok parça tarafından yüklenmesi olmaktadır. En son durum için analizde genellikle makina sayısının artırılması düşünülür ve yeniden matris oluşturulup analiz tekrarlanabilir.

1.12.1. Matris esaslı kümelendirme yöntemleri

Matris esaslı kümelendirme yöntemleri, diyagonal bloklar (hücreler) oluşturuluncaya kadar makina-parça matrisinin satır ve sütunlarını yeniden düzenlemeye çalışır. Matristeki 1 sayısı parçanın makinada işlem gördüğünü, 0 sayısı ise işlem görmediğini gösterir. Matris esaslı yöntemler arasında ROC (Derece Sınırlama Algoritması-Rank Order Clustering) en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bu guruba giren yöntemleri karşılaştıran bir çalışma CHU ve TSAI, (1990) tarafından yapılmıştır. Bağ enerjisi algoritması MCCORMIC ve dig. (1972). Sıralı modifikasyonlar ve bu algoritmaların gelişimi CHAN ve MILNER, (1982), CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN (1987), KHATOR ve dig. (1987) tarafından tarif edilmiştir. CHU ve TSAIS (1990), matris-esaslı kümelendirme tekniklerinin kapsamlı karşılaştırılması, bağ enerjisi algoritması ve diğer matris-esaslı kümeleme tekniklerini hazırlamasına sebep olmuştur.

1.12.2. Hiyerarşik kümелendirme yöntemleri

Hiyerarşik kümелendirme yöntemleri, son kararı vermede kullanacağı dendogram için her makina çiftindeki parça trafiğiyle oluşan benzerlik katsayısı veya benzemezlik katsayılarını hesaplar. Bir dendogram, çözüm hiyerarşisini hazırlamak için kullanılır, geniş kapsamlı problemlerde doğru çözüm bulma şansını verir.

Bu gruba giren yöntemlerle ilgili bir simülasyon çalışması BILES ve dig. (1991) ve performans değerlendirmesiyle ilgili bir çalışma GUPTA ve SEIFODDINI (1992) tarafından yapılmıştır. GUPTA (1991), hiyerarşik kümелendirme yöntemlerinde ortaya çıkan makina zincirleme problemini incelemiştir.

Hiyerarşik kümелendirme yöntemleri arasında SLM (Tek Hat Yöntemi) en sık kullanılan yöntemdir.

1.12.3. Hiyerarşik olmayan kümелendirme yöntemleri

Hiyerarşik olmayan kümелendirme yöntemleri, hiyerarşik kümелendirme yöntemlerinin aksine iteratif işlemlerdir. Hücresel imalatta sadece İdeal Çekirdek Yöntemi kullanılmıştır.

1.12.4. Matematiksel Programlama Metodları

Lineer programlama 0-1 tamsayılı programlama, dinamik programlama gibi çeşitli matematik programlama teknikleri de hücre oluşturmada kullanılmaktadır. Bu yöntemler, minimum toplam maliyet, optimum akış süresi ve toplam bağ mukavemetinin maksimizasyonu gibi amaç fonksiyonlarını sağlamak üzere formüle edilirler. Optimal çözümü bulmak için işlem sırası veya rota bilgisini de kullanabilirler.

Kümeleme, bir optimizasyon problemi olarak görülebilir. Bir matematiksel programlama metodu olarak da görülebilir, bu da birçok avantajlara sebep olur. Bu metodlar, her hücrenin genişliğini sınırlayabilir, sayısını ve her parça için kullanılan farklı metot planlarını da sınırlayabilir. P-median modeli (KUSIAK, 1987), toplam mesafeyi, makinalar arası mesafeyi en aza indirir ve popülerdir. Diğer tamsayı

programlama metodları, BOCTOR (1991); GUNASINGH ve LASHKARI (1990); PURCHECK (1975); SRINIVASAN ve NARENDRAN (1991) tarafından geliştirilmiştir. BALLAKUR ve STEUDEL (1987) 'ın da dinamik programlama modeline başvurduğu gibi, onlar da hücre oluşum problemi için bir model geliştirmişlerdir. SUNDARAM ve FU (1990) işlerin esnekliğine dayalı olarak hücreler oluşturmak için üretim maliyetlerinin minimizasyonunu amaç olarak alan bir tam sayı programlama modeli kullanmışlardır. Kasilingam makina atamasından doğan maliyetler ile hücreler arası hareket sayısının minimizasyonunu, takım ve proses süresi gereksinimi kısıtları altında gerçekleştiren bir lineer olmayan programlama modeli geliştirmiştir. CHOOBINEH (1988) hücre oluşumu için iki aşamalı bir yöntem geliştirmiştir. Birinci aşamada “sıra bağımlı benzerlik ölçütünü” kullanan bir kümelendirme tekniği ile parça aileleri oluşturulmaktadır. İkinci aşamada ise makina hücrelerini oluşturmak için, proses, hazırlık, proses içi stok ve makina bakım maliyetlerini dikkate alan 0-1 tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir.

Hücreler oluşturulduktan sonra yöneticiler her bir hücredeki parçalar için hangi alternatif rotaların seçileceğini karar vermek zorundadırlar. Geçmiş çalışmalarda rotalama konusu, hücre oluşturma prosedürünün bir alt konusu olarak ele alınmış ve karar verme hiyerarşisi içerisinde daha düşük bir önceliğe sahip olmuştur. SANKARAN ve KASILINGAM' ın (1990) ortak yaptıkları bir çalışmada hücre oluşturma ve rotalama aynı önem derecesine sahip iki konu olarak ele alınmış ve iki 0-1 tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Birinci modelde toplam sistem maliyetinin (proses ve yıllık makina işletim maliyeti toplamı) minimizasyonu ile hücreler oluşturulmakta, ikinci modelde ise esnekliğin avantajlarını yakalamak için alternatif rota sayısının maksimizasyonu yapılmaktadır.

Bu metodların pek çoğu, doğrusal olan veya olmayan programlama metodlarını içerir, çok sayıda kısıt ve matematik formüllerden oluştukları için genellikle başlangıç matrisinin küçük olduğu durumlarda uygulanırlar.

1.12.5. Graf Teorisi Metodu

Graf teorisine dayanan yöntemler, graf ve şebeke teorisini kullanır. Yöntem, parça makina arasındaki ilişkilerin grafik analiziyle başlar. Daha sonra makina

hücrelerini oluşturmak ve parçaları hücelere atamak için grafik pozisyonlandırma yaklaşımını kullanır. Üç farklı grafik kullanır : 1) İki yönlü grafik, 2) Geçiş grafiği, 3) Sınır grafiği.

LEE ve GARCIA-DIAZ (1993), hücre oluşum problemini, şebeke ağı oluşturma formülasyonuna dönüştürdü. BERTSEKAS ve TSENG (1988), makina hücrelerini oluşturmak için ağ yaklaşımli algoritma geliştirildi.

1.12.6. Sezgisel Metodlar

Sezgisel yöntemler, başlangıç matrisinin büyük olduğu endüstriyel problemlerde yaygın olarak kullanılırlar. Hesaplama süreleri optimizasyon yöntemlerine oranla çok daha kısadır. CHU (1993), hücre oluşum problemi için rekabete dayanan ve öğrenme algoritmasını kullanılmıştır. Ve bu algoritmin diğer geleneksel algoritmelerden daha kısa bir süre içinde sonuca ulaştığı kanısına varmıştır.

1.13. Kümelendirme Sorunu

Hücreli imalat, verimliliği ve rekabet gücünü hızla arttıran bir sistem olarak her geçen gün daha güncel olmaktadır. Bu nedenle hücre oluşturma yöntemlerinin geliştirilmesiyle beraber bu konuda pek çok araştırma yapılmaktadır. Hücre oluşturma yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili çok az çalışma yapıldığını SEIFODDINI (1992) ifade etmiştir. Bu çalışmanın amaçlarından birisi, hücreli imalatla kullanılan belli başlı yöntemlerle ilgili önemli özelliklerin ortaya çıkarılması ve bu yöntemlerin kolayca karşılaştırılabilmesini sağlamaktır.

Hücre oluşturma yöntemlerinin karşılaştırılmasına belki en yakın örnek WEMMERLÖV ve HYER (1987) tarafından yapılan çalışmadır. Literatürde bulunan 70' in üzerinde makale bu çalışmada sınıflandırılmıştır. Özellikle hücre oluşturma yöntemlerinin özel durumlar için yararlılığı ve uygunluğu ile ilgili çok fazla belirsizlik vardır (SEIFODDINI, 1986). Seifoddini, bir işletmenin ortamına, karakteristiklerine, tecrübesine, yeteneklerine, çevresine, işletme içi bilgisine ve amaçlarına göre uygun hücre oluşturma yöntemini seçmede yardımcı olacak açık kurallar olmadığını ifade

etmiştir. Hücre oluşturmada elde edilecek faydaların, makina hücrelerinin ve parça ailelerinin nasıl oluşturulduğuyla çok yakından ilgili olduğu yapılan araştırmalarla ortaya çıkarılmıştır. Cevap bekleyen sorunlardan biri şudur: Diğer yöntemlere daha baskın olan bir ya da daha fazla yöntem var mıdır? Eğer varsa, hangi durumlarda ve hangi yönlerden diğerlerine baskındırlar.

Her kümelenendirme yönteminin farklı özellikleri olduğu için hangi şartlarda hangi yöntemin uygulanacağını belirlemek önemli bir sorun haline gelmektedir. Ayrıca bu yöntemlerin çok sayıda olması yöntem seçimini güçleştiren diğer bir unsurdur. MILLIGAN tarafından 1981’de ifade edildiğine göre ayda ortalama bir yeni yöntem ya da bir yöntemin önemli bir modifikasyonu ortaya çıkmaktadır (PINKOWSKI, 1989). Bununla beraber kümelenendirme yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili tatminkar çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni yöntemlerin başlangıç verisine son derece duyarlı olması ve yöntemleri homojenize ederek, aynı ölçekle değerlendirmenin güç oluşudur.

1.14. Kümelenendirme Kriterleri

Hücre oluşturmak için kriter, sıfır-bir verisi veya sayısal bir veriden elde edilen bir benzerlik katsayısı veya benzemezlik (farklılaşma) katsayısı olabilir. Benzerlik katsayısı ne kadar büyükse, her makina veya parça çifti arasındaki benzerlik o kadar fazladır. Benzemezlik katsayısı ise benzemezlik derecesini ölçer. Benzemezlik ayrıca iki hücre arasındaki uzaklık olarak tanımlanabilir (CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1986b.). Tablo 1.5 ’de görüldüğü gibi pek çok kümelenendirme algoritması bir benzerlik katsayısı kullanır. Hiçbir araştırma optimalliğini kanıtlamamasına rağmen, JACCARD ’ın benzerlik katsayısı en sık kullanılan katsayıdır. Ayrıca hücre oluşturmada kümelenendirme kriterlerinin etkisi belirgin değildir. TABOUN ve dig. (1989) tarafından, Hİ ’ taki kümelenendirme kriterlerinden üç tanesi karşılaştırılmıştır. Yapılan simülasyon çalışmalarında değerlendirilen kriterler şunlardır:

- Takım gereksinimleri benzerlikleri,
- Parçaları üretmek için gerekli makinaların benzerlikleri,

- Operasyonların sırasının benzerlikleri. (CHOOBINEH, 1988).

Simülasyon çalışması sonunda, bu gruplandırma stratejilerinden olan "gerekli makina benzerlikleri" nin birbirine yakın büyüklükte hücreler ortaya çıkarttığı belirlenmiştir. Operasyon sıraları benzerliğinde ise çok sayıda parça ailesi oluşmuştur. Parça karışım esnekliği, üretim miktarı esnekliği yukarıdaki üç benzerlik için test edilmiştir. Makina gereksinimi benzerliklerinin diğer iki kritere göre daha esnek olduğu ve daha iyi gruplandırma sonuçları verdiği belirlenmiştir.

1.15. Performans Ölçütleri

Kümelenendirme yöntemlerinin bağıl performansının değerlendirilmesi çok önemli fakat güç bir iştir. Çeşitli ölçüler önerilmesine rağmen tatminkar düzeyde kabul gören tek bir ölçüm kriteri mevcut değildir. Bu durum kümelendirme tekniklerinin önemli ölçüde başlangıç verisine bağımlı olmasından kaynaklanır.

Kümelenendirme yöntemlerinin seçiminde kullanılacak performans ölçütlerinin seçimiyle ilgili çok az araştırmaya rastlanmıştır (CHU ve HAYYA, 1991). Hücre oluşumuyla ilgili çözümlerin değerlendirilmesi belli oranda kalitatif ve tüm yöntemleri değerlendirecek ve herkes tarafından kabul gören bir ölçüte o zamana kadar rastlanmamıştır (CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1986; WEMMERLÖV ve HYER, 1987).

BOE ve CHU (1991), kendi yöntemlerini diğer yöntemlerle karşılaştırırken hesaplama süresi ve grup etkinliğini kullanmışlardır.

Tarsuslugil ve BLOOR (1979), hücre oluşumunda en iyi gruplandırmayla ilgili olarak aşağıdaki amaçları saptamışlardır:

- Yöntem, (ve benzerlik katsayısı) birden fazla grupta gerekli ekstra makinaların minimum miktarlı olduğu optimum sayıda grupları vermelidir.
- Gruplardaki makinalar mümkün en yüksek kullanım yoğunluğuna ulaşmak zorundadır, çünkü bu durum makinaların yararlılık oranıyla doğrudan ilgilidir.
- Grupların optimum sayısı makina yararlılığında önemli bir faktördür. Grup

sayısı arttıkça birden daha fazla grupta aynı tip makina gerekecektir ve bu yeni makina alınması sonucunu doğurabilir. (Ve bunun farklı kümelenendirme yöntemleri arasında iyi bir kıyaslama noktası olacağını belirtiyorlar.)

- Grupların boyutu, burada çalışacak kişilerin sayısını belirlemede önemli bir sosyolojik faktördür. Grupların optimal boyutu mümkün olabildiğince bütün bu amaçların gereksinimlerini karşılayabilmelidir.

- Gruplar makina iş yükü diyagramından kontrol edilmelidir ve makina gruplarının verimliliği makina iş yükü diyagramından saptanabilir. Bu, özellikle birden fazla grupta kullanılacak makina sayısı büyük miktarlara ulaşma eğiliminde ise önemli bir noktadır.

TARSUSLUGİL ve BLOOR'un amaçları, kümelenendirme yöntemlerini seçerken dikkat edilmesi gereken önemli performans ölçütlerine değinmektedir. Hücrelerdeki makinelerin alt yararlılık oranları, aynı tip ilave makina gereksinimi, makina iş yükü gibi ölçütlerin önemi vurgulanmaktadır.

Performans ölçütleri açıklanmadan önce bu ölçütlerle ilgili notasyon verilecektir;

i : makina tipi indisi ($i=1,...,M$)

j : parça indisi ($j=1,...,N$)

$a_{i,j}$: makina parça matrisindeki elemanın indisi

M : Makina sayısı

N : Parça sayısı

K : Hücre sayısı

k : hücre indisi ($k=1,...,K$)

e_d : Grup etkinliğinde diyagonal bloklardaki 1'lerin sayısı

e_o : Grup etkinliğinde diyagonal blok dışındaki 1'lerin sayısı

q : Grup etkinliğinde ağırlık faktörü

Kümelenendirme yöntemlerinin seçimi sorunuyla ilgili literatürde rastlanan belli başlı performans ölçütleri şunlardır:

1.16. Etkinlik Ölçüsü

MCCORMICK (1972); tarafından tanıtılan Etkinlik ölçüsü (EÖ), bir çözümün kalitesini ölçmek için kullanılır. Ölçü aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$E\ddot{O} = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j a_{ij} [a_{ij+1} + a_{ij-1} + a_{i+1j} + a_{i-1j}] \quad (1.1)$$

bir matrisin satır ve sütunlarının bağıl pozisyonlandırılmasına duyarlıdır. Aynı gruplandırma çözümleri, satır ve sütunların farklı düzenlenmesiyle bu ölçünün farklı değerler almasına yol açabilir. Bu nedenle sağlıklı bir ölçü değildir.

1.17. Gruplandırma Etkinliği

Literatürde en sık rastlanan ve çok sayıda araştırmacı tarafından değerlendirilen bir ölçütdür (CHENG, 1991; KANDİLLER ve ONUR, 1991; CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1989; ASKINA ve diğ. 1991; CHU, 1989). Girdi olarak 0 ve 1 değerlerden oluşan makina-parça matrisini kullandığı için bütün kümelendirme yöntemlerinde kullanılabilir.

Gruplandırma etkinliği, CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN tarafından tanımlanan bir ölçüttür. Eğer hiç istisnai eleman yoksa ve blok diyagonal matriste hücreyi temsil eden bütün elemanlar 1 ise bu ideal bir grup etkinliğidir ve değeri % 100' dür Gruplandırma etkinliği değeri azaldıkça blok diyagonal form da bozulmakta ve hücreler belirsizleşmektedir.

Gruplandırma etkinliği, iki cebrik elemandan oluşur. Bu elemanlardan birisi olan hücreler arası etkinlik, istisnai elemanların hücreler arasındaki hareketinin bir ölçüsüdür. Bütün istisnai elemanların normalize edilmiş maliyeti yardımıyla tanımlanır. Gruplandırma etkinliğinin ikinci elemanı ise hücre içi yoğunluktur. Formüldeki ağırlık faktörü olan q, 0 ile 1 (bu sayılar dahil) arasında değerler alabilir.

$$\eta = q \cdot \eta_1 + (1 - q) \cdot \eta_2 \quad (1.2)$$

$$\eta_1 = e_d / \sum_{k=1}^K M_k N_k \quad (1.3)$$

$$\eta_2 = 1 - \frac{e_o}{M N - \sum_{k=1}^K M_k N_k} \quad (1.4)$$

1.18. İş Yüğü Dengesi

İş yüğü dengesi ölçütü, her bir hücredeki makina yük dengesinin derecesini gösterir. Eğer hücrelerdeki tüm makinalar dolu ise iş yüğü dengesi ölçütü bire çok yakın bir değer alır. Bu ölçüt, ortalama hücre iş yükünden makina iş yükünün karesel sapmalarını gözönüne alır. Bir hücrede birden fazla aynı tip makinadan varsa karesel sapma uygun bir şekilde düzenlenir. Üstelik makina tipinden dolayı ilgili operasyon maliyetiyle aralıklandırılır. Ağırlıklı karesel sapmalar önce her bir hücredeki bütün makina tipleri için hesaplanır, sonra toplanır ve normalize edilir.

Bu etkinlik ölçüsü, bağımsız makina yükleri ve ortalama hücre yükü arasındaki normalize edilmiş ağırlıklı sapmaların karesinin toplamı olarak tanımlanır.

Bu ölçüt bir makina çok sayıda grup tarafından kullanılacağı zaman daha da önemli olur.

1.19. Alt Yararlılık

Alt yararlılık, bir makinanın kapasitesinin kullanımıyla ilgili kabul edilebilir alt sınırdır. Bu ölçüt bağımsız makinaların bağıl ağırlıklı alt yararlılık düzeylerini gösterir. Bağımsız makina alt yararlılıkları, ilgili yıllık işletim maliyeti ile çarpılır ve durum bağımlı alt yararlılık indisini bulmak için normalleştirilir.

Bu indis hücre oluşumundan önce makinaların başlangıç alt yararlılıklarını hesaplar. Gerçek alt yararlılık indisi, hücre oluşumundan dolayı yaratılan bağıl alt yararlılıkların miktarını göstermelidir. Bu ölçüt, maksimum yararlılık tarafından ölçeklendirilen, hücrelerin bağıl yararlılıklarının bütünü olarak hesaplanır.

Aynı tip paralel (ek attırılmalı) makina sayısı

İşletmeye yeni makina satın alınması başlı başına yatırım olduğu için mümkün olduğunca bundan kaçınılır ve eldeki makinaların verimli bir şekilde kullanılması istenir.

TARSUSLUGİL ve BLOOR (1979), tarafından performans ölçütleri konusunun başında da açıklandığı gibi, bu ölçüte çok önem verilmiştir ve farklı kümelenendirme yöntemleri arasında iyi bir kıyaslama noktası olabileceğini belirtmişlerdir. Bu ölçüt bir makina çok sayıda grup tarafından kullanılacağı zaman daha da önemli olur.

1.20. Yöntemlerin hesaplama süresi

Kümelenendirme yöntemlerinin bilgisayarda çalışması için gereken süreler çeşitli yazarlar tarafından yöntemin performansını gösteren bir ölçüt olarak değerlendirilmiştir (CHU, 1991; KANDİLLER ve ONUR, 1991; CHU, 1989; LEE ve GARCIA - DIAZ, 1993; CHU, 1993; RIBEIRO ve PRADIN, 1993).

1.21. Parçaları mı, makinaları mı yoksa her ikisini mi gruplandırmalı?

Çoğu algoritmalar parçaların ailelere kümelenendirilmesi problemiyle (CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1987; TARSUSLUGİL ve BLOOR, 1979) veya makinaların hücrelere kümelenendirilmesi problemiyle (ASKIN ve SUBRAMANIAN, 1987; RAJAGOPALAN ve BATRA, 1975; SEIFODDINI ve WOLFE, 1986; WAGHODEKAR ve SAHU, 1984) ilgili olmalarına rağmen parça ve makinalar arasında karşılıklı uygun kümeler elde edilinceye kadar her ikisinin alternatif olarak kullanıldığı iteratif bir yaklaşım kullanmak da mümkündür. Üretim akış analizi ve matris esaslı yöntemler (KING, 1980. a; KING, 1980.b; KING ve NAKORNCHAI, 1982; MCCORMICK ve dig. 1972) bu mantığı kullanır. Ayrıca ZODIAC eş zamanlı olarak parça ailelerini ve makina hücrelerini oluşturur.

1.22. Hücre sayılarının belirlenmesi

Hücrelerin optimum sayısını bulma kararı tartışmaya açık bir konudur. Trafik , yöntemi (HARLALAKIS ve dig. 1990a), hiyerarşik olmayan kümelendirme yöntemleri, matematik programlama yaklaşımı ve graf teorisi yöntemi gibi bazı algoritmalarda , grup sayılarının belirlenmesi bağımlı bir değişkendir; yani kümelendirme prosedürüne başlamadan önce kararlaştırılmalıdır.

CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN (1987), graf teorisine göre grup sayısını tahmin etmek için bir yöntem önerdiler. Hiyerarşik kümelendirme yöntemlerinde, aile sayısı dendogramın nereden kesildiğine bağlıdır. Dendogramın birleştirmeleri arasındaki en büyük değişimleri seçen büyük-atlayış prensibi yaygın olarak kullanılmasına rağmen, prensip bazı durumlara uygulanamayabilir (EVERITT, 1976). Örneğin, matris esaslı kümelendirme yöntemleri, işlemlerde hücre sayılarını otomatik olarak belirleyebildiği için bu yöntemde hücre sayıları problemi yoktur. Eğer yöntem kendisi hücre sayısını bulmuyorsa çeşitli yollara başvurulabilir:

- İşletmedeki üretim sistemini ve GT 'ni iyi bilen bir uzmana danışmak,
- Bir takım performans kriterleri yardımıyla çeşitli hücre sayıları için yöntemi test etmek,
- Başka bir yöntemle bulunan hücre sayılarını bu yöntemde uygulamak.

1.23. Darboğaz makinalar nasıl ele alınacak?

EVERITT (1976) ' e göre kümelendirme algoritmaları, özellikle darboğaz makinalar veya istisnai elemanlar mevcut olduğunda kümelendirilecek veriye çok duyarlıdır. Literatürdeki örnekler incelendiğinde hemen şu sonuç çıkarılabilir: Eğer test edilen problemler iyi bir şekilde bloklanabilseydi, pek çok yöntem iyi sonuçlar üretebirdi.

Ancak sınıflandırma sonuçları, istisnai parça veya darboğaz makina içeren problemler için son derece farklıdır ve sübjektif kararlar gerektirirler. Bu nedenle darboğaz makinaların nasıl ele alınacağı problemi araştırmacıların ve pratikte çalışanların ilgisini çekmiştir. Darboğazların geliştirilmesi, her istisnai eleman için aynı tip makina ilavesi (KING, 1982) ve daha sonra bu makinaların bir arada

düzenlenmesidir. Başka bir yöntem, ilk önce darbogaz makinaları ortadan kaldırmak ve ardından kümelenlendirmeden sonra darbogaz makinaları ilave etmektir (KING ve NAKORNCHAI, 1982).

1.24. İşlem sıralarının gözönüne alınması

Hücre oluşturma aşamasında işlem sıralarının gözönüne alınması değerli bilgi elde edilmesini sağlayabilir ve sonra makina hücrelerinin yerleştirilmesinde zamandan tasarruf sağlayabilir. Birçok kümelenendirme tekniği işlem sıralarını gözönüne almadan parçaları ailelere sınıflandırır. Sadece bir kaç inceleme bu konuyla ilgilidir. Ortak bir yaklaşım, sıralama gereksinimlerini yansıtan bir benzerlik indeksi geliştirilmiştir (DE WITTE, 1980; STEUDEL ve BALLAKUR, 1987). Diğer bir alternatif makina-parça matrisinde işlem sıralarını girmek ve daha sonra bu matrisin satır ve sütunlarını yeniden düzenlemektir (MCCORMICK ve dig. 1972; GONGWARE ve HAM, 1981). İşlem sıralarını, çözümü optimize etmek için çok amaçlı kümelenendirme algoritmasının amaçlarından biri olarak aldılar (HARHALAKIS ve dig. 1990a ve 1990b). Trafik yönteminde operasyon sıralarını gözönüne alarak parçanın aynı makinaya birden fazla sayıda uğraması sonucunda oluşacak hareketi ve maliyetlerini de belirlemişlerdir.

1.25. İşlem sürelerinin gözönüne alınması

Parçaların üretimindeki operasyon süreleri arasında anlamlı farklar varsa, süreleri fazla olan parçalara göre hücre oluşturmak akılcı bir yaklaşım olacaktır. İşletmede böyle bir durum mevcutsa işlem sürelerini değerlendiren yöntemler böyle işletmeler için ciddi olarak düşünülmelidir. İşlem süreleri yardımıyla makina iş yükleri hesaplanabilir, atıl kapasiteler ve aşırı yüklenen makinalar belirlenir. SUNDARAM ve LIAN (1990) tarafından geliştirilen yöntem, makina iş yükü hesabında bu süreleri kullanır ve fiziki makina sayısı hesabında yararlanır. Trafik yöntemi de işlem sürelerinden yararlanır (HARHALAKIS ve dig. 1990a).

1.26. Üretim miktarları

Parçaların üretim miktarları arasında büyük farklar varsa talebi çok az olan bir parça ile çok yüksek olanı diğer özellikleri aynı olsa dahi eşdeğer tutmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Hatta bir parçanın üretim miktarı göreceli olarak çok az ise makina-parça matrisine alınması daha iyi olabilir. Bir parçadan ne kadar çok üretiliyorsa, taşıma maliyeti ve diğer bazı maliyetler (takım değiştirme, ayar v.b.) o kadar yüksek olacaktır. Çok miktarda üretilen parçaların tüm operasyonlarının aynı hücrede gerçekleştirilmesi için gereken özen gösterilmelidir. Üretim miktarlarını gözönüne alan yöntem sayısı göreceli olarak azdır (IRANI ve dig. 1993). Bunlar arasından uzman bir kişinin tavsiye edeceği yöntem veya yöntemler, çözüm kümesi içine alınabilir. SUNDARAM ve LIAN (1990) ' ın yöntemi, üretim miktarlarını makina iş yükü hesaplamasında kullanır, Trafik yöntemi ise parçaların önemini belirlemek için kullanır.

1.27. Parçanın yoğunluğu

Bir parçanın büyük hacimli olması veya ağır olması taşıma maliyetini doğrudan etkileyecektir. Parçalar arasında önemli yoğunluk farkları varsa bu parçalar diğerleriyle eşdeğer tutulmamalı veya bu özelliği kullanan yöntemler gözönüne alınmalıdır.

1.28. Başlangıç verisi

Kümelendirme yöntemlerinin verimi başlangıç verisine (makina parça matrisi) oldukça bağlıdır. Bir matriste çok iyi sonuçlar veren bir yöntem, başka bir matriste yeterince iyi olmayan sonuçlar verebilir. Matris hakkında yeterli bilgi yoksa yaygın olarak kullanılan bir yöntem seçilebilir. Yöntemle ilgili çok sayıda pratik ve teorik çalışma olması (referansların fazlalığı) olumlu bir özellik olarak yorumlanabilir.

1.29. Veri Tabanı

Kümelenendirme algoritmaları kümelendirilecek veriye çok duyarlı olduğu için, test için veri kümelerinin seçimi çok önemlidir veri kümelerini test etme, ya rastgele sayı üreticiyle veya literatürde kullanılan örnekleri listelemektedir.

Bu makalelerde test edilen örneklerin hemen hemen tamamı yapaydır veya bir tesisteki gerçek verinin bir bölümüdür (TARSUSLUGİL ve BLOOR, 1979; CHANDRASEKHARAN ve RAJAGOPALAN, 1987). En tanınmış örnek BURBIDGE (1971) 'e aittir. Test edilen en büyük örnek 86 makina ve 1186 parçadan oluşur ve HARHALAKIS'e (1990a) aittir. Pek çok örnek 35 makinadan ve 90 parçadan oluşmaktadır. Gerçek hayatta bir firma için parça sayısı çok daha fazladır.

Eğer test problemleri iyi bir şekilde bloklanabilseydi,yöntemlerin pekçoğu iyi kümeler oluşturunurdu. Ancak, istisnai elemanlara sahip problemler için, sınıflandırma sonuçları algoritmadan algoritmaya çok değişkendir ve sübjektif yargı veya insan müdahalesi gerektirir.

1.30. Sonuçlar

Hücreseel imalatla kümelendirme konusu gözden geçirildiğinde çeşitli sorunların mevcut olduğu görülür:

- Kümelendirme algoritmaları, kümelendirme kriterleri ve performans kriterlerinin çok sayıda oluşu, uygun ve daha iyi kümelendirme yöntemlerinin seçimini ve değerlendirilmesini güçleştirir. Birkaç çalışma bu probleme değinmesine rağmen, (TARSUSLUGİL ve BLOOR, 1979) deneysel çalışmalar göreceli olarak küçüktür. Bu nedenle sonuçlar referans için sınırlıdır.
- Farklı kümelendirme kriterlerinin farklı gruplandırma sonuçları üretebileceği (hatta aynı algoritma ve veri kullanılsa dahi) bilinmesine rağmen, kümelendirme kriterlerinin etkisi hakkında bir tartışma henüz oluşmamıştır.
- İstisnai elemanların sayısını en aza indirme, yaygın olarak kullanılan bir ölçü olmamasına rağmen "Bu ölçü uygun mudur" veya "Daha iyi başka bir ölçü varmıdır" gibi sorular cevapsız kalmaktadır. Hücreseel bir imalat ortamında özellikle imalat içi stoklar ve toplam işlem süresi sistem performansına önemli ölçüde etki edebilir, fakat hücreseel formasyonda göz önüne alınmamıştır. Genellikle söylendiği

şekliyle problemlerden biri şudur; kümelenendirme algoritmalarının çoğu işlem süresi ve üretim miktarını göz önüne almaz.

- Kümelenendirmenin kalitesi verinin kalitesine bağlıdır. "İstisnai veriye daha az duyarlı her hangi bir yöntem var mıdır?", "Darboğaz makineler ve istisnai elemanlar nasıl kusursuzca taranmalıdır?" ve "Bu darboğazlar nasıl ele alınmalıdır?" cevap bekleyen sorulardır.
- İmalat hücrelerinin optimum sayısının belirlenmesi, tartışmalı bir konudur. Birkaç prensip uygulanabilmesine rağmen, karar, hala subjektiftir ve üretim miktarı, hazırlık zamanı ve kullanılabilir boşluk gibi bazı kısıtların düşünülmesini gerektiren kişisel hükümlere bağlıdır. Yukarıdaki konular pratikte ve teoride uzmanlaşmış kişilerin bilgi ve tecrübesinden yararlanma düşüncesini akla getirmektedir.
- İşlem sıralarını kümelenendirme aşamasında düşünmek daha uygun olmasına rağmen, entegrasyon sorunu hala zor bir sorun olarak durmaktadır.
- Hİ sistemlerini uygulayabilmek için üretimle ilgili parça rotası, işlem süreleri talepleri, v.b. gibi çok sayıda verinin analizi, alternatif operasyonların gözönüne alınması, Hİ içinde yer almayacak kontrol, yıkama v.b operasyonların elenmesi gibi çok sayıda hazırlık işlemleri yapılması gerekir. Üretim sisteminde makina- parça matrisinin büyük olması halinde, (ki endüstriyel kuruluşlar genellikle bu yapıdadır) çok daha yoğun çaba gerekir.

BÖLÜM 2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Mevcut bilgisayarlarla ve algoritmalarla çözülemeyen ya da iyi sonuçlar alınamayan, fakat insan beyninin kolayca yapabildiği karmaşık problemlere çözümler üretmek için son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu, yeni bir bilgi işleme yöntemi olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) doğmuştur.

YSA, biyolojik sinir sisteminin bazı fonksiyonlarını modelleyen ve onun bazı yeteneklerini yakalamak isteyen basit işlem elemanlarının yoğun bir paralel dizisidir. Başka bir tanım da şu şekilde verilebilir: YSA, birbirlerine yoğun bir şekilde paralel olarak bağlanmış basit (genelde adaptif) işlem elemanlarından oluşmuş ve gerçek dünyadaki nesnelerle biyolojik sinir sisteminin yaptığı gibi aynı şekilde etkileşmek üzere hiyerarşik olarak düzenlenmiş ağlardır.

1943 yılı, YSA'nın gelişiminin başlangıç yılı olarak kabul edilir. Bu tarihte MCCULLOCH ve PITTS, ilk hücre modelini geliştirdiler ve birkaç hücrenin arabağlaşımını incelediler.

1949'da HEBB, hücre bağlantılarını ayarlamak için ilk öğrenme kuralını önerdi.

1958'de ROSENBLANTT, algılayıcı (perceptron) modelini ve öğrenme kuralını geliştirdi. Bugün kullanılan kuralların temelini koydu.

1969'da MINSKY ve PAPERT algılayıcının kesin analizini yaptı ve algılayıcının karmaşık lojik fonksiyonlar için kullanılamayacağını ispatladılar.

Bunun üzerine, YSA üzerine yapılan çalışmalar araştırmalar hemen hemen durdurulmuştur. Ancak bazı bilim adamları çalışmaya devam etmişlerdir. 1976'da GROSSBERG, Adaptif Rezonans Teorisi (ART), 1982'de HOPFIELD, optimizasyon gibi teknik problemleri çözmek için lineer olmayan dinamik Hopfield ağını ve 1984'te de KOHONEN eğitimcisi olmayan öğrenen bir ağ geliştirdi.

1974 yılında WERBOS tarafından bulunan çok katmanlı algılayıcı tipi ağlar için geriye yayılma algoritması denen bir eğitim algoritması geliştirildi (RUMELHART

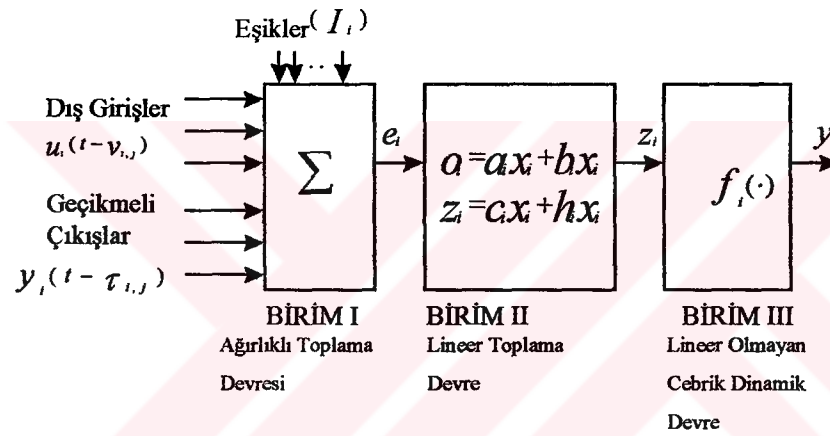
ve MCCLELLAND, 1986). Bu çalışmayla, YSA alanında bir çığır açıldı. Bugün ençok kullanılan algoritma da bu geriye yayılma algoritmasıdır.

2.1. Genelleştirilmiş Yapay Sinir Ağları Tanımı

Bugüne kadar verilen çeşitli YSA modellerinin ortak özellikleri aşağıda sıralanmıştır (C. GÜZELİŞ, 1993).

- i) Ağ, ii)-viii) 'de verilen hücre denilen yapı taşlarının birbirlerine ix)-xii) 'de belirtilen bir geometri ile bağlanmasından oluşan bir sistemdir.
- ii) Hücreler genelde çok girişli ve tek çıkışlı, yüksek dereceden lineer olmayan dinamik alt devrelerdir.
- iii) Hücrelerin yapısı şekil 2.1 'de gösterildiği biçimdedir (Genelde lineer toplama birimi yerine lineer olmayan bir toplama birimi vardır).
- iv) Tek olan hücre çıkış işareti, çoğullanarak dışarıya çıkış olarak alınabilir, veya diğer hücrelere giriş olacak şekilde (genelde geçikmeler ile) kullanılabilir.
- v) Bir hücre dış girişleri (geçikme ile ulaşmış olabilir), komşu hücre çıkışlarını ve bir eşik değerini giriş olarak kabul eder.
- vi) Hücrenin bir lineer dinamik birimi herhangi bir dereceden olabilir.
- vii) Hücre çıkışındaki lineer olmayan cebrik işlev 1-giriş 2-çıkışlardır ve özel olarak lineer olabilen herhangi bir işlevdir.
- viii) Hücre parametreleri hücreden hücreye değişebilir.
- ix) Ağ, genelde çok boyutlu katmanların ileri veya geribeslemeli olacak şekilde bağlanmasından oluşmuştur.
- x) Ağdaki her bir katman hücrelerin çok boyutlu bir dizisidir.
- xi) Katman içinde, her bir hücre komşularına (belirli bir metrik uyarınca) aynı şekilde bağlıdır. Böylece katman içi bağlantı geometrisi düzgündür.
- xii) Katmanlar arası bağlantı bir metrik ile tanımlı düzgün bir geometriye sahiptir.
- xiii) Ağda yalnızca bağlantı ağırlıkları değişebilir.

- xiv) Bağlantı ağırlıkları, ya eğitici bir öğrenme kuralı ile ya eğitici bir öğrenme kuralı ile değiştirilir ya da önceden tasarlanan değerlerde sabit tutulur.
- xv) Eğitici bir öğrenme kuralı (eğer varsa); giriş (istenen) çıkış örnek çiftlerinin alındığı, bilinmeyen bir giriş işlevini bu örnekler yardımıyla yaklaşımlarını sağlayan bir bağlantı ağırlık değişim kuralıdır.
- xvi) Eğitici bir öğrenme kuralı (Eğer varsa); giriş örneklerinin kümelendirilmesini sağlayan bir bağlantı ağırlık değişim kuralıdır.



Şekil 2.1. Hücrelerin Genel Yapısı

2.2. Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri

YSA modelleri biyolojik sinir ağlarının çalışma biçimini açıklayan modeller olmaktan çok, biyolojik sinir ağlarından esinlenerek yaratılmışlardır. YSA'lar, biyolojik olmayan yapı taşlarının düzgün bir mimarı ile birbirine yoğun olarak bağlanmalarından oluşmaktadır. Sinir ağlarında bilgi işlemenin alternatif bilgi işleme yöntemlerine göre üstünlükleri maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

Paralellik : Alışagelmiş bilgi işleme yöntemlerinin çoğu seri işlemlerden oluşmaktadır. Bu da hız ve güvenilirlik sorunlarını beraberinde getirmektedir. Seri bir işlem gerçekleşirken herhangi bir birimin yavaş oluşu tüm sistemi doğrudan yavaşlatırken, paralel bir sistemde yavaş bir birimin etkisi çok azdır. Nitekim, seri bir

bilgisayarın bir işlem elemanı beyine göre binlerce kez daha hızlı işlemesine rağmen beynin toplam işlem hızı seri bir bilgisayara göre kıyaslanmayacak kadar yüksektir. Yapay sinir ağlarının paralel çalışması hız avantajıyla birlikte yüksek hata toleransı da sağlamaktadır. Seri bilgi işlem yapan bir sistemde herhangi bir birimin hatalı, çalışması hatta bozulmuş olması tüm sistemin hatalı çalışmasına veya bozulmasına sebep olacaktır. Halbuki paralel bilgi işleme yapan bir sistemin ayrı ayrı işlem elemanlarından meydana gelecek olan hatalı çalışma veya hasar sistemin performansında keskin bir düşüşe yol açmadan, performansın sadece hatalı birimlerinin bir oranınca düşmesine neden olur.

Hata Toleransı : Geleneksel bir bilgisayarda, herhangi bir işlem elemanını yerinden, onu etkisiz bir makineye dönüştürür. Ancak YSA 'nda bir elemanda meydana gelen hasar performansta ciddi bir düşüşe yol açmaz.

Yerel Bilgi İşleme : YSA' larda her bir işlem birimi çözülecek problemin tümü ile ilgilenmek yerine sadece problemin bir parçasını işlemektedir. Hücrelerin çok basit işlemler yapmalarına rağmen, sağlanan görev paylaşımı sayesinde, çok karmaşık ve zor problemler çözülebilmektedir.

Gerçeklenme Kolaylığı : YSA' ların basit işlemler gerçekleyen türdeş hücrelerden oluşması ve bağlantıların düzgün olması, bu ağların fiziksel gerçeklenmesinde bu açıdan kolaylık olmasını sağlamaktadır.

Öğrenebilirlik : Alışlagelmiş veri işleme yöntemlerin çoğu programlama yolu ile hesaplamaya dayanmaktadır. Bu yöntemler ile tam tanımlı olmayan bir problem çözülemez. Ayrıca herhangi bir problemin çözümü için probleme yönelik bir algoritma geliştirmek gerekir.

2.3. Yapay Sinir Ağı Modelleri

Çok sayıda ağ modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerde, biyolojik sinir sisteminin prensiplerinden ve mühendislikte bilinen teorilerden yararlanılmıştır. Genel

olarak YSA, iki sınıfa ayrılır: İleri beslemeli ağlar ya da cebrik ağlar ve geri beslemeli ağlar yada dinamik ağlar. İleri beslemeli ağlar, örüntü tanıma (ing: pattern recognition) problemlerinde, geri beslemeli ağlar ise optimizasyon problemlerinin çözümünde başarılı olarak kullanılmıştır (SIMPSON, 1990).

2.3.1. İleri Beslemeli Ağlar

İleri beslemeli ağlar, işaretin ağ girişinden çıkışına doğru tek yönlü olarak iletildiği ağlardır. Bir katmandaki hücreler, ancak bir önceki katmanın çıkışlarını giriş olarak alabilir.

2.3.2. Geri Beslemeli Ağlar

Geri beslemeli ağlarda, bir katmandaki hücreler, sadece bir önceki katmanın çıkışlarını değil aynı zamanda o katmanın veya daha sonraki katmanların da çıkışlarını giriş olarak alabilir. Bu yüzden çıkış, sadece o anki girişlere değil, başlangıç durumuna ve daha önceki girişlere de bağlıdır.

Çoğu geri beslemeli ağ modellerinde kullanılan hücrelerde, ağırlıklı toplayıcı ile çıkış fonksiyonu arasında tek girişli-tek çıkışlı lineer bir sistem mevcuttur.

Dinamik ağlardan en çok bilinenleri, Hopfield ağı, hücresel sinir ağı, Grossberg ağı, ART1 ve ART2 ağlarıdır.

2.4. YSA'nın Yapısı

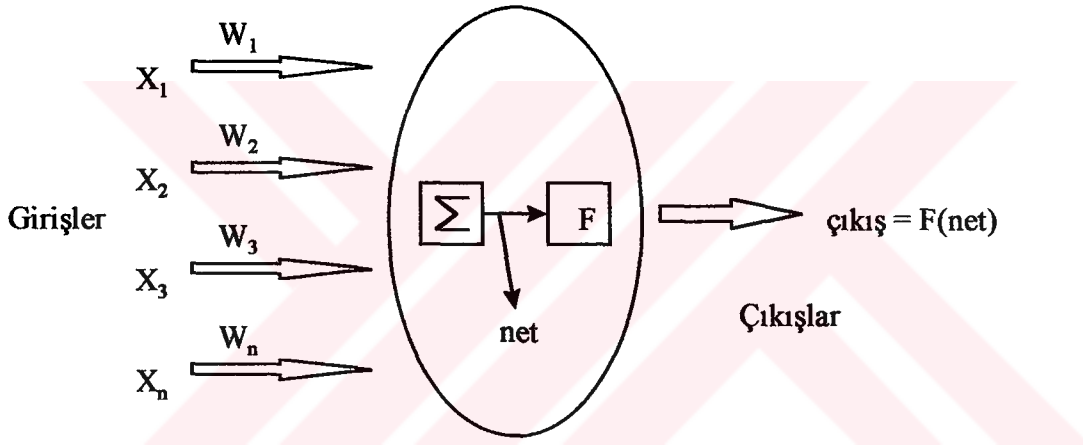
YSA 'ndaki her işlem elemanı, kendine ait bütün girdi bağlantılarından değerleri toplar; önceden tanımlanmış bir matematiksel operasyonu gerçekleştirir (tipik olarak önce bir nokta çarpımı ve sonra bir İE fonksiyonu) ve tek bir çıktı verisi üretir şekil 2.2. NET sinyali genellikle aktivasyon fonksiyono F ile işlem görerek nöronun çıkış sinyalini oluşturur, bu çıkış sinyaline OUT diyebiliriz. Bu basit doğrusal bir eşik fonksiyonu olarak

$$OUT = F(NET)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada F sabit bir eşik fonksiyonudur.

$$\begin{aligned} OUT &= 1 && \text{eğer } NET > T \\ OUT &= 0 && \text{diğer haller} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Burada T sabit eşik değeri veya fonksiyonu olup biyolojik nöronun doğrusal karakteristiklerini daha değişik simüle eder ve daha genel ağ fonksiyonlarına izin verir.



Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağı Modeli

2.4.1. Bağlantılar

Bir YSA, yönlü bir grafa denktir. Yönlü bir grafa, düğümler (İE 'ları) arasında sadece bir yönde (yön, ok ile gösterilir) bilgi akışına imkan veren bağlantılar vardır. Bilgi, yönlü grafın içinden bağlantılar boyunca akar ve düğümlerde toplanır. Yönlü grafa, bağlantılar bilgi akış yönünü (tanımlarlar) belirlerler. Örneğin, Şekil 2.3. 'de, bilgi W bağlantılarından geçerek F_x katmanından F_y katmanına geçmektedir. Her bağlantı, bir düğümden işlem elemanına bağlantı yolu ile bitişik içindeki bilgi akışını ayarlamaktadır. Bağlantı ağırlıklarına, öğrenmek sürecinde ayarlanarak bilgi depolanır. Pozitif değerli bağlantı ağırlıkları, uyarıcı

ve F_x 'ten y_j 'ye olan ağırlıkların,

$$W_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj}) \quad (2.3)$$

bir fonksiyonudur. Matematiksel olarak, İE 'nın çıktısı, girdilerinin ve ağırlıklarının bir fonksiyonudur:

$$y_j = F(X, W_j) \quad (2.4)$$

2.4.3. Girdi ve Çıktı Desenleri

YSA, çalışabilmesi için verilerinin olması gerekir. YSA lar tek ve çift desenle çalışırlar. Bazı YSA sadece tek desenlerine ihtiyaç duyarlar. Girdi deseninin boyutunun, çıkış desenin boyutu ile aynı olması gerekmektedir. Sadece tek desenlerle çalışan ağlara, oto çağrışimli ağlar; desen çiftleri ile çalışan ağlara, ayrık-çağrışimli ağlar denir. Hopfield ağı, ikili uyarlanırlar rezonans teorisi gibi bazı ağlar, sadece ikili veri işleyebilirler. Geriye yayılma ve vektör kuantalama öğrenmesi gibi diğer ağlar da gerçek değerli verileri işleyebilirler. En uygun kümenin oluşturulması herhangi bir YSA uygulamasındaki başarıyı gösterir.

2.4.4. İşlem Elemanı (İE) Fonksiyonları

Doğrusal İşlem Elemanı Fonksiyonu dışındaki bütün bu fonksiyonlar, çıktı değerlerini sabit bir aralıkta sınırlarlar.

İE fonksiyonlarını sayısı sonsuz ise de, bunlardan beş tanesi YSA 'nın çoğunluğu tarafından düzenli (devamlı)olarak kullanılırlar. Sigmoid işlem elemanı fonksiyonu en yaygın olarak kullanılanıdır.

- Doğrusal İşlem Elemanı Fonksiyonları
- Basamak İşlem Elemanı Fonksiyonları
- Rampa İşlem Elemanı Fonksiyonları

- Sigmoid İşlem Elemanı Fonksiyonları
- Gauss İşlem Elemanı Fonksiyonları

Sigmoid İşlem Elemanı Fonksiyonu : Sigmoid işlem elemanı fonksiyonu, rampa işlem elemanı fonksiyonunun sürekli bir fonksiyonudur. Sigmoid (S.şekilli) fonksiyonu, önceden belirlenmiş bir aralıkta derecelenmiş doğrusal olmayan cevap sağlayan, sınırlı, monoton ve azalmayan bir fonksiyondur. En yaygın rastlanan sigmoid fonksiyonu, lojistik fonksiyondur.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (2.5)$$

$\alpha > 0$ (genellikle $\alpha = 1$) 'dır. Bu, çıktı değerinin 0 ile 1 arasından olmasını sağlamaktadır. Bu fonksiyon istatistikten Gauss dağılım fonksiyonu olarak bilinir.

$$f(x) = \exp(-x^2 / v) \quad (2.6)$$

2.4.5. Katmanlar

YSA, İşlem Elemanları katmanları ile düzenlenmişleridir. Bir katman içindeki İşlem Elemanları iki bakımdan benzerdirler:

İE katmanını besleyen bağlantılar aynı kaynaktır.

Her katmandaki İE 'ları, aynı tip güncelleme dinamiklerini kullanmaktadırlar. Örneğin, bütün İE 'ları, aynı tip bağlantıları ve aynı tip İE fonksiyonunu kullanacaklardır.

- İçyıldız, Dışyıldız :

En basit iki YSA, içyıldız ve dışyıldızdır. İçyıldız, en küçük desen kodlayıcı ağıdır. Basit bir içyıldız kodlama prosedürü örneği, $A_k = (a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{kn})$ desenini alır, normalize eder ve $W_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{mj})$ ağırlıkları olarak, aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi, değerleri kullanır:

$$v_j = \frac{a_{ki}}{\sum_{i=1}^n a_{ki}}, \quad \forall_i = 1, 2, \dots, n \quad (2.7)$$

İçyıldızın duali dışyıldızdır. Dışyıldız, en küçük desen hatırlama YSA'dır. Bir çıktı deseni, dışyıldız tarafından aşağıdaki denkleme üretilir:

$$z_i = y_i \cdot w_{ji}, \quad \forall_i = 1, 2, \dots, p \quad (2.8)$$

• Tek Katmanlı Ağlar

İçyıldız ve dışyıldız YSA'ndan sonraki en küçük YSA, tek katmanlı, katman içi bağlantılı YSA'dır. Bir-katmanlı YSA dört tip desen işleme işlemini gerçekleştirmek için kullanılırlar:

- Desen tamamlama,
- Gürültü giderme,
- Sinirsel Optimizasyon
- Kontrast artırma

Desen Tamamlama : Tek katmanlı bir YSA 'nda desen tamamlama, başlangıç değeri olarak kısmi bir desenin sunulması ve kalan kısımların elimizdeki YSA ile tamamlanması ile gerçekleştirilir.

Gürültü Giderme : Gürültü iptali (yok etme), gürültü ile bozulmuş bir desenden (tamamıyla gürültüden ayıklanmış,) tamamlanmış, gürültüsüz bir cevap istenmesi bakımından, desen tamamlama ile benzerdir. Gürültü giderme ile desen tamamlama arasında esas olarak hiçbir fark yoktur.

Sinirsel Optimizasyon : YSA 'nın en yaygın kullanımlarından birisi, sinirsel optimizasyondur. Optimizasyon, problemi, en büyüklendiği veya en küçüklendiği zaman problemi çözen bir matematiksel denkleme döken, bir problem çözme

teknikidir. Bir optimizasyon tekniği ile yaklaşılan problemlere tipik örnekler çizelgeleme , rotalama ve kaynak tahsisidir. Sinirsel optimizasyon yaklaşımı, optimizasyon problemini, sinirsel sistemin dinamiklerini tanımlayan bir enerji fonksiyonu şekline dönüştürmektedir. YSA dinamikleri, enerji fonksiyonu minimum olduğunda, ağ her zaman kararlı bir duruma gidecek şekilde ise, ağ otomatik olarak bir çözüm bulacaktır.

Kontrast Artırma : Tek katmanlı YSA'da kontrast artırma ileri merkez bağlantı değerleri kullanarak elde edilir. İleri merkez bağlantıları, bir desenin aktivasyon değerinin. Kendi üzerine geri besleme yaparak, büyümesini sağlayan pozitif kendine bağlantılardır.

