

46191

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİNDE, MALİYET VE SİNİR AĞLARI

TABANLI İKİ EVRELİ BİR KÜMELENDİRME YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Affan NOMAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01 Eylül 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 06 Eylül 1995

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Bülent DURMUŞOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat DİNÇMEN

: Yrd. Doç. Coşkun ÖZKAN

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

EYLÜL, 1995

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, hücresel imalat sistemlerinde makina hücreleri ve parça aileleri oluşturmada etkin, maliyet ve sinir ağları tabanlı iki evreli bir kümelenendirme yaklaşımı incelenmiştir. Ayrıca yöntemin uygulaması, Camış Makina Kalıp Fabrikası 'nda kaynak öncesi makina hücrelerini oluşturmak için kullanılmış ve fabrikada bizzat uygulanan alternatif bir çalışma ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli fikirleri ile her aşamada katkıda bulunan ve yön gösteren danışmanım Sayın Doç. Dr. Bülent DURMUŞOĞLU 'na sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca çalışmanın uygulama kısmını gerçekleştirmeme yardımcı olan tüm Camış Makina Kalıp çalışanlarına ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii

BÖLÜM 1 : ÜRETİM SİSTEMLERİ TASARIMINDA GRUP TEKNOLOJİSİ YAKLAŞIMI

1.1. Giriş	1
1.2. Geleneksel İmalat Sistemleri	1
1.3. Hücresel İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi	3
1.4. Hücresel İmalat Sistemlerinde Temel Elementler	4
1.5. Hücresel İmalatta Makina-Parça Gruplama Tekniklerinin Sınıflandırılması.	6
1.5.1. Görsel Muayene Tabanlı Metod.	7
1.5.2. Parça Karakteristiği Tabanlı Sistemler	7
1.5.3. Üretim Prosesi Tabanlı Sistemler	9

BÖLÜM 2 : GRUP TEKNOLOJİSİNDE KÜMELENDİRME YÖNTEMLERİ

2.1. Üretim Akış Analizi	11
2.2. Birim Sıralama Algoritması	13
2.3. Tek Geçişli Yaklaşım	17
2.4. Benzerlik Katsayıları Metodu	21
2.5. Tek Bağlantılı Kümelendirme	22
2.6. Ortalama Bağlantılı Kümelendirme	25
2.7. Dal & Sınır Tekniği Yaklaşımı	27
2.8. Modifiye Edilmiş Birim Sıra Algoritması, MROC	30
2.9. ISNC Algoritması	31
2.10. SC Çekirdek Algoritması.	31
2.11. Bağ Enerjisi Kümelendirme Algoritması.	32

BÖLÜM 3 : YAPAY SİNİR AĞLARI

3.1. Giriş	33
3.2. Yapay Sinir Ağları Nedir ?	33
3.3. YSA Elementleri	34
3.4. İşlem Elemanları	35
3.5. Eşik Fonksiyonları	35
3.6. Topolojik Özellikler	36
3.6.1. Bağlantı Tipleri	36
3.6.2. Bağlantı Yöntemleri	37
3.6.3. Katman Konfigürasyonları	37
3.7. Hafıza	39

3.7.1 Desen Tipleri	39
3.7.2. Hafıza Tipleri	50
3.7.3. Eşleşme Mekanizmaları	50
3.8. Hatırlama	51
3.9. Öğrenme	52
3.9.1. Hata Düzeltme Öğrenmesi	52
3.9.2. Takviyeli Öğrenme	53
3.9.3. Stokastik Öğrenme	54
3.9.4. Sıkı Bağlı Sistemler	54

BÖLÜM 4 : YAPAY SİNİR AĞLARI GT UYGULAMALARI

4.1. Giriş	44
4.2. Carpenter - Grossberg Sinir Ağı Modeli ve KS92	44
4.3. Kapanthi, Suresh & Cerveny '93 Yöntemi, KS93	49

BÖLÜM 5 : İKİ EVRELİ BİR KÜMELENDİRME YAKLAŞIMI VE YÖNTEMİN UYGULANMASI

5.1. Giriş	56
5.2. Tamsayı Programlama Modeli	57
5.2.1. Problem Veri İzleme	58
5.2.2. Min. Maliyetli Rota Seçimi	59
5.3. 2. Evre : KSC 93 Modeli ile Kümelendirme	72

BÖLÜM 6 : SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Yöntemin Alternatif Bir Uygulama ile Karşılaştırılması	76
6.2. Kümelendirme Yöntemlerinde Performans Ölçütleri	82

KAYNAKLAR	85
------------------------	-----------

EKLER

EK A: Yıllık Parça Talepleri	88
EK B: İşçilik Saatleri	90
EK C: İşçilik Maliyetleri	99
EK D: Amortisman Maliyetleri	108
EK E: Br. Amortisman Maliyetleri	117
EK F: Toplam Maliyetler	126
EK G: I. Evre Sonucu Elde Edilen Sonuçlar (Lindo Orj. Çıktıları)	135
EK H: I. Evre Sonucu Oluşturulan Parça-Makina Birim Matrisi	153
EK I: YSA 'ya Beslenen Başlangıç Parça-Makina Birim Matrisi	154
EK J: YSA Modelinden Elde Edilen Orj. Çıktılar	159
EK K: II. Evre Sonucu Hesaplanan Performans Ölçütleri	164

ÖZGEÇMİŞ	165
-----------------------	------------

TABLO LİSTESİ

BÖLÜM 1 :

Tablo 1.1.	GT Yöntemlerinin Sınıflandırılması	8
------------	------------------------------------	---

BÖLÜM 2 :

Tablo 2.1.	Üretim Akış Analizi için Örnek Problem	12
Tablo 2.2	Birim Sıralama Algoritması için Örnek Problem	15
Tablo 2.3	Birim Sıralama Algoritması için Düzenlenmiş Ara Çözüm	15
Tablo 2.4	Birim Sıralama Algoritması için Düzenlenmiş Ara Çözüm	16
Tablo 2.5	Birim Sıralama Algoritması için Düzenlenmiş Ara Çözüm	16
Tablo 2.6	Birim Sıralama Algoritması için Sonuç Matrisi	17
Tablo 2.7.	Tek Geçişli Yaklaşım için Örnek Problem	18
Tablo 2.8.	Tek Geçişli Yaklaşım için Çözüm Matrisi	20
Tablo 2.9.	Tek Bağlantılı Kümelendirme için Örnek Problem	22
Tablo 2.10.	Tek Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Katsayıları Matrisi.	23
Tablo 2.11.	Tek Bağlantılı Kümelendirme için Çözüm Matrisi.	25
Tablo 2.12.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Matrisi 1.	25
Tablo 2.13.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Matrisi 2	25
Tablo 2.14.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Matrisi 3	26
Tablo 2.15.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Matrisi 4	26
Tablo 2.16.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme için Benzerlik Matrisi 5	26
Tablo 2.17.	Ortalama Bağlantılı Kümelendirme Sonucu Elde Edilen Gruplar.	26

BÖLÜM 4 :

Tablo 4.1.	Başlangıç Makina Parça Birim Matrisi.	45
Tablo 4.2.	Rassal Makina Parça Birim Matrisi.	51
Tablo 4.3.	KS92 Ağının Örnek Probleme Verdiği Cevaplar	52
Tablo 4.4.	Çözüm Matrisi.	52
Tablo 4.5.	Network 'ün Verdiği Cevap Notasyon (KSC 93).	55
Tablo 4.6.	Çözüm Matris (KSC 93).	55

BÖLÜM 5 :

Tablo 5.1.	1.Evre Sonucu Seçilen Min. Maliyetli Rotalar	74
------------	--	----

BÖLÜM 6 :

Tablo 6.1.	Modelin Ayrıntılı Sonuçları	77
Tablo 6.2.	Makina Hücreleri ve Parça Aileleri	78
Tablo 6.3.	Tezgah Bazında İçsel ve Dışsal Yükler	79
Tablo 6.4.	Makina Bazında Hareket Gören Parçalar	80
Tablo 6.5.	Karşılaştırılan Yöntemin Ayrıntılı Sonuçları	81
Tablo 6.6.	Tezgah Bazında İçsel ve Dışsal Yükler	82

ŞEKİL LİSTESİ

BÖLÜM 1 :

Şekil 1.1.	Parti Tipi İmalat Zaman Çizelgesi	6
------------	-----------------------------------	---

BÖLÜM 2 :

Şekil 2.1.	Tek Bağlantılı Kümelenendirme Yöntemi Çözüm Diyagramı	24
Şekil 2.2.	Ortalama Bağlantılı Kümelenendirme Yöntemi Çözüm Diyagramı	27

BÖLÜM 3 :

Şekil 3.1.(A)	Yatay Geri Beslemeli bir YSA	38
Şekil 3.1.(B)	İki Tabakalı İleri Beslemeli bir YSA	38
Şekil 3.1.(C)	İki Tabakalı Geri Beslemeli bir YSA	38
Şekil 3.1.(D)	Üç Tabakalı İleri Beslemeli bir YSA	38
Şekil 3.2.	Çapraz Geçişli YSA	39

BÖLÜM 4 :

Şekil 4.1.	Carpenter Grossberg Yapay Sinir Ağı	45
------------	-------------------------------------	----

ÖZET

Artan pazar talebinin kaçınılmaz sonucu olan büyümenin, geleneksel imalat sistemlerinde yarattığı olumsuz etkileri ortadan kaldırmak yıllardır akademik çevrelerin ve modern endüstrinin ilgi odağı olmuştur. Gerçekte fonksiyonel yerleşime sahip bu imalat birimleri planlama, çizelgeleme, organizasyon, motivasyon ve kontrol konularında yeterince etkin bir çerçeve çizememektedirler. Merkezi bir yönetim anlayışı ile tüm problemlere çözüm bulmak ve günümüz rekabet piyasasında müşterilere uygun kalitede zamanında teslim olanaklarını sunabilmek karmaşık iş akışına sahip bu tür sistemler için çok güç olmaktadır.

İşte bu anlamda çözüm, fonksiyonel yerleşime sahip kesikli imalat sistemlerinin hücresel imalat sistemlerine dönüştürülmesidir. Makina hücreleri ve parça ailelerinin oluşturulması ise hücresel imalat sistemlerinin en temel sürecini oluşturmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, hücresel imalat sistemlerinde, yapay sinir ağları tabanlı benzer proses özelliklerine dayanarak parça aileleri ve makina hücrelerini oluşturan iki evreli bir kümelendirme algoritması geliştirilmiştir. Algoritmanın birinci evresi alternatif rotaları ve kapasiteyi gözönünde bulunduran bir tamsayı programlama modeli, ikinci evresi ise hücreler arası hareket minimizasyonunu hedefleyen bir sinir ağı kümelendirme modelidir. Çalışma bir cam kalıp fabrikasında yöntemin uygulamasını ve mevcut sisteme uygulanan bir diğer sezgisel yöntemle karşılaştırılmasını bu yöndeki üstünlüklerini ve eksikliklerini ortaya koymaktadır. Tezin ilk bölümünde, genel hatları ile Grup Teknolojisi konusu ele alınmıştır. İkinci bölüm ise grup teknolojisinde bu konuda geliştirilen kümelendirme yöntemlerinin ayrıntılı bir incelemesine ayrılmıştır. Üçüncü bölüm, genel hatları ile yapay sinir ağlarını işlerken, dördüncü bölümde kullanılan yöntem ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son bölüm ise uygulama ve sonuçları içermektedir.

S U M M A R Y

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK & OPERATION COSTS BASED TWO STAGE GT CLUSTERING PROCEDURE

Group Technology is a manufacturing philosophy which identifies and exploits the underlying sameness of items and the processes used for their manufacture. In other words, it's a method of technological process development, equipment planning and efficient setting of the machine tool, so as to insure the most profitable technical planning of production in the shortest time. [SNEAD S. Charles].

In today's complex manufacturing environment, we must constantly be aware of any technology that will aid us in improving or performance. GT is such a technology and must be applied in its broadest sense.

To respond customer's orders with acceptable quality as soon as possible, manufacturing systems must be designed effectively and it is incredibly important restructuring process which changes the whole manufacturing structure.

One tenet of group technology entails dividing the manufacturing facility into small groups or cells of machines, each cell being dedicated to a specified set of part types. The term "cellular manufacturing" is often used in this regard. The connotation of a cell is a small group of perhaps only one or two machines but seldom more than five. A typical cell might contain a machining center, on-machine inspection and monitoring devices, tool and part storage, a robot for part handling, and the associated control hardware. Configuring machines with different capabilities into a cohesive group is an alternative to process layout. This group configuration is most appropriate for medium-variety, medium-volume environments. If volumes are very large, pure item flow are possible; if volumes are small, and parts are varied to the point of only slight similarities between jobs, then there is less to be gained by grouping. Nevertheless, GT can produce highly significant improvement where it is appropriate and presents important lessons that should be utilized in all manufacturing environments.

The Group Technology (GT) problem is that of classifying parts and machines into part families and machine cells of efficient production based on certain measurable commonalities. For example, by grouping similar parts one can take advantage of their similarities in design and manufacturing. A part family may share the same setup processing, routing and so on and may approach economies of scale of mass production. Similarly, by grouping machines together, intercellular travels can be reduced, thereby minimizing and in some cases eliminating material handling

costs. Furthermore, reductions in setup time, manufacturing lead time design variety, and work-in-process, inventory can be achieved. GT problem is therefore that of problem solving through the determination of appropriate family membership of the entities to be grouped. When two or more machines or machine centers are grouped together to form machine cells used in the manufacture of part families in group technology, their operations are referred to as cellular manufacturing (CM), a term which is often used interchangeable with Group Technology.

Based on these advantages of group technology, identification of machine-cells is one of the most important problems in the design of cellular manufacturing systems. Several algorithms with varying degrees of success have been proposed and utilized to solve this problem. By the way, the technological developments in today's modern manufacturing environment have a rapid growth and new techniques are developed for grouping parts and machines. Artificial Neural Networks are one of these, which have a recent surge of interest.

The present study analyzes eleven of the promising cell formation techniques in GT and gives a general review of artificial neural networks, information processing centers. Artificial Neural Systems (ANSs), which have parallel information processing structure, are mathematical models of theorized mind and brain activity. ANNs exploit the massively parallel local processing and distributed representation properties that are believed to exist in the brain. The primary intent of ANNs is to explore and reproduce human information processing tasks such as speech, vision, olfaction, touch, knowledge processing and motor-control. In addition, ANNs are used for data compression, near-optimal solution to combinatorial optimization problems, pattern matching, system modeling, and function approximation.

In this study, Carpenter & Grossberg's ART1 neural network model (and modified ART1 developed by C. SURESH & P. CERVENY) is analysed and used in the second stage of application.

In the first division of the thesis, Group Technology is introduced. In addition, traditional manufacturing systems and cellular manufacturing systems are discussed. Three methods for identifying machine-part families have been identified. The first of these taxonomic groups is the ocular or visual method, and the other two methods are part characteristic based and production process based methods.

In the second chapter of the thesis, eleven of the promising cell formation techniques introduced in GT. These are;

- Production Flow Analysis,
- Binary Ordering Algorithm,
- Single-Pass Heuristic,
- Similarity Coefficients,
- Single Linkage Clustering,

Average Linkage Clustering,
Branch & Bound Technique.
The Modified Rank Order Clustering, MROC, Algorithm,
An Ideal Seed Non-Hierarchical Clustering, ISNC, Algorithm,
SC Seed Algorithm,
The Bond Energy Clustering Algorithm, BEA.

The third chapter of thesis gives a general review of Artificial Neural Networks considering processing elements and topology characteristics. In addition, memory, recall, and learning subjects in ANNs are discussed.

In the fourth chapter of thesis, Carpenter - Grossberg Neural Network Model and Kaparthi, Suresh & Cervený '93 Neural Network Procedure are introduced.

In the next chapter, a two stage clustering procedure is presented.

The first stage of the procedure is an integer programming model which considers alternative routings. Objective function of the model minimizes operation costs under capacity constraints. The data which is obtained from the first stage of the procedure is structured as a binary machine-part matrix and used in the second stage.

The second stage of the procedure is an artificial neural network model which minimizes intercell travels considering capacity conditions with alternative routings.

An application of this two stage clustering algorithm is performed in a factory and the present method is compared with an alternative procedure in the last chapter of thesis. LINDO linear programming model is used in the first stage to select routings which have minimum operation costs.

J. L. Burbidge has noted seven characteristics of successful groups. These should be embedded into the group structure. Size is important. The group must be small enough to act as a close-knit team with a common goal, yet be large enough to contain all necessary resources for achieving that goal. Although as large as 30 workers have been successfully implemented, social scientists have learned that a range of 6 to 12 workers is best (the magic number 7 is, of course, optimal). As group size grows beyond a dozen, it becomes increasingly difficult to maintain sufficient camaraderie, level of communication, and cohesiveness toward a common goal. It is likewise important to remember to level the long-run work load (utilization) in each group and to match this to production plans. Failure to balance work load creates a strong temptation to route extra work to the cell or to off-load jobs to other cells, thus destroying the concept of Group Technology. To facilitate the

organizational authorization process, it may be advisable to maximize utilization of existing machines and to minimize investment requirements.

Characteristics of successful groups defined by J. L. Burbidge as follows;

<i>Characteristic</i>	<i>Description</i>
Team	Specified team of dedicated workers
Products	Specified set of products, and no others
Facilities	Specified set of dedicated machines / equipment
Group Layout	Dedicated contiguous space for specified facilities
Target	Common group goal, established at start of each period
Independence	Buffers between groups; groups can reach goals independently
Size	Preferably 6-15 workers; more can be accommodated, however

Groups should be designed with safety in mind. Painting may be required after welding, but placing these functions too close may not be the spark of enlightenment for which you are searching. Likewise, machines and processes that are incompatible for other reasons, such as tolerance capability or environmental factors, should not be group together.

A discussion of group technology principles would not be complete without some comment on the implications for organizational structure. The organization should be structured around groups. Each group performs functions that in many cases were previously attributed to different functional departments. Labor reporting and the entire accounting system should be based on group activity. For instance, in most situations employee bonuses should be based on group performance. If skill or experience levels vary significantly, it is possible to assign shares of the bonus based on relevant, quantified measures, but the entire group should be rewarded from a common evaluation.

It is obviously clear that classifying parts into part families and machines into machine cells is very important for an organization. Group Technology has a lot of benefits. Houtzell and Brown of Organization for Industrial Research, Inc. list the following areas of savings that their clients have experienced;

Set-up time	20-60%
Planned labor	15-25%
Tooling	20-30%
Rework and Scrap	15-75%
Machine tool expenditure	15-25%
Work-in-process carrying cost	20-50%

Considering these advantages of GT, it is easy to say that the use of cellular manufacturing is a strategy for the factory of future. [DURMUŞOĞLU B.]



BÖLÜM 1:ÜRETİM SİSTEMLERİ TASARIMINDA “ GT YAKLAŞIMI “

1.1. GİRİŞ

Verimliliği artırma çabasına yönelik araştırmalar sonucu, fabrika içi ürün akışı ile ilişkili yeni terimler literatüre girmiştir. Bunlar; çevrim zamanlarını ve nihai ürün stoklarını minimize ederken operasyon zamanı verimliliğini maksimize etmeye odaklı, “Tam Zamanında Üretim Sistemleri” (Just-In-Time), “KANBAN” ve “Proses İçi Sıfır Stok” (Zero Work-In-Proses) gibi kavramlardır. Bu tür yaklaşımlar için imalat sistemi, parça başına operasyon zamanlarını minimize etmek için tasarlanmalıdır. Bu hızlandırma süreci, ilk seferde doğruyu yapma ve sürekli bir akış formu oluşturma zorunluluğunu beraberinde getirecektir.[1]

Bir üretim sistemi tasarımında, en önemli aşama,bu sistemin çekirdeğini oluşturan imalat sistemlerinin en etkin biçimde tasarlanmasıdır. Bir üretim sistemi, içinde birçok fonksiyonları ve sistemleri kapsayan kompleks bütündür. Üretim sistemleri gerekli birimleri, gerekli zamanlarda, gerekli yerlerde, gerektiği kadar üreterek bunları müşteri beğenisine sunmak amacı ile tasarlanırlar. Bu amaca yönelik bilgi ve malzeme akışı ile geri beslemelerin en yoğun ve kritik bir etkileşim halinde bulunduğu yer, şüphesizki bu sistem içindeki imalat sistemleridir. İmalat sistemleri genelde iki ana grupta toplanabilir:

- a) Geleneksel imalat sistemleri,
- b) Hücresel imalat sistemleri.

1.2. GELENEKSEL İMALAT SİSTEMLERİ

Pratik hayatta dört tip imalat sistemine rastlanmaktadır ;

Bunlardan en eskisi, sipariş tipi atölye sistemidir. Bu sistemde sisteme sipariş üzerine girilen birimler,sistem içinde amaca uygun çeşitli bölüm ve iş istasyonlarını takip ederek dönüşüm işlemine uğrarlar. Sistemin tesis üzerinde genel amaçlı makinalar, fonksiyonlarına ve yaptıkları işlemlere göre gruplanır. Bu tür düzenlemeler Fonksiyonel düzenleme olarak

adlandırılır. Örneğin, imalat alanı içerisinde torna tezgahlarının ayrı, freze tezgahlarının ayrı bir yerde toplanması gibi. Bu tür bölümler ile farklı siparişler, gerekli alternatif makinalardan boş olanlarında veya boş yoksa, makinalar arkasında kuyruğa alınmak suretiyle karşılanmaya çalışılır.

Kısaca parçalar fazlaca belli makinalara bağlanmamışlardır. Makinalar için, genelde, bu operasyon eksikliği yüksek makina zaman birimlerine ulaşılmasına veya makinalardan daha fazla yararlanılmasına karşın, iş akışının karmaşık olmasına yol açmaktadır.

Karmaşık iş akışı ise;

- * Uzun imalat zamanı,
- * Büyük miktarda proses içi stoklar,
- * Kayıp siparişler,
- * Kötü kalite,
- * Üretim planlama da karşılaşılan zorluklar,
- * Üretim kontrolünde karşılaşılan zorluklar,
- * Proses içi taşımalar, şeklinde olumsuz olarak sisteme yansır.

Mamullerin standart ve çok miktarda üretilmesinin gerekli olduğu sürekli talep durumlarında, akış tipi atölye sistemine geçilmesi işletmeler için ekonomik olmaktadır. Bu sistemde, sisteme giren birimler, daha özel teçhizatlar vasıtasıyla ardışık olarak aynı operasyonlara uğrarlar. Böylece istenen amaca uygun dönüşüm işlemi gerçekleşir. Genellikle özel teçhizatlar bir üretim hattı oluştururlar. Bu hatta birimlerin geriye dönüşüne mücadele edilmez. (Hat düzenleme). Bu yüzden iş akışı basit ve ara stok seviyesi düşüktür. Ancak değişken ve az sayıdaki mamul talep durumlarında, hat şeklinde düzenlenmiş bir sistemde, makina zaman birimleri çok düşmektedir.

Üçüncü tip sistem, proje tipi atölye sistemidir. Genellikle çok büyük (hareketsiz) bir mamul veya servisin oluşturulmasına yöneliktir. Mamule yönelik tesis düzeninde, malzeme veya ana parça sabit bir yerde kalır ve takımlar, makinalar, işçi ve diğer malzemeler bu proje bölgesine gelerek amaca uygun işlem ve montaj işlerine katılırlar. Bir uçak yapımı ya da bir evin yapımı bu sisteme örnek olarak gösterilebilir.

Dördüncü tip imalat sistemi, sürekli proses sistemidir. Buradaki mamuller -genellikle gaz veya sıvı- hammadde (girdi) ile bitmiş mamul (çıktı) arasında ilişki kuran bir seri dolaysız olarak birleştirilmiş işlem veya operasyonlar vasıtasıyla akarlar. Bu sistem farklı parçalarla

ilgili değildir. Ancak tüm anlatılan imalat sistemlerinin bir idealini temsil eder ; mamuller sistemin içinden su gibi akarlar. Başka bir ifadeyle, üretim akışı düzgündür.

Su gibi bir akışa yaklaşmak, ancak imalatatta dolaşan parti miktarlarının küçültülmesi, hatta ideal olarak bire indirilmesi ile mümkündür; bu ise, sistem içindeki tüm işlemler için yapılan hazırlık zamanlarının minimizasyonunu, hedef olarak da sıfıra indirilmesini gerektirir.

1.3 HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİ VE GRUP TEKNOLOJİSİ

Hücreyel sistem yaklaşımının esası, küçük bir sistemin etkin ve kontrol edilebilir olma özelliğini, büyük bir sisteme yansıtmak şeklindedir. Bu yansıma, büyük sistemin içinde, birbirinden alabildiğince bağımsız küçük sistemler (hücreler) oluşturma şeklinde gerçekleşir. Böylece tüm sistem karmaşıklığı yerine, oluşturulan küçük sistemlerin problemleri uğraşılır.

Üstte verilen genel tanımın ışığı altında, imalat sistemleri için tanım şöyle yapılabilir ; Hücreler imalat sistemleri, sistem içinde benzer imalat karakteristiklerine sahip, belirli bir parçalar grubunun (parça ailesi), tamamen imalatı için, işlem, insan ve özellikle makina gruplarının var olduğu veya oluşturulduğu sistemlerdir. Hücredeki tüm tesis ve birimler, hücre içine giren tüm parçaları, kendi kendine yeter bir seviyede imal etmek üzere organize edilmişlerdir. (Grup düzenleme).

Yukarıda sözü edilen grup düzenlemeden başlayıp tüm üretim sistemini ve üretim - yönetim organizasyonunu saran felsefeye de “ *Grup Teknolojisi* ” veya “ *Grup Teknolojisi Yaklaşımı* ” denir.[2]

Grup teknolojisinin, en önemli ve esas avantajı; fonksiyonel düzenlemeye nazaran iş akışını basitleştirmesi, fakat, bu arada akış tipi imalata, makina zaman verimlerinde büyük dengesizlikler olmadan imkan vermesidir. Temel de diğer avantajlar da bu iş akışının basitleşmesine dayanır. Ayrıca, grup teknolojisi,işlem için hazırlık zamanlarını da bariz bir şekilde düşürür veya ortadan kaldırır. Çünkü, hücre içindeki makinalar, bu hücrede imal edilecek parça ailesi için, bir tip parçadan diğerine çok hızlı geçecek şekilde yeniden donatılmışlardır. Böylece küçük parti üretimi mümkün olabilmektedir. (Mamullerin sistemin içinden su gibi akması amacına yaklaşım).

Grup teknolojisi, mamul kalitesinde de bir iyileşmeye de sebep olur; çünkü küçük

parti üretiminin hücre düzeninde bir işgören, bir parçayı direkt olarak diğer işgörenden alabilir. Böylece, eğer parça hatalı (kusurlu) ise, işlem, neyin yanlış gittiğini anlamak için durdurulur. Kalite geri beslemesi derhal gerçekleştirilip yüksek kalite kolaylıkla sağlanabilir. Bundan başka, postabaşlar da, gruba giren parçaların tüm işlemleri grup içinde gerçekleştiğinden, parçanın bütünü için kalite sorumluluğu taşımaktadırlar.

Bununla beraber, grup teknolojisinde parça aileleri ve makina gruplarının oluşturulması sırasında birçok problem ve zorluklar ortaya çıkar :

1. Toplam parça ve makinaların hücrelere bölünmeleri için uygun bir yöntem bilim benimsenememesi.
2. Hücre boyutunun, ekonomik ölçütlerini de göz önüne alarak tespit zorluğu.
3. Miktarca az makina tiplerinin, özellikle kendi miktarından daha fazla hücrelere dağıtılması halinde, bazı makinaların çok fazla, bazılarının çok az yüklenmeleri. Başka bir deyişle, makina zaman verimlerindeki anormal değişimler ve ekstra makina ihtiyaçları.
4. Hücrelerdeki makinaların zaman verimleri üzerine mamul - karması düzensiz değişimlerinin etkisi.
5. Hücrelerin, mamullerin gelecekteki talep artışlarını karşılamak için esnek tasarımlanması şartları.
6. Makina arızalarının, üretimi uzun zamanlar aksatma eğilimi.

Grup teknolojisinde, parça ailelerinin ve makina gruplarının oluşturulmasında temelde iki farklı yaklaşım vardır bunlardan biri parça sınıflandırma ve kodlama ; diğeri ise, üretim akış analizidir.

1.4. HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİNDE TEMEL ELEMENTLER

Minimum çevrim zamanları ve minimum stoklar ile işlem zamanlarından maksimum faydayı sağlamak özellikle direkt-akışlı montaj hattı imalat sistemleri için çok yararlıdır. Ancak birçok endüstri montaj hattı tipi değildir ve parti-tipi imalat sistemine sahiptir. Aynı tip

amaçlara ulaşmak için parti tipi imalatçı, aşağıda açıklanan dört ana süreç elementini gözönünde bulundurmalıdır.[3]

** Tasarımda Standardizasyon*

Standart parçalar, yarı mamuller ve alt montaj parçaları ile ürün tasarımı imalatçıya daha az sayıda süreç ve daha büyük parça parti hacmi ile üretim imkanı sağlar. Bu ise değişkenliğin az olması anlamına gelir. Bu imalat sürecinin bütününe etkinliğin artırılması için bir evredir. Tasarımda standardizasyon olmaksızın büyük çapta verimlilik gelişmeleri imalat sistemleri için hayaldir.

** Proses Planlamada Standardizasyon*

Yalnız başına tasarımda standardizasyon elbette imalat sürecindeki maksimum etkinlik için yeterli olamayacaktır. Tasarımda standardizasyon, proses planlamada standardizasyon ile bütünleştirilmelidir. Ancak bu tür bir kombinasyon imalat içi maksimum malzeme akışını mümkün kılacaktır.

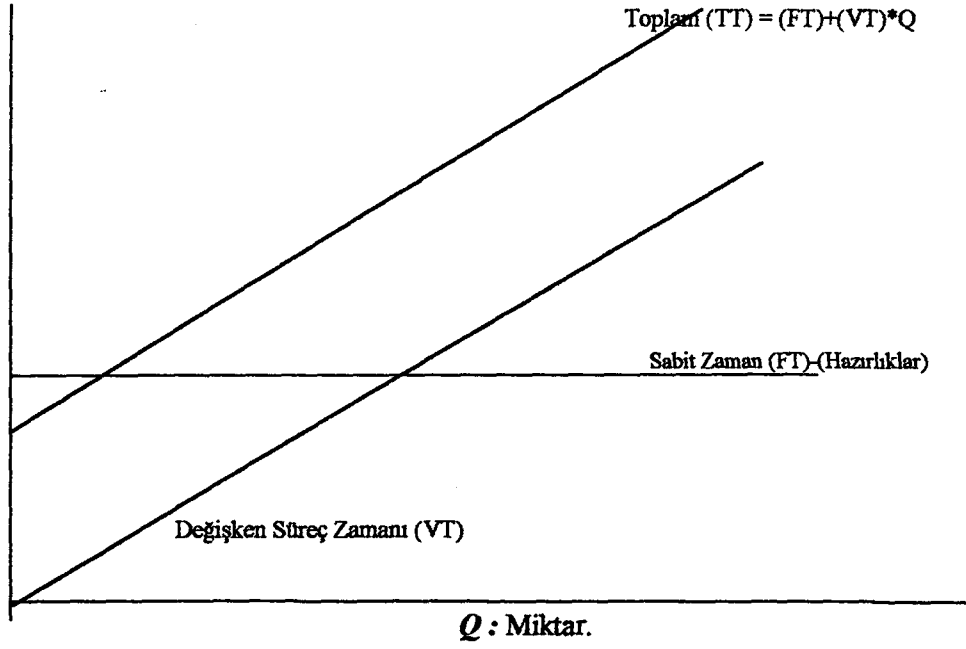
** Çizelgeleme Tahmini*

İmalat çizelgelemesinin kontrolü üçüncü ana element olarak karşımıza çıkar. Doğru parçaları, doğru süreçlerden elde etmenin etkinliği, bunları doğru zamanlarda elde etmekle mümkün olur.

** Direkt Akış Tipi Üretim*

Kontrol altında tutulması gereken dördüncü element ise direkt malzeme akışının sağlanmasıdır. Parti tipi imalat sistemlerinde bunu başarıyla sağlamak, en kısa zamanda bir ürünün mevcut tüm operasyonlarını gerçekleştirmek ve süreçte tamamlanmamış operasyonlu mal bırakmamakla mümkün olur.[3]. Malzeme termini, süreç hazırlıkları, malzeme akışı için tesis yerleşimi ve sürecin kendisini kapsayan imalat sisteminin bütünü; ürüne değer katmayan operasyon dışı zamanları (bekleme, taşıma v.b.) ortadan kaldırmak için yeniden tasarlanmalıdır. Bu tür kayıp zamanların oluşturduğu maliyet kalemlerinden bir tanesinde hazırlık zamanlarından kaynaklanan maliyetlerdir. Zira hazırlık zamanları üretim dışı bir zamandır, kayıptır ve mümkün olduğunca elemine edilmelidir. Hedef sıfır hazırlık zamanını yakalamaktır, bu bir anlamda mevcut parti işlenirken diğer partinin hazırlıklarını yapmakla da minimize edilebilir.

Süreç Döngü Zamanı



Şekil 1.1 Parti Tipi İmalat Zaman Çizelgesi.

1.5. HÜCRESEL İMALATTA MAKİNA - PARÇA GRUPLAMA TEKNİKLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Hücresel imalatta üç ayrı parça makina gruplama tekniği ifade edilmiştir ;

- i) Görsel muayene,
- ii) Parça kodlama & sınıflandırma,
- iii) Üretim süreç analizi.

Grup teknolojisi problemi; kesin ölçülebilir sınırlara dayalı etkin bir üretim için makinaların & parçaların makina hücreleri ile parça ailelerine sınıflandırılması sürecidir.[4]. Örneğin; benzer parçaları biraraya gruplamanın avantajı, tasarımda ve imalatla kendini gösterecektir. Bir parça ailesi, aynı hazırlık zamanını, aynı süreci, aynı rotayı vs. paylaşabilir ve seri imalatın ekonomik yönüne doğru bir yaklaşım içinde olabilir. Benzer olarak, makinaları biraraya gruplayarak hücreler arası hareketler azaltılabilir ve böylece malzeme temin maliyetleri bazı durumlarda elemine edilebilirken bazen de minimize edilirler. Bunun yanında, hazırlık zamanlarında, imalat sürelerinde, tasarımda çeşitlilikte ve proses içi stoklarda azalmalar mümkün olabilmektedir.

Grup teknolojisinde parça ailelerinin imalatında kullanılmak üzere, iki veya daha fazla sayıda makinanın veya makina merkezlerinin biraraya gelerek oluşturdukları gruplar, makina hücreleri olarak ifade edilir ve buoluşumdaki operasyonlar “Hücreseİ İmalat” ya da diğere adıyla “Grup Teknolojisi” olarak adlandırılır. Geleneksel grup teknolojisi literatürü (bknz. Flynn & Jacobs ve referansları) grup teknolojisi ve imalat ile ilişkili iki ana adım tanımlar. İlki parçalar arasındaki benzerlikleri tanımlamak için kodlar kullanan bir sınıflandırma ve kodlama metodudur. İkinci yaklaşım ise, üretim tesisinin fiziksel yerleşimine rehber teşkil edecek parça rotaları kavramını kullanır.

Konunun temelini oluşturan üç metod makina ve parça ailelerinin tanımlanmasında kullanılmaktadır; Görsel metod, parça karakteristik tabanlı ve üretim prosesi tabanlı metodlar.

Bu üç ana kavramı tanımlamadan önce Tablo1.1 ‘de yer alan sınıflandırmayı incelemek yararlı olacaktır.[5].

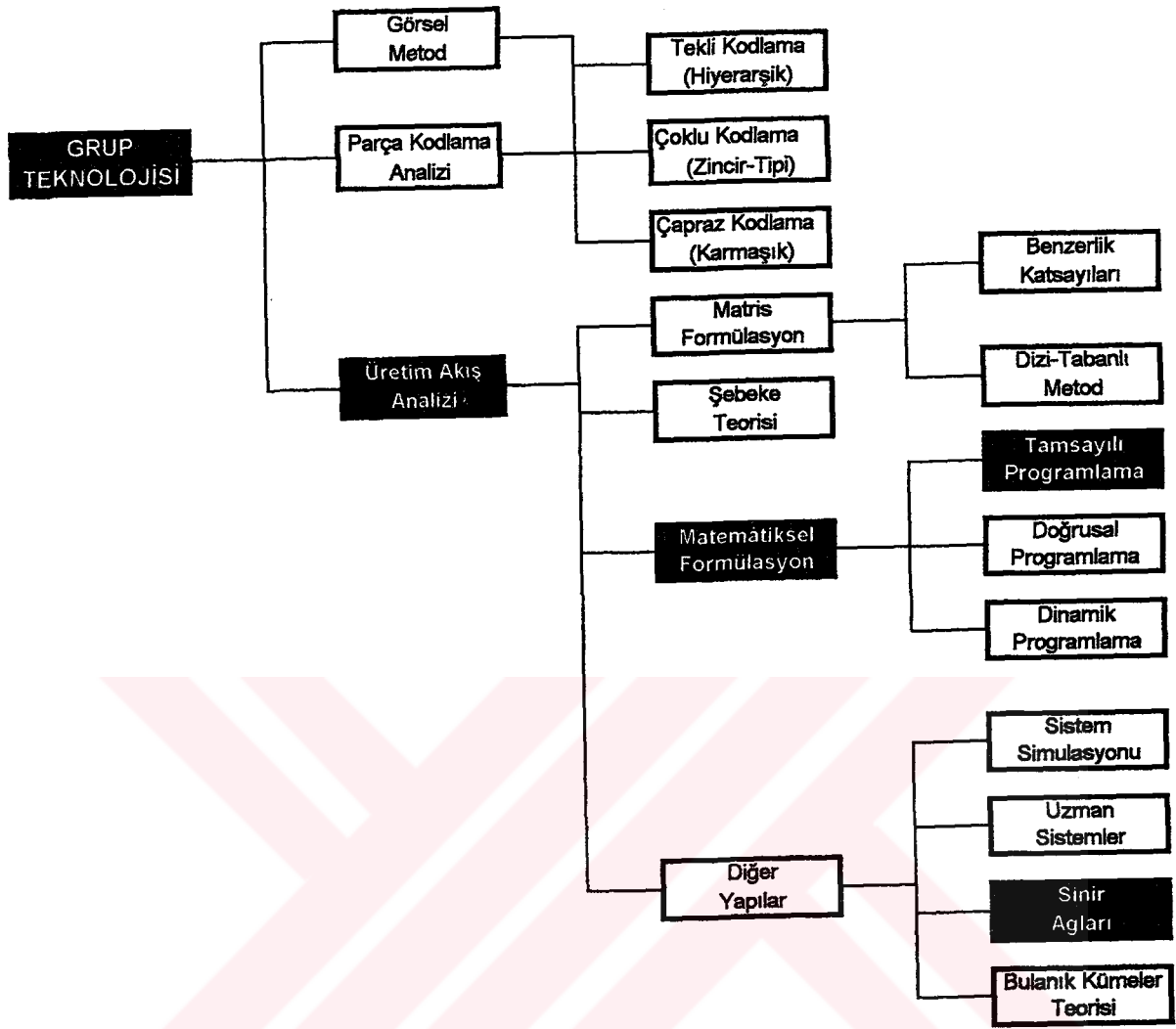
1.5.1 GÖRSEL MUAYENE TABANLI METOD

Bu metod parçaların geometrilerini değerlendirerek sınıflandırma yoluna gider. Analizci parça görünüşlerini tecrübelerine dayanarak tanımlar ve uygun gruplar oluşturur. Bu yaklaşım, nispeten ucuz olmasına karşın hatalara açık bir yöntemdir, analizcinin tecrübesine bağlıdır ve genellikle az sayıda parçanın bulunduğu sistemlerde pratikte uygulanabilir. Burbidge, bu yaklaşımın 200 parça büyüklüğündeki makina - parça grupta problemlerinde uygulanabileceğini ifade etmiştir ancak ne var ki bu da fazla iyimser bir tanımlamadır.

1.5.2 PARÇA KAREKTERİSTİĞİ TABANLI SİSTEMLER

İkinci grupta metod parça ailelerini tanımlamada parça karakteristiklerini kullanır. Parça kodlama & sınıflandırma analizi (PCA) olarak bilinen yöntem, parça karakteristiklerine nümerik ağırlık değerleri atayan bir kodlama sistemi kullanır ve bazı sınıflandırma çizelgeleri yardımıyla parça ailelerini tanımlar. Grup Teknolojisi veya Hücreseİ imalat konularında araştırma literatüründe; PCA tabanlı sistemler çeşitli nedenlerle çok fazla rağbet görememektedirler. Kaparthi ve Suresh’ e göre PCA tabanlı sistemlerin popüler olmayışlarının sebebi, işgücü yoğunluklarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Kaparthi &

Tablo 1.1: GT Yöntemlerinin Sınıflandırılması.



Suresh bir otomatik parça kodlama metodu önermektedirler. Kusiak ise bu görüş doğrultusundan yola çıkmış ve düşüncesini kodlama & sınıflandırma sistemlerinin uygulanmasındaki zorluk ve masraftan kaynaklandığını ifade etmiştir. Ancak, Hyer, Vemmerlov ve Levuhis' in eğilimleri başka yöndedir. Örneğin; Hyer ve Vemmerlov yaptıkları araştırma şirketlerin % 62 'sinin kodlama ve sınıflandırma sistemlerini kullandıklarını ortaya koymuştur. Offodile PCA 'ın ağırlık kodlarını bir benzerlik ölçütüne dönüştüren bir yapı ortaya koymaktadır ve bu ölçüt birçok gruplama algoritması ile uyumlu olmasının yanısıra literatürde ki bu problemi hafifletici bir oluşumdur.

PCA tabanlı sistemler genel olarak, tasarım ve şekil odaklıdır ve bu sebepten parça çeşitliliğini azaltma yönünde idealdirler. Opitz gibi bazı PCA tabanlı sistemler üretim tabanlı

kodlarla ilişkilendirilebilirler ve bu sayede üretim planlamada kullanılabilirler. Parça karakteristiği tabanlı sistemler, 1960 'lı ve 70 'li yıllarda kullanılan ilk araçlardır. Parça karakteristiği tabanlı sistemler ilk olarak, parçaların tasarım özelliklerine dayanarak (örneğin; şekil, büyüklük ve toleranslar gibi) bir kodlama getirerek parça ailelerini sınıflandırır.

Opitz sistemi gibi birkaç kodlama sistemi o zamanlarda geliştirilmiştir. Benzer parçaları grupta ve tanımlama amacı ile tasarım özelliklerini kullanma kavramı, Mitrofanov tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraları, Opitz, Eversehim, ve Wiendhal ve Opitz ve Wiendhal üretim hücreleri fikrini genişletmişlerdir.[5].

Opitz ise iş parçaları için geniş bir kodlama ve sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Bu öncülerin çalışmalarından diğer birkaç parça kodlama ve sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir: SAGT ve MICLASS gibi. PCA tabanlı sistemler monocode, polycode ve hybrid olmak üzere üç kategoride toplanmışlardır. Bu kategorilerin geniş bir tanımlaması ve diğer bazı kodlama ve sınıflandırma sistemleri için bkz. Hyer & Wemmerlov ve Gallagher, Southern & Knight.

1.5.3 ÜRETİM PROSESİ TABANLI SİSTEMLER

Son olarak, grup teknolojisinin üçüncü metodu araştırmalarda en büyük rağbeti gören üretim süreci tabanlı analizdir. Çoğu üretim odaklı sistemler veya üretim akış analiz sistemleri (PFA) ; parçalar ve parçaları işleyen makineler arasındaki ilişkiyi kaydetmek için rotalama tabloları kullanırlar. Burbidge tarafından geliştirilen metod, başlangıç veri toplama evresinden sonra, üç sırasal yöntem serisini içerir.

1. Paketlerin Yaratılması

Analizdeki bütün parçalar, parçaya özel işleme süreci gerektirenleri tanımlamak için incelenirler ve her parça bir parça numarası ile numaralandırılır. Özellikle son zamanlarda gerçekleştirilen üretim akış analizi uygulamalarında bu adım atlanmaktadır ve bu tip parçalar üretim akış analizi tablosu oluşturmada kullanılmaktadırlar.

2. Üretim Akış Analizi Tablosu

Makineler ve parçalar için iş yükleri ile imalat sırası gözönünde tutularak bir makina-parça birim matrisi belirlenir. Eğer i makinesi j parçasını işliyor ise, matrisin Cij elemanı 1, işlemiyor ise 0(sıfır) değerini alır.

3. Analiz

PFA tablosu, makina ve parça gruplarını tanımlamak için yeniden düzenlenir. Yeniden düzenleme prosesi, özellikle büyük makina-parça matrisleri için nispeten daha subjektif ve zordur. Bunun yanında gruplama prosesinin en önemli bölümüdür. Bu problemi hafifletmek için, makina-parça birim matris analizinde bazı sistematik yöntemler geliştirilmiştir. Bunların içinde en dikkati çekenleri; benzerlik katsayısı tabanlı, yön tabanlı ve matematiksel tabanlı metodlardır.

Literatürde diğer araştırmaları inceleyen ve değerlendirme yapan dört genel makale yer almaktadır. (King & Nakornchai, Moiser & Taube, Wemmerlov & Hyer ve Chu). King & Nakornchai makina-parça gruplama literatürüne geniş bir inceleme sunmaktadırlar. Bunun yanında hesaplamalardan kaynaklanan karmaşıklığı ve depolama problemi ile ilişkili Rank Order Clustering algoritmasını geliştirmişlerdir. Moiser ve Taube ise dört farklı araştırmayı ele almaktadırlar; parça kodlama ve sınıflandırma, makina-parça gruplama, grup teknolojisi ortamında çizelgeleme ve grup teknolojisi uygulaması. Wemmerlov & Hyer ise hücreli imalatla makina-parça ailesi oluşturma problemine etkileyici bir bibliyografi sunmaktadırlar. Genel bir bakışla, makinaların ve parçaların gruplandırılmasına ilişkin, literatürde 70' in üzerinde çalışma yer almaktadır. Chu ise bir kümelendirme kriteri ve performans ölçütüne dayalı bir sınıflandırma sunmaktadır.

King & Nakornchai ile Moiser & Taube 'in çalışmalarında açık bir genel değerlendirme ortaya koydukları söylenemez. Ancak, Wemmerlov & Hyer ve Chu 'nun çalışmaları bu yöndedir. Bunun yanında tüm bu araştırmacılar tüm bu ifade edilen üç-seviyeli yaklaşıma değinmemişlerdir.

BÖLÜM 2 : GRUP TEKNOLOJİSİNDE KÜMELENDİRME

YÖNTEMLERİ

2.1 ÜRETİM AKIŞ ANALİZİ

Burbidge (1977), makina gruplarını oluşturmak için parça rota bilgilerini kullanan Üretim Akış Analizi adlı yöntemi geliştirmiştir. Yöntemin uygulanabilmesi için her bir parçanın hangi makinalardan geçerek nihai ürün haline geldiğinin bilinmesi gerekmektedir.

Büyük çaplı imalat birimleri için ilk olarak, belirli sayıda parçayı kullanarak süreçleri (makina, pres, döküm gibi) ya da alt süreçleri (delme,dövme gibi) birbirine bağlamada Fabrika Akış Analizi kullanılır. Birbirleriyle ilişkili tüm süreçler birleştirilerek büyük departmanlar oluşturulur ve bu departmanlar birbirine benzemeyen parçaları üreten bağımsız imalat birimleri olarak ele alınır. Hiçbir gruba uymayan ve istisnai parçalar olarak tabir edilen parçalar ise yeniden tasarlanır, bu parçalara yeni rotalar çizilir, dışarıda yaptırılır ya da imalat açısından çok kritik parçalar ise bunlar için yeni makina ya da ekipman teminine gidilir. Oluşturulan birbirinden bağımsız departmanlar yönetsel ve kontrol açısından gereken amaçlarla çatışabilir bu durumda yapılması gereken departmanları iş kolaylığı için istenilen büyüklüğe getirmektir. Bu adım genellikle Grup Analizi olarak adlandırılır. Bu aşamada amaç, gruplar arasındaki malzeme akışını minimize edici makina gruplarını oluşturmaktır ki bu da başlıbaşına bir süreçtir.

Grup analizi, üç temel adımdan oluşur. İlk adım, hangi parçaların hangi makina tiplerine ihtiyaç gösterdiğini listeleyen bir yapılandırmaya gitmektir. Enaz sayıda parçaya ihtiyaç duyan makina anahtar makina (key machine) olarak ele alınır. Bu makinanın işlediği tüm parçaların ihtiyaç duyduğu tüm makinalar ele alınarak bir alt grup oluşturulur.İkinci adım, anahtar makina hariç, alt gruptaki diğer makinaların anahtar makinanın ihtiyaç duyduğu parçaların tümüne ihtiyaç duyup duymadıklarının kontrolüdür. Eğer böyle bir makina var ise bu makina gruptan çıkartılır. Bu iki adım tüm parçalar ve tüm makinalar gruplanıncaya kadar devam ettirilir. En son adım ise

oluşturulan tüm bu alt grupların istenilen büyüklükteki gruplara getirilmesidir. Bu anlamda tüm makina ve parça gruplama yöntemleri karar vericiye yol göstericidir ancak yine son karar yönetimdedir. Sonuç olarak tüm gruplar istisnai parça ve makina sayısı enazlanacak şekilde ve uygun kadro ile tüm işleri gerçekleştirecek şekilde yapılandırılmalıdır.[6].

ÖRNEK: Aşağıdaki tabloyu ele alalım.(Tablo 2.1). Her bir sütun bir parçayı ve herbir satırda bir makinaı temsil etmektedir. “ 1 “ değeri parçanın ilgili makinaı ziyaret ettiğini göstermektedir, örneğin 1 nolu parça A ve B makinalarına ihtiyaç duymaktadır.Ancak, matriste operasyon sırasını görmek mümkün değildir. Yöntemin uygulanışını inceleyelim.

Tablo 2.1: Örnek Problem (Parça)

Makina	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	1	1					
B	1	1	1					
C			1	1	1	1		
D				1	1	1	1	
E							1	1
F							1	1

ÇÖZÜM :

Adım 1: Bir anahtar makina belirle. Enaz sayıda parça işleyen E ve F makinalarından keyfi olarak E makinasını anahtar makina olarak seçelim. Bir alt grup oluşturmak için E makinasını ziyaret eden 7 ve 8 nolu parçaları ele alalım. Bu parçalar D, E ve F makinalarına ihtiyaç duymaktadırlar.

Adım 2: Oluşturulan alt grubu kontrol edelim. E makinası ile ilgilenmediğimizi düşünerek incelediğinde, tüm parçalar (7 ve 8) F makinasını ziyaret etmektedir, bir başka deyişle bu grup bir başka alt gruba bölünemez. Ancak, D makinası sadece 7 nolu parça için kullanılmaktadır. Bu anlamda, D makinası bu alt grup için istisnai bir makinaıdır ve çıkartılır.

Adım 1: Yeni bir anahtar makina belirle.Kalan 6 parçayı gözönüne al. Tüm makinalar enaz 3 parçanın üretimi için kullanılmaktadır. Anahtar makina olarak üç parçanın üretiminde kullanılan A makinasını seç. Bu durumda, 1, 2 ve 3 nolu parçalar A, B ve C makinaları ile bir alt grup oluşturacaktır.

Adım 2 :Oluşturulan alt grubu kontrol edelim. A makinası ile ilgilenmediğimizi düşünerek incelediğinde, C makinası sadece 3 nolu parçanın işlenmesinde kullanıldığından bu grup için istisnai makinadır, denir.

Adım 1: Yeni bir anahtar makina belirle. Sadece 4, 5 ve 6 nolu makinalar kalmıştır. C anahtar makina olarak seçilir ve C ve D makinalarıyla 4, 5 ve 6 nolu parçalar bir alt grup oluşturur.

Adım 2 :Oluşturulan alt grubu kontrol edelim. Tüm makinalar tüm parçaları işlemek için kullanılmaktadırlar. Bu Grup Teknolojisi için ideal bir sonuçtur. Bu aşamada, daha ileri bir alt grup oluşturmak mümkün değildir.

Adım 3: Bütünleştirme. Bu aşamada, tasarımcı oluşturulan bu üç alt grubu istenilen büyüklükte birleştirmede bağımsız olarak karar verecektir. Bu noktada eniyi bütünleştirmenin nasıl yapılacağına ilişkin saptama insan yargısına kalmıştır. Bu problem için grupların bu şekilde korunarak kaldığı varsayılarak ifade edilen bir muhtemel çözüm; ikinci grup için ekstra bir C makinasına ihtiyaç olmadığı yolundadır.

2.2 BİRİM SIRALAMA ALGORİTMASI

Yukarıdaki tabloda yer alan format, bir makina-parça birim matrisidir. Bu matris, grup teknolojisinde parça-makina oluşturmada kullanılan birçok yöntemin temelini oluşturmaktadır. Birim sıra algoritması, makina satırlarını ve parça sütunlarını yeniden düzenleyerek blok diagonal bir matris elde etmeye çalışır. Blok diagonal tabiri ile ifade edilmek istenen, matrisi temelde sadece sıfırlardan ya da birlerden oluşan kutucuklar halinde yeniden düzenlemeye çalışmaktır. Bu diagonal kutucuklar gerçekte bizim tesisimizin doğal gruplarıdır. İdeal olarak gerçekleştirilmek istenen, mümkün olduğunca çok ve aynı zamanda küçük gruplar oluşturmaktır. Zira bu şekilde alt sistemler oluşturarak sistemi kontrol etmek daha kolaydır. Elbette, içerisinde bulunan imalat sisteminin karakteristiğine göre, birbirinden tam bağımsız alt sistemler yaratmak çoğu zaman mümkün olmayacaktır. Örneğin yukarıda ele aldığımız örnek matriste parça 3 ve 6 ' dan sonra düşey bir çizgi, B ve D makinalarından sonrada birer yatay çizgi çizdiğimizi düşünelim.

Bu durumda C3 ve D7 elemanları oluşan diagonal blokların dışında kalacaklardır. Bu elemanlar bizim istisnai elemanlarımızdır. Bu elemanlar için 4 ayrı alternatif düşünülebilir ; parça 3 ve 7

yeniden tasarlanabilir, C ve D makinalarından ekstra satın alınarak ihtiyaç gösteren hücrelere konabilir ancak bu alternatif için ekonomik ve verimlilik analizleri yapılmalıdır. Üçüncü olarak, bu parçalar üretilmek için iki ayrı makina hücresi arasında gidip gelebilirler ve son olarak da bu alt grupları istisnai eleman oluşturmayacak şekilde bütünleştirme yoluna gidilebilir.

Derece sıralama algoritması, makina-parça gruplarının oluşturulması için, basit ve etkin bir analitik teknik olarak ifade edilmektedir. Algoritma şu şekilde işler :

Adım 1: Makina-parça matrisinin her satırı için, “1” girdilerini ikili bir sistemde oku. Satırları azalanikili değer sırasında derecele. Aynı değerde satırlar için, derecelemeyi, satırlar sırasına uygun bir biçimde yap.