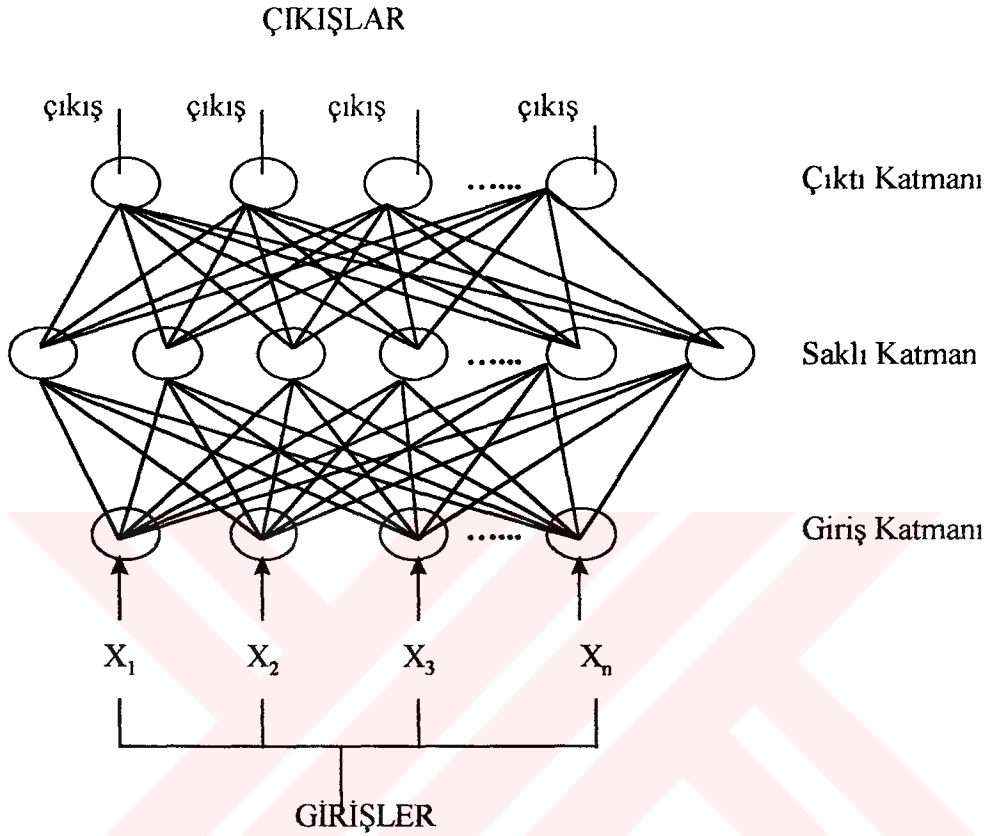
- **İki Katmanlı Ağlar**

İki-katmanlı YSA, n adet F_x n işlem elemanından meydana gelen bir katmanın, p adet F_y işlem elemanından meydana gelen bir katmana tamamıyla bağlanmasından oluşurlar. F_x işlem elemanlarından F_y işlem elemanlarına olan bağlantılar, $n \times p$ 'lik ağırlık matrisi W 'yi oluştururlar. w_{ij} girişi, F_x 'in i ' inci işlem elemanı x_i 'den, F_y 'nin j'inci işlem elemanı y_j 'ye olan bağlantının ağırlığını temsil etmektedir şekil 2.3 'de görüldüğü gibi.

- **Çok Katmanlı Ağlar**

Çok katmanlı bir YSA'nın ikiden fazla katmanı vardır. Burada bir F_x İE 'ları girdi katmanı, L adet F_y İE 'ları saklı katmanları ($Y_1, Y_2, \dots, Y_L$) ve bir F_z sonuç çıktı katmanı vardır. F_y katmanlarının saklı katmanlar olarak isimlendirilmelerinin nedeni , bu katmanların İE 'ları ile girdi/çıktı desenleri arasında doğrudan bir bağlantının bulunmaması, daha doğrusu bu katmanların İE 'larına, her zaman, girdi ve çıktı İE 'ları gibi farklı bir İE 'ları kümesi üzerinden ulaşılmasıdır. Çok katmanlı YSA, desensınıflandırma, desen eşleme ve fonksiyon yaklaştırma için kullanılır. Çok katmanlı YSA'nın eşleşmeleri öğrenmeleri için, pek çok bağlantı ağırlıklarını ayarlama

metodu vardır. En bilinen teknik geriye yayılma (ing: backpropagation) algoritması ve pek çok varyantlarıdır. Şekil 3.4 'de üç katmanlı ağ görülmektedir.



Şekil 2.4. Üç katmanlı yapay sinir ağı

2.5. Yapay Sinir Ağlarında öğrenme

Yapay sinir ağlarının en önemli özelliği öğrenme yeteneğidir. Öğrenmeleri insanların zeka gelişimiyle paralellik içerir. Yapay sinir ağlarında öğrenme sınırlıdır ve doğru yolda olsak bile çözümlemeden önce birçok zorlukla karşılaşabiliriz.

YSA 'nda değişebilen sistem parametreleri , hücreler arası bağlantıları sağlayan sinapsları temsil eden bağlantıların ağırlıklarıdır.

Öğrenme için bir eğitim kümesine ihtiyaç vardır. Eğitim kümesi, YSA 'na öğrenme için uygulanacak olan girişlerden ve varsa istenen çıkışlardan oluşmaktadır. Her adımda, eğitim kümesinden sırayla veya rasgele örnekler alınmakta ve ağı bu girişlere ilişkin çıkışı bulunmaktadır. Adım sonunda veya tüm örnekler bir defa ağı

uygulandıktan sonra (çevrim sonunda) belirli bir amaç ölçütü uyarınca ağırlık bağlantı ağırlıkları değiştirilmektedir. Öğrenme, eğer ağırlıklar, adım sonunda değiştiriliyorsa, veri uyarlamalı öğrenme, çevrim sonunda değiştiriliyorsa grup uyarlamalı öğrenme olarak adlandırılır.

YSA 'larda öğrenme ilk aşamada eğitici ve eğitici olmayan öğrenme diye ikiye ayrılabilir.

YSA 'larda eğitici öğrenmede, ağırlık çevreden aldığı girişlere karşı bir eğitici belirlediği doğru çıkışı üretmek hedefiyle kendisini uyarlamaktadır. Ağırlık hem girişler hem de bu girişlere ilişkin çıkışlar verilmektedir. Ağırlık tarafından üretilen gerçek çıkış ile istenen çıkış arasındaki fark, bağlantı ağırlık katsayılarının ne kadar değişeceğini belirlemektedir.

Eğiticiye gelen girişler iki türlü olabilir. İlk türde eğitici sadece cevabın doğru veya yanlış olduğunu belirlemektedir. Buna ödül-ceza türü eğitici öğrenme denmektedir. İkinci türde ise, eğitici tarafından mevcut girişe karşılık istenen çıkış ağırlık uygulanmaktadır. Ağırlık tarafından üretilen gerçek çıkış ile istenen çıkış arasındaki fark, bağlantı ağırlık katsayılarının nasıl ve ne kadar değişeceğini belirlemektedir. Söz konusu fark belirli metriğe göre tanımlanmaktadır ve yapılan çıkış hatasının bir göstergesidir. Bağlantı ağırlık katsayılarıdaki değişim ise geri besleme olarak gelen hatayı en azlayacak ve hatta mümkünse sıfırlayacak şekilde olmaktadır.

Eğitici olmayan öğrenme veya kendi kendine öğrenmede herhangi bir eğiticiye ağırlık ürettiği yanıtın doğruluğuna dair herhangi bir geri besleme gelmemektedir. YSA'nın bağlantı ağırlık katsayıları, oluşan hatayı göz önüne almadan daha önce belirlenen bir amaç ölçütü uyarınca sadece girişlere bağlı olarak değişmektedirler. Bu tür bir öğrenme her YSA için yoktur ve her probleme uygulanamaz.

BÖLÜM 3. GELİŞTİRİLEN DÖRT AŞAMALI METODOLOJİ

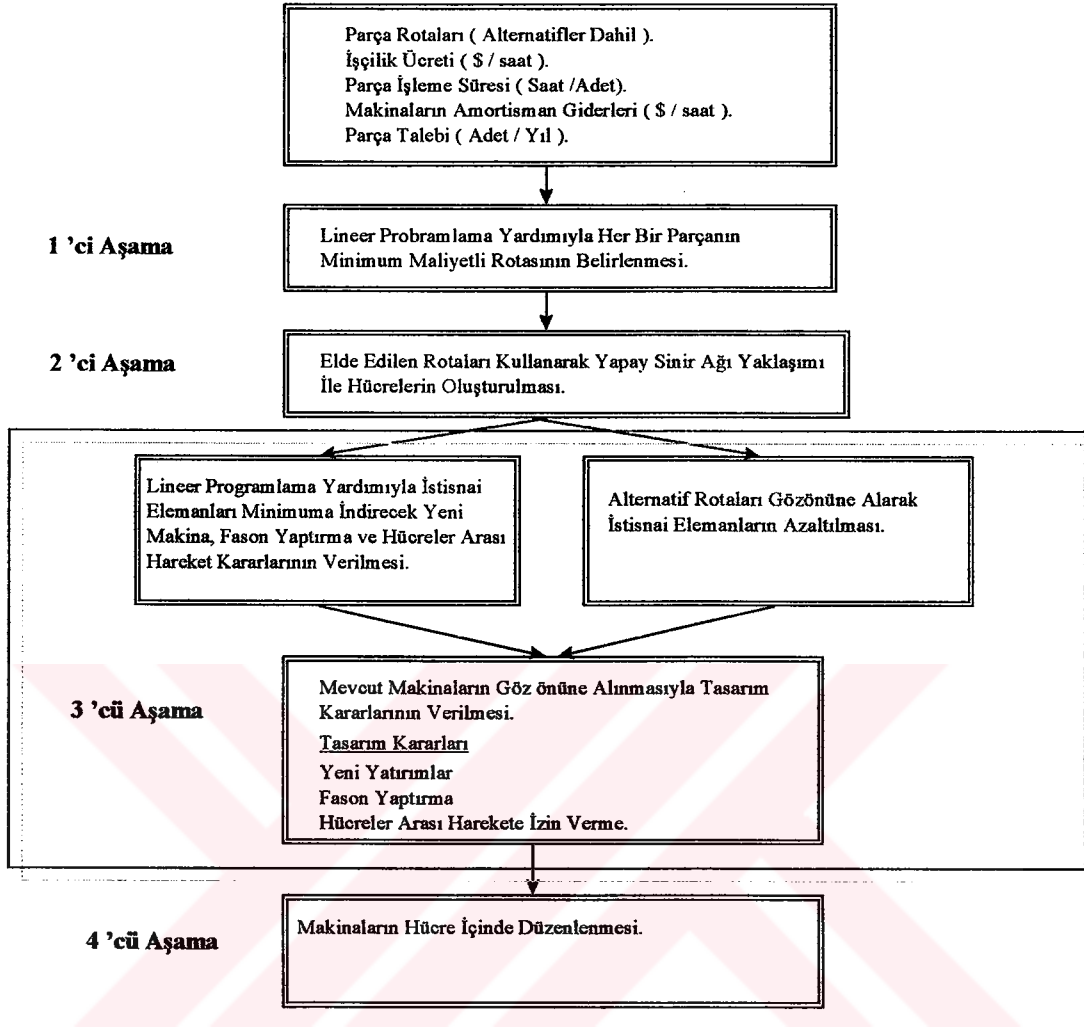
3.1. Bütünleşik İmalat Sistemi Tasarımı İçin Aşamaların Oluşturulması

Grup Teknolojisi (GT) İmalat Sistemi, sipariş tipi atölye sisteminin aksayan yönleri nedeni ile ortaya çıkmış bir yaklaşımdır. Burada ki amaç, sipariş tipi atölye sistemindeki iş akışını basitleştirmek ve böylece basit iş akışının sağlayacağı faydalardan yararlanmaktır.

İmalat sistemlerinin tasarımına yönelik dört aşamalı bir metodoloji önerilmiştir. Metodolojinin birinci aşamasında, minimum maliyet esasına göre, bir matematiksel model yardımıyla ürün rotası seçimi sonucu, rotalama esnekliği kullanılmıştır. İkinci aşamada minimum maliyetli rotalar kullanılarak yapay sinir ağı yardımı ile imalat hücreleri oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada, hücre konfigürasyonuna son şekli vermek üzere, yeni yatırım, üretme/satın alma ve hücreler arası akışa izin verme gibi karar verme sürecine yardımcı olacak bir matematiksel model kurulmuştur. Son aşama ise uygulamaya alınacak olan hücrelerin iç düzenlemesinin yapılması ile ilgilidir.

Birinci, ikinci, dördüncü aşamada literatürde mevcut olan yöntemler alınarak algoritmaları bilgisayarda kodlanmış ve endüstriyel bir firmaya uygulanmıştır. Bilinen ve farklı çalışmalarda, ayrı ayrı kullanılmış olan söz konusu yöntemlerin bir metodoloji halinde toplanarak uygulanmış olması bu çalışmanın özgün yönü olarak gösterilebilir.

Üçüncü aşamada hücre konfigürasyonuna son şekli vermek üzere yeni yatırım, üretme/satın alma ve hücreler arası akışa izin verme gibi karar verme sürecine yardımcı olacak bir matematiksel model kurulmuştur. Başka bir alternatif olarakda darboğaz makinaların hücre içindeki alternatifleri kullanılmıştır. Ve her bir satır ve sütundaki hücre dışındaki birlerin sayısı hücre içindeki birlerin sayısından büyük ise, her bir sütun ve satırda hücre içindeki birler hücre dışına, hücre dışındaki birler hücre



Şekil 3.1. Dört Aşamalı Metodoloji

içine taşınmıştır. Bu da bu çalışmasının özgün bir yönü olarak gösterilebilir. Yukarıdaki şekil 3.1 'de Metodolojinin aşamaları gösterilmiştir.

3.2. Birinci Aşama : Parçalar için minimum maliyetli rotanın seçimi

Kalıp üretim sisteminde bulunan makinaların tamamına yakını universal olduğundan bir parçanın herhangi bir operasyonu farklı makinalarda yapılabilir. Yani bir parçanın üretimi için çok fazla sayıda alternatif rota bulunmaktadır. Buradaki amaç her parçanın her operasyonu için en düşük maliyetli bir rotanın tesbit edilmesidir.

Operasyon maliyetlerini minimize eden en düşük maliyetli parçayı belirlemek için, parça-rota seçim problemi LIAO (1994) 'nın geliştirdiği bir tamsayılı programlama modeli, cam kalıp atölyesi verilerine göre formüle edilmiştir. Başka bir deyişle bir parçanın aynı numaralı operasyonu için birden fazla rotası varsa bunlar arasından en düşük maliyetli olanını seçer. Parçaların üretim miktarı ve makina kapasiteleri gözönünde bulundurulmaktadır. Bir parçanın herbir operasyonunun ilgili makinalarda gerçekleştirilmesi için gerekli operasyon maliyetleri belirlenmek zorundadır. Kullanılan notasyon aşağıdaki şekildedir :

İndisler :

m : makina

o : operasyon

k : parça

p : proses planı

Karar Değişkenleri ve Parametreler :

$$Y_{kp} = \begin{cases} 1 & \text{eğer parça } k, p \text{ proses planında üretiliyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$X_{mo}(k, p) = \begin{cases} 1 & \text{eğer makina } m, p \text{ proses planında } k \text{ parçası için } o \text{ operasyonu} \\ & \text{gerçekleştirmede kullanılıyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$a_o(k, p) = \begin{cases} 1 & \text{k parçası p proses planında, o operasyonu gerçekleştiriyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$a_{mo} = \begin{cases} 1 & \text{eğer m makina o operasyonu gerçekleştiriyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$C_{mo}(k,p)$ = (k,p) kombinasyonu için, m makinasının o operasyondaki işlem maliyeti.

$t_{mo}(k,p)$ = (k,p) kombinasyonu için, m makinasının o operasyonunun işlem süresi.

d_k : k parçasının talebi.

C_i : İşlem Süresi

T : İşçilik Saat Ücreti

M : Amortisman Maliyeti

t_m : m makinasının kullanılabilme süresi

$$\text{Operasyon Maliyeti} = C_{mo} = C_i(T + M) \quad (3.1)$$

Parça-rota seçimi için tasarlanan matematiksel model aşağıda gösterilmiştir :

$$\text{MIN } f = \sum d_k \cdot C_{mo}(k,p) \cdot X_{mo}(k,p) \quad (3.2)$$

Kısıtlar

$$\sum Y_{kp} = 1 \quad \text{her k parçası için.} \quad (3.3)$$

$$\sum a_{mo} \cdot X_{mo}(k,p) = a_o(k,p) \cdot Y_{kp} \quad \text{her o, k, p için} \quad (3.4)$$

$$\sum d_k \cdot X_{mo}(k,p) \cdot t_{mo}(k,p) \leq t_m \quad \text{her m makinası için} \quad (3.5)$$

$$X_{mo}(k,p) = (0,1) \quad \text{her m makinası için.} \quad (3.6)$$

$$Y_{kp} = (0,1) \quad \text{her k parçası için.} \quad (3.7)$$

3.3. İkinci Aşama : Makina Hücreleri ve Parça Ailelerinin Oluşturulması

Bu aşamada, birinci aşamadaki çıktı, girdi olarak ele alınmaktadır. İkinci aşama, tasarım ile üretim arasındaki en önemli aşama olan proses planlamasıdır. Bu aşama her üretim hücresine tahsis edilecek makinalar ile bu makinalardan geçecek benzer parçaların gruplandırılması ile ilgili çalışmayı ihtiva etmektedir.

Parça ailelerinin bulunmasında kullanılan yöntemin amacı, bir parçanın hücre dışındaki operasyon sayısını minimum kılmaktır. Bu nedenle parçalar operasyonlarının çoğunluğunun gerçekleştirildiği hücrelere atanırlar. Böylece, aynı imalat kaynaklarına ihtiyaç duyan parçalar aynı parça ailesi içinde gruplanmış olacaktır. Burada göz ardı edilmemesi gereken bir nokta bir hücredeki makina sayısının minimum iki, maksimum oniki olmasıdır.

Yapay sinir ağları bazlı bir sezgisel kümelendirme yöntemi kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarının GT ve kümelendirme alanlarındaki kullanılmaları ve üretim akış analizi gibi prosedürlere destek olması, amaçları ile sunulmaktadır. Parça-makina gruplaması problemi için, benzerlik katsayılarını kullanan bir yapay sinir ağı kümelendirme algoritması ele alınmış, satırları makinalardan, sütunları parçalardan oluşan bir ilişki matrisinde, her bir satır (makina), çok boyutlu uzayda bir vektör gibi düşünülebilir. Burada, her bir boyut, farklı bir parçaya karşı gelir ve toplam boyut sayısı tüm makinalarda işlenen parça sayısıdır. Bu şekilde belirlenen makinalar uzayda aynı doğrultuda olan bir vektörler grubuna tekabül eder.

Buradaki yaklaşımın temel avantajı, ilişki matrisinin tümünün hafızada tutulmasını gerektirmemektir. Her bir adımda sadece bir satır vektörü işlenmektedir. Böylece yüzlerce satırlı problemler, “mainframe” bilgisayarlarda hiçbir zorlukla karşılaşmadan ele alınabilirler (LIPPMAN, 1987).

YSA sınıflayıcıları başlıca iki grupta toplanırlar (LIPPMAN, 1987).

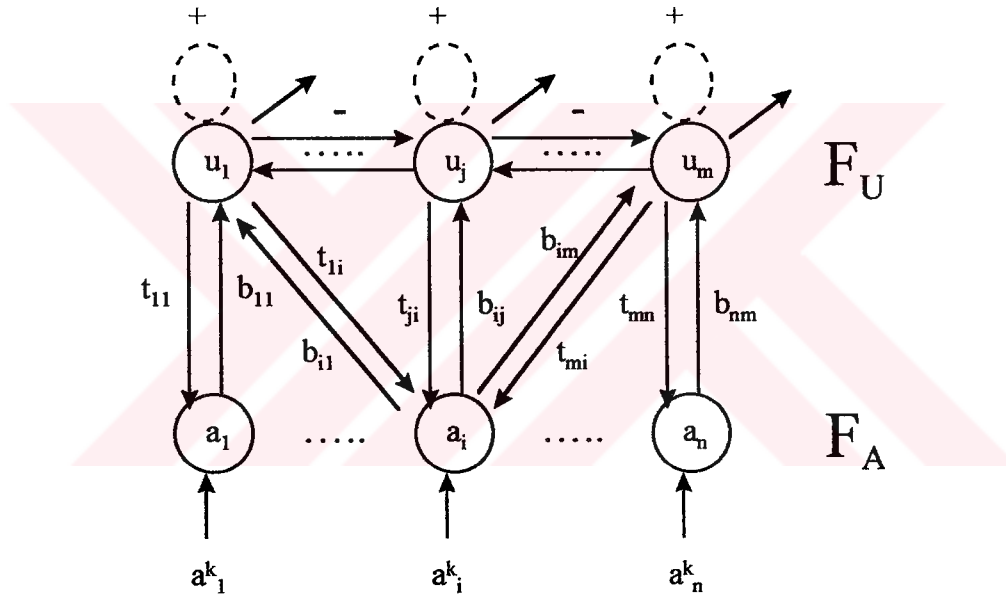
0-1 değerli girdi ile çalışanlar ve

Sürekli değerli girdi ile çalışanlar.

Burada, GT uygulamalarındaki parça-makina ilişki matrisinin 0-1 değerli olmasından ötürü, doğal olarak ilk grup sinir ağı tercih edilmiştir. Bu ilk gruptan, Carpenter-

Grossberg (C-G) sinir ağı kullanılmıştır. Bu ağ endüstri tipi büyük boyutlu problemlerin çözülebilmesine imkan vermektedir.

Carpenter-Grossberg sinir ağında öğrenme eğitici öğrenmedir. Eğitici öğrenmede, ağ doğru çıktılara ilişkin hiçbir ön bilgi beslenmez. Girdi vektörleri ardışık olarak sisteme sunulduğunda, ağ bunları benzerliklere dayanarak değişik sınıflara ayırır. Herbir sınıfı temsil etmek için bir örnek vektör kullanılır. Örnek vektör yaratıldıktan sonra, ona benzeyen yeni vektörler bulunduğunda güncelleştirilir. Tüm girdiler ağa beslenirken farklı vektör kümelerini temsil etmek üzere birden fazla örnek vektör yaratılır.



Şekil 3.2. Carpenter-Grossberg Yapay Sinir Ağı

C-G YSA'nın başlıca bileşenleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Ağ, girdi (karşılaştırma) ve çıktı (tanıma) olmak üzere iki katmanlıdır. Girdi katmanındaki girdi (karşılaştırma) ve çıktı (tanıma) olmak üzere iki katmanlıdır. Girdi katmanındaki sinir hücresi (ing : neuron) sayısı girdi vektöründeki eleman sayısına eşittir. Eğer, girdi verileri makina satırları ve parça sütunları şeklinde sunulmuşsa, bu durumda, girdi vektöründeki eleman sayısı tüm makinalar için gereken toplam parça sayısıdır. Bunlar 1'den N'ye kadar numaralanmıştır. Girdi katmanındaki tüm sinir hücreleri çıktı katmanındaki tüm sinir hücrelerine (aşağıdan-yukarı ve yukarıdan-aşağı şeklinde) bağlıdır. Tanıma katmanındaki sinir hücrelerinin çıkışı girdi vektörünün sınıfını

belirler. Buna göre, çıktı katmanında gereken sinir hücresi sayısı, girdi vektörünün ait olabileceği maksimum beklenen sınıf sayısına karşılık gelir. Bunlar 1 'den M 'e kadar numaralandırılmıştır. Çıktı katmanının çıktıları ayrıca girdi katmanına geri beslenmektedir. Ağa girdiler beslenmeye başladığında, ilk girdi vektörü ilk küme için örnek vektör olarak atanır. Çıktı katmanındaki ilk sinir hücresinin bu sınıfı belirlemesi sağlanır. Bu örnek vektör, söz konusu sinir hücresine bağlı ağırlıklarla temsil edilir. Bir sonraki girdi beslendiğinde, bu ilk kümenin örnek vektörü ile karşılaştırılır. Eğer bu girdi, önceden belirlenmiş bir eşik değeri (ing : threshold) 'nın limitleri içinde kalıyorsa ilk kümeye alınır ve ilk kümenin örnek vektörü yeni girdi vektörüne göre güncelleştirilir. Eğer girdi vektörü örnek vektöre benzemiyorsa, yeni bir kümenin örnek vektörü olur ve çıktı katmanındaki ikinci sinir hücresi ile ilişkilendirilir. Bu süreç tüm girdiler için tekrar edilir ve küme sayısı belirlenir. Bu aşamada KSC92 (KAPARTHI ve SURESH, 1992) algoritması kullanılmıştır.

KSC92 algoritması aşağıdaki gibidir (KAPARTHI ve SURESH, 1992) :

Adım 1 :

Aşağıdan-yukarı ve yukarıdan-aşağı bağlantı ağırlıklarını başlangıç durumuna getir, ρ 'yu seç :

$$\text{Yukarıdan -aşağı bağlantı ağırlıkları : } t_{ij}(0) = 1 \quad (3.8)$$

$$\text{Aşağıdan-yukarı bağlantı ağırlıkları : } b_{ij}(0) = 1/(1+N) \quad (3.9)$$

Tüm girdi, $i = 0,1,\dots,(N-1)$ ve

tüm çıktı, $j = 0,1,\dots,(M-1)$ düğümleri için;

Eşik değerini $0 \leq \rho \leq 1$ olarak seç.

Adım 2 :

0-1 x_i elemanlarından oluşan yeni girdi vektörü X 'i uygula.

Adım 3 :

Eşleşme (ing : matching scores) puanlarını hesapla:

Her bir çıktı sinir hücresi j için μ_j çıktısı

$$\mu_j = \sum_i b_{ij}(t) x_i \quad x_i \in X \text{ ve } j = 0,1,\dots,(M-1) \quad (3.10)$$

olarak hesaplanır.

Adım 4 :

En iyi eşleşen örneği, yani maksimum çıktıya sahip sinir hücresini (θ) seç:

$$\mu_{\theta} = \max \{ \mu_j \} \quad (3.11)$$

Diğer tüm sinir hücrelerinin çıktıları sıfırlanır. Eşit maksimumlar arasından küçük j 'yi seç.

Adım 5 :

En iyi eşlenen örneğin benzerliğinin test edilmesi:

$$\|X\| = \sum_i x_i \quad (3.12)$$

girdi vektöründeki '1' lerin sayısını hesapla

$$\|T \cdot X\| = \sum_i t_{i\theta} x_i \quad (3.13)$$

girdi vektörü ve en iyi eşlenen örnek vektördeki tam çakışan '1' lerin sayısını hesapla.

Eğer benzerlik :

$$\frac{\|T \cdot X\|}{\|X\|} > \rho \quad (3.14)$$

ise adım 7 'ye, aksi halde adım 6 'ya git.

Adım 6 :

En iyi eşleşen örneği geçici olarak geçersiz kıl. Adım 4 'te seçilen en iyi eşlenen sinir hücresinin çıktısı sıfıra eşitlenir. Diğer çıktılar daha önceden sıfırlanmıştı.

Adım 3 'e git. Adım 3 'te çıktı katmanından, yeni sınıfı temsil etmek üzere, yeni bir vektör seçilir.

Adım 7 :

En iyi eşleşen örneği güncelleştir.

$$t_{i\theta}(t+1) = t_{i\theta}(t) \cdot x_i \quad (3.15)$$

$$b_{i\theta}(t+1) = \frac{t_{i\theta}(t) \cdot x_i}{0.5 + \sum_i t_{i\theta}(t) \cdot x_i} \quad (3.16)$$

Adım 8 :

Adım 6 'da geçersiz kılınan sinir hücrelerini geçerli hale getirerek Adım 2 'ye git ve tekrarla.

3.4. Üçüncü Aşama: İstisnai Parçalar için En Uygun Çözümün Bulunması

Bu aşamada, ikinci aşamadaki çıktı, girdi olarak ele alınmaktadır. Çoğunlukla parçaların tüm işlemleri bir hücrede tamamlanamamakta ve hücreleri dışındaki hücrelerdeki makinalarda operasyona uğramaktadır. Böyle parçalara istisnai parça denir. İstisnai parçaların işleme girdikleri makinalar genellikle darboğaz olmaktadır.

Bir çok araştırmacı en uygun hücreleri oluşturmak için çok sayıda metodlar önermişlerdir. Hücreler oluşturulduktan sonra hücrelerin dışında kalan istisnai parçalar ile fazla ilgilenmemişlerdir. Bu konuda yapılan çalışma sayısı çok azdır. İstisnai parçalar için bir çok alternatif önerilmiştir : (CHAN ve MILNER, 1982; KUMAR ve VANNELLI, 1987 ; KING, 1980; KING ve NAKORNCHAI, 1982; LOGENDREN, 1992; SEIFODDINI, 1989; KERN ve dig. 1992; SHAFER ve dig. 1992; SARKER ve YU, 1994)

Tüm olan alternatifler aşağıda listelenmektedir :

1. Parçalar yeniden tasarlanarak aynı hücre içinde işlenmesi sağlanmalı.
2. Yeni makinaların satın alınması için bütçe oluşturulmalı.
3. İstisnai parçalar kümesi oluşturulmalı.
4. İstisnai parçalar fason yaptırılmalı.
5. İstisnai parçalar için darboğaz makinalar satın alınmalı.
6. İstisnai parçalar için hücreler arası hareket izin verilmeli.
7. İstisnai parçalar için yeni makina yatırımlarını yapılmalı.

Bu çalışmada söz konusu olan alternatiflerin büyük çoğunluğunu kapsayan bir model tasarlanmaya çalışılmıştır. Geliştirilen modeldeki temel amaç; malzeme akışını basitleştirmek ve proses içi stokları azaltılmak amacıyla maliyetleri minimize eden, en iyi politikayı belirleyecek olan matematiksel programlama modelini oluşturmaktır. İki hücre arasındaki uzaklık bir olarak kabul edilmiştir. Birinci hücreden ikinci hücreye taşınan parçaların hücreler arası hareketinden dolayı oluşan maliyet bir ile, birinci hücreden üçüncü hücreye taşınan parçaların hücreler arası hareketinden dolayı oluşan maliyet iki ile çarpılır. Diğer hücrelerinde birbirinden uzak olma durumuna

göre, bu şekilde hücreler arası taşıma maliyeti hücreler arası uzaklık katsayısı ile çarpılır. Programın oluşturulması sonucunda :

1. Parçanın fason yaptırılmasına,
2. Parçanın hücreler arası hareketine,
3. Yeni makina yatırımlarına karar verilmeli.

Parçanın üretiminde fason, hücreler arası taşıma ve yeni makinaların satın alınmasının getireceği maliyetler karşılaştırılarak en uygun olan maliyet seçilir. Burada yıllık makina kullanım kapasiteleride göz önüne alınmıştır. Parçanın üretimi için yeni makina satın alınmasına karar verilmişse ve yeni satın alınan makinanın kapasitesi parçanın üretimi için yeterli gelmiyorsa, geriye kalan parçaların üretimi için hücreler arası hareketine veya fason yaptırılmasına karar verilir. Eğer hücreler arası hareketine karar verilmiş ve makinanın yıllık kullanımından kalan kapasitesi parçanın üretimi için yeterli gelmiyorsa, geri kalan parçanın üretimi fason yaptırılır. Bu üç alternatifte göre bir parçanın üretimi için yalnız biri, ikisi veya üçü ortak olarak kullanılır.

Tamsayılı matematiksel modelde aşağıdaki notasyonlar kullanılmıştır :

İndisler :

f : Hücre	$f = 1, 2, 3, \dots, s$
i : Parça	$i = 1, 2, 3, \dots, p$
j : Makina	$j = 1, 2, 3, \dots, m$
k : İstisnai parça hücresi	$k = 1, 2, 3, \dots, s$

Karar Değişkenleri ve Parametreler :

p : f . hücredeki istisnai parça sayısı

m : f . hücredeki işler tarafından ortaya çıkan darboğaz makina sayısı

s : Hücre sayısı

$|k - f|$: Hücreler arası uzaklık katsayısı

X_i : Fason yaptırılan i . parça sayısı

Y_{if} : f . hücresinde üretilen i . parça sayısı

Z_i : i. parçasının üretimi için hücreler arası transfer sayısı

Y_{ji} : i. parçasının üretimi için j. makinasının satın alınma sayısı

Z_{ji} : imalat hücresi içinde bulunmayan j. makina tipi nedeniyle i. parçasının üretimi sırasında gerekli hücreler arası transfer sayısı

S_{ji} : i. parçasının üretimi için j. makina tipini artırmanın yıllık maliyeti

F_i : i. parçasının bir birimini fason yaptırmanın ek maliyeti

H_{ji} : hücre içinde i. parçasını j makinasına hareket ettirmeye karşı, hücre dışında i.parçasını j. makinasına hareket ettirmenin ek maliyeti (bu maliyet aynı zamanda hücreler arası transfere sahip olmanın olumsuz etkisini yansıtabilir).

D_i : i. parçasının yıllık tahmin edilen talebi

K : j makina tipinin yıllık kapasitesi

L : j. makinasında i. parçasının üretimi için kullanılan kapasite

T_{ji} : j. makinasında i. parçasının üretimi için kullanılan işlem süresi

İstisnai parçalar için tasarlanan tamsayı matematiksel model aşağıda verilmiştir :

$$\text{MIN} \sum_{f=1}^s \left[\sum_{i=1}^p F_i X_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^s |k-f| H_{ji} Z_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^p S_{ji} Y_{if} \right] \quad (3.21)$$

Kısıtlar

$$X_i + Z_{ji} + Y_{ji} = D_i \quad \begin{array}{l} \text{Her } i = 1,2,3,\dots,p \text{ için} \\ \text{Her } j = 1,2,3,\dots,m \text{ için} \end{array} \quad (3.22)$$

$$\sum_{j=1}^m Y_{ji} - Y_i \leq 0 \quad \text{Her } i = 1,2,3,\dots,p \text{ için} \quad (3.23)$$

$$\sum_{j=1}^m Z_{ji} - Z_i \leq 0 \quad \text{Her } i = 1,2,3,\dots,p \text{ için} \quad (3.24)$$

$$\sum_{i=1}^p T_{ji} Y_{ji} \leq K \quad \text{Her } j = 1,2,3,\dots,p \text{ için} \quad (3.25)$$

$$\sum_{i=1}^p T_{ji} Z_{ji} \leq (K - L) \quad \text{Her } j = 1,2,3,\dots,m \text{ için} \quad (3.26)$$

3.5. Dördüncü Aşama: Grup İçi Düzenleme Analizi Programı

Bu aşamada, üçüncü aşamadaki çıktı, girdi olarak ele alınmaktadır. Ana grup veya herhangi bir grup içinde akış hatları çok farklı akış modelleri oluşturur. Akış modellerinin seçiminde cevap bekleyen sorular çok çeşitlidir. Buradaki soru :

Hangi parça veya parça ailesi, hangi tip akış hattından geçirilirse toplam akış mesafesi en kısa olur.

SINGLETON, (1962) bütün rotaları ortak bir uzunluk ölçeğine dönüştüren ve onların ortalama konumlarını esas alarak analiz eden, basitleştirilmiş bir yaklaşım sundu. MOORE, (1962) hat üzerindeki her bir işlem için istenen ortalama konumu hesaplayan ardışık ihtiyaç tekniği adı verilen benzer bir yaklaşımı açıkladı. HOLLIER (1963) aşağıdaki iki kriterden birini kullanan hattaki çalışma istasyonlarını düzenleyen metodu kullandı :

- Ardışık hareketlerin maksimum yapılması
- Geri dönüş uzunluğunun azaltılması

Bir akış hattında her bir makinadan yalnız bir makinanın kullanımına izin verecek şekilde bir sıralama vardır. Gerçek bir üretim tasarımı probleminde ilave makinalar çok yaygındır ve aynı zamanda modern bir üretim biriminde üretim hattında paralel makinalara izin verilmesi üretim sisteminin esnekliğini artırır.

CARRIE (1975) problemin daha genel bir hali olan bir akış hattında farklı tipten birden fazla makinanın bulunması konumunu inceledi. Bu sorun her operasyondaki iş yükünün göz önüne alınması ve yeni makinalar eklendiğinde makinaların kapasite limitlerinin hesaplanması nedeniyle çok karışıktır. CARRIE (1975) çok parçalı bir akış hattı oluşturmak için üç kademeli bir işlem önerdi. Bu işlem önce geriye dönüş hareketi mevcut olmayan iş istasyonlarında, tek hatlı olarak düzenlendi. Bu daha sonra ekonomik olmayan iş istasyonlarını elimine etti. ve operasyonları, hattaki diğer iş istasyonlarına yönlendirdi.

Genellikle, eliminasyon işleminden sonra birçok alternatif çözümler sağlanabilir. En sonunda, bilgisayar simülasyonları ile alternatif çözümler karşılaştırılır ve en iyi olanı seçilir. Sıralanmış iş istasyonlarının eliminasyonu daha çok tasarımcının deneyimine ve kişisel çabasına bağlıdır. Böylece, subjektif eliminasyon yaklaşımı birçok seçenek olmasına rağmen verimsiz hale gelir.

Bu aşamada çoklu üretim akış hattı tasarımı için iki alternatif çözüm üretildi. ANEKE ve CARRIE (1986) seyahat tablosu metodu ve YING-CHIN HO ve dig. (1993) sezgisel model benzetme metodu karşılaştırılması sonucunda, sezgisel model benzetme metodunun akış mesafesini kısalttığı gözlenmiştir. Performans ölçümü olarak, toplam akış mesafesi kullanılmıştır. Akış mesafesini hesaplamak için, iki iş istasyonu birbirine bağlayan hatların uzunluğu bir olarak alınmıştır.

Çoklu bir montaj üretiminin düzen tasarımının optimizasyonunda, malzeme akışının analizi anahtar bir unsurdur. Çoklu bir üretim biriminde aynı aile grupları içinde üretilenler genellikle benzer operasyonları ihtiva ederler. Bununla beraber bu işlemlerde ve bu üretimlerin arasında işlem sırasında bazı farklılıklar görmek mümkündür. Çoklu üretim akış çizgilerinin planı için kullanılan tasarım tekniği, bu üretilenlerin işlem sırası arasındaki farkı çözebilmelidir. İyi bir plan tasarımındaki ideal malzeme akışı çoğunlukla ardışık akış şeklinde olmalıdır. Ardışık akış genellikle daha küçük akış mesafesinde, üretim işleminin daha kolay kontrolüne ve daha kolay malzeme akışına sahiptir.

3.5.1. Akış hatları tasarım yöntemi (ANEKE ve CARRIE, 1986)

Bugün yeni bir model üretiminin yaşam süresi çok daha kısa ve üretim çeşitliliği daha geniştir. Sonuç olarak, üretim birimi artık çok hacımlı üretim için değildir. Bunun yerine üretim birimi çoklu üretim içindir. Bir çoklu üretim akış hattında ANEKE ve CARRIE'den (1986) gözlenebileceği gibi dört tip akış hareketi vardır. Bunlar, tekrar işlemi, sıralı, kısa devre ve geri dönüş hareketidir. Bu dört ardışık hareketin ardışık akış olması istenir. Çünkü bunlar, tek yönlü hareketlerdir. Bununla beraber, işlem dizilerindeki ve kendi kendine işlemlerdeki, işlem sayısındaki değişimler sebebiyle geri izleme hareketi olmadan bütün dizileri birbirine uygun hale getirecek bir yönlendirme (iş istasyonu dizisi) mümkün değildir. Geri izlemeli akış, akışı karmaşık bir hale getirip akış yönünü bozduğundan en az istenen bir hareket tipidir. Tekrar edilen işlemleri bir araya toplama işlemi gibi değerlendirerek akış hattı analizinde ihmal edilebilir. Kısa devre akış, her ne kadar akışın yönünü değiştirmesede akışı karmaşık hale getirebilecek dizi sıçraması oluşturur. Daha fazla ardışık akış hareketi bulunan bir düzende şu alanlarda daha iyi performans sağlanabilir. Küçük akış mesafesi, daha

kolay malzeme akış ve daha verimli üretim sağlar. Diğer taraftan bir çok geri izleme hareketi bulunan düzende genellikle daha büyük akış mesafesine ve çok zor ve karışık bir malzeme akış problemine sahiptir. Akış analizinin esas amacı, düzendeki akış hareketlerinin düzgün ve tek yönlü olacağı mantıksal bir düzen tasarımını sağlamaktır.

Akış hatları tasarım yöntemi (ANEKE ve CARRIE, 1986) adımları :

1. Dolaşım diyagramından, her makina için toplam ‘buraya’ lar (TT) ile toplam ‘buradan’ ları (TF) hesapla.

$$TT_i = \sum_{j=1}^N NP_{ji} \quad TF_j = \sum_{i=1}^N NP_{ij} \quad (3.27)$$

Burada NP dolaşan parçaların sayısı ve N makina tipi sayısıdır.

2. Hesaplanmış TF ve TT’li bir akış hattı türetme tablosunu kur.
3. İşlem sırası diyagramındaki (İSD) her parçanın (veya parça ailesinin) ilk makinası için, minimum ‘buraya’ ya sahip ($TT_{\min}$ olan) makinayı, diyelim Q’yu bul.
Her parçanın bu makinadaki pozisyonu n olsun.
4. Eğer birden fazla makina aynı $TT_{\min}$ ’a sahipse, en büyük ‘buradan’ a sahip ($TF_{\max}$) olan biri seçilir.
5. Baştan sona gidecek şekilde akış hattının başlangıçına makina Q’yu yerleştirin.
6. Parçaların ilk makinaları diyelim NF olan tüm Q’lu parçalar için, Q’nun TF’lerini aşağıdaki şekilde güncelleştirin:

$$TF(Q)_n = TF(Q)_n - \sum_i^{NF} NP_i \quad (3.28)$$

Benzer olarak, daha önceki seçimlerde silinmemiş TT olması şartıyla (TT’nin sıfır olmaması hali). İSD’deki n+1 pozisyonundaki makinanın diyelim R’nin TT’sini güncelleştir:

$$TT(R)_{n+1} = TT(R)_{n+1} - NP_i \quad (3.29)$$

7. Her NF durumdaki Q'nun mevcut pozisyonundan yani n'den Q'yu çıkarınız.
8. İSD'deki her parçanın son makinası için $TF_{\min}$ 'e sahip olan makina diyelim S' i bul. Her parçadaki bu makinanın pozisyonu m olsun.
9. Eğer birden fazla makina aynı $TF_{\min}$ 'e sahipse, $TT_{\max}$ 'a sahip olan biri seçilir.
10. Başa doğru olacak şekilde akış hattının sonuna makina S'yi yerleştirin.
11. 3.'cü kuraldaki $TT_{\min}$ ve 8.'ci kuraldaki $TF_{\min}$ 'in her ikisi de sıfır ise, iki makinada eş zamanlı olarak akış hattına aynı anda atanabilir.
12. Parçaların son makinaları diyelim NG olan tüm S'li parçalar için, S'in TT'lerini aşağıdaki şekilde güncelleştirin:

$$TT(S)_m = TT(S)_m - \sum_j^{NG} NP_j \quad (3.30)$$

Benzer olarak, daha önceki seçimlerde silinmemiş TF olması şartıyla, İSD'deki m-1 pozisyonundaki makinanın diyelim T'nin TF'sini güncelleştir:

$$TF(T)_{m-1} = TF(T)_{m-1} - NP_j \quad (3.31)$$

13. Her NG durumundaki S'nin mevcut pozisyonundan yani m'den S'i çıkarınız.

3.5.2. Sezgisel Model Benzetme Metodu (HO YING-CHIN ve dig. 1993)

Sezgisel model benzetme algoritması akış hattı oluşturmada geleneksel hat yapısını kullanır. Sezgisel model benzetme metodu düzenleme işleminde, parçalar arasındaki sıralama benzerliğine önem verir ve akış hattı düzenlemesinde sıralama benzerliği bilgileri kullanılır.

Sezgisel model benzetme metodun da üç esas kademe vardır. Birincisi aday parçasının seçildiği seçme kademesidir. Aday parça sıralaması, farklı operasyonları (makina / iş istasyonu) içeren akış yönü olan, düzenlenen akış hattına uyarlanır. Aday parça seçimi esas olarak parça sıralaması ve düzenlenen akış hattının sıralaması arasındaki sıralama benzerliğine dayanır. Düzenlenen akış hattı ile en yüksek sıralama benzerliğine sahip olan parça seçilir. Bir sıralama benzerliği ölçümü metodu olan

“uygunluk indeksi ve sıralama benzerliği sabiti”, bu metodta tanımlanacaktır. İkinci kademe olan, sıralamanın düzeltilmesi ile oluşturulan, düzenleme kademesinde aday parça sıralaması akış hattına eklenebilir. Üçüncü kademe olan eliminasyon kademesinde, yararsız ve ekonomik olmayan iş istasyonları yada makinalar, düzenlenen akış hattından çıkartılması işlemi gerçekleştirilir.

• Uygunluk İndeksi ve Sıralama Benzerliği Sabitinin Hesaplanması

Önerilen algoritmada, Sıralama Benzerliği Sabiti denilen bir işlem sıralama benzerliği ölçümü olarak kullanılır. Sıralama Benzerliği Sabiti (CO) hesaplanırken, öncelikle uygunluk indeksi tanımlanır. Bir parçanın sıralanmasının uygunluk indeksi, akış yönünün sıralanması ile düzensiz sıralanmış veya kısadevre ilişkisine sahip, parça sıralamasındaki operasyon sayısı ile tayin edilen bir akış yönü ile karşılaştırılır. İki tür uygunluk indeksi vardır. İleri uygunluk indeksi ve geri uygunluk indeksidir. Bu iki uygunluk indeksi, parçanın akış hattının ilerisi ve gerisinin sıralaması ile operasyon sıralaması karşılaştırılarak hesaplanır. İleri uygunluk indeksi ve geri uygunluk indeksini hesaplama aşaması şekil 3.3.a ve şekil 3.3.b’ deki akış diyagramlarında anlatılmıştır. Önce her iki yöndeki uygunluk indeksi hesaplanır. Bu parçanın sıralama benzerliği sabiti her iki uygunluk indeksi toplamının bu parçadaki operasyon sayısının iki katına bölünmesi ile hesaplanabilir.

Parça benzerlik sıralaması sabitini hesaplama prosedürü :

$$CO_i = (CF_i + CB_i) / (2 \times N_i) \quad (3.32)$$

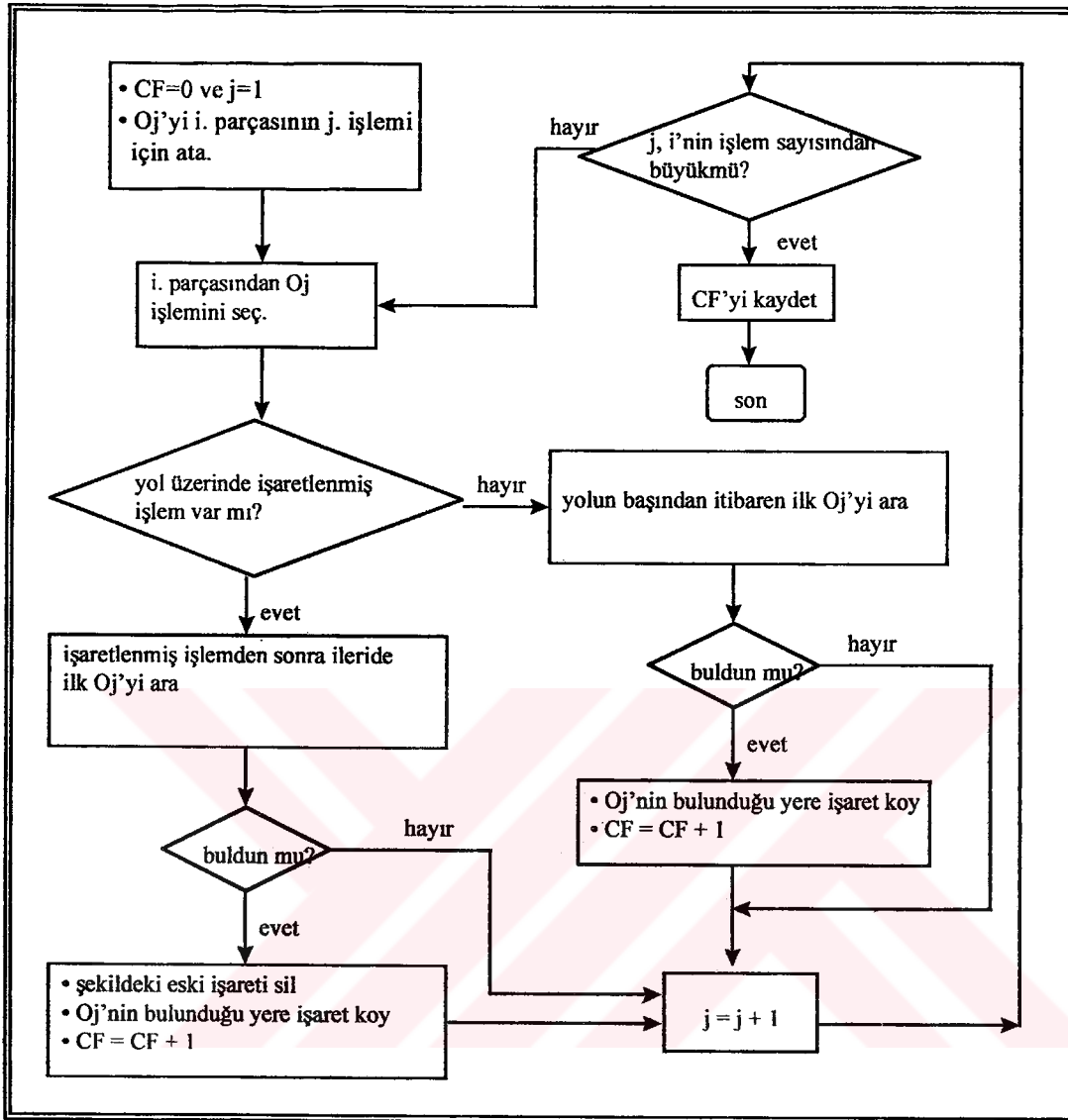
CO_i = i. parçasının benzerlik sıralaması sabiti

CF_i = İleri yönde uygunluk indeksi

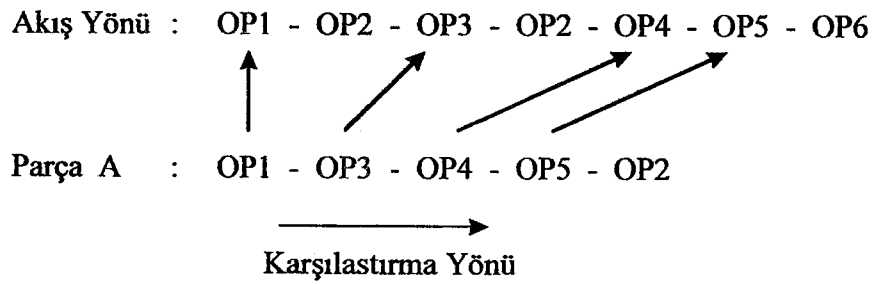
CB_i = Geri yönde uygunluk indeksi

N_i = i. parçasındaki operasyon sayısı

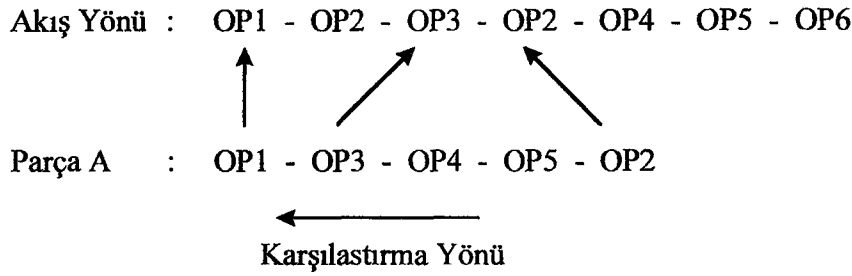
Burada sıralama benzerliği sabiti CO değerinin hesaplanmasını açıklamak için bir örnek verilmiştir. 1-2-3-2-4-5-6 olan bir akış yönümüz olduğunu varsayalım :



Şekil 3.3a. Bir iş sıralama ve bir akış yönü arasındaki ileri uygunluk indeksinin hesaplanma prosedürü



Şekil 3. 4. İleri uygunluk indeksinin bulunmasında Karşılaştırma işlemi

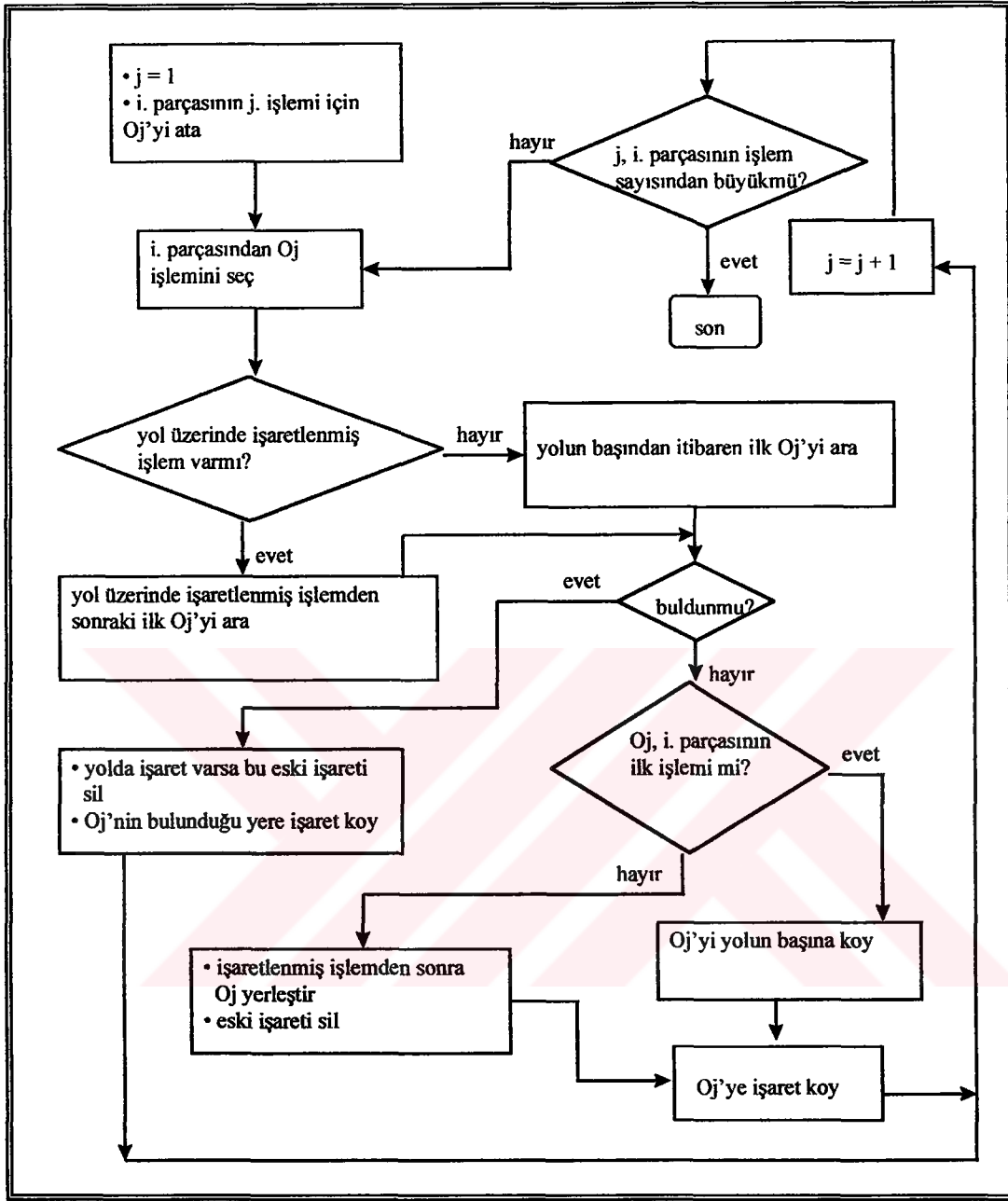


Şekil 3. 5. Geri uygunluk indeksinin bulunmasında Karşılaştırma işlemi

Geri uygunluk indeksi, karşılaştırma ve araştırma yönünün geri olmasının dışında, ileri uygunluk indeksindeki gibi aynı yolla bulunabilir. Geri uygunluk indeksinin temini için karşılaştırma aşaması şekil 3. 5 'de gösterilmiştir. Gerileri araştırırken, parça A 'nın son operasyonu, OP2, akış hattında bulabiliriz. OP2 'den gerileri bulmaya devam ederek, OP5 ve OP4 'ü bulamayız. Bununla birlikte, akış hattından OP2 'den önce OP3 'ü ve OP3 'den önce de OP1 'ri bulabiliriz. Geri uygunluk indeksi 3 'dür. parça sayısı 5 olduğu sürece, 3.32 'deki formülü uygulayarak, parça A için akış yönü ile CO değeri 0.7 bulunur.