Adım 2: Şimdiki matris satır sırası, adım 1’de belirlenen derece sırasının aynısı ise algoritmayı durdur. Aksi taktirde adım 3’e git.

Adım 3: Azalan derece sırasında satırları düzenleyerek makina-parça matrisini yeniden oluştur. Matrisin her sütunu için “1” girdilerini ikili bir sistemde oku. Sütunları azalan ikili değer sırasında derecele. Aynı değerli sütunlar, derecelemeyi sütunlar sırasına uygun bir şekilde yap.

Adım 4: Şimdiki matris sütun sırası, adım 3’te belirlenen derece sırasının aynısı ise algoritmayı durdur. Aksi taktirde adım 5’e git.

Adım 5: Azalan derece sırasında sütunları yeniden düzenleme ile makina-parça matrisini yeniden oluştur. Adım 1’e geri dön.

Algoritmanın daha rahat anlaşılabilmesi için aşağıdaki örneği inceleyelim. (Tablo 2.2).

Adım 1: Makina-parça matrisinin ikili sisteme göre derecelenmesi yukarıda ki tabloda gösterilmiştir. Satırlar için ikili ağırlıkların ondalık eşdeğerleri, matrisin sağ tarafında gösterilmiştir. Örneğin, ilk satır için ikili bilgi 10100101 ‘dir.

Bunun ondalık eşdeğeri ise, $1*2^7+1*2^5+1*2^2+1*2^0=165$ olmaktadır.

Adım 2: Satırların belirlenen derece sırası, halihazırda ki satır derecesinden farklıdır.

Tablo 2.2 : Örnek Problem

İkili Ağırlık

	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>Ondalık Eşd.</i>	<i>Derece Sırası</i>
<i>M1</i>	1		1			1		1	165	1
<i>M2</i>	1					1			132	4
<i>M3</i>		1			1			1	73	5
<i>M4</i>	1		1			1			164	2
<i>M5</i>				1			1		18	8
<i>M6</i>		1			1			1	73	6
<i>M7</i>					1			1	9	10
<i>M8</i>	1		1			1			164	3
<i>M9</i>				1			1		18	9
<i>M10</i>		1					1		66	7

Adım 3: Azalan derece sırasında satırların yeniden düzenlenmesiyle tablo 2.3 'deki matris düzeni elde edilir. Sütunların ikili sistemdeki ondalık eşdeğerleri, matrisin alt kısmında gösterilmiştir. Sütunların derece sırası ise, ondalık sayıların tam altında verilmiştir.

Tablo 2.3 : Düzenlenmiş Ara Çözüm

	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>İkili Ağırlık</i>
<i>M1</i>	1		1			1		1	2^9
<i>M4</i>	1		1			1			2^8
<i>M8</i>	1		1			1			2^7
<i>M2</i>	1					1			2^6
<i>M3</i>		1			1			1	2^5
<i>M6</i>		1			1			1	2^4
<i>M10</i>		1					1		2^3
<i>M5</i>				1			1		2^2
<i>M9</i>				1			1		2^1
<i>M7</i>					1			1	2^0
<i>Ondalık eşd.</i>	960	56	896	6	49	960	14	560	
<i>Derece sırası</i>	1	5	3	8	6	2	7	4	

Adım 4: Sütunların belirlenen derece sırası da halihazırda ki sütun derecesinde farklıdır.

Adım 5 ve 1: Azalan derece sırasında sütunların yeniden düzenlenmesi ve tekrar adım 1'e dönülmesi ile tablo 2.4 'deki matris elde edilir.

Adım 2 ve 3: Bu adımlar boyunca elde edilen matris aşağıda gösterilmektedir.

Adım 4: Sütunların belirlenen derece sırası, yine halihazırdaki sütun derece sırasından farklıdır.

Tablo 2.4 : Düzenlenmiş Ara Çözüm

	<i>P1</i>	<i>P6</i>	<i>P3</i>	<i>P8</i>	<i>P2</i>	<i>P5</i>	<i>P7</i>	<i>P4</i>	<i>Ondalık Eşd.</i>	<i>Derece Sırası</i>
<i>M1</i>	1	1	1	1					240	1
<i>M4</i>	1	1	1						224	2
<i>M8</i>	1	1	1						224	3
<i>M2</i>	1	1							192	4
<i>M3</i>				1	1	1			28	5
<i>M6</i>				1	1	1			28	6
<i>M10</i>					1		1		10	8
<i>M5</i>							1	1	3	9
<i>M9</i>							1	1	3	10
<i>M7</i>				1		1			20	7

Tablo 2.5 : Düzenlenmiş Ara Çözüm

	<i>P1</i>	<i>P6</i>	<i>P3</i>	<i>P8</i>	<i>P2</i>	<i>P5</i>	<i>P7</i>	<i>P4</i>	<i>İkili Ağırlık</i>
<i>M1</i>	1	1	1	1					2^9
<i>M4</i>	1	1	1						2^8
<i>M8</i>	1	1	1						2^7
<i>M2</i>	1	1							2^6
<i>M3</i>				1	1	1			2^5
<i>M6</i>				1	1	1			2^4
<i>M7</i>				1		1			2^3
<i>M10</i>					1		1		2^2
<i>M5</i>							1	1	2^1
<i>M9</i>							1	1	2^0
<i>Ondalık eşd.</i>	960	960	896	568	52	56	7	3	
<i>Derece sırası</i>	1	2	3	4	6	5	7	8	

Adım 4: Sütunların belirlenen derece sırası, yine halihazırdaki sütun derece sırasından farklıdır.

Adım 5 ve 1: Azalan derece sırasında sütunların yeniden düzenlenmesi ve adım 1'e dönülmesi ile tablo 2.6'de ki matris elde edilir.

Adım 2: Satırların belirlenen derece sırası, halihazırdaki derece sırasının aynı olduğundan iterasyon durdurulur. Elde edilmiş olan matris nihai makina-parça matrisidir. Bu matristen makina-parça gruplamaları, “makina 1,2,4 ve 8 ile parça 1,3 ve 6”, “makina 3,6 ve 7 ile parça 2,5 ve 8”,

“makina 5,9 ve 10 ile parça 4 ve 7”, olarak belirlenir.

Tablo 2.6: Sonuç Matrisi

	<i>P1</i>	<i>P6</i>	<i>P3</i>	<i>P8</i>	<i>P5</i>	<i>P2</i>	<i>P7</i>	<i>P4</i>	<i>Ondalık Eşd.</i>	<i>Derece Sırası</i>
<i>M1</i>	1	1	1	1					240	1
<i>M4</i>	1	1	1						224	2
<i>M8</i>	1	1	1						224	3
<i>M2</i>	1	1							192	4
<i>M3</i>				1	1	1			28	5
<i>M6</i>				1	1	1			28	6
<i>M7</i>				1	1				24	7
<i>M10</i>						1	1		6	8
<i>M5</i>							1	1	3	9
<i>M9</i>							1	1	3	10

Bu örnekteki nihai matrisin verisi, farklı diyagonal gruplara ayrılmamasına rağmen, üç makina grubu yani, (1,2,4,8) , (3,6,7) ve (5,9,10), hücre adayları olarak kolaylıkla önerilebilir. Bununla beraber bu her zaman böyle olmayabilir. Diyagonallerin dışındaki matris girdilerinin artması ile grupların elde edilmesi zorlaşır. Diyagonal dışındaki elemanlara istisnai elemanlar denir. Şekil 17’ deki istisnai elemanlara neden olan işlemler makina makina 1’deki parça 8’in işlemi ile makina 10’daki parça 2’nin işlemidir. İstisnai elemanların çokluğu hücreler arası akış yoğunluğunu artırır. Bundan kurtulmanın iki yolu vardır. Birincisi hücreler arası akışa neden olan parça matristen çıkartılır, başka bir deyişle firma dışında fason olarak yaptırılır veya makina artırma yoluyla hücreler arası hareket azaltılır. Makina artırma ile fazla yatırımdankurtulmak için ise, makinaların hücreler arasında ortak kullanımı gerekebilir.

2.3 TEK GEÇİŞLİ YAKLAŞIM

Birim sıralama algoritması, iyi bir başlangıç çözüm elde etmesine rağmen, makina kullanım oranları, grup büyüklükleri, ve istisnai elemanlar gibi önemli kriterleri gözönüne almamaktadır. İncelediğimiz bu algoritma ise bu talebe cevap verecek yönde yapılandırılmıştır. Süreç istenen makina sayısı ile grupları kısıtlamaktadır ve hızlı sonuç vermektedir. Yöntem ihtiyaç duyulduğunda ekstra makina alım gereğini işaret etmektedir. Ancak, herhangi bir uygun çözüm durumunda herbir makina tipi için alt sınır değerlerini kolaylıkla hesaplayabilir ve bunları yöntemin önerdikleri ile kıyaslayabiliriz. Eğer yöntem bize herhangi bir uygun çözüm için ekstra makina alımını işaret etmiyorsa bu çözüm optimum (eniyi) çözümdür. Genel olarak yaklaşım bize sonuçta karar vericinin oluşturacağı tasarım için bir başlangıç noktası vermektedir. Bunu sağlarken yaklaşımın üzerinde

durduğu en önemli nokta hücreler arası hareketleri minimize etmektedir. (Bu noktada hiçbir parçanın maksimum grup sayısından daha fazla makinaya ihtiyaç göstermediğini varsayıyoruz.)

Yaklaşımın ilk adımı makina-parça matrisindeki 1 'lerin yerine gerçek makina kullanım oranlarını yazmaktır. Q_i parti büyüklüklerinin bilindiğini varsayarak, i parçası için periyodik talebe D_i ve parti başına hazırlık zamanlarına Sim değişkenlerini atayalım. $F_{im} = Sim * D_i / Q_i$ olarak toplam hazırlık zamanı iparçasma atfedilebilir. İhtiyaç duyulan makina sayısını R_m 'e bölerek değerlendirebiliriz. (R_m : belirli bir zaman diliminde herbir makinanın mümkün kullanılabilir zamanıdır.). Belirli bir periyotta i parçasının m makinasındaki değişken operasyon süresini (V_{im}) birim operasyon zamanı ile talebi çarparak hesaplayabiliriz. [6].

$$V_{im} = T_{im} * D_i$$

Makina kullanım oranları ise ; $U_{im} = (F_{im} + V_{im})$ şeklinde yazılır.

Örnek bir makina kullanım oranları matrisi aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Tablo 2.7). Herbir makina için toplam kullanım oranları satır değerleri toplanarak hesaplanabilir. Bu değerleri bir üst değere yuvarlayarak herbir makina tipinden gerekli minimum sayıyı hesaplayabiliriz.

A_i iparçalarının atandığı grup, U_{mg} g grubundaki m makina tipine atanan toplam yük şeklinde ifade edilir ve g grubu n makina tipinden N_{mg} adet makinaya sahiptir. Bu notasyonu gözönüne alarak $U_{im} \leq 1$ kısıtları altında geliştirilen yöntemin algoritması şu şekilde ifade edilir.

Tablo 2.7 : Örnek Problem.

Makina	1	2	3	4	5	6	7	8	Top. Kullanım	Min. Mak. İhtiyacı
A	0.4	0.4	0.7						1.7	2
B	0.4	0.5	0.2						1.1	2
C			0.5	0.4	0.2	0.4			1.5	2
D				0.3	0.1	0.5	0.1		1	1
E							0.5	0.4	0.9	1
F							0.6	0.3	0.9	1

Tek Geçişli Gruplama ;

1. Birim sıralama algoritmasını uygula.

2. Matristeki birlerin yerine $U_{im} = (Sim * D_i / Q_i) + T_{im} * D_i$ şeklinde hesaplayarak gerçek makina kullanım oranlarını yaz.

3. $i=1$ 'den N 'e olmak üzere, parçaları ata.

$g' = \argmin_{g \leq G} \{ U_{mg} + u_{im} \leq n_{mg} \text{ tüm } m \text{ 'ler için} \}$ olarak ata. M_g makina tipi sayısı olarak

tanımlanmaktadır. (Mevcut gruba ata.): Eğer g' mevcutsa, $A_i = g'$, $U_{mg} = U_{mg} + u_{im}$ olarak ayarla ve adım 3'e git. (Mevcut gruba parça ve makinaları ekle.) :

Eğer $\sum n_{mg} + M_G \leq m_u$ ise, $A_i = G$, $U_{mg} = U_{mg} + u_{im}$, ve eğer $U_{mg} + u_{im} \geq n_{mg}$ ise $n_{mg} = n_{mg} + 1$ olarak ayarla ve adım 3'e git. Yeni bir grup başlat. $G = G + 1$. $A_i = G$, $n_{mg} = 1$ ve ($u_{im} > 0$ olmak üzere) $U_{mg} = u_{im}$.

Bu başlangıç grup atamalarını gerçekleştirirken herbir makina tipinden ihtiyaç duyulan toplam sayıyı hesaplayarak kontrol etmiş oluyoruz. Makina sayıları yeterli ise bu bizi memnun edecektir. Ancak, üst sınırı aşıyor isek kontrol edilmesi gereken şey, gruplarda birleştirmeye gidilip gidilemeyeceğidir.

Örnek :Yukarıda yer alan tablodaki değerleri gözönüne alalım. $M_u = 4$ olsun. Mevcut durumda, parçalar ve makinalar sıralanmış ve makina kullanım oranları hesaplanmıştır. Grupları oluşturmak için yöntemi uygulayalım.

ÇÖZÜM :

i=1. Parça 1 A ve B makinalarını talep ederek 1 nolu gruba alınır.Bu her iki makina için 0.4 değerinde bir kullanım oranı yaratacaktır.Aylak zaman 0.6 'dır.

i=2. Parça 2 'de bu gruba uymaktadır, ve ek makina talep etmez.Aylak zaman A makinası için 0, B makinası için 0.1 kalır.

i=3. Bu noktada eğer 3 nolu parça 1 nolu gruba dahil edilirse, bu durumda 3 adet yeni makina ihtiyacı doğacaktır.Zira A ve B makinalarının kullanımları dolmuştur ve bu parça aynı zamanda C makinasını talep etmektedir. Bu durumda gruptaki toplam makina sayısı 5' e erişir ve grupta izinverilebilir maximum makina sayısı aşılmış olur. Bu yüzden 3 nolu parça yeni bir gruba alınır.

i=4. 4 nolu parçanın devreye alınması, D makinasına olan ihtiyacı doğuracaktır. Bu parçanın 1 nolu gruba alınması yanlış olur çünkü 2.grupta halen C makinası için bir kullanılabilir kapasite vardır ve bu değerlendirilmelidir. Bu parçanın ikinci gruba atanmasıyla A ve B makinalarının kullanım oranlarında bir değişme olmayacak sadece C makinasının kullanılabilir zamanı 0.5 'ten 0.1' e düşecek ve D makinası bu gruba dahil edilecektir.

i=5. Parça 5 için artık ikinci grubun C makinasında elverişli zaman kalmamıştır ve yeni bir grup açılır.

i=6. 6 nolu parça sadece 3.gruba uymaktadır ve direkt olarak bu gruba alınır.

i=7. 7 nolu parça E ve F makinalarını talep etmektedir, bu durumda karar verici ya yeni bir grup açılmasını isteyebilir ya da 3 nolu gruba bu parçayı dahil edebilir.3 nolu gruba dahil edildiğinde bir guptaki max. makina sayısı kısıtı aşılmadığından bu problemde 7 nolu parça 3 nolu gruba dahil edilmiştir.

i=8. 8 nolu makinada 7 nolu makina gibi 3 nolu gruba alınır, zira E ve F makinalarının hala kullanılabilir kapasiteleri mevcuttur. Problemin çözümü tablo 2.8 'dadır.

Tablo 2.8 : Çözüm Matris

İterasyon	Atanan Parça	Grup	Eklenen Makinalar	Makina,Kalan Zaman
1	1	1	A,B	(A,0.6) , (B,0.6)
2	2	1	-	(A,0.0) , (B,0.1)
3	3	2	A,B,C	(A,0.3) , (B,0.8) , (C,0.5)
4	4	2	D	(A,0.3) , (B,0.8) , (C,0.1) , (D,0.7)
5	5	3	C,D	(C,0.8) , (D,0.9)
6	6	3	-	(C,0.4) , (D,0.4)
7	7	3	E,F	(C,0.4) , (D,0.3) , (E,0.5) , (F,0.4)
8	8	3	-	(C,0.4) , (D,0.3) , (E,0.1) , (F,0.1)

Problemin çözümünü inceleyecek olursak, sadece D makinasının kendi alt sınırını aştığını görürüz. 2 ve 3 nolu gruplar D makinasını talep etmektedirler ancak planlanan üretim atelye için sadece bir adet D makinasına ihtiyaç duymakta idi. Bu durumda genel bir değerlendirme ile karar verici ;

- 2 nolu grup ile 3 nolu grubu birleştirerek 7 makinalı tek bir grup elde edebilir,
- D makinasından 1 adet daha satın alabilir,
- 2 nolu gruptan D makinasını kaldırarak, 4 nolu parçayı hücreler arasında harekete mücadele ederek üretebilir,
- 4 nolu parçanın proses planını tekrar gözden geçirerek yeniden dizayn edebilir,
- 4 nolu parçanın ilgili operasyonunu dışarıda (fason) yaptırabilir ya da 4 nolu parçayı tamamen dışarıdan satın alabilir. (Bu madde için maliyet analizi gereklidir.)

Bu problemde karar verici, parça 4 'ün hücreler arası hareketine izin vererek bu tür bir gruplandırmaya gitmiştir.Parça3 kendi grubunda kalacaktır ve bu çözüm eniyi çözümdür. Yeni makina ihtiyacı yoktur ve başka malzeme taşıma maliyetleri söz konusu değildir.

2.4 BENZERLİK KATSAYILARI METODU

Benzerlik katsayıları metodu, (bkz. McAuley-1972, Seifoddini ve Wolfe-1986) aynı grupta yer alan makinalar arasındaki ilişkiyi maximize eden bir yapıdadır. Benzerlik katsayısını formüle edelim ; i ve j makina çiftini ele alalım.

n_i : i makinasını ziyaret eden parça sayısı,

n_{ij} : hem i hem de j makinasını ziyaret eden parça sayısı,

Her iki makina arasında ki benzerlik katsayısı ;

$s_{ij} = \max (n_{ij} / n_i , n_{ij} / n_j)$ şeklinde hesaplanır.

Hesaplanan benzerlik katsayısının 1'e yakın olması ilgili iki makinanın ilişkili olduğunu ve yakın yerlere konulması (aynı hücreye) gerektiğini, katsayının 0(sıfır)'a yakın olması ise ilişkinin zayıf olduğunu ve bu iki makinanın farklı hücrelere alınabileceğini ifade eder.

Makina gruplarını oluşturmada benzerlik katsayılarını kullanan "Hiyerarşik Kümelendirme Algoritmasını" inceleyelim. İlk olarak, herbir makinanın sembolik olarak yuvarlak bir daireyi (düğümü) temsil ettiğini varsayalım ve bu düğümler arasında düz çizgilerle (arcs) ilişkilendirelim. Heriki düğüm arasındaki yol boyunca uzanan arkları bir benzerlik katsayısı ile tanımlayalım. Ortaya çıkan format problemin sembolik bir temsili oluşturacaktır. Daha sonra karar vericinin tanımladığı T eşik değerinden küçük olan tüm benzerlik katsayısı değerlerini elemine edelim. Düşük değerli katsayıların elemine edilmesi karar vericinin önemli ilişkiler üzerinde daha fazla yoğunlaşmasını sağlayacaktır. Bütün bağlantılı düğümler (makinalar) bir grup teşkil edecektir. Bu yapılandırmayı bir grafik üzerinde göstermek mümkündür. Başlangıçta, herbir makina kendi başına bir gruptur çünkü kullanıcının tayin edeceği başlangıç eşik değeri 1'dir. Bu eşik değeri azaltıldıkça grafikte daha fazla bağlantı ortaya çıkmaktadır ve başlangıç gruplar birleştirilebilmektedir. Yöntemin herbir evresinde oluşturulan bu gruplar geleneksel olarak "küme" olarak adlandırılmaktadırlar. Benzerlik katsayısı kullanan birkaç metod geliştirilmiştir. Geliştirilen bir yöntem ilk kümedeki herbir i makinası ve ikinci kümedeki herbir j makinası için maksimum s_{ij} değerini kullanır. Bu yöntem, sadece bir makina çifti arasındaki hesaplanan katsayıya dayanarak hesaplandırma yöntemine dayandığından "Tek Bağlantılı Kümelendirme" olarak adlandırılır. Geliştirilen tüm bu kümelendirme yöntemlerinde sonuç olarak, $T=0$ değerini aldığı anda tüm makinaların dahil olduğu tek bir kümeye ulaşılır. T eşik değeri için bir çözüm aralığı saptanarak da

sonuçlar yorumlanabileceği gibi bir hücrede izin verilebilir maksimum makina sayısına ulaşıldığında grupları birleştirmeyi engelleyici bir davranış modeli ile de yöntem kullanılabilir.

Hiyerarşik kümelendirmenin bir takım avantajları vardır. İlk olarak İmalat karakteristiği açısından birbirleriyle ilişkili makinalar birarada kümelendirilebilmektedir. İkinci olarak, algoritma yardımıyla kolaylıkla bir çözüm aralığı üretmemiz mümkündür.

Hiyerarşik Kümelendirme Yaklaşımı :

1. N başlangıç kümelerini oluşturun. Herbir makina çifti için benzerlik katsayısı eşitliğini kullanarak s_{ij} değerlerini hesapla.

2. Kümeleri birleştir. i ve j arasındaki katsayı eşik değerinden büyük olsun.

$i^*, j^* = \operatorname{argmax}_{i,j} s_{ij}$ olarak hesapla. i^*, j^* kümelerini birleştir. Eğer bir kümeden daha fazla sayıda küme kalırsa adım 3'e git.

3. Benzerlik katsayılarını yeniden hesapla ve benzerlik katsayı matrisinden i^* ve j^* satır ve sütunlarını çıkart. Bunları k satır ve sütunu ile tekrar yerine koy. Herbir mevcut küme için ;

$r_{sk} = \max(s_{ri}, s_{rj})$ olarak hesapla ve adım 2'ye git.

2.5 TEK BAĞLANTILI KÜMELENDİRME

Aşağıdaki tablo 2.9'da yer alan örnek problemi inceleyelim.

		PARÇALAR																				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
A	1	1	1								1				1	1				1	1	1
B					1			1			1	1							1			
C					1	1						1	1						1			
D	1	1	1								1				1	1				1	1	1
E	1	1	1				1								1	1				1	1	1
F					1			1				1							1			
G				1		1			1					1			1	1				
H					1	1			1	1		1	1	1			1	1	1			
I				1					1					1			1	1				
K	1	1	1		1		1	1			1	1			1	1		1				
L				1					1	1							1	1				

Benzerlik Katsayısı : Jaccard'ın benzerlik katsayısıdır.

Herbir makina çifti arasında hesaplanan benzerlik katsayı matrisi aşağıdadır : (Tablo 2.10.)

Makina çiftleri arasındaki katsayılar hesaplanırken kullanılan formül ;

$$S_{IJ} = X_{IJ} / (X_{II} + X_{JJ} - X_{IJ}) \text{ şeklindedir.}$$

Örn : $S_{AB} = 1/(9+5-1) = 1/13 = 0.08$ şeklinde hesaplanır.

Tablo 2.10: Benzerlik katsayıları matrisi.

MAKİNA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
A	—	.08	.00	1.0	.80	.00	.00	.00	.00	.43	.00
B		—	.43	.08	.00	.8	.00	.25	.00	.45	.00
C			—	.00	.00	.50	.10	.50	.00	.23	.00
D				—	.80	.00	.00	.00	.00	.43	.00
E					—	.00	.00	.00	.00	.36	.00
F						—	.00	.27	.00	.36	.00
G							—	.45	.83	.00	.57
H								—	.36	.17	.36
I									—	.00	.67
K										—	.00
L											—

S_{AB} , A ve B makinaları arasındaki benzerlik katsayıları olarak ifade edilmektedir.

$$S_{BC} = X_{BC} / (X_{BB} + X_{CC} - X_{BC})$$

$$S_{BC} = 3 / (5 + 5 - 3) = 3 / 7 = 0.43 \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

S_{BC} , B ve C makinaları arasındaki benzerlik katsayıları olarak ifade edilmektedir.

Bu şekilde yukarıdaki matrisin diğer elemanları hesaplanır.

Tek bağlantılı kümelendirme uygulamasına dayanan makina hücreleri oluşturma modeli genel olarak şu şekilde çalışmaktadır.

- (1) Makinalar arasında çiftler çiftler benzerlik katsayıları hesaplanır ve benzerlik matrisinde depolanır.
- (2) En fazla benzer iki makina, ilk makina hücrelerini oluşturmak için birleştirilir.
- (3) Eşik değeri (iki veya daha fazla makina hücrelerini beraberce birleştiren benzerlik düzeyi) önceden belirlenen bir değere düşürülür ve eşik değerinden daha fazla benzerlik katsayılı tüm makina/makina hücreleri daha büyük hücreler halinde gruplanır.
- (4) Tüm makinalar tek bir makina hücresi içinde gruplanana kadar adım 3 sürer. (Şekil 2.1)

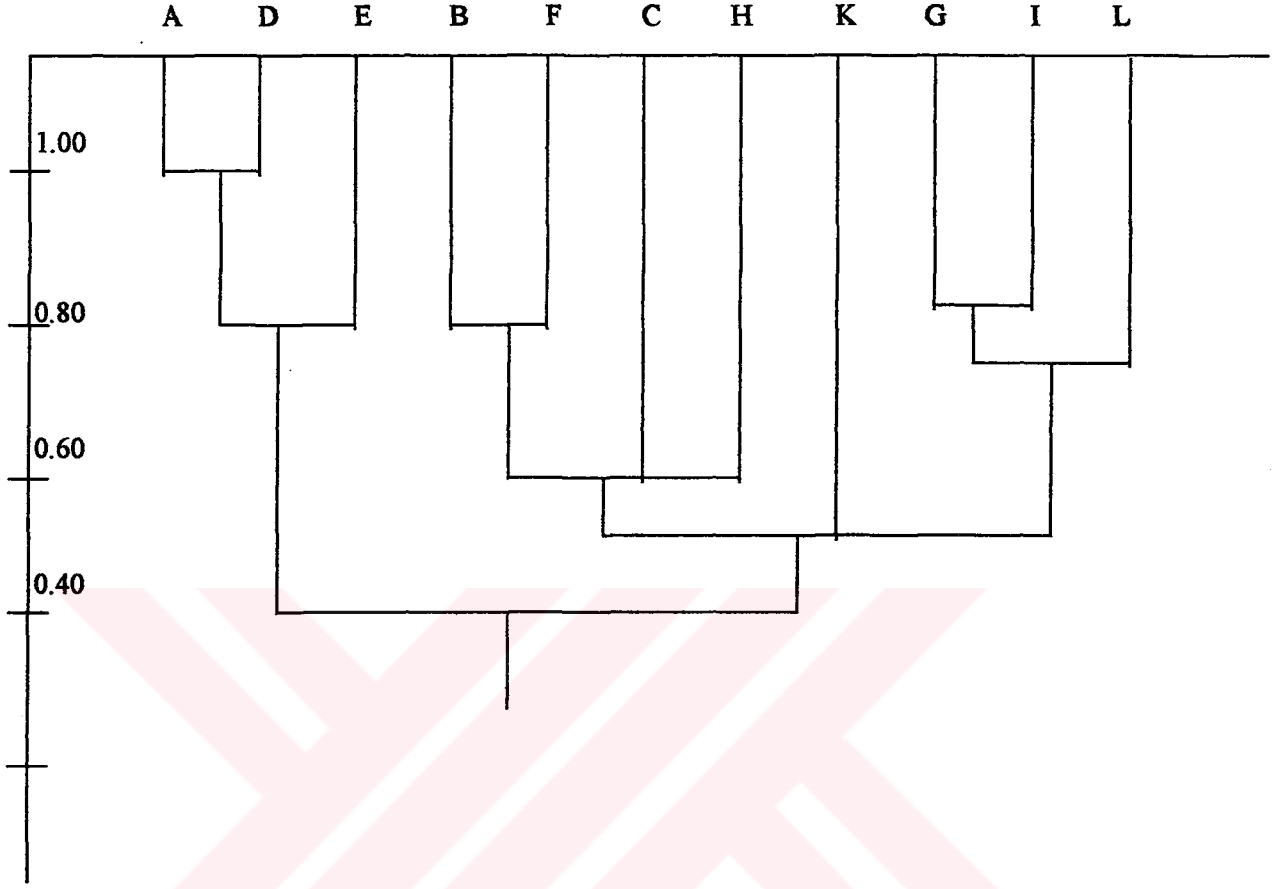
Eğer eşik değeri 0.45 olarak seçilirse, iki makina hücresi elde edilir;

1. Hücre :A,D,E

2. Hücre :B,C,F,G,H,I,K,L

Sonraki aşama, parçaların uygun hücrelere atanmasıdır. Toplam hücreler arası hareketi minimize edecek bir şekilde parçalar farklı hücrelere atanır. Her parça tarafından uğranılan her hücredeki

makina sayısı belirlenir ve parça, uğradığı en büyük makina sayısına sahip olan hücreye atanır. Çözüm matrisi tablo 2.11 'dedir.