Sezgisel Model Benzetme metodu adımları aşağıda açıklanmıştır.

1. En fazla operasyon sayısına sahip olan parçayı seç. Bu parçanın sıralanmasını düzenlenen akış hattının başlangıcı olarak kullanın (CFL).
 2. Geriye kalan her parça için, CFL ile sıralama benzerliği katsayısını hesaplayın.
 3. Bir sonraki parçanın seçimi için, onun CO değerine bağlıdır. CO oranı büyük bir parça, onun benzerliğinin CFL'nin benzerliği ile aynı olduğu anlamına gelir. Böylece aday parça için en yüksek CO değerine sahip parça seçilmiş olacaktır.
 4. Daha sonra, aday parçanın sıralanışının, akış hattı için geçerli olan CFL'nin sıralanışına uygunluğu sağlanacaktır. Akış hattı için geçerli olan CFL ileri ve geri yönlerde düzelterek, iki tane CFL akış hattı oluşturulur. Her yön için düzeltme işlemi akış diyagramı şeklinde Şekil 3.6.a. ve 3.6.b.'de gösterilmiştir.
 5. Oluşturulan iki akış hattı CFL'yi kontrol et ve düzgünleştirilemeyen makina yada iş istasyonlarını elimine et. Aşağıdaki kuralları gerçekleştir :
- 5.1. Eğer sadece bir akış hattı CFL, varsa Bu akış hattı CFL olarak seçilir.

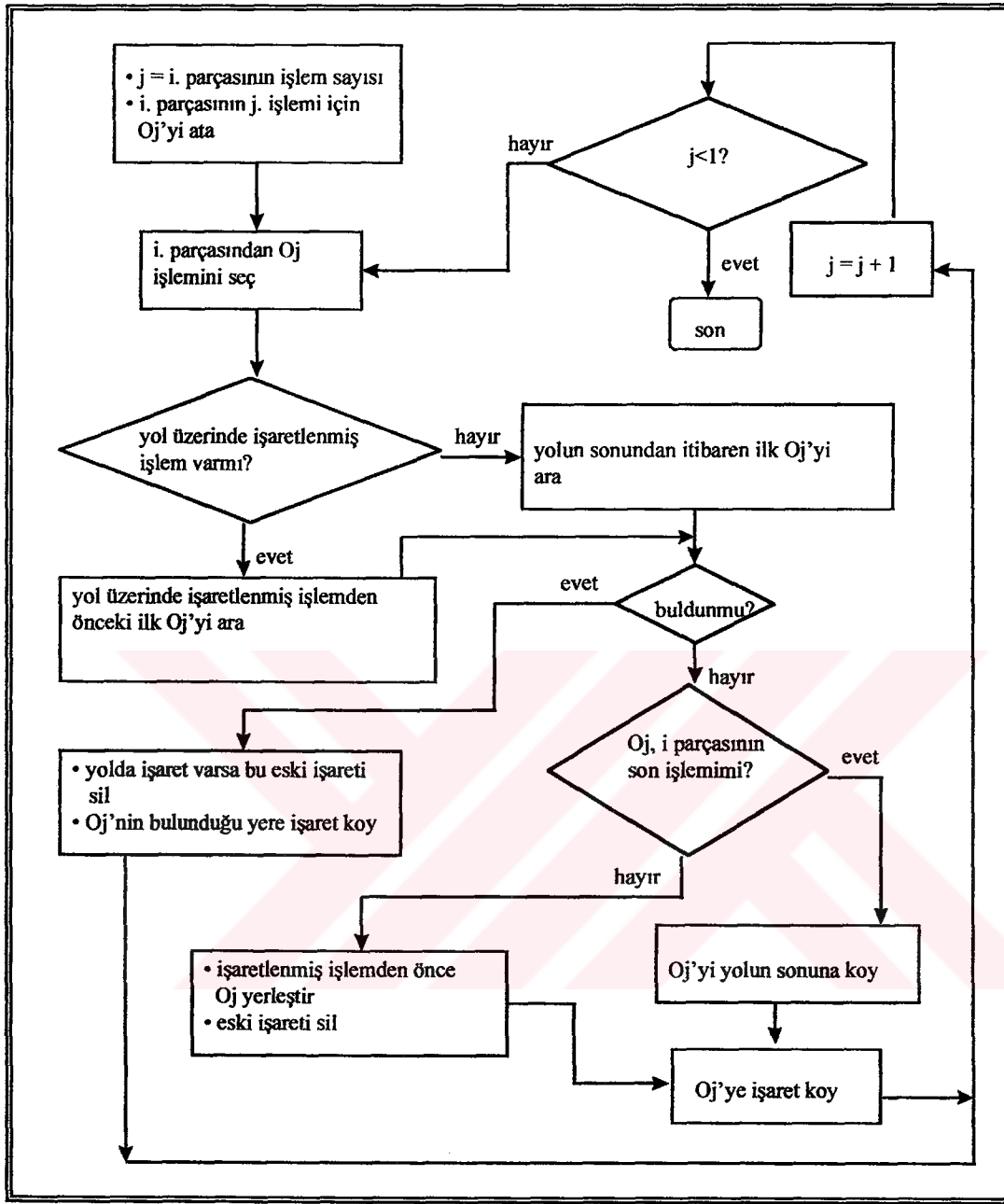


Şekil 3.6.a. Akış yönünün sezgisel model algoritması için ileri düzeltme prosedürü

5.2. Eğer iki akış hattı CFL varsa, daha kısa olan akış hattı seçilir.

5.3. Eğer iki akış hattı CFL'de düzgünleştirilemeyen makina yada iş istasyonlarının eliminasyonundan sonra, daha az geri dönüş akış mesafesi oluşturan akış hattı seçilir.

Eğer beraberlik var ise, keyfi olarak birini seç



Şekil 3.6.b. Akış yönünün sezgisel model algoritması için geri düzeltme prosedürü

6. Eğer CFL, artık yeni CFL'dir. (2) - (5)' arasındaki kuralları geri kalan parçaları için tekrar edin.

BÖLÜM 4. GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN ENDÜSTRİYEL BİR FİRMAYA UYGULANMASI

4.1. Firmanın Tanıtılması

1970 yılında, endüstriyel cam kap ve züccaciye ana girdilerinden biri olan kalıpların Şişe Cam Topluluğu içerisinde üretilmesi amacıyla kurulan kalıp fabrikası, bu ana görevin yanında 1973 yılında makina, 1979 yılında yedek parça üretimine başlayarak topluluğun büyük bir boşluğunu doldurmuştur. İlk kuruluş yeri olan Topkapı Şişe ve Cam Sanayii A.Ş. arazisindeki atölyenin yetersiz kalması üzerine 1983 yılında halen faaliyetini sürdürdüğü tesislere taşınmış ve 1989 yılında Şişe Cam Holding 'in yeni bir şirketi 'Camiş Makina ve Kalıp San. A.Ş.' olarak topluluktaki yerini almıştır. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. 'ne bağlı 11 kuruluş cam bazlı mamuller üretmektedirler . Bu kuruluşların üçünde düz cam, ikisinde oto camı, birinde cam elyafı, geriye kalan altısında ise ısıya dayanıklı türleri de içermek üzere cam eşya, sanayii kaplar laboratuvar malzemeleri üretilmektedir. Bu fabrikaların ihtiyaçları olan yedek parça ve kalıpların imalatı bu işletmede gerçekleştirilmektedir. Sistemde her ne kadar yedek parça ve makina üretimi yapıyor ise de sistemin en önemli fonksiyonu cam kalıp üretimidir. Bu nedenle çalışma cam kalıp üretim kısmında odaklanmıştır.

Kalıp üretim sisteminin en önemli ürünleri IS, H28, OTOPRES ve BORCAM kalıplarıdır. Kalıp üretiminde oldukça esnek bir üretim politikası vardır. Müşterilerin acil taleplerine göre iş sıralamada ani değişiklikler yapılabilmektedir. Bu nedenle çok amaçlı tezgahlar kullanılmaktadır. Talep değişikliklerine çok kısa sürede uyum sağlamayı hedefleyen fabrikada gündemdeki sorun sağlıklı termin verme ve maliyetlerin belirlenmesindeki aksaklıklardır. Öyleki gelen acil bir siparişle tezgaha bağlı parçalar sökülmekte, tezgah yeni parçalar için yeniden ayarlanmakta ve bu parçanın üretimine başlanmaktadır. Üretilmekte olan parça ile acil siparişle üretime alınan parça arasında şekil ve proses benzerliği şartı da olmadığından maliyetlerde ani

yükselme ve bazı parçaların terminlerine sadık kalmama durumları ortaya çıkmaktadır. Siparişi veren firma ani siparişlerinin neden olduğu maliyet artışını karşılamayı garantilemektedir.

Üretilen çok çeşitli kalıplarda büyük benzerlikler ortak özellikler bulunması, sorunun çözümünde GT yaklaşımının iyi bir öneri olacağını göstermektedir. Kalıp üretiminde son zamanlarda Taiwan ve Endonezya pazarı da gündeme gelmiştir. Günümüz rekabet ortamında, şirket yurtdışı pazarına müşteri kaçırmamak için acil olarak daha etkin bir üretim düzeni yaratmak durumundadır. Ayrıca üretim çalışmalarının bilgisayarla desteklenmesi de önemli bir konudur. GT bütün bu planların ilk adımıdır. Bu nedenle yönetim GT çalışmalarına sıcak bakmaktadır.

4.2. Uygulamada Analize Alınan Veriler

- Analize alınan parçayı sayısı 89
- Analize alınan makina sayısı 53
- Parçaların bazıları Kaynak / Isıl işlem / Elektroerozyon öncesi ve sonrası, olarak operasyonlarını tamamlarlar
- Bazı parçalar ise yalnız Kaynak / Isıl işlem / Elektroerozyon öncesinde operasyonlarını tamamlamaktadırlar.
- Bazı parçalar ise yalnız kaynak / Isıl işlem / Elektroerozyon sonrasında operasyonlarını tamamlamaktadırlar.
- Parçaların toplam operasyon sayısı maksimum '20', minimum '1' dir.
- Parçaların alternatif operasyonu maksimum '3' olabilmektedir.
- Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon öncesi hücrede 24 tip tezgah
- Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon sonrası hücrede 29 tip tezgah
- Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon öncesi hücrede 70 parçası operasyona girmekte
- Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon sonrası hücrede 75 parçası operasyona girmekte
- Hücreler oluşturulmadan önce tesviye ve parlatma gibi el işçiliğine dayalı operasyonların çıkarılmasına karar verilmiştir. Hücreler oluşturulduktan sonra ihtiyaç duyan hücrelere rahatlıkla tesviye ve parlatma masası yerleştirilebileceğinden bu varsayımın bir sakıncası bulunmamaktadır.

- Her bir makinanın kullanım kapasitesi 3810 saat olarak alınmıştır. Bu da bir yılda 254 işgünü ve üç vardiyeye karşılık gelir. Bir vardiye ise 5 saat olarak öngörülmüştür. Bu sayede, maliyet kriterlerine dahil edilmeyen hazırlık zamanı ve makina arızalanma zamanı için pay ayrılmıştır. Bir parçanın farklı makinalarda işlenmesi için gerekli hazırlık zamanları o parçayı işleyebilen tüm makinalar için aynı kabul edilmiştir. Bu sebepten dolayı, hazırlık zamanlarının getireceği maliyetlerde sadece amaç fonksiyonunun bir parçanın tüm operasyonlarını aynı oranda büyüteceği ve bunun en iyi rotayı seçmede etkisiz olacağı saptanmıştır. Bu anlamda, hazırlık zamanlarının doğurduğu hazırlık zaman maliyetleri bir kriter olarak maliyet bileşenine dahil edilmemiştir.
- Modelde operasyon maliyet bileşeni belirlenirken, her bir parçanın mümkün tüm makinalardaki amortisman maliyetleri, işçilik saat ücreti, işlem süresi, talebi göz önüne alınmıştır.
- Kullanılan tezgahlar Ek F.'de, her bir parçanın işlem süreleri operasyon bazında saat olarak ek G'de, her bir parça için saatlık işçilik maliyetleri operasyon bazında dolar olarak Ek H 'da, amortisman maliyetleri her bir makina için dolar bazında Ek I 'de hesaplanmıştır. Tüm maliyet kriterlerinin oluşturduğu toplam maliyet ise EK J 'de verilmiştir.

4.3. Geliştirilen Metodolojinin Uygulanması : Birinci Aşama

Parçanın üretimi için birden fazla alternatif rotası bulunmaktadır. Burada ki amaç her parçanın her operasyonu için en düşük maliyetli bir rotanın tesbit edilmesidir. Model, hücresele imalat sistemleri tasarımı için iki tür esneklik sağlamaktadır. Birincisi her bir parçanın her bir operasyonu için farklı tezgahların kullanıp, kullanılamıyacağı yönünde bir esneklik, ikincisi ise proses planı yönlü bir esnekliktir. Bu anlamda, proses planı ile kastedilen, örneğin bir parçanın üretiminde haddeleme yada ekstrüzyon gibi iki farklı yöntemin kullanılmasıdır. Operasyon maliyetlerini minimize eden en düşük maliyetli parçayı belirlemek için, parça-rota seçim problemi LIAO (1994) 'nın geliştirdiği bir tamsayılı programlama modeli, cam kalıp atölyesi verilerine göre formüle edilmiştir. Oluşturulan tamsayılı program LINDO Schrage (1987) 'de çözülmüş ve sonuçlar, tablo 4.1 ve tablo 4.2 'de sergilenmektedir

**Tablo 4.1. KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ HÜCREDE
Her Bir Parça İçin Minimum Maliyetli Rota**

Optimal Değer : \$818183.000

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
1	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	210 - 110 - 115 - 115 - 209 - 104 - Tesviye
2	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	210 - 110 - 103 - 112 - 112
3	IS - Finişör (Gömlekli)	194	210 - 110 - 115 - 115 - 209 - 104 - Tesviye
4	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	210 - 110 - 112 - 112 - 112
5	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	105 - 106
6	IS - Müldefon (Verti - Flow)	968	105 - 106
7	IS - Müldefon (Tahliye Delikli)	581	105 - 106
8	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	105 - 106
9	IS - Tampon (Yekpare)	2678	115 - 115
10	IS - Tampon (İki Parçalı)	670	115 - 115 - 212 - El işçiliği - 306 - El işçiliği - 603 - 303 - 106
11	IS - Huni	3208	104 - Parlatma - 212 - Tesviye
12	IS - Müldebak (Kaynaklı)	3443	210 - 110 - 104
13	IS - Müldebak (Kaynaksız)	626	210 - 110 - 104 - 208 - Parlatma - 208 - 603 - 603 - 603
14	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2119	210 - 110 - 104
15	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	116 - 116
16	IS - Ring (Soğutma Deliksiz)	2173	116 - 116
17	IS - Ring (Soğutma Delikli)	2173	116 - 116
18	IS - Kovan (Freze/Kaynaklı)	317	116 - 116
19	IS - Kovan (Freze/Kaynaksız)	105	116 - 116
20(21)	IS - Mondren	4198	104
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	115 - 115 - 115 - 303 - 306 - 212 - 212 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz)	360	115 - 115
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-Alt Delikli)	360	115 - 115
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	115 - 115
25(26)	IS - Mastör	929	115 - 115 - 119
26(27)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı)	598	116 - 116 - 116 - 115 - 303 - 304 - Tesviye
27(28)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı, Dişli)	86	116 - 116 - 116 - 115 - 120 - 212 - 304 - Tesviye
28(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki parçalı)	171	116 - 116
29(31)	IS - Alıcı Masa (st 37)	2161	120 - Tesviye - 603
30(32)	OTP - Gövde	1760	105 - 106 - Tesviye - Tesviye - 119 - Tesviye
31(33)	OTP - Monoblok Gövde	335	105 - 106 - Parlatma
32(34)	OTP - Gömlek (Gravürlü)	1777	105 - 105
33(35)	OTP - Klasik Ring (Çelik)	390	106 - 105
34(36)	OTP - Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	123 - 123
35(37)	OTP - Klasik Ring	130	123 - 123

Tablo 4.1. (devam ediyor)

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
36(38)	OTP - Sekilli Ring	325	212 - 208 -208
37(39)	OTP - Klasik Mastör (Çelik)	1056	105 - 105 - 303
38(40)	OTP - Klasik Mastör (Sfero)	264	105 - 106 - 303
39(41)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	105 - 106 - 209
40(42)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	105 - 105 - 209
41(43)	OTP - Klasik Müldefon	2130	115 - 115 - 305 - 115 - 115 - Tesviye
42(44)	OTP - Şekilli Müldefon	710	115 - 115 - 305 - 115 - 116 - 115 - 115 -
43(45)	H28 - Monoblok Ebişör (Gömlüksiz)	2870	108 - 103 - 303 - 303 - Tesviye - 209 - Tesviye
44(46)	H28 - Gövde	360	103 - 103 - 209 - 303 - 303 - Tesviye
45(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	105 - 105 - Parlatma
46(48)	H28 - Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	106 - 106 - 303 - Parlatma
47(49)	H28 - Finişör	7170	212 - 110 - 103 - 108 - 202 - 208 - 202 - 202 - 212 - Tesviye - Tesviye
48(50)	H28 - Sabit Finişör	310	208 - 110 - 123 - 108 - 103 - Parlatma
49(51)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	1029	106 - 106 - 303 - Tesviye - Parlatma
50(52)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	31	105 - 105 - 603 - Parlatma - 304 - Tesviye
51(54)	H28 - Ring	4120	104 - Tesviye
52(55)	H28 - Klasik Mastör	1388	115 - 303 - 105 - 119 - 119
53(56)	H28 - Klasik Mastör Tutucu	1337	115 - 115 - 115 - 115 - 119 - 105 - 303 - 105
54(57)	H28 - Optikli Mastör	445	105 - 106
55(60)	H28 - Vakum Baslığı	1400	106 - 303 - 104 - 303 - Tesviye
56(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	208 - 103 - 208
57(62)	Borcam Gövde (Gravürlü)	85	208 - 103 - 208
58(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dısı)	116	208 - 208 - 208
59(64)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilli)	220	208 - 110 - 115 - 105 - 106 - 209 - 209 -
60(65)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilsiz - Tornada)	220	208 - 110 - 115 - 105 - 106 - 209 - 209 - Parlatma - Tesviye
61(68)	Tube	720	106 - 106
62(69)	Tube	720	106 - 106
63(70)	Shaft (Al Hadde)	240	120 - 105 - 106 - 106 - 303 - 706
64(71)	Shaft	240	106 - 106 - 706 - 209 - Tesviye
65(72)	Housing (Al Döküm)	240	209 - 209 - Tesviye
66(74)	Housing Biocular	300	106 - 105 - 106 - 106 - Tesviye
67(75)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
68(76)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
69(77)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
70(78)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
71(81)	Plate TSU/USU Interface	120	212 - 212 - 209 - 209 - Tesviye
72(82)	Plate system, Interface	120	212 - 212 - 212 - 209
73(83)	Plate Turret, Interface	120	212 - 212 - 212 - 209 - 209
74(85)	Bottom	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
75(88)	Flange	240	209 - 705 - 106 - 705 - Tesviye

**Tablo 4.2. KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON SONRASI HÜCREDE
Her Bir Parça İçin Minimum Maliyetli Rota**

Optimal Değer : \$706842.000

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
1	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	702 - Tesviye - 107 - 114 - 201 - 211 - 201 - 213 - 301 - Tesviye - 301 - Tesviye - 420 - Tesviye - Tesviye
2	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	702 - 111 - 111 - 111 - 202 - 213 - 202 - 213 - 301 - Tesviye - 301 - Tesviye - 420 - Tesviye
3	IS - Finişör (Gömlekli)	194	702 - 107 - 114 - 213 - 213 - 202 - 213 - 301 - 301 - 304 - Tesviye - 420 - Tesviye - Tesviye
4	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	702 - Tesviye - 111 - 111 - 111 - 202 - 213 - 202 - 201 - 213 - 301 - 301 - 304 - Tesviye - 301 - 305 - 420 - Tesviye
5	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	101 - 213 - 601 - 301 - 304 - Parlatma
6	IS - Müldefon (Verti-Flow)	968	101 - 202 - 213 - 301 - Parlatma - 601
7	IS - Müldefon (Tahliye-Delikli)	581	101 - 304 - Parlatma - 601
8	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	101 - 202 - Parlatma - 601
9	IS - Tanpon (Yekpare)	2678	101 - 213 - 306 - El işçiliği - 301 - Parlatma - 601 - El işçiliği
10	IS - Tanpon (Yekpare)	670	101 - Parlatma - Tesviye - Tesviye - El işçiliği - 601
11	IS - Huni	3208	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Parlatma - Tesviye
12	IS - Müldebak (Kaynaklı)	2118	702 - Tesviye - 121 - 107 - 207 - Parlatma - 207 - 601 - 601
13(14)	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2191	702 - Tesviye - 121 - 107 - 207 - 207 - Parlatma - 207 - 602 - 602 - 602
14(15)	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	101 - 101 - Tesviye - 602
15(16)	IS - Ring (Soğutma-Deliksiz)	2173	101 - 101 - Tesviye
16(17)	IS - Ring (Soğutma-Delikli)	2173	101 - 101 - Tesviye - 301
17(18)	IS - Kovan(Frezeli/Kaynaklı)	317	101 - 101 - Tesviye - 202
18(19)	IS - Kovan (Frezeli/Kaynaksız)	633	101 - 101 - Tesviye - 201
19(20)	IS - Kovan (Frezesiz/Kaynaklı)	105	101 - 101 - Tesviye
20(21)	IS - Mandren	4198	101 - Tesviye - 301 - Parlatma
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	114 - 114 - 114 - 302 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/gömleksiz)	360	114 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-Alt Delikli)	360	114 - 301 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	114 - 302 - Tesviye - 306 - 301 - 211 - 602 - Tesviye - Tesviye
25(26)	IS - Mastör	929	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Tesviye - Parlatma
26(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki Parçalı)	171	114 - 114 - 301 - 304 - Tesviye
27(30)	IS - Alıcı Maşa (Bronz)	1440	207 - 207 - Tesviye - 118 - Tesviye
28(31)	IS - Alıcı Maşa (st 37)	2161	Firma Dışında Kesme - 118 - 601
29(32)	Otopres Gövde	1760	102 - 102 - 201 - 201 - Tesviye - 118 - Tesviye

Tablo 4.2. (devam ediyor)

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
30(33)	Otopres Monoblok Gövde	335	118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 704 - Parlatma
31(34)	Otopres Gömlek (Gravürlü)	1777	704 - Parlatma - 118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 118 - Tesviye - 124
32(35)	Otopres Klasik Ring (Çelik)	390	702 - 704 - 704 - 704 - Tesviye
33(36)	Otopres Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	113 - 113 - 113 - 201 - Tesviye - 201 - Parlatma
34(37)	Otopres Klasik Ring (Hava Tahliye Delikli)	130	113 - 113 - 113 - Tesviye - 201 - 301 - Parlatma
35(38)	OTP - Şekilli Ring	325	203 - 601 - 203 - Parlatma - Tesviye
36(39)	Otopres Klasik Mastör (Çelik)	1056	118 - 118 - 704 - 118 - Tesviye - Parlatma
37(40)	Otopres Klasik Mastör (sfero)	264	118 - 118 - 118 - Tesviye - 601
38(41)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	207 - 118 - 302 - 118 - Elektroerozyon - Parlatma
39(42)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	207 - 118 - 301 - 118 - Parlatma
40(43)	Otopres Klasik Müldefon (İki Parçalı)	2130	114 - 114 - 114 - 704 - Tesviye - 301 - Parlatma - 601
41(44)	Otopres Şekilli Müldefon	710	114 - 114 - 114 - 704 - 114 - 601 - Tesviye - 302 - Parlatma - Gravür parlatma - 601
42(45)	H28 Monoblok Ebişör (Gömlüksiz)	2870	102 - 102 - 302 - 302 - Tesviye - 201 - Tesviye
43(46)	H28 Gövde	960	102 - 102 - 201 - 302 - 302 - Tesviye
44(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	704 - Parlatma - Tesviye - 602
45(48)	H28 Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	704 - Parlatma - 118 - Tesviye - 601
46(50)	H28 Sabit Finişör	310	202 - 203 - 202 - Parlatma - 304 - Tesviye
47(53)	H28 Müldebak	4590	Yan sanayii - 203 - 122 - 101 - 213 - Tesviye - 601
48(54)	H28 - Ring	4120	107 - Tesviye
49(55)	H28 Klasik Mastör	1388	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
50(56)	H28 Klasik Mastör+Tutucu	1337	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
51(57)	H28 Optikli Mastör	445	118 - 118 - Parlatma - 207 - Parlatma - Tesviye
52(59)	H28 Müldefon Tutucu (Burçlu)	310	121 - 121 - 202 - 201 - 114 - 114 - Tesviye - Tesviye
53(60)	H28 - Vakum Başlığı	1400	107 - 301 - Tesviye
54(58)	H28 Müldefon Tutucu (Burçsuz)	310	122 - 122 - 202 - 202 - Tesviye
55(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	204 - 102 - 204 - 205 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
56(62)	Borcam Gövde (Gravürsüz yuvarlak)	85	204 - 102 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
57(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dışı)	116	204 - 205 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
58(66)	Base Plate	240	207 - 207 - Tesviye - Yan sanayii
59(67)	Plate	300	213 - 213 - 213 - 213 - 213 - 202 - Tesviye
60(72)	Housing (Al Döküm)	240	204 - 204 - Tesviye - Yan sanayii
61(73)	Housing (İki parçalı)	720	204 - 204 - 204 - 204 - 204 - 301 - 301 - Tesviye - 204 - 204 - Tesviye
62(79)	Bearing Left	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayii
63(80)	Bearing Right	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayii
64(81)	Plate TSU/ISU Interface	120	703 - 703 - 207 - Yan sanayii
65(82)	Plate System Interface	120	702 - 702 - 205 - Tesviye - Yan sanayii
66(83)	Plate Turret Interface	120	703 - 205 - Tesviye - Yan sanayii
67(84)	Clamp Ring	300	111 - 111 - 207 - Tesviye - Yan sanayii
68(86)	Console	240	207 - 207 - Tesviye
69(87)	Frame Bored	240	207 - 207 - Tesviye
70(89)	Cover	240	101 - 101 - 207 - 207 - 207 - Tesviye - Yan Sanayii

4.4 İkinci Aşama

Bu aşamada, birinci aşamadaki çıktı, girdi olarak ele alınmaktadır. Seçilecek ρ değerinin kümelendirme üzerindeki etkisi önemlidir. Şöyle ki eğer yüksek bir değer seçilirse, bu küme içinde yüksek düzeyde benzerlik arandığı anlamına gelir ve saptanan küme sayısı artar.

KSC92 algoritma'sının Visual C++ 'da kodlanmasıyla sekiz hücre oluşturulmuştur. Sonuçlar tablo 4.3 - 4.11 'de sergilenmektedir :

Tablo 4.3 Toplu Sonuçlar (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre).

Tablo 4.4 Toplu Sonuçlar (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre).

Tablo 4.5 Başlangıç matrisi (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre).

Tablo 4.6 Sonuç matrisi (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre).

Tablo 4.7 Başlangıç matrisi (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre).

Tablo 4.8 Sonuç matrisi (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre).

Tablo 4.9 Tezgah hücreleri ve Parça Aileleri.

Tablo 4.10 Parçaların hücreler Arası Akışı.

Tablo 4.11 Tezgah kullanım oranları.

Tablo 4.11 'de Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon öncesi hücrede :

İkinci hücrede bulunan 115 nolu tezgah ve üçüncü hücrede bulunan 105-106 nolu tezgahların kullanım oranı üst sınırı geçmektedir. 115 nolu tezgahın kullanım oranı %105.87 dir. Bu da 4033 saate karşılık gelmektedir.(Bir tezgahın yıllık kullanım oranı 3810 saat olarak alınmıştır.) $4033-3810 = 224$ saatlık fazla mesai ile giderilebilir. 105 nolu tezgahın kullanım oranı %102.055 dir. Bu da 3888 saate karşılık gelmektedir. $3888-3810 = 80$ saatlık fazla mesai ile giderilebilir. 106 nolu tezgahın kullanım oranı %105.63 dir. Buda 4024 saate karşılık gelmektedir. $4025-3810 = 214$ saatlık fazla mesai ile giderilebilir.

Tablo 4.11 'de Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon sonrası hücrede :

Beşinci hücrede bulunan 101, altıncı hücrede bulunan 102, sekizinci hücrede bulunan 118 ve 124 nolu tezgahların kullanım oranı üst sınırı geçmektedir. 101 nolu tezgahın kullanım oranı %109.10 dir. Bu da 4156 saate karşılık gelmektedir. (Bir tezgahın

yıllık kullanım oranı 3810 saat olarak alınmıştır.) $4156 - 3810 = 346$ saatlik fazla mesai ile giderilebilir. 102 nolu tezgahın kullanım oranı %146.80 dır. Bu da 5594 saate karşılık gelmektedir. $5594 - 3810 = 1784$ saatlik fazla mesai ile giderilebilir. 118 nolu tezgahın kullanım oranı %240.77 dır. Buda 9223 saate karşılık gelmektedir. $9223 - (3810 * 2) = 1603$ saat, fazla mesai ve iki tezgah ile giderilebilir. 124 nolu tezgahın kullanım oranı %116 dır. Bu da 4443 saate karşılık gelmektedir. $4443 - 3810 = 633$ saatlik fazla mesai ile giderilebilir.

Tablo 4.3. Toplu Sonuçlar
(Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre)

Benzerlik Seviyesi	%55
Tezgah Sayısı	24
Parça Sayısı	75
Diyagonal Blok Sayısı	4
Diyagonal Blok İçindeki 1 'lerin Sayısı	141
Diyagonal Blok Dışındaki 1 'lerin Sayısı	43

Tablo 4.3. Toplu Sonuçlar
(Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre)

Benzerlik Seviyesi	%55
Tezgah Sayısı	24
Parça Sayısı	75
Diyagonal Blok Sayısı	4
Diyagonal Blok İçindeki 1 'lerin Sayısı	150
Diyagonal Blok Dışındaki 1 'lerin Sayısı	51

Tablo 4.9. Tezgah Hücreleri ve Parça Aileleri

HÜCRE NO : 1

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
29(31)	IS - Alıcı Masa (st 37)	2161	120 - Tesviye - 603
34(36)	OTP - Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	123 - 123
35(37)	OTP - Klasik Ring	130	123 - 123
36(38)	OTP - Sekilli Ring	325	212 - 208 -208
43(45)	H28 - Monoblok Ebisör (Gömleksiz)	2870	108 - 103 - <u>303</u> - <u>303</u> - Tesviye - <u>209</u> - Tesviye
44(46)	H28 - Gövde	360	103 - 103 - <u>209</u> - <u>303</u> - <u>303</u> - Tesviye
47(49)	H28 - Finisör	7170	<u>212</u> - <u>110</u> - 103 - 108 - 202 - 208 - 202 - 202 - <u>212</u> - Tesviye - Tesviye
48(50)	H28 - Sabit Finisör	310	208 - <u>110</u> - 123 - 108 - 103 - Parlatma
56(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	208 - 103 - 208
57(62)	Borcam Gövde (Gravürsüz)	85	208 - 103 - 208
58(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dısı)	116	208 - 208 - 208

Tablo 4.9. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 2

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
1	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	210 - 110 - 115 - 115 - <u>209</u> - 104 - Tesviye
2	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	210 - 110 - <u>103</u> - 112 - 112
3	IS - Finişör (Gömlekli)	194	210 - 110 - 115 - 115 - <u>209</u> - 104 - Tesviye
4	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	210 - 110 - 112 - 112 - 112
9	IS - Tampon (Yekpare)	2678	115 - 115
11	IS - Huni	3208	104 - Parlatma - 212 - Tesviye
12	IS - Müldebak (Kaynaklı)	3443	210 - 110 - 104
13	IS - Müldebak (Kaynaksız)	626	210 - 110 - 104 - <u>208</u> - Parlatma - <u>208</u> - <u>603</u> - <u>603</u> - <u>603</u>
14	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2119	210 - 110 - 104
15	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	116 - 116
16	IS - Ring (Soğutma Deliksiz)	2173	116 - 116
17	IS - Ring (Soğutma Delikli)	2173	116 - 116
18	IS - Kovan (Freze/Kaynaklı)	317	116 - 116
19	IS - Kovan (Freze/Kaynaksız)	105	116 - 116
20(21)	IS - Mondren	4198	104
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	115 - 115 - 115 - <u>303</u> - <u>306</u> - 212 - 212 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz)	360	115 - 115
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-Alt Delikli)	360	115 - 115
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	115 - 115
25(26)	IS - Mastör	929	115 - 115 - <u>119</u>
26(27)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı)	598	116 - 116 - 116 - 115 - <u>303</u> - <u>304</u> - Tesviye
27(28)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı, Dişli)	86	116 - 116 - 116 - 115 - <u>120</u> - 212 - <u>304</u> - Tesviye
28(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki parçalı)	171	116 - 116
41(43)	OTP - Klasik Müldefon	2130	115 - 115 - 305 - 115 - 115 - Tesviye
42(24)	OTP - Şekilli Müldefon	710	115 - 115 - 305 - 115 - 116 - 115 - 115 -
51(54)	H28 - Ring	4120	104 - Tesviye
55(60)	H28 - Vakum Başlığı	1400	<u>106</u> - <u>303</u> - 104 - <u>303</u> - Tesviye
59(64)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilli)	220	<u>208</u> - 110 - 115 - <u>105</u> - <u>106</u> - <u>209</u> - <u>209</u> -
60(65)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilsiz - Tornada)	220	<u>208</u> - 110 - 115 - <u>105</u> - <u>106</u> - <u>209</u> - <u>209</u> - Parlatma - Tesviye
71(81)	Plate TSU/USU Interface	120	212 - 212 - <u>209</u> - <u>209</u> - Tesviye
72(82)	Plate system, Interface	120	212 - 212 - 212 - <u>209</u>
73(83)	Plate Turret, Interface	120	212 - 212 - 212 - <u>209</u> - <u>209</u>

Tablo 4.9. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 3

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
5	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	105 - 106
6	IS - Müldefon (Verti - Flow)	968	105 - 106
7	IS - Müldefon (Tahliye Delikli)	581	105 - 106
8	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	105 - 106
10	IS - Tampon (İki Parçalı)	670	115 - 115 - 212 - El işçiliği - 306 - El işçiliği - 603 - 303 - 106
30(32)	OTP - Gövde	1760	105 - 106 - Tesviye - Tesviye - 119 - Tesviye
31(33)	OTP - Monoblok Gövde	335	105 - 106 - Parlatma
32(34)	OTP - Gömlek (Gravürlü)	1777	105 - 105
33(35)	OTP - Klasik Ring (Çelik)	390	106 - 105
37(39)	OTP - Klasik Mastör (Çelik)	1056	105 - 105 - 303
38(40)	OTP - Klasik Mastör (Sfero)	264	105 - 106 - 303
39(41)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	105 - 106 - 209
40(42)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	105 - 105 - 209
45(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	105 - 105 - Parlatma
46(48)	H28 - Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	106 - 106 - 303 - Parlatma
49(51)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	1029	106 - 106 - 303 - Tesviye - Parlatma
50(52)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	31	105 - 105 - 603 - Parlatma - 304 - Tesviye
52(55)	H28 - Klasik Mastör	1388	115 - 303 - 105 - 119 - 119
53(56)	H28 - Klasik Mastör Tutucu	1337	115 - 115 - 115 - 115 - 119 - 105 - 303 - 105
54(57)	H28 - Optikli Mastör	445	105 - 106
61(68)	Tube	720	106 - 106
62(69)	Tube	720	106 - 106
63(70)	Shaft (Al Hadde)	240	120 - 105 - 106 - 106 - 303 - 706
64(71)	Shaft	240	106 - 106 - 706 - 209 - Tesviye
66(74)	Housing Biocular	300	106 - 105 - 106 - 106 - Tesviye

HÜCRE NO : 4

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
65(72)	Housing (Al Döküm)	240	209 - 209 - Tesviye
67(75)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
68(76)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
69(77)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
70(78)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
74(85)	Bottom	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
75(88)	Flange	240	209 - 705 - 106 - 705 - Tesviye

Tablo 4.9. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 5

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
2	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	702 - 111 - 111 - 111 - 202 - 213 - 202 - 213 - 301 - Tesviye - 301 - Tesviye - 420 - Tesviye
3	IS - Finişör (Gömlekli)	194	702 - 107 - 114 - 213 - 213 - 202 - 213 - 301 - 301 - 304 - Tesviye - 420 - Tesviye - Tesviye
4	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	702 - Tesviye - 111 - 111 - 111 - 202 - 213 - 202 - 201 - 213 - 301 - 301 - 304 - Tesviye - 301 - 305 - 420 - Tesviye
5	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	101 - 213 - 601 - 301 - 304 - Parlatma
6	IS - Müldefon (Verti-Flow)	968	101 - 202 - 213 - 301 - Parlatma - 601
7	IS - Müldefon (Tahliye-Delikli)	581	101 - 304 - Parlatma - 601
8	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	101 - 202 - Parlatma - 601
9	IS - Tanpon (Yekpare)	2678	101 - 213 - 306 - El işçiliği - 301 - Parlatma - 601 - El işçiliği
10	IS - Tanpon (Yekpare)	670	101 - Parlatma - Tesviye - Tesviye - El işçiliği - 601
14(15)	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	101 - 101 - Tesviye - 602
15(16)	IS - Ring (Soğutma-Deliksiz)	2173	101 - 101 - Tesviye
16(17)	IS - Ring (Soğutma-Delikli)	2173	101 - 101 - Tesviye - 301
17(18)	IS - Kovan(Frezeli/Kaynaklı)	317	101 - 101 - Tesviye - 202
18(19)	IS - Kovan (Frezeli/Kaynaksız)	633	101 - 101 - Tesviye - 201
19(20)	IS - Kovan (Frezesiz/Kaynaklı)	105	101 - 101 - Tesviye
20(21)	IS - Mandren	4198	101 - Tesviye - 301 - Parlatma
28(31)	IS - Alıcı Maşa (st 37)	2161	Firma Dışında Kesme - 118 - 601
35(38)	OTP - Şekilli Ring	325	203 - 601 - 203 - Parlatma - Tesviye
37(40)	Otopres Klasik Mastör (sfero)	264	118 - 118 - 118 - Tesviye - 601
46(50)	H28 Sabit Finişör	310	202 - 203 - 202 - Parlatma - 304 - Tesviye
47(53)	H28 Müldebak	4590	Yan sanayi - 203 - 122 - 101 - 213 - Tesviye - 601
55(28)	H28 Müldefon Tutucu (Burçsuz)	310	122 - 122 - 202 - 202 - Tesviye
59(67)	Plate	300	213 - 213 - 213 - 213 - 213 - 202 - Tesviye
70(89)	Cover	240	101 - 101 - 207 - 207 - 207 - Tesviye - Yan Sanayi

Tablo 4.9. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 6

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
29(32)	Otopres Gövde	1760	102 - 102 - 201 - 201 - Tesviye - <u>118</u> - Tesviye
32(35)	Otopres Klasik Ring (Çelik)	390	702 - <u>704</u> - <u>704</u> - <u>704</u> - Tesviye
33(36)	Otopres Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	<u>113</u> - <u>113</u> - <u>113</u> - 201 - Tesviye - 201 - Parlatma
42(45)	H28 Monoblok Ebişör (Gömleksiz)	2870	102 - 102 - <u>302</u> - <u>302</u> - Tesviye - 201 - Tesviye
43(46)	H28 Gövde	960	102 - 102 - 201 - <u>302</u> - <u>302</u> - Tesviye
55(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	204 - 102 - 204 - 205 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
56(62)	Borcam Gövde (Gravürlü)	85	204 - 102 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
57(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dışı)	116	204 - 205 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
60(72)	Housing (Al Döküm)	240	204 - 204 - Tesviye - Yan sanayi
61(73)	Housing (İki parçalı)	720	204 - 204 - 204 - 204 - 204 - <u>301</u> - <u>301</u> - Tesviye - 204 - 204 - Tesviye
65(82)	Plate System Interface	120	702 - 702 - 205 - Tesviye - Yan sanayi
66(83)	Plate Turret Interface	120	<u>703</u> - 205 - Tesviye - Yan sanayi
67(84)	Clamp Ring	300	111 - 111 - <u>207</u> - Tesviye - Yan sanayi

HÜCRE NO : 7

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
1	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	702 - Tesviye - 107 - 114 - 201 - 211 - 201 - <u>213</u> - 301 - Tesviye - 301 - Tesviye - <u>420</u> - Tesviye - Tesviye
13	IS - Müldebak (Kaynaklı)	2118	<u>702</u> - Tesviye - 121 - 107 - <u>207</u> - Parlatma - <u>207</u> - <u>601</u> - <u>601</u>
13(14)	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2191	<u>702</u> - Tesviye - 121 - 107 - <u>207</u> - <u>207</u> - Parlatma - <u>207</u> - <u>602</u> - <u>602</u> - <u>602</u>
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	114 - 114 - 114 - 302 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/gömleksiz)	360	114 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-Alt Delikli)	360	114 - 301 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	114 - 302 - Tesviye - 306 - 301 - 211 - <u>602</u> - Tesviye - Tesviye
26(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki Parçalı)	171	114 - 114 - 301 - <u>304</u> - Tesviye
34(37)	Otopres Klasik Ring (Hava Tahliye Delikli)	130	113 - 113 - 113 - Tesviye - <u>201</u> - 301 - Parlatma

Tablo 4.9. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 7

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
40(43)	Otopres Klasik Müldefon (İki Parçalı)	2130	114 - 114 - 114 - <u>704</u> - Tesviye - 301 - Parlatma - <u>601</u>
41(44)	Otopres Şekilli Müldefon	710	114 - 114 - 114 - <u>704</u> - 114 - <u>601</u> - Tesviye - 302 - Parlatma - Gravür parlatma - <u>601</u>
44(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	<u>704</u> - Parlatma - Tesviye - 602
48(54)	H28 - Ring	4120	107 - Tesviye
53(59)	H28 Müldefon Tutucu (Burçlu)	310	121 - 121 - <u>202</u> - <u>201</u> - 114 - 114 - Tesviye - Tesviye
54(60)	H28 - Vakum Başlığı	1400	107 - 301 - Tesviye

HÜCRE NO : 8

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
11	IS - Huni	3208	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Parlatma - Tesviye
25(26)	IS - Mastör	929	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Tesviye - Parlatma
27(30)	IS - Alıcı Maşa (Bronz)	1440	207 - 207 - Tesviye - 118 - Tesviye
30(33)	Otopres Monoblok Gövde	335	118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 704 - Parlatma
31(34)	Otopres Gömlek (Gravürlü)	1777	704 - Parlatma - 118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 118 - Tesviye - 124
36(39)	Otopres Klasik Mastör (Çelik)	1056	118 - 118 - 704 - 118 - Tesviye - Parlatma
38(41)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	207 - 118 - <u>302</u> - 118 - Elektroerozyon - Parlatma
39(42)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	207 - 118 - <u>301</u> - 118 - Parlatma
45(48)	H28 Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	704 - Parlatma - 118 - Tesviye - <u>601</u>
49(55)	H28 Klasik Mastör	1388	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
50(56)	H28 Klasik Mastör+Tutucu	1337	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
51(57)	H28 Optikli Mastör	445	118 - 118 - Parlatma - 207 - Parlatma - Tesviye
58(66)	Base Plate	240	207 - 207 - Tesviye - Yan sanayi
62(79)	Bearing Left	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayi
63(80)	Bearing Right	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayi
64(81)	Plate TSU/ISU Interface	120	703 - 703 - 207 - Yan sanayi
68(86)	Console	240	207 - 207 - Tesviye
69(87)	Frame Bored	240	207 - 207 - Tesviye

Tablo 4.10. Parçaların Hücreler Arası Akışı

İŞ PARÇALARININ HÜCRELER ARASI AKIŞI													
Sıra No	Parça ismi	Talep (adet/yıl)	HÜCRELER										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	IS-Ebişör (Gömlekli)	235		1,3		<u>2</u>		<u>6,8</u>	<u>5,7</u> <u>,9</u>		4		
2	IS-Ebişör (Gömlüksiz)	2118	<u>2</u>	1,3			6,8	5	7		4		
3	IS-Finişör (Gömlekli)	194		1,3		<u>2</u>	6,8	<u>5</u>	<u>7</u>		4		
4	IS-Finişör (Gömlüksiz)	1742		1			4,6 <u>,8</u>	<u>3</u>	<u>5,7</u>		2		
5	IS-Müldefon (Vakumlu)	194			1		3,5		4		2		
6	IS-Müldefon (Verti Flow/Soğutma Kalıplı)	968			1		3,5		4		2		
7	IS-Müldefon (Hava Tahliye Delikli)	581			1		3				2		
8	IS-Müldefon (Deliksiz)	193			1		3				2		
9	IS-Tampon (Yekpere)	2678		1			3,5		4		2		
10	IS-Tampon (İki Parçalı)	670		<u>2</u>	1,3		5				4		
11	IS-Huni	3208		1						2			
12	IS-Müldebak (Kaynaklı)	3443		1					3,5	4	2		
13	IS-Müldebak (Kaynaksız/Kanalsız)	2118	<u>2</u>	1,3							4		
14	IS-Müldebak (Kanallı/Tınaklı)	2191		1							2		
15	IS-Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863		1			4		3		2		
16	IS-Ring (Soğutma/Deliksiz)	2173		1			3				2		
17	IS-Ring (Soğutma/Delikli)	2173		1			3		4		2		
18	IS-Kovan (Freze/Kaynaklı)	317		1			3				2		
19	IS-Kovan (Freze/Kaynaksız)	633					1						
20	IS-Kovan (Frezesiz/Kaynaklı)	105		1			3				2		
21	IS-Mandren	4198		1			3		4		2		
22	IS-Sülfaj Başlığı (Kaynaksız/Gömlüksiz)	2521		1,3	<u>2</u>				4				
23	IS-Sülfaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlüksiz)	360		1					3		2		
24	IS-Sülfaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlüksiz/Alt delikli)	360		1					3		2		
25	IS-Sülfaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360		1					3		2		

NOTLAR:
 (1) HÜCRE 1-4 : KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ
 HÜCRE 5-8 : KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ
 HÜCRE 9 : KAYNAK
 HÜCRE 10 : VAKUM FIRINLARI
 HÜCRE 11 : ELEKTROEROZYON
 (2) Matris içindeki rakamlar, parçanın hücrelere uğrama sırasını gösterir.
 (3) Altı çizilmiş rakamlar, fazladan dolaşılacak hücrelere uğrama sırasını gösterir.
 (4) Altı çizilmiş operasyon gurplarının, hücresel üretimin daha efektif yapılabilmesi için, hücre geliştirme çalışmaları ile ortadan kaldırılması gerekir.

Tablo 4.10. (devam ediyor)

İŞ PARÇALARININ HÜCRELER ARASI AKIŞI													
Sıra No	Parça ismi	Talep (adet/ yıl)	HÜCRELER										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	IS-Mastör	929		1	<u>2</u>					4	3		
27	IS-Mastör Soğutucu (Tek Parçalı)	598	<u>2</u>	1									
28	IS-Mastör Soğutucu (Tek Parçalı/Disli)	86		1									
29	IS-Mastör Soğutucu (İki Parçalı)	171		1					3		2		
30	IS-Alıcı Maşa (Bronz)	1440								1			
31	IS-Alıcı Maşa (st.37)	2161	1				3			<u>2</u>			
32	Otopres Gövde	1760			1			2					
33	Otopres Monoblok Gövde	335			1					3		2	
34	Otopres Gömlek (Gravürlü)	1777			1					3		2	
35	Otopres Klasik Ring (Çelik)	390			1			3		<u>4</u>		2	
36	Otopres Klasik Ring (Hava kanallı)	455	1					4	<u>3</u>		2		
37	Otopres Klasik Ring (Hava tahliye delikli)	130	1					<u>4</u>	3,5		2		
38	Otopres Klasik Ring (Şekilli)	325	2	<u>1</u>			5				3		4
39	Otopres Klasik Mastör (Çelik)	1056			1					3	2		
40	Otopres Klasik Mastör (Sfero)	264			1		3				2		
41	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88			1	<u>2</u>			<u>5</u>	4,7	3		6
42	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	352			1	<u>2</u>			<u>5</u>	4,6	3		
43	OTP Klasik Müldefon (İki Parçalı)	2130		1					3,5	<u>4</u>	2		
44	OTP Müldefon (Şekilli)	710		1					4		2		3
45	H28-Monoblok Ebişör (Gömleksiz)	2870	1		<u>2</u>	<u>3</u>		4,6	<u>5</u>				
46	H28 Gövde	960	1		<u>3</u>	<u>2</u>		4	<u>5</u>				
47	H28 Ebişör Gömleği (Tınaklı)	480			1				4	<u>3</u>		2	
48	H28 Ebişör Gömleği (Tınaksız)	480			1		<u>4</u>			3		2	
49	H28 Finişör (Sfero)	2760	2	<u>1,3</u>									
50	H28 Sabit Finişör (Alaşımli)	310	1,3	<u>2</u>			5						4
51	H28 Müldefon (Gravürlü)	1029			1								

NOTLAR:

(1) HÜCRE 1-4 : KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ
HÜCRE 5-8 : KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ
HÜCRE 9 : KAYNAK
HÜCRE 10 : VAKUM FIRINLARI
HÜCRE 11 : ELEKTROEROZYON

(2) Matris içindeki rakamlar, parçanın hücrelere uğrama sırasını gösterir.
(3) Altı çizilmiş rakamlar, fazladan dolaşan hücrelere uğrama sırasını gösterir.
(4) Altı çizilmiş operasyon gurplarının, hücresel üretimin daha efektif yapılabilmesi için, hücre geliştirme çalışmaları ile ortadan kaldırılması gerekir.

Tablo 4.10. (devam ediyor)

İŞ PARÇALARININ HÜCRELER ARASI AKIŞI													
Sıra No	Parça ismi	Talep (adet/ yıl)	HÜCRELER										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
77	Cart Guide (AL Guide)	240				1							
78	Cart Guide (AL Guide)	240				1							
79	Bearing Left	240											
80	Bearing Righ	240											
81	Plate TSU/USU Interface	240		1		2				4			3
82	Plate System Interface	120		1		2		4			3		
83	Plate System Turrent	120		1		2		4			3		
84	CalmpRing	300						1					
85	Bottom	240				1							
86	Console	240											
87	Frame Bored	240											
88	Flange	240		3	2	1,4							
89	Cover	240					1						

4.5. Tezgah Kullanım Oranlarının Hesaplanması

Her bir tezgah için kullanım oranı hesaplanmıştır. Ayrıca, hücrelerde yer alan her bir tezgahın içsel ve dışsal yükleri hesaplanmıştır. Bir tezgahın toplam yükü ise içsel ve dışsal yüklerinin toplamı olarak ifade edilmiştir. Bir tezgah hücresinde yer alan bir tezgahın içsel yükü, ancak kendi parça ailesi ile ilişkilidir ve o tezgahın gerçekleştirdiği her bir operasyonun süresi ilgili parçanın yıllık talebi ile çarpılarak hesaplanmıştır. Dışsal yük ise, o tezgaha başka parça ailelerinden işlenmek için gelen istisnai parçaların oluşturduğu yüküdür. Bunun yanında hesaplanan dışsal yük toplam yük oranında mümkün oldukça küçük olması istenir. Zira bu, kümelenendirme etkinliğini doğrudan etkileyen hücreler arası trafiğin az olduğunu ifade eder. (Yada küçük talepli istisnai parçalar trafik yaratıyor.) Kümelenendirmede etkinliğini ölçen bir diğer kriter, tezgah kullanım oranı ise yine her bir tezgah için hesaplanmıştır. Tablo 4.11'de her bir tezgahın içsel, dışsal, toplam yükleri ve kullanım oranları gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Tezgah Kullanım Oranları

HÜCRE NO : 1

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
01	103	CNC TORNA, Combi	2830.57	437.14	3267.71	74.293
05	108	CNC TORNA, B Gildemaister	2039.69	0	2039.69	53.535
11	120	ÜNİVERSAL TORNA, TOS, SN71-B	593.47	26.08	619.55	15.576
12	123	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya	949.15	0	949.15	24.91
13	202	CNC FREZE, Deckel	855.6	0	855.6	22.456
14	208	CNC FREZE, Rambaudi, Versamatik	2749.42	536.98	3286.4	72.163
22	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	151.27	708.76	860.03	3.970

HÜCRE NO : 2

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
02	104	CNC TORNA, tarex	2309.47	0	2309.47	60.616
06	110	MERKEZLEME tezgahı	1010.58	456.2	1466.78	26.524
07	112	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	3542.62	0	3542.62	92.982
08	115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	4033.761	1133.25	5167.011	105.872

Tablo 4.11. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 2

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
09	116	REVOLVER TORNA, Kopya R-5	883.74	0	883.74	23.195
16	210	SATI H FREZE, Rouchoed	2737.65	0	2737.65	71.854
17	212	ÜNİVERSAL FREZE, Cincinnati	986.02	2669.1	3655.12	25.879
20	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	784	0	784	20.577

HÜCRE NO : 3

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
03	105	CNC TORNA, Mazak	3888.31	55	3943.31	102.055
04	106	CNC TORNA, Mazak	4024.45	177.6	4202.05	105.628
10	119	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS	947.42	241.54	1188.96	24.86
18	303	SUTUNLU MATKAP, Tezsan	1589.04	1369.94	2958.98	41.707
19	304	ÜÇ KAFALI MATKAP	0.93	342	342.93	0.0244
21	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	107.2	151.26	258.46	2.8136
24	706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500 RP	220.8	0	220.8	5.795

HÜCRE NO : 4

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
15	209	CNC KOPYA FREZE, Rambaudi	1528.6	591.78	2120.38	40.12
23	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500	160.8	0	160.8	4.220

HÜCRE NO : 5

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
01	101	CNC TORNA, shaft	4156.8	0	4156.8	109.10
09	122	REVOLVER TORNA, Word	623.2	0	623.2	16.355
12	202	CNC FREZE, Deckel	1890.61	40.3	1930.91	49.62
13	203	CNC İŞLEME MERKEZİ, sharman	2250.45	0	2250.45	59.066
18	213	ÜNİVERSAL FREZE, Zayer	1600	18.8	1618.8	41.99
21	304	İÇ KAFALI MATKAP	783.6	85.5	969.1	20.556
24	420	HONLAMA (2ADET)	2258.82	166.85	2425.67	59.2650
25	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	1583.88	1382.15	2966.03	41.57

Tablo 4.11. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 6

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
02	102	CNC TORNA, Combi	5593.6	0	5593.6	146.797
04	111	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	150	5553.04	5703.04	3.9370
11	201	CNC FREZE, Deckel	1083.65	193.39	1277.04	28.44
14	204	CNC İŞLEME MERKEZİ, SHW	4998.4	0	4998.44	13.11
15	205	CNC FREZE, Üç kafalı, Kopya, Rambdaudi	275.9	0	275.9	7.24
22	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	731.64	0	731.64	19.20
27	702	SATIŞ TAŞLAMA, Cholet	1547.9	2189.1	3737.12	40.6288

HÜCRE NO : 7

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
03	107	CNC TORNA, K Gildemaister	1806.07	48.5	1854.57	47.40
05	113	REVOLVER TORNA, Word	76.7	268.45	345.15	2.01
06	114	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	3484.56	17.46	3502.02	91.458
08	121	REVOLVER TORNA, Word	1208.88	0	1208.88	31.729
17	211	ÜNİVERSAL FREZE	384.4	0	384.4	10.089
19	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	1103.33	3482.24	4585.57	28.958
20	302	SİTUNLU MATKAP, Tezsan	2613.9	460.4	3074.3	68.606
23	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	216.06	80.34	296.4	5.670
26	602	PANTOGRAF, Deckel	976.46	74.52	1050.98	25.628

HÜCRE NO : 8

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
07	118	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS	9223.31	192	9415.31	247.12
10	124	ÜÇ BOYUTLU KOPYA TORNA, Monarch	4442.5	0	4442.5	116.60
16	207	CNC İŞLEME MERKEZİ, Maho	2831.9	450	3281.90	86.14
28	703	SATIŞ TAŞLAMA, Blohme	268.8	57	325.80	8.55
29	704	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, CC 1332	1343.6	69	1412	37.06

4.6. Üçüncü Aşama

İkinci Aşamada bulunan çıktılar üçüncü aşamanın girdilerini oluşturmaktadır. Oluşturulan tamsayılı programlama modeli LINDO SCHRAGE (1987) çözülmüştür.

Modelden elde edilen sonuçlara göre optimal çözüm maliyeti parçaların üretiminin fason yapılmasını, hücreler arası hareketini ve yeni tezgah yatırımlarının yapılmasını gerektirir. Sonuçlar tablo 4.12. 'de ve tablo 4.13. 'de görülmektedir.

Tablo 4.12. Oluşturulan Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon öncesi hücre için tamsayılı programlama modelinin sonuçları:

İstisnai parçaları fason yaptırma maliyeti, hücrelere arası taşıma maliyeti ve yeni alınması planlanan tezgahların maliyeti şeklinde, üçünün karışımı olarak planlanırsa optimal çözüm maliyet \$64976 olmaktadır.

İstisnai parçaları yan sanayide yaptırma maliyeti ve hücreler arası taşıma maliyeti şeklinde ikisinin karışımı olarak planlanırsa optimal maliyet \$141038 olmaktadır.

İstisnai parçalar yalnız yan sanayide yaptırma maliyeti şeklinde planlanırsa optimal maliyet \$162559 olmaktadır.

İstisnai parçalar hücreler arası taşıma maliyeti şeklinde planlanırsa optimal maliyet \$225364 olmaktadır.

Tablo 4.13. Oluşturulan Kaynak/Isıl İşlem/Elektroerozyon sonrası hücre için tamsayılı programlama modelinin sonuçları:

İstisnai parçaları yan sanayide yaptırma maliyeti, hücrelere arası taşıma maliyeti ve yeni tezgahlar satın alınma maliyeti şeklinde, üçünün karışımı olarak planlanırsa optimal çözüm maliyet \$57661 olmaktadır.

İstisnai parçaları yan sanayide yaptırma maliyeti ve hücreler arası taşıma maliyeti şeklinde ikisinin karışımı olarak planlanırsa optimal maliyet \$71586 olmaktadır.

İstisnai parçalar yalnız yan sanayide yaptırma maliyeti şeklinde planlanırsa optimal maliyet \$77586 olmaktadır.

İstisnai parçalar hücreler arası taşıma maliyeti şeklinde planlanırsa optimal maliyet \$159480 olmaktadır.

Tablo 4.12. Tam Sayılı Matematiksel Modelin Lindo Çıktıları (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre)

İstisnai Parça No	Darboğaz Tezgah No	Başlangıçta Hücreler Arası Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Fason Yapılmasına Karar Verilen Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Hücreler Arası Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Yeni Alınacak Tezgahlarda Yapılacak Üretim Miktarı (Adet/Yıl)
36 (38)	212	325	325	0	0
43 (45)	303-209	2870	2870	0	0
44 (46)	209-303	960	960	0	0
47 (49)	212-110	2760	2760	0	0
48 (50)	110	310	0	310	0
01 (01)	209	235	0	0	235
02 (02)	103	2118	0	2118	0
03 (03)	209	194	0	0	194
13 (13)	208-603	626	0	0	626
21 (22)	303-306	2521	0	0	2521
25 (26)	119	929	929	0	0
26 (27)	303-304	598	0	598	0
27 (28)	120-304	86	0	86	0
55 (60)	106-303	1400	0	11	1289
59 (64)	208-105-106-209	220	220	0	0
60 (65)	208-105-106-209	220	220	0	0
71 (81)	209	120	0	120	0
72 (82)	209	120	0	120	0
73 (83)	209	120	120	0	0
10 (10)	115-212-603	670	670	0	0
39 (41)	209	88	0	88	0
40 (42)	209	352	0	352	0
50 (52)	603	31	0	0	31
52 (55)	115	1388	0	0	1388
53 (56)	115	1337	0	1337	0
63 (70)	120	240	0	0	240
64 (71)	209	240	0	0	240
75 (88)	106	240	0	0	240

Parantez içindeki parça numaraları tablo 4.10 'daki parça numaralarına karşılık gelmektedir.

Tablo 4.13. Tam Sayılı Matematiksel Modelin Lindo Çıktıları (Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre)

İstisnai Parça No	Darboğaz Tezgah No	Başlangıçta Hücreler Arası Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Fason Yapılmasına Karar Verilen Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Hücreler Arası Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Yeni Alınacak Tezgahlarda Yapılacak Üretim Miktarı (Adet/Yıl)	Satın
02 (02)	702-111-301	2118	2118	0	0	
03 (03)	702-107-114-301	194	194	0	0	
04 (04)	702-111-201-301-305	1742	1742	0	0	
05 (05)	301	194	0	0	194	
06 (06)	301	968	0	0	968	
09 (09)	306-301	2678	0	0	2678	
14 (14)	602	2191	0	0	2191	
16 (16)	301	2173	0	0	2173	
18 (19)	201	633	0	633	0	
20 (21)	301	4198	0	0	4198	
28 (31)	118	1440	0	0	1440	
37 (40)	118	264	0	0	264	
70 (89)	207	240	0	240	0	
29 (32)	118	1760	0	0	1760	
32 (35)	704	390	390	0	0	
33 (36)	113	455	0	455	0	
42 (45)	302	2870	0	0	2870	
43 (46)	302	960	0	960	0	
61 (73)	301	720	0	0	720	
66 (83)	703	120	0	120	0	
67 (84)	207	300	0	300	0	
01 (01)	213,420	235	235	0	0	
12 (12)	702-207-601	3443	3443	0	0	
13 (13)	702-207	2191	21910	0	0	
26 (29)	304	171	0	171	0	
34 (37)	201	130	0	130	0	
40 (43)	704	2130	0	2130	0	
41 (44)	704-601	710	710	0	0	
44 (47)	704	480	480	0	0	
53 (59)	202-201	310	310	0	0	
38(41)	302	88	0	88	0	
39(42)	301	352	0	0	352	
45(48)	601	480	480	0	0	

Parantez içindeki parça numaraları tablo 4.10 'daki parça numaralarına karşılık gelmektedir.

4.6.1. İstisnai Parçalar İçin Alternatif Tezgah Kullanımı

Hücrelerin oluşturulması sonucunda elde edilen tezgah-parça matrisinde istisnai elemanlar yer almaktadır. Tezgah-parça matrisi incelendiğinde bazı istisnai operasyonların ait oldukları parçanın bulunduğu hücredeki bir tezgahta da gerçekleştirilebileceği görülmektedir. Ayrıca uygulanan kümelenendirme yönteminin bir hücreye girecek olan tezgah sayısının sınırlanmasında istisnai operasyon sayısını oldukça artırmaktadır.

Yöntemin ve elde edilen sonucun yukarıdaki bahsedilen olumsuz yönlerini ortadan kaldırmak için elde edilen sonucu bir başlangıç çözüm olarak kabul edip bir takım sezgisel iyileştirme araştırılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen iyileştirme prosedürünün adımları aşağıda verilmiştir.

Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Öncesi Hücre :

209 nolu tezgah ikinci hücrede istisnai operasyon yarattığından ve fazla kullanıldığından istisnai operasyon sayısını azaltmak için 209, 705 nolu tezgahlar ve 65, 67, 68, 69, 70, 74, 75 numaralı parçalar dördüncü hücreden alınarak ikinci hücreye taşındı. Sonuç olarak ikinci ve dördüncü hücre birleştirilerek tek hücre haline getirildi.

209 nolu tezgah ikinci hücreye taşındığından, ikinci hücredeki, 1, 3, 59, 60 numaralı parçaların 209 nolu tezgahdaki istisnai operasyonları kaldırıldı. Tezgahın alternatifi varsa parçalar operasyonları için hücre içine alındı. Tablo 4.14 ve tablo 4.16 'de alternatif tezgah kullanım sonrası hücrelerin durumu görülmektedir. Tablo 4.17 'de alternatif tezgah kullanım sonrası hücrelerde tezgahların kullanım kapasiteleri verilmiştir.

Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon Sonrası Hücre :

301 nolu tezgah 5 'ci hücreye taşındı. 301 nolu tezgahta operasyona giren parça sayısı hücre dışında daha fazla olduğundan parçaların hücre dışındaki operasyonları hücre içine, hücre içindeki operasyonları hücre dışına taşındı. Tezgahın alternatifi varsa parça operasyon için hücre içine alınır. Tablo 4.15 ve tablo 4.16 'de alternatif tezgah kullanım sonrası hücrelerin durumu görülmektedir. Tablo 4.17 'de alternatif tezgah kullanım sonrası hücrelerde tezgahların kullanım kapasiteleri verilmiştir.

**Tablo 4.16. İstisnai Parçalar İçin Alternatif Tezgah Kullanımı Önerisinden
Sonra Hücrelerin Durumu**

ALTERNATİF HÜCRE NO : 1

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
29(31)	IS - Alıcı Masa (st 37)	2161	120 - Tesviye - 603
34(36)	OTP - Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	123 - 123
35(37)	OTP - Klasik Ring	130	123 - 123
36(38)	OTP - Sekilli Ring	325	212 - 208 -208
43(45)	H28 - Monoblok Ebişör (Gömleksiz)	2870	108 - 103 -303- 303 - Tesviye - 208 - Tesviye
44(46)	H28 - Gövde	360	103 - 103 - 208 - 303 - 303 - Tesviye
47(49)	H28 - Finişör	717	212 - 110 - 103 - 108 - 202 - 208 - 202 - 202 - 212 - Tesviye - Tesviye
48(50)	H28 - Sabit Finişör	310	208 - 110 - 123 - 108 - 103 - Parlatma
56(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	208 - 103 - 208
57(62)	Borcam Gövde (Gravürlü)	85	208 - 103 - 208
58(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dısı)	116	208 - 208 - 208

Tablo 4.16. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 2

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
01	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	210 - 110 - 115 - 115 - 209 - 104 - Tesviye
02	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	210 - 110 - 104 - 112 - 112
03	IS - Finişör (Gömlekli)	194	210 - 110 - 115 - 115 - 209 - 104 - Tesviye
04	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	210 - 110 - 112 - 112 - 112
09	IS - Tampon (Yekpare)	2678	115 - 115
11	IS - Huni	3208	104 - Parlatma - 212 - Tesviye
12	IS - Müldebak (Kaynaklı)	3443	210 - 110 - 104
13	IS - Müldebak (Kaynaksız)	626	210 - 110 - 104 - 209 - Parlatma - 209 - 603 - 603 - 603
14	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2119	210 - 110 - 104
15	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	116 - 116
16	IS - Ring (Soğutma Deliksiz)	2173	116 - 116
17	IS - Ring (Soğutma Delikli)	2173	116 - 116
18	IS - Kovan (Frezele/Kaynaklı)	317	116 - 116
19	IS - Kovan (Frezesiz/Kaynaklı)	105	116 - 116
20(21)	IS - Mondren	4198	104
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	115 - 115 - 115 - 305 - 305 - 212 - 212 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz)	360	115 - 115
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-AltDelikli)	360	115 - 115
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	115 - 115
25(26)	IS - Mastör	929	115 - 115 - 116
26(27)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı)	598	116 - 116 - 116 - 115 - 305 - 305 - Tesviye
27(28)	IS - Mastör Soğutucu (Tek parçalı, Dişli)	86	116 - 116 - 116 - 115 - 112 - 212 - 305 - Tesviye
28(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki parçalı)	171	116 - 116
41(43)	OTP - Klasik Müldefon	2130	115 - 115 - 305 - 115 - 115 - Tesviye
42(44)	OTP - Şekilli Müldefon	710	115 - 115 - 305 - 115 - 116 - 115 - 115 -
51(54)	H28 - Ring	4120	104 - Tesviye
55(60)	H28 - Vakum Başlığı	1400	106 - 305 - 104 - 305 - Tesviye
59(64)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilli)	220	209 - 110 - 115 - 104 - 104 - 209 - 209 -
60(65)	H24 - Ayak gövde kalıbı (Erozyon şekilsiz - Tornada)	220	209 - 110 - 115 - 104 - 104 - 209 - 209 - Parlatma - Tesviye
65(72)	Housing(AI Döküm)	240	209 - 209 - Tesviye
67(75)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
68(76)	Heatsink	240	209 - 209 - 209 - 209 - Tesviye
69(77)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
70(78)	Cart Guide	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
71(81)	Plate TSU/USU Interface	240	212 - 212 - 209 - 209 - Tesviye
72(82)	Plate system, Interface	120	212 - 212 - 212 - 209
73(83)	Plate Turret, Interface	120	212 - 212 - 212 - 209 - 209
74(85)	Bottom	240	209 - 209 - 209 - Tesviye
75(88)	Flange	240	209 - 705 - 104 - 705 - Tesviye

Tablo 4.16. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 3

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
05	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	105 - 106
06	IS - Müldefon (Verti - Flow)	968	105 - 106
07	IS - Müldefon (Tahliye Delikli)	581	105 - 106
08	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	105 - 106
10	IS - Tampon (İki Parçalı)	670	119 - 119 - <u>212</u> - El işçiliği - 306 - El işçiliği - <u>603</u> - 303 - 106
30(32)	OTP - Gövde	1760	105 - 106 - Tesviye - Tesviye - 119 - Tesviye
31(33)	OTP - Monoblok Gövde	335	105 - 106 - Parlatma
32(34)	OTP - Gömlek (Gravürlü)	1777	105 - 105
33(35)	OTP - Klasik Ring (Çelik)	390	106 - 105
37(39)	OTP - Klasik Mastör (Çelik)	1056	105 - 105 - 303
38(40)	OTP - Klasik Mastör (Sfero)	264	105 - 106 - 303
39(41)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	105 - 106 - <u>209</u>
40(42)	OTP - Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	105 - 105 - <u>209</u>
45(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	105 - 105 - Parlatma
46(48)	H28 - Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	106 - 106 - 303 - Parlatma
49(51)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	1029	106 - 106 - 303 - Tesviye - Parlatma
50(52)	H28 - Müldefon (Gravürlü)	31	105 - 105 - <u>603</u> - Parlatma - 304 - Tesviye
52(55)	H28 - Klasik Mastör	1388	119 - 303 - 105 - 119 - 119
53(56)	H28 - Klasik Mastör Tutucu	1337	119 - 119 - 119 - 119 - 119 - 105 - 303 - 105
54(57)	H28 - Optikli Mastör	445	105 - 106
61(68)	Tube	720	106 - 106
62(69)	Tube	720	106 - 106
63(70)	Shaft (Al Hadde)	240	119 - 105 - 106 - 106 - 303 - 706
64(71)	Shaft	240	106 - 106 - 706 - <u>209</u> - Tesviye
66(74)	Housing Biocular	300	106 - 105 - 106 - 106 - Tesviye

ALTERNATİF HÜCRE NO : 5

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
02	IS - Ebişör (Gömleksiz)	2118	<u>702</u> - 122 - 122 - 122 - 202 - 213 - 202 - 213 - <u>301</u> - Tesviye - <u>301</u> - Tesviye - 420 - Tesviye
03	IS - Finişör (Gömlekli)	194	<u>702</u> - 101 - 122 - 213 - 213 - 202 - 213 - <u>301</u> - <u>301</u> - 304 - Tesviye - 420 - Tesviye - Tesviye
04	IS - Finişör (Gömleksiz)	1742	<u>702</u> - Tesviye - 122 - 122 - 122 - 202 - 213 - 202 - <u>201</u> - 213 - <u>301</u> - <u>301</u> - 304 - Tesviye - <u>301</u> - <u>305</u> - 420 - Tesviye

Tablo 4.16. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 5

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
05	IS - Müldefon (Vakumlu)	194	101 - 213 - 601 - <u>301</u> - 304 - Parlatma
06	IS - Müldefon (Verti-Flow)	968	101 - 202 - 213 - <u>301</u> - Parlatma - 601
07	IS - Müldefon (Tahliye-Delikli)	581	101 - 304 - Parlatma - 601
08	IS - Müldefon (Deliksiz)	193	101 - 202 - Parlatma - 601
09	IS - Tanpon (Yekpare)	2678	101 - 213 - <u>306</u> - El işçiliği - <u>301</u> - Parlatma - 601 - El işçiliği
10	IS - Tanpon (Yekpare)	670	101 - Parlatma - Tesviye - Tesviye - El işçiliği - 601
14(15)	IS - Ring (Hava Tahliye Kanallı)	1863	101 - 101 - Tesviye - 601
15(16)	IS - Ring (Soğutma-Deliksiz)	2173	101 - 101 - Tesviye
16(17)	IS - Ring (Soğutma-Delikli)	2173	101 - 101 - Tesviye - <u>301</u>
17(18)	IS - Kovan (Frezeli/Kaynaklı)	317	101 - 101 - Tesviye - 202
18(19)	IS - Kovan (Frezeli/Kaynaksız)	633	101 - 101 - Tesviye - 202
19(20)	IS - Kovan (Frezesiz/Kaynaklı)	105	101 - 101 - Tesviye
20(21)	IS - Mandren	4198	101 - Tesviye - <u>301</u> - Parlatma
28(31)	IS - Alıcı Maşa (st 37)	2161	Firma Dışında Kesme - 122 - 601
35(38)	OTP - Şekilli Ring	325	203 - 601 - 203 - Parlatma - Tesviye
37(40)	Otopres Klasik Mastör (sféro)	264	122 - 122 - 122 - Tesviye - 601
46(50)	H28 Sabit Finitör	310	202 - 203 - 202 - Parlatma - 304 - Tesviye
47(53)	H28 Müldebak	4590	Yan sanayi - 203 - 122 - 101 - 213 - Tesviye - 601
52(58)	H28 Müldefon Tutucu (Burçsuz)	310	122 - 122 - 202 - 202 - Tesviye
59(67)	Plate	300	213 - 213 - 213 - 213 - 213 - 202 - Tesviye
70(89)	Cover	240	101 - 101 - 203 - 203 - 203 - Tesviye - Yan Sanayi

ALTERNATİF HÜCRE NO : 6

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
29(32)	Otopres Gövde	1760	102 - 102 - 201 - 201 - Tesviye - 111 - Tesviye
32(35)	Otopres Klasik Ring (Çelik)	390	702 - 704 - <u>704</u> - 704 - Tesviye
33(36)	Otopres Klasik Ring (Hava Kanallı)	455	111 - 111 - 111 - 201 - Tesviye - 201 - Parlatma
42(45)	H28 Monoblok Ebişör (Gömleksiz)	2870	102 - 102 - <u>302</u> - <u>302</u> - Tesviye - 201 - Tesviye
43(46)	H28 Gövde	960	102 - 102 - 201 - <u>302</u> - <u>302</u> - Tesviye
55(61)	Borcam Gövde (Gravürlü)	11	204 - 102 - 204 - 205 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
56(62)	Borcam Gövde (Gravürsüz yuvarlak)	85	204 - 102 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye

Tablo 4.16. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 6

Parça Ailes

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
57(63)	Borcam Gövde (Yuvarlak Dışı)	116	204 - 205 - 204 - Tesviye - Parlatma - 702 - 702 - Tesviye - Tesviye
60(72)	Housing (Al Döküm)	240	204 - 204 - Tesviye - Yan sanayi
61(73)	Housing (İki parçalı)	720	204 - 204 - 204 - 204 - 204 - <u>301</u> - <u>301</u> - Tesviye - 204 - 204 - Tesviye
65(82)	Plate System Interface	720	702 - 702 - 205 - Tesviye - Yan sanayi
66(83)	Plate Turret Interface	120	702 - 205 - Tesviye - Yan sanayi
67(84)	Clamp Ring	300	111 - 111 - 204 - Tesviye - Yan sanayi

ALTERNATİF HÜCRE NO : 7

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
01	IS - Ebişör (Gömlekli)	235	702 - Tesviye - 107 - 114 - 201 - 211 - 201 - 211 - 301 - Tesviye - 301 - Tesviye - <u>420</u> - Tesviye - Tesviye
12	IS - Müldebak (Kaynaklı)	2118	<u>702</u> - Tesviye - 121 - 107 - <u>207</u> - Parlatma - <u>207</u> - 602 - 602
13(14)	IS - Müldebak (Kanallı/Tırnaklı)	2191	<u>702</u> - Tesviye - 121 - 107 - <u>207</u> - <u>207</u> - Parlatma - <u>207</u> - 602 - 602 - 602
21(22)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaksız/Gömleksiz)	2521	114 - 114 - 114 - 302 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
22(23)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/gömleksiz)	360	114 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
23(24)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömleksiz-Alt Delikli)	360	114 - 301 - 301 - 306 - 211 - 211 - Tesviye - Tesviye
24(25)	IS - Süflaj Başlığı (Kaynaklı/Gömlekli)	360	114 - 302 - Tesviye - 306 - 301 - 211 - 602 - Tesviye - Tesviye
26(29)	IS - Mastör Soğutucu (İki Parçalı)	171	114 - 114 - 301 - 306 - Tesviye
34(37)	Otopres Klasik Ring (Hava Tahliye Delikli)	130	113 - 113 - 113 - Tesviye - <u>201</u> - 301 - Parlatma
40(43)	Otopres Klasik Müldefon (İki Parçalı)	2130	114 - 114 - 114 - <u>704</u> - Tesviye - 301 - Parlatma - 602
41(44)	Otopres Şekilli Müldefon	710	114 - 114 - 114 - <u>704</u> - 114 - 602 - Tesviye - 302 - Parlatma - Gravür parlatma - 602
44(47)	H28 - Ebişör Gömleği (Tırnaklı)	480	<u>704</u> - Parlatma - Tesviye - 602
48(54)	H28 - Ring	4120	107 - Tesviye
53(59)	H28 Müldefon Tutucu (Burçlu)	310	121 - 121 - <u>202</u> - <u>201</u> - 114 - 114 - Tesviye - Tesviye
54(60)	H28 - Vakum Başlığı	1400	107 - 301 - Tesviye

Tablo 4.16. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 8

Parça Ailesi

Parça No	Parça İsmi	Talebi (adet/yıl)	Tezgah Rotası
11	IS - Humi	3208	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Parlatma - Tesviye
25(26)	IS - Mastör	929	118 - 118 - 118 - 118 - 118 - Tesviye - Parlatma
27(30)	IS - Alıcı Maşa (Bronz)	1440	207 - 207 - Tesviye - 118 - Tesviye
30(33)	Otopres Monoblok Gövde	335	118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 704 - Parlatma
31(34)	Otopres Gömlek (Gravürlü)	1777	704 - Parlatma - 118 - 118 - 118 - Tesviye - 704 - 118 - Tesviye - 124
36(39)	Otopres Klasik Mastör (Çelik)	1056	118 - 118 - 704 - 118 - Tesviye - Parlatma
38(41)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonlu)	88	207 - 118 - 302 - 118 - Elektroerozyon - Parlatma
39(42)	Otopres Şekilli Mastör (Elektroerozyonsuz)	352	207 - 118 - 301 - 118 - Parlatma
45(48)	H28 Ebişör Gömlek (Tırnaksız)	480	704 - Parlatma - 118 - Tesviye - 601
49(55)	H28 Klasik Mastör	1388	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
50(56)	H28 Klasik Mastör+Tutucu	1337	118 - 118 - Tesviye - Parlatma
51(57)	H28 Optikli Mastör	445	118 - 118 - Parlatma - 207 - Parlatma - Tesviye
58(66)	Base Plate	240	207 - 207 - Tesviye - Yan sanayi
62(79)	Bearing Left	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayi
63(80)	Bearing Right	240	207 - 207 - 703 - Tesviye - Yan sanayi
64(81)	Plate TSU/ISU Interface	120	703 - 703 - 207 - Yan sanayi
68(86)	Console	240	207 - 207 - Tesviye
69(87)	Frame Bored	240	207 - 207 - Tesviye

Tablo 4.17. İstisnai Parçalar İçin Alternatif Tezgah Kullanımı Önerisinden Sonra Tezgahların Hücrelerdeki Kullanım Oranı

ALTERNATİF HÜCRE NO : 1

Tezgah Grubu

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
01	103	CNC TORNA, Combi	2830.7	437.14	3267.84	74.30
05	108	CNC TORNA, B Gildemaister	2039.69	0	2039.69	53.53
11	120	ÜNİVERSAL TORNA, TOS, SN71-B	619.55	0	619.55	16.26
12	123	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya	949.15	0	949.15	24.91
13	202	CNC FREZE, Deckel	912.57	0	912.57	23.95
14	208	CNC FREZE, Rambaudi, Versamatik	2874.22	70	2944.22	75.44
22	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	151.27	708.76	860.03	3.97

Tablo 4.17. (devam ediyor)

ALTERNATİF HÜCRE NO : 2

Tezgah Grubu

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
02	104	CNC TORNA, tarex	2542.07	0	2542.07	66.72
06	110	MERKEZLEME tezgahı	1010.58	456.2	1466.78	26.52
07	112	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	3549.5	0	3549.5	93.16
08	115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	4033.76	0	4033.76	105.87
09	116	REVOLVER TORNA, Kopya R-5	1125.28	0	1125.28	29.53
16	210	SATIİ FREZE, Rouchoed	2737.65	0	2737.65	71.85
17	212	ÜNİVERSAL FREZE, Cincinnati	986.02	2669.1	3655.12	25.87
20	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	784	0	784	20.58
15	209	CNC KOPYA FREZE, Rambaudi	1995.58	124.8	2120.38	52.37
21	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE H500	160.8	0	160.8	4.22

ALTERNATİF HÜCRE NO : 3

Tezgah Grubu

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
03	105	CNC TORNA, Mazak	3883.31	0	3883.31	101.92
04	106	CNC TORNA, Mazak	4024.45	0	4024.45	105.63
10	119	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS	2198.25	0	2198.25	57.69
18	303	SUTUNLU MATKAP, Tezsan	1589.04	1369.94	2958.98	41.71
19	304	ÜÇ KAFALI MATKAP	0.93	342	342.93	0.025
21	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	107.2	151.26	258.46	2.81
24	706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500 RP	220.8	0	220.8	5.79

ALTERNATİF HÜCRE NO : 5

Tezgah Grubu

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
01	101	CNC TORNA, shaft	4205.3	0	4205.3	110.37
09	122	REVOLVER TORNA, Word	6952.54	0	6952.54	182.48
12	202	CNC FREZE, Deckel	1947.58	40.3	1987.88	51.11
13	203	CNC İŞLEME MERKEZİ, sharman	2413.65	0	2413.65	63.35
18	213	ÜNİVERSAL FREZE, Zayer	1600	18.8	1618.8	41.99
21	304	İÇ KAFALI MATKAP	783.6	85.5	869.1	20.56
24	420	HONLAMA (2ADET)	2258.82	166.85	2425.67	59.27
25	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	1658.4	489.4	2147.8	43.52

Tablo 4.17. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 6

Tezgah Grubu

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
02	102	CNC TORNA, Combi	5593.6	0	5593.6	146.81
04	111	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	770.45	0	770.45	20.22
11	201	CNC FREZE, Deckel	1083.65	136.42	1220.02	28.44
14	204	CNC İŞLEME MERKEZİ, SHW	4998.44	0	4998.44	131.19
15	205	CNC FREZE, Üç Kafalı Kopya, Rambaudi	380.9	0	380.9	9.99
22	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	2064.16	0	2064.16	54.17
27	702	SATIŞ TAŞLAMA, Cholet	1607.9	2189.1	3797	42.20

HÜCRE NO : 7

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
03	107	CNC TORNA, K Gildemaister	1806.07	0	1806.07	47.40
05	113	REVOLVER TORNA, Word	76.7	0	76.7	2.01
06	114	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	3484.56	0	3484.56	91.458
08	121	REVOLVER TORNA, Word	1208.88	0	1208.88	31.729
17	211	ÜNİVERSAL FREZE	403.2	0	403.2	10.58
19	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	1103.33	3482.24	4585.57	28.95
20	302	SİTUNLU MATKAP, Tezsan	2613.9	460.4	3074.3	68.60
23	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	216.06	80.34	296.4	5.67
26	602	PANTOGRAF, Deckel	1869.21	0	1869.21	49.06

HÜCRE NO : 8

Tezgah Grubu :

Tezgah No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Kullanım Oranı (%)
07	118	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS	10274.15	0	10274.15	269.66
10	124	ÜÇ BOYUTLU KOPYA TORNA, Monarch	4442.5	0	4442.5	116.60
16	207	CNC İŞLEME MERKEZİ, Maho	3100.1	31	3131.1	8218
28	703	SATIŞ TAŞLAMA, Blohme	328.8	18	346.8	9.08
29	704	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, CC 1332	1343.6	79	1422.60	37.34

4.7. Dördüncü Aşama

Üçüncü Aşamada bulunan çıktılar dördüncü aşamanın girdilerini oluşturmaktadır. Oluşturulan programlar QBASIC ve visual C++ ile kodlanmıştır. Sonuçlar tablo 4.18-tablo 4.25 arasında sergilenmektedir :

Tablo 4.18. Dolaşım Şeması

Tablo 4.19. Akış Hatları Türetme Tablosu

Tablo 4.20. Geriye Dönüşsüz Akış Hattı

Tablo 4.21. Geriye Dönüşsüz Alternatif Akış Hattı

Tablo 4.22. Geriye Dönüslü Alternatif Akış Hattı

Tablo 4.23. Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı

Tablo 4.24. Sezgisel Model Benzetme Metodu

Tablo 4.25. Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı

Tablo 4.18, tablo 4.19, tablo 4.20, tablo 4.21 ve tablo 4.22 sergilenen sonuçlarda sadece birinci hücre gösterilmiş, diğer hücrelerin sonuçları ekte verilmiştir.

Dördüncü aşama Akış Hatları Tasarım Yöntemi (Aneke ve Carrie, 1986) : Dolaşım şeması sonuçları ek A 'da gösterilmiştir (hücre 2, hücre 3, hücre 4, hücre 5, hücre 6, hücre 7, hücre 8). Türetme tablosu sonuçları ek B 'de gösterilmiştir (hücre 2, hücre 3, hücre 4, hücre 5, hücre 6, hücre 7, hücre 8). Geriye dönüşsüz akış hattı sonuçları ek C 'de gösterilmiştir (hücre 2, hücre 3, hücre 4, hücre 5, hücre 6, hücre 7, hücre 8). Geriye dönüşsüz alternatif akış hattı sonuçları ek D 'de gösterilmiştir (hücre 2, hücre 3, hücre 4, hücre 5, hücre 6, hücre 7, hücre 8). Geriye dönüslü alternatif akış hattı sonuçları ek E 'de gösterilmiştir (hücre 2, hücre 3, hücre 4, hücre 5, hücre 6, hücre 7, hücre 8).

Tablo 4.18. Dolaşım Şeması

HÜCRE NO : 1

TEZGAHLAR KODU													
-	103	108	110	120	123	202	208	209	212	303	603	TF	
103	360	717					96	360		2870		4403	
108	3180					717						3897	
110	717				310							1027	
120											2161	2161	
123		310			585							895	
202						717	717		717			2151	
208	96		310			717	557					1680	
209										360		360	
212			717				325					1042	
303								2870		3230		6100	
603												0	
TT	4353	1027	1027	0	895	2151	1695	3230	717	6460	2161	23716	

Tablo 4.19. Akış Hattı Türetme Tablosu

HÜCRE NO : 1

TEZGAHLAR KODU														HÜCRE 1	
	103	108	110	120	123	202	208	209	212	303	603				
TT	4353	1027	1027	0	895	2151	1695	3230	717	6460	2161			120-603	
TF	4403	3897	1027	2161	895	2151	1680	360	1042	6100	0				
TT	4353	1027	1027	-	895	2151	1695	3230	717	6460	-			212 -	
TF	4403	3897	1027	-	895	2151	1680	360	1042	6100	-				
TT	4353	1027	310	-	895	2151	1370	3230	717	6460	-			- 212	
TF	4403	3897	1027	-	895	2151	1680	360	0	6100	-				
TT	4353	1027	310	-	895	2151	1370	3230	-	6460	-			110 -	
TF	4403	3897	1027	-	895	1434	1680	360	-	6100	-				
TT	3636	1027	310	-	895	2151	1370	3230	-	6460	-			- 209	
TF	4403	3897	310	-	895	1434	1680	360	-	6100	-				
TT	3636	1027	310	-	895	2151	1370	360	-	6460	-			123 -	
TF	4403	3897	310	-	895	1434	1680	360	-	3230	-				
TT	3636	1027	310	-	310	2151	1370	360	-	6460	-			- 202	
TF	4403	3897	310	-	310	1434	1680	360	-	3230	-				
TT	3636	1027	310	-	310	1434	1370	360	-	6460	-			108 -	
TF	4403	3897	310	-	310	717	1680	360	-	3230	-				
TT	766	1027	310	-	310	1434	1370	360	-	6460	-			- 202	
TF	4403	1072	310	-	310	717	1680	360	-	3230	-				
TT	766	1027	310	-	310	717	1370	360	-	6460	-			103 -	
TF	4403	1072	310	-	310	717	963	360	-	3230	-				
TT	406	310	310	-	310	717	1370	360	-	3590	-			- 103	
TF	456	1027	310	-	310	717	963	360	-	3230	-				
TT	96	310	310	-	310	717	1370	360	-	3590	-			108 -	
TF	456	717	310	-	310	717	963	360	-	3230	-				
TT	96	310	310	-	310	0	1370	360	-	3590	-			- 108	
TF	456	0	310	-	310	717	963	360	-	3230	-				

Tablo 4.19. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 1

TEZGAHLAR KODU													
	103	108	110	120	123	202	208	209	212	303	603	HÜCRE 1	
TT	96	-	310	-	310	0	1370	360	-	3590	-	202-123	
TF	456	-	310	-	0	717	963	360	-	3230	-		
TT	96	-	310	-	-	-	653	360	-	3590	-	103 -	
TF	456	-	0	-	-	-	963	360	-	3230	-		
TT	96	-	310	-	-	-	653	0	-	3590	-	- 110	
TF	96	-	0	-	-	-	963	360	-	3230	-		
TT	96	-	-	-	-	-	653	0	-	3590	-	209 -	
TF	96	-	-	-	-	-	653	360	-	3230	-		
TT	96	-	-	-	-	-	653	-	-	3230	-	- 208	
TF	96	-	-	-	-	-	653	-	-	3230	-		
TT	96	-	-	-	-	-	116	-	-	3230	-	208 -	
TF	0	-	-	-	-	-	212	-	-	3230	-		
TT	0	-	-	-	-	-	0	-	-	3230	-	- 208	
TF	0	-	-	-	-	-	0	-	-	3230	-		
TT	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3230	-	103 -	
TF	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3230	-		
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3230	-	- 303	
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3230	-		
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	303 -	
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-		
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

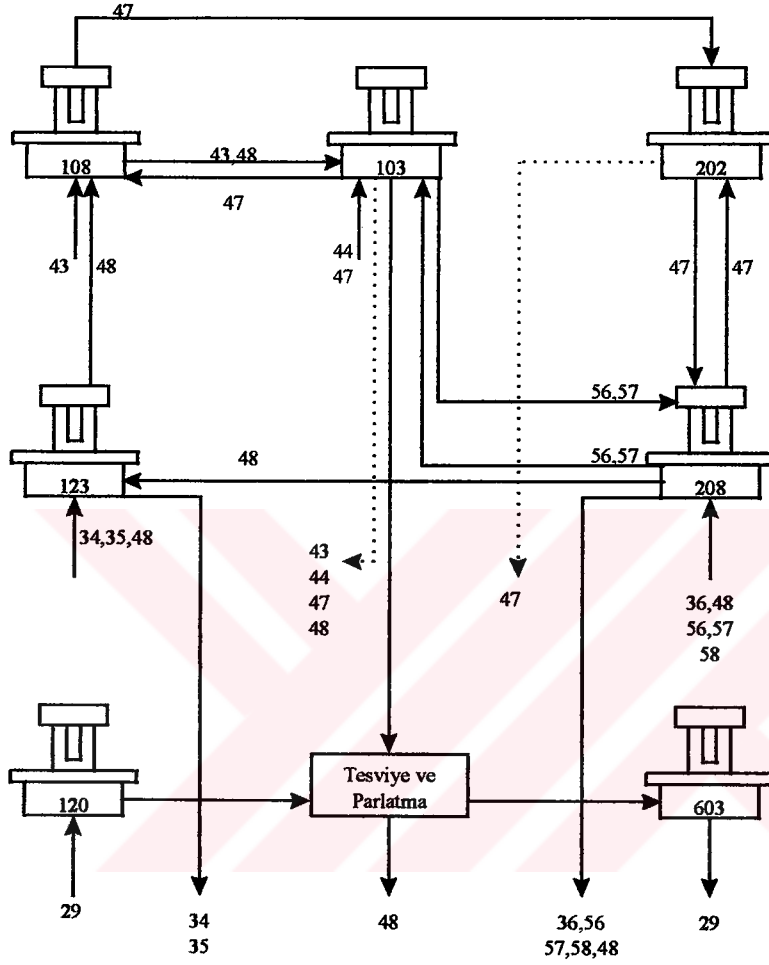
Tablo 4.22. Geriye Dönüflü Alternatif Akış Hattı

HÜCRE NO : 1

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO															
			29	34	35	36	43	44	47	48	56	57	58					
1	120	Üniversal Torna, TOS, SN 71-B	1															
2	212	Üniversal Freeze, Cincinnati				1			1,9									
3	110	Merkezleme tezgahı							2	2								
4	123	Üniversal Torna, Kopya, Tezsan		1,2	1,2					3								
5	108	CNC TORNA, Gildemaister					1		4	4								
6	103	CNC TORNA, combi					2	1,2	3	5	2,4	2						
7	202	CNC FREEZE, Deckel							5,7,8									
8	209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi					5	3										
9	208	CNC FREEZE, Rambaudi, Versamatik				2,3			6	1	1,3	1,3	1,2,3					
10	303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					3,4	4,5										
17	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	2															

Tablo 4.23. Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı

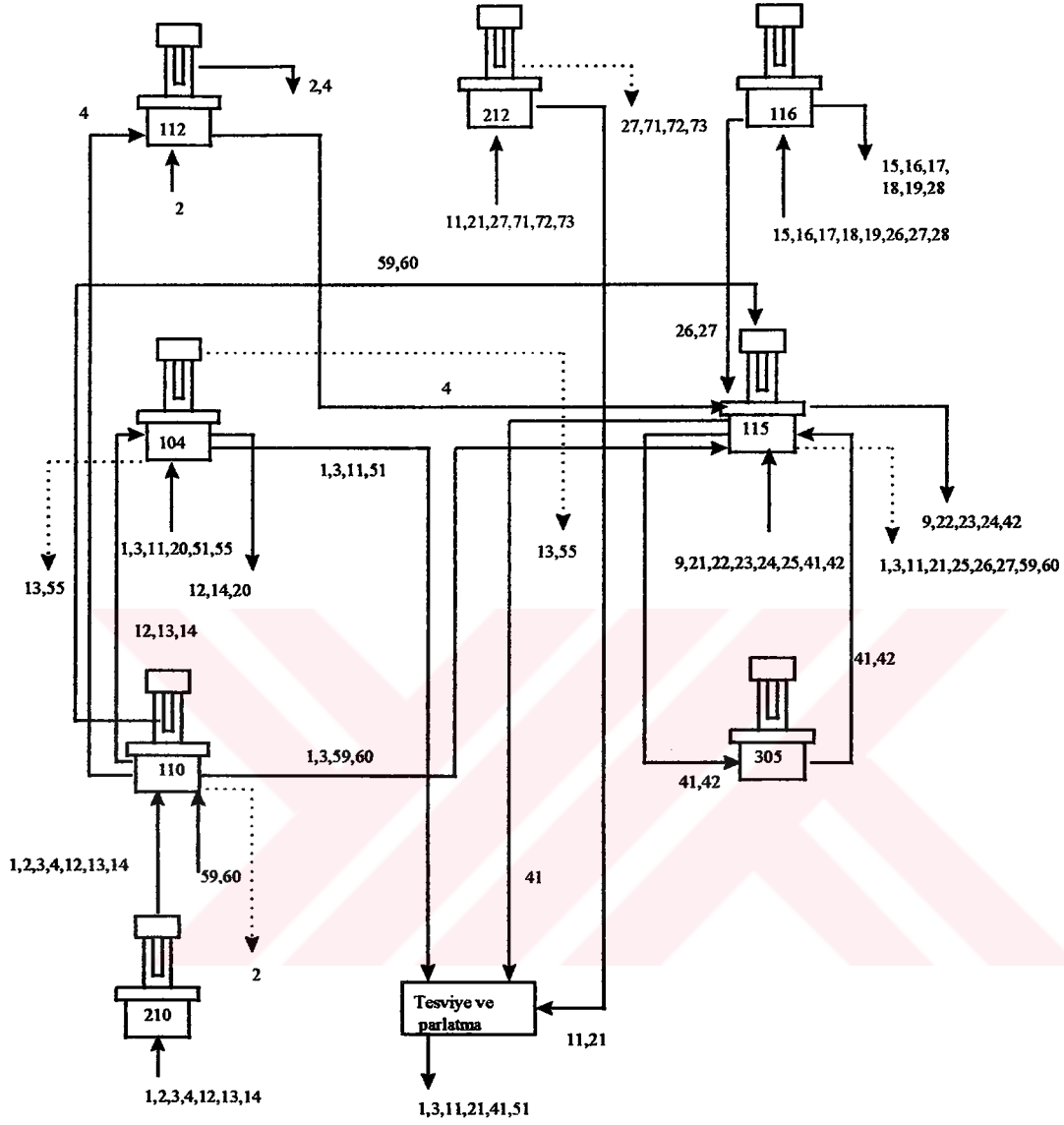
HÜCRE NO : 1



Parça no	Parça ismi
29	IS-Alıcı masa (st 37)
34	OTP-Klasik ring (hava kanallı)
35	OTP Klasik ring
36	OTP Sekilli ring
43	H28-Monoblok ebisör (gömleksiz)
44	H28 gövde
47	H28 finisör
48	H28 sabit finisör
56	Borcam gövde (gravürlü)
57	Borcam gövde (gravürsüz)
58	Borcam gövde (yuvarlak dışı)

Tablo 4.23. (devam ediyor)

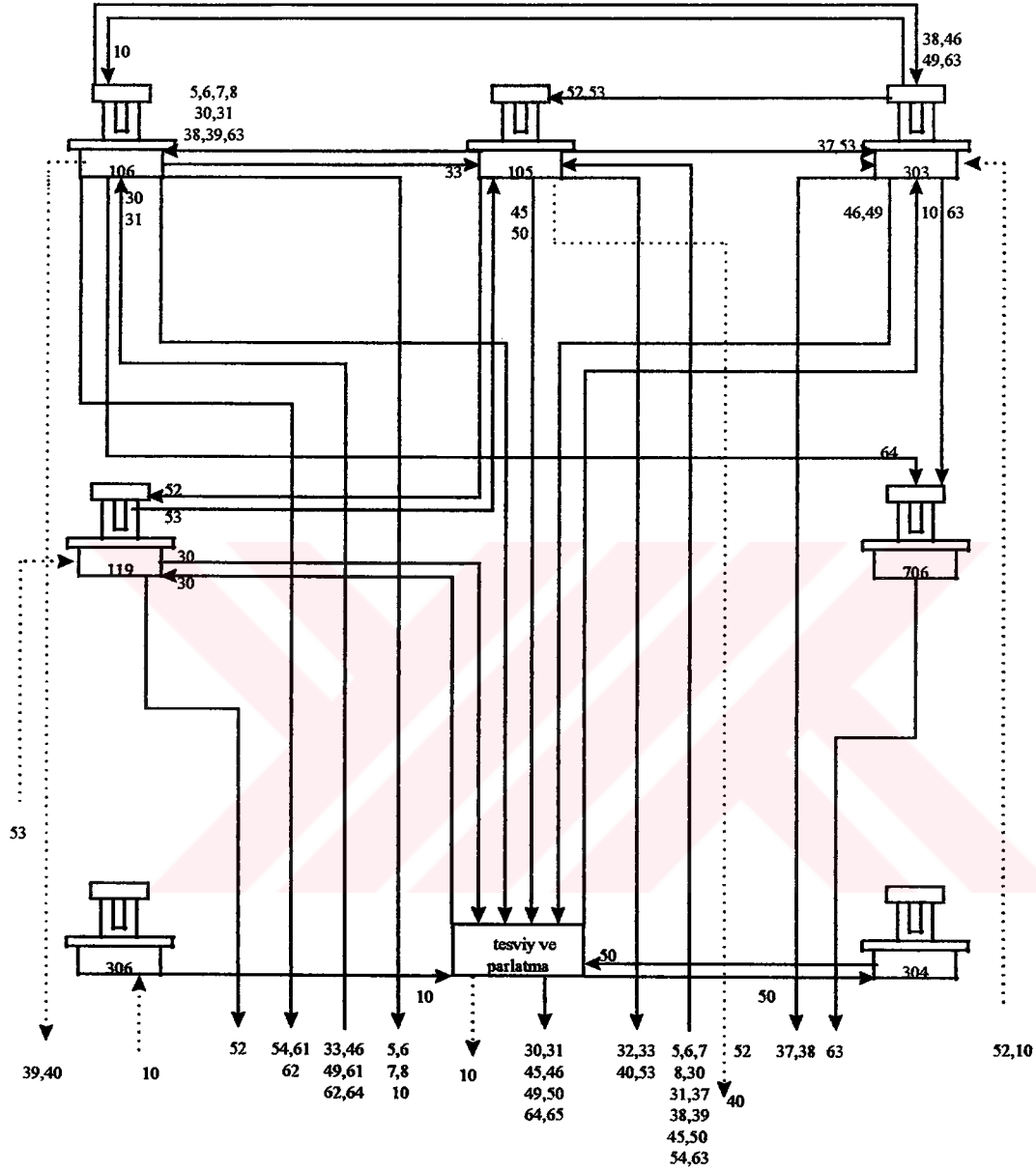
HÜCRE NO : 2



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
1	IS-ebişör (gömlekli)	23	IS-süflaj başlığı (kaynaklı gömleksiz alt delikli)
2	IS-ebişör (gömlüksiz)	24	IS-süflaj başlığı (kaynaklı gömlekli)
3	IS-finişör	25	IS-mastör
4	IS-finişör (gömlüksiz)	26	IS-mastör soğutucu (tek parçalı)
9	IS-tampon (yekpare)	27	IS-mastör soğutucu (tek parçalı-dişli)
11	IS-huni	28	IS-mastör soğutucu (iki parçalı)
12	IS-müldebak (kaynaklı)	41	OTP-klasik müldefon
13	IS-müldebak (kaynaksız)	42	OTP-şekilli müldefon
14	IS-müldebak (kaynaklı-tırnaklı)	51	H28-ring
15	IS-ring (hava tahliye kanallı)	55	H28-vakum başlığı
16	IS-ring (soğutma deliksiz)	59	H24-ayak gövde kalıbı (erozyon şekilli)
17	IS-ring (soğutma delikli)	60	H24-ayak gövde kalıbı (erozyon şekilsiz-tornada)
18	IS-kovan (frezeli kaynaklı)	71	Plate TSU/USU interface
19	IS-kovan (frezesiz kaynaklı)	72	Plate system interface
20	IS-mondren	73	Plate turret interface
21	IS-süflaj başlığı (kaynaksız gömleksiz)		
22	IS-süflaj başlığı (kaynaklı gömleksiz)		

Tablo 4.23. (devam ediyor)

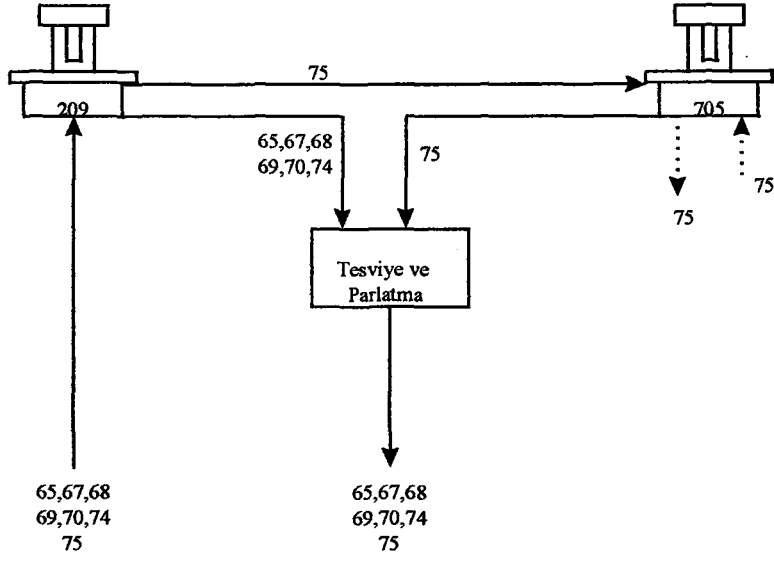
HÜCRE NO : 3



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
5	IS-müldefon (vakumlu)	40	OTP-şekilli mastör (elektroerozyonsuz)
6	IS-müldefon (verti-flow)	45	H28-ebişör gömlek (turnaklı)
7	IS-müldefon (tahliye delikli)	46	H28-ebişör gömlek (turnaksız)
8	IS-müldefon (deliksiz)	49	H28-müldefon (gravürsüz)
10	IS-tampon (iki parçalı)	50	H28-müldefon (gravürlü)
30	OTP-gövde	52	H28-klasik mastör
31	OTP-monoblok gövde	53	H28-klasik mastör + tutucu
32	OTP-gömlek (gravürlü)	54	H28-optikli mastör
33	OTP-klasik ring (çelik)	61-62	tube
37	OTP-klasik mastör (çelik)	63	shaft (al hadde)
38	OTP-klasik mastör (sefro)	64	shaft
39	OTP-şekilli mastör (elektroerozyonlu)	66	housing biocular

Tablo 4.23. (devam ediyor)