Şekil 2.1: Çözüm Diyagramı.

Sonraki aşama, parçaların uygun hücrelere atanmasıdır. Toplam hücreler arası hareketi minimize edecek bir şekilde parçalar farklı hücrelere atanır. Her parça tarafından uğranılan her hücredeki makina sayısı belirlenir ve parça, uğradığı en büyük makina sayısına sahip olan hücreye atanır.

Zincirleme sorunu, hücre elemanlarından ikisi arasındaki bir bağlantıya (benzerlik katsayısına) dayanan hücrelerin beraberce birleştirilmesi prosesidir. Zincirleme sorunu sonucu, iki makina hücresi, hücre elemanlarından ikisinin benzer olmasıyla beraberce birleştirilebilir. Bu sırada geri kalan elemanlar benzerlik yönünden birbirinden uzak olabilirler.

Tek bağlantılı kümelendirme yöntemindeki bu zincirleme sorunu, Ortalama bağlantılı kümelendirme tekniği ile yenilebilir. (Seifoddini, 1989).

Tablo 2.11: Çözüm matrisi.

PARÇALAR

	P1	P3	P16	P2	P15	P22	P20	P21	P7	P11	P8	P19	P5	P12	P13	P6	P14	P18	P9	P10	P17	P4
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
K	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1								
B										1	1	1	1	1								
F											1	1	1	1								
C												1	1	1	1	1						
H												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
G																1	1	1	1		1	1
I																	1	1	1		1	1
L																		1	1	1	1	1

2.6 ORTALAMA BAĞLANTILI KÜMELENDİRME

İki makina hücresi arasındaki benzerlik katsayısı, iki hücrenin tüm elemanları arasındaki çiftler çiftler benzerlik katsayılarının ortalaması olarak tanımlanır. Burada her yeni makina hücresi oluştuğunda, benzerlik katsayısı matrisi yeniden düzeltilip hazırlanır. Hazırlanan benzerlik matrisinde, yeni oluşturulmuş makina hücresi ve diğer hücreler arasındaki benzerlik katsayıları yeniden hesaplanır. [7].

Tablo 2.12: Benzerlik matrisi 1

MAKİNA

	(A,D)	(B,F)	C	E	(G,I)	H	K	L
(A,D)	—	.04	.00	.80	.00	.00	.43	.00
(B,F)		—	.47	.00	.00	.26	.41	.00
C			—	.00	.05	.50	.23	.00
E				—	.00	.00	.43	.00
(G,I)					—	.41	.00	.62
H						—	.17	.36
K							—	.00
L								—

(Eşik Değeri = 0.80)

Tablo 2.13: Benzerlik matrisi 2

MAKİNA

	(A,D,E)	(B,F)	C	(G,I,L)	H	K
(A,D,E)	—	.02	.00	.00	.00	.43
(B,F)		—	.47	.00	.26	.41
C			—	.03	.50	.23
(G,I,L)				—	.39	.00
H					—	.17
K						—

(Eşik Değeri = 0.60)

Tablo 2.14: Benzerlik matrisi 3 MAKİNA

	(A,D,E)	(B,F)	(C,H)	(G,I,L)	K
(A,D,E)	---	.02	.00	.00	.43
(B,F)		---	.37	.00	.41
(C,H)			---	.21	.20
(G,I,L)				---	.00
K					---

(Eşik Değeri = 0.50)

Tablo 2.15: Benzerlik matrisi 4 MAKİNA

	(A,D,E,K)	(B,F)	(C,H)	(G,I,L)
(A,D,E)	---	.02	.00	.00
(B,F)		---	.37	.00
(C,H)			---	.21
(G,I,L)				---

(Eşik Değeri = 0.40)

Tablo 2.16: Benzerlik matrisi 5 MAKİNA

	(A,D,E,K)	(C,H,B,F)	(G,I,L)
(A,D,E)	---	.09	.00
(C,H,B,F)		---	.11
(G,I,L)			---

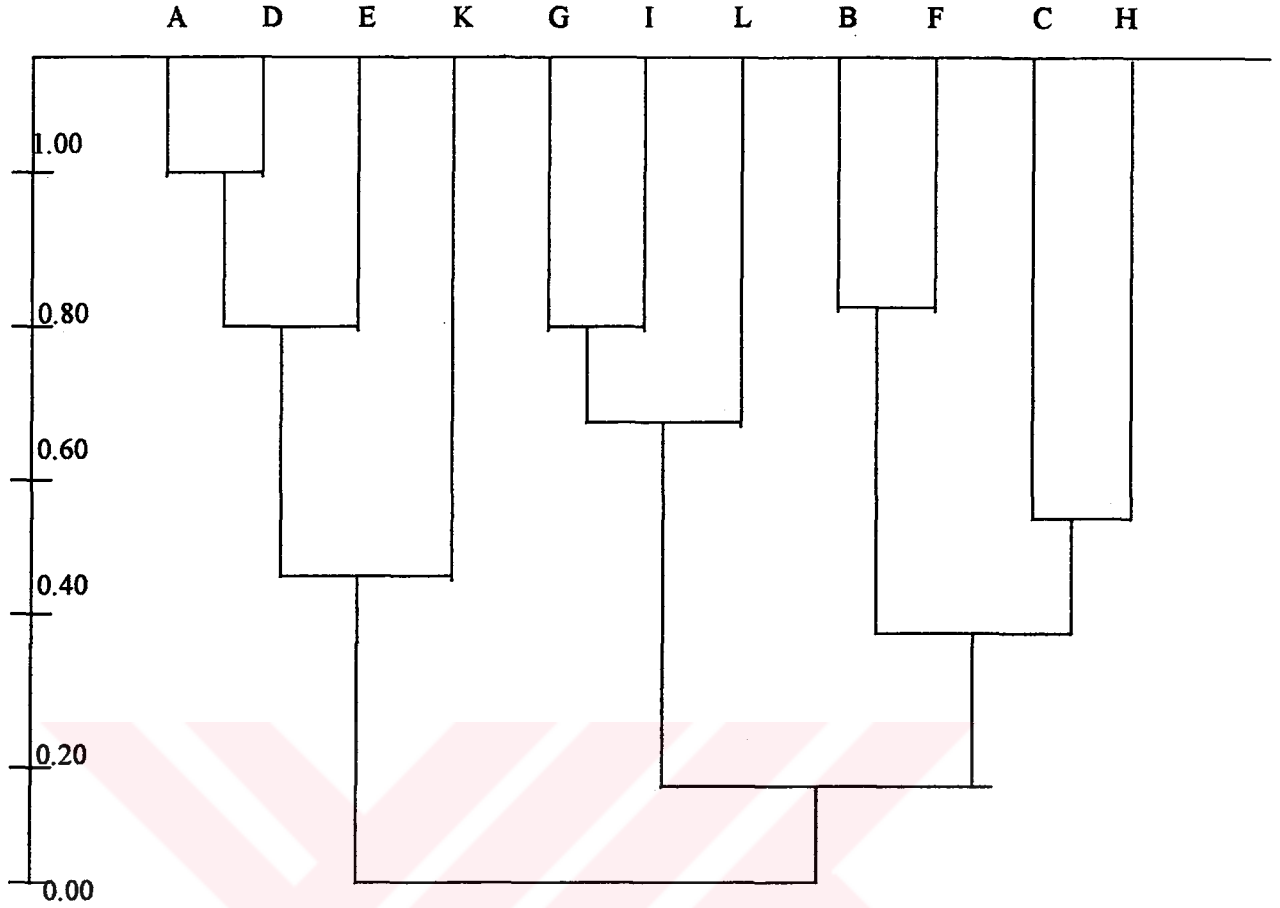
(Eşik Değeri = 0.37)

Ortalama Bağlantılı Kümelendirme Yöntemi sonucu elde edilen gruplar ise aşağıdadır; (Tablo2.17).

Tablo 2.17: Ortalama Bağlantılı Kümelendirme Sonucu.

PARÇALAR

	P1	P3	P16	P2	P15	P22	P20	P21	P7	P11	P8	P19	P5	P12	P13	P6	P14	P18	P9	P10	P17	P4
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
A	1	1	1	1	1	1	1	1		1												
D	1	1	1	1	1	1	1	1		1												
K	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1								
B										1	1	1	1	1								
F											1	1	1	1								
C												1	1	1	1	1						
H												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
G																1	1	1	1		1	1
I																	1	1	1		1	1
L																		1	1	1	1	1



Şekil 2.2: Çözüm Diyagramı.

2.7 DAL VE SINIR TEKNİĞİ YAKLAŞIMI

Geleneksel proses tipi veya fonksiyonel yerleşimden grup tipi yerleşime geçmek, üretim akışında darbağaz taratacak makine (bottleneck machine) ve/ veya tüm operasyonları gerçekleştirmek için yeterli kapasiteye sahip olmayan bazı makinelerin çift kullanılması zorunluluğunu beraberinde getirecektir. Bu anlamda, enaz sayıda çift makina kullanımını sağlamaya yönelik güçlü yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Al-Qattan tarafından geliştirilen dal-sınır tekniği yaklaşımı da bu amaca hizmet etmektedir. [8].

Dal sınır tekniği makina hücreleri ve parça ailelerinin oluşturulmasında “network” analizini kullanır. Metod, çekirdek(referans) makinası(seed part) seçimi ve bu makinadan dallanma ile biten parçaların sınırlandırılması prensibine dayanır. Çekirdek makina network

sistemi için başlangıç düğümü ifade eder. Enaz iş sayısına sahip makinenin seçilmesi; network ağacının küçük tutulmasına ve daha fazla sayıda alternatif çözüm retilmesine yardımcı olacaktır. Birbirlerinin aynı olan makinelerin üretim sistemine dahil edilmesi, ya tüm işleri gerçekleştirmek için yeterli kapasitenin sağlanamayışından ya da üretim akışında darboğaz oluşan bir noktada yeni bir makine gereksinimine ihtiyaç duyulmasından ortaya çıkabilir.

1988 'de Burbidge, mevcut kapasitelerinin üzerinde ya da buna çok yakın olarak yüklenen makineleri, darboğaz makineleri (bottleneck machine) olarak tanımlamıştır. Yine Burbidge 'nin bu problemin ortadan kaldırılması için önerdiği çözüm yeni makina alımıdır. Önerilen metotta yeni makineler hususunda kullanılan kriter, verilen işin hazırlık zamanının, işin operasyon zamanından çok daha fazla olduğunu gözönünde tutarak "makine başına düşen iş sayısıdır." Bu sebepten, makine başına ortalama iş sayısı ikiden daha fazla olan makineler çift makine olma (duplike edilme) hususunda aday makineler olacaktır. Geliştirilen metod, diğer metodlar gibi parça-makina birim matrisini kullanır.

NOTASYONLAR :

M : makine. N : parça mevcut.

i : parça j: makine.

P_i : i 'inci parça. M_j : j 'inci makine.

$a_{ij} = 1$ Eğer i parçası j 'inci makinede işleniyorsa. (diğer durumlarda $a_{ij} = 0$)

T_j : j makinesinde işlenen parça sayısı.

$T_j = \sum a_{ij}$ her j = 1,2, ...M için.

K = Parça ailesi veya makine hücresi sayısı.

C(K) = K 'ıncı makine hücresi. F(K) = K 'ıncı parça ailesi.

$T' = \sum T_j / M$ her j = 1,2, ...M için. T' : makine başına ortalama işlenen parça sayısı.

{ AM } : tüm makinelerin oluşturduğu küme.

{ AP } : tüm parçaların oluşturduğu küme.

{ B } : duplike edilmeye aday makine.

$b_j = T_j / T'$ yeni bir makine ekleme kriteri.

$2 \leq b_j < 3$ için bir makine ekleme olasılığı mevcut.
 $3 \leq b_j < 4$ için iki makine ekleme olasılığı mevcut.

ALGORİTMA :

Adım 0. { B } kümesini elde et. $b_j > 2$ koşulunu sağlayan tüm makineleri bul, { B } kümesine ata. Tüm makineleri {AM} kümesine ve tüm parçaları {AP} kümesine ata.

EVRE 1 K = 1 ata.

Adım 1. K 'ıncı gruba başla. $C(K) = \{ 0 \}$ ve $F(K) = \{ 0 \}$ ata.

Adım 2. K'ıncı grup için enküçük T_j değerini başlangıç network düğümü olarak seç. (M_s). M_s 'i $C(K)$ kümesine al.

Adım 3. Başlangıç makine M_s 'de işlenen tüm parçaları dallandır. Tüm parçaları $F(K)$ kümesine al.

Adım 4. Herhangi başka bir makineye ihtiyaç göstermeyen her parçayı sınırlandır. Yeni m/cs'i $C(K)$ kümesine ata.

Adım 5. {B} makine kümesine ait her makineyi sınırlandır. $C(K)$ kümesinde, kalan tüm makinelere uğrayan tüm parçaları dallandır.

Adım 6. Alternatif çözümler için kriter : Çekirdek parça için kontrol yap. Bir veya daha fazla makineye ihtiyaç gösteren herbir parçayı ortaya çıkar. Network ağacı çekirdek parça (kaynak parça) düğümünde alt dallanmalara gidebilir, böylece daha fazla sayıda alternatif hücre yaratılabilecektir.

Adım 7. Network tamamlanıncaya kadar yani tüm düğümler (makina ve parçalar) sınırlandırılıncaya kadar Adım 4 'ten Adım 6 'ya kadar algoritmayı tekrar et.

Adım 8. K 'ıncı kapıyı oluşturun. Kapalı networkde $C(K)$ tüm makineleri içerir. $C(K)$ makineleri ile tamamlanabilecek diğer tüm parçaları al. Kapalı networkde $F(K)$ tüm parçaları içerir.

Adım 9. $CC(K) = C(K) - \{ B \}$ olduğu yerde $\{ AM \}$ kümesinden $CC(K)$ 'da oluşturulmuş tüm makineleri sil. $CC(K)$, $\{ B \}$ kümesinde yer alan makineler haricindeki, K hücresinde yer alan makineleri ifade eder. $\{ AP \}$ kümesinden $F(K)$ 'da olan tüm parçaları sil.

Adım 10. K 'yı bir arttır.

.

.

.

EVRE K. Tüm makineler ve parçalar; makine hücrelerine ve parça ailelerine tahsis edilinceye kadar algoritmanın 1 'den 10 'a kadar olan adımlarını tekrar et.

Durma Kriteri. $\{ AP \}$ kümesi boşalınca DUR.!

Yukarıda algoritması verilen yaklaşım, 16 makine ve 43 parçalı bir problemde denenmiş ve King (1980) tarafından geliştirilen gruplama algoritmasından, King&Nakorchai(1982) ve Seifoddini & Wolfe(1986) 'un geliştirildiği benzerlik katsayısı metodlarından daha etkilidir ve daha esnek imalat hücreleri oluşturulmasını sağlar. Vannelli & Kumar (1986) ise "grafik teorisi" metodunu kullanarak benzer bir hücre gruplamasına gitmişlerdir, ancak, Dal Sınır Tekniği (Branch & Bound Method) daha fazla alternatif çözümün değerlendirilmesine olanak sağlar.

2.8 MODİFİYE EDİLMİŞ BİRİM SIRA ALGORİTMASI, MROC

Modifiye edilmiş birim sıra algoritması Chandrasekharan ve Rajagopalan (1986 a) tarafından birim sıra algoritmasının problemlerine çare olması amacı ile geliştirilmiştir. Bu araştırmacıların ifade ettiğine göre, ROC algoritması (Rank Order Clustering) birleri matrisin sol üst köşesinde toplanan, ancak matrisin kalanı organize olmamış sonuç parça-makine matrisi üretmektedir. (1986 a, p.1225).

MROC (The Modified Rank Order Clustering) algoritması matrisin sol üst köşesinden enbüyük alt matrisi alır ve bu alt matristeki parça ve makineleri bir hücreye gruplar. Daha sonra parça-makine matrisindeki kolonlar alınır ve ROC algoritması tekrar edilir. Kalan sonuç matriste yine sol üst köşede bir alt matris içerir ve bu kez bu alt matristeki parça ve makineler gruplanır. Süreç, enson parça ve makine grubu oluşturuluncaya kadar devam eder.

Bu yöntem, birçok sayıda küçük boyutlu parça-makina grupları üretmektedir ve bu nedenle bu küçük grupların bütünleştirici bir yöntemin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu ise makina-parça grup çiftleri arasında σ_{ij} birleştirme ölçütü hesaplanmasıyla aşılmaya çalışılmıştır. σ_{ij} , i ve j makina gruplarının ortak kullandığı makina sayısının i veya j grubundaki min. makina sayısına bölünmesiyle elde edilir. Enbüyük σ_{ij} değerine sahip grup çiftleri tek bir parça-makina grubu oluşturmak için birleştirilir ve kümelendirme yöntemi tekrar edilir. [9].

2.9 ISNC ALGORİTMASI

ISNC algoritması (an ideal seed non-hierarchical clustering), Chandrasekharan & Rajagopalan tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, parça ve makinaları gruplamada bir iteratif hiyerarşik olmayan bir yaklaşım ve grafik teorisini kullanan bir algoritma ifade edilebilir. Daha sonra bu algoritma MacQueen(1967) & Anderberg (1973) tarafından modifiye edilmiştir. Hücre oluşturma problemi için max. hücre sayısı;

$k \leq 1 + [(M + N - 1) - \sqrt{(M + N - 1)^2 - 4*(MN - e)}] / 2$ olarak ifade edilir. [9].

$$e = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N a_{ij}.$$

Parça ve makinalar vektörler tarafından temsil edilmektedirler.

(a_{ij} , i=1,2, ... M her j parçası için ve a_{ij} , j=1,2, ... N her i makinası için)

ISNC algoritması, oldukça karmaşıktır ve yüksek hesap yüküne gereksinim duyar.

2.10 SC-ÇEKİRDEK ALGORİTMASI

Yöntem, kümelendirme için çekirdekleri seçmede benzerlik katsayılarını kullanır. Bu algoritma, ISNC algoritmasının geliştirilmiş şeklidir. ISNC gibi üç evreden oluşur. İlk evrede, parça gruplarını oluşturmada benzerlik katsayısı algoritması kullanılır. Bir parçadan daha fazla eleman içeren herbir grup için bir çekirdek (diğer bir deyişle centroid) hesaplanır. Bu çekirdeğe enyakın parçalar kümelendir. İkinci evrede, makinalar için çekirdek düğümler belirlenir ve yine en yakın elemanlar kümelendir. Son evre ise, ISNC algoritmasının aynısıdır. [9].

SC-çekirdek algoritması ISNC 'den daha hızlı olmasının yanında, rassal bir çekirdekten kümelendirmeye başlamadığı içinde avantajlıdır. Zira SC-çekirdek algoritmasında çekirdekler benzerlik katsayısı algoritması ile belirlenir.

2.11 BAĞ ENERJİSİ KÜMELENDİRME ALGORİTMASI

Mc Cormick, Schweitzer ve White(1972) büyük boyutlu matris elemanlarının satır ve sütunlarını yeniden sıralamak için bir algoritma geliştirmişlerdir. Bir matrisin toplam bağ enerjisi, "A" ile ifade edilir ve M kolonlu N satırlı toplam enerji şu şekilde ifade edilir ;

$$BE(A) = \sum_{i=1}^M - \sum_{i=1}^N a_{ij} (a_{i,j-1} + a_{i,j+1} + a_{i-1,j} + a_{i+1,j})$$

Mc Cormick ise formülü daha basit bir tanımlama ile şöyle açıklar;

$$BE(A) = \sum_{j=1}^{N-1} - \sum_{i=1}^M a_{ij} a_{i,j+1} + \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^N a_{ij} a_{i+1,j}$$

Bağ enerjisini maksimize eden eniyi matrisi bulmak için M! N! mümkün matris oluşturulabilir. Mc Cormick 1972 'de "enyakın komşu yaklaşımı", adında bir yöntem ortaya koymuştur. Yöntem enyakın eniyi çözümlere enaz hesapsal yükü ulaşmaya çalışır.

BÖLÜM 3 : YAPAY SİNİR AĞLARI

3.1. GİRİŞ

Günümüz teknolojisinde araştırmacıların en büyük ilgi odaklarından bir tanesi kusursuz bir karar verme mekanizması olan insan beynini ve davranışlarını modellemektir. Bu anlamda sağlanan gelişmelerin en önemlilerinden birisi yapay sinir ağlarıdır.

Sinir ağları yeni ve çok disiplinli bir konu olduğu için, günümüzde bu konuyu anlaşılabilir ve açık bir teori şeklinde tanımlamak güç olmaktadır. Sinir ağları, mühendislik uygulamaları için optimizasyon ve desen tanımlama gibi yaygın mühendislik problemlerine yapısal bir çözüm olarak düşünülebilir. Yapay sinir ağları; genel bir ifade ile, sınıflandırma, optimizasyon, desen eşleme, gürültü giderme ve kontrol gibi işlemleri gerçekleştirebilen bilgi işleme sistemleridir. Günümüzde, araştırmacıların yoğun ilgisini çeken bu gibi konularda karar vermede yardımcı olan sinir ağlarının en önemli özelliği, insan beyni gibi paralel işleme yeteneğine sahip olmasıdır. [10].

3.2. YAPAY SİNİR AĞLARI NEDİR ?

Sinir-ağları modelleri insan beyninin doğasına yönelik araştırmalardan çıkan kavramlara dayanan, öğrenme & optimizasyon gibi benzer görevleri yerine getirebilen bilgi işleme sistemi yapısındaki algoritmalardır. Yapay sinir ağları karar vermeye yarayan kapalı birer kara kutu olarak düşünülebilirler, ağa veri dış çevreden girilir, girilen veri sistemde işlenir ve çıkar. Yapay sinir ağları düğüm (node) adını verdiğimiz ve içerisinde matematiksel ifadelerin gerçekleştiği işlem elemanlarından ve bunlar arasında boylu boyunca uzanan ağırlıklandırılmış bağlantılardan (connections) oluşur. Bir düğüme birden fazla veri girebilir, düğüm kendisine ait tüm girdi değerlerini toplar, değerlendirir ve tek bir çıktı üretir. Bu bir anlamda işlem elemanları yerel (local) bilgiye ihtiyaç duyuyorlar demektir ve bu işlem elemanlarının diğer işlem elemanlarının verilerine ve çıktılarına bağlı olmaksızın çalışmaları paralel bilgi işlemeyi doğurur. Yapay sinir ağları verileri olmadan işleyemezler. YSA 'da

düğümlemlerle ilişkilendirilmiş bağlantılar sistemde ki bilgi akış yönünü belirler. Bir işlem ağından bir diğerine geçen bilginin miktarı da bağlantılar sayesinde ayarlanır.

Yapay sinir ağlarının en avantajlı olduğu konular, çok sayıda veriden az sayıda kararın çıkartılacağı durumlar, doğrusal olmayan eşleşmelerin otomatik olarak elde edilmesi gerektiği durumlar, bir kombinatoriyel optimizasyon problemi için çok hızlı bir şekilde optimuma yakın bir çözüme ihtiyaç duyulan durumlardır.

Genel olarak yapay sinir ağları öğrenmeli yapıda olanlar ve öğrenmesiz yapıda olanlar olmak üzere iki kategoride toplanabilir. Öğrenmeli ve adaptasyon içeren sinir ağları, geri yayımlı (back propagation networks) ağları olarak ifade edilmektedir. Bu tür ağlara örnek olarak Hopfield ağları ve uyumlu rezonans teorisi (ART) sinir ağları gösterilebilir. Öğrenmesiz yapıda olan sinir ağları ise ileri beslemeli sinir ağları olarak ifade edilir. Hata düzeltmesiz çok seviyeli ağlar ve dış ürün çağrışımı hafıza yapısındaki ağlar bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

Matematiksel anlamda bir sinir ağı modeli aşağıdaki özellikler taşıyan doğrusal bir grafik niteliğindedir. [11].

- i) Her bir i düğümü ile ilişkili bir n_i durum değişkeni
- ii) i ve k düğümleri arasındaki gerçek değerli bir ağırlık değeri w_{ik}
- iii) Her bir i düğümü ile ilişkili gerçek değerli bir eğilim v_i değişkeni
- iv) f_i transfer fonksiyonu, her i düğümü için düğümün durumunu, eğimi, girdi bağlantı ağırlıkları ve bu bağlantılarla kendisine ilişkilendirilen düğümlerin durumlarıyla tanımlar.

3.3 YSA ELEMENTLERİ

Genel bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde, Y S A üç temel elementten oluşur.

- (1). Birbirleriyle bağlantılı işlem elemanlarının organize bir topolojisi (geometrisi).
- (2). Bir kodlayıcı bilgi metodu.
- (3). Bir hatırlama bilgisi metodu.

İşlem elemanlarının ve ağların topolojisinin açıklandığı bu bölümde, sinir sistemi topolojilerinin bir açıklamasına da yer verilmektedir. Topoloji, kodlama ve hatırlama şeklinde

tanımlanan yapay sinir ağlarının bu karakteristiklerine ilave olarak, Yapay Sinir Ağları (YSA) dinamikleri analizi için teknikler ve belirsizlikleri minimize edecek tüm YSA çekim örneklerinin genel bir araştırmasına yer vermek yararlı olacaktır.

3.4. İŞLEM ELEMANLARI

İşlem elemanları literatürde, düğümler, kısa dönemli hafıza birimleri, sinir hücreleri ya da eşik mantık üniteleri olarak da geçmektedir. Sinir ağı hesaplamalarının yapıldığı üniteler işlem elemanlarıdır. Girdi sinyalleri dış çevreden ya da diğer işlem elemanlarının çıktılarından gelmektedir ve i 'inci işlem elemanı veya girdinin aktivite seviyesi olarak tanımlanan a_i 'ler $A(a_1, \dots, a_i, \dots, a_n)$ girdi vektörünü oluşturur.