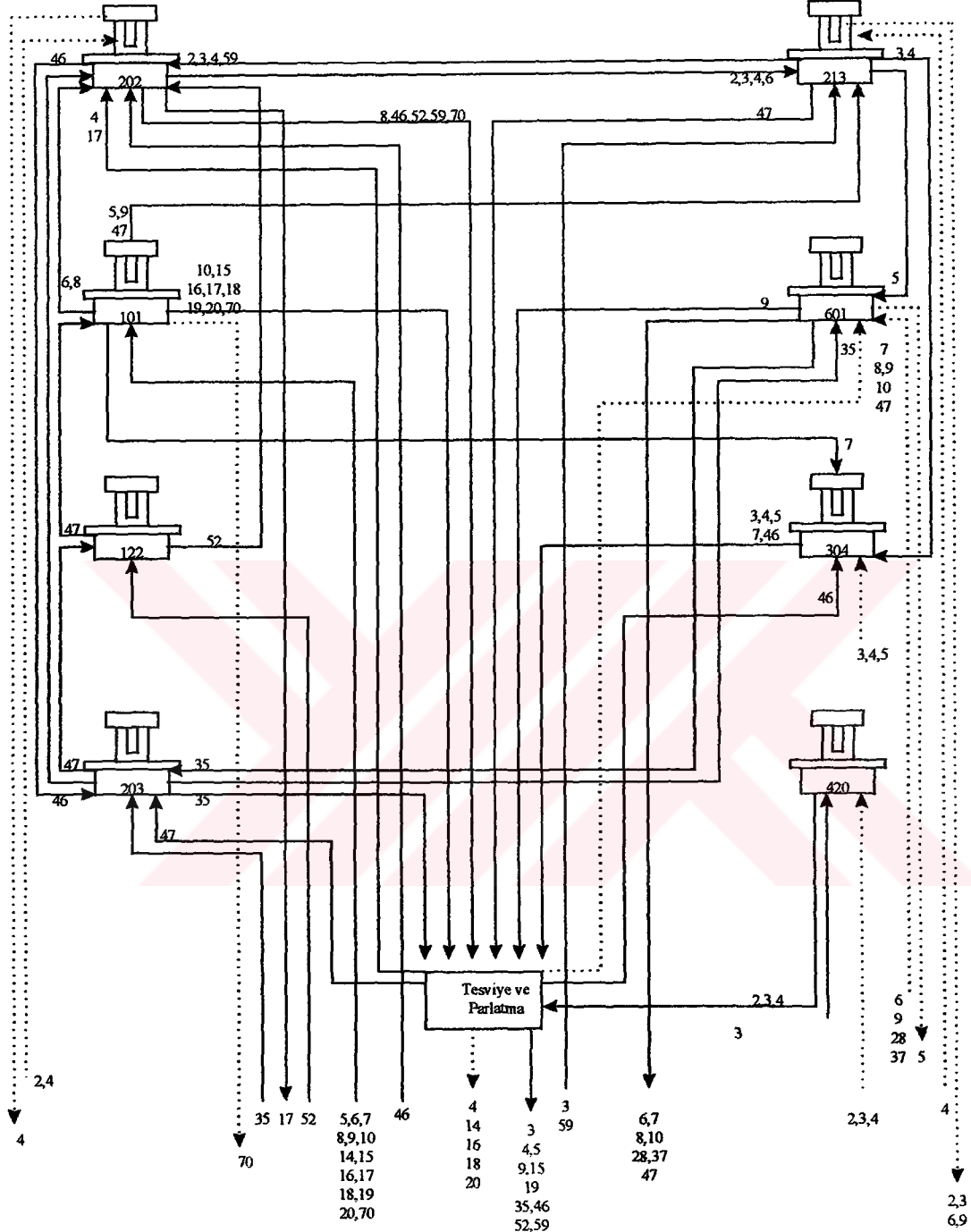
HÜCRE NO : 4



Parça no	Parça ismi
65	housing (al döküm)
67	heatsink
68	heatsink
69	cart guide
70	cart guide
74	bottom
75	flange

Tablo 4.23. (devam ediyor)

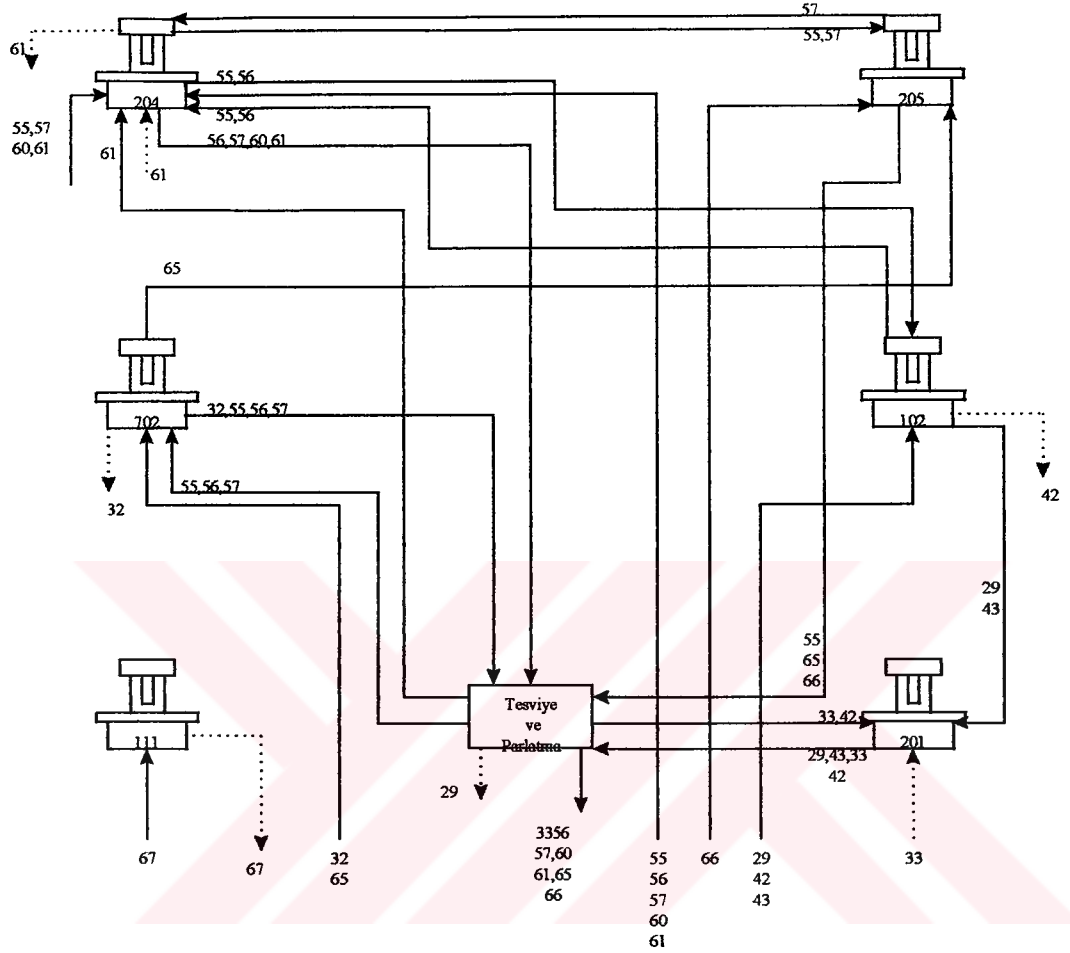
HÜCRE NO : 5



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
2	IS-ebişör (gömlekli)	17	IS-kovan (frezeli/kaynaklı)
3	IS-finişör (gömlekli)	18	IS-kovan (frezeli/kaynaksız)
4	IS-finişör (gömleksiz)	19	IS-kovan (frezesiz/kaynaklı)
5	IS-müldefon (vakumlu)	20	IS-mandren
6	IS-müldefon (verti flow)	28	IS-alıcı maşa (st 37)
7	IS-müldefon (tahliye delikli)	35	OTP-şekilli ring
8	IS-müldefon (deliksiz)	37	Otopres klasik mastör (sféro)
9	IS-tanpon (yekpare)	46	H28-sabit finişör
10	IS-tanpon (yekpare)	47	H28-müldebak
14	IS-ring (hava tahliye kanallı)	52	H28-müldefon tutucu (burçsuz)
15	IS-ring (soğutma-deliksiz)	59	Plate
16	IS-ring (soğutma-delikli)	70	Cover

Tablo 4.23. (devam ediyor)

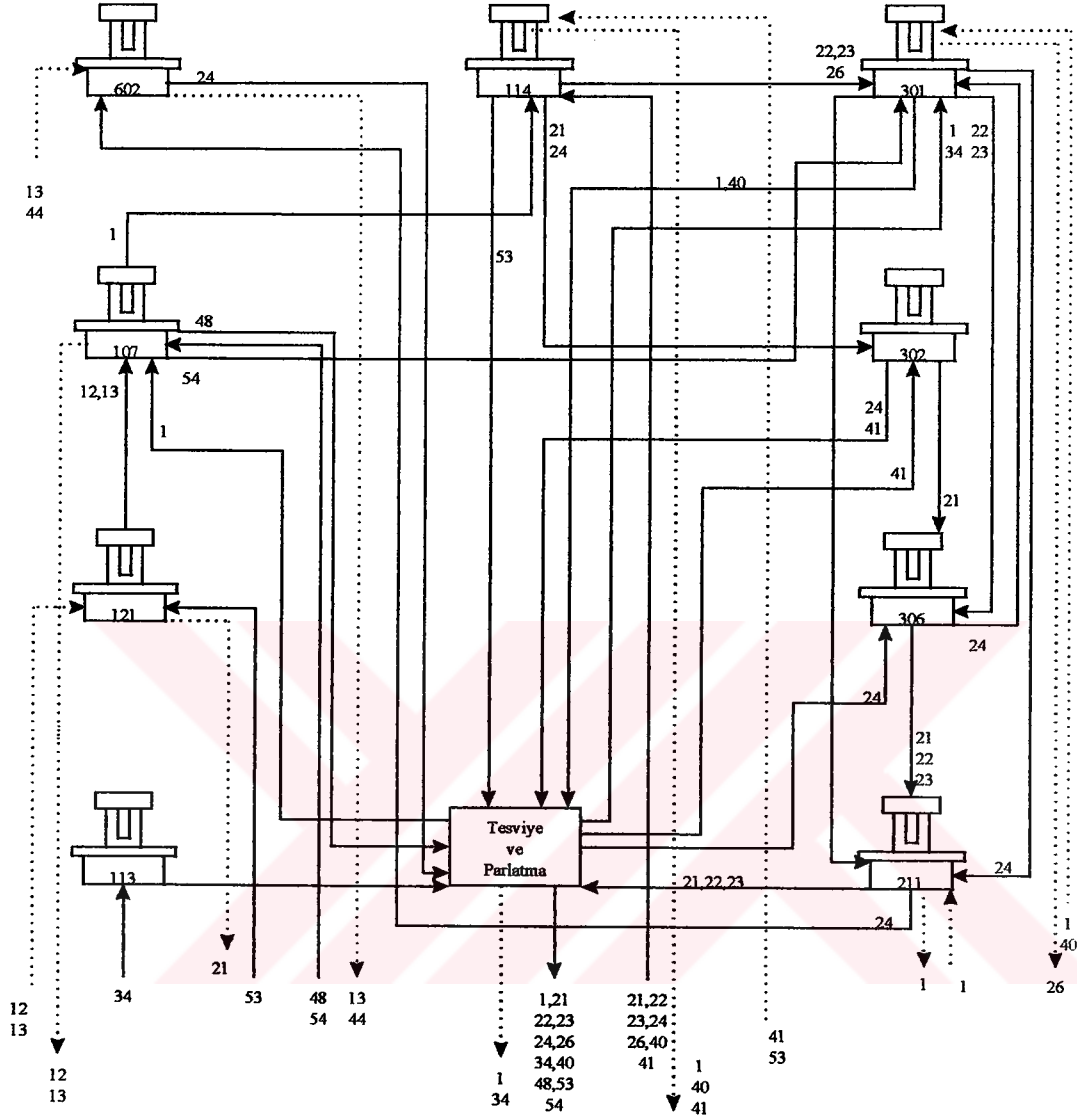
HÜCRE NO : 6



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
29	Otopres gövde	57	Borcam gövde (yuvarlak dışı)
32	Otopres klasik ring (çelik)	60	Housing (al döküm)
33	Otopres klasik ring (hava kanallı)	61	Housing (iki parçalı)
42	H28-monoblok ebişör (gömleksiz)	65	Plate system interface
43	H28-gövde	66	Plate turret interface
55	Borcam gövde (gravürlü)	67	Clamp ring
56	Borcam gövde (gravürlü-yuvarlak)		

Tablo 4.23. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 7



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
1	IS-ebişör (gömlekleli)	34	Otopres klasik ring (hava tahliye delikli)
12	IS-müldebak (kaynaklı)	40	Otopres klasik müldefon (iki parçalı)
13	IS-müldebak (kanallı-tırnaklı)	41	Otopres şekilli müldefon
21	IS-süflaj başlığı (kaynaksız-gömleksiz)	44	H28-ebişör gömleği (tırnaklı)
22	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömleksiz)	48	H28-ring
23	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömleksiz-alt delikli)	53	H28-müldefon tutucu (burçlu)
24	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömlekleli)	54	H28-vakum başlığı)
26	IS-mastör soğutucu (iki parçalı)		

Tablo 4.24. Sezgisel Model Benzetme Metodu**HÜCRE NO : 1**

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
29	2161	2	0	0	0.00	120 603
34	455	2	0	0	0.00	123 123
35	130	2	0	0	0.00	123 123
36	325	3	2	3	0.83	212 208 208
43	2870	5	1	1	0.20	108 103 303 303 209
44	960	5	1	2	0.30	103 103 209 303 303
47	717	9	0	0	0.00	212 110 103 108 202 208 202 202 212
48	310	5	1	2	0.30	208 110 123 108 103
56	11	3	1	2	0.50	208 103 208
57	85	3	1	2	0.50	208 103 208
58	116	3	1	3	0.67	208 208 208

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

120 603 212 110 103 108 202 208 123 209 303
 212 208 110 123 108 103 202 303 209 120 603

Son İki CFL İçin Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 12093
 Geri Dönüş Uzunluğu 9948

Sonuç :

212 208 110 123 108 103 202 303 209 120 603

Tablo 4.24. (devamı ediyor)

HÜCRE NO : 2

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
1	235	6	3	3	0.50	210 110 115 115 209 104
2	2118	5	2	2	0.40	210 110 103 112 112
3	194	6	3	3	0.50	210 110 115 115 209 104
4	1742	5	2	2	0.40	210 110 112 112 112
9	2678	2	0	0	0.00	115 115
11	3208	2	1	1	0.50	104 212
12	3443	3	3	3	1.00	210 110 104
13	626	8	0	0	0.00	210 110 104 208 208 603 603 603
14	2119	3	3	3	1.00	210 110 104
15	1863	2	0	0	0.00	116 116
16	2173	2	0	0	0.00	116 116
17	2173	2	0	0	0.00	116 116
18	317	2	0	0	0.00	116 116
19	105	2	0	0	0.00	116 116
20	4198	1	1	1	1.00	104
21	2521	7	0	0	0.00	115 115 115 303 306 212 212
22	360	2	0	0	0.00	115 115
23	360	2	0	0	0.00	115 115
24	360	2	0	0	0.00	115 115
25	929	3	0	0	0.00	115 115 119
26	598	6	0	0	0.00	116 116 116 115 303 304
27	86	7	0	0	0.00	116 116 116 115 120 212 304
28	171	2	0	0	0.00	115 116
41	2130	5	0	0	0.00	115 115 305 115 115
42	710	7	0	0	0.00	115 115 305 115 116 115 115
51	4120	1	1	1	1.00	104
55	1400	4	1	1	0.25	106 303 104 303
59	220	7	1	1	0.14	208 110 115 105 106 209 209
60	220	7	1	1	0.14	208 110 115 105 106 209 209
71	240	4	0	0	0.00	212 212 209 209
72	120	4	0	0	0.00	212 212 212 209
73	120	5	0	0	0.00	212 212 212 209 209

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

210 110 103 112 115 119 305 209 104 212 303 208 116 306 120 304 105 106 603
210 208 110 115 305 116 105 106 212 209 104 603 303 120 306 103 112 304 119

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 78306
Geri Dönüş Uzunluğu 45594

Sonuç :

210 208 110 115 305 116 105 106 212 209 104 603 303 120 306 103 112 304 119

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 3

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
5	194	2	1	1	0.50	105 106
6	968	2	1	1	0.50	105 106
7	581	2	1	1	0.50	105 106
8	193	2	1	1	0.50	105 106
10	670	7	0	0	0.00	115 115 212 306 603 303 106
30	1760	3	1	1	0.33	105 106 119
31	335	2	1	1	0.50	105 106
32	1777	2	0	0	0.00	105 105
33	1777	2	1	1	0.50	105 106
37	1056	3	1	1	0.33	105 105 303
38	264	3	1	1	0.33	105 106 303
39	88	3	1	1	0.33	105 106 209
40	352	3	0	0	0.00	105 105 209
45	480	2	0	0	0.00	105 105
46	480	3	1	1	0.33	106 106 303
49	1029	3	1	1	0.33	106 106 303
50	31	4	1	1	0.25	105 105 603 304
52	1388	5	2	2	0.40	115 303 105 119 119
53	1337	8	0	0	0.00	115 115 115 115 119 105 303 105
54	445	2	1	1	0.50	105 106
61	720	2	0	0	0.00	106 106
62	720	2	1	1	0.50	105 106
63	240	6	2	2	0.33	120 105 106 106 303 706
64	240	4	1	1	0.25	106 106 706 209
66	300	4	1	1	0.25	106 105 106 106

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

120 105 115 212 306 603 303 706 209 304 119 106
115 212 306 120 105 603 303 106 119 304 706 209

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 17893
Geri Dönüş Uzunluğu 14340

Sonuç :

115 212 306 120 105 603 303 106 119 304 706 209

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 4

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
65	240	2	2	2	1.00	209 209
67	240	4	0	0	0.00	209 209 209 209
68	240	4	4	4	1.00	209 209 209 209
69	240	3	3	3	1.00	209 209 209
70	240	3	3	3	1.00	209 209 209
74	240	3	3	3	1.00	209 209 209
75	240	4	1	1	0.25	209 705 106 705

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

209 705 106

209 705 106

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 240

Geri Dönüş Uzunluğu 240

Sonuç :

209 705 106

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 5

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
2	2118	11	11	11	1.00	702 111 111 111 202 213 202 213 301 301 420
3	194	11	7	9	1.73	702 107 114 213 213 202 213 301 301 304 420
4	1742	15	0	0	0.00	702 111 111 111 202 213 202 201 213 213 301 304 301 305 420
5	194	5	3	3	0.60	101 213 601 301 304
6	968	5	3	3	0.60	101 202 213 301 601
7	581	3	1	1	0.33	101 304 601
8	193	3	1	1	0.33	101 202 601
9	2678	5	2	2	0.40	101 213 306 301 601
10	670	2	0	0	0.00	101 601
14	1863	3	0	0	0.00	101 101 602
15	2173	2	0	0	0.00	101 101
16	2173	3	1	1	0.33	101 101 301
17	317	3	1	1	0.33	101 101 202
18	633	3	1	1	0.33	101 101 201
19	105	2	0	0	0.00	101 101
20	4198	2	1	1	0.50	101 301
28	2161	2	0	0	0.00	118 601
35	325	3	0	0	0.00	203 601 203
37	264	4	0	0	0.00	118 118 118 601
46	310	4	3	3	0.75	202 203 202 304
47	4590	5	1	1	0.20	203 122 101 213 601
52	310	4	2	2	0.50	122 122 202 202
59	300	6	2	6	0.67	213 213 213 213 213 202
70	240	5	0	0	0.00	101 101 207 207 207

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

118 122 101 602 207 702 107 114 111 202 203 213 306 201 301 601 304 305 420
702 111 202 107 114 213 203 601 122 101 201 301 304 306 305 420 118 207 602

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 59696
Geri Dönüş Uzunluğu 113143

Sonuç :

118 122 101 602 207 702 107 114 111 202 203 213 306 201 301 601 304 305 420

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 6

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
29	1760	5	0	0	0.00	102 102 201 201 118
32	390	4	0	0	0.00	702 704 704 704
33	455	5	0	0	0.00	113 113 113 201 201
42	2870	5	0	0	0.00	102 102 302 302 201
43	960	5	0	0	0.00	102 102 201 302 302
55	11	6	2	2	0.33	204 102 204 205 702 702
56	85	5	2	2	0.40	204 102 204 702 702
57	116	5	2	2	0.40	204 205 204 702 702
60	240	2	2	2	1.00	204 204
61	720	9	0	0	0.00	204 204 204 204 204 301 301 204 204
65	720	3	0	0	0.00	702 702 205
66	120	2	0	0	0.00	703 205
67	300	3	0	0	0.00	111 111 207

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

113 703 111 207 204 102 201 302 118 205 702 704 301
204 301 102 703 702 205 111 207 302 113 201 704 118

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 10026
Geri Dönüş Uzunluğu 3423

Sonuç :

204 301 102 703 702 205 111 207 302 113 201 704 118

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 7

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
1	235	10	0	0	0.00	702 107 114 201 211 201 213 301 301 420
12	2118	7	2	2	0.29	702 121 107 207 207 601 601
13	2191	9	2	2	0.22	702 121 107 207 207 207 602 602 602
21	2521	7	2	5	0.50	114 114 114 302 306 211 211
22	360	5	2	3	0.50	114 301 306 211 211
23	360	6	3	3	0.50	114 301 301 306 211 211
24	360	6	2	2	0.33	114 302 306 301 211 602
26	171	4	2	3	0.62	114 114 301 304
34	130	5	2	2	0.40	113 113 113 201 301
40	2130	6	2	4	0.50	114 114 114 704 301 601
41	710	8	1	4	0.31	114 114 114 704 114 601 302 601
44	480	2	0	0	0.00	704 602
48	4120	1	1	1	1.00	107
53	310	6	1	2	0.25	121 121 202 201 114 114
54	1400	2	2	2	1.00	107 301

Son iki CFL 'nın Operasyon Sırası

113 702 121 202 107 207 114 302 704 201 211 213 301 601 304 306 602 420
702 121 107 114 704 202 201 302 306 301 601 211 113 213 420 304 207 602

Son İki CFL Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 24850
Geri Dönüş Uzunluğu 20093

Sonuç :

702 121 107 114 704 202 201 302 306 301 601 211 113 213 420 304 207 602

Tablo 4.24. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 8

Parça No	Talep (Yıl/Adet)	Operasyon Sayısı	CF	CB	CO	Operasyon Sırası
11	3208	6	4	6	0.83	118 118 118 118 118 118
25	929	5	4	5	0.90	118 118 118 118 118
27	1440	3	1	1	0.33	207 207 118
30	335	5	4	5	0.90	118 118 118 704 704
31	1777	7	0	0	0.00	704 118 118 118 704 118 124
36	1056	4	4	4	1.00	118 118 704 118
38	88	4	2	2	0.50	207 118 302 118
39	352	4	2	2	0.50	207 118 301 118
45	480	3	2	2	0.67	704 118 601
49	1388	2	2	2	1.00	118 118
50	1337	2	2	2	1.00	118 118
51	445	3	2	2	0.67	118 118 207
58	240	2	0	0	0.00	207 207
62	240	3	0	0	0.00	207 207 703
63	240	3	0	0	0.00	207 207 703
64	120	3	0	0	0.00	703 703 207
68	240	2	0	0	0.00	207 207
69	240	2	0	0	0.00	207 207

Son iki CFL 'nin Operasyon Sırası

703 704 118 601 207 302 301 124
704 118 207 301 302 124 703 601

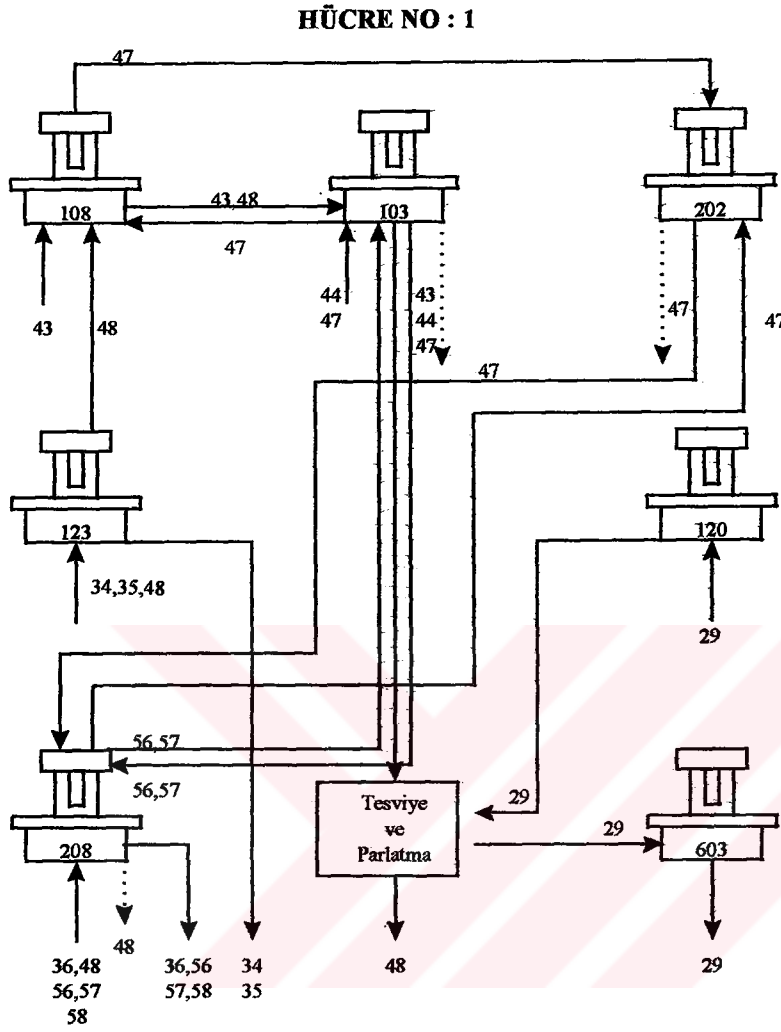
Son İki CFL 'nin Geri Dönüş Uzunluğu

Geri Dönüş Uzunluğu 10520
Geri Dönüş Uzunluğu 6496

Sonuç :

704 118 207 301 302 124 703 601

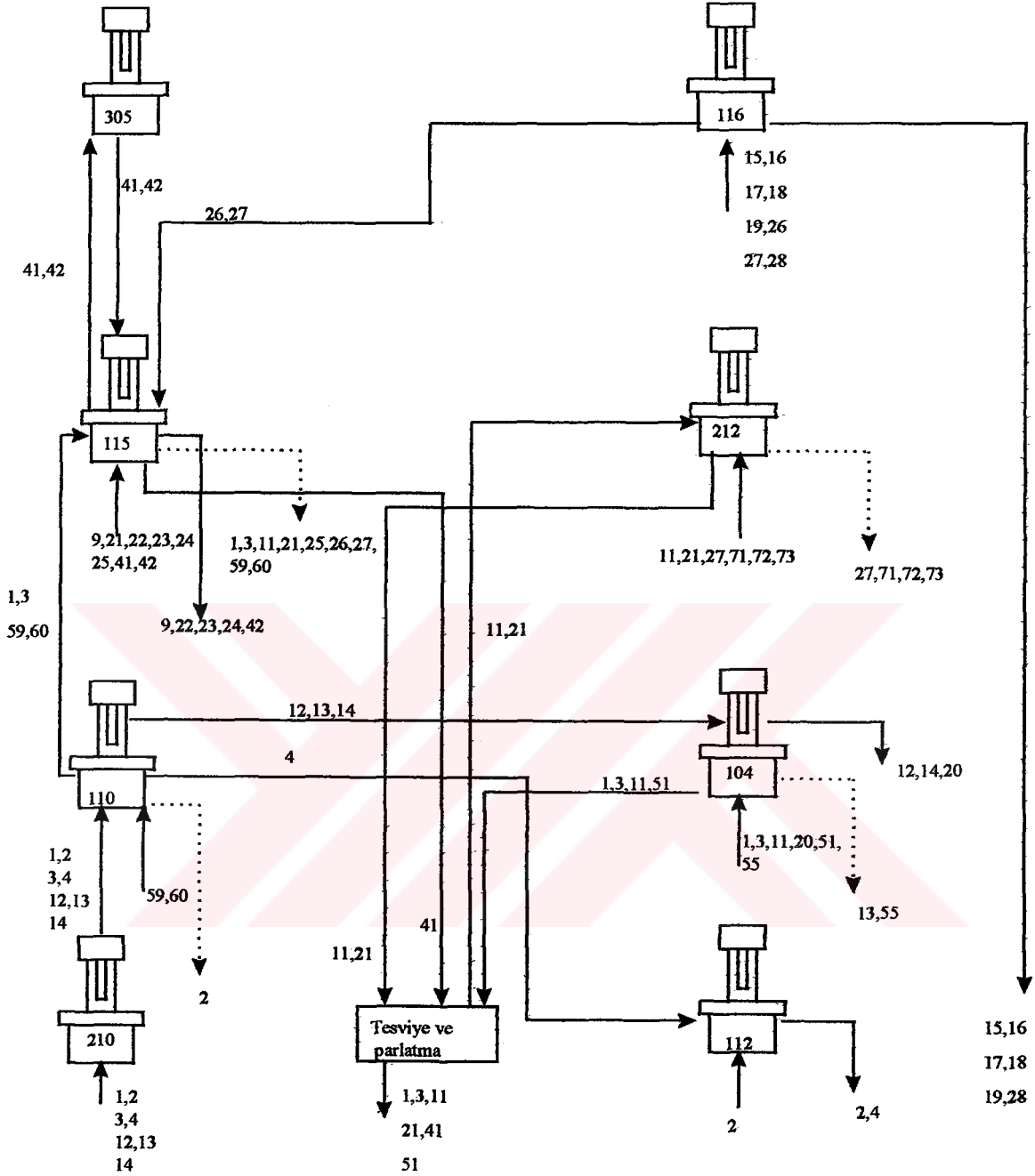
Tablo 4.25. Tezgahların Hücre İçinde Yerleşim Planı



Parça no	Parça ismi
29	IS-Alıcı masa (st 37)
34	OTP-Klasik ring (hava kanallı)
35	OTP Klasik ring
36	OTP Sekilli ring
43	H28-Monoblok ebisör (gömleksiz)
44	H28 gövde
47	H28 finisör
48	H28 sabit finisör
56	Borcam gövde (gravürlü)
57	Borcam gövde (gravürsüz)
58	Borcam gövde (yuvarlak dışı)

Tablo 4.25. (devam ediyor)

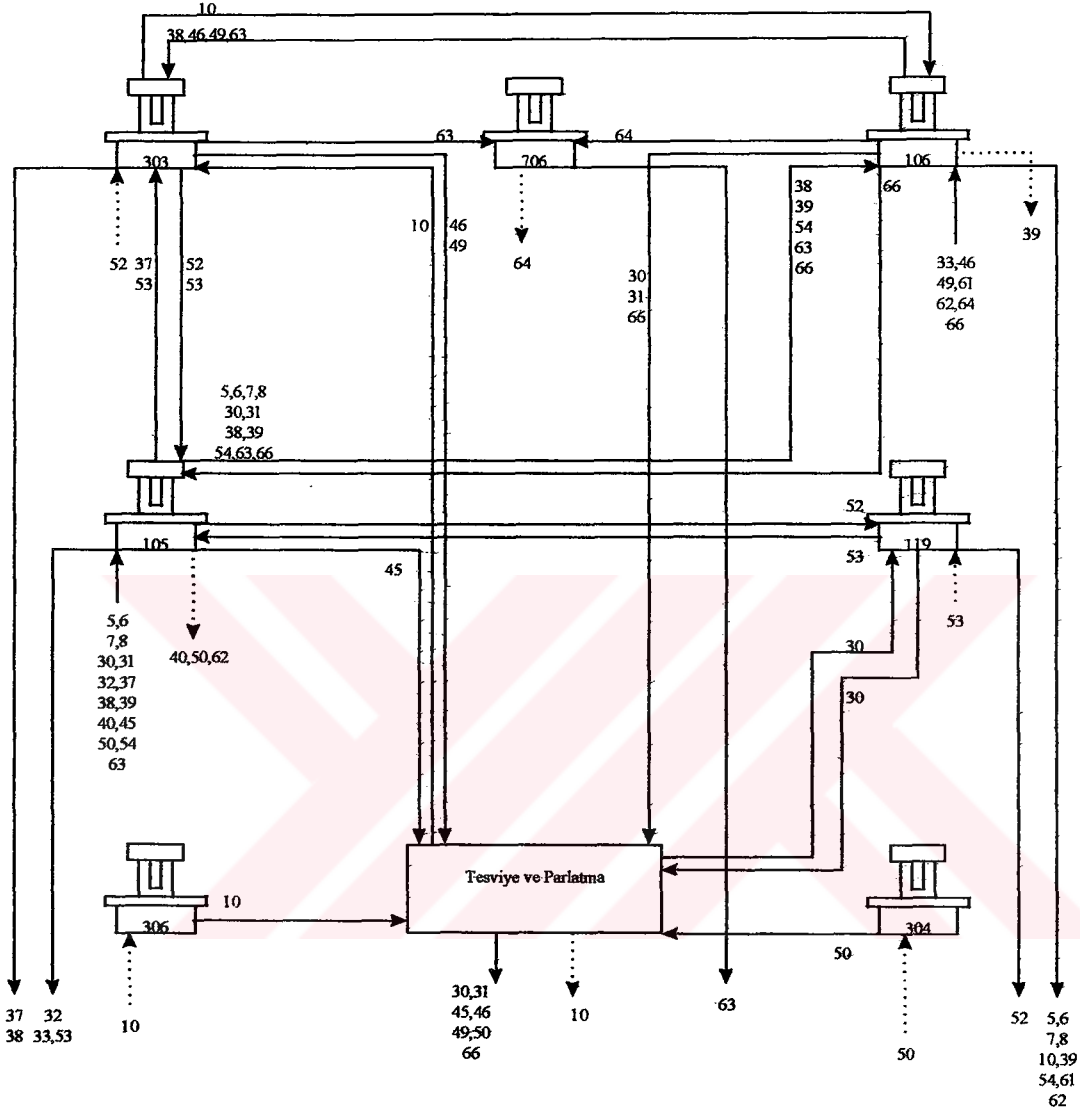
HÜCRE NO : 2



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi	
1	IS-ebişör (gömlekli)	22	S-süflaj başlığı (kaynaklı gömleksiz)	1
2	IS-ebişör (gömleksiz)	23	IS-süflaj başlığı (kaynaklı gömleksiz alt delikli)	
3	IS-finişör	24	IS-süflaj başlığı (kaynaklı gömlekli)	
4	IS-finişör (gömleksiz)	25	IS-mastör	
9	IS-tampon (yekpare)	26	IS-mastör soğutucu (tek parçalı)	
11	IS-huni	27	IS-mastör soğutucu (tek parçalı-dişli)	
12	IS-müldebak (kaynaklı)	28	IS-mastör soğutucu (iki parçalı)	
13	IS-müldebak (kaynaksız)	41	OTP-klasik müldefon	
14	IS-müldebak (kaynaklı-turnaklı)	42	OTP-şekilli müldefon	
15	IS-ring (hava tahliye kanallı)	51	H28-ring	
16	IS-ring (soğutma deliksiz)	55	H28-vakum başlığı	
17	IS-ring (soğutma delikli)	59	H24-ayak gövde kalıbı (erozyon şekilli)	
18	IS-kovan (frezeli kaynaklı)	60	H24-ayak gövde kalıbı (erozyon şekilsiz-tornada)	
19	IS-kovan (frezesiz kaynaklı)	71	Plate TSU/USU interface	
20	IS-mondren	72	Plate system interface	
21	IS-süflaj başlığı (kaynaksız gömleksiz)	73	Plate turret interface	

Tablo 4.25. (devam ediyor)

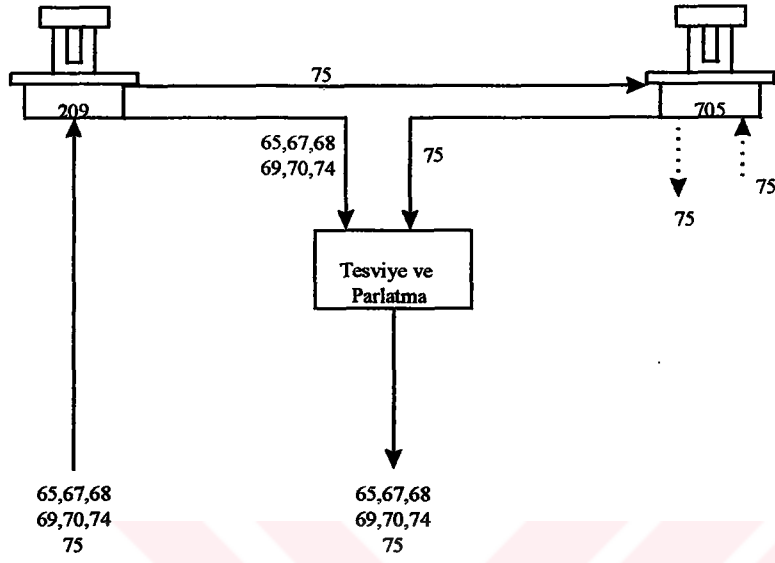
HÜCRE NO : 3



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
5	IS-müldefon (vakumlu)	40	OTP-şekilli mastör (elektroerozyonsuz)
6	IS-müldefon (verti-flow)	45	H28-ebişör gömlek (turnaklı)
7	IS-müldefon (tahliye delikli)	46	H28-ebişör gömlek (turnaksız)
8	IS-müldefon (deliksiz)	49	H28-müldefon (gravürsüz)
10	IS-tampon (iki parçalı)	50	H28-müldefon (gravürlü)
30	OTP-gövde	52	H28-klasik mastör
31	OTP-monoblok gövde	53	H28-klasik mastör + tutucu
32	OTP-gömlek (gravürlü)	54	H28-optikli mastör
33	OTP-klasik ring (çelik)	61-62	tube
37	OTP-klasik mastör (çelik)	63	shaft (al hadde)
38	OTP-klasik mastör (sefro)	64	shaft
39	OTP-şekilli mastör (elektroerozyonlu)	66	housing biocular

Tablo 4.25. (devam ediyor)

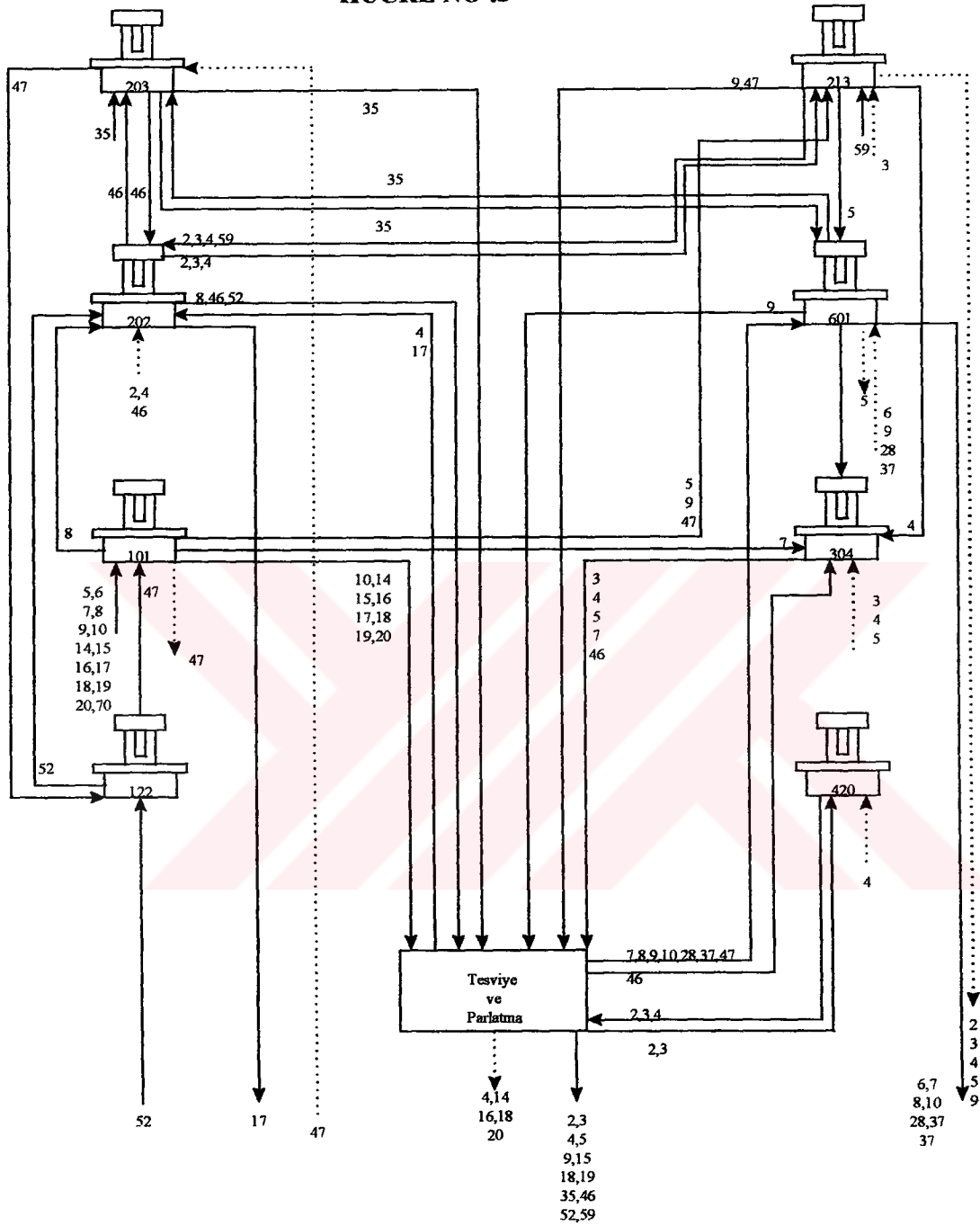
HÜCRE NO : 4



Parça no	Parça ismi
65	housing (al döküm)
67	heatsink
68	heatsink
69	cart guide
70	cart guide
74	bottom
75	flange

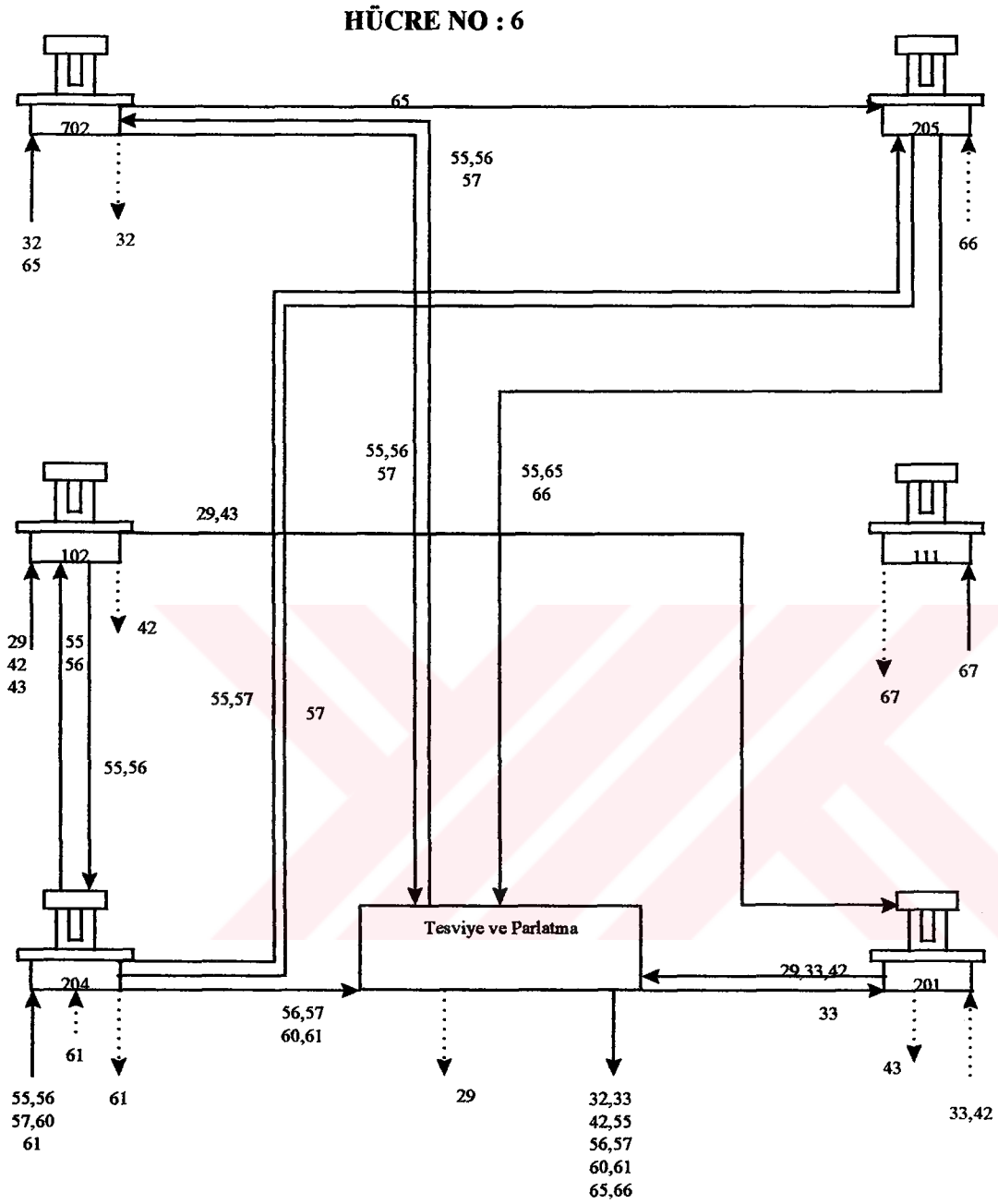
Tablo 4.25. (devam ediyor)

HÜCRE NO :5



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
2	IS-ebişör (gömlekli)	17	IS-kovan (frezeli/kaynaklı)
3	IS-finişör (gömlekli)	18	IS-kovan (frezeli/kaynaksız)
4	IS-finişör (gömleksiz)	19	IS-kovan (frezesiz/kaynaklı)
5	IS-müldefon (vakumlu)	20	IS-mandren
6	IS-müldefon (verti flow)	28	IS-alıcı maşa (st 37)
7	IS-müldefon (tahliye delikli)	35	OTP-şekilli ring
8	IS-müldefon (deliksiz)	37	Otopres klasik mastör (sfero)
9	IS-tanpon (yekpare)	46	H28-sabit finişör
10	IS-tanpon (yekpare)	47	H28-müldebak
14	IS-ring (hava tahliye kanallı)	52	H28-müldefon tutucu (burçsuz)
15	IS-ring (soğutma-deliksiz)	59	Plate
16	IS-ring (soğutma-delikli)	70	Cover

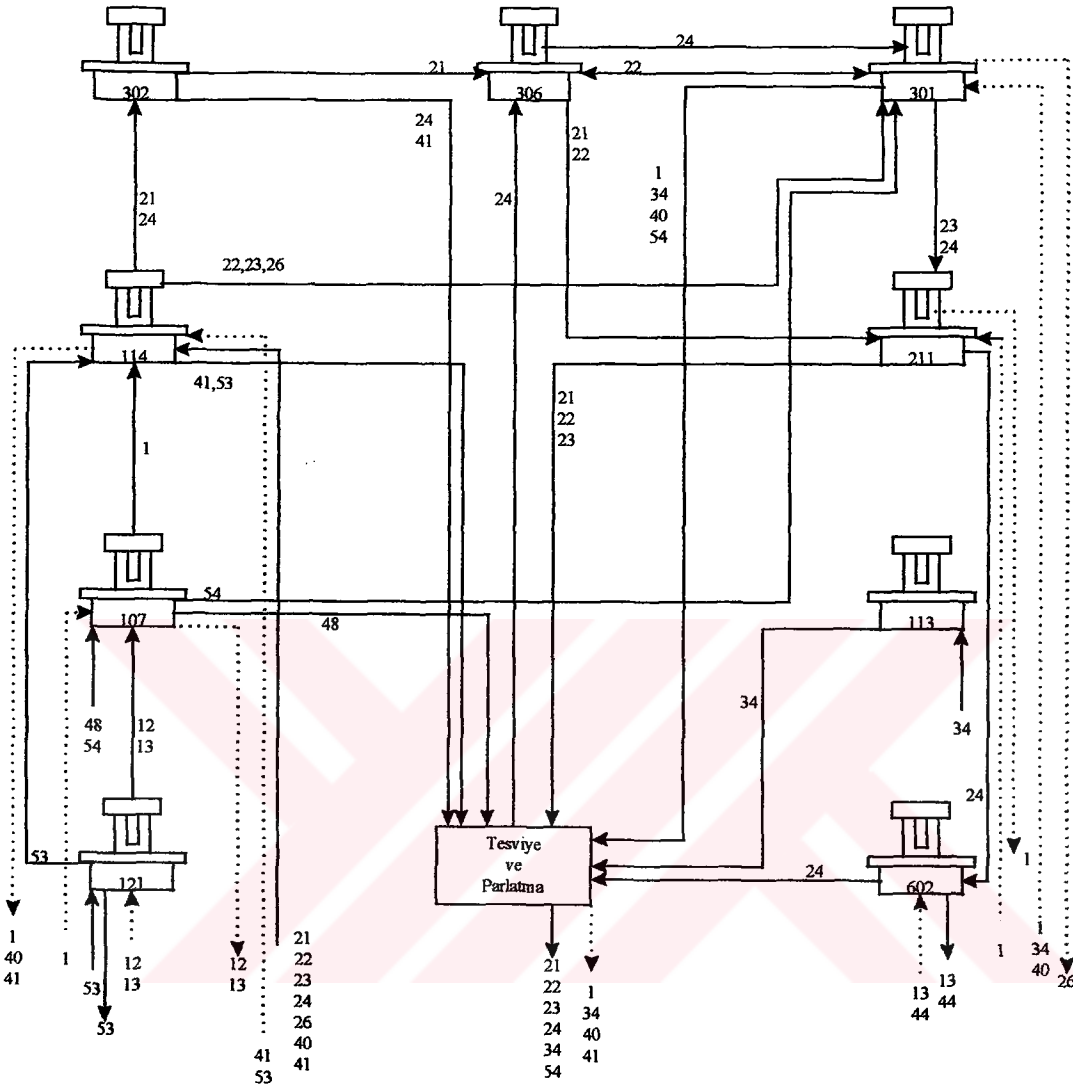
Tablo 4.25. (devam ediyor)



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
29	Otopres gövde	57	Borcam gövde (yuvarlak dışı)
32	Otopres klasik ring (çelik)	60	Housing (al döküm)
33	Otopres klasik ring (hava kanallı)	61	Housing (iki parçalı)
42	H28-monoblok ebişör (gömlüksüz)	65	Plate system interface
43	H28-gövde	66	Plate turret interface
55	Borcam gövde (gravürlü)	67	Clamp ring
56	Borcam gövde (gravürlü-yuvarlak)		

Tablo 4.25. (devam ediyor)

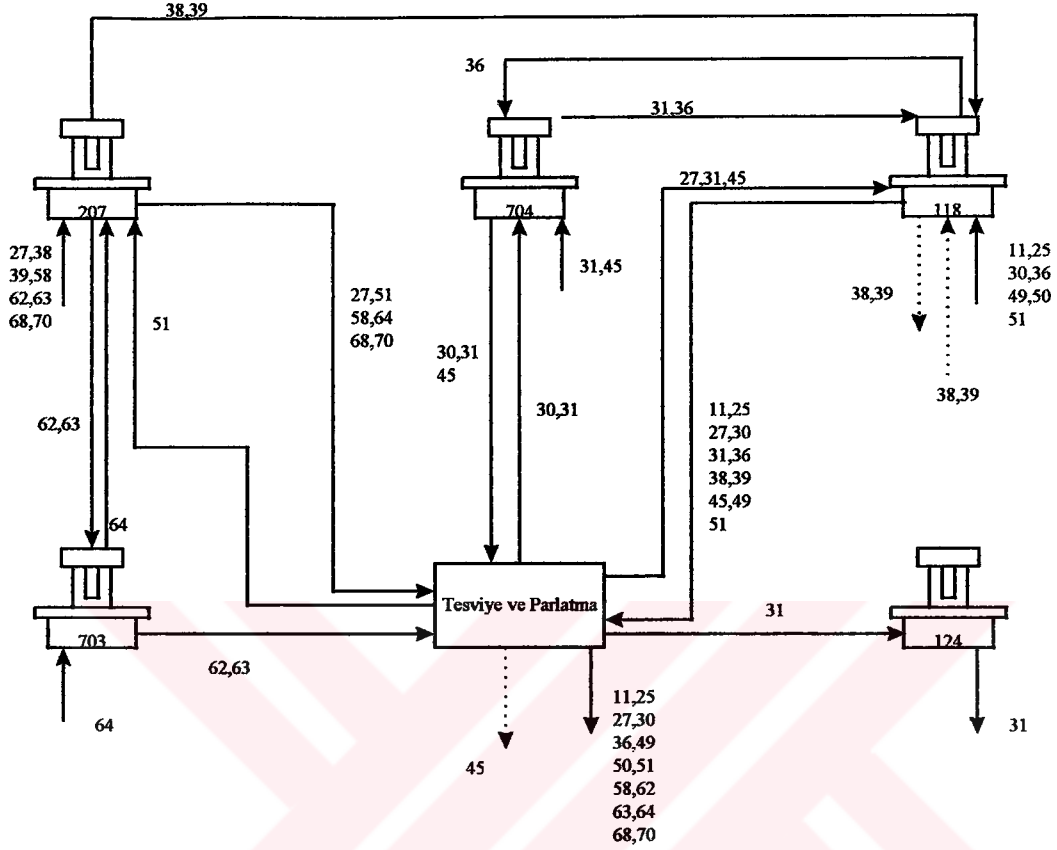
HÜCRE NO : 7



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
1	IS-ebişör (gömlekli)	34	Otopres klasik ring (hava tahliye delikli)
12	IS-müldebak (kaynaklı)	40	Otopres klasik müldefon (iki parçalı)
13	IS-müldebak (kanallı-turnaklı)	41	Otopres şekilli müldefon
21	IS-süflaj başlığı (kaynaksız-gömleksiz)	44	H28-ebişör gömleği (turnaklı)
22	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömleksiz)	48	H28-ring
23	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömleksiz-alt delikli)	53	H28-müldefon tutucu (burçlu)
24	IS-süflaj başlığı (kaynaklı-gömlekli)	54	H28-vakum başlığı)
26	IS-mastör soğutucu (iki parçalı)		

Tablo 4.25. (devam ediyor)

HÜCRE NO : 8



Parça no	Parça ismi	Parça no	Parça ismi
11	IS-huni	49	H28 klasik mastör
25	IS-mastör	50	H28 klasik mastör + tutucu
27	IS-alıcı maşa (bronz)	51	H28 optikli mastör
30	Otopres monoblok gövde	58	Base plate
31	Otopres gömlek (gravürlü)	62	Bearing left
36	Otopres klasik mastör (çelik)	63	Bearing right
38	Otopres şekilli mastör (elektroerozyonlu)	64	Plate TSU/ISU interface
39	Otopres şekilli mastör (elektroerozyonsuz)	68	Console
45	H28 ebişör gömlek (turnaksız)	69	Frame bored

4.8. Uygulamanın endüstriyel firmaya sağlayacağı yararlar

- Parça aileleri ve hücre grupları oluşturulduğundan hücrelerde işlem görecektir parçalar birbirinin benzeri olacağından tezgahların hazırlık zamanlarında azalma olur. Hücre içindeki parçaların müşterisi aynı, malzeme cinsi ve fonksiyonel özellikleri birbirine benzer parçalardır.
- Kalite özellikleri daha iyi bilinir. Grup amiri ve posta başı aynı fonksiyonel özellikteki parçaları işlediğinden parçaları daha iyi tanıma ve o işi geliştirme fırsatını bulur. Sonuç olarak kalite yükselir.
- Üretim kapasitesi bilinir. Başka bir deyişle hangi işin hangi tezgahta işlem göreceğini bilinir. Böylece işlerin temin süreleri tesbit edilir. Sonuç olarak etkin planlama mümkündür.
- Daha bilinçli çalışma imkanı doğar.
- Maliyetleri daha kolay kontrol altına alma imkanı bulunmaktadır. Böylece maliyetlerde düşme tesbit edilir. Hücre oluşturulunca her parçanın işlenmesi için gerekli olan işgören gideri, tezgahın amortisman maliyeti, elektrik gideri vs tesbit etme imkanı belli olduğundan parça başına gerçekçi maliyet tesbit etme imkanı kolaylaşır. Fonksiyonel düzenlemede tezgah gruplarından çeşitli parçalar geçirildiğinden parça gruplarını tesbit etme imkanı zorlaşıyor, sonuç olarak gerçekçi parça başına maliyeti saptamak mümkün olamaz.
- Hücresel üretimde rota tesbiti aynı, yani sabit bir rota olduğundan sabit gider vardır. Fonksiyonel düzenlemede rota tesbiti farklıdır.
- Hücreler oluşturulduğundan hücrelerin belli bir kapasitesi vardır. Hücrenin çalışması etüt edilerek kapasite artırma çalışması yapılabilir.
- Darboğaz hücrelerin tesbiti kolaydır. Bu nedenle gerekli olduğunda mühendislik çalışmalarıyla kapasite artırma çalışmaları kolaylıkla yapılabilir.
- Darboğaz tezgahlar, çeşitli alternatiflerle ortadan kaldırılabilir.
- Hücreler oluşturulduğundan parçaları taşıma zamanı ve taşıma maliyetleri ortadan kaldırılmıştır.