Herbir işlem elemanı çifti ile bağlantılı olarak bir ayarlanabilir ağırlık değeri (bir sistem değişkeni olarak) tanımlanmıştır (uzun dönemli hafıza). w_{ij} , a_i işlem elemanı ile b_j işlem elemanı arasındaki bağlantı ağırlığını temsil etmek üzere j 'inci işlem elemanı için w_j ($w_{1j} \dots w_{ij} \dots w_{nj}$) vektörünü oluşturur. Bazı durumlarda da, girdilerle bağlantılı w_{oj} ağırlından türetilen bir ilave θ_j parametresi tanımlanmaktadır. Bu ifade, her işlem elemanı etkileşim değerini aşmak zorunda olan, dahili bir eşik değeri olarak görülebilir. Tanımlanan tüm bu parametreler (w_j, A, θ_j) b_j çıktı değerini hesaplamak için kullanılır. [11].

$$b_j = f(A * W_j - w_{oj} * \theta_j) \text{ veya } b_j = f(\sum_{i=1} a_i * w_{ij} - w_{oj} * \theta_j)$$

3.5 EŞİK FONKSİYONLARI

Eşik fonksiyonları literatürde, aktivasyon (etkileşim) fonksiyonları, sinyal fonksiyonları olarak da geçmektedir. En yaygın fonksiyonlar ;

- Doğrusal eşik fonksiyonları,
- Rampa eşik fonksiyonları,
- Basamak eşik fonksiyonları,
- Sigmoid eşik fonksiyonlarıdır.

α gerçek değerli bir sabit sayı olmak üzere Doğrusal eşik fonksyonu, $f(x) = \alpha x$ şeklindedir.[12].

Doğrusal fonksiyon $[-Y + +Y]$ aralığı ile sınırlandırılrsa, $f(x) = \alpha x$ eşitliği, doğrusal olmayan bir rampa eşik fonksiyonu halini alır ve fonksiyon ;

Y : İşlem elemanı maksimum çıktı değeri

-Y : İşlem elemanı minimum çıktı değeri olmak üzere,

$$f(x) = \begin{cases} +Y, & x \geq y \\ x, & |x| < y \\ -Y, & x \leq -y \end{cases} \quad \text{şeklinde tanımlanır.}$$

Bu eşitlik her ne kadar kesikli bir lineer fonksiyon olarak tanımlansa da yine de genellikle sadeleştirilmiş lineer olmayan bir operasyon olarak tanımlanır.

δ ve Y pozitif skalerler olmak üzere adım eşik fonksiyonu matematiksel olarak ;

$$f(x) = \begin{cases} +Y, & x > 0 \\ -\delta, & \text{d.d.} \end{cases}$$

Son eşik fonksiyon, sigmoid eşik fonksiyonu diğerleri içinde en yaygın olanıdır ve lineer olmayan artan bir fonksiyon olarak sınırlandırılmıştır.

$$s(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$$

Bu fonksiyon, karşımızda istatistikte (Gaussian dağıtım fonksiyonu), kimyada (katalitik reaksiyonlarını tanımlayan bir yapıda) ve sosyolojide (insan nüfus artışı tanımlayan bir yapıda) çıkmaktadır. Fonksiyon 0-1 arasında değişmektedir. Diğer sigmoid fonksiyonlar; hiperbolik tanjant $s(x) = \tanh(x)$ (-1 ile +1 arasında değişen değerleri ile) ve 0-1 değerleri arasında değişen arttırılmış kareler oranıdır.

$$f(x) = \begin{cases} x^2/(1+x^2), & x > 0 \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases} \quad \text{şeklinde ifade edilmektedir.}$$

3.6. TOPOLOJİK ÖZELLİKLER

YSA topolojileri işlem elemanları ile onları ilişkilendiren ağırlıklı bağlantı değerlerinin organizesi ile oluşur. Bu topolojilerin özellikleri bağlantı tiplerini, bağlantı düzenini ve tabaka konfigürasyonlarını içerir.

3.6.1. BAĞLANTI TIPLERİ

Ayırıcı ve engelleyici bağlantı tipleri olmak üzere iki çeşit temel bağlantı tipi kullanılmaktadır. Uyarıcı bağlantılar tipik olarak pozitif sinyaller tarafından temsil edilirler ve işlem elemanı etkileşim değerini artırır. Negatif sinyaller tarafından temsil edilen engelleyici bağlantılar ise işleme elemanı etkileşim değerini düşürür. Bu iki tip bağlantıyı birbirinden ayırmaya gerek yoktur, aksine, bir işlem elemanına bitişik olan bağlantıların bir bölümü negatif ağırlığa, diğer bir bölümü ise pozitif ağırlığa sahip olabilir.

3.6.2. BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

İşlem elemanı bağlama yöntemleri üç grupta toplanabilir;

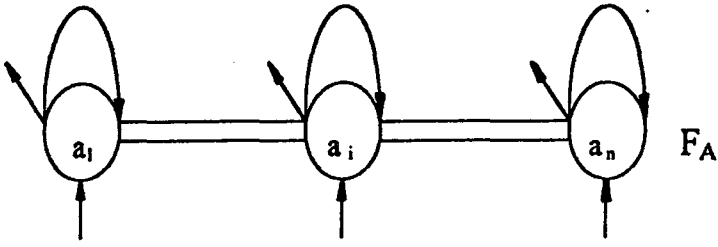
- Katman içi bağlantılar
- Katmanlar arası bağlantılar
- Döngü tipi bağlantılar

Katman içi bağlantılar, aynı işlem elemanları tabakasındaki, işlemelemanları arasındaki bağlantılardır. Farklı tabakalarda yer alan işlem elemanları arasındaki bağlantılarsa, katmanlar arası bağlantılar olarak ifade edilir. Döngü tipi bağlantılar ise aynı işlem elemanından çıkan bağlantıların yine aynı işlem elemanına dönüp geldiği tipteki bağlantılardır. Katmanlar arası bağlantı sinyalleri ileri-beslemeli ya da geri-beslemeli olmak üzere iki farklı tipte yayılır. İleri-beslemeli sinyal yayılımında, bilginin işlem elemanları arasında sadece tek bir yönde yayılması mümkündür. Geri-beslemeli yayılımında ise bilgi tek bir yönde yayılabileceği gibi döngü tipi ile yine aynı işlem elemanına geçebilir.

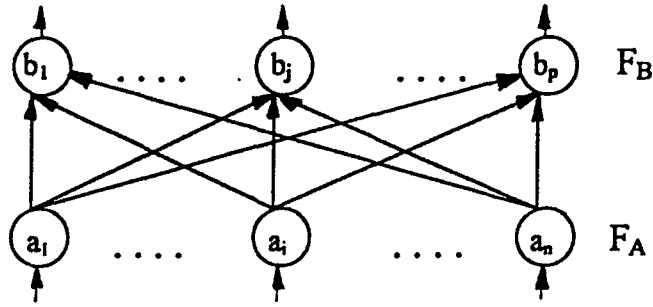
3.6.3. KATMAN KONFIGÜRASYONLARI

Katman konfigürasyonları, işlem elemanları katmanlarına bilgi akışını ve bağlantı yöntemlerini tek bir çatı altında birleştirir. Katman konfigürasyonları; geri-beslemeli, ileri-beslemeli ve yatay-beslemeli olmak üzere üç tiptedir. Girdi sinyallerini dış çevreden alan tabaka “girdi katmanı”, dış çevreye sinyal yayan tabaka ise “çıkı katmanı” olarak ifade edilir. Girdi katmanı ile çıkı katmanı arasında yer alan katman ya da katmanlar ise gizli katman(lar) olarak adlandırılır. Bu tür katmanların dış çevreyle bağlantıları yoktur ve her sinir ağı gizli katman içermek zorunda değildir. [13]. Şekil 3.1.(A-B-C-D) dört yaygın YSA topolojisini örneklemektedir. Şekillerde görülen her bir ok bir bilgi akışının yönünü ifade etmektedir. A bölümünde, yatay geri-beslemeli tek tabakalı bir YSA, B bölümünde, iki tabakalı (girdi & çıkı) ileri beslemeli bir YSA, C bölümünde, iki tabakalı geri-beslemelibir YSA ve son olarak da D bölümünde üç tabakalı (girdi, gizli ve çıkı katmanlı) ileri beslemeli bir YSA modeli görülmektedir.

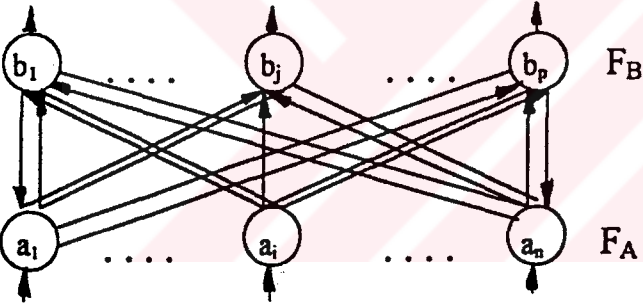
Şekil 3.1 (A) 'da görülen yatay geri-beslemeli tek katmanlı topolojinin eşdeğer bir topolojisi şekil 3.2 'te görülmektedir. Çapraz geçişli YSA (crossbar ANS) olarak adlandırılan bu yapı YSA 'nın hardware 'e geçişi için çok uygundur.



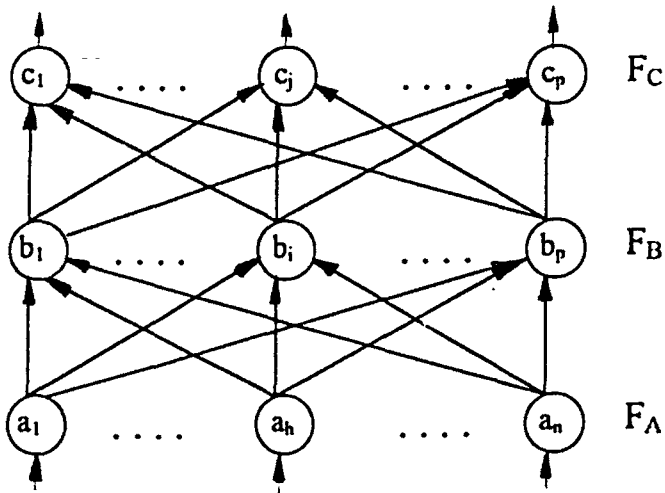
Şekil 3.1.(A): Yatay Geri Beslemeli bir YSA



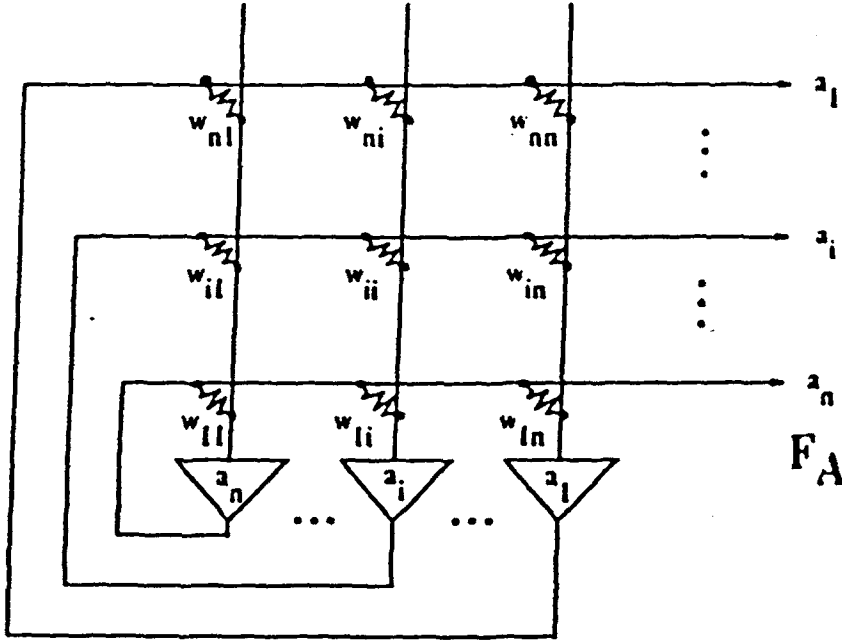
Şekil 3.1.(B): İki Tabakalı İleri Beslemeli bir YSA



Şekil 3.1.(C): İki Tabakalı Geri Beslemeli bir YSA



Şekil 3.1.(D): Üç Tabakalı İleri Beslemeli bir YSA



Şekil 3.2.: Çapraz Geçişli YSA

3.7. HAFIZA

3.7.1. DESEN TİPLERİ

YSA spatial desenler ve spatiotemporal desenler olmak üzere iki farklı tipte desen depolayabilirler. Spatial desen tek bir statik boyuttur. Spatiotemporal (uzay-zamanlı) desenler ise bir dizi spatial desenden oluşur. Uygun bir benzetme olarak; spatial desen bir filmin tek bir karesi olarak ifade edilebilirken, spatiotemporal desen filmin tamamı olarak düşünülebilir.

3.7.2. HAFIZA TİPLERİ

Rastsal erişimli hafıza (random access memory), içerik tabanlı hafıza (content-addressable memory) ve bileşik hafıza (associative memory) olmak üzere üç farklı tipte spatial desen eşleşme hafızası tanımlanabilir. Rastsal erişimli hafıza (RAM), günümüzde kullanılan bilgisayarlarda bulunmaktadır ve adresleri veri eşler. İçerik adresleme tabanlı hafıza (CAM) ise bazı bilgisayarlarda ve sinyal işleme cihazlarında yer alırken veriyi adreslere eşler. Veriyi veriye eşleyen hafıza tipi ise bileşik hafızadır. Eğer bir YSA bir CAM kullanıyor ise, veriyi

kararlı durumunda W hafıza matrisine depolar. Bileşik hafızayı kullanırken de, girdilerden hareket ederek çıktı cevaplarını sunar.

3.7.3. EŞLEŞME MEKANİZMALARI

YSA 'nın iki temel eşleşme mekanizması vardır ; oto-çağırışimli ve ayrık-çağırışimli eşleşme. Bir YSA 'nın hafızası (W) bilgiyi vektörler (desenler) $A_1, \dots, A_n$ şeklinde depoluyorsa bu ağ oto-çağırışimli, desen çiftleri $(A_1, B_1), \dots, (A_m, B_m)$ şeklinde depoluyorsa, ayrık çağırışimlidir, denir.

3.8. HATIRLAMA

Bir YSA 'nın bilgiyi $k=1,2,\dots,m$ olmak üzere (A_k, B_k) desen çiftleri şeklinde depoladığını varsayalım. Ayrık çağırışimli bu hatırlama mekanizması, W hafıza, A_k girdi değerlerini B_k çıktı değerlerine dönüştüren bir g fonksiyonu şeklinde tanımlanır. Bu ilişki, $B = g(A_k, W)$ eşitliği şeklinde ifade edilir. [13].

Bu ifade kullanılarak en-yakın komşu hatırlama ve interpolative hatırlama olmak üzere iki tip temel YSA hatırlama mekanizması tanımlanabilir. En-yakın komşu hatırlama uyarıcı ile en yakın eşleşen ve karşı gelen çıktıyı türeten depolanmış girdiyi bulur. Bu işlem ;

$\text{dist}(A', A_k) = \text{MIN}_{q=1}^m \{ \text{dist}(A', A_q) \}$ olduğu durumda (dait() Hamming veya Euclidian uzaklık fonksiyonu olmak üzere)

$B_k = g(A', W)$ eşitliği ile tanımlanabilir.

Interpolative hatırlama tek bir uyarı kabul eder ve karşı gelen çıktıyı üretmek için depolanan girdi kümesini bozar. Interpolasyonun doğrusal olduğunu kabul ederek;

$B' = g(A', W)$ eşitliği $A_p \leq A' \leq A_q$ ve $B_p \leq B' \leq B_q$ şartları altında (A_p, B_p) ve (A_q, B_q) gibi bazı desen çiftleri için yazılabilir.

3.9. ÖĞRENME

Öğrenme bağlantı ağırlıklarının değiştirilerek daha sonradan hatırlanabilecek bilginin depolanmasıdır. Öğrenme matematiksel olarak; $\text{Öğrenme} \equiv dW / dt \neq 0$ şeklinde tanımlanır.

Tüm öğrenme metodları eğitici öğrenme (supervised learning) ve eğitici öğrenme (unsupervised learning) olmak üzere iki ana kategoride toplanır. Eğitici öğrenme dışarıdan bir

eğiticiyi ve/veya tümsel bilgiyi dahil eden bir süreçtir. Eğitici öğrenme algoritmaları; stolastik öğrenme, takviyeli öğrenme, hata düzeltme öğrenmesi ve sıkı bağlı sistemlerdir.

Eğitici öğrenme,

Yapısal (Structural) öğrenme

Geçici (Temporal) öğrenme olarak iki alt kategoride toplanabilir.

Yapısal öğrenme, hafızaya uygun oto-çağırışimli & ayrık-çağırışimli eşleşmeleri kodlar. Bu bir anlamda her desen çifti için eniyi girdi-çıkı ilişkisini bulmakla ilgilidir. Geçici öğrenme ise hafızaya son çıktıları gerçekleştirmek için gerekli desen sırasını kodlar. Bu noktada, ağırlık o anki cevabı; bir önceki girdilere ve cevaplara bağlıdır.

Eğitici öğrenme, diğer adıyla kendi kendine öğrenebilen algoritmalar harici bir eğiticiye gerek duymaksızın işleyen, yerel bilgilere ve dahili bir kontrole bağlı olarak çalışan algoritmalar. Eğitici öğrenme sunulan veriyi düzenleyerek ortak özelliklerini ortaya çıkarır. Tüm bu öğrenme algoritmalarına çalışmamızın ileriki bölümünde değinilecektir.

3.9.1. HATA DÜZELTME ÖĞRENMESİ

Hata düzeltme öğrenmesi, eğitici öğrenme yöntemlerinden bir tanesidir. Bu tip öğrenme, çıktı katmanındaki her bir işlem elemanının hesaplanan değerleri ile istenilen değerler arasındaki fark oranına göre bağlantı ağırlıklarını ayarlayan bir yöntemdir. C_j , çıktı katmanındaki j 'inci işlem elemanının istenilen değeri, b_j ise aynı işlem elemanının hesaplanan değeri olmak üzere; bağlantı ağırlığı W_{ij} 'deki değişim için genel eşitlik;

$\Delta W_{ij} = \alpha a_i [c_j - b_j]$ olarak ifade edilir. Bu eşitlikte α , $0 < \alpha < 1$ olan öğrenme oranı ve w_{ij} a_i 'den b_j 'ye olan hafıza bağlantı ağırlığı olarak tanımlanır.

İki katmanlı hata düzeltme öğrenmesi ve çok katmanlı hata düzeltme öğrenmesi olmak üzere iki farklı tipte yapıdan söz edilebilir. İki katmanlı hata düzeltme öğrenmesi, girdi ve çıktılar arasındaki doğrusal eşleşmeleri yakalayabilirken, çok katmanlı hata düzeltme öğrenmesinde girdi ve çıktılar arasındaki doğrusal olmayan eşleşmeler yakalanabilmektedir.

3.9.2. TAKVİYELİ ÖĞRENME

Takviyeli (teşvik) öğrenme bir anlamda hata düzeltme öğrenmesine benzerdir. Bu tip öğrenmede istenilen çıktılara yönelik uygun olarak gerçekleştirilen eylemlerde ağırlıklar teşvik edilirken, negatif yöndeki eylemlerde cezalandırılmaktadır. Hata düzeltme öğrenmesi ile

takviyeli öğrenme arasındaki fark; hata düzeltme öğrenmesinde çıktı katmanındaki herbir işlem elemanı için bir hata değerine ihtiyaç duyulmasıdır. Bu tip öğrenmede, hata değerleri bir vektör olarak sisteme dahil edilir. Oysa takviyeli öğrenme çıktı katmanının performansını tanımlayacak tek bir skaler hata değerine (Widrow, Gupta & Maitra, 1973; Williams, 1986) ihtiyaç gösterir. 1987 'de Williams genel bir takviyeli öğrenme eşitliği tanımlamıştır;

$$\Delta W_{ij} = \alpha [r - \theta_j] * e_{ij}$$

Eşitlikte r çevreden sağlanan bir başarı / başarısızlık skaleri, θ_j j'inci çıktı işlem elemanı için bir teşvik değeri, $0 < \alpha < 1$ olmak üzere α öğrenme oranını kontrol eden bir sabit ve e_{ij} i 'inci işlem elemanından j 'inci işlem elemanına tanımlanan seçilebilir bir ağırlık değeridir.

İşlem elemanı i ile işlem elemanı j arasında tanımlanan e_{ij} değeri, hesaplanan çıktı değerinin istenilen çıktı değerine eşit olup olmadığını belirlemek için kullanılan önceden seçilmiş bir olasılık dağılımına bağlıdır.

$e_{ij} = \partial \ln g_i / \partial w_{ij}$ g_i : istenilen çıktı ile hesaplanan çıktının eşitliğinin olasılığı.

b_j : j 'inci işlem elemanının hesaplanan değeri.

c_j : j 'inci işlem elemanının istenilen değeri.

w_j : b_j : j 'inci işlem elemanı ile ilişkili ağırlık vektörü.

A : j 'inci çıktı işlem elemanının girdi vektörü, şeklinde tanımlanmaktadır.

3.9.3 STOKASTİK ÖĞRENME

Stokastik öğrenme, hafıza bağlantı ağırlıklarını (Ackley, Hinton & Sejnowski, 1985; Szu, 1986a) ayarlamak için rassal süreçler, olasılık ve bir enerji ilişkisi kullanır. Stokastik öğrenme, bir ağırlık değişimi oluşturur, değişimden sonra yaratılan bileşke enerjisini belirler ve aşağıdaki kriterlere göre ağırlıktaki değişimi korur.

(1) Rassal ağırlık değişiminden sonra YSA enerjisi düşük ise, değişimi kabul et,

(2) Eğer rassal ağırlık değişiminden sonra YSA enerjisi düşük değil ise, daha önceden seçilen olasılık dağılımına göre değişimi kabul et,

(3) Diğer durumlarda ise değişimi reddet.

Daha yüksek enerjili durumların olasılıksal kabulü, enerjide bir anlık yükselmeye neden olmasına rağmen, yapay sinir ağına daha derin bir enerji minimumu lehine, yerel enerji minimumlarından kaçma imkanı vermektedir. Tavlama benzetiminde (Kirkpatrick, Gelatt ve

Vecchi, 1983) bulunan bu öğrenme süreci, olasılıksal olarak kabul edilen daha yüksek enerjili durumların sayısını yavaşça azaltan bir sıcaklık parametresi ile düzenlenmiştir. [13].

3.9.4 SIKI BAĞLI SİSTEMLER

Sıkı bağlı sistemler bağlantıları ve ağırlıkları önceden belirlenmiş olan YSA modelleridir. Bazı YSA 'ları dilin anabilimini görüntüyü, beyindeki kavramları işaret etmek için yapılandırılmıştır. Sinirsel optimizasyon ağları en çok ilgi gören sıkı bağlı sistemlerdir. Sinirsel optimizasyon, en küçüklendiğinde kısıtsız bir optimizasyon problemini çözen bir maliyet fonksiyonunun tasarlanmasıyla çalışmaktadır. Enerji fonksiyonunun bir eşik değerleri kümesine çekilmesiyle, YSA paralel bir eniyileyici (optimizer) olur. Problemin başlangıç değerleri verildiğinde, ağ kararlı bir sonuca ulaşacaktır. Bu teknik, çizelgeleme, ortalama ve kaynak optimizasyonunu da içeren geniş bir problem dizisine uygulanmıştır.

Sıkı bağlı ağların diğer iki tipi de, çığ eşleşmeli filtre (avalanche matched filter) ve olasılıksal YSA 'dır. Bu ağlar, veri desenleri birim uzunluğa normalize edildikleri ve bağlantı ağırlıkları olarak kullanıldıkları için, sıkı bağlı sistemler olarak düşünülmektedirler. Uyumlu bir öğrenme yöntemleri olmamasının yanı sıra, bu YSA 'nın her biri kendi başlarına güçlü ve etkindirler.

BÖLÜM 4 : YAPAY SİNİR AĞLARI GT UYGULAMALARI

4.1. GİRİŞ

Yapay sinir ağlarının sınıflandırma konusunda kullanılmaya başlanması, grup teknolojisi parça-makina kümelenendirme yöntem literatürünün zenginleşmesini sağlamıştır. Bu bölümde, hücreler arası parça hareketlerini minimize eden eğitici-siz öğrenme modellerinden iki yaklaşıma yer verilecektir.

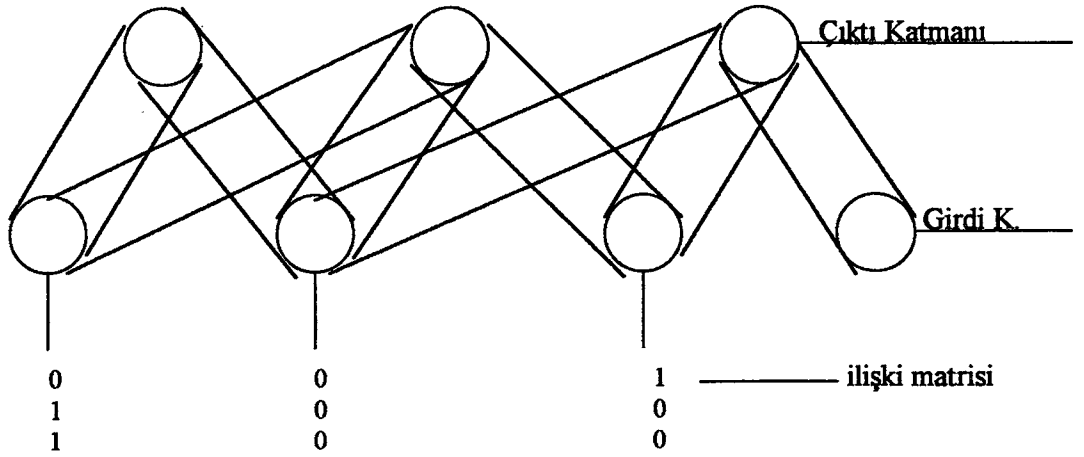
Kaparthi, Suresh ve Cervený '93 Yöntemi (KSC 93) Bölüm 5 'de bu tezde gerçekleştirilen uygulamanın ikinci evresinde kullanılacaktır.

4.2. CARPENTER - GROSSBERG SİNİR AĞI MODELİ VE KS92

Eğitici-siz öğrenme modellerinden olan C-G YSA 'da girdi vektörleri ardışık olarak dış çevreden sisteme sunulduğunda, ağ bu verileri benzerliklerine dayanarak değişik sınıflara ayırır. Herbir sınıf bir örnek vektör ile temsil edilir. İlk vektör girildikten sonra bu vektör örnek vektör olarak algılanır ve örnek vektöre benzeyen yeni vektörler girildikçe örnek vektör güncelleştirilir.

C-G yapay sinir ağı girdi ve çıktı katmanları olmak üzere iki katman içermektedir. Girdi vektöründeki eleman sayısı tüm parçalar için gereken toplam tezgah sayısına eşittir. Bu durumda, girdi katmanında kullanılması gereken sinir hücresi sayısı kullanılan toplam tezgah sayısıdır (parçalar satır, tezgahlar sütun olarak düşünülüyor iken). Girdi katmanında yer alan tüm sinir hücreleri çıktı katmanındaki tüm sinir hücrelerine aşağıda yukarı ve yukarıdan aşağı ağırlıklandırılmış bağlantılar ile bağlıdır. Çıktı katmanındaki, sinir hücrelerinin çıktısı girdi vektörünün sınıfını belirler. Buna göre, çıktı katmanında gereken sinir hücresi sayısı, girdi vektörünün ait olabileceği maksimum beklenen sınıf sayısına karşılık gelir. Çıktı katmanının çıktıları ayrıca girdi katmanına geri beslenmektedir. C-G YSA 'nın başlıca bileşenleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Modelin işleme mantığı kısaca şöyle açıklanabilir; Sinir ağı modeline ilk veri bir satır vektörü şeklinde beslendiğinde ilk küme için örnek vektör olarak atanır.