- Parçanın gözden kaybolma riski ortadan kalkmaktadır. Yani parça bir tezgahtan diğerine girerek işlemini tamamlar. Dolayısıyla da üretim süresi azalır, proses içi envanter düşer.
- Sonuç olarak hücresel üretim, sürekli gelişme için gerekli ortamı hazırlamaktadır.
- Tezgahlar birbirlerine çok yakın olduğundan işgören birden fazla tezgaha bakabilir. Parçayı bir tezgaha bağladıktan sonra öbür tezgah ile meşkul olabilir. Boş kaldığı zamanda tesviye parlatma işlemlerini yaparak %100 dolu bir şekilde çalışır. Böylece az kişiyle çok iş yapabilme olanağı sağlanarak işçilik giderleri azaltılabilir.
- Hücresel üretimin sakıncası olarak, iyi tasarlanmamış hücrelerde kapasite dengesi sağlanamadığından, makina önlerinde kuyruklar oluşacaktır.
- Eğer elimizde sipariş yoksa tezgah kullanım oranları düşer. Buda bir sakınca olarak belirtilebilir.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Prosesle yönelik fonksiyonel yerleşim düzenine sahip atölye tipi üretim sisteminde operasyonlar arası uzun bekleme süreleri, makinaların çok farklı işlerle yüklenmesi neticesinde artan toplam hazırlık süreleri, uzun hazırlık sürelerine bağlı olarak büyük partilerle çalışmasının gerekliliği, bunun neticesinde, yarı mamul ürün stoklanması, iş akışındaki geri hareketler sebebiyle artan taşıma karmaşıklığı bölüm grup amirlerinin tüm imalattan sorumlu olmaması, düşük kalite ve üretim temin süreleri gibi sorunların çözümünü imkansızlaştırmakta dolayısıyla bir bütün halinde ele alınması zor olan bu sorunlara karşı, yapılan çalışmada sistemi küçük alt sistemler halinde tanımlayarak birleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece küçük sistemlerde planlama, denetim ve üretim daha etkin bir şekilde sağlanabilir.

Üretim sistemlerini birbirinden bağımsız alt sistemler (hücreler) halinde tasarlanmasıyla, bu alt sistemler arasındaki koordinasyon ihtiyacının azaltılmasını sağlayacak, bu durum bir alt sistemde alınmış bir kararın olumlu etkilerinin, tüm sisteme yansıtılabilmesini, üretimin küçük partilerle yapılabilmesini dolayısı ile proses içi stokların ve üretim temin sürelerinin azaltılabilmesini sağlayacaktır. Ancak, makinalarda söz konusu olabilecek yetersiz yüklemelerde, makina kullanım oranlarında bazı kayıpların oluşabilmesine neden olabilmektedir ve makinalardaki paralel işlemler sayesinde, makinaların boşta kalmalarından yüksek oranda tasarrufun sağlanabilmesi, söz konusu olan olumsuzluğun azaltılmasında etken olacaktır.

Hücreli üretime geçişle iş akışının oldukça basitleştirilebilmesi ve çok yönlü vasıflı işçilerin varlığı, bir işçinin birden fazla çeşitte makineye bakmasına olanak sağlayarak işçilik maliyetlerinin azalmasına neden olacaktır.

Etkin bir GT imalat sistemi için grup analizi ve grup içi düzenleme analizinin ayrı ayrı düşünülmemesi gerekmektedir.

Endüstriyel firmada öncelikle elle yapılan fabrika akış analizi sonucu prosesler arasında oldukça karmaşık bir iş akışı olduğu gözlenmiştir. 89 adet parça ve 53 çeşit makinaı içeren birleştirilmiş grup için yapay sınır ağı tekniğı uygulanmış, sonuçta sekiz grup oluşturulmuştur ve iş akışı basitleştirilmeye çalışılmıştır. Fakat mevcut makinaların birçok farklı gruba bölünmeleri gerektiğinden ekstra makina ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu durumun iyileştirilmesi için geliştirilen matematiksel modelde çeşitli alternatifler önerilmeye çalışılmıştır :

- Darboğaz istasyonlar için paralel makina sayısının arttırılması (yeni yatırımlar).
- Parçaların fason yaptırılması.
- Hücreler arası harekete izin verilmesi.

İmalat tesisinin yerleşim tasarımı ürün maliyetlerini teslimat hızını ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Ekipmanların atölyedeki düzeni malzeme akışını, imalat temin sürelerini, ara stokları, proses içi kalite kontrolünü ve iş çizelgelemesi ve kontrolünü büyük ölçüde etkileyecektir.

Grup içi yerleşim düzenlemesinin etkinliğı, grup içine giren parçaların operasyon sırası benzerliğı ve operasyon çeşitliğı ile değışir. Bu değışim teslimat hızını gözlemek üzere grup içinde iki değışik alternatif akış hattı oluşturularak bunların değılendirilmesi ile en uygun hücre içi makina yerleşim düzeni belirlenmiştir.

En tanınan genel makina algoritması olarak bilinen Seyahat Tablosu Metodu (ANEKE ve CARRIE, 1986) ile sezgisel model benzetme algoritması (HO YING-CHIN ve dig. 1993) karşılaştırılmıştır. Burada performans ölçümü olarak, geri dönüş uzunluğı ve düzensiz akış uzunluğı hesaplanmıştır. Akış uzunluğı hesaplanırken iki iş istasyonu birbirine bağlayan hatların uzunluğı bir birim olarak alınmıştır. ANEKE ve CARRIE (1986) Metodunun parçanın başlangıç ve bitiş operasyonlarına hassas olduğı gözlenmiştir. Bu metot parçanın en sonundan operasyonu seçer ve seçilen operasyonu

uygun gelen akış hattının en sonuna ekler. Bunun dezavantajı, parçalar akış mesafesini uzatarak birçok gereksiz ara iş istasyonlarından geçer. Diğer taraftan sezgisel model benzetme algoritması yapılandırma aşamasında, ortalama sıralama benzerliğine önem verdiği için, performanslarının daha etkin olmasını sağlayan parçaların, başlangıç ve bitiş operasyonlarına daha az hassas olduğu ve akış mesafesini kısalttığı gözlenmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, hücrelerin üretim sistemi içerisindeki ayrıntılı yerleşim düzenlemesi, hücreler arası kanban akışının sağlanması, faaliyet esaslı maliyetlendirme yapılması önerilecek çalışmalar arasında belirtilebilir.



KAYNAKLAR

- AL-QATTAN, I., (1990), Designing Flexible Manufacturing Cells Using a Branch and Bound Method, *International Journal of Production Research*, vol. 28. no.4, pp. 325-336.
- ANEKE, N. A. G., CARRIE, A. S., (1986), A Design Technique For The Layout of Multi Product Flow lines, *International Journal of Production Research*, vol. 24. no. 3, pp. 471-481.
- ANEKE, N. A. G., CARRIE, A. S., (1986), A Comprehensive Flow line Classification Scheme, *International Journal of Production Research*, vol. 28. no.4, pp. 281-297.
- ASKIN, R. G., CRESSWELL. P. H., GOLDBERG. J. B. and VAKHARIA. A. J., (1991), A Hamiltonian part approach to reorder the part-machine matrix for cellular manufacturing, *International Journal of Production Research*, vol. 29. no. 10, pp. 1081-1100.
- ASKIN, R. G., SUBRAMAIA, S. P., (1987), A Cost Based Heuristic for Group Technology Configuration, *International Journal of Production Research*, vol. 25. no.1, pp. 101-113.
- BALLAKUR, A., STEUDEL, H. J., (1987), A Within Cell Utilisation Based Heuristic For Designing Cellular Manufacturing Systems, The Layout of Multi-Product Lines, *International Journal of Production Research*, vol. 25. no. 5, pp. 639-665.
- BERTSEKAS, D., TSENG, P., (1989), Relaxation methods for minimum cost ordinary and generalized network flow problems. *Operations Research*, vol. 36, no.1, pp. 93-114.
- BILES, W. E., ELMAGHERABY, A. S., ZAHRAN I., (1991), A Simulation study of hierarchical clustering techniques For The Design Of Cellular Manufacturing System, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 21 no. 1, pp. 267-271.
- BLACK, J. T., (1983), Cellular Manufacturing Systems Reduce Setup Time, Make Small Lot Production Economical. *IE Magazine*, vol. 15. no 11, pp. 170-180.
- BOE, W. J., CHENG, C. H., (1991), A close Neighbour Algorithm For Designing Cellular Manufacturing Systems, *International Journal of Production Research*, vol. 29. no.10, pp. 2097-2116.

- BURBIDGE, J. L., (1969), An Introduction to Group Technology Proceeding to An International Seminar Held the Turin, Internation Centre pp. 90-123.
- BURBIDGE, J. L., (1971), Production Flow Analysis, The Production Engineer, April, 139-152.
- BURBIDGE, J. L., (1988), Operating Scheduling with GT and PBC, International Journal of Production Research, vol. 26. no. 3, pp. 429-442.
- BURBIDGE, J. L., (1992), Change to Group Technology: Process Organisation is Obsolete, International Journal of Production Research, vol. 30. no. 5, pp. 1209-1219.
- BOCTOR, F., (1991), A linear Formulation of The Machine-Part Cell Formation Problem. International Journal of Production Research, vol. 29. no. 2, pp. 343-356.
- BOE, W.J., CHENG, C.H., (1991), A Close Neighbour Algorithm for Designing Cellular Manufacturing Systems. International Journal of Production Research, vol. 29. no.10, pp. 2097-2116.
- CARRIE, A. S., (1975), The Layout of Multi-Product Lines, International Journal of Production Research, vol. 13. no. 6, pp. 541-557.
- CARPENTER, G. A., GROSSBERG, S., 1988, The ART of adaptive pattern recognition by a self-organizing neural network, Computer, vol. 21, no. 3, pp. 77-88.
- CHANDRASEKHARAN, M. P., RAJAGOPALAN, R., (1986 a), An Ideal Seed Non Hierarchical Clustering Algorithm For Cellular Manufacturing, International Journal of Production Research, vol. 24. no. 5, pp. 451-464.
- CHANDRASEKHARAN, M. P., RAJAGOPALAN, R., (1986 b), Modroc: An Extention of Rank Order Clustering For Group Technology, International Journal of Production Research, vol. 24. no. 5, pp. 1221-1233.
- CHANDRASEKHARAN, M. P., RAJAGOPALAN, R., (1986 b), Group ability: An Analysis of Properties of Binary Data Matrices For Group Technology, International Journal of Production Research, vol. 27. no. 6, pp. 1035-1052.
- CHANDRASEKHARAN, M. P., RAJAGOPALAN, R., (1987), ZODIAC: An Algorithm for concurrent formation of part families and machine cells, International Journal of Production Research, vol.25, no. 2, pp. 835-850.
- CHAN, H. M., MILNER, D.A., (1982), Direct Clustering Algorithm for Group Formation in Cellular Manufacture, Journal of Manufacturing Systems, vol.1, no. 1, pp. 65-75.
- CHANDRASEKHARAN, M. P., RAJAGOPALAN, R., (1989), Group ability: An Analysis of The reoperates of Binary Data Matrices for Group Technology. International Journal of Production Research, vol.25, no. 2, pp. 835-85.

- CHARY, S. N, (1991), Production and operations Management Tata Mc Graw Hill Publishing Company Limited New Delhi.
- CHENG, C. H., (1991), A Close Neighbour Algorithm for Designing Cellular Manufacturing Systems, International Journal of Production Research, vol. 29. no.10, pp. 2097-2116.
- CHOOBINEH, F., (1988), A Framework for The Design of Cellular Manufacturing Systems, International Journal of Production Research, vol. 26, no. 7, pp. 1161-1172.
- CHU, C. H., (1989), Cluster Analysis in Manufacturing Cellular Formation. Omega, International Journal of Management Science, vol. 17, no. 3, pp. 289-295.
- CHU, C. H., HAYYA, J. C., (1991), A Fuzzy Clustering Approach to Manufacturing Cell Formation, International Journal of Production Research, vol.29. no. 7, pp. 1475-1487.
- CHU, C. H., (1993), Manufacturing Cell Formation by Competitive Learning, International Journal of Production Research, vol.31. no. 4, pp. 829-843.
- CHU, C. H., Tsai. M., (1990), A comparison of Three Array-Based Clustering Techniques for Manufacturing Cell Formation, International Journal of Production Research, vol.28. no. 8, pp. 1417-1433.
- DE WITTE, J., (1980), The Use of Similarity Coefficients in Production Flow Analysis, International Journal of Production Research, vol. 18, no. 4, pp. 503-514.
- DURMUŞOĞLU, B., (1983), Grup Teknolojisi Üretim Yöntemi, Sanayii Mühendisliği Dergisi, Sayı 6.
- DURMUŞOĞLU, B., (1988), Hücresel İmalat Sistemlerinin Çalışma Düzeni ve Özellikleri, Türkiye Sanayii Sevk ve İdare Enstitüsü Üretim Planlama ve Stok Kontrol Sistemleri Seminer Notlar 1.
- DURMUŞOĞLU, B., DURMUŞOĞLU, S., (1989), Tam Zamanında İmalat Sistemlerinin Deneysel Analizi. III. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı., ODTÜ Ankara, 21-23 Eylül, s. 433-443.
- DURMUŞOĞLU, B., (1993), Analysis of The Conversion From a Job Shop System to a Cellular Manufacturing System, International Journal of Production Economics, 30-31, 427-436 Elsevier.
- DURMUŞOĞLU, B., (1993), Comparison of Push and Pull Systems in a Cellular Manufacturing Environment. Just-in Time Manufacturing Systems, A. Şatır (ed) Manufacturing Research and Technology 12, Elsevier, Amsterdam, pp. 115-132.

- DUTTA, S. P., LASHARI, R. S., NADOLI, G., RAVI, T., (1986), A heuristic Procedure for Determining Manufacturing Families from Design-Based Grouping for Flexible Manufacturing Systems. *Computer and Industrial Engineering*, vol.10, no.3, pp.193-201.
- EVERITT, B., (1976), *Cluster Analysis*, 2. Ed. Wiley, Newyork.
- FLYNN, B., JACOBS, R., (1986), A Simulation Comparison of Group Tecnology with Traditional Job Shop Manufacturing *Internation Journal of Production Research*, vol. 24, no. 5, pp. 1171-1192.
- FINCH, B. J., (1986), An Examination of Just-In-Time Management for the Small Manufacturer: with an Illustration. *Internation Journal of Production Research*, vol. 24, no. 2, pp. 329-342..
- GALLAGHER, C. C., KNIGHT, W. A., (1986), *Group Technology, Production Methods in Manufacture*, Ellis Horwood Ltd., Chichester.
- GATHER, N., (1992), *Production and Operations Management First Edition*, The Dryden Press College of Business Administration Texas A and M University.
- GUNASINGH, K., LASHKARI R., (1991), Simultaneous grouping of parts and machines in cellular manufacturing systems an integer programming approach, *Computers in Industrial Engineering*, vol. 20, no. 1, pp. 111-117.
- GUPTA, T., SEIFODINI, H., (1990.b), Production Data Based Similarity Coefficient for Machine-Component Grouping Decisions in the Design of a Cellular Manufacturing Systems, *International Journal of Production Research*, vol. 28, no. 1, pp. 1247-1269.
- GÜZELİŞ, C., (1993), Genelleştirilmiş Hücresel Yapay Sinir Ağları, *Elektrik Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi*, Trabzon, s. 7-12.
- GONGAWARE, T. A., HAM, I., (1981), Cluster Analysis Applications for Group Technology Manufacturing Systems, *Manufacturing Engineering Transactions*, pp. 503-508.
- HARHALAKIS, G., NAGI R., PROTH J. M., (1990 a), An Efficient Heuristic in Manufacturing Cell Formation for GT Applications, *International Journal of Production Research*, vol. 28, no. 4, pp. 185-198.
- HARHALAKIS G., NAGI R., PROTH J. M., (1990 b), Multiple Routeing and Capacity Considerations in Group Technology Applications, *International Journal of Production Research*, vol. 28, no. 12, pp. 2243-2257.
- HAY, E. J., (1988), *The Just-In-Time Breakthrough. Implementing the New Manufacturing Basics*. Newyork. John Wiley and Sons.

- HO, Y. C., LEE, C. C., MOODIE, C. L., (1993), Two sequence-pattern, matching-based, flow analysis methods for multi-flow lines layout design, *International Journal of Production Research*, vol. 31. no. 7, pp. 1557-1578.
- HOLLIER, R.H., (1963), The Layout of Multi-Product Lines,' *International Journal of Production Research*, vol. 2, no. 2, pp. 47-57.
- IRANI, S. A., CAVALIER, T. M., COHEN, P. H., (1993), Virtual Manufacturing Cells: Exploiting Layout Design and Intercell Flows For The Machine Sharing Problem, *International Journal of Production Research*, vol. 31, no. 4, pp. 791-810.
- JACOBS, F. R., (1985), Computerized Production Flow Analysis, Softcover Software: 28 Microcomputer Programs for Is and Managers, Edited by G.E. Whitehouse, (IE and Management Press, Georgia). pp. 61-67.
- KANDILLER, L., ONUR, L., (1991), A Comparative Study on Part Family Machine Group Formation in Cellular Manufacturing Systems, *Çalışma Notları*.
- KAO, Y., MOON, Y. B., (1991), A Unified Group Technology Implementation Using the Back Propagation Learning Rule of Neural Networks. *Computers and Industrial Engineering*, vol.20, no.4, 425-437.
- KAPARTHI, S., SURESH, N. C., (1991), A neural Network System for shape-based classification and coding of rotational parts, *International Journal of Production Research*, vol. 29. no. 9, 1771-1784.
- KAPARTHI, S., SURESH, N. C., (1992), Machine-Component Cell Formation in Group Technology: a Neural Network Approach, *International Journal of Production Research*, vol. 60. no. 6, 1353-1367.
- KAPARTHI, S., SURESH, N. C., CERVENY, R. P., (1993), An Improved Neural Network Leader Algorithm for Part-Machine Grouping in G.T, *European Journal of Operation Research*, vol. 69, no.5, pp. 342-356.
- KERN, G. M., WEI, J. C., (1991), The Cost Of Eliminating Exceptional Elements In Group Technology Cell Formation, *International Journal of Production Research*, vol. 29. no. 8, pp. 1535-1547.
- KHATOR, S. K., IRANI, S. K., (1987), Cell Formation in Group Technology: A New Approach. *Computers and Industrial Engineering* vol. 12, no. 2, pp. 131-142.
- KING, J. R., (1980 a), Machine-Component Group Formation in Group Technology, *OMEGA*, vol. 8, no. 2, pp. 193-199.
- KING, J. R., (1980 b), Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis: An Approach Using Rank Order Clustering Algorithm, *International Journal of Production Research*, vol. 18. no. 2, pp. 213-232.

- KING, J. R., NAKORNCHAI, V., (1982), Machine Component Group Formation in Group Technology: Review and Extension. *International Journal of Production Research*, vol. 20. no. 2, pp. 117-133.
- KINNEY, D. H., MCGINNIS, F. L., (1987), Manufacturing Cells Solve Material Handling Problems, *IE*, AUGUST 54-80.
- KUMAR, J. R., VANNELLI, A., (1987), Strategic Subcontracting for Efficient Desegregated Manufacturing, *International Journal of Production Research*, vol. 25. no. 12, pp. 1715-1728.
- KUSIAK, A., (1987a), An Expert System For Group Technology, *Industrial Engineering* vol 19, no.10 pp. 56-61.
- KUSIAK, A., (1987b), The Generalized Group Technology Concept, *International Journal of Production Research*, vol. 25, no. 4, pp. 561-569.
- KUSIAK, A., CHOW, W., (1987), Efficient Solving of The Group Technology Problem, *International Journal of Manufacturing Systems*, vol. 6, no. 2, pp. 117-124.
- KUSIAK, A., (1990), *Intelligent Manufacturing Systems*, Prentice Hall Eaglewood, Cliffs, New Jersey.
- LEE, H., GARCIA-DIAZ, A., (1993), A Network Approach to Solve Clustering Problems in Group Technology, *International Journal of Production Research*, vol. 31. no.3, pp. 603-612.
- LIAO, T. W., (1994), Design of Line-type Cellular Manufacturing Systems for Minimum Operating and Material-Handling Costs, *International Journal of Production Research*, vol. 32. no.2, pp. 237-397.
- LIPPMAN, R. P., (1987), An Introduction to computing with neural nets. *IEEE ASSP magazine*, April, 4-22.
- LOGENDRAN, R., (1992), A Model For Duplicating Bottleneck Machines In The Presence Of Budgetary Limitations In Cellular Manufacturing, *International Journal of Production Research*, vol. 30. no.3, pp. 683-694.
- MCAULEY, J., (1972), Machine Grouping for Efficient Production, *Production Engineer*, vol. 51, no.2, pp. 53-57.
- MCCORMICK, W. T., SCHWEITZER, P. J. and WHITE T. W., (1972), Problem Decomposition and Data Reorganisation by a Clustering Technique, *Operations Research*, vol. 28, no. 2, pp. 993-1009.
- MONDEN, Y., (1983), *Toyota Production System. Practical Approach to Production Management*. Industrial Engineering and Management Press Norcross.

- MOORE, J. M., (1962), Plant Layout and Desing (London : Macmillan).
- MOSIER, C. T., TAUBE, L., (1985), Weighted Similarity Measure Heuristic's for The Group Technology Machine Clustering Problem OMEGA, vol. 13, no. 6, pp. 577-583.
- MOSIER, C, T., (1986), A mixture Model Experimental Investigation of The Application of Agglomerative Heuristic Clustering Procedures to The Group Technology Machine Cell Formation problem. Working Paper, Clarkson University.
- NAGI, R., HARHALAKIS, G., PROTH, J. M., (1990), Multiple Routeing and Capacity Considerations In Group Technology Applications, International Journal of Production Research, vol. 28. no.12, pp. 2243-2257.
- NOY, P, C., (1957), Mako The Right Plant Layout Mathematically , American Machinial March, pp. 121.
- OPITZ, H., (1970), A Classification System to Describe Work pieces Pergamon Press, Cit 1 and 2.
- RAJAGOPALAN, R., BATRA, J. L., (1975), Design of Cellular Production System, a Graph-Theoretics Approach, International Journal of Production Research, vol.13. no. 6, pp. 567-579.
- RIBEIRO, J. F. F., PRADIN, B., (1993), A Methodology for Cellular Manufacturing Design, International Journal of Production Research, vol. 31. no. 3, pp. 235-250.
- ROBINSON, D., DUCKSTEIN, L., (1986), Polyhedral Dynamics As a Tool For Machine-Part Group Formation. International Journal of Production Research, vol. 24. no. 4, pp. 1255-1266.
- RUMELHART, D. E., MCCLELLAND J. L., (1986), Parallel Distributed Processing: Explorations in The Microstructure Of Cofnition, MIT Press.
- PINKOWSKI, B., (1989), Cluster-A Simulation-Based Expert, Simulation, May, pp 179-185.
- PURCHECK, G. F. K., (1975), A linear Programming Method for The Combinatorial Grouping of an Incomplete Power Set. Journal of Cybernetics, vol.5, pp. 51-76.
- PURCHECK, G., (1985), Machine-Component Group Formation: an Heuristic Method for Flexible Production Cells and Flexible Manufacturing Systems.
- SANKARAN, S., KASILINGAM, R. G., (1990), An Integrated Approach to Cell Formation and Part Routing In Group Technology Manufacturing Systems, Eng. Opt, vol.16. no. 1, pp. 235-25.

- SARKER, B. R., YU, Y., (1994). A Two Phase Procedure For Duplicating Bottleneck Machines In a Linear Layout, Cellular Manufacturing System, International Journal of Production Research, vol. 32. no. 9, pp. 2049-2066.
- SCHRAGE, L., (1989), User's Manual: Linear, Integer and Quadratic Programming with LINDO (Redwood City, California: Scientific Press).
- SEIFODDINI, H., WOLFE, P. M., (1986), Application of the Similarity Coefficient Method in Group Technology, IIE Transactions on Industrial Engineering, vol.18, no.3, pp. 271-277.
- SEIFODDINI, H., (1989), Single Linkage Versus Average Linkage Clustering in Machine Cell Formation Applications. Computers in Industrial Engineering Systems, vol. 10 no. 16, pp. 419-426.
- SEIFODDINI, H., (1989), A note on The Similarity Coefficient Method and The Problem of Improper Machine Assignment in Group Technology Applications, International Journal of Production Research, vol. 27. no. 5, 1161-1165.
- SEIFODDINI, H., (1992), Performance Evaluation Of Hybrid Cells, IIE Transactions on Industrial Engineering, vol. 21. no. 4, 84-88.
- SIMPSON, P. K., (1990), Artificial Neural Systems, Pergamon Press.
- SINGLETON, W. T., (1962), Optimum Sequencing of Operations for Batch Production, Work Study and Industrial Engineering, March, 1962, pp. 100-110.
- SHAHER, S. M., KERN, G. M., WEI, J.C., (1992), A mathematical Programming Approach for Dealing with Exceptional Elements in Cellular Manufacturing, International Journal of Production Research, vol. 30. no. 5, 1029-1036.
- STEUDEL, H. J., BALLAKUR, A., (1987)., A Dynamic Programming Based Heuristic for Machine Grouping in Manufacturing Cell Formation. Computers and Industrial Engineering vol. 12, no. 3, pp. 215-222.
- SUNDARAN, R. M., LIAN, W., (1990), An Approach for Designing Cellular Manufacturing Systems, Manufacturing Review, vol. 2, no. 2, pp. 91-97.
- SRINIVASAN, G., NARENDHAN, T. T., (1991), GRAFICS a non Hierarchical Clustering Algorithm for Group Technology, International Journal of Production Research, vol. 29, no. 3. pp. 463-478.
- STENFEL, L. E., (1985), Machine Clustering for economic Production. Engineering Costs and Production Economics, no. 9, pp. 73-81.
- SURESH N. C., KAPARTHI, S., (1994), Performance of Fuzzy ART Neural Network for GT Cell Formation., International Journal of Production Research, vol. 32. no. 4, pp. 34-42.

- SUZAKI, K., (1987), The New Manufacturing Challenge Techniques for Continuous Improvement, The Free Press.
- TABOUN, S. M., DUTTA S. P., RICHARDSON K., (1989), Comparison and Evaluation of Cellular Manufacturing Design Techniques, Computers and Industrial Engineering, vol. 17, no. 1, pp. 603-608.
- TABUCANON, M. T., OJHA, R., (1987), Heuristic Approach or Intercellular Flow Reduction in Cellular Manufacturing Systems. Material Flow, no 4, pp. 189-197.
- TARSUSLUGİL, M., BLOOR, J., (1979), The Use of Similarity Coefficients and Cluster Analysis in Production Flow Analysis, Proceedings of Twentieth International Machine Tool Design and Research Conference, pp. 525-531.
- VANNELLI, A., KUMAR, R. K., (1987), A Method For Finding Minimal Bottleneck Cells For Grouping Part-Machine Families, International Journal of Production Research, vol. 24. no. 2, 387-400.
- VENUGOPAL, V., NARENDHAN, T. T., (1994), Machine-Cell formation Through Neural Network Models, International Journal of Production Research, vol. 32. no.9, 2105-2116.
- VOSS, C. A., (1989), Just-In-Manufacture, Chap. 5, Comparing Japanese and Traditional Purchasing. Lee, S. M. and Ansari, A.
- WAGHODEKAR, P. H., SAHU, S., (1984), Machine-Component Cell Formation in Group Technology: MACE. International Journal of Production Research, vol. 22. no. 9, pp. 937-948.
- WARREN, LIAO. T., LIAN-JIAN CHEN., (1993), Louisiana State University, Baton Rouge, LA, An Evaluation of ART1 Neural Models for GT Part Family and Machine Cell Forming, Journal of Manufacturing Systems vol. 12, no.4, pp. 456-465.
- WEMMERLÖV, U., HYER, N. L., (1987), Research Issues in Cellular Manufacturing, International Journal of Production Research, vol. 25. No. 1, pp. 413-431.
- WEMMERLÖV, U., HYER, N. L., (1989a), Group Technology in the US. Manufacturing Industry: A Survey of Current Practices, International Journal of Production Research, vol. 27, no. 8, pp. 1287-1304.
- WEMMERLÖV, U., HYER, N. L., (1989b), Cellular Manufacturing in the U.S. Industry: A Survey of Users, International Journal of Production Research, vol. 27, no. 9, pp. 1511-1530.
- WIENDAHL, H. P., (1992), Computer-Aided Analysis and Planing Of Set-Up Process, Annals of The CIRP. Vol. 41, no. 3, pp. 521-538.

EK A. DOLAŞIM ŞEMASI

HÜCRE NO : 2

TEZGAHLAR KODU																					
	103	104	105	106	110	112	115	116	119	120	202	208	209	210	212	303	304	305	306	603	TF
103						2118															2118
104												626			3208	1400					5234
105				440																	440
106													440								440
110	2118	6188				1742	869														10917
112						5602															5602
115			440				15838	881	929	86			429			3119		2840			24562
116							1394	8005													9399
119																					0
120															86						86
202																					0
208					440							626								626	1692
209		429											880								1309
210					10477																10477
212													480		3241		86				3807
303		1400															598		2521		4519
304																					0
305							2840														2840
306															2521						2521
603	2118	8017	440																	1252	1252
TT																					
TT	2118	8017	440	440	10917	9462	20941	8886	929	86		1252	2229		9056	4519	684	2840	2521	1878	87217

HÜCRE NO : 3

TEZGAHLAR KODU													
	105	106	115	119	120	209	212	303	304	306	603	706	TF
105	3696	6088		1388		352		2393			31		13948
106	690	3009		1760		88		2013				240	7800
115			4681	1337			670	1388					8076
119	1337			1388									2725
120	240												240
209													
212										670			670
303	2725	670										240	3635
304													
306											670		670
603								670	31				701
706						240							240
TT	8688	9767	4681	5873		680	670	6464	31	670	701	480	38705

HÜCRE NO : 4

TEZGAHLAR KODU					
	106	209	705		TF
106			240		240
209		3120	240		3360
705	240				240
TT	240	3120	480		3840

HÜCRE NO : 6

TEZGAHLAR KODU														
	102	111	113	118	201	204	205	207	301	302	702	703	704	TF
102	5590				2720	96				2870				11276
111		300						300						600
113			910		455									1365
118														
201				1760	2215					960				4935
204	96					3840	127		720		201			4984
205						116					11			127
207														
301						720			720					1440
302					2870					3830				6700
702							720				932		390	2042
703							120							120
704													780	780
TT	5686	300	910	1760	8260	4772	967	300	1440	7660	1144	0	1170	34369

HÜCRE NO : 8

TEZGAHLAR KODU										
	118	124	207	301	302	601	703	704	TF	
118	28206	1777	445	352	88	480		3168	34516	
124									0	
207	1880		2640				480		5000	
301	352								352	
302	88								88	
601									0	
703			120				120		240	
704	5090							335	5425	
TT	35616	1777	3205	352	88	480	600	3503	45621	

EK B. AKIŞ HATTI TÜRETME TABLOSU

HÜCRE NO : 2

TEZGAHLAR KODU																				
	103	104	105	106	110	112	115	116	119	120	208	209	210	212	303	304	305	306	603	HÜCRE 2
TT	2118	8017	440	440	10917	9462	20941	8005	929	86	1252	2149	0	9056	4519	684	0	2521	1878	210-119
TF	2118	5234	440	440	10917	5602	23633	9339	0	86	1692	1229	10477	3807	4519	0	2840	2521	1252	
TT	2118	8017	440	440	440	9462	20941	8876	-	86	1252	2149	-	9056	4519	684	2840	2521	1878	110 -
TF	2118	5234	440	440	10917	5602	23633	9389	-	86	1692	1229	-	3807	4519	0	2840	2521	1252	
TT	0	1829	440	440	440	7720	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	684	2840	2521	1878	- 304
TF	2118	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1692	1229	-	3807	4519	0	2840	2521	1252	
TT	0	1829	440	440	440	7720	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	1878	103 -
TF	2118	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1692	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	1252	
TT	-	1829	440	440	440	5602	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	1878	- 603
TF	-	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1692	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	1252	
TT	-	1829	440	440	440	5602	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	1252	208 -
TF	-	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1692	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	626	
TT	-	1829	440	440	0	5602	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	1252	- 603
TF	-	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1692	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	626	
TT	-	1829	440	440	0	5602	20512	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	626	110-603
TF	-	5234	440	440	440	5602	23633	9399	-	86	1252	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	0	
TT	-	1829	440	440	-	5602	20072	8886	-	86	1252	2149	-	9056	4519	-	2840	2521	-	104 -
TF	-	5234	440	440	-	5602	23633	9399	-	86	626	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	-	
TT	-	1829	440	440	-	5602	20072	8886	-	86	626	2149	-	5848	4519	-	2840	2521	-	- 208
TF	-	1400	440	440	-	5602	23633	9399	-	86	626	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	-	
TT	-	1829	440	440	-	5602	20072	8886	-	86	0	2149	-	5848	4519	-	2840	2521	-	208 -
TF	-	1400	440	440	-	5602	23633	9399	-	86	0	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	-	
TT	-	1829	440	440	-	5602	20072	8886	-	86	-	2149	-	5848	4519	-	2840	2521	-	- 209
TF	-	1400	440	440	-	5602	23633	9399	-	86	-	1229	-	3721	3921	-	2840	2521	-	

HÜCRE NO : 2

TEZGAHLAR KODU																					
	103	104	105	106	110	112	115	116	119	120	208	209	210	212	303	304	305	306	603	HÜCRE 2	
TT	-	1829	440	440	-	5602	20072	8886	-	86	-	1229	-	5848	4519	-	2840	2521	-	112	
TF	-	1400	440	440	-	5602	23633	9399	-	86	-	429	-	3601	3921	-	2840	2521	-	-	
TT	-	1829	440	440	-	1742	20072	8886	-	86	-	1229	-	5848	4519	-	2840	2521	-	209	
TF	-	1400	440	440	-	1742	23633	9399	-	86	-	429	-	3601	3921	-	2840	2521	-	-	
TT	-	1829	440	440	-	1742	20072	8886	-	86	-	429	-	5848	4519	-	2840	2521	-	112	
TF	-	1400	440	0	-	1742	23633	9399	-	86	-	429	-	3241	3921	-	2840	2521	-	-	
TT	-	1829	440	440	-	0	20072	8886	-	86	-	429	-	5848	4519	-	2840	2521	-	112	
TF	-	1400	440	0	-	0	23633	9399	-	86	-	429	-	3241	3921	-	2840	2521	-	-	
TT	-	1829	440	440	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5848	4519	-	2840	2521	-	303	
TF	-	1400	440	0	-	-	23633	9399	-	86	-	429	-	3241	3921	-	2840	2521	-	-	
TT	-	429	440	440	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5848	4519	-	2840	2521	-	106	
TF	-	1400	440	0	-	-	23633	9399	-	86	-	429	-	3241	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	429	440	-	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5848	4519	-	2840	2521	-	212	
TF	-	1400	0	-	-	-	23633	9399	-	86	-	429	-	3241	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	429	440	-	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5368	4519	-	2840	2521	-	105	
TF	-	1400	0	-	-	-	23633	9399	-	86	-	429	-	2761	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	429	-	-	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5368	4519	-	2840	2521	-	212	
TF	-	1400	-	-	-	-	23193	9399	-	86	-	429	-	2761	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	429	-	-	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5128	4519	-	2840	2521	-	104	
TF	-	1400	-	-	-	-	23193	9399	-	86	-	429	-	2521	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	0	-	-	-	-	20072	8886	-	86	-	429	-	5128	4519	-	2840	2521	-	104-209	
TF	-	1400	-	-	-	-	23193	9399	-	86	-	0	-	2521	2521	-	2840	2521	-	-	
TT	-	-	-	-	-	-	20072	8886	-	86	-	-	-	5128	3119	-	2840	2521	-	116	
TF	-	-	-	-	-	-	22764	9399	-	86	-	-	-	2521	2521	-	2840	2521	-	-	

HÜCRE NO : 2

[illegible]

HÜCRE NO : 3

TEZGAHLAR KODU														HÜCRE3	
	105	106	115	119	120	209	212	303	304	306	603	706			
TT	8688	9767	4681	5873	0	680	670	6464	31	670	701	480		120-304	
TF	13948	7800	8076	2725	240	0	670	3635	0	670	701	240			
TT	8448	9767	4681	5873	-	680	670	6464	-	670	701	480		115 -	
TF	13948	7800	8076	2725	-	0	670	3635	-	670	701	240			
TT	8448	9767	2674	5873	-	680	670	5076	-	670	701	480		- 209	
TF	13948	7800	4681	2725	-	0	670	3635	-	670	701	240			
TT	8448	9767	2674	5873	-	-	670	5076	-	670	701	480		115 -	
TF	13596	7712	4681	2725	-	-	670	3635	-	670	701	0			
TT	8448	9767	1337	5873	-	-	0	5076	-	670	701	480		- 706	
TF	13596	7712	2674	2725	-	-	670	3635	-	670	701	0			
TT	8448	9767	1337	5873	-	-	0	5076	-	670	701	-		212 -	
TF	13596	7472	2674	2725	-	-	670	3395	-	670	701	-			
TT	8448	9767	1337	5873	-	-	-	5076	-	0	701	-		- 603	
TF	13596	7472	2674	2725	-	-	-	3395	-	670	701	-			
TT	8448	9767	1337	5873	-	-	-	5076	-	0	701	-		306 -	
TF	13565	7472	1337	2725	-	-	-	3395	-	670	701	-			
TT	8448	9767	1337	2725	-	-	-	5076	-	-	701	-		- 119	
TF	13565	7472	2674	2725	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	1337	2725	-	-	-	5076	-	-	701	-		603 -	
TF	13565	5712	2674	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	1337	2725	-	-	-	4406	-	-	701	-		- 119	
TF	13565	5712	2674	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	1337	1337	-	-	-	4406	-	-	701	-		115 -	
TF	12177	5712	2674	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	0	1337	-	-	-	4406	-	-	701	-		- 303	
TF	12177	5712	1337	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	0	1337	-	-	-	1337	-	-	701	-		115 -	
TF	11121	3699	1337	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	9767	-	0	-	-	-	1337	-	-	701	-		- 106	
TF	11121	3699	-	1337	-	-	-	3395	-	-	701	-			
TT	8448	540	-	0	-	-	-	1337	-	-	701	-		119 -	
TF	5573	690	-	1337	-	-	-	2725	-	-	701	-			
TT	7111	540	-	-	-	-	-	1337	-	-	701	-		- 106	
TF	5573	690	-	-	-	-	-	2725	-	-	701	-			
TT	7111	0	-	-	-	-	-	1337	-	-	701	-		106 -	
TF	5033	690	-	-	-	-	-	2725	-	-	701	-			
TT	6421	-	-	-	-	-	-	1337	-	-	701	-		- 105	
TF	5033	-	-	-	-	-	-	2725	-	-	701	-			
TT	0	-	-	-	-	-	-	1337	-	-	701	-		105-303	
TF	1337	-	-	-	-	-	-	0	-	-	701	-			
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	701	-		-	
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	701	-		-	

HÜCRE NO : 4

TEZGAHLAR KODU					
	106	209	705	HÜCRE 4	
TT	240	3120	480	209 -	
TF	240	3360	240	-	
TT	240	1680	240	- 705	
TF	240	1680	240		
TT	240	1680	0	705 - 106	
TF	0	1680	240		
TT	-	1680	-	209 -	
TF	-	1680	-		
TT	-	480	-	- 209	
TF	-	480	-		
TT	-	0	-	209 -	
TF	-	0	-		
TT	-	-	-	-	
TF	-	-	-	-	

HÜCRE NO : 5

		TEZGAHLAR KODU																				
		101	107	111	114	118	122	201	202	203	207	213	301	304	305	306	420	601	602	702	HÜCRE 5	
TT	12094	194	194	11580	194	528	4900	2375	10622	635	720	17932	20052	3021	1742	2678	4054	12624	1863	0	702-420	
TF	26802	194	11580	11580	194	2953	5210	1742	10005	5225	480	18232	13681	2517	1742	2678	0	519	0	4054		
TT	12094	0	7720	7720	194	528	4900	2375	10622	635	720	17932	20052	3021	1742	2678	-	12624	1863	-	107-602	
TF	26802	194	11580	11580	194	2953	5210	1742	10005	5225	480	18232	11563	2323	0	2678	-	519	0	-		
TT	12094	-	7720	7720	0	528	4900	2375	10622	635	720	17932	20052	3021	1742	2678	-	12624	-	-	114-305	
TF	24939	-	11580	11580	194	2953	5210	1742	10005	5225	480	18232	11563	2323	0	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	528	4900	2375	10622	635	720	17738	20052	3021	-	2678	-	12624	-	-	118-	
TF	24939	-	11580	11580	-	2953	5210	17742	10005	5225	480	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	264	4900	2375	10622	635	720	17738	20052	3021	-	2678	-	10463	-	-	-207	
TF	24939	-	11580	11580	-	528	5210	1742	10005	5225	480	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	264	4900	2375	10622	635	480	17738	20052	3021	-	2678	-	10463	-	-	118-	
TF	24939	-	11580	11580	-	528	5210	1742	10005	5225	240	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	0	4900	2375	10622	635	480	17738	20052	3021	-	2678	-	10463	-	-	-207	
TF	24939	-	11580	11580	-	264	5210	1742	10005	5225	240	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	0	4900	2375	10622	635	0	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-	118-207	
TF	24939	-	11580	11580	-	264	5210	1742	10005	5225	0	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	-	4900	2375	10622	635	-	17738	20052	3021	-	2678	-	10199	-	-	203-	
TF	24699	-	11580	11580	-	-	5210	1742	10005	5225	-	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	-	310	2375	10622	635	-	17738	20052	3021	-	2678	-	9874	-	-	-203	
TF	24699	-	11580	11580	-	-	5210	1742	10005	310	-	18232	9821	2323	-	2678	-	519	-	-		
TT	12094	-	7720	7720	-	-	310	2375	10622	310	-	17738	20052	3021	-	2678	-	9874	-	-	122-	
TF	24699	-	11580	11580	-	-	5210	1742	10005	310	-	18232	9821	2323	-	2678	-	9874	-	-		
TT	7504	-	7720	7720	-	-	0	2375	10622	310	-	17738	20052	3021	-	2678	-	9874	-	-	-601	
TF	24699	-	11580	11580	-	-	310	1742	10005	310	-	18232	9821	2323	-	2678	-	194	-	-		
TT	7504	-	7720	7720	-	-	0	2375	10622	310	-	17738	20052	3021	-	2678	-	194	-	-	122-	
TF	24029	-	11580	11580	-	-	310	1742	9812	310	-	13642	6175	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	7720	-	7720	7720	-	-	-	2375	10312	310	-	17738	20052	3021	-	2678	-	194	-	-	-304	
TF	11580	-	11580	11580	-	-	-	1742	9812	310	-	13642	6175	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	7504	-	7720	7720	-	-	-	2375	10312	310	-	17738	20052	1742	-	2678	-	194	-	-	101-	
TF	23448	-	11580	11580	-	-	-	1742	9502	310	-	13642	5787	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	0	-	7720	7720	-	-	-	2375	9151	310	-	10276	15854	1742	-	2678	-	194	-	-	-201	
TF	3123	-	11580	11580	-	-	-	1742	9502	310	-	13642	5787	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	0	-	7720	7720	-	-	-	1742	9151	310	-	10276	15854	1742	-	2678	-	194	-	-	101-	
TF	2490	-	11580	11580	-	-	-	1742	9502	310	-	13642	5787	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	-	-	7720	7720	-	-	-	1742	8834	310	-	10276	13681	1742	-	2678	-	194	-	-	-301	
TF	-	-	11580	11580	-	-	-	1742	9502	310	-	13642	5787	1742	-	2678	-	194	-	-		
TT	-	-	7720	7720	-	-	-	1742	8834	310	-	10276	5787	1742	-	2678	-	194	-	-	111-	
TF	-	-	11580	11580	-	-	-	1742	9502	310	-	12674	3475	0	-	0	-	0	-	-		

HÜCRE NO : 6

TEZGAHLAR KODU														
	102	111	113	118	201	204	205	207	301	302	702	703	704	HÜCRE 6
TT	5686	300	910	1760	8260	4772	967	300	1440	7660	1144	0	1170	703 - 118
TF	11276	600	1365	0	4935	4984	127	0	1440	6700	2042	120	780	
TT	5686	300	910	-	8260	4772	847	300	1440	7660	1144	-	1170	111 -
TF	11276	600	1365	-	3175	4984	127	0	1440	6700	2042	-	780	
TT	5686	0	910	-	8260	4772	847	300	1440	7660	1144	-	1170	- 207
TF	11276	300	1365	-	3175	4984	127	0	1440	6700	2042	-	780	
TT	5686	0	910	-	8260	4772	847	-	1440	7660	1144	-	1170	111 -
TF	11276	0	1365	-	3175	4984	127	-	1440	6700	2042	-	780	
TT	5686	-	910	-	8260	4772	847	-	1440	7660	1144	-	1170	- 205
TF	11276	-	1365	-	3175	4984	127	-	1440	6700	2042	-	780	
TT	5686	-	910	-	8260	4772	127	-	1440	7660	1144	-	1170	113 -
TF	11276	-	1365	-	3175	4984	127	-	1440	6700	1322	-	780	
TT	5686	-	455	-	8260	4772	127	-	1440	7660	1144	-	1170	- 702
TF	11276	-	910	-	3175	4984	127	-	1440	6700	1322	-	780	
TT	5686	-	455	-	8260	4772	127	-	1440	7660	212	-	1170	702 -
TF	11276	-	910	-	3175	4984	127	-	1440	6700	390	-	780	
TT	5686	-	455	-	8260	4772	127	-	1440	7660	212	-	780	- 702
TF	11276	-	910	-	3175	4984	127	-	1440	6700	0	-	780	
TT	5686	-	455	-	8260	4772	127	-	1440	7660	-	-	780	113 -
TF	11276	-	910	-	3175	4783	116	-	1440	6700	-	-	780	
TT	5686	-	0	-	8260	4772	127	-	1440	7660	-	-	780	- 704
TF	11276	-	455	-	3175	4783	116	-	1440	6700	-	-	780	
TT	5686	-	0	-	8260	4772	127	-	1440	7660	-	-	390	113 -
TF	11276	-	455	-	3175	4783	116	-	1440	6700	-	-	390	
TT	5686	-	-	-	7805	4772	127	-	1440	7660	-	-	390	- 205
TF	11276	-	-	-	3175	4783	116	-	1440	6700	-	-	390	
TT	5686	-	-	-	-	4772	116	-	1440	7660	-	-	390	704 -
TF	11276	-	-	-	-	4772	116	-	1440	6700	-	-	390	
TT	5686	-	-	-	7805	4772	116	-	1440	7660	-	-	0	- 704
TF	11276	-	-	-	3175	4772	116	-	1440	6700	-	-	0	
TT	5686	-	-	-	7805	4772	116	-	1440	7660	-	-	-	204 -
TF	11276	-	-	-	3175	4772	116	-	1440	6700	-	-	-	
TT	5590	-	-	-	7805	3812	0	-	1440	7660	-	-	-	- 302
TF	11276	-	-	-	3175	3600	116	-	1440	6700	-	-	-	
TT	5590	-	-	-	7805	3812	0	-	1440	7660	-	-	-	205 -
TF	11276	-	-	-	3175	3600	116	-	1440	6700	-	-	-	

HÜCRE NO : 6

TEZGAHLAR KODU														
	102	111	113	118	201	204	205	207	301	302	702	703	704	HÜCRE 6
TT	5590	-	-	-	7805	3696	-	-	1440	7660	-	-	-	- 302
TF	11276	-	-	-	3175	3600	-	-	1440	6700	-	-	-	-
TT	5590	-	-	-	7805	3696	-	-	1440	7660	-	-	-	102 -
TF	11276	-	-	-	2215	3600	-	-	1440	5740	-	-	-	-
TT	0	-	-	-	7805	3600	-	-	1440	7660	-	-	-	- 201
TF	5590	-	-	-	2215	3600	-	-	1440	5740	-	-	-	-
TT	0	-	-	-	1760	3600	-	-	1440	6700	-	-	-	102 -
TF	4630	-	-	-	0	3600	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	0	3600	-	-	1440	3830	-	-	-	- 201
TF	-	-	-	-	0	3600	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	3600	-	-	1440	3830	-	-	-	204 -
TF	-	-	-	-	-	3600	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	2880	-	-	1440	3830	-	-	-	- 204
TF	-	-	-	-	-	2880	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	2160	-	-	1440	3830	-	-	-	204 -
TF	-	-	-	-	-	2160	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	1440	-	-	1440	3830	-	-	-	- 204
TF	-	-	-	-	-	1440	-	-	5270	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	720	-	-	1440	3830	-	-	-	204 -
TF	-	-	-	-	-	1440	-	-	720	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	720	-	-	1440	3830	-	-	-	- 302
TF	-	-	-	-	-	720	-	-	720	2870	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	720	-	-	1440	960	-	-	-	204 -
TF	-	-	-	-	-	720	-	-	720	0	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	0	-	-	720	960	-	-	-	- 302
TF	-	-	-	-	-	0	-	-	720	0	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	0	-	-	720	-	-	-	-	204 -
TF	-	-	-	-	-	0	-	-	720	-	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	720	-	-	-	-	- 301
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	720	-	-	-	-	-
TT	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	301 -
TF	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-

HÜCRE NO : 7

		TEZGAHLAR KODU																HÜCRE 7			
	107	113	114	121	201	202	207	211	213	301	302	304	306	420	601	602	702	704	HÜCRE 7		
TT	4544	260	12458	4619	910	310	10809	7077	235	5741	3591	171	3601	235	7786	7413	0	2840	702-420		
TF	5944	390	18760	4929	910	310	10809	3836	235	4211	3591	0	3601	0	2828	4382	4544	3320			
TT	4309	260	12458	310	910	310	10809	7077	235	5741	3591	171	3601	-	7786	7413	-	2840	113 -		
TF	5944	390	18760	4929	910	310	10809	3836	235	3976	3591	0	3601	-	2828	4382	-	3320			
TT	4309	130	12458	310	910	310	10809	7077	235	5741	3591	171	3601	-	7786	7413	-	2840	- 304		
TF	5944	260	18760	4929	910	310	10809	3836	235	3976	3591	0	3601	-	2828	4382	-	3320			
TT	4309	260	18760	4929	910	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	7786	7413	-	2840	113 -		
TF	5944	260	18760	4929	910	310	10809	3836	235	3805	3591	-	3601	-	2828	4382	-	3320			
TT	4309	0	12458	310	910	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	7786	7413	-	2840	- 601		
TF	5944	130	18760	4929	910	310	10809	3836	235	3805	3591	-	3601	-	2828	4382	-	3320			
TT	4309	0	12458	310	910	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	2828	7413	-	2840	113 -		
TF	5944	130	18760	4929	910	310	10809	3836	235	1675	2881	-	3601	-	710	4382	-	3320			
TT	4309	-	12458	310	780	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	2828	7413	-	2840	- 601		
TF	5944	-	18760	4929	910	310	10809	3836	235	1675	2881	-	3601	-	710	4382	-	3320			
TT	4309	-	12458	310	780	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	710	7413	-	2840	121 -		
TF	5944	-	18760	4929	910	310	8691	3836	235	1675	2881	-	3601	-	710	4382	-	3320			
TT	0	-	12458	0	780	310	10809	7077	235	5741	3591	-	3601	-	710	7413	-	2840	- 301		
TF	5944	-	18760	310	910	310	8691	3836	235	1675	2881	-	3601	-	710	4382	-	3320			
TT	0	-	12458	0	780	310	10809	7077	235	1675	3591	-	3601	-	710	7413	-	2840	107 -		
TF	4544	-	18589	310	780	310	8691	3836	235	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	12223	0	780	310	6500	7077	235	1675	3591	-	3601	-	710	7413	-	2840	- 704		
TF	-	-	18589	310	780	310	8691	3836	235	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	12223	0	780	310	6500	7077	235	1675	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	121 -		
TF	-	-	16459	310	780	310	8691	3836	235	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	12223	-	780	0	6500	7077	235	1675	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	- 301		
TF	-	-	16459	-	780	310	8691	3836	235	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	12223	-	780	310	6500	7077	235	1440	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	202-213		
TF	-	-	16459	-	780	310	8691	3836	0	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	12223	-	470	-	6500	7077	-	1440	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	201 -		
TF	-	-	16459	-	545	-	8691	3836	-	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	11913	-	470	-	6500	7077	-	1440	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	- 201		
TF	-	-	16459	-	235	-	8691	3836	-	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	11913	-	235	-	6500	7077	-	1440	3591	-	3601	-	710	7413	-	710	704 -		
TF	-	-	16459	-	235	-	8691	3601	-	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	1190			
TT	-	-	11913	-	235	-	6500	7077	-	1440	3591	-	3601	-	710	6933	-	710	- 302		
TF	-	-	16459	-	235	-	8691	3601	-	1440	2881	-	3601	-	710	4382	-	710			
TT	-	-	11913	-	235	-	6500	7077	-	1440	3591	-	3601	-	710	6933	-	710	207 -		
TF	-	-	16459	-	235	-	8691	3601	-	1440	2881	-	3601	-	0	4382	-	710			
TT	-	-	11913	-	235	-	6500	7077	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382	-	710			
TF	-	-	16459	-	235	-	8691	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382	-	710			