Şekil 4.1 :Carpenter Grossberg Yapay Sinir Ağı.

Çıktı katmanındaki ilk sinir hücresinin bu sınıfı benimsemesi sağlanır. Bu örnek vektör, söz konusu sinir hücresine bağlı ağırlıklarla temsil edilir. Bundan sonraki, girdi vektörü ağı beslenir, eğer beslenen vektör daha önceden karar verici tarafından tespit edilen belirli bir eşik değerinin altında kalıyorsa ilk kümeye alınır ve ilk kümenin örnek vektörü yeni girilen vektöre göre güncelleştirilir. Ancak, daha sonra girilen vektör yukarıda belirtilen bu eşik değerini (threshold) aşıyor ise, bu vektör ilk girilen vektöre operasyonel açıdan istenilen derecede benzemiyor denir ve bu vektör yeni bir yeni bir kümenin örnek vektörü olur ve çıktı katmanındaki ikinci sinir hücresine atanır. Daha sonra da matrisin diğer vektörleri sırasıyla ağı beslenerek süreç aynı mantık çerçevesinde işletilir. [14]. Algoritmanın adımları aşağıdadır;

ALGORİTMA:

Adım 1 : Aşağıdan-yukarı ve yukarıdan-aşağı bağlantı ağırlıklarını başlangıç duruma getir.

Benzerlik seviyesini temsil eden Ω eşik değerini seç.

Tüm girdi, $i = 0, 1, \dots, (N-1)$ ve tüm çıktı, $j = 0, 1, \dots, (M-1)$ düğümleri için ;

Yukarıdan-Aşağı Bağlantı Ağırlıkları : $t_{ij}(0) = 1$

Aşağıdan-Yukarı Bağlantı Ağırlıkları : $b_{ij}(0) = 1 / (1+N)$

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

$M = \{ \text{max. sınıf sayısı, parça sayısı} \}$

$N = \{ \text{Gereken makina tipi sayısı.} \}$

Adım 2 : 0-1 X_i elemanlarından oluşan yeni girdi vektörü X 'i ağı besle.

Adım 3 : Eşleşme puanlarını hesapla.

Herbir çıktı sinir hücresi j için μ_j çıktısı

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

olarak hesaplanır.

Adım 4 : Maksimum çıktı değerine sahip sinir hücresini θ seç (eniye eşleşen örneği).

$$\mu_\theta = \max \{ \mu_j \}$$

Diğer tüm sinir hücrelerinin çıktıları sıfırlanır. Eğer birbirine eşit bir ya da daha fazla maksimum değer var ise küçük j 'yi seç.

Adım 5 : Eniye eşleşen örneğin benzerliğinin test edilmesi.

$$||X|| = \sum x_i = \text{girdi vektöründeki birlerin sayısını hesapla.}$$

$$||T^*X|| = \sum t_{i\theta} * x_i = \text{girdi vektörü ve eniye eşleşen örnekteki tam çakışan birlerin sayısını hesapla.}$$

$$\text{Eğer benzerlik; } \frac{||T^*X||}{||X||} > \Omega$$

ise Adım 7'ye, diğer durumlarda Adım 6 'ya git.

Adım 6 : Eniye eşleşen örneği geçici olarak geçersiz kıl. Adım 4 'te seçilen eniye eşleşen 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 : Eniye eşleşen örneği güncelleştir.

$$t_{i\theta}(t+1) = t_{i\theta}(t) * x_i$$

$$b_{i\theta}(t+1) = t_{i\theta}(t) * x_i / 0.5 + \sum t_{i\theta}(t) * x_i$$

Adım 8 : Adım 6 'da geçersiz kılınan sinir hücrelerini geçerli hale getirerek Adım 2 'ye git ve tekrarla.

Eşik değeri Ω 'nın kümelendirme performansı üzerindeki etkisi önemlidir. Bu değerın yüksek seçilmesi parça ailesinde yer alan parçaların (ya da makina hücrelerinde yeralan makinaların) benzerliğinin yüksek düzeyde isteniyor olması, anlamına gelir. Bu ise, grup sayısının artması sonucunu doğuracaktır. Algoritmanın daha rahat anlaşılması için aşağıdaki örneği inceleyelim.

		<u>Makina Tipi</u>		
	<u>Parça</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	<u>0</u>	1	1	0
	<u>1</u>	1	0	1
	<u>2</u>	0	0	1

Yukarıda görülen örnek makina-parça matrisinde yer alan makina sayısı üç olduğundan, girdi katmanı üç sinir hücresinden oluşur. Matriste yeralan max. parça vektörü sayısı üç olduğundan en yüksek benzerlik düzeyinde bile, max. sınıf sayısı üç olacaktır. Buna göre, çıktı katmanı içinde max. sinir hücresi sayısı üç olacaktır.

Eşik değeri 0.5 seçilerek ;

Yukarıdan aşağı bağlantı ağırlıkları; (t_{ij})

	<u>j:</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	<u>0</u>	1	1	1
<u>i</u>	<u>1</u>	1	1	1
	<u>2</u>	1	1	1

$$t_{ij}(0) = 1$$

Aşağıdan yukarı bağlantı ağırlıkları; (b_{ij})

	<u>j:</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	<u>0</u>	(1/4)	(1/4)	(1/4)
<u>i</u>	<u>1</u>	(1/4)	(1/4)	(1/4)
	<u>2</u>	(1/4)	(1/4)	(1/4)

$$b_{ij}(0) = 1/(1+N)$$

Başlangıçta ağırlık vektörleri [1 1 1] doğrultusundadır. İlk girdi vektörü [1 1 0] modele beslenirse μ_j değerleri şu şekilde hesaplanır.

$$\mu_j = \sum b_{ij}(t) * x_i \text{ şeklinde ifade edilmiştir. Buna göre ;}$$

$$\mu_0 = 1 * (1/4) + 1 * (1/4) + 0 * (1/4) = 1/2$$

$$\mu_1 = 1 * (1/4) + 1 * (1/4) + 0 * (1/4) = 1/2$$

$$\mu_2 = 1 * (1/4) + 1 * (1/4) + 0 * (1/4) = 1/2$$

Yukarıdaki değerler b_{ij} elemanlarından oluşan (3×3) matrisi ile x_i elemanlarından oluşan X $(1,1,0)$ vektörü çarpılarak elde edilmiştir. Hesaplanan tüm μ değerleri aynı olduğundan ilk sınır hücresi seçilir. (Adım 4). Adım 5 'te ise, ilk örnek vektörün girdi vektörü ile benzerliğinin testi aşaması vardır.

$$||X|| = \text{Girdi vektöründeki birlerin sayısı} = 2.$$

$$||T^*X|| = \text{Girdi ve örnek vektördeki tam çıkan birlerin sayısı} = 2.$$

Benzerlik oranı $= 2/2 = 1$ olarak hesaplanır.

Bu değer başlangıçta seçilen eşik değeri $\Omega = 0.5$ 'ten büyüktür. Buna göre, girdi vektörü ilk sınıfa (sınıf 0) alınır ve bu yeni sınıfın örnek vektörü (ilk sütun) güncelleştirilir, (Adım 7), ağırlık vektörünün doğrultusu değişir.

Yukarıdan aşağı bağlantı ağırlıkları; (t_{ij})

i	j :	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	0	1	1	1
1	1	1	1	1
	2	0	1	1

Aşağıdan yukarı bağlantı ağırlıkları; (b_{ij})

i	j :	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	0	(1/2.5)	(1/4)	(1/4)
1	1	(1/2.5)	(1/4)	(1/4)
	2	0	(1/4)	(1/4)

$$b_{ij}(0) = 1/(1+N)$$

Benzer şekilde diğer iki girdi de sırasıyla ağa beslenir ve ağırlık matrisi aşağıdaki şekli alır.

Yukarıdan aşağı bağlantı ağırlıkları; (t_{ij})

i	j :	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	0	1	0	1
1	1	1	0	1
	2	0	1	1

Aşağıdan yukarı bağlantı ağırlıkları; (b_{ij})

i	j :	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
	0	(1/2.5)	0	(1/4)
1	1	(1/2.5)	0	(1/4)
	2	0	(1/1.5)	(1/4)

Görüldüğü gibi iki sütun değişikliğe uğramış ve sonuçta iki sınıf elde edilmiştir. Birinci grup, (0-1) makinalarını talep ederken, ikinci grup içinde (0-2) makinalarına ihtiyaç vardır. Bu anlamda, her iki grup tarafında da talep edilen 0 nolu makinadan iki taneye gereksinim vardır.

Geliştirilen yapay sinir ağı modeli ilişki matrisinin tümünü hafızada tutmaya gereksinim duymaz. Her adımda sadece bir satır vektörü modele işlenir. Yapay sinir ağlarının paralel bilgi işleme yetenekleri işlem zamanlarını oldukça azaltmaktadır ki, bu modellere duyulan bu yoğun ilginin temelinde yatan faktörlerden bir tanesi de budur.

4.3. KAPARTHI, SURESH & CERVENY '93 YÖNTEMİ, KSC93

ALGORİTMA:

Adım 1 : Aşağıdan-yukarı ve yukarıdan-aşağı bağlantı ağırlıklarını başlangıç duruma getir.

Benzerlik seviyesini temsil eden Ω eşik değerini seç.

Tüm girdi, $i = 0, 1, \dots, (N-1)$ ve tüm çıktı, $j = 0, 1, \dots, (M-1)$ düğümleri için ;

Yukarıdan-Aşağı Bağlantı Ağırlıkları : $t_{ij}(0) = 1$

Aşağıdan-Yukarı Bağlantı Ağırlıkları : $b_{ij}(0) = 1 / (1+N)$

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

$M = \{ \text{max. sınıf sayısı, parça sayısı} \}$

$N = \{ \text{Gereken makina tipi sayısı.} \}$

Adım 2 : 0-1 X_i elemanlarından oluşan yeni girdi vektörü X 'i ağa besle.

Adım 3 : Eşleşme puanlarını hesapla.

Herbir çıktı sinir hücresi j için μ_j çıktısı

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

olarak hesaplanır.

Adım 4 : Maksimum çıktı değerine sahip sinir hücresini θ seç (eniye eşleşen örneği).

$$\mu_\theta = \max \{ \mu_j \}$$

Diğer tüm sinir hücrelerinin çıktıları sıfırlanır. Eğer birbirine eşit bir ya da daha fazla maksimum değer var ise küçük j 'yi seç.

Adım 5 : Eniyi eşleşen örneğin benzerliğinin test edilmesi.

$$||X|| = N - \sum x_i = \text{girdi vektöründeki sıfırların sayısını hesapla.}$$

$||T * X|| = \sum (1 - t_{i\theta}) * (1 - x_i) = \text{girdi vektörü ve eniyi eşleşen örnekteki tam çakışan sıfırların sayısını hesapla.}$

$$\frac{||T^*X||}{||X||} > \Omega$$

Eğer benzerlik;

ise Adım 7'ye, diğer durumlarda Adım 6 'ya git.

Adım 6 : Eniyi eşleşen örneği geçici olarak geçersiz kıl. Adım 4 'te seçilen eniyi eşleşen sınır 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 : Eniyi eşleşen örneği güncelleştir.

$$t_{i0}(t+1) = t_{i0}(t) * x_i$$

$$b_{i0}(t+1) = t_{i0}(t) * x_i / 0.5 + \sum t_{i0}(t) * x_i$$

Adım 8 : Adım 6 'da geçersiz kılınan sınır hücrelerini geçerli hale getirerek Adım 2 'ye git ve tekrarla.

Yukarıda görülen algoritma gerçekte Kaparathi ve Suresh, 1992 'nin modifiye edilmiş şeklidir. [Kaparathi, Suresh ve Cerveny '93] ve bu değişikliğe neden gerek duyulduğu ve aşamalar aşağıda adım adım açıklanmaktadır. [14].

Tablo 4.1: Başlangıç Makina Parça Birim Matrisi.

	Makinalar								
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<u>1</u>	1	1	1	.	.	.	.	.	.
<u>2</u>	1	1	1	.	.	.	.	.	.
<u>3</u>	1	.	1	.	.	.	.	.	.
Parçalar <u>4</u>	.	.	.	1	1	1	.	.	.
<u>5</u>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<u>6</u>	.	.	.	1	1	1	.	.	.
<u>7</u>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<u>8</u>	.	.	.	.	.	.	1	1	1
<u>9</u>	.	.	.	.	.	.	1	1	1

Yukarıda görülen parça - makina birim matrisinde, "1" 'ler ilgili makinanın ilgili parçayı işlemede kullanıldığını, "." (sıfırların yerine bu notasyon kullanılmıştır.) ise kullanılmadığını ifade eder. Ele alınan birim matris, üç diyagonal bloğa gruplanabilen dokuz makina ve dokuz parçadan oluşmaktadır. Matriste yer alan satır ve sütunlar rassal karıştırılmış ve aşağıdaki matris elde edilmiştir bu matrsten yola çıkılarak yaklaşım uygulanacak ve etkinliği daha rahat yorumlanabilecektir.

Tablo 4.2: Rassal Makina-Parça Birim Matrisi.

		Makinalar								
		<u>6</u>	<u>3</u>	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>
Parçalar	9	.	.	1	.	.	1	1	.	.
	4	1	.	.	.	1	.	.	1	.
	1	.	1	.	1	.	.	.	.	1
	5	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	8	.	.	1	.	.	1	1	.	.
	2	.	1	.	1	.	.	.	.	1
	3	.	1	.	1	.	.	.	.	.
	6	1	.	.	.	1	.	.	1	.
	7	.	.	.	.	.	.	1	.	.

KS92 modelinde hücre sayısını temsil eden çıktı katmanındaki sinir hücresi adedi önceden sütun sayısına eşit olmakta idi. KSC93 'te ise bu adedin belirlenmesi kullanıcıya bırakılmıştır. Böylelikle kullanıcı, max. sınıf sayısını (çıkış sinir hücresi adedi) kendisi içerisinde bulunduğu imalat sisteminin kriterlerine göre belirleyebilecektir. Böylelikle ağ büyük bir işlem yükünden kurtulmaktadır.

Modifiye edilen bu yöntemde bir diğer özellikte, başlangıç ilişki matrisinin revize edilerek ağa beslenmesidir. Bir diğer deyişle, "1" 'ler yerine "0", "0" 'lar yerine ise "1" yazılmaktadır. Bu işlem matris yoğunluğunu arttırmakta ve yöntemin performansını yükseltmektedir.

KS92 'nin bir dezavantajı ise, daha kısa bir girdi vektörüne cevap olarak, örnek vektörü kısaltmaktadır. Bu da daha sonraki adımlarda karşılaşılan, bu sınıfın daha önceki vektörlerine benzer vektörlerin bu sınıfa dahil edilmesini engelleyerek kümelendirmenin performansını düşürmektedir. Örneğin, yukarıdaki satır ve sütunları karıştırılmış olan vektör KS92 ağma beslendiğinde, kümelendirme sonucu olarak, Tablo 4.4' te ki matris elde edilmektedir. Görüldüğü gibi 6 nolu parçanın sahip olduğu girdi vektörü ile 4 nolu parçanın sahip olduğu girdi vektörü aynı olmasına rağmen, 5 nolu parça vektörünün 1 nolu sınıfın örnek vektörünü kısaltmış olması sebebiyle, bir dördüncü sınıf gibi kümelendirilmiştir. Ağın bu matrise verdiği cevapları içeren Tablo 4.3' de bu etkin olmayan kümelendirmenin nasıl oluştuğu görülmektedir. Elde edilen sınıf sayısı 4 olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.3: KS92 Ağının Örnek Probleme Verdiği Cevaplar Başlangıç Birim Matris

Parça	Girdi Vektörü	Seçilen		Örnek Vektörler		
		Sınıf	Sınıf 0	Sınıf1	Sınıf2	Sınıf 3
—	Başlangıç	—	111111111	111111111	111111111	111111111
9	001001100	0	001001100	111111111	111111111	111111111
4	100010010	1	001001100	100010010	111111111	111111111
1	010100001	2	001001100	100010010	010100001	111111111
5	000000010	1	001001100	000000010	010100001	111111111
8	001001100	0	001001100	000000010	010100001	111111111
2	010100001	2	001001100	000000010	010100001	111111111
3	010100000	2	001001100	000000010	010100000	111111111
6	100010010	3	001001100	000000010	010100000	10001001
7	000000100	0	000000100	000000010	010100000	10001001

Örnek problem için KS92 'nin çözümü aşağıdadır;

Tablo 4.4: Çözüm Matris

	Makinalar											
	<u>7</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>6*</u>	<u>5*</u>	<u>4*</u>
9	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1

Yukarıda ki örnekten de anlaşıldığı gibi, gruplama performansı düşüktür ve daha kısa bir girdi vektörüne cevap olarak, örnek vektörün kısalması önlenmelidir. Daha sonra, örnek vektörün büyüterek blok için bir kompozit vektör olabilmesi için, benzer ve daha uzun girdilerden yeni elemanları absorbe etmesi istenmektedir. “0” ve “1” ‘lerin reverse edilmesi, örnek vektörün hem kısalmasını önlemekte, hem de kompozit vektöre büyümesini sağlamaktadır. Ayrıca algoritmanın beşinci adımında gerçekleştirilen çevrimden dolayı bir değişime gidilmek zorunda kalınacaktır.

Algoritmanın işleyişi esnasında, bir örnek vektör T 'ye belirli bir Ω sınırları dahilinde benzer olduğu bulunmuş yeni bir X girdi vektörünü ele alalım. Şimdi üzerinde duracağımız dört durumda da sıfırların ve birlerin revize edilmesiyle, bu uygulamanın nasıl her durumda eniyi çözüme gittiğini inceleyeceğiz.

DURUM 1 : Girdi örnek vektörle birebir eştir. ($T = X$). Bu durumda, girdi eniyi eşleşen örneğin sınıfı altında yer alır ve örnek vektör değişmeden kalır. Rakamların reverse olup olmaması ise hiçbirşeyi değiştirmeyecektir.

DURUM 2 : $T \neq X$, $||T|| < ||X||$ ve $T \subseteq X$, olduğu durumdur. Örnek vektördeki birlerin sayısı girdi vektöründeki birlerin sayısından daha düşüktür. Girdi vektörü örnek vektörü tamamen içerir. Örnek vektörün girdi vektörünün elemanlarının tamamını absorbe etmesi istenir. Bu olay ise her zamanki notasyon ile gerçekleşmeyecektir. Örneğin, izleyen iki vektör verilmiş olsun.

Girdi vektörü ; $T = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$ ve Örnek vektörü ; $X = [1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$,
örnek vektör, KS92 'nin yedinci adımında güncelleştirildikten sonra aynı kalır:

$$T = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$$

Oysa, reverse notasyonda, aşağıdaki sıra meydana gelir:

$$T' = [0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1] \quad \text{ve} \quad X' = [0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1].$$

Örnek vektör, $T' = [0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1]$ olarak güncelleştirilir ve bunun her zamandaki notasyondaki karşılığı $T = [1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$ 'dır. Yeni(ikinci) elemanın T 'ye absorbe edildiği görülmektedir.

DURUM 3 : $T \neq X$, $||T|| > ||X||$ ve $X \subseteq T$, olduğu durumdur. Örnek vektördeki eleman sayısı girdi vektöründeki eleman sayısından büyüktür. Girdi vektörü, Ω sınırları dahilinde benzer olduğu bulunan örnek vektörü tarafından tamamen içerilmektedir. Örnek vektörün, kısalmadan, aynı kalması istenmektedir. Aşağıdaki iki vektör ağı beslendiğinde ;

Girdi vektörü ; $T = [1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$ ve Örnek vektörü ; $X = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$,
örnek vektör, KS92 'nin yedinci adımında güncelleştirildikten sonra,
 $T = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$,

vektörüne kısalmaktadır. Ancak reverse notasyonda, aşağıdaki sıra meydana gelir ,

$$T' = [0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1] \quad \text{ve} \quad X' = [0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1].$$

Örnek vektör, $T' = [0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1]$ olarak güncelleştirilir ve bunun her zamanki notasyondaki karşılığı $T = [1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$ 'dır. Böylece, T değişmeden aynı kalır.

DURUM 4 : $T \neq X$, $\|T\| = \|X\|$, olduğu durumdur. Bu durumda örnek vektör ve girdi vektörü benzerdir fakat aynı değildir ve her iki vektörde yer alan eleman sayısı eşittir. Örnek vektörün, mevcut elemanlarını kaybetmeden, sadece yeni elemanları absorbe etmesi istenir. İzleyen iki vektör verildiğinde ;

Girdi vektörü ; $T = [1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$ ve Örnek vektörü ; $X = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$,
örnek vektör KS92 'de yedinci adımda güncelleştirildikten sonra,

$$T = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0]$$

vektörüne kısalmaktadır. Reverse notasyonda ise izleyen sıra oluşur ;

$$T' = [0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1] \quad \text{ve} \quad X' = [0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1].$$

Örnek vektör, $T' = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1]$ olarak güncelleştirilir ve bunun her zamanki notasyondaki karşılığı $T = [1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0]$ 'dır. Görüldüğü gibi, T , hiçbir mevcut elemanını kaybetmeden yeni elemanı absorbe etmiştir.

Bu uygulamalarda açıkça izlendiği gibi, sadece sıfırların ve birlerin reverse edilmesiyle algoritmanın etkinliği önemli ölçüde artmaktadır. Bunun yanında Adım 5 'te de ek bir değişikliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Bu değişimi basit bir örnekte işleyelim.

Altı eşit boyutlu bloğa bölünmüş, 60 makina tipi olan büyük bir veri kümesi ele alalım. İzleyen örnek (1) ve girdi vektörünü (2) ele alalım.

1. 1111111111 0000000000 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111
2. 1111111111 1111111111 0000000000 1111111111 1111111111 1111111111

Reverse notasyondan dolayı, örnek vektör ikinci blokla ilişkili iken, girdi vektörü de üçüncü bloğa tekabül etmektedir. Bu iki vektörün farklı oldukları aşîkardır; fakat KS92 algoritmasının beşinci adımında benzerlik katsayısı 0.8 olarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Benzerlik} = \frac{\|T * X\|}{\|X\|} = \frac{\text{Çakışan "1" lerin sayısı}}{\text{Girdideki "1" lerin sayısı}} = \frac{40}{50} = 0.8$$

BÖLÜM 5 : İKİ EVRELİ BİR KÜMELENDİRME YAKLAŞIMI VE YÖNTEMİN UYGULAMASI.

5.1. GİRİŞ

Hücreyel imalat sistemlerinde, makina hücreleri ve parça aileleri oluşturma konusunda etkin birçok algoritma ve yaklaşım geliştirilmiştir. Özellikle yapay sinir ağlarının sınıflandırma konusunda kullanılmasıyla birlikte bu alandaki gelişmeler gözle görülür bir hız kazanmıştır. İmalat sistemleri makina hücreleri şeklinde yeniden düzenlenirken araştırmacıların ve yönetimin üzerinde durduğu en önemli noktalardan bir tanesi de mümkün olduğunca birbirinden bağımsız alt sistemler yaratmaktır. Bu da makina hücreleri arası parça hareketlerini minimize etmekle mümkün olacaktır.

Bu anlamda, yapay sinir ağları bazlı geliştirilen en etkin yaklaşımlardan biri Carpenter - Grossberg sinir ağı modelidir. (Yaklaşımın ayrıntı açıklaması bölüm 4.3. 'te verilmiştir.) Kaparthi ve Suresh (1992) de, parça-makina gruplama problemi için bu sinir ağı modelini kullanmışlardır. Bu sinir ağı modeli, diğer birçok yaklaşım gibi 0-1 parça-makina matrisini kullanır. Modele veriler birer satır vektörü olarak girilir. Model ileriki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanacağı üzere, girdi desenlerini işleyerek benzer özelliklerine bir sınıflandırmaya gider. Ancak model, makina hücrelerini ve/veya parça ailelerini oluştururken kapasite, alternatif rota ya da operasyon sırası gibi belki de sistemin yapısını tümünden etkileyecek çok önemli kriterleri gözönünde bulunduramamaktadır. İşte bu çalışma, bu eksiklikleri giderecek ya da bu yönde ışık tutacak daha etkin bir yöntem, algoritma veya yaklaşım geliştirme çabası içerisinde yapılandırılmıştır.

T.Warren LIAO yukarıda açıklanan kriterleri baz alan bir çok evrelî yaklaşım geliştirmiştir. Yaklaşımın ilk evresi, operasyon maliyetlerini minimize eden eniyi parça rotasını kapasiteyi de gözönünde bulundurarak seçen bir tamsayılı programlama modelidir. Tamsayılı programlama modelinden elde edilen eniyi (operasyon maliyetleri açısından) parça rotası yaklaşımın ikinci evresinde; 0-1 parça-makina matrisi olarak yapılandırılır ve ART1 sinir ağı

modeline girilerek hücreler arası hareketleri minimize eden imalat sistemine en uygun hücrelere ulaşılmaya çalışılır.[15].

Yapılan bu çalışmada, LIAO 'nun geliştirdiği tamsayıli programlamlama modelinde kullandığı maliyet seçim kriteri yeniden yapılandırılarak, bir cam kalıp fabrikasında yaklaşımın uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu fabrikada makina hücreleri oluşturmada kullanılan başka bir yöntemle ayrıntılı karşılaştırmasına yer verilmiştir.

5.2. 0-1TAMSAYILI PROGRAMLAMA MODELİ

Operasyon maliyetlerini minimize eden eniyi parça rotalarını belirlemek için, parça-rota seçim problemi bir 0-1 tamsayıli programlama modeli olarak formülize edilmiştir. Parçaların üretim hacimleri ve makina kapasiteleri gözönünde bulundurulmaktadır. Bir parçanın herbir operasyonunun ilgili makinalarda gerçekleştirmek için gerekli operasyon maliyetleri belirlenmek zorundadır. Kullanılan notasyon şu şekildedir;

m : makina

o : operasyon

k : parça

p : proses planı

$$\text{Operasyon Maliyeti} = C_{mo} = C_o * [T_{so} + Q*(T_m + T_{th}) / Q]$$

1 eğer parça k , p proses planında üretiliyorsa

$$Y_{kp} =$$

0 diğer durumlarda.

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

Katsayılar;

$C_{mo}(k,p)$ = p proses planında, k parçası için, operasyon o gerçekleştirilmek zorunda ise,

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

$$a_o(k,p) = \begin{cases} 1 & \text{(k,p) kombnasyonu için, o operasyonu gerçekleştirilmek zorunda ise} \\ 0 & \text{diğer durumlarda.} \end{cases}$$

$$\alpha_{mo} = \begin{cases} 1 & \text{eğer m makinası o operasyonunu gerçekleştirebiliyor ise} \\ 0 & \text{diğer durumlarda.} \end{cases}$$

t_m : m makinasının elverişli zamanı.

d_k : k parçasının talebi.

C_o : saatlik operasyon zamanı.

T_{su} : parça başına hazırlık zamanı.

Q : parti büyüklüğü

t_{th} : parça başına ortalama teçhizat elde etme zamanı.

MATEMATİKSEL MODEL ;

$$\text{MIN } f = \sum d_k * C_{m_o}(k,p) * X_{m_o}(k,p)$$

kısıtları altında,

$$\sum Y_{k,p} = 1 \quad \text{her } k \text{ parçası için.}$$

$$\sum \alpha_{m_o} * X_{m_o}(k,p) = a_o(k,p) * Y_{k,p} \quad \text{her } o, k, p \text{ için.}$$

$$\sum d_k * X_{m_o}(k,p) * t_{m_o}(k,p) \leq t_m \quad \text{her } m \text{ makinası için.}$$

$$X_{m_o}(k,p) = (0,1) \quad \text{her } m, o, k, p \text{ için.}$$

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

Model, hücreyel imalat sistemleri tasarımı için iki tür esneklik sağlamaktadır. İlki her bir parçanın her bir operasyonu için farklı makinalar kullanılıp kullanılamayacağı yönünde bir esneklik, ikincisi ise proses planı yönlü bir esnekliktir. Bu anlamda, proses planı ile kastedilen, örneğin bir parçanın üretiminde haddelme ya da ekstrüzyon gibi iki farklı yöntemin kullanılmasıdır.

5.2.1 PROBLEM VERİ İZLEME

Yukarıdaki matematiksel model, cam kalıp atelyesi verilerine göre yapılandırılmıştır. Proses planı esnekliği her bir parça için yok varsayılmıştır. Parça başına, operasyon bazında esneklikten söz etmek mümkündür. 75 parça ve 25 makinadan oluşan problem ile ilgili veriler ekte verilmiştir.

Her bir parçanın yıllık talebi bellidir. (Ek A.) Modelde operasyon maliyet bileşeni

belirlenirken, herbir parçanın mümkün tüm tezgahlardaki işlenme süreleri ve ilgili tezgahlardaki amortisman maliyetleri gözönüne alınmıştır. Bir parçanın belirli bir operasyonunun farklı tezgahlarda işlenmesi için gerekli hazırlık zamanları o parçayı işleyebilen tüm tezgahlar için aynı kabul edilmiştir. Bu aşamada sözü edilen hazırlık maliyetleri operasyon bazındadır. Bu sebepten dolayı, hazırlık zamanlarının getireceği maliyetlerin sadece amaç fonksiyonunu bir parçanın tüm operasyonları için aynı oranda büyüteceği ve bunun eniyi rotayı seçmede etkisiz olacağı saptanmıştır. Bu anlamda, hazırlık zamanlarının doğurduğu hazırlık zaman maliyetleri bir kriter olarak maliyet bileşenine dahil edilmemiştir. Ek B’de, herbir parçanın mümkün tüm operasyonlarını gerçekleştirmek için gerekli işçilik zamanları verilmiştir. Ocak ayı itibarıyla, saatlik işçilik maliyeti 84.045 TL. alınarak her parça için operasyon bazında, işçilik maliyetleri hesaplanmıştır. (Ek C.) Yine operasyon bazında amortisman maliyetleri Ek D ‘de yer alırken, Ek E ; birim amortisman maliyetlerini göstermektedir.(Birim amortisman maliyetleri Ocak ayındaki gerçek talep hacimleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.) Tüm maliyet kriterlerinin oluşturduğu toplam maliyetler ise, Ek F ’da hesaplanmıştır.

Herbir makina için aşılmaması gereken kapasite 3810 saattir. (Machine available time). Bu değer 1995 yılında 254 işgünü ve üç vardiya çalışma baz alınarak hesaplanmıştır. Bir vardiya çalışma ise 5 saat olarak öngörülmüştür. Bu sayede, maliyet kriterine dahil edilmeyen hazırlık zamanı için de pay ayrılmıştır. Sadece 8 nolu makina için mümkün makina zamanı 7620 saat alınmıştır. Zira bu makinanın operasyon yükü oldukça yüksektir. (Bu varsayım kümelenendirme problemi çözümünden çıkan sonuçlarla da desteklenirse daha anlamlı olacaktır.)

5.2.2 MIN. MALİYETLİ ROTA SEÇİMİ

Cam kalıp atelyesi verilerine göre yapılandırılan “0-1 tamsayılı programlama modeli” şu şekildedir;

MIN 7659355 X16111 + 3116570 X06211 + 9782580 X08311 + 11362720 X08411 + 3011290 X15511 + 9782580 X02611 + 69031974 X16121 + 28088916 X06221 + 118430088 X07321 + 84607746 X01321 + 91728462 X05321 + 150471192 X07421 + 150471192 X01421 + 80666148 X05421 + 118430088 X07521+ 6762064 X16131+ 3011850 X06231 + 4089326 X08331 + 6546724 X08431 + 2610076 X15531+ 8503214 X02631 + 60719152 X16141 + 27044550 X06241 +

35608222 X07341+ 71962020 X01341 + 70496998 X05341 + 76353602 X07441 + 95386694
 X01441 + 110028204 X05441 + 101243298 X07541 + 3009328 X03151 + 8552878 X04151 +
 3498402 X03251 + 2846174 X04251 + 15015616 X03161 + 42676216 X04161 + 17455944 X03261
 + 14201528 X04261 + 9012472 X03171 + 25614547 X04171 + 10477173 X03271 + 8523851
 X04271 + 2993816 X03181 + 8508791 X04181 + 3480369 X03281 + 2831503 X04281 + 23049546
 X08191 + 23049546 X08291 + 11960840 X081101 + 8582030 X082101 + 4640420 X173101 +
 9009490 X214101 + 3378810 X225101 + 1689070 X186101 + 15902450 X037101 + 15902450
 X047101 + 58225200 X081111 + 55527272 X081111 + 47439904 X082111 + 44745184 X172111
 + 69010496 X083111 + 47439904 X084111 + 61123579 X161121 + 17717678 X062121 +
 57473999 X053121 + 11113378 X161131 + 3221396 X062131 + 15711348 X023131 + 10117412
 X144131 + 17956184 X145131 + 47944714 X226131 + 4209224 X227131 + 2630452 X228131 +
 25750823 X161141 + 11274886 X062141 + 36574363 X023141 + 19317447 X091151 + 24015933
 X092151 + 22531837 X091161 + 28012143 X092161 + 22531837 X091171 + 28012143 X092171
 + 3379854 X091181 + 3646451 X092181 + 1119510 X091191 + 1207815 X092191 + 56097874
 X021201 + 36546937 X081211 + 21713373 X082211 + 28071335 X083211 + 21186484 X184211
 + 12713403 X215211 + 11120131 X176211 + 5218920 X081221 + 3100680 X082221 + 5218920
 X081231 + 3100680 X082231 + 5218920 X081241 + 3100680 X082241 + 17080594 X081251 +
 17080594 X031251 + 17080594 X041251 + 13176936 X082251 + 13176936 X032251 + 16299305
 X032251 + 21123602 X103251 + 6621654 X091261 + 11144926 X081261 + 9134450 X092261 +
 9637368 X082261 + 9134450 X083261 + 8129212 X093261 + 9637368 X084261 + 4020952
 X185261 + 25129156 X196261 + 1624884 X081271 + 965866 X091271 + 1399564 X082271 +
 1327238 X092271 + 1327238 X083271 + 1182672 X093271 + 1399564 X084271 + 749060
 X105271 + 749060 X115271 + 749060 X176271 + 3613892 X197271 + 1064141 X081281 +
 1920501 X091281 + 2782854 X082281 + 2639043 X092281 + 52819162 X111291 + 16494913
 X222291 + 74646880 X031301 + 74646880 X041301 + 93876640 X032301 + 93876640 X042301
 + 31750400 X103301 + 15897760 X031311 + 15897760 X041311 + 6324800 X032311 + 6324800
 X042311 + 51518784 X031321 + 60478418 X041321 + 58985738 X032321 + 72426966 X042321
 + 11832600 X031331 + 7243860 X041331 + 11832600 X032331 + 16421730 X042331 + 22982505
 X121341 + 18776030 X122341 + 6566430 X121351 + 5364580 X122351 + 13787800 X171361 +
 27473225 X142361 + 25834250 X143361 + 15240192 X031371 + 16128288 X041371 + 41866176
 X032371 + 43641312 X042371 + 53250912 X183371 + 3810048 X031381 + 10910064 X041381 +
 10466544 X032381 + 4032072 X042381 + 13312728 X183381 + 2838000 X031391 + 2838000
 X041391 + 4317192 X032391 + 3281784 X042391 + 2232384 X153391 + 11352000 X031401 +
 17268768 X032401 + 8929536 X153401 + 41364600 X081411 + 30625140 X082411 + 17900520
 X203411 + 25253280 X084411 + 129082260 X085411 + 11998290 X081421 + 13191800 X082421
 + 5966840 X203421 + 6031450 X084421 + 6031450 X094421 + 16772330 X085421 + 5434340
 X095421 + 6031450 X086421 + 11998290 X087421 + 160918030 X051431 + 151269090 X011431
 + 129560410 X052431 + 107851730 X012431 + 7235270 X183431 + 12059740 X184431 +
 31765160 X155431 + 48984960 X051441 + 36882240 X011441 + 48984960 X052441 + 44144640

X012441 + 11000640 X153441 + 8067840 X184441 + 7261440 X185441 + 15569760 X031451 +
 15569760 X041451 + 17989920 X032451 + 17989920 X042451 + 15569760 X031461 + 15569760
 X041461 + 30092640 X032461 + 27268800 X042461 + 2823840 X183461 + 76766640 X171471 +
 84229680 X062471 + 192750120 X053471 + 164915520 X013471 + 74448240 X054471 +
 74448240 X014471 + 27834600 X135471 + 42479160 X146471 + 18558240 X137471 + 33349180
 X141481 + 10502800 X062481 + 38845170 X123481 + 26599550 X054481 + 22431290 X014481
 + 34415890 X055481 + 29726210 X055481 + 34626879 X031491 + 25979163 X041491 +
 22519665 X032491 + 22519665 X042491 + 13836963 X183491 + 834768 X031501 + 834768
 X041501 + 626324 X032501 + 626324 X042501 + 208444 X223501 + 78151 X194501 + 45015120
 X021511 + 27385240 X031521 + 22164972 X081521 + 32050308 X041521 + 25664120 X182521
 + 9886724 X033521 + 16886408 X043521 + 18143936 X103521 + 15229767 X081531 + 16352847
 X091531 + 15229767 X082531 + 17477264 X092531 + 11236148 X083531 + 28713412 X084531
 + 25342835 X105531 + 26379010 X036531 + 30874004 X046531 + 26427142 X086531 +
 24721130 X187531 + 9523451 X038531 + 16265942 X048531 + 16633655 X031541 + 16633655
 X041541 + 4291580 X032541 + 4291580 X041541 + 48241200 X031551 + 34122200 X041551 +
 24708600 X021551 + 77658000 X032551 + 60008200 X042551 + 55301400 X182551 + 1096018
 X141561 + 953535 X012561 + 3389859 X143561 + 8469230 X141571 + 7368225 X012571 +
 26194365 X143571 + 11558008 X141581 + 10055460 X142581 + 35747604 X143581 + 6532240
 X141591 + 6532240 X151591 + 2536820 X062591 + 7765780 X083591 + 6463380 X034591 +
 12195260 X044591 + 19776240 X035591 + 10716200 X045591 + 1724800 X156591 + 4498340
 X157591 + 6532240 X141601 + 2536820 X062601 + 7765780 X083601 + 6463380 X034601 +
 12195260 X044601 + 19776240 X035601 + 10716200 X045601 + 1724800 X156601 + 4498340
 X157601 + 4841280 X031611 + 4841280 X041611 + 12102480 X032611 + 12102480 X042611 +
 12102480 X031621 + 12102480 X041621 + 6656400 X032621 + 6656400 X042621 + 1613760
 X151631 + 1613760 X032631 + 1613760 X042631 + 14119440 X033631 + 14119440 X043631 +
 14119440 X034631 + 14119440 X044631 + 6656400 X185631 + 10085280 X256631 + 2622240
 X031641 + 2622240 X041641 + 6051360 X032641 + 6051360 X042641 + 8471760 X253641 +
 8471760 X154641 + 15128160 X151651 + 20170800 X152651 + 2269200 X031661 + 2269200
 X041661 + 2017200 X032661 + 2017200 X042661 + 2521200 X033661 + 2521200 X043661 +
 2017200 X034661 + 2017200 X044661 + 1411920 X151671 + 1411920 X152681 + 15128160
 X153671 + 1613760 X154671 + 1411920 X151681 + 1411920 X152681 + 15128160 X153681 +
 1613760 X154681 + 2016960 X151691 + 6051360 X152691 + 6656400 X153691 + 2016960
 X151701 + 7059840 X152701 + 6656400 X153701 + 4235880 X171711 + 4235880 X172711 +
 10085400 X153711 + 10085400 X154711 + 3328200 X171721 + 3328200 X172721 + 1714560
 X173721 + 10085400 X154721 + 7564080 X171731 + 10085400 X172731 + 5042640 X173731 +
 15128040 X154731 + 20170800 X155731 + 10085280 X151741 + 3429120 X152741 + 3025680
 X153741 + 10085280 X151751 + 4034160 X242751 + 6051120 X033751 + 6051120 X043751 +
 9480240 X242751 + 25516200 X138471

ST

$$X16111 - Y11 = 0$$

$$X16121 - Y21 = 0$$

$$X16131 - Y31 = 0$$

$$X16141 - Y41 = 0$$

$$X03151 + X04151 - Y51 = 0$$

$$X03161 + X04161 - Y61 = 0$$

$$X03171 + X04171 - Y71 = 0$$

$$X03181 + X04181 - Y81 = 0$$

$$X08191 - Y91 = 0$$

$$X081101 - Y101 = 0$$

$$X081111 + X021111 - Y111 = 0$$

$$X161121 - Y121 = 0$$

$$X161131 - Y131 = 0$$

$$X161141 - Y141 = 0$$

$$X091151 - Y151 = 0$$

$$X091161 - Y161 = 0$$

$$X091171 - Y171 = 0$$

$$X091181 - Y181 = 0$$

$$X091191 - Y191 = 0$$

$$X021201 - Y201 = 0$$

$$X081211 - Y211 = 0$$

$$X081221 - Y221 = 0$$

$$X081231 - Y231 = 0$$

$$X081241 - Y241 = 0$$

$$X081251 + X031251 + X041251 - Y251 = 0$$

$$X091261 + X081261 - Y261 = 0$$

$$X081271 + X091271 - Y271 = 0$$

$$X081281 + X091281 - Y281 = 0$$

$$X111291 - Y291 = 0$$

$$X031301 + X041301 - Y301 = 0$$

$$X031311 + X041311 - Y311 = 0$$

$$X031321 + X041321 - Y321 = 0$$

$$X031331 + X041331 - Y331 = 0$$

$$X121341 - Y341 = 0$$

$$X121351 - Y351 = 0$$

$$X171361 - Y361 = 0$$

$$X031371 + X041371 - Y371 = 0$$

$$X031381 + X041381 - Y381 = 0$$

$X031391 + X041391 - Y391 = 0$
 $X031401 - Y401 = 0$
 $X081411 - Y411 = 0$
 $X081421 - Y421 = 0$
 $X051431 + X011431 - Y431 = 0$
 $X051441 + X011441 - Y441 = 0$
 $X031451 + X041451 - Y451 = 0$
 $X031461 + X041461 - Y461 = 0$
 $X171471 - Y471 = 0$
 $X141481 - Y481 = 0$
 $X031491 + X041491 - Y491 = 0$
 $X031501 + X041501 - Y501 = 0$
 $X021511 - Y511 = 0$
 $X031521 + X081521 + X041521 - Y521 = 0$
 $X081531 + X091531 - Y531 = 0$
 $X031541 + X041541 - Y541 = 0$
 $X031551 + X041551 + X021551 - Y551 = 0$
 $X141561 - Y561 = 0$
 $X141571 - Y571 = 0$
 $X141581 - Y581 = 0$
 $X141591 + X151591 - Y591 = 0$
 $X141601 - Y601 = 0$
 $X031611 + X041611 - Y611 = 0$
 $X031621 + X041621 - Y621 = 0$
 $X111631 - Y631 = 0$
 $X031641 + X041641 - Y641 = 0$
 $X151651 - Y651 = 0$
 $X031661 + X041661 - Y661 = 0$
 $X151671 - Y671 = 0$
 $X151681 - Y681 = 0$
 $X151691 - Y691 = 0$
 $X151701 - Y701 = 0$
 $X171711 - Y711 = 0$
 $X172721 - Y721 = 0$
 $X173731 - Y731 = 0$
 $X151741 - Y741 = 0$
 $X151751 - Y751 = 0$
 $X06211 - Y11 = 0$
 $X06221 - Y21 = 0$

$X06231 - Y31 = 0$
 $X06241 - Y41 = 0$
 $X03251 + X04251 - Y51 = 0$
 $X03261 + X04261 - Y61 = 0$
 $X03271 + X04271 - Y71 = 0$
 $X03281 + X04281 - Y81 = 0$
 $X08291 - Y91 = 0$
 $X082101 - Y101 = 0$
 $X082111 + X172111 - Y111 = 0$
 $X062121 - Y121 = 0$
 $X062131 - Y131 = 0$
 $X062141 - Y141 = 0$
 $X092151 - Y151 = 0$
 $X092161 - Y161 = 0$
 $X092171 - Y171 = 0$
 $X092181 - Y181 = 0$
 $X092191 - Y191 = 0$
 $X082211 - Y211 = 0$
 $X082221 - Y221 = 0$
 $X082231 - Y231 = 0$
 $X082241 - Y241 = 0$
 $X082251 + X032251 + X042251 - Y251 = 0$
 $X092261 + X082261 - Y261 = 0$
 $X082271 + X092271 - Y271 = 0$
 $X082281 + X092281 - Y281 = 0$
 $X222291 - Y291 = 0$
 $X032301 + X042301 - Y301 = 0$
 $X032311 + X042311 - Y311 = 0$
 $X032321 + X042321 - Y321 = 0$
 $X032331 + X042331 - Y331 = 0$
 $X122341 - Y341 = 0$
 $X122351 - Y351 = 0$
 $X142361 - Y361 = 0$
 $X032371 + X042371 - Y371 = 0$
 $X032381 + X042381 - Y381 = 0$
 $X032391 + X042391 - Y391 = 0$
 $X032401 - Y401 = 0$
 $X082411 - Y411 = 0$
 $X082421 - Y421 = 0$

$X052431 + X012431 - Y431 = 0$
 $X052441 + X012441 - Y441 = 0$
 $X032451 + X042451 - Y451 = 0$
 $X032461 + X042461 - Y461 = 0$
 $X062471 - Y471 = 0$
 $X062481 - Y481 = 0$
 $X032491 + X042491 - Y491 = 0$
 $X032501 + X042501 - Y501 = 0$
 $X182521 - Y521 = 0$
 $X082531 + X092531 - Y531 = 0$
 $X032541 + X042541 - Y541 = 0$
 $X032551 + X042551 + X182551 - Y551 = 0$
 $X012561 - Y561 = 0$
 $X012571 - Y571 = 0$
 $X142581 - Y581 = 0$
 $X062591 - Y591 = 0$
 $X062601 - Y601 = 0$
 $X032611 + X042611 - Y611 = 0$
 $X032621 + X042621 - Y621 = 0$
 $X032631 + X042631 - Y631 = 0$
 $X032641 + X042641 - Y641 = 0$
 $X152651 - Y651 = 0$
 $X032661 + X042661 - Y661 = 0$
 $X152671 - Y671 = 0$
 $X152681 - Y681 = 0$
 $X152691 - Y691 = 0$
 $X152701 - Y701 = 0$
 $X172711 - Y711 = 0$
 $X172721 - Y721 = 0$
 $X172731 - Y731 = 0$
 $X152741 - Y741 = 0$
 $X242751 - Y751 = 0$
 $X08311 - Y11 = 0$
 $X07321 + X01321 + X05321 - Y21 = 0$
 $X08331 - Y31 = 0$
 $X07341 + X01341 + X05341 - Y41 = 0$
 $X173101 - Y101 = 0$
 $X083111 - Y111 = 0$
 $X023121 - Y121 = 0$

$$X023131 - Y131 = 0$$

$$X023141 - Y141 = 0$$

$$X083211 - Y211 = 0$$

$$X103251 - Y251 = 0$$

$$X083261 + X093261 - Y261 = 0$$

$$X083271 + X093271 - Y271 = 0$$

$$X103301 - Y301 = 0$$

$$X143361 - Y361 = 0$$

$$X183371 - Y371 = 0$$

$$X183381 - Y381 = 0$$

$$X153391 - Y391 = 0$$

$$X153401 - Y401 = 0$$

$$X203411 - Y411 = 0$$

$$X203421 - Y421 = 0$$

$$X183431 - Y431 = 0$$

$$X153441 - Y441 = 0$$

$$X183461 - Y461 = 0$$

$$X053471 + X013471 - Y471 = 0$$

$$X123481 - Y481 = 0$$

$$X183491 - Y491 = 0$$

$$X223501 - Y501 = 0$$

$$X033521 + X043521 + X103521 - Y521 = 0$$

$$X083531 - Y531 = 0$$

$$X143561 - Y561 = 0$$

$$X143571 - Y571 = 0$$

$$X143581 - Y581 = 0$$

$$X083591 - Y591 = 0$$

$$X083601 - Y601 = 0$$

$$X033631 + X043631 - Y631 = 0$$

$$X253641 - Y641 = 0$$

$$X033661 + X043661 - Y661 = 0$$

$$X153671 - Y671 = 0$$

$$X153681 - Y681 = 0$$

$$X153691 - Y691 = 0$$

$$X153701 - Y701 = 0$$

$$X153711 - Y711 = 0$$

$$X173721 - Y721 = 0$$

$$X153741 - Y741 = 0$$

$$X033751 + X043751 - Y751 = 0$$

$X08411 - Y11 = 0$
 $X07421 + X01421 + X05421 - Y21 = 0$
 $X08431 - Y31 = 0$
 $X07441 + X01441 + X05441 - Y41 = 0$
 $X214101 - Y101 = 0$
 $X084111 - Y111 = 0$
 $X144131 - Y131 = 0$
 $X184211 - Y211 = 0$
 $X084261 - Y261 = 0$
 $X084271 - Y271 = 0$
 $X084411 - Y411 = 0$
 $X084421 + X094421 - Y421 = 0$
 $X184431 - Y431 = 0$
 $X184441 - Y441 = 0$
 $X054471 + X014471 - Y471 = 0$
 $X054481 + X014481 - Y481 = 0$
 $X194501 - Y501 = 0$
 $X084531 - Y531 = 0$
 $X034591 + X044591 - Y591 = 0$
 $X034601 + X044601 - Y601 = 0$
 $X034631 + X044631 - Y631 = 0$
 $X154641 - Y641 = 0$
 $X034661 + X044661 - Y661 = 0$
 $X154671 - Y671 = 0$
 $X154681 - Y681 = 0$
 $X154711 - Y711 = 0$
 $X154721 - Y721 = 0$
 $X154731 - Y731 = 0$
 $X244751 - Y751 = 0$
 $X15511 - Y11 = 0$
 $X07521 - Y21 = 0$
 $X15531 - Y31 = 0$
 $X07541 - Y41 = 0$
 $X225101 - Y101 = 0$
 $X145131 - Y131 = 0$
 $X215211 - Y211 = 0$
 $X185261 - Y261 = 0$
 $X105271 + X115271 - Y271 = 0$
 $X085411 - Y411 = 0$

$$X085421 + X095421 - Y421 = 0$$

$$X155431 - Y431 = 0$$

$$X185441 - Y441 = 0$$

$$X135471 - Y471 = 0$$

$$X055481 + X015481 - Y481 = 0$$

$$X105531 - Y531 = 0$$

$$X035591 + X045591 - Y591 = 0$$

$$X035601 + X045601 - Y601 = 0$$

$$X185631 - Y631 = 0$$

$$X155731 - Y731 = 0$$

$$X02611 - Y11 = 0$$

$$X02631 - Y31 = 0$$

$$X186101 - Y101 = 0$$

$$X106111 - Y111 = 0$$

$$X226131 - Y131 = 0$$

$$X176211 - Y211 = 0$$

$$X196261 - Y261 = 0$$

$$X176271 - Y271 = 0$$

$$X086421 - Y421 = 0$$

$$X146471 - Y471 = 0$$

$$X036531 + X046531 + X086531 - Y531 = 0$$

$$X156591 - Y591 = 0$$

$$X156601 - Y601 = 0$$

$$X256631 - Y631 = 0$$

$$X037101 + X047101 - Y101 = 0$$

$$X227131 - Y131 = 0$$

$$X197271 - Y271 = 0$$

$$X087421 - Y421 = 0$$

$$X137471 - Y471 = 0$$

$$X187531 - Y531 = 0$$

$$X157591 - Y591 = 0$$

$$X157601 - Y601 = 0$$

$$X228131 - Y131 = 0$$

$$X138471 - Y471 = 0$$

$$X038531 + X048531 - Y531 = 0$$

$$X179471 - Y471 = 0$$

Y11 = 1	Y411 = 1
Y21 = 1	Y421 = 1
Y31 = 1	Y431 = 1
Y41 = 1	Y441 = 1
Y51 = 1	Y451 = 1
Y61 = 1	Y461 = 1
Y71 = 1	Y471 = 1
Y81 = 1	Y481 = 1
Y91 = 1	Y491 = 1
Y101 = 1	Y501 = 1
Y111 = 1	Y511 = 1
Y121 = 1	Y521 = 1
Y131 = 1	Y531 = 1
Y141 = 1	Y541 = 1
Y151 = 1	Y551 = 1
Y161 = 1	Y561 = 1
Y171 = 1	Y571 = 1
Y181 = 1	Y581 = 1
Y191 = 1	Y591 = 1
Y201 = 1	Y601 = 1
Y211 = 1	Y611 = 1
Y221 = 1	Y621 = 1
Y231 = 1	Y631 = 1
Y241 = 1	Y641 = 1
Y251 = 1	Y651 = 1
Y261 = 1	Y661 = 1
Y271 = 1	Y671 = 1
Y281 = 1	Y681 = 1
Y291 = 1	Y691 = 1
Y301 = 1	Y701 = 1
Y311 = 1	Y711 = 1
Y321 = 1	Y721 = 1
Y331 = 1	Y731 = 1
Y341 = 1	Y741 = 1
Y351 = 1	Y751 = 1
Y361 = 1	
Y371 = 1	
Y381 = 1	
Y391 = 1	
Y401 = 1	

87 X16111 + 784 X16121 + 76 X16131 + 679 X16141 + 687 X161121 + 125 X161131 + 438 X161141 <= 3810

25 X03151 + 126 X03161 + 76 X03171 + 25 X03181 + 121 X031251 + 862 X03131 + 184 X031311 + 338 X031321 + 98 X031381 + 169 X031381 + 42 X031381 + 20 X031391 + 81 X031401 + 91 X031451 + 91 X031461 + 237 X031491 + 5 X031501 + 305 X031521 + 191 X031541 + 574 X031551 + 58 X031611 + 144 X031621 + 31 X031641 + 27 X031661 + 31 X03251 + 155 X03261 + 93 X03271 + 31 X03281 + 74 X032251 + 1091 X032301 + 70 X032311 + 427 X032321 + 98 X032331 + 486 X032371 + 121 X032381 + 38 X032391 + 151 X032401 + 120 X032451 + 264 X032461 + 93 X032491 + 2 X032501 + 45 X032541 + 924 X032551 + 144 X032641 + 79 X032621 + 19 X032631 + 72 X032641 + 24 X032661 + 97 X033521 + 168 X033631 + 30 X033661 + 72 X033751 + 55 X034591 + 55 X034601 + 168 X034631 + 24 X034661 + 213 X035591 + 213 X035601 + 294 X036531 + 174 X037101 + 94 X038531 <= 3810