HÜCRE NO : 7

TEZGAHLAR KODU																
	107	113	114	121	201	202	207	211	213	301	302	304	306	420	601	602
TT			11913	-	235	-	2191	7077	-	1440	2881	-	3601	-	710	6933
TF			16459	-	235	-	4382	3601	-	1440	2881	-	3601	-	0	4382
TT			11913	-	235	-	2191	7077	-	1440	2881	-	3601	-	-	6933
TF			15749	-	235	-	4382	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382
TT			11913	-	235	-	0	7077	-	1440	2881	-	3601	-	-	6933
TF			15749	-	235	-	2191	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382
TT			11913	-	235	-	0	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	6933
TF			15749	-	235	-	0	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382
TT			11913	-	235	-	2191	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382
TF			15749	-	0	-	2191	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4742
TT			11913	-	-	-	-	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	4382
TF			15514	-	-	-	-	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	2551
TT			11913	-	-	-	-	3601	-	1440	2881	-	3601	-	-	2191
TF			15514	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	3601	-	-	2551
TT			11913	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	360	-	-	2191
TF			15514	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	3601	-	-	360
TT			11913	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	360	-	-	0
TF			15514	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	3601	-	-	0
TT			11913	-	-	-	-	360	-	1440	2881	-	3601	-	-	3601
TF			15514	-	-	-	-	0	-	1440	2881	-	360	-	-	360
TT			6071	-	-	-	-	360	-	720	2521	-	3601	-	-	710
TF			8592	-	-	-	-	0	-	1440	2881	-	360	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	720	2521	-	3601	-	-	710
TF			8592	-	-	-	-	-	-	1440	2881	-	360	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	360	2521	-	3241	-	-	710
TF			8592	-	-	-	-	-	-	1080	2881	-	360	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	360	2521	-	360	-	-	710
TF			8592	-	-	-	-	-	-	0	360	-	360	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	360	2521	-	0	-	-	710
TF			8592	-	-	-	-	-	-	0	0	-	360	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	360	0	-	0	-	-	710
TF			6071	-	-	-	-	-	-	360	-	-	0	-	-	710
TT			6071	-	-	-	-	-	-	0	-	-	360	-	-	710
TF			6071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	710
TT			710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	710
TF			710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	710
TT			0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TF			710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TT			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TF			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TT			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TF			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HÜCRE 7
710
710
207
-
211
207-201
602
-
211
602
-
602
-
211
602
-
301
-
306
302
-
306
301
114
-
114
-
114
-
704
-
-

HÜCRE NO : 8

TEZGAHLAR KODU												HÜCRE 8
	118	124	207	301	302	601	703	704				HÜCRE 8
TT	35616	1777	3205	352	88	480	600	3503				703 -
TF	34516	0	5000	352	88	0	240	5425				
TT	35616	1777	3205	352	88	480	480	3503				- 124
TF	34516	0	5000	352	88	0	120	5425				
TT	35616	-	3205	352	88	480	480	3503				703 -
TF	32739	-	5000	352	88	0	120	5425				
TT	35616	-	3085	352	88	480	480	3503				- 703
TF	32739	-	5000	352	88	0	0	5425				
TT	35616	-	3085	352	88	480	-	3503				207 -
TF	32739	-	4520	352	88	0	-	5425				
TT	35616	-	445	352	88	480	-	3503				- 601
TF	32739	-	1440	352	88	0	-	5425				
TT	35616	-	445	352	88	-	-	3503				207 -
TF	32259	-	1440	352	88	-	-	5425				
TT	34616	-	445	352	88	-	-	3503				- 207
TF	32259	-	0	352	88	-	-	5425				
TT	34176	-	-	352	88	-	-	3503				704 -
TF	31814	-	-	352	88	-	-	5425				
TT	31919	-	-	352	88	-	-	3503				- 704
TF	31814	-	-	352	88	-	-	5425				
TT	31919	-	-	352	88	-	-	3503				118 -
TF	31814	-	-	352	88	-	-	5425				
TT	21004	-	-	0	0	-	-	3168				- 704
TF	20899	-	-	352	88	-	-	2833				
TT	21004	-	-	0	0	-	-	2833				301 -
TF	20564	-	-	352	88	-	-	2833				
TT	20652	-	-	-	0	-	-	2833				- 118
TF	20564	-	-	-	88	-	-	2833				
TT	13259	-	-	-	0	-	-	2833				302 -
TF	16092	-	-	-	0	-	-	0				
TT	13259	-	-	-	-	-	-	2833				- 704
TF	16092	-	-	-	-	-	-	0				
TT	13259	-	-	-	-	-	-	-				118 -
TF	13259	-	-	-	-	-	-	-				
TT	7345	-	-	-	-	-	-	-				- 118
TF	7345	-	-	-	-	-	-	-				
TT	3208	-	-	-	-	-	-	-				118 -
TF	3208	-	-	-	-	-	-	-				
TT	0	-	-	-	-	-	-	-				- 118
TF	0	-	-	-	-	-	-	-				
TT	-	-	-	-	-	-	-	-				-
TF	-	-	-	-	-	-	-	-				-

HÜCRE NO : 3

Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																							
		5	6	7	8	10	30	31	32	33	37	38	39	40	45	46	49	50	52	53	54	61	63	64	66
120	Üniversal Torna, Kopya, Tezsan SN50C																						1		
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5					1													1	1					
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5					2														2					
212	ÜNİVERSAL FREEZE, Cincinnati					3																			
306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ					4																			
603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel					5																			
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5																			3					
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5																			4					
119	Üniversal Torna, Kopya TOS																			5					
106	CNC TORNA, mazak									1						1	1							1	1
105	CNC TORNA, mazak	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1			1		6	1		2		2
303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					6													2	7					
105	CNC TORNA, mazak								2	2	2			2	2			2	3	8					
106	CNC TORNA, mazak	2	2	2	2	7	2	2				2	2			2	2				2	1	3	2	3
106	CNC TORNA, mazak																					2	4		4
303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan										3	3				3	3						5		
119	Üniversal Torna, Kopya TOS						3												4						
119	Üniversal Torna, Kopya TOS																		5						
603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel																	3							
706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP																						6	3	
209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi												3	3											
304	ÜÇ KAFALI MATKAP																	4							4

HÜCRE NO : 7

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO															
			1	12	13	21	22	23	24	26	34	40	41	44	48	53	54	
1	702	SATH TAŞLAMA, Cholet	1	1	1													
2	113	Revolver Torna, Ward									1							
3	113	Revolver Torna, Ward									2							
4	113	Revolver Torna, Ward									3							
5	121	Revolver Torna, Ward		2	2											1		
6	107	CNC Torna, K.Gildemaister	2	3	3									1		1		
7	121	Revolver Torna, Ward														2		
8	202	CNC FREEZE, Deckel														3		
9	201	CNC FREEZE, Deckel									4					4		
10	704	CNC İşleme Merkezi, SHW											1					
11	207	CNC İşleme Merkezi, Maho		4	4													
12	207	CNC İşleme Merkezi, Maho		5	5													
13	207	CNC İşleme Merkezi, Maho			6													
14	602	PANTOGRAF, Deckel			7								2					
15	602	CNC Torna, K.Gildemaister			8													
16	114	Revolver Torna, Kopva TS-5	3			1	1	1	1	1	1	1			5			
17	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					2	2			5						2	
18	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan								2								
19	306	ÖZEL MATRAP ÜNİTESİ					3		3									
20	114	Revolver Torna, Kopva TS-5				2					2		2	2		6		

HÜCRE NO : 7

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																
			1	12	13	21	22	23	24	26	34	40	41	44	48	53	54		
21	114	Revolver Torna, Kopya TS-5				3													
22	704	CNC İşleme Merkezi, SHW										3	3						
23	114	Revolver Torna, Kopya TS-5											4	4					
24	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan								3	4	3				5			
25	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan				4													
26	306	ÖZEL MATRAP ÜNİTESİ				5		4											
27	211	ÜNİVERSAL FREEZE				6	4	5	5										
28	602	CNC Torna, K.Gildemaister			9				6										
29	211	ÜNİVERSAL FREEZE				7	5	6											
30	201	CNC FREEZE, Deckel	4																
31	211	ÜNİVERSAL FREEZE	5																
32	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		6									6	6					
33	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan												7					
34	201	CNC FREEZE, Deckel	6																
35	213	ÜNİVERSAL FREEZE, Zayer	7																
36	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	8																
37	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	9																
38	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		7												8			
39	304	ÜÇ KAFALI MATKAP												4					
40	420	HONLAMA (2 Adet)	10																

HÜCRE NO : 3

Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																							
		5	6	7	8	10	30	31	32	33	37	38	39	40	45	46	49	50	52	53	54	61	63	64	66
120	Universal Torna, Kopya, Tezsan SN50C																						1		
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5					1,2													1	1,2					
212	ÜNİVERSAL FREEZE, Cincinnati					3																			
306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ					4																			
603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel					5																			
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5																			3,4					
119	Universal Torna, Kopya TOS																			5					
106	CNC TORNA, mazak									1						1	1							1	1
105	CNC TORNA, mazak	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1			1		6	1		2		2
303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					6													2	7					
105	CNC TORNA, mazak								2	2	2			2	2			2	3	8					
106	CNC TORNA, mazak	2	2	2	2	7	2	2				2	2			2	2				2	1,2	3,4	2	3,4
303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan										3	3				3	3						5		
119	Universal Torna, Kopya TOS						3												4,5						
603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel																	3							
706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP																						6	3	
209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi												3	3											
304	ÜÇ KAFALI MATKAP																	4							4

HÜCRE NO : 4

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO									
			65	67	68	69	70	74	75			
1	209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi	1	1	1	1	1	1	1			
2	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500										
3	209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi	2	2,3,4	2,3,4	2,3	2,3	2,3				
4	106	CNC TORNA, mazak										
5	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500										

HÜCRE NO : 7

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																
			1	12	13	21	22	23	24	26	34	40	41	44	48	53	54		
1	702	SATIŞ TAŞLAMA, Cholet	1	1	1														
2	113	Revolver Torna, Ward									1,2,3								
3	121	Revolver Torna, Ward		2	2										1				
4	107	CNC Torna, K. Gildemaister	2	3	3									1		1			
5	121	Revolver Torna, Ward																	
6	202	CNC FREEZE, Deckel														2			
7	201	CNC FREEZE, Deckel									4					3			
8	704	CNC İşleme Merkezi, SHW											1						
9	207	CNC İşleme Merkezi, Maho		4,5	4,5,6														
10	602	PANTOGRAF, Deckel			7,8								2						
11	114	Revolver Torna, Kopya TS-5	3			1	1	1	1	1		1	1		5				
12	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					2	2	2		5						2		
13	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan								2									
14	306	ÖZEL MATRAP ÜNİTESİ					3		3										
15	114	Revolver Torna, Kopya TS-5				2					2		2	2		6			

HÜCRE NO : 7

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																
			1	12	13	21	22	23	24	26	34	40	41	44	48	53	54		
16	114	Revolver Torna, Kopya TS-5				3													
17	704	CNC İşleme Merkezi, SHW																	
18	114	Revolver Torna, Kopya TS-5																	
19	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan								3	4	3							
20	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan				4													
21	306	ÖZEL MATRAP ÜNİTESİ				5				4									
22	211	ÜNİVERSAL FREEZE				6	4	5		5									
23	602	CNC Torna, K. Gildemaister			9					6									
24	211	ÜNİVERSAL FREEZE				7	5	6											
25	201	CNC FREEZE, Deckel	4																
26	211	ÜNİVERSAL FREEZE	5																
27	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		6												6	6		
28	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan															7		
29	201	CNC FREEZE, Deckel	6																
30	213	ÜNİVERSAL FREEZE, Zayer	7																
31	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	8,9																
32	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		7													8		
33	304	ÜÇ KAFALI MATKAP														4			
34	420	HONLAMA (2 Adet)	10																

HÜCRE NO : 8

[illegible]

HÜCRE NO : 3

Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO																							
		5	6	7	8	10	30	31	32	33	37	38	39	40	45	46	49	50	52	53	54	61	63	64	66
120	Üniversal Torna, Kopya, Tezsan SN50C																						1		
115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5					1,2													1	1,2,3,4					
212	ÜNİVERSAL FREEZE, Cincinnati					3																			
306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ					4																			
603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel					5												3							
119	Üniversal Torna, Kopya TOS						3												4,5	5					
106	CNC TORNA, mazak	2	2	2	2	7	2	2		1		2	2			1,2	1,2				2	1,2	3,4	1,2	1,3,4
105	CNC TORNA, mazak	1	1	1	1		1	1	1,2	2	1,2	1	1	1,2	1,2			1,2	3	6,8	1		2		2
303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan					6					3	3				3	3		2	7			5		
706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP																						6	3	
209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi												3	3											
304	ÜÇ KAFALI MATKAP																	4						4	

HÜCRE NO : 4

İstasyon No	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	PARÇA NO									
			65	67	68	69	70	74	75			
1	209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi	1,2	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1			
2	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500							2,4			
6	106	CNC TORNA, mazak							3			

EK F. TEZGAHLAR

Sıra No	Tezgah Kodu	Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon <u>ÖNCESİ</u> Hücre	Sıra No	Tezgah Kodu	Kaynak / Isıl İşlem / Elektroerozyon <u>SONRASI</u> Hücre
1	103	CNC TORNA, combi	1	101	CNC TORNA, shatf
2	104	CNC TORNA, tarex	2	102	CNC TORNA, combi
3	105	CNC TORNA, mazak	3	107	CNC TORNA, K.Gildemaister
4	106	CNC TORNA, mazak	4	111	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar
5	108	CNC TORNA, B.Gildemaister	5	113	REVOLVER TORNA, Ward
6	110	MERKEZLEME tezgahı	6	114	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5
7	112	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	7	118	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS
8	115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	8	121	REVOLVER TORNA, Ward
9	116	REVOLVER TORNA, Kopya R5	9	122	REVOLVER TORNA, Ward
10	119	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya TOS	10	124	ÜÇ BOYUTLU KOPYA TORNA, Monarch
11	120	ÜNİVERSAL TORNA, TOS, SN 17-B	11	201	CNC FREEZE, Deckel
12	123	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya, TEZSAN SN50C	12	202	CNC FREEZE, Deckel
13	202	CNC FREEZE, Deckel	13	203	CNC İŞLEME MERKEZİ, Sharman
14	208	CNC FREEZE, Rambaudi, Versamatik	14	204	CNC İŞLEME MERKEZİ, SHW
15	209	CNC KOPYA FREEZE, Rambaudi	15	205	CNC FREEZE, Üç kafalı Kopya, Rambaudi
16	210	SATIŞ FREEZE, Rouchoed	16	207	CNC İŞLEME MERKEZİ, Maho
17	212	ÜNİVERSAL FREEZE, Cincinnati	17	211	ÜNİVERSAL FREEZE,
18	303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	18	213	ÜNİVERSAL FREEZE, Zayer
19	304	ÜÇ KAFALI MATKAP	19	301	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan
20	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	20	302	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan
21	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	21	304	ÜÇ KAFALI MATKAP
22	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	22	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister
23	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500	23	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ
24	706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP	24	420	HONLAMA (2 Adet)
			25	601	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel
			26	602	PANTOGRAF, Deckel
			27	702	SATIŞ TAŞLAMA, Cholet
			28	703	SATIŞ TAŞLAMA, Blohme
			29	704	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, CC 1332

EK G. İŞÇİLİK SAATLERİ

OPERASYON 1

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=210	0.37	0.37	0.39	0.39									
m=105					0.13	0.13	0.13	0.13					
m=106					0.47	0.47	0.47	0.47					
m=115									0.08	0.19	0.13		
m=104											0.12		
m=301				0.30									
m=118											0.13		
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=210	0.20												
m=116		0.03	0.03	0.03	0.10		0.10						
m=101						0.07							
m=104								0.07					
m=115									0.17	0.17	0.17	0.17	0.13
m=114									0.20				
m=105													0.13
m=106													0.13
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	0.20	0.20	0.12										
m=116	0.11	0.11	0.11										
m=201				0.33									
m=202				0.33									
m=207				0.33									
m=120					0.27								
m=118					0.20								
m=102						0.50							
m=105						0.49	0.55	0.19	0.25				0.16
m=106						0.49	0.55	0.25	0.11				0.17
m=123										0.49	0.49		
m=212												0.50	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	0.16	0.23	0.23					0.19	0.19			0.23	0.15
m=106	0.48	0.23						0.19	0.19			0.13	0.15
m=115				0.21	0.18								
m=108						0.47	0.41						
m=103						0.43	0.26						
m=102						0.50	0.25						
m=212										0.26			
m=208											1.28		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=203	0.07								1.18				
m=104		0.13						0.21					
m=107		0.11						0.20					
m=105			0.22		0.43			0.41					
m=106			0.26		0.43			0.29					
m=115			0.19	0.09									
m=116				0.10									
m=121						0.61	0.61						
m=122						0.61	0.61						
m=208									1.04	1.04	1.04	0.33	0.33
m=204									1.25	1.25	1.25		
m=209												0.33	
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=207	0.50												
m=213		0.15											
m=106			0.08	0.20		0.13			0.09				
m=105			0.08	0.20		0.13			0.09				
m=120					0.08								
m=204							0.25	0.17					
m=209							0.75			0.07	0.07	0.10	0.10

[illegible]

OPERASYON II

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=110	0.14	0.14	0.16	0.16								0.05	0.05
m=420			0.39										
m=304				0.25									
m=105					0.16	0.16	0.16	0.16					
m=305				0.42									
m=106					0.12	0.12	0.12	0.12					
m=115									0.08	0.13	0.09		
m=212											0.08		
m=118											0.09		
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=110	0.05												
m=116		0.06	0.06	0.06	0.11		0.11						
m=101						0.08		0.07					
m=115									0.10	0.10	0.10	0.10	0.08
m=114									0.15				
m=105													0.08
m=106													0.12
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	0.17	0.17	0.17										
m=116	0.16	0.16	0.16										
m=201				0.41									
m=202				0.41									
m=207				0.16									
m=603					0.07								
m=601					0.07								
m=102						0.47							
m=105						0.62	0.21	0.24	0.25				0.46
m=106						0.62	0.21	0.33	0.39				0.48
m=123										0.38	0.38		
m=208												1.0	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49p=1	k=50p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	0.46	0.43	0.43					0.25	0.55			0.09	0.07
m=106	0.17	0.29						0.25	0.48			0.09	0.07
m=115				0.15	0.20								
m=108						0.34	0.41						
m=103						0.25							
m=102						0.62							
m=110										0.34	0.38		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=122	0.19					0.20	0.20						
m=303			0.22					0.47					
m=115				0.09									
m=116				0.11									
m=105					0.10			0.66					
m=106					0.10			0.51					
m=121						0.20	0.20						
m=301								0.47					
m=103									1.00	1.00			
m=102									1.00	1.00			
m=205											1.0		
m=208											1.0		

m=602													0.08
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=101	0.13												
m=105			0.07										
m=106			0.13										
m=119			0.11										
m=115				0.10								0.42	0.42
m=118					0.13								
m=201						0.20	0.20						
m=202						0.13	0.13						
m=208									3.52	3.52	3.52		
m=203									3.52				
m=204									3.52	3.52	3.52		
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=213		0.10											
m=105					0.70				0.10				
m=106					0.70				0.10				
m=706						0.42							
m=204								0.25					
m=209										0.75	0.75	0.33	0.33
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703	0.33	0.33											
m=209			1.00				0.15						
m=212				0.17	0.5								
m=207						0.35					0.15		
m=105										0.30			
m=106										0.30			

OPERASYON IV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=115	0.33		0.13								0.09		
m=112		0.60		0.25									
m=103		0.60		0.38									
m=108		0.21		0.48									
m=305													
m=112													
m=213					0.13				0.06				
m=301						0.42							
m=202						0.42		0.25					
m=304							0.16						
m=201							0.25						
m=211								0.06					
m=306									0.16				
m=118											0.09		
m=702												0.22	
m=208													0.30
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=702	0.22												
m=101		0.07	0.07	0.07	0.08		0.08						0.33
m=303								0.10					
m=302								0.10	0.10	0.10	0.10		
m=301									0.10	0.10	0.10		
m=118													0.20
m=114			0.20										0.34
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	0.17	0.17											
m=114													
m=118							0.10						0.23
m=201						0.13							
m=704								0.08					
m=113										0.17	0.17		

[illegible]

OPERASYON V

[illegible]

	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=303	0.08												
m=119		0.08											
m=120		0.08											
m=301			0.08										
m=118						0.20	0.25	0.11					0.37
m=704									0.10				0.32
m=113										0.27	0.27		
m=205												2.58	
m=601												0.75	
m=203												0.90	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=118	0.61	0.10	0.10										
m=115				0.7	0.26								
m=116					0.07								
m=209						0.13							
m=201						0.07							
m=303							0.09						
m=302													
m=602													
m=601													
m=704									0.19				
m=202										0.12			
m=108											1.25		
m=103											1.07		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=601	0.17												
m=118			0.30										
m=119			0.23	0.18									
m=207					0.46								
m=114							0.30						
m=702									1.5	1.2	1.2		
m=105												0.97	0.97
m=106												0.48	0.48
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=213		0.10											
m=303					0.33								
m=204								1.5					
m=203								1.5					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703			0.50										
m=702				0.25									
m=209					2.0								
m=207											0.33		

OPERASYON VI

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=104	0.25		0.25										
m=702		0.54		0.54									
m=102		0.40		0.21									
m=301					0.30	0.30			0.13				
m=303										0.03			
m=118											0.10		
m=119											0.10		
m=107												0.18	
m=603													0.09
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=107	0.18												
m=212									0.05				
m=211									0.05	0.05			

m=213										0.05			
m=306											0.06		
m=301												0.07	
m=302												0.08	
m=118													0.15
m=114													0.22
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=304	0.50		0.50										
m=212		0.08											
m=301													
m=118								0.10					
m=704							0.40		0.13				0.30
m=201										0.25	0.15		
m=203												1.5	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=118	0.17												
m=301		0.55	0.55										
m=602									0.28				
m=302		0.55											
m=601									0.28				
m=114				0.25									
m=202											0.41		
m=115					0.08								
m=201											0.41		
m=208										0.18			
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118			0.30										
m=105				0.22									
m=106				0.26									
m=115				0.19									
m=114							0.09						
m=702									1.2				
m=209												0.07	0.07
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=202		0.50											
m=706					0.50								
m=301								0.25					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703			0.42		0.5								
m=702				0.25									

OPERASYON VII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=702	0.54		0.54										
m=111		0.26		0.45									
m=102		0.33		0.72									
m=304					0.16								
m=601						0.08			0.06				
m=602						0.08							
m=105										0.26			
m=106													
m=207												0.30	
m=201												0.30	
m=603													0.08
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=201	0.30												
m=207	0.30												
m=212									0.05				
m=211									0.05	0.05	0.05	0.05	
m=213										0.05	0.05	0.05	

m=306										0.06			
m=118													0.27
m=114													0.24
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=304		0.50											
m=704							0.40	0.20					
m=118													0.17
m=301											0.08		
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601	0.20												
m=602	0.20												
m=118		0.50	0.50										
m=114				0.19									
m=115					0.18								
m=202										0.08			
m=203											0.61		
m=201													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=303				0.22									
m=209												0.22	0.22
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=301								0.25					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=207			0.33										
m=205				0.42	0.5								

OPERASYON VIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=107	0.25		0.25										
m=111		0.44		0.44									
m=201		0.17		0.53									
m=202		0.21		0.14									
m=101										0.10			
m=207												0.33	
m=603													0.05
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=201	0.14												
m=207	0.20												
m=211											0.05		
m=213											0.05		
m=306											0.06		
m=601												0.04	
m=602												0.04	
m=118													0.34
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704													
m=118								0.75					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114				0.10	0.15								
m=202										0.11	0.20		
m=201											0.20		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=105				0.07									
m=106				0.13									
m=119				0.11									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								1.5					

OPERASYON IX

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=114	0.10		0.09										
m=111		0.70		0.63									
m=211		0.18		0.23									
m=213		0.63		0.18									
m=601										0.06		0.10	
m=602												0.12	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=207	0.33												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=124								2.5					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49p =1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=704				0.20									
m=114					0.41								
m=212										0.38			
m=304											0.76		
m=201													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62p =1	k=63p=1	k=64p =1	k=65p =1
m=118				0.23									
m=119				0.16									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								0.5					

OPERASYON X

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=201	0.17	0.14	0.53	0.53									
m=213	0.17	0.17	0.13										
m=202		0.21		0.11 4									
m=203		0.06		0.12									
m=601												0.05	
m=602												0.06	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	0.10												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=118													
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=301				0.09									
m=114					0.25								
m=304													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118				0.30									

OPERASYON XI

[illegible]

	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=124													
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601				0.12									
m=704					0.20								
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118													

OPERASYON XII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=201	0.14	0.14	0.06										
m=202		0.06	0.10										
m=301		0.07											
m=203				0.12									
m=213				0.11									
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	0.07												
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114					0.15								

OPERASYON XIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=213	0.08	0.08	0.11										
m=301		0.34		0.07									
m=201				0.06									
m=202				0.10									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50p =1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=205					0.50								
m=601					0.50								

OPERASYON XIV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=301	0.07	0.07	0.07	0.08									
m=420		0.71											
m=213				0.11									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49p =1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=301					0.08								
m=302					0.08								

OPERASYON XV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=301	0.34	0.34	0.08	0.07									
m=304				0.25									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50p =1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601					0.17								

EK H. İŞÇİLİK MALİYETLERİ

OPERASYON 1

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=210	174	1567.3	151.32	1358.8								1377.2	250.4
m=301				1045.2									
m=105					50.44	251.68	151.06	50.18					
m=106					182.36	909.92	546.14	181.42					
m=115									428.48	254.6	834.08		
m=104											769.92		
m=118											834.08		
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=210	876.4												
m=116		111.78	130.38	130.38	63.4		21						
m=101						88.62							
m=104								587.72					
m=115									857.14	122.4	122.4	122.4	241.54
m=114									1008.4				
m=105													241.54
m=106													241.54
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	2392	34.4	41.04										
m=116	131.56	18.92	37.62										
m=201				950.4									
m=202				950.4									
m=207				950.4									
m=120					1166.9								
m=118					864.4								
m=102						1760							
m=105						1724.8	368.5	675.26	195				337.92
m=106						1724.8	368.5	888.5	85.8				359.04
m=123										455.9	127.4		
m=212												325	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	84.48	40.48	161.92					182.4	182.4			505.54	9.3
m=106	253.44	40.48						182.4	182.4			285.74	9.3
m=115				894.6	255.6								
m=108						2697.8	787.2						
m=103						2468.2							
m=102						2870							
m=212										1435.2			
m=208											793.6		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=203	642.6								25.96				
m=104		1071.2						588					
m=107		906.4						560					
m=105			610.72		382.7			1148					
m=106			721.76		382.7			812					
m=115			527.4	240.7									
m=116				267.4									
m=121						378.2	378.2						
m=122						378.2	378.2						
m=208									22.88	176.8	241.3	145.2	145.2
m=204									27.5	212.5	290		
m=209												145.2	
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=207	240												
m=213		90											
m=106			115.2	288		62.4			54				
m=105			115.2	288		62.4			54				

m=120					38.4								
m=204							120	244.8					
m=209							360			33.6	33.6	48	48
m=102								244.8					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=207	158.4	158.4						144	81.6				
m=212			100.8	79.2	180								
m=111						180							
m=209							240			240			
m=101											158.4		

OPERASYON II

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=110	65.8	593	62.08	557.4								344.3	62.6
m=304				871									
m=420													
m=305				1463.									
m=105					62.08	309.8	185.9	61.76					
m=106					46.56	232.3	139.4	46.32					
m=115									428.5	174.2	577.4		
m=212											513.3		
m=118											577.4		
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=110	219.1												
m=116		223.6	260.8	260.8	69.74		23.1						
m=101						101.3		587.7					
m=115									504.2	72	72	72	167.2
m=114									756.3				
m=105													167.2
m=106													223
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	203.3	29.24	58.14										
m=116	191.4	27.52	54.72										
m=201				1180.8									
m=202				1180.8									
m=207				460.8									
m=603					302.54								
m=601					302.54								
m=102						1654.4							
m=105						2182.4	140.7	852.96	195				971.52
m=106						2182.4	140.7	1172.8 2	304.2				1013.8
m=123										345.8	98.8		
m=208												650	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	242.88	75.68	302.72					240	528			197.82	4.34
m=106	89.76	51.04						240	460.8			197.82	4.34
m=115				639	284								
m=108						1951.6	787.2						
m=103						1435							
m=102						3558.8							
m=110										1876.8	235.6		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=122	1744.2					124	124						
m=303			610.72										
m=115				240.66				1316					
m=116				294.14									
m=105					89			1848					
m=106					89			1428					

m=121						124	124						
m=301								1316					
m=103									22	170			
m=102									22	170			
m=205											232		
m=208											232		
m=110												48.4	48.4
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=207	120												
m=213		90											
m=106			288	158.4	38.4	144			48				
m=105			288	158.4	38.4	144			48				
m=204							480	604.8					
m=209							480			33.6	33.6	144	168
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=207	158.4	158.4						360	480				
m=212			100.8	79.2	240								
m=111						120							
m=209							81.6						
m=705										96			
m=101											240		

OPERASYON III

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=115	117.5		97								1090.7		
m=112		1779.1		1010.4									
m=103		974.28		766.48									
m=108		1143.7		731.64									
m=101					108.64	542.08	325.36	108.08	749.84				
m=114									589.16				
m=212										80.4			
m=118											1090.7		
m=104												826.32	275.44
m=301				1045.2									
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=104	525.84												
m=101		894.24	1043	1043	44.38		14.7			79.2		79.2	
m=201						113.94							
m=301								839.6					
m=115									655.46				
m=114									806.72	115.2	432	115.2	
m=119													483.08
m=102													557.4
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	191.36	27.52											
m=116	167.44	24.08											
m=118				1238.4			201						
m=114			51.3										
m=201						457.6							
m=119						704							
m=113										136.5	39		
m=704								710.8					
m=208												611	
m=702									62.4				
m=303													1267.2
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=303	316.8					172.2			67.2			351.68	
m=209		52.8	211.2				249.6						
m=305		52.8		426	142								
m=302						172.2							

m=704								96					
m=201													
m=108										4195.2			
m=103										3532.8			
m=123											880.4		
m=603												4.96	
m=602												4.96	
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=101	1193.4												
m=105			194.32										
m=106			360.88										
m=119			305.36										
m=115				267.4								184.8	184.8
m=118					115.7								
m=201						124	124						
m=202						80.6	80.6						
m=208									77.44	598.4	816.64		
m=203									77.44				
m=204									77.44	598.4	816.64		
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=213		60											
m=105					336				60				
m=106					336				60				
m=706						201.6							
m=204								360					
m=209										360	360	158.4	158.4
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703	158.4	158.4											
m=209			240				72						
m=212				40.8	120								
m=207						210					72		
m=105										144			
m=106										144			

OPERASYON IV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=115	155.1		50.44								577.44		
m=112		2541.6		871									
m=103		2541.6		1323.9									
m=108		889.56		1672.3									
m=305													
m=112													
m=213					50.44				321.36				
m=301						813.12							
m=202						813.12		96.5					
m=304							185.92						
m=201								96.5					
m=211									321.36				
m=306										214.4	577.44		
m=118													
m=702												1514.9	
m=208													375.6
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=702	964.04												
m=101		260.82	304.22	304.22	50.72		16.8						613.14
m=303									504.2				
m=302									504.2	72	72	72	
m=301										72	72	72	
m=118													371.6
m=114													631.72
	k=27	k=28	k=29	k=30	k=31	k=32	k=33	k=34	k=35	k=36	k=37	k=38	k=39

[illegible]

OPERASYON V

[illegible]

m=208													413.16
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=121	744.94												
m=602		149.04											
m=301				260.76							72		
m=201					57.06								
m=202					50.72								
m=306									302.52	43.2		43.2	
m=302											86.4		
m=118													984.74
m=114													408.76
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=303	95.68												
m=119		13.76											
m=120		13.76											
m=114													
m=118						704	167.5	390.94					781.44 675.84
m=301			27.36										
m=704									78				
m=113										245.7	70.2		
m=205												1677	
m=601												487.5	
m=203												585	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=118	322.08	17.6	70.4						182.4				
m=115				2982	369.2								
m=116					99.4								
m=209						746.2							
m=201						401.8							
m=303							172.8						
m=302													
m=602													
m=601													
m=704													
m=202										662.4			
m=108											775		
m=103											663.4		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=601	1560.6												
m=118			832.8 638.48										
m=119				481.32									
m=207					409.4								
m=114							186						
m=702									33	204			
m=105												426.8	426.8
m=106												211.2	211.2
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=213		60											
m=303					158.4								
m=204								2160					
m=203								2160					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703			120										
m=702				60									
m=209					480								
m=207										158.4			

OPERASYON VI

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=104	117.5		97										
m=702		2287.4		1881.4									
m=102		1694.4		731.64									
m=301					116.4	580.8			696.28				
m=303										40.2			
m=118											641.6		
m=119											641.6		
m=107												1239.5	
m=603													1126.8
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=107	788.76												
m=212									252.1				
m=211									252.1	36			
m=213										36			
m=306											43.2		
m=301												50.4	
m=302												57.6	
m=118													278.7
m=114													408.76
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=304	598		171										
m=212		13.76											
m=301													
m=118								355.4					
m=704							268		101.4				633.6
m=201										227.5	39		
m=203												975	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49p =1	k=50p =1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=201											254.2		
m=118	89.76												
m=202											254.2		
m=301		96.8	387.2										
m=601									268.8				
m=302		96.8											
m=602									268.8				
m=114				1065									
m=115					113.6								
m=208										993.6			
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118			832.8										
m=105				588.28									
m=106				695.24									
m=115				508.06									
m=114							55.8						
m=702									26.4				
m=209												30.8	30.8
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=202		300											
m=706					240								
m=301								360					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=703			100.8		120								
m=702				60									

OPERASYON VII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=702	253.8		209.52										
m=111		1101.4		1567.8									
m=102		1397.9		2508.5									
m=304					62.08								
m=601						154.88			321.36				
m=602						154.88							
m=105										348.4			
m=106													
m=207												2065.8	
m=201													
m=603													100.16
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=201	1314.6												
m=207	1314.6												
m=212									252.1				
m=211									252.1	36	36	36	
m=213										36	36	36	
m=118													501.66
m=114													445.92
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=304		86											
m=704							268	710.8					
m=118													359.04
m=301											20.8		
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601	105.6												
m=602	105.6												
m=118		88	352										
m=114				809.4									
m=115					255.6								
m=206													
m=202										441.6			
m=203											278.2		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=303				588.28									
m=209												96.8	96.8
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=301								360					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=207			79.2										
m=205				100.8	120								

OPERASYON VIII

[illegible]

m=207	876.4												
m=211											36		
m=213											36		
m=601												28.8	
m=602												28.8	
m=118													631.72
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704													
m=118								2665.5					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114				426	213								
m=202										607.2	124		
m=201											124		
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=105				187.18									
m=106				347.62									
m=119				294.14									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								2160					

OPERASYON IX

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=114	47		34.92										
m=111		2965.2		2194.9									
m=211		762.48		801.32									
m=213		2668.7		627.12									
m=601										80.4		688.6	
m=602												826.32	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=207	1446.1												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=124								8885					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=704				852									
m=114					582.2								
m=212										2097.6			
m=304											471.2		
m=201													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118				615.02									
m=119				427.84									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								720					

OPERASYON X

[illegible]

	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	438.2												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=118													
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=301				383.4									
m=114					355								
m=304													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118				802.2 615.02									

OPERASYON XI

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=211	84.6	762.48	89.24	801.32									
m=213	296.1	2668.7 338.88	69.84	627.12									
m=201				209.04									
m=202				348.4									
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	219.1												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=124													
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601				511.2									
m=704					284								
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118													

OPERASYON XII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=201	65.8	593.04	23.28										
m=202		254.16	38.8										
m=301		296.52											
m=203				418.08									
m=213				383.24									
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	306.74												
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114					213								

OPERASYON XIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=213	37.6	338.88	42.68										
m=301		1440.2		243.88									
m=201				209.04									
m=202				348.4									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=205					710								
m=601					710								

EK 1. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

OPERASYON 1

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=210	956.45	8620.26	832.26	7473.18								7574.6	1377.2
m=105					504.40	2516.8	1510.6	501.8					
m=106					1823.6	9099.2	5461.4	1814.2					
m=115									471.33	280.06	917.49		
m=104											12703.68		
m=118											454.57		
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=210	4820.2						23.1						
m=116		122.96	143.42	143.42	69.74								
m=101						925.19							
m=104								9697.38					
m=115									942.85	134.64	134.64	134.64	265.69
m=114									1109.24				
m=105													2415.4
m=106													2415.4
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	263.12	37.84	45.14										
m=116	144.72	20.81	41.38										
m=201				2504.30									
m=202				2504.30									
m=207				16712.78									
m=120					635.98								
m=118					471.01								
m=102						19360							
m=105						17248	3685	6752.6	1950				3379.2
m=106						17248	3685	8885	858				3590.4
m=123										243.02	69.43		

m=212	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	844.8	404.8	1619.2					1824	1824			5055.4	93
m=106	2534.4	404.8		984.06	281.16			1824	1824			2857.4	93
m=115													
m=108						41815.9	12201.6						
m=103						27150.2							
m=102						31.57							
m=212										1887.29			
m=208	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=203	16948.58	17674.8						9702	684.69				
m=104		4985.2						3080			13955.46		
m=107			6107.2		3827			11480					
m=105			7217.6		3827			8120					
m=106			580.18	264.73									
m=115				294.14									
m=116													
m=121						416.02	416.02						
m=122						416.02	416.02						
m=208									402.35	3109.03	4242.91	2553.34	2553.34
m=204									483.59	3736.81	5099.65		
m=209	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=207	4220.4	78.75										1914.46	
m=213													
m=106			1152	2880		624			540				
m=105			1152	2880		624			540				
m=120					20.93								
m=204							2110.2	4304.81					
m=209							75.6			443.016	443.02	632.88	632.88
m=102	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1		
m=207	2785.46	2785.46						2532.24	1434.94				
m=212			132.55	104.15	236.7								
m=111						98.1							
m=209							3164.4			3164.4			
m=101											1653.69		

OPERASYON II

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=110	296.1	2668.68	279.36	2508.48								1549.35	281.7
m=420													
m=304				566.15									
m=105					620.8	3097.6	1859.2	617.6					
m=106					465.6	2323.2	1394.4	463.2					
m=115									471.33	191.62	635.18		
m=212											674.96		
m=118											314.71		
m=305											8048.04		
k=14 p=1		k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=110	985.95												
m=116		245.92	286.84	286.84	76.71		25.41						
m=101						1057.36		6135.79					
m=115									554.62	79.2	79.2	79.2	163.50
m=114									831.93				
m=105													1486.4
m=106													2229.6
k=27 p=1		k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	223.65	32.164	63.95										
m=116	210.49	30.27	60.19										
m=201				3111.41									
m=202				3111.41									
m=207				8103.17									
m=603					196.65								
m=601					196.65								
m=102						18198.4							
m=105						21824	1407	8529.6	1930				9715.2
m=106						21824	1407	11728.2	3042				10137.6

[illegible]

OPERASYON III

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=115	129.25		106.7								1199.79		
m=112		978.52		555.69									
m=103		10717.08		8431.28									
m=108		17727.66		11340.42									
m=101					1134.20	5659.32	3396.76	1128.36	7828.33				
m=114									648.08				
m=212										105.73			
m=118											594.44		
m=104												13634.28	4682.48
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=104	8676.36												
m=101		9335.87	10889.34	10889.34	463.33		153.47			826.85		82684.8	
m=201						300.23							
m=301								21.83					
m=115									721.01				
m=114									887.39	126.72	475.2	126.72	
m=119													263.29
m=102													6131.4
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	210.49	30.27											
m=116	210.49	26.49											
m=118				674.93			109.55						
m=201						1205.78							
m=119						383.68							
m=702									40.56				
m=113													
m=208										150.15	42.9		
m=704								1560.21				10744.44	

m=209	3164.4		949.32		
m=212		53.65			
m=207			157.8		
m=105			3692.85		1266.12
m=106				1440	
				1440	

OPERASYON IV

[illegible]

	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	223.65	32.16											
m=114			75.24										
m=118							36.52	406.76					264.74
m=201						1205.78							
m=702													
m=704									136.97				
m=113										170.17	48.62		
m=205												25715.6 3	
m=203												24515.5 6	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=118	66.19												
m=207		6004.22	24016.8 9										
m=115				562.32	124.96								
m=116					124.96								
m=303						7.46	4.99						
m=302						7.46							
m=602								174.72					
m=704									210.72				
m=601								174.72					
m=108										21390	9129.5		
m=103										15180	4256.36		
m=304													1.21
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=213	240.98												
m=118			347.97		77.61								
m=119			242.07										
m=115				617.69									
m=201						65.35	65.35						
m=202						114.36	114.36						

m=208	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	7265.42 k=26 p=1
m=121	819.43												
m=602		96.88											
m=301				6.78							1.87		
m=201					150.35								
m=202					133.65								
m=306									9.08	1.29		1.29	
m=302											2.25		
m=118													
m=114													536.68
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=303	2.49												
m=119		7.49											
m=120		7.49											
m=114													
m=301			0.711										
m=118						383.68	54.77	213.06					425.89 368.33
m=704									171.21				
m=113											77.22		
m=205										270.27		44230.88	
m=601												316.88	
m=203												15429.38	
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=118	175.53	9.59	38.37						99.41				
m=115				3280.2	406.12								
m=116					109.34								
m=209						9838.64							
m=201						1058.74							
m=303							0.40						
m=302													
m=202										1745.42			

[illegible]

OPERASYON VI

[illegible]

[illegible]

OPERASYON VIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=107	646.25		533.5										
m=111		1015.79		835.46									
m=201		1897.52		4865.38									
m=202		2343.99		1285.25									
m=101										1398.96			
m=207													
m=603												19315.23	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=201	1616.52												
m=207	15411.49												40.69
m=211													
m=213											47.34		
m=601											25.2		
m=602												18.72	
m=118												18.72	
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704													344.29
m=118								1452.69					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114				468.6	234.3								
m=202										1599.97	326.74		
m=201											326.74		
m=203													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=105				1871.8									
m=106				3476.2									
m=119				160.31									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								37983.6					

OPERASYON IX

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=114	51.7		38.41										
m=111		1616.03		1196.23									
m=211		1002.66		1053.74									
m=213		2335.09		548.73									
m=601													
m=602										52.26		447.59	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=207	25428.97												
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704													
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=704				1870.14									
m=114					640.42								
m=212										2758.34			
m=202													
m=201													
m=304													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118				335.19									
m=119				233.17									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=7 p=1
m=204								12661.2					

OPERASYON XI

[illegible]

OPERASYON XIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=213	32.9	296.52	37.35										
m=301		37.45		6.34									
m=201				550.82									
m=202				918.03									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=205					18726.25								
m=601					461.5								

OPERASYON XIV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=301	0.86	7.71	0.71	7.25									
m=420		2300.78											
m=213				335.34									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=301					2.95								
m=302					2.95								

OPERASYON XV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=301	4.16	37.45	0.81	6.34									
m=304				566.15									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=601					156.91								

EK J. TOPLAM MALİYETLER

OPERASYON 1

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=210	1130.45	10187.58	983.58	8831.94		2768.48	1661.66	551.98				8951.8	1627.6
m=105					554.84		6007.54	1995.62					
m=106					2005.96	10009.12							
m=115									899.81	534.66	1751.57		
m=104											13473.6		
m=118											1288.65		
m=301											1072.38		
m=210	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=116	5696.6	234.74	273.79	273.79	113.14		44.1						
m=101						1013.81							
m=104								10285.1	1799.99	257.04	257.04	257.04	507.23
m=115									2117.64				
m=114													
m=105													
m=106	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=115	502.24	72.24	86.18										
m=116	276.28	39.73	79.002										
m=201				3454.70									
m=202				3454.70									
m=207				17663.18									
m=120					1802.92								
m=118					1335.49								
m=102						21120							
m=105						18972.8	4033.5	7427.86	2145				3717.12
m=106						18972.8	4033.5	9773.5	943.8				3949.44
m=123										698.92	196.83		
m=212												698.75	
m=105	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=105	929.28	445.28	1781.12					2006.4	2006.4			5560.94	102.3
m=106	2787.84	445.28		1878.66	536.76			2006.4	2006.4			3143.14	102.3
m=115													
m=108						44513.7	12988.8						
m=103						29618.4							
m=102						34440							

[illegible]

[illegible]

	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=213		112.5											
m=105					3696				660				
m=106					3696				660				
m=204						644.11							
m=209								6690.6					
	k=79 p=1	k=80 p=1	k=81 p=1	k=82 p=1	k=83 p=1	k=84 p=1	k=85 p=1	k=86 p=1	k=87 p=1	k=88 p=1	k=89 p=1	2246.90	2246.90
m=703	575.78	574.78					1021.32						
m=209			3404.4										
m=212				94.45	277.8								
m=207						3902.85					1338.12		
m=105										1584			
m=106										1584			

OPERASYON IV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=115	325.71		105.92								1212.62		
m=112		3939.48		1330.05									
m=103		30499.2		15887.04									
m=108		14677.74		27593.28									
m=305													
m=112													
m=213					94.58				602.55				
m=301						834.261							
m=202						2955.69		350.78					
m=304							1062.07						
m=201								350.78					
m=211									743.95				
m=306										220.83			
m=118													
m=702											892.15		
m=208												2499.62	
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=702	1590.67	2983.78	3480.28	3480.28	580.24		192.19						7014.32
m=101													
m=303									517.31				
m=302									517.31	73.87	73.87		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

OPERASYON VI

[illegible]

[illegible]

OPERASYON VIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=107	763.75		630.5										
m=111		2879.63		2368.42									
m=201		2617.64		6712.10									
m=202		3233.5506		1773.01									
m=101										1532.96			
m=207												21587.61	
m=603													103.29
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=201	2229.99												
m=207	16287.89												
m=211											83.34		
m=213											61.2		
m=601												47.52	
m=602												47.52	
m=118													976.01
	k=27 p=1	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704													
m=118								4118.19					
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114				894.6	447.3								
m=202										2207.17	450.74		
m=201											450.74		
m=203													
	k=53 p=1	k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=105				2058.98									
m=106				3823.82									
m=119				454.45									
	k=66 p=1	k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								40143.6					

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=114	98.7		73.33										
m=111		4581.23		3391.15									
m=211		1765.14		1855.06									
m=213		5003.78		1175.85									
m=601										132.66		1136.19	
m=602												1363.43	
k=14 p=1		k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=207	26875.03	k=28 p=1	k=29 p=1	k=30 p=1	k=31 p=1	k=32 p=1	k=33 p=1	k=34 p=1	k=35 p=1	k=36 p=1	k=37 p=1	k=38 p=1	k=39 p=1
m=704		k=40 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=704				2722.14	1222.62								
m=114										4855.94			
m=212													
m=202													
m=201													
m=304											777.48		
k=53 p=1		k=54 p=1	k=55 p=1	k=56 p=1	k=57 p=1	k=58 p=1	k=59 p=1	k=60 p=1	k=61 p=1	k=62 p=1	k=63 p=1	k=64 p=1	k=65 p=1
m=118				950.21									
m=119				661.01									
k=66 p=1		k=67 p=1	k=68 p=1	k=69 p=1	k=70 p=1	k=71 p=1	k=72 p=1	k=73 p=1	k=74 p=1	k=75 p=1	k=76 p=1	k=77 p=1	k=78 p=1
m=204								13381.2					

OPERASYON X

[illegible]

[illegible]

OPERASYON XI

[illegible]

OPERASYON XII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=201	239.18	2155.70	84.62										
m=202		923.87	141.04										
m=301		304.23											
m=203				11444.94									
m=213				718.58									
	k=14 p=1	k=15 p=1	k=16 p=1	k=17 p=1	k=18 p=1	k=19 p=1	k=20 p=1	k=21 p=1	k=22 p=1	k=23 p=1	k=24 p=1	k=25 p=1	k=26 p=1
m=601	506.12	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=114					447.3								

OPERASYON XIII

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=213	70.5	635.4	80.03										
m=301		1477.69		250.22									
m=201				759.86									
m=202				1266.43									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=205					19436.25								
m=601					1171.5								

OPERASYON XIV

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=301	33.76	304.23	27.87	285.97									
m=420		5308.34											
m=213				718.58									
	k=40 p=1	k=41 p=1	k=42 p=1	k=43 p=1	k=44 p=1	k=45 p=1	k=46 p=1	k=47 p=1	k=48 p=1	k=49 p=1	k=50 p=1	k=51 p=1	k=52 p=1
m=301					116.55								
m=302					116.55								

[illegible]

OPERASYON XVI

[illegible]

OPERASYON XVII

[illegible]

OPERASYON XVIII

[illegible]

OPERASYON XIX

	K=1 P=1	K=2 P=1	K=3 P=1	K=4 P=1	K=5 P=1	K=6 P=1	K=7 P=1	K=8 P=1	K=9 P=1	K=10 P=1	K=11 P=1	K=12 P=1	K=13 P=1
m=305				9511.32									

OPERASYON XX

[illegible]

**EK K. KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ HÜCREDE HER BİR
PARÇA İÇİN MİNİMUM MALİYETLİ ROTAYI BULAN TAMSAYILI
MATEMATİKSEL MODEL**

MIN 828.14X210111+259.96X110211+173.90X115311+230.30X115411+641.55X209511+1522.80
X104611+7427.20X210121+2350.98X110221+7794.24X103321+3894.08X108321+2732.22X1124
21+22535.52X103421+110801.80X108421+1143.2X112521+721.68X210131+244.44X110231+14
3.56X115331+73.72X115431+529.62X209531+1257.12X104631+6480.24X210141+2194.92X1102
41+8884.20X108341+6793.80X103341+1097.46X112341+940.68X112441+11741.08X103441+20
329.14X108441+1567.80X112541+403.52X105151+1468.58X106151+498.58X105251+374.42X10
6251+1214.29X105161+4398.17X106161+1493.17X105261+1121.33X106261+1220.10X105171+
4398.17X106171+1493.17X105271+1121.33X106271+403.37X105181+1461.01X106181+49.601X
105281+372.49X106281+642.72X115191+642.72X115291+375.20X1151101+254.60X1152101+8
7.10X2123101+140.70X3064101+93.80X6035101+26.80X3036101+2807.30X1057101+9976.88X1
041111+866.16X2122111+6576.13X2101121+1377.20X1102121+378.73X1043121+1195.66X2101
131+250.40X1102131+3568.20X1043131+5183.28X2084131+5696.60X2085131+1302.08X603613
1+118.94X6037131+75.12X6038131+4184.81X2101141+876.40X1102141+6814.01X1043141+16
7.67X1161151+335.34X1162151+195.57X1161161+391.14X1162161+195.57X1161171+931.14X1
162171+60.23X1161181+104.61X1162181+1285.71X1151211+731.09X1152211+95.798X1153211
+32.773X3034211+20.168X3065211+42.857X2126211+428.57X2127211+183.60X1151221+104.4
0X1152221+183.60X1151231+104.40X1152231+183.60X1151241+104.40X1152241+353.02X115
1251+1941.61X1051251+1941.61X1061251+222.96X1152251+1198.41X1052251+1792.97X10622
51+520.24X1193251+358.80X1151261+197.34X1161261+304.98X1152261+281.06X1162261+28
1.06X1153261+251.16X1163261+304.98X1154261+65.78X3035261+693.68X3046261+51.60X115
1271+28.38X1161271+43.86X1152271+40.42X1162271+40.42X1153271+36.12X1163271+43.86X
1154271+16.48X1195271+15.48X1205271+23.22X2126271+99.76X3047271+61.56X1151281+56.
43X1161281+87.21X1152281+80.37X1162281+1253.38X1201301+345.76X6032301+13868.80X1
051311+13968.80X1061311+17549.00X1052311+17547.20X1062311+756.80X1193311+2964.75X
1051321+2994.75X1061321+1145.30X052321+1132.30X1062321+5419.85X1051331+7623.33X10
61331+6859.22X1052331+9435.87X1062331+1567.80X1051341+760.50X1061341+1567.80X1052
341+2449.20X1062341+477.75X1231351+373.10X1232351+136.50X1231361+106.60X1232361+
539.50X2121371+8963.50X2082371+8427.25X2083371+2713.92X1051381+2893.44X1061381+78
14.40X1052381+8152.32X1062381+865.92X3033381+678.48X1051391+2038.08X1061391+1953.
60X1052391+723.36X1062391+216.48X3033391+325.80X1051401+325.60X1061401+608.56X10
52401+410.96X1062401+555.28X2093401+1302.40X1051411+2435.84X1052411+2221.12X20934
11+1320.60X1151421+958.50X1152421+2023.50X3053421+766.80X1154421+4430.40X1155421
+383.40X1151431+426.00X1152431+674.50X3053431+170.40X1154431+170.40X1164431+553.8
0X1155431+142.00X1165431+170.40X1156431+383.40X1157431+32804.10X1081441+21869.40
X1031441+25456.90X1021442+23706.20X1082441+12714.10X1032441+114.80X3033441+200.90
X3034441+7835.10X2095441+9571.20X1081451+9571.20X1082451+2620.80X2093451+124.80X
3034451+115.20X3035451+1464.00X1051461+1484.00X1061461+1929.60X1052461+1948.60X10
62461+1484.00X1051471+1464.00X1061471+4248.00X1052471+4248.00X1062471+43.20X30334
71+23736.00X2121481+73968.00X1102481+335600.20X1083481+313260.00X1033481+13753.20
X1084481+12226.80X1034481+17388.00X2025481+13717.20X2086481+11868.00X2027481+160
0.80X2028481+34776.00X2129481+10943.00X2081491+930.00X1102491+945.50X1233491+7154
.80X1084491+4343.10X1034491+9414.70X1085491+5880.70X1035491+3807.30X1051501+2150.
61X1061501+1500.05X1052501+1492.05X1062501+226.38X3033501+76.71X1051511+74.71X10
61511+34.72X1052511+35.72X1062511+5.89X6033511+13884.40X1041531+4913.52X1051541+
5815.72X1061541+777.28X1151541+416.40X3032541+1554.56X1053541+1830.88X1063541+333
.12X1193541+471.92X1194541+360.99X1151551+387.73X1161551+360.99X1152551+441.21X11

62551+387.73X1153551+842.31X1154551+521.43X1195551+4732.98X1056551+5602.03X1066551+748.72X1156551+401.10X3037551+1497.44X1058551+2794.33X1068551+320.88X1198551+454.58X1199551+3079.40X1051561+3090.40X1061561+750.45X1052561+716.45X1062561+9240.00X1051591+6538.00X1061591+7630.00X1041591+12068.00X1052591+11494.00X1062591+910.00X3032591+315.48X2081601+195.03X1032601+1067.88X2083601+2437.80X2081611+1507.05X1032611+8251.80X2083611+3326.88X2081621+3199.28X2082621+11261.28X2083621+2002.00X2081631+1526.80X2091631+191.40X1102631+275.00X1153631+884.40X1054631+1982.20X1064631+3434.20X1055631+1698.40X1065631+323.40X2096631+1016.40X2097631+2002.00X2081641+191.40X1102641+275.00X1153641+884.40X1054641+1982.20X1064641+3434.20X1055641+1698.40X1065641+323.40X2096641+1016.40X2097641+928.80X1061671+958.80X1051671+2318.40X1062671+2358.40X1052671+43.20X1201681+309.60X1052681+310.60X1062681+2710.40X1053681+2702.40X1063681+2710.40X1054681+2702.40X1064681+108.00X3035681+554.40X7066681+501.80X1051691+501.60X1061691+1159.40X1052691+1159.20X1062691+465.60X7063691+1816.80X2094691+3784.80X2091701+5044.80X2092701+450.00X1051721+435.00X1061721+387.00X1052721+397.00X1062721+510.00X1053721+483.00X1063721+500.00X1054721+483.00X1064721+352.80X2091731+352.80X2092731+3784.80X2093731+405.60X2094731+352.80X2091741+352.80X2092741+374.80X2093741+405.60X2094741+504.00X2091751+1514.40X2092751+1665.60X2093751+504.00X2091761+1766.40X2092761+1665.60X2093761+130.80X2121791+130.80X2122791+67.20X2123791+2522.40X2094791+297.60X2121801+396.00X2122801+199.20X2123801+3784.80X2094801+5044.80X2095801+2524.80X2091821+859.20X2092821+756.00X2093821+2524.80X2091851+223.20X7052851+1159.20X1053851+115.92X1063851+520.80X7054851

SUBJECT TO

X210111-Y11=0

X210121-Y21=0

X210131-Y31=0

X210141-Y41=0

X105151+X106151-Y51=0

X105161+X106161-Y61=0

X105171+X106171-Y71=0

X105181+X106181-Y81=0

X115191-Y91=0

X1151101-Y101=0

X1041111-Y111=0

X2101121-Y121=0

X2101131-Y131=0

X2101141-Y141=0

X1161151-Y151=0

X1161161-Y161=0

X1161171-Y171=0

X1161181-Y181=0

X1151211-Y211=0

X1151221-Y221=0

X1151231-Y231=0

X1151241-Y241=0

X1151251+X1051251+X1061251-Y251=0

X1151261+X1161261-Y261=0

X1151271+X1161271-Y271=0

X1151281+X1161281-Y281=0

X1201301-Y301=0

X1051311+X1061311-Y311=0

X1051321+X1061321-Y321=0

X1051331+X1061331-Y331=0

X1051341+X1061341-Y341=0

X1231351-Y351=0

X1231361-Y361=0

X2121371-Y371=0

X1051381+X1061381-Y381=0

X1051391+X1061391-Y391=0
X1051401+X1061401-Y401=0
X1051411-Y411=0
X1151421-Y421=0
X1151431-Y431=0
X1081441+X1031441-Y441=0
X1081451-Y451=0
X1051461+X1061461-Y461=0
X1051471+X1061471-Y471=0
X2121481-Y481=0
X2081491-Y491=0
X1051501+X1061501-Y501=0
X1051511+X1061511-Y511=0
X1041531-Y531=0
X1051541+X1061541+X1151541-Y541=0
X1151551+X1161551-Y551=0
X1051561+X1061561-Y561=0
X1051591+X1061591+X1041591-Y591=0
X2081601-Y601=0
X2081611-Y611=0
X2081621-Y621=0
X2081631+X2091631-Y631=0
X2081641-Y641=0
X1061671+X1051671-Y671=0
X1201681-Y681=0
X1051691+X1061691-Y691=0
X2091701-Y701=0
X1051721+X1061721-Y721=0
X2091731-Y731=0
X2091741-Y741=0
X2091751-Y751=0
X2091761-Y761=0
X2121791-Y791=0
X2121801-Y801=0
X2091821-Y821=0
X2091851-Y851=0
X110211-Y11=0
X110221-Y21=0
X110231-Y31=0
X110241-Y41=0
X105251+X106251-Y51=0
X105261+X106261-Y61=0
X105271+X106271-Y71=0
X105281+X106281-Y81=0
X115291-Y91=0
X1152101-Y101=0
X2122111-Y111=0
X1102121-Y121=0
X1102131-Y131=0
X1102141-Y141=0
X1162151-Y151=0
X1162161-Y161=0
X1162171-Y171=0
X1162181-Y181=0
X1152211-Y211=0
X1152221-Y221=0
X1152231-Y231=0

X1152241-Y241=0
X1152251+X1052251+X1062251-Y251=0
X1152261+X1162261-Y261=0
X1152271+X1162271-Y271=0
X1152281+X1162281-Y281=0
X6032301-Y301=0
X1052311+X1062311-Y311=0
X1052321+X1062321-Y321=0
X1052331+X1062331-Y331=0
X1052341+X1062341-Y341=0
X1232351-Y351=0
X1232361-Y361=0
X2082371-Y371=0
X1052381+X1062381-Y381=0
X1052391+X1062391-Y391=0
X1052401+X1062401-Y401=0
X1052411-Y411=0
X1152421-Y421=0
X1152431-Y431=0
X1082441+X1032441-Y441=0
X1082451-Y451=0
X1052461+X1062461-Y461=0
X1052471+X1062471-Y471=0
X1102481-Y481=0
X1102491-Y491=0
X1052501+X1062501-Y501=0
X1052511+X1062511-Y511=0
X3032541-Y541=0
X1152551+X1162551-Y551=0
X1052561+X1062561-Y561=0
X1052591+X1062591+X3032591-Y591=0
X1032601-Y601=0
X1032611-Y611=0
X2082621-Y621=0
X1102631-Y631=0
X1102641-Y641=0
X1052671+X1062671-Y671=0
X1052681+X1062681-Y681=0
X1052691+X1062691-Y691=0
X2092701-Y701=0
X1052721+X1062721-Y721=0
X2092731-Y731=0
X2092741-Y741=0
X2092751-Y751=0
X2092761-Y761=0
X2122791-Y791=0
X2122801-Y801=0
X2092821-Y821=0
X7052851-Y851=0
X115311-Y11=0
X103321+X108321-Y21=0
X115331-Y31=0
X108341+X103341+X112341-Y41=0
X2123101-Y101=0
X1043121-Y121=0
X1043131-Y131=0
X1043141-Y141=0

X1153211-Y211=0
X1193251-Y251=0
X1153261+X1163261-Y261=0
X1153271+X1163271-Y271=0
X1193311-Y311=0
X2083371-Y371=0
X3033381-Y381=0
X3033391-Y391=0
X2093401-Y401=0
X2093411-Y411=0
X3053421-Y421=0
X3053431-Y431=0
X3033441-Y441=0
X2093451-Y451=0
X3033471-Y471=0
X1083481+X1033481-Y481=0
X1233491-Y491=0
X3033501-Y501=0
X6033511-Y511=0
X1053541+X1063541+X1193541-Y541=0
X1153551-Y551=0
X2083601-Y601=0
X2083611-Y611=0
X2083621-Y621=0
X1153631-Y631=0
X1153641-Y641=0
X1033481-Y481=0
X1053681+X1063681-Y681=0
X7063691-Y691=0
X1053721+X1063721-Y721=0
X2093731-Y731=0
X2093741-Y741=0
X2093751-Y751=0
X2093761-Y761=0
X2123791-Y791=0
X2123801-Y801=0
X2093821-Y821=0
X1053851+X1063851-Y851=0
X115411-Y11=0
X112421+X103421+X108421-Y21=0
X115431-Y31=0
X112441+X103441+X108441-Y41=0
X3064101-Y101=0
X2084131-Y131=0
X3034211-Y211=0
X1154261-Y261=0
X1154271-Y271=0
X1154421-Y421=0
X1154431-Y431=0
X3034441-Y441=0
X3034451-Y451=0
X1084481+X1034481-Y481=0
X1084491+X1034491-Y491=0
X1194541-Y541=0
X1154551-Y551=0
X1054631+X1064631-Y631=0
X1054641+X1064641-Y641=0

X1054681+X1064681-Y681=0
X2094691-Y691=0
X1054721+X1064721-Y721=0
X2094731-Y731=0
X2094741-Y741=0
X2094791-Y791=0
X2094801-Y801=0
X7054851-Y851=0
X209511-Y11=0
X112521-Y21=0
X209531-Y31=0
X112541-Y41=0
X6035101-Y101=0
X2085131-Y131=0
X3065211-Y211=0
X1195271+X1205271-Y271=0
X1155421-Y421=0
X1155431+X1165431-Y431=0
X2095441-Y441=0
X3035451-Y451=0
X2025481-Y481=0
X1085491+X1035491-Y491=0
X1195551-Y551=0
X1055631+X1065631-Y631=0
X1055641+X1065641-Y641=0
X3035681-Y681=0
X2095801-Y801=0
X104611-Y11=0
X104631-Y31=0
X3036101-Y101=0
X6036131-Y131=0
X2126211-Y211=0
X3046261-Y261=0
X2126271-Y271=0
X1156431-Y431=0
X2086481-Y481=0
X1056551+X1066551+X1156551-Y551=0
X2096631-Y631=0
X2096641-Y641=0
X7066681-Y681=0
X1057101-Y101=0
X6037131-Y131=0
X2127211-Y211=0
X3047271-Y271=0
X1157431-Y431=0
X2027481-Y481=0
X3037551-Y551=0
X2097631-Y631=0
X2097641-Y641=0
X6038131-Y131=0
X2028481-Y481=0
X1058551+X1068551+X1198551-Y551=0
Y11=1
Y21=1
Y31=1
Y41=1
Y51=1

Y61=1
Y71=1
Y81=1
Y91=1
Y101=1
Y111=1
Y121=1
Y131=1
Y141=1
Y151=1
Y161=1
Y171=1
Y181=1
Y211=1
Y221=1
Y231=1
Y241=1
Y251=1
Y261=1
Y271=1
Y281=1
Y291=1
Y301=1
Y311=1
Y321=1
Y331=1
Y341=1
Y351=1
Y361=1
Y371=1
Y381=1
Y391=1
Y401=1
Y411=1
Y421=1
Y431=1
Y441=1
Y451=1
Y461=1
Y471=1
Y481=1
Y491=1
Y501=1
Y511=1
Y521=1
Y531=1
Y541=1
Y551=1
Y561=1
Y571=1
Y581=1
Y591=1
Y601=1
Y611=1
Y621=1
Y631=1
Y641=1



Y651=1

Y661=1

Y671=1

Y681=1

Y691=1

Y701=1

Y711=1

Y721=1

Y731=1

Y741=1

Y751=1

Y761=1

Y771=1

Y781=1

Y791=1

Y801=1

Y811=1

Y821=1

Y831=1

Y841=1

Y851=1

0.84X210111+7.84X210121+0.76X210131+6.79X210141+6.89X2101121+1.25X2101131+4.38X2101141<=3810

0.33X110211+0.297X110221+0.31X110231+2.79X110241+1.72X1102121+0.31X1102131+0.31X1102141+9.38X1102481+1.18X1102491+0.24X1102631+0.24X1102641<=3810

2.14X115191+1.27X1151101+4.29X1151211+0.61X1151221+0.61X1151231+0.61X1151241+1.20X1151251+1.20X1151261+0.17X1151271+0.16X1151281+4.47X1151421+1.28X1151431+2.64X1151541+1.20X1151551+2.14X115291+1.27X1152101+2.52X1152211+0.36X1152221+0.36X1152231+0.36X1152241+0.74X1152251+0.102X1152261+0.15X1152271+0.30X1152281+3.20X1152421+1.42X1152431+1.20X1152551+0.59X115311+0.49X115331+3.28X1153211+0.96X1153261+0.14X1153271+1.34X1153551+0.92X1153631+0.92X1153641+0.78X115411+0.25X115431+1.02X1154261+0.15X1154271+2.56X1154421+0.57X1154431+14.91X1155421+1.85X1155431+0.57X1156431+2.54X1156551+1.28X1157431<=3810

0.25X105151+1.26X105161+0.76X105171+0.25X105181+1.21X1051251+8.62X1051311+1.84X1051321+3.38X1051331+0.98X1051341+1.69X1051381+0.42X1051391+0.20X1051401+0.81X1051411+0.91X1051461+0.91X1051471+2.37X1051501+0.05X1051511+0.305X1051541+1.91X1051561+5.74X1051591+0.58X1051671+0.13X1051721+0.31X105251+1.55X105261+0.93X105271+0.31X105281+0.74X1052251+10.95X1052311+0.70X1052321+4.26X1052331+0.98X1052341+4.86X1052381+1.21X1052391+0.38X1052401+1.51X1052411+1.20X1052461+2.64X1052471+1.86X1052501+0.93X1052501+0.02X1052511+0.45X1052561+9.24X1052591+1.4X1052671+0.38X1052681+0.19X1052681+0.72X1052691+0.24X1052721+0.50X1053541+1.68X1053681+0.50X1053721+1.44X1053851+0.55X1054631+0.55X1054641+1.68X1054681+0.24X1054721+2.13X1055631+2.13X1055641+2.94X1056551+0.94X1058551<=3810

0.91X106151+2.73X106161+2.73X106171+0.23X106181+1.20X1061251+8.62X1061311+1.84X1061321+4.44X1061331+0.43X1061341+1.80X1061381+1.27X1061391+0.20X1061401+0.91X1061461+0.91X1061471+1.34X1061501+0.05X1061511+3.61X1061541+1.91X1061561+4.06X1061591+0.58X1061671+0.31X1061691+0.27X1061721+0.23X106251+0.70X106261+0.70X106271+0.23X106281+1.11X1062251+10.91X1062311+0.60X1062321+5.86X1062331+1.52X1062341+5.07X1062381+0.45X1062391+0.26X1062401+1.20X1062461+2.30X1062471+1.23X1062501+0.02X1062511+0.45X1062561+7.14X1062591+1.44X1062671+0.19X1062681+0.72X1062691+0.24X1062721+1.80X1063541+1.68X1063681+0.30X1063721+0.72X1063851+1.23X1064631+0.55X1064641+0.68X1064681+0.24X1064721+1.06X1065631+1.06X1065641+3.48X1066551+1.74X1068551<=3810

0

3.85X1041111+5.36X1041531+2.94X1041591+4.13X1043121+1.38X1043131+2.63X1043141+0.59X104611+0.49X104631<=3810

0.36X1161151+0.56X1161151+0.65X1161161+0.65X1161171+0.32X1161181+0.66X1161261+0.09X1161271+0.19X1161281+1.34X1161551+1.12X1162151+1.30X1162161+1.30X1162171+0.35X

1162181+0.96X1162261+0.14X1162271+0.27X1162281+1.47X1162551+0.84X1163261+0.12X116
 3271+0.57X1164431+0.50X1165431<=3810
 5.83X1201301+0.19X1201681<=3810
 2.23X1231351+0.64X1231361+1.73X1232351+0.59X1232361+4.40X1233491<=3810
 1.63X2121371+7.18X2121481+0.40X2121791+0.90X2121801+2.57X2122111+0.40X2122791+1.2
 0X2122801+0.40X2123101+0.20X2123791+0.60X2123801+1.26X2126211+0.07X2126271+1.26X
 2127211+10.49X2129481<=3810
 13.49X1081441+3.94X1081451+9.76X1082441+3.94X1082451+5.72X108321+3.66X108341+16.9
 8X1083481+4.45X108421+8.36X108441+6.90X1084481+2.95X1084491+3.88X1085491<=3810
 12.34X1031441+7.18X1032441+0.11X1032601+0.11X1032611+4.87X103321+3.83X103341+17.6
 6X1033481+12.71X103421+6.62X103441+6.90X1034481+2.45X1034491+3.32X1035491<=3810
 3.97X2081491+0.11X2081601+0.88X2081611+1.21X2081621+0.73X2081631+0.73X2081641+3.2
 5X2082371+1.16X2082621+3.06X2083371+0.39X2083601+2.99X2083611+4.08X2083621+1.88X
 2084131+2.07X2085131+4.97X2086481<=3810
 0.73X2091631+1.80X2091701+0.17X2091731+0.17X2091741+0.24X2091751+0.24X2091761+1.2
 0X2091821+1.20X2091851+2.40X2092701+0.17X2092731+0.17X2092741+0.72X2092751+0.84X
 2092761+0.41X2092821+0.26X2093401+1.06X2093411+1.25X2093451+1.80X2093731+1.80X209
 3741+0.79X2093751+0.79X2093761+0.19X2094731+0.19X2094741+1.01X2094691+1.20X209479
 1+1.80X2094801+0.31X209511+0.25X209531+3.73X2095441+2.40X2095801+0.15X2096631+0.1
 5X2096641+0.48X2097631+0.48X2097641<=3810
 5.05X112341+12.71X112421+4.36X112441+5.30X112521+7.32X112541<=3810
 3.05X3032541+6.58X3032591+6.34X3033391+1.58X3033391+0.86X3033441+0.34X3033471+1.6
 5X3033501+2.52X3034211+1.44X3034441+0.96X3034451+0.48X3035261+0.86X3035451+0.79X
 3035681+0.20X3036101+2.94X3037551<=3810
 0.40X2123101+2.57X2122111+1.26X2126211+1.26X2127211+7.18X2121481+0.40X2121791+0.4
 0X2122791+0.20X2123791+0.90X2121801+1.20X2122801+0.60X2123801+1.63X2121371+10.49
 X2129481<=3810
 0.20X3036101+2.52X3034211+0.48X3035261+6.34X3033381+1.58X3033391+0.86X3033441+1.4
 4X3034441+0.96X3034451+0.86X3035451+0.34X3033471+1.65X3033501+3.05X3032541+2.94X
 3037551+6.58X3032591+0.79X3035681<=3810
 2.99X3046261+0.43X3047271<=3810
 2.13X3053421+0.71X3053431<=3810
 2.42X1193251+3.52X1193311+1.53X1193541+3.19X1194541+0.08X1195271+2.41X1195551+1.4
 7X1198551+2.14X1199551<=3810
 1.07X3064101+1.51X3065211<=3810
 1.51X6032301+0.02X6033511+0.40X6035101+5.63X6036131+0.50X6037131+0.31X6038131<=3
 810
 0.48X7052851+1.13X7054851<=3810
 1.01X7063691+1.20X7066681<=3810
 3.31X2025481+2.21X2027481+3.04X2028481<=3810
 END

**EK L. KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON SONRASI HÜCREDE HER BİR
PARÇA İÇİN MİNİMUM MALİYETLİ ROTAYI BULAN TAMSAYILI
MATEMATİKSEL MODEL**

MIN 293.75X702111+1522.80X107211+68.15X114311+211.50X201411+105.X213411+138.65X2
11511+392.45X213511+173.90X201611+49.35X213711+21.15X301811+108.10X301911+225.60X
4201011+2647.50X702121+2647.50X702221+15016.62X102221+1186.08X111321+12390.30X102
321+2012.10X111421+1906.20X201421+2774.58X202421+3134.64X111521+1249.62X211521+2
66.26X213521+1906.20X201621+2774.58X202621+1249.62X211721+3537.06X213721+1567.32X
201821+804.84X202821+190.62X301821+444.78X213921+974.28X301921+190.62X3011021+37
27.68X4201021+974.28X3011121+3727.68X4201221+242.50X702131+1257.12X107231+52.38X1
14331+541.26X201431+65.96X213431+147.44X211531+93.12X213531+62.08X201631+120.28X2
02631+56.26X213731+17.46X301831+21.34X301931+112.52X3041031+188.18X4201131+2177.5
0X702141+2177.50X702241+6480.24X102241+1689.74X111341+22245.34X102341+1654.90X11
1441+4860.18X201441+1532.96X202441+2369.12X111541+1323.92X211541+836.16X213541+4
860.18X201641+1532.96X202641+8500.96X203641+1323.92X211741+836.16X213741+557.44X2
01741+1080.04X202741+510.18X203841+505.18X213841+557.44X201941+156.78X202941+156.
90X301941+505.18X2131041+191.62X3011041+156.78X3011141+10.36X3041141+191.62X3011
241+10.36X3041341+6968.00X3051341+714.22X3011441+1689.74X4201441+6968.00X3051541
+1689.74X4201641+917.62X101151+65.96X213251+37.86X601351+36.86X602351+79.54X30145
1+71.78X304551+2748.13X101161+336.98X301261+1528.03X202261+197.54X213361+238.21X3
01461+110.50X601561+110.39X602561+2748.13X101171+214.97X304271+110.39X601371+110.
90X602371+912.89X101181+301.08X202281+254.76X201281+36.67X601381+36.90X602381+63
46.86X101191+883.74X114191+535.60X211291+428.48X213291+107.12X306391+482.04X30149
1+374.92X601591+1125.60X1011101+93.80X6012101+898.24X1181111+609.52X1182111+1186.
96X1183111+930.32X1184111+673.68X1185111+673.68X1186111+1755.93X7021121+1755.93X
1212121+16078.81X1073121+28508.04X2074121+31331.30X2075121+791.89X6016121+964.04X
6026121+413.16X6017121+482.02X6027121+1139.32X7021141+1117.41X1212141+10231.97X10
73141+3461.78X2014141+18141.48X2074141+1621.34X2015141+12094.32X2075141+19938.10X
2076141+503.93X6017141+262.92X6018141+350.56X6019141+7582.41X1011151+2198.34X1012
151+167.67X6023151+8844.11X1011161+2564.14X1012161+8844.11X1011171+2564.14X101217
1+173.84X3013171+374.06X1011181+431.12X1012181+148.99X2013181+158.50X2023181+746.
94X1011191+860.88X1012191+297.51X2013191+746.94X1013191+860.88X1014191+4953.64X1
011201+545.74X3012201+1512.60X1141211+1134.45X1142211+1184.87X1143211+327.73X3024
211+428.57X2115211+201.68X3065211+428.57X2116211+428.57X2117211+169.20X1141221+6
69.60X1011221+46.80X3012221+47.80X3022221+28.80X3063221+61.20X2114221+50.40X21342
21+16.20X2115221+50.40X2135221+28.80X3065221+640.80X1141231+46.80X3012231+55.60X3
022231+46.80X3013231+57.60X3023231+28.80X3064231+61.20X2115231+50.40X2135231+61.2
0X2116231+50.40X2136231+28.80X3066231+133.20X1141241+669.60X1011241+46.80X301224
1+47.80X3022241+28.80X3063241+3240X3014241+39.60X3024241+61.20X2115241+50.40X213
5241+28.80X3065241+32.40X6016241+33.40X6026241+4922.28X1021251+399.47X1182251+93
8.29X1142251+5183.82X1012251+1049.77X1183251+603.85X1143251+297.28X1184251+436.63
X1144251+445.92X1185251+659.59X1145251+659.59X1186251+76.95X1141281+102.60X11422
81+18.81X3013281+198.36X3044281+2505.60X2011291+2966.40X2021291+13104.00X2071291
+3125.80X2012291+3124.80X2022291+6350.40X2072291+1324.80X1183291+929.23X1181301+
345.76X6012301+15611.20X1021311+14678.40X1022311+1196.80X2013311+1196.80X2014311+
756.80X1185311+217.75X1181321+70.35X1182321+180.90X1183321+616.40X7044321+616.40X
7045321+1652.61X7041331+799.65X1182331+426.48X1183331+373.17X1184331+1652.61X7045
331+2878.74X1186331+10271.06X1247331+74.10X7021341+144.30X7042341+175.50X7043341
+234.00X7044341+204.75X1131351+232.05X1132351+364.00X1133351+600.60X2014351+58.50

X1131361+66.30X1132361+104.00X1133361+102.70X2014361+14.30X3015361+19844.50X2051
 371+18915.00X2031371+34125.00X2052371+565.50X6012371+11904.75X2032371+19844.50X20
 33371+528.00X1181381+834.24X1182381+1457.28X7043381+390.72X1184381+132.00X1181391
 +345.84X1182391+97.68X1183391+124.20X6014391+124.08X6024391+4708.00X2071401+18.48
 X1182401+660.00X3013401+66.00X3023401+95.04X1184401+18835.52X2071411+73.92X11824
 11+264.00X3013411+380.16X1184411+1576.20X1141421+1192.80X1142421+617.20X1143421+
 1980.90X7044421+255.60X3015421+596.40X6016421+319.50X1141431+866.20X1142431+525.4
 0X1143431+660.30X7044431+319.50X1145431+14455.60X2056431+823.60X6016431+78.90X30
 17431+78.10X3027431+284.00X6018431+25456.90X1021441+31541.30X1022441+114.80X30234
 41+200.90X3024441+1291.50X2015441+4252.80X1021451+5961.60X1022451+652.80X2013451
 +124.80X3024451+115.20X3025451+220.80X7041461+307.40X6022461+307.20X6012461+220.8
 0X7041471+196.80X1182471+307.90X6023471+307.20X6013471+796.70X2021491+672.70X201
 1491+7697.30X2032491+38.75X2023491+328.60X2013491+533.20X3044491+50444.10X2031521
 +2570.40X1222521+10098.00X1013521+367.20X2134521+1836.00X6015521+11783.20X1071531
 +694.00X1181541+902.20X1182541+902.20X1183541+668.50X1181551+869.05X1182551+124.6
 0X1181561+151.30X1182561+5647.05X2073561+561.10X1211571+561.25X1221571+186.00X12
 12571+18600X1222571+328.60X2013571+282.10X2023571+65.10X2014571+133.30X2024571+5
 61.10X12581+561.90X1221581+186.00X1212581+186.10X1222581+328.60X2013581+251.10X20
 23581+65.10X2014581+89.90X2024581+275.90X1145581+83.70X1146581+7266.00X1071591+9
 10.00X3012591+528.33X2031601+379.17X2041601+195.03X1022601+1575.86X2033601+1067.8
 8X2043601+2014.76X2054601+38.17X7025601+30.58X7026601+2929.95X2041611+1507.05X10
 22611+8251.80X2043611+294.95X7024611+236.30X7025611+3998.52X2041621+4721.20X20526
 21+11261.28X2043621+402.52X7024621+322.48X7025621+3312.00X2071651+1653.60X2072651
 +120.00X2131661+120.00X2132661+78.00X2133661+198.00X2134661+78.00X2135661+939.00X
 2026661+1653.60X2041701+6619.20X2042701+3376.80X2041711+3377.80X1021711+83449.80X
 2042711+4960.80X2043711+8344.80X2044711+12312.00X2034711+29793.60X2045711+43963.2
 0X2035711+0.34X3016711+244.80X3017711+29793.60X2048711+9936.00X2049711+2184.00X2
 071771+2184.00X2072771+417.60X7033771+2184.00X2071781+2184.00X2072781+417.60X7033
 781+70.80X7021791+70.80X7022791+2052.00X2053791+316.80X7031801+2443.20X2052801+1
 95.00X1111811+129.00X1112811+2898.00X2073811+1982.40X2071831+4749.60X2072831+1125
 .60X2071841+6619.20X2072841+1339.20X1011861+2030.40X1012861+993.60X2073861+1324.8
 0X2074861+2184.00X2075861

SUBJECT TO

X702111-Y11=0

X702121-Y21=0

X702131-Y31=0

X702141-Y41=0

X101151-Y51=0

X101161-Y61=0

X101171-Y71=0

X101181-Y81=0

X101191+X114191-Y91=0

X1011101-Y101=0

X1181111-Y111=0

X7021121-Y121=0

X7021141-Y141=0

X1011151-Y151=0

X1011161-Y161=0

X1011171-Y171=0

X1011181-Y181=0

X1011191-Y191=0

X1011201-Y201=0

X1141211-Y211=0

X1141221+X1011221-Y221=0

X1141231-Y231=0

X1141241+X1011241-Y241=0

X1021251-Y251=0

X1141281-Y281=0
X2011291+X2021291+X2071291-Y291=0
X1181301-Y301=0
X1021311-Y311=0
X1181321-Y321=0
X7041331-Y331=0
X7021341-Y341=0
X1131351-Y351=0
X1131361-Y361=0
X2051371+X2031371-Y371=0
X1181381-Y381=0
X1181391-Y391=0
X2071401-Y401=0
X2071411-Y411=0
X1141421-Y421=0
X1141431-Y431=0
X1021441-Y441=0
X1021451-Y451=0
X7041461-Y461=0
X7041471-Y471=0
X2021491+X2011491-Y491=0
X2031521-Y521=0
X1071531-Y531=0
X1181541-Y541=0
X1181551-Y551=0
X1181561-Y561=0
X1211571+X1221571-Y571=0
X1211581+X1221581-Y581=0
X1071591-Y591=0
X2031601+X2041601-Y601=0
X2041611-Y611=0
X2041621-Y621=0
X2071651-Y651=0
X2131661-Y661=0
X2041701-Y701=0
X2041711+X1021711-Y711=0
X2071771-Y771=0
X2071781-Y781=0
X7021791-Y791=0
X7031801-Y801=0
X1111811-Y811=0
X2071831-Y831=0
X2071841-Y841=0
X1011861-Y861=0
X107211-Y11=0
X702221+X102221-Y21=0
X107231-Y31=0
X702241+X102241-Y41=0
X213251-Y51=0
X301261+X202261-Y61=0
X304271-Y71=0
X202281+X201281-Y81=0
X211291+X213291-Y91=0
X6012101-Y101=0
X1182111-Y111=0
X1212121-Y121=0
X1212141-Y141=0

X1012151-Y151=0
X1012161-Y161=0
X1012171-Y171=0
X1012181-Y181=0
X1012191-Y191=0
X3012201-Y201=0
X1142211-Y211=0
X3012221+X3022221-Y221=0
X3012231+X3022231-Y231=0
X3012241+X3022241-Y241=0
X1182251+X1142251+X1012251-Y251=0
X1142281-Y281=0
X2012291+X2022291+X2072291-Y291=0
X6012301-Y301=0
X1022311-Y311=0
X1182321-Y321=0
X1182331-Y331=0
X7042341-Y341=0
X1132351-Y351=0
X1132361-Y361=0
X2052371+X6012371+X2032371-Y371=0
X1182381-Y381=0
X1182391-Y391=0
X1182401-Y401=0
X1182411-Y411=0
X1142421-Y421=0
X1142431-Y431=0
X1022441-Y441=0
X1022451-Y451=0
X6022461+X6012461-Y461=0
X1182471-Y471=0
X2032491-Y491=0
X1222521-Y521=0
X1182541-Y541=0
X1182551-Y551=0
X1182561-Y561=0
X1212571+X1222571-Y571=0
X1212581+X1222581-Y581=0
X3012591-Y591=0
X1022601-Y601=0
X1022611-Y611=0
X2052621-Y621=0
X2072651-Y651=0
X2132661-Y661=0
X2042701-Y701=0
X2042711-Y711=0
X2072771-Y771=0
X2072781-Y781=0
X7022791-Y791=0
X2052801-Y801=0
X1112811-Y811=0
X2072831-Y831=0
X2072841-Y841=0
X1012861-Y861=0
X114311-Y11=0
X111321+X102321-Y21=0
X114331-Y31=0

X111341+X102341-Y41=0
X601351+X602351-Y51=0
X213361-Y61=0
X601371+X602371-Y71=0
X601381+X602381-Y81=0
X306391-Y91=0
X1183111-Y111=0
X1073121-Y121=0
X1073141-Y141=0
X6023151-Y151=0
X3013171-Y171=0
X2013181+X2023181-Y181=0
X2013191+X1013191-Y191=0
X1143211-Y211=0
X3063221-Y221=0
X3013231+X3023231-Y231=0
X3063241-Y241=0
X1183251+X1143251-Y251=0
X3013281-Y281=0
X1183291-Y291=0
X2013311-Y311=0
X1183321-Y321=0
X1183331-Y331=0
X7043341-Y341=0
X1133351-Y351=0
X1133361-Y361=0
X2033371-Y371=0
X7043381-Y381=0
X1183391-Y391=0
X3013401+X3023401-Y401=0
X3013411-Y411=0
X1143421-Y421=0
X1143431-Y431=0
X3023441-Y441=0
X2013451-Y451=0
X6023471+X6013471-Y471=0
X2023491+X2013491-Y491=0
X1013521-Y521=0
X1183541-Y541=0
X2073561-Y561=0
X2013571+X2023571-Y571=0
X2013581+X2023581-Y581=0
X2033601+X2043601-Y601=0
X2043611-Y611=0
X2043621-Y621=0
X2133661-Y661=0
X2043711-Y711=0
X7033771-Y771=0
X7033781-Y781=0
X2053791-Y791=0
X2073811-Y811=0
X2073861-Y861=0
X201411+X213411-Y11=0
X111421+X201421+X202421-Y21=0
X201431+X213431-Y31=0
X111441+X201441+X202441-Y41=0
X301451-Y51=0

X301461-Y61=0
X301491-Y91=0
X1184111-Y111=0
X2074121-Y121=0
X2014141+X2074141-Y141=0
X1014191-Y191=0
X3024211-Y211=0
X2114221+X2134221-Y221=0
X3064231-Y231=0
X3014241+X3024241-Y241=0
X1184251+X1144251-Y251=0
X3044281-Y281=0
X2014311-Y311=0
X7044321-Y321=0
X1184331-Y331=0
X7044341-Y341=0
X2014351-Y351=0
X2014361-Y361=0
X1184381-Y381=0
X6014391+X6024391-Y391=0
X1184401-Y401=0
X1184411-Y411=0
X7044421-Y421=0
X7044431-Y431=0
X3024441-Y441=0
X3024451-Y451=0
X3044491-Y491=0
X2134521-Y521=0
X2014571+X2024571-Y571=0
X2014581+X2024581-Y581=0
X2054601-Y601=0
X7024611-Y611=0
X7024621-Y621=0
X2134661-Y661=0
X2044711+X2034711-Y711=0
X2074861-Y861=0
X211511+X213511-Y11=0
X111521+X211521+X213521-Y21=0
X211531+X213531-Y31=0
X111541+X211541+X213541-Y41=0
X304551-Y51=0
X601561+X602561-Y61=0
X601591-Y91=0
X1185111-Y111=0
X2075121-Y121=0
X2015141+X2075141-Y141=0
X2115211+X3065211-Y211=0
X2115221+X2135221+X3065221-Y221=0
X2115231+X2135231-Y231=0
X2115241+X2135241+X3065241-Y241=0
X1185251+X1145251-Y251=0
X1185311-Y311=0
X7045321-Y321=0
X7045331-Y331=0
X3015361-Y361=0
X3015421-Y421=0
X1145431-Y431=0

X2015441-Y441=0
X3025451-Y451=0
X6015521-Y521=0
X1145581-Y581=0
X7025601-Y601=0
X7025611-Y611=0
X7025621-Y621=0
X2135661-Y661=0
X2045711+X2035711-Y711=0
X2075861-Y861=0
X201611-Y11=0
X201621+X202621-Y21=0
X201631+X202631-Y31=0
X201641+X202641+X203641-Y41=0
X1186111-Y111=0
X6016121+X6026121-Y121=0
X2076141-Y141=0
X2116211-Y211=0
X2116231+X2136231+X3066231-Y231=0
X6016241+X6026241-Y241=0
X1186251-Y251=0
X1186331-Y331=0
X6016421-Y421=0
X2056431+X6016431-Y431=0
X1146581-Y581=0
X7026601-Y601=0
X2026661-Y661=0
X3016711-Y711=0
X213711-Y11=0
X211721+X213721-Y21=0
X213731-Y31=0
X211741+X213741+X201741+X202741-Y41=0
X6017121+X6027121-Y121=0
X6017141-Y141=0
X2117211-Y211=0
X1247331-Y331=0
X3017431+X3027431-Y431=0
X3017711-Y711=0
X301811-Y11=0
X201821+X202821+X301821-Y21=0
X301831-Y31=0
X203841+X213841-Y41=0
X6018141-Y141=0
X6018431-Y431=0
X2048711-Y711=0
X301911-Y11=0
X213921+X301921-Y21=0
X301931-Y31=0
X201941+X202941+X301941-Y41=0
X6019141-Y141=0
X2049711-Y711=0
X4201011-Y11=0
X3011021+X4201021-Y21=0
X3041031-Y31=0
X2131041+X3011041-Y41=0
X3011121-Y21=0
X4201131-Y31=0

X3011141+X3041141-Y41=0
X4201221-Y21=0
X3011241-Y41=0
X3041341+X3051341-Y41=0
X3011441+X4201441-Y41=0
X3051541-Y41=0
X4201641-Y41=0
Y11=1
Y21=1
Y31=1
Y41=1
Y51=1
Y61=1
Y71=1
Y81=1
Y91=1
Y101=1
Y111=1
Y121=1
Y141=1
Y151=1
Y161=1
Y171=1
Y181=1
Y191=1
Y201=1
Y211=1
Y221=1
Y231=1
Y241=1
Y251=1
Y281=1
Y291=1
Y301=1
Y311=1
Y321=1
Y331=1
Y341=1
Y351=1
Y361=1
Y371=1
Y381=1
Y391=1
Y401=1
Y411=1
Y421=1
Y431=1
Y441=1
Y451=1
Y461=1
Y471=1
Y491=1
Y521=1
Y531=1
Y541=1
Y551=1
Y561=1



Y571=1

Y581=1

Y591=1

Y601=1

Y611=1

Y621=1

Y651=1

Y661=1

Y701=1

Y711=1

Y771=1

Y781=1

Y791=1

Y801=1

Y811=1

Y831=1

Y841=1

Y861=1

1.27X702111+11.44X702121+1.05X702131+9.41X702141+7.57X7021121+4.82X7021141+0.31X7021341+0.30X7021791+11.44X702221+9.41X702241+0.30X7022791+1.28X7024611+1.74X7024621+0.17X7025601+1.02X7025611+1.39X7025621+0.13X7026601<=3810

0.54X1011151+1.63X1011161+1.63X1011171+0.54X1011181+3.75X1011191+0.67X1011101+4.47X1011151+5.22X1011161+5.22X1011171+0.22X1011181+0.44X1011191+0.20X1011201+0.40X1011221+0.40X1011241+0.79X1011861+1.30X1012151+1.52X1012161+1.52X1012171+0.25X1012181+0.51X1012191+3.07X1012251+1.20X1012861+0.44X1013191+5.97X1013521+0.51X1014191<=3810

0.24X114311+0.17X114331+2.95X114191+2.16X1141231+0.58X1141241+3.16X1142211+2.04X1145251+2.04X1144251+2.23X1145251+0.26X1141281+0.34X1142281+5.33X1141421+4.05X1142421+2.13X1143421+1.07X1141431+2.91X1142431+1.78X1143431+1.07X1145431+0.93X1145581+0.28X1146581+5.04X1141211+3.78X1142211+4.03X1143211+0.58X1141221<=3810

4.17X1181111+2.89X1182111+5.45X1183111+2.89X1184111+3.21X1185111+3.21X1186111+1.86X1182251+4.92X1183251+1.39X1184251+2.51X1185251+3.16X1186251+6.19X1183291+4.32X1181301+3.52X1185311+1.01X1181321+0.34X1182321+0.84X1183321+3.73X1182331+1.95X1183331+1.78X1184331+13.33X1186331+2.43X1181381+3.91X1182381+1.80X1184381+0.61X1181391+1.61X1182391+0.45X1183391+0.09X1182401+0.44X1184401+0.35X1182411+1.76X1184411+0.91X1182471+3.19X1181541+4.16X1182541+3.19X1182541+4.16X1183541+3.08X1181551+4.01X1182551+3.08X1182551+0.58X1181561+0.71X1182561<=3820

5.85X1212121+3.72X1212141+1.89X1211571+0.62X1212571+1.89X1211581+0.62X1212581<=3810

8.72X1222521+1.89X1221571+0.62X1222571+1.89X1221581+0.62X1222581<=3810

44.43X1247331<=3810

0.40X201411+0.33X201611+0.33X201611+3.60X201421+3.60X201621+2.97X201821+1.03X201431+0.12X201631+9.23X201441+9.23X201641+1.05X201741+1.05X201941+0.48X201281+6.57X2014141+2.97X2015141+0.29X2013181+0.57X2013191+4.75X2011291+5.90X2012291+2.29X2013311+2.29X2014311+1.14X2014351+0.20X2014361+2.01X2015441+1.25X2013451+0.27X2011491+0.62X2013491+0.62X2013571+0.12X2014571+0.62X2013581+0.12X2014581<=3810

4.45X202421+4.45X202621+1.27X202821+0.19X202631+2.44X202441+2.44X202641+1.74X202741+1.74X202941+2.44X202261+0.48X202281+0.25X2023181+4.75X2021291+5.90X2022291+1.27X2021491+0.62X2023491+0.40X2023571+0.22X2024571+0.40X2023581+0.22X2024581+1.50X2026661<=3810

2.09X203641+2.09X203841+4.65X2031371+2.93X2032371+4.88X2033371+12.39X2031521+0.13X2031601+0.39X2033601+3.02X2034711+10.80X2035711+189X2032491<=3810

0.14X2041601+0.39X2043601+1.06X2041611+2.99X2043611+1.45X2041621+4.08X2043621+0.60X2041701+2.40X2042701+1.22X2041711+3.02X2042711+1.80X2043711+3.02X2044711+10.80X2045711+10.80X2048711+3.60X2049711<=3820

4.88X2051371+3.39X2052371+3.55X2056431+0.50X2054601+1.16X2052621+0.50X2053791+0.60X2052801<=3810

10.33X2074121+11.36X2075121+6.57X2074141+4.38X2075141+7.23X2076141+4.75X2071291+2
 .30X2072291+1.71X2071401+6.83X2071411+1.20X2071651+0.60X2072651+0.79X2071771+0.79
 X2072771+0.79X2071781+0.79X2072781+1.05X2073811+0.72X2071831+1.80X2072831+0.41X2
 071841+2.40X2072841+0.36X2073861+0.48X2074861+0.79X2075861+2.05X2073561<=3810
 0.42X211511+1.61X211291+3.81X211521+3.81X211721+0.45X211531+4.01X211541+4.01X2117
 41+1.26X211621+1.26X211721+0.18X2114221+0.18X2115221+0.18X2115231+0.18X2116231
 +0.18X2115241<=3810
 0.40X213411+1.48X213511+0.19X213711+13.34X213521+13.34X213721+0.25X213431+0.35X21
 3531+0.21X213731+3.14X213541+3.14X213741+1.92X213841+1.92X2131041+0.25X213251+0.7
 6X213361+1.61X213291+0.18X2134221+0.18X2135221+0.18X2135231+0.18X2136231+0.18X21
 35241+1.38X2134521+0.45X2131661+0.45X2132661+0.30X2133661+0.75X2134661+0.30X21356
 61+1.69X213921<=3810
 0.16X301811+0.80X301911+1.48X301821+7.20X301921+1.48X3011021+7.20X3011121+6.14X30
 1831+0.16X301931+5.23X3013411+1.22X301941+1.39X3011041+1.22X3011141+1.39X3011241
 +5.23X3011441+0.58X301451+2.44X301261+1.74X301461+3.48X301491+1.30X3013171+4.20X
 3012201+0.36X3012221+0.36X3012231+0.36X3013231+0.36X3012241+0.25X3014241+0.14X301
 3281+0.48X3013401+1.94X3013411+1.92X3015421+0.57X3017431+6.58X3012591+1.80X301671
 1+1.0X3015361+1.80X3017711<=3810
 0.48X3023401+0.57X3027431+0.86X3023441+1.44X3024441+0.96X3024451+0.86X3025451+2.5
 2X3024211+0.36X3022221+0.38X3022231+0.43X3023231+0.36X3022241+0.29X3024241<=3810
 0.93X304271+0.86X3044281+2.36X3044491<=3810
 0.80X306391+1.51X3065211+0.22X3065221+0.22X3066231+0.22X3065241<=3810
 1.67X4201011+15.04X4201021+15.04X4201221+0.76X4201131+6.29X4201441+6.29X4201641<
 =3810
 0.16X601351+0.46X601561+0.46X601371+0.15X601381+1.61X601591+0.40X6012101+3.44X601
 6121+1.72X6017121+2.19X6017141+1.10X6018141+1.53X6019141+0.14X6016241+1.51X601230
 1+2.44X6012371+0.53X6014391+2.56X6016421+3.55X6016431+1.21X6018431+1.34X6012461+
 1.34X6013471+7.80X6015521<=3810
 0.16X602351+0.46X602561+0.46X602371+0.15X602381+4.13X6026121+0.75X6023151+0.14X60
 26241+0.53X6024391+1.34X6022461+1.34X6023471<=3810
 1.27X702111+11.44X702121+11.44X702221+1.05X702131+9.41X702241+7.57X7021121+4.82X7
 021141+0.31X7021341+1.28X7024611+1.02X7025611+1.74X7024621+1.39X7025621+0.30X7021
 791+0.30X7022791+0.13X7026601+0.17X7025601+9.41X702141<=3810
 0.79X7033771+0.79X7033781+0.60X7031801<=3810
 1.34X7044321+1.34X7045321+3.55X7041331+3.55X7045331+0.31X7042341+0.39X7043341+0.5
 1X7044341+3.17X7043381+4.26X7044421+1.42X7044431+0.48X7041461<=3810
 END

**EK M. KAYNAK / ISIL İŞLEM / ELEKTROEROZYON ÖNCESİ HÜCREDE İSTİSNAİ
PARÇALAR İÇİN GELİŞTİRİLEN TAMSAYILI MATEMATİKSEL MODEL**

MIN 2.1X36+3.5X43+4X44+4.1X47+3.9X48+4.3X01+4.0X02+3.7X03+1.1X13+0.5X21+0.6X25+
0.7X26+0.9X27+0.4X55+53.6X59+45.9X60+52.8X71+27.5X72+90.4X73+1.1X10+6.6X39+8.1X4
0+0.4X50+0.5X52+1.1X53+1.2X63+12.6X64+7.7X75+1.1Z36+14.1Z43+13.6Z44+3.5Z47+2.5Z48
+6.3Z01+3.2Z02+4.2Z03+2.4Z13+1.2Z21+0.7Z25+0.1Z26+0.4Z27+0.3Z55+83.5Z59+56.7Z60+51.
9Z71+29.8Z72+91.2Z73+3.0Z10+4.4Z39+8.1Z40+0.4Z50+0.6Z52+0.9Z53+2.3Z63+11.4Z64+7.5Z
75+1.31Y361+3.42Y431+3.43Y441+3.74Y471+3.42Y481+3.42Y012+5.06Y022+3.42Y032+0.28Y
132+0.01Y212+0.28Y252+0.65Y262+0.73Y272+0.02Y552+62.77Y592+44.21Y602+52.74Y712+2
6.37Y722+92.29Y732+0.93Y103+7.91Y393+7.91Y403+0.10Y503+0.41Y523+1.07Y533+0.08Y63
3+11.07Y643+6.00Y754

ST

X36+Z1436+Y1436=325
X43+Z1943+Y1943=2870
X43+Z2343+Y2343=2870
X44+Z1944+Y1944=360
X44+Z2344+Y2344=360
X47+Z0947+Y0947=1029
X47+Z1447+Y1447=1029
X48+Z0948+Y0948=31
X01+Z2301+Y2301=235
X02+Z0102+Y0102=2118
X03+Z2303+Y2303=194
X13+Z0613+Y0613=626
X13+Z0713+Y0713=626
X21+Z1921+Y1921=2521
X21+Z2121+Y2121=2521
X25+Z1825+Y1825=929
X26+Z1826+Y1826=598
X27+Z1927+Y1927=86
X27+Z2027+Y2027=86
X55+Z1755+Y1755=1400
X55+Z1955+Y1955=1400
X59+Z0659+Y0659=220
X59+Z1659+Y1659=220
X59+Z1759+Y1759=220
X59+Z2359+Y2359=220
X60+Z0660+Y0660=120
X60+Z2360+Y2360=120
X71+Z2371+Y2371=120
X72+Z2372+Y2372=120
X73+Z2373+Y2373=120
X10+Z0710+Y0710=670
X10+Z1110+Y1110=670
X10+Z1410+Y1410=670
X39+Z2339+Y2339=88
X40+Z2340+Y2340=352
X50+X0750+Y0750=31
X52+Z1152+Y1152=1388

X53+Z1153+Y1153=1387
X63+Z0363+Y0363=240
X64+Z2364+Y2364=240
X75+Z1775+Y1775=240
Z1436-Z36<=0
Z1943+Z2343-Z43<=0
Z1944+Z2344-Z44<=0
Z0947+Z1447-Z47<=0
Z0948-Z48<=0
Z2301-Z01<=0
Z0102-Z02<=0
Z2303-Z03<=0
Z0613+Z0713-Z13<=0
Z1921+Z2121-Z21<=0
Z1825-Z25<=0
Z1826-Z26<=0
Z1927+Z2027-Z27<=0
Z1755+Z1955-Z55<=0
Z0659+Z1659+Z1759+Z2359-Z59<=0
Z0660+Z2360-Z60<=0
Z2371-Z2371<=0
Z2372-Z72<=0
Z2373-Z73<=0
Z0710+Z1110+Z1410-Z10<=0
Z2339-Z39<=0
Z2340-Z40<=0
Z0750-Z50<=0
Z1152-Z52<=0
Z1153-Z53<=0
Z0363-Z63<=0
Z2364-Z64<=0
Z1775-Z75<=0
Y1436-Y361<=0
Y1943+Y2343-Y431<=0
Y1944+Y2344-Y441<=0
Y0947+Y1447-Y471<=0
Y0948-Y481<=0
Y2301-Y012<=0
Y0102-Y022<=0
Y2303-Y032<=0
Y0613+Y0713-Y132<=0
Y1921+Y2121-Y212<=0
Y1825-Y252<=0
Y1826-Y262<=0
Y1927+Y2027-Y272<=0
Y1755+Y1955-Y552<=0
Y0659+Y1659+Y1759+Y2359-Y592<=0
Y0660+Y2360-Y602<=0
Y2371-Y23712<=0
Y2372-Y722<=0
Y2373-Y732<=0
Y0710+Y1110+Y1410-Y103<=0
Y2339-Y393<=0
Y2340-Y403<=0
Y0750-Y503<=0
Y1152-Y523<=0
Y1153-Y533<=0

Y0363-Y633<=0
Y2364-Y643<=0
Y1775-Y753<=0
Y0102<=3810
Y0327<=3810
Y0363<=3810
Y0613+Y0659+Y0660<=3810
Y0713<=3810
Y0710+Y0750<=3810
Y0947+Y0948<=3810
Y1110<=3810
Y1152+Y1153<=3810
Y1436+Y1447<=3810
Y1410<=3810
Y1659+Y1660<=3810
Y1759+Y1760<=3810
Y1775<=3810
Y1825<=3810
Y1943+Y1944<=3810
Y1921+Y1926+Y1955<=3810
Y2026+Y2027<=3810
Y2121<=3810
Y2343+Y2344<=3810
Y2301+Y2303+Y2359+Y2360+Y2371+Y2372+Y2373<=3810
Y2339+Y2340<=3810
0.23Z0102<=979
0.08Z0327+0.08Z0363<=3217
0.63Z0613+1.04Z0359+1.04Z0360<=1061
0.22Z0713+0.06Z0710+0.08Z0750<=3659
0.34Z0947+0.38Z0948<=2799
0.32Z1110+0.19Z115+0.49Z1153<=3586
0.50Z1436+0.26Z1447+0.06Z1410<=2824
0.25Z1659<=3732
0.48Z1759+0.30Z1775<=3596
0.26Z1825<=2863
0.08Z1943+0.10Z1944+0.10Z1921+0.08Z1926+0.47Z1955<=2221
0.50Z2026+0.50Z2027<=3809
0.06Z2121<=3703
0.13Z2343+0.13Z2344+0.13Z2301+0.13Z2303+0.34Z2359
+0.29Z2360+2.00Z2371+1.00Z2372+3.5Z2373+0.30Z2339
+0.30Z2340+0.42Z2364<=2281
END

ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında İstanbul 'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve liseyi İstanbul 'da bitirdi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümünden lisans derecesini aldıktan sonra, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümünde Yüksek Lisans derecesini aldı. İstanbul Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Fakültesin 'de öğretim görevlisi olarak çalıştı. Halen Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Meslek Yüksek Okulunda öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