91 X04151 + 455 X04161 + 273 X04171 + 91 X04181 + 121 X04251 + 862 X04301 + 184 X041311 + 444 X041321 + 43 X041331 + 180 X041371 + 127 X041381 + 20 X041391 + 91 X041451 + 91 X041461 + 134 X041491 + 5 X041501 + 361 X041521 + 191 X041541 + 406 X041551 + 58 X041611 + 144 X041621 + 31 X041641 + 27 X041661 + 23 X04251 + 116 X04261 + 70 X04271 + 23 X04281 + 112 X042251 + 1091 X042301 + 70 X042311 + 586 X042321 + 152 X042331 + 507 X042371 + 45 X042381 + 26 X042391 + 120 X042451 + 230 X042461 + 93 X042491 + 2 X042501 + 45 X042541 + 714 X042551 + 144 X042611 + 79 X042621 + 19 X042631 + 72 X042641 + 24 X042661 + 180 X043521 + 168 X043631 + 30 X043661 + 72 X043751 + 123 X044591 + 123 X044601 + 168 X044631 + 24 X044661 + 106 X045591 + 106 X045601 + 348 X046531 + 174 X047101 + 174 X048531 <= 3810

210 X08191 + 127 X081101 + 417 X081111 + 429 X081211 + 61 X081221 + 61 X081231 + 61 X081241 + 121 X081251 + 66 X081261 + 17 X081271 + 21 X081281 + 447 X081411 + 128 X081421 + 264 X081521 + 120 X081531 + 210 X08291 + 87 X082101 + 289 X082111 + 252 X082211 + 36 X082221 + 36 X082231 + 36 X082241 + 74 X082251 + 96 X082261 + 15 X082271 + 29 X082281 + 320 X082411 + 142 X082421 + 120 X082531 + 59 X08311 + 49 X08331 + 545 X083111 + 328 X083211 + 96 X083261 + 14 X083271 + 134 X083531 + 92 X083591 + 92 X083601 + 76 X08411 + 436 X08431 + 289 X084111 + 102 X084261 + 15 X084271 + 256 X084411 + 57 X084421 + 281 X084531 + 1491 X085411 + 185 X085421 + 57 X086421 + 254 X086531 + 128 X087421 <= 7620

385 X021111 + 294 X021201 + 294 X021551 + 413 X023121 + 138 X023131 + 263 X023141 + 59 X02611 + 49 X02631 <= 3810

56 X091151 + 65 X091161 + 65 X091171 + 32 X091181 + 11 X091191 + 66 X091261 + 9 X091271 + 19 X091281 + 134 X091531 + 112 X092151 + 130 X092161 + 130 X092171 + 35 X092181 + 12 X092191 + 96 X092261 + 14 X092271 + 27 X092281 + 147 X092531 + 12 X093271 + 57 X094421 + 50 X095421 <= 3810

583 X111271 + 19 X111631 + 7 X115271 <= 3810

223 X121341 + 64 X121351 + 223 X122341 + 49 X122351 + 440 X123481 <= 3810

163 X171361 + 718 X171471 + 50 X171711 + 40 X171721 + 90 X171731 + 257 X172111 + 50 X172711 + 40 X172721 + 120 X172731 + 20 X173721 + 60 X173731 + 126 X176211 + 7 X176271 + 497 X179471 + 40 X173101 <= 3810

1349 X051431 + 394 X051441 + 976 X052431 + 394 X052441 + 572 X05321 + 366 X05341 + 2098 X053471 + 445 X05421 + 836 X05441 + 690 X054471 + 295 X054481 + 388 X055481 <= 3810

1234 X011431 + 250 X011441 + 718 X012431 + 336 X012441 + 11 X012561 + 85 X012571 + 487 X01321 + 383 X01341 + 1766 X013471 + 1271 X01421 + 662 X01441 + 690 X014471 + 295 X014481 + 332 X014581 <= 3810

397 X141481 + 11 X141561 + 88 X141571 + 121 X141581 + 73 X141591 + 73 X141601 + 325 X142361 + 116 X142581 + 306 X143361 + 39 X143561 + 300 X143571 + 408 X143581 + 188 X144131 + 207 X145131 + 497 X146471 <= 3810

73 X151591 + 180 X151651 + 17 X151671 + 17 X151681 + 24 X151691 + 24 X151701 + 120 X151741 + 120 X151751 + 240 X152651 + 17 X152671 + 17 X152681 + 72 X152691 + 84 X152701 + 41 X152741 + 26 X153391 + 106 X153401 + 394 X153441 + 180 X153671 + 180 X153681 + 79 X153691 + 79 X153701 + 120 X153711 + 36 X153741 + 101 X154641 + 19 X15671 + 19 X154681 + 120 X154711 + 120 X154721 + 180 X154731 + 31 X15511 + 25 X15531 + 373 X155431 + 240 X155731 + 15 X156591 + 15 X156601 + 48 X157591 + 48 X157601 <= 3810

33 X06211 + 297 X06221 + 31 X06231 + 278 X06241 + 172 X062121 + 31 X062131 + 110 X062141 + 938 X062471 + 118 X062481 + 24 X062591 + 24 X062601 <= 3810

890 X07321 + 505 X07341 + 1271 X07421 + 436 X07441 + 890 X07521 + 732 X07541 <= 3810

305 X182521 + 658 X182551 + 634 X183371 + 158 X183381 + 86 X183431 + 34 X183461 + 165 X183491 + 252 X184211 + 144 X184431 + 96 X184441 + 48 X185261 + 86 X185441 + 79 X185631 + 20 X186101 + 294 X187531 <= 3810

$$1 \text{ X194501} + 299 \text{ X196261} + 43 \text{ X197271} \leq 3810$$

$$213 \text{ X203411} + 71 \text{ X203421} \leq 3810$$

$$242 \text{ X103211} + 352 \text{ X103301} + 153 \text{ X103521} + 7 \text{ X105271} + 241 \text{ X105531} + 321 \text{ X106111} \leq 3810$$

$$151 \text{ X215211} \leq 3810$$

$$151 \text{ X222291} + 3 \text{ X223501} + 40 \text{ X225101} + 563 \text{ X226131} + 50 \text{ X227131} + 31 \text{ X228131} \leq 3810$$

$$48 \text{ X242751} + 113 \text{ X244751} \leq 3810$$

$$101 \text{ X253641} + 120 \text{ X256631} \leq 3810$$

$$331 \text{ X135441} + 221 \text{ X137471} + 39 \text{ X138471} \leq 3810$$

0-1 INTEGER ALL

Yukarıda ki tamsayılı programlama modeli, LINDO 'ya girilerek burada çözülmüş ve en düşük operasyon maliyetli rotalara erişilmiştir. Problemin Lindo 'da çözümünden elde edilen sonuçlar, Ek G 'da verilmiştir.

Model, Ek G 'daki orjinal çıktılar baz alınarak yapılandırılmış ve herbir parça için 1.evre sonucu seçilen min. maliyetli rotalar gerekli operasyon sayılarıyla birlikte aşağıda verilmiştir. (Tablo 5.1).

5.3. 2.EVRE : KSC 93 MODELİ İLE KÜMELENDİRME

“1.evre sonucu LINDO 'dan elde edilen sonuçlar” (seçilen rotalara göre) 0-1 parça-makina matrisi şeklinde yapılandırılarak, Bölüm 4. 'te açıklanan düzeltilmiş Carpenter - Grossberg sinir ağı modeline beslenerek, kümelendirilme yoluna gidilmiştir. Oluşturulan parça-makina birim matrisi Ek H'dedir.

Yapay sinir ağına veriler, birer satır vektörü şeklinde beslenmiştir. (Başlangıç 0-1 parça-makina matrisi, Ek I). Model, bu verileri benzerliklerine göre bir sınıflandırmaya tabi tutar ve 75 parça 25 makina büyüklüğündeki problem için, hücreler arası trafiği minimize

eden, parça ailelerini ve makina hücrelerini oluşturur. [Modüler yapıdaki programın işleyişi hakkında ayrıntılı bilgi için bkz. ÇIRAK Korkut., 1994]

Model çalıştırılırken, maksimum sınıf (hücre) sayısı “5” olarak seçilmiş ve eşik değeri “0.55” olarak kabul edilmiştir.

Yapay sinir ağı modelinden elde edilen parça aileleri ve makina hücreleri ile ilgili detay bilgiler Bölüm 6 ‘da sunulmuştur. Ek J ‘de ise bilgisayar programından elde edilen orjinal çıktılar verilmiştir. ( z m 0-1 parça-makina matrisi).



Tablo 5.1 : 1.evre sonucu seçilen min. maliyetli rotalar.

Parça No.	I. EVRE SONUCU SEÇİLEN ROTA (MAK.)	PARÇA BAŞINA OPERASYON SAYISI
1	16 - 06 - 08 - 08 - 15 - 02	6
2	16 - 06 - 01 - 05 - 07	5
3	16 - 06 - 08 - 08 - 15 - 02	6
4	16 - 06 - 07 - 07 - 07	5
5	03 - 04	2
6	03 - 04	2
7	03 - 04	2
8	03 - 04	2
9	08 - 08	2
10	08 - 08 - 17 - 21 - 22 - 18 - 04	7
11	02 - 17 - 08 - 08	4
12	16 - 06	2
13	16 - 06 - 02 - 14 - 14 - 22 - 22 - 22	8
14	16 - 06 - 02	3
15	09 - 09	2
16	09 - 09	2
17	09 - 09	2
18	09 - 09	2
19	09 - 09	2
20	02	1
21	08 - 08 - 08 - 18 - 21 - 17	6
22	08 - 08	2
23	08 - 08	2
24	08 - 08	2
25	03 - 04 - 10	3
26	09 - 09 - 09 - 08 - 18 - 19	6
27	09 - 09 - 09 - 08 - 10 - 17 - 19	7
28	08 - 09	2
29	11 - 22	2
30	03 - 04 - 10	3
31	03 - 04	2
32	03 - 03	2
33	04 - 03	2
34	12 - 12	2
35	12 - 12	2
36	17 - 14 - 14	3
37	03 - 03 - 18	3
38	03 - 04 - 18	3
39	03 - 04 - 15	3
40	03 - 03 - 15	3
41	08 - 08 - 20 - 08 - 08	5
42	08 - 08 - 20 - 09 - 09 - 08 - 08	7
43	05 - 01 - 18 - 18 - 15	5
44	01 - 01 - 15 - 18 - 18	5
45	04 - 04	2
46	04 - 04 - 18	3
47	17 - 06 - 01 - 05 - 13 - 14 - 13	7
48	14 - 06 - 12 - 05 - 01	5
49	04 - 04 - 18	3
50	03 - 03 - 22 - 19	4
51	02	1
52	08 - 18 - 03	3
53	08 - 08 - 08 - 08 - 10 - 03 - 18 - 03	8
54	03 - 04	2
55	02 - 18	2
56	14 - 01 - 14	3
57	14 - 01 - 14	3
58	14 - 14 - 14	3
59	14 - 06 - 08 - 03 - 04 - 15 - 15	7
60	14 - 06 - 08 - 03 - 04 - 15 - 15	7
61	04 - 04	2
62	03 - 04	2
63	15 - 04 - 04 - 04 - 18 - 25	6
64	04 - 04 - 25 - 15	4
65	15 - 15	2
66	04 - 03 - 04 - 04	4
67	15 - 15 - 15 - 15	4
68	15 - 15 - 15 - 15	4
69	15 - 15 - 15	3
70	15 - 15 - 15	3
71	17 - 17 - 15 - 15	4
72	17 - 17 - 17 - 15	4
73	17 - 17 - 17 - 15 - 15	5
74	15 - 15 - 15	3
75	15 - 24 - 03 - 24	4

BÖLÜM 6 : SONUÇLAR & ÖNERİLER

Kullanılan düzeltilmiş Carpenter-Grossberg Sinir Ağı Modeli sonucu elde edilen makina hücreleri şu şekilde ifade edilmiştir ;

<u>HÜCRE 1</u>	<u>HÜCRE 2</u>	<u>HÜCRE 3</u>	<u>HÜCRE 4</u>
1	3	9	15
2	4	12	24
5	8	20	25
6	10		
7	11		
13	18		
14	19		
16	21		
17	22		

Model çalıştırılırken, maksimum sınıf (hücre) sayısı “5” olarak seçilmiş ve eşik değeri “0.55” olarak kabul edilmiştir.

Tamsayılı programlama modeli (Liao) tarafından seçilen rotalara göre minimum operasyon maliyeti Ocak ayı itibarıyla 4.947.100.000 TL: olarak hesaplanmıştır. Bu tutar, Ocak ayı ortalama dolar(\$) kuru baz alınarak hesaplanırsa, 126.363\$ ‘a karşılık gelir. Bu yerleşim düzenine göre en küçük hücre 3 makinadan oluşurken, en fazla makina sayısına sahip hücreler 9 makina ile 1 ve 2 nolu hücrelerdir. Kaynak öncesi parça işlemede kullanılmayan 23 nolu makina ise hiçbir hücreye dahil edilmemiştir.

Düzeltilmiş Carpenter-Grossberg Sinir Ağı Modeline, tamsayılı programlama sonucu elde edilen atamalara göre oluşturulan 0-1 parça-makina matrisi satır vektörleri şeklinde beslenmiştir. Matriste yeralan 1 ‘lerin yoğunluğu çözüm performansını etkilemektedir. Modelin bir diğer özelliği ise, çözüm performansını arttırmak amacı ile, beslenen vektörlerde yer alan “0” ‘ların yerine “1,” “1” ‘lerin yerine ise “0” atayarak matriste yeralan “1” ‘lerin yoğunluğunu arttırarak verileri işlemesi ve sonuçta yine tersine atamalarla en uygun çözüme ulaşmaya çalışmasıdır. Aşağıda modelin ayrıntılı sonuçları ve yorumlara yer verilmiştir. (Tablo 6.1, Tablo 6.2).

Ayrıca, hücrelerde yeralan herbir tezgahın içsel ve dışsal yükleri hesaplanmıştır. Bir tezgahın toplam yükü ise içsel ve dışsal yüklerinin toplamı olarak ifade edilmiştir. Bir makina hücresinde yer alan bir tezgahın içsel yükü; ancak kendi parça ailesi ile ilişkilidir ve o tezgahın gerçekleştirdiği herbir operasyonun süresi ilgili parçanın yıllık talebi ile çarpılarak hesaplanır.

Dışsal yük ise, o tezgaha başka parça ailelerinden işlenmek için gelen istisnai parçaların oluşturduğu yükür. (Tablo 6.3). Bunun yanında hesaplanan dışsal yük toplam yük oranının da mümkün olduğunca küçük olması istenir. Zira bu, kümelenendirme etkinliğini doğrudan etkileyen hücreler arası trafiğin az olduğunu ifade eder. (ya da küçük talepli istisnai parçalar trafik yaratıyor.) Kümelenendirme etkinliğini ölçen bir diğerkriter, makina kullanım oranı ise yine herbir tezgah için hesaplanmıştır. Makina kullanım oranları incelendiğinde, iki nolu hücrede yeralan 8 nolu, Revolver Torna, kopya TS-5 tezgahının makina kullanım oranının %100 'den bir hayli büyük olduğu görölmektedir. Doğal olarak, kümelenendirme yöntemi bu tezgahın duplike edilmesini önermektedir. Zira daha veri analizi sırasında bu tezgahın kullanım oranının yüksek olduğu göze çarpmış ve makina kullanım zamanı sanki bu tezgahdan bir tane daha varmış gibi Tamsayılı Programlama Modeli LINDO 'ya girilmiştir. Görüldüğü gibi, ortaya çıkan kümelenendirme sonucu da bu yargıyı desteklemektedir.

Tablo 6.4 ise, herbir hücrede yeralan tezgahları ve bu tezgahları talep eden parçaları göstermektedir.

Programdan elde edilen toplu sonuçlar ve kümelenendirme performansını ölçen kriterler ise Ek K 'de (orjinal çıktıları) verilmiştir.

6.1 : YÖNTEMİN ALTERNATİF BİR UYGULAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde, cam kalıp fabrikası verileri baz alınarak gerçekleştirilen bu yöntem ile fabrikada bizzat uygulamada kullanılan ve kısa bir zaman içerisinde hayata geçirilecek olan bir yöntemin karşılaştırmasına yer verilecektir.

Fabrikada kullanılan tezgahların çok amaçlı olması, bu yöntemin de hücreleri elde ederken alternatif rotaları ve makina kapasite kısıtlarını kümelenendirme kriteri olarak gözönünde bulundurmayı zorunlu hale getirmiştir. Birçok kümelenendirme yöntemi, hücreleri elde ederken alternatif rotaları, makina kapasite kısıtları altında incelememektedir. (Chu 1989). Makina hücrelerini ve parça ailelerini oluşturmada başlangıçta üzerinde yoğunlaşılana yöntem GUPTA 'nın (1993) geliştirdiği benzerlik katsayısı esasına dayalı yeni bir yöntemdir. Ancak, fabrika çalışma grubu için hücreler arası trafiği minimize etmek de önemli bir ölçüttür. Dolayısıyla sadece bu yöntemle istenilen amaçlara uygun ve efektif hücreler tasarlamak mümkün olmayabilir. Nagi ve diğerleri (1990) ise, birden fazla rotayı ve makinaların sınırlı kapasitelerinin göz önüne alan bir yöntem geliştirmişlerdir. Yöntem, rotaların seçimi ile

Tablo 6.1 : Modelin ayrıntılı Sonuçları.

HÜCRE NO	MAKİNA KODU	MAKİNA ADI	MAKİNA SAYISI	PARÇA SAYISI
1	1	CNC TORNA, combi	9	15
	2	CNC TORNA, tarex		
	5	CNC TORNA, B.Gildemaister		
	6	MERKEZLEME tezgahı		
	7	ÜNİVERSAL TORNA, Kopya Macar		
	13	CNC FREZE, Deckel		
	14	CNC FREZE, Rambaudi, Versamatik		
	16	SATI H FREZE, Rouchoed		
	17	UNIVERSAL FREZE, Cincinnati		
2	3	CNC TORNA, mazak	9	31
	4	CNC TORNA, mazak		
	8	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5		
	10	UNIVERSAL TORNA, Kopya TOS		
	11	UNIVERSAL TORNA, TOS, SN 71-B		
	18	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan		
	19	ÜÇ KAFALI MATKAP		
	21	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ		
	22	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		
3	9	REVOLVER TORNA, Kopya R5	3	11
	12	ÜNV. TORNA, Kopya, TEZSAN SN50C		
	20	DERİN DELİK DELME, Gildemaister		
4	15	CNC KOPYA FREZE, Rambaudi	3	18
	24	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H500		
	25	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP		

NOT : 23 Nolu tezgah, GT programı sonuçlarına dayanarak hücrelere dahil edilmemiştir.

hücrelerin oluşturulmasını, minimum hücreler arası trafiğe sahip olana kadar iteratif bir şekilde gerçekleştirmektedir.

Sonuç olarak, Liao 'nun geliştirdiği iki evreli kümelenendirme yaklaşımı ile Nagi ve diğerlerinin geliştirdiği kümelenendirme yaklaşımı cam kalıp fabrikası uygulamasında karşılaştırılacaktır. Her iki yöntemde;

- a) Aynı operasyon planlarını,
- b) Aynı talep yapısını

Tablo 6.2 : Makina hücreleri ve parça aileleri.

GRUP NO	MAKİNA HÜCRELERİ	PARÇA AİLELERİ	MAKİNA SAYISI	PARÇA SAYISI
1	1 2 5 6 7	1 2 3 4 9 11 12 13 14	9	15
	13 14 16 17	20 36 43 44 47 48		
2	3 4 8 10 11	5 6 7 8 10 21 22 23 24 25	9	31
	18 19 21 22	26 27 28 29 30 31 32		
		33 37 38 39 40 45 46		
		49 50 52 53 54 59 60		
3	9 12 20	15 16 17 18 19 34 35	3	11
		41 42 51 55		
4	15 24 25	56 57 58 61 62 63 64 65	3	18
		66 67 68 69 70 71 72 73		
		74 75		

NOT : 23 Nolu tezgah, GT programı sonuçlarına dayanarak hücrelere dahil edilmemiştir.

kullanmaktadır ve her iki yöntemde;

- a) Kapasiteyi,
- b) Alternatif rotaları,
- c) Hücreler arası trafik minimizasyonunu

kümelendirme kriteri olarak göz önüne alır.

Nagi ve diğerlerinin geliştirdiği ve fabrika çalışma grubu tarafından hazırlanan rapor doğrultusunda sunulan sonuçlar Tablo 6.5 ve Tablo 6.6 'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 6.3 : Tezgah bazında içsel ve dışsal yükler.

HÜCRE NO : 1

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
1	103	CNC TORNA, combi	3557	96	3653	2,63	95,88
2	104	CNC TORNA, turex	1188	830	2018	41,13	52,97
5	108	CNC TORNA, B.Gildemaister	2779	0	2779	0,00	72,94
6	110	MERKEZLEME tezgahı	2008	48	2056	2,33	53,96
7	112	UNİVERSAL TORNA, Kopya Macar	2563	0	2563	0,00	67,27
13	202	CNC FREZE, Deckel	591	0	591	0,00	15,51
14	208	CNC FREZE, Rambaud, Versamatik	1920	1229	3149	39,03	82,65
16	210	SATH FREZE, Rouchoed	2876	0	2876	0,00	75,49
17	212	UNIVERSAL FREZE, Cincinnati	1138	643	1781	36,10	46,75

HÜCRE NO : 2

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
3	105	CNC TORNA, mazak	3260	240	3500	6,86	91,86
4	106	CNC TORNA, mazak	2930	820	3750	21,87	98,43
8	115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	2755	4843	7598	63,74	199,42
10	119	UNIVERSAL TORNA, Kopya TOS	842	0	842	0,00	22,10
11	120	UNIVERSAL TORNA, TOS, SN 71-B	583	0	583	0,00	15,30
18	303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	1910	1149	3059	37,56	80,29
19	304	ÜÇ KAFALI MATKAP	343	0	343	0,00	9,00
21	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	258	0	258	0,00	6,77
22	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	194	644	838	76,85	21,99

HÜCRE NO : 3

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
9	116	REVOLVER TORNA, Kopya RS	755	308	1063	28,97	27,90
12	123	ÜNV. TORNA, Kopya, TEZSAN SNSOC	559	440	999	44,04	26,22
20	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	284	0	284	0,00	7,45

HÜCRE NO : 4

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
15	209	CNC KOPYA FREZE, Rambaud	2446	1081	3527	30,65	92,57
24	705	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, RE-H300	161	0	161	0,00	4,23
25	706	SİLİNDİRİK TAŞLAMA, 500RP	221	0	221	0,00	5,80

Nagi ve diğerlerinin yöntemi uygulanırken iki sorunun çözümünü gerçekleştirmektedir. Hücreye girecek rotaların seçimi ve imalat hücrelerinin oluşturulması. Uygulanan yöntem, minimum hücreler arası trafiği veren rota ve hücreler elde edilmeye kadar iteratif bir şekilde devam eder. Birinci sorun bir doğrusal programlama modeli olarak formüle edilmiş ve LINDO ile çözülmüştür. İkinci sorun ise, Harhalakis ve diğerlerinin (1990)

Tablo 6.4 : Makina bazında hareket gören parçalar.

HÜCRE NO : 1

Tezgah No.	Tezgah Kodu	HÜCREDE HAREKET GÖREN PARÇALAR
1	103	2, 43, 44, 47, 48, 56, 57
2	104	1, 3, 11, 12, 13, 14, 20, 51, 55
5	108	2, 43, 44, 47, 48
6	110	1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 47, 48, 59, 60
7	112	2, 4
13	202	47
14	208	13, 36, 47, 48, 56, 57, 58, 59, 60
16	210	1, 2, 3, 4, 12, 13, 14
17	212	11, 21, 27, 36, 47, 71, 72, 73

HÜCRE NO : 2

Tezgah No.	Tezgah Kodu	HÜCREDE HAREKET GÖREN PARÇALAR
3	105	5,6,7,8,25,30,32,33,37,38,39,40,50,52,53,54,59,60,62,66,75
4	106	5,6,7,8,10,25,30,31,33,38,39,45,46,49,54,59,60,61,62,63,64,66
8	115	1,3,9,10,11,21,22,23,24,26,27,28,41,42,52,53,59,60
10	119	11,25,27,30,53
11	120	29,63
18	303	10,21,26,37,38,43,44,46,49,52,53,55,63
19	304	26,27,50
21	306	10,21
22	603	10,13,29,50

HÜCRE NO : 3

Tezgah No.	Tezgah Kodu	HÜCREDE HAREKET GÖREN PARÇALAR
9	116	15, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 28, 42
12	123	34, 35, 48
20	305	41, 42

HÜCRE NO : 4

Tezgah No.	Tezgah Kodu	HÜCREDE HAREKET GÖREN PARÇALAR
15	209	1,3,39,40,43,44,59,60,64,65,67,68,69,70,71,72,73,74,75
24	705	75
25	706	63, 64

geliştirmiş olduğu “hücreler arası trafik minimizasyonu” yöntemi ile çözülmüştür. (DURMUŞOĞLU B., DURMUŞOĞLU S. & AKHUN M. 1995).

Liao ‘nun geliştirdiği iki evreli kümelenendirme yönteminden temel fark; bu yöntemin çok önemli kriterlerden biri olan operasyon maliyetleri kriterini gözönünde bulundurmamasıdır. Zira bu çalışmada gerçekleştirilen yöntem, operasyon maliyetlerini minimize eden eniyi alternatif rotaları seçer.

Tablo 6.5 : Karşılaştırılan yöntemin ayrıntılı sonuçları.

HÜCRE NO	MAKİNA KODU	MAKİNA ADI	MAKİNA SAYISI	PARÇA SAYISI
1	1	CNC TORNA, combi	6	10
	11	UNIVERSAL TORNA, TOS, SN 71-B		
	12	ÜNV. TORNA, Kopya, TEZSAN SN50C		
	13	CNC FREZE, Deckel		
	14	CNC FREZE, Rambaudi, Versamatik		
	22	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel		
2	3	CNC TORNA, mazak	8	35
	8	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5		
	10	UNIVERSAL TORNA, Kopya TOS		
	15	CNC KOPYA FREZE, Rambaudi		
	18	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan		
	19	ÜÇ KAFALI MATKAP		
	20	DERİN DELİK DELME, Gildemaister		
	21	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ		
3	4	CNC TORNA, mazak	2	21
	9	REVOLVER TORNA, Kopya R5		
4	2	CNC TORNA, tarex	5	13
	5	CNC TORNA, B.Gildemaister		
	6	MERKEZLEME tezgahı		
	16	SATI H FREZE, Rouchoed		
	17	UNIVERSAL FREZE, Cincinnati		

NOT : 23 Nolu tezgah, GT programı sonuçlarına dayanarak hücrelere dahil edilmemiştir.

Makina hücreleri ve parça ailelerini oluşturmada kullanılan her iki yöntem de kümelendirme sonucu dört adet hücre bulmuştur. Her iki kümelendirme sonucu çıkan bir diğer benzerlik ise, 08 nolu Revolver Torna -Kopya TS-5, tezgahının duplike edilmesi gereğidir. I. yöntemde 08 nolu tezgahın yükü, % 199.42 olarak bulunurken II. yöntemde bu değer, % 167 olarak hesaplanmıştır. II. yöntemde, 03 ve 04 nolu tezgahlar %100 kullanım oranını aşsada, fark çok fazla olmadığından duplikasyona gerek yoktur ve bu sorun fazla mesai ya da hücreler arası trafiğe biraz daha fazla katlanarak giderilebilir.

Karşılaştırmada baz olabilecek bir diğer ölçüt dışsal yük, toplam yük oranıdır ve bu oranın tezgah bazında sıfır olması istenir. I. yöntemde 11 tezgah sıfır oranına erişirken II.yöntemde bu sayı 8 'de kalmaktadır. % 50 dışsal yük toplam yük oranını ise ilk yöntemde iki tezgah aşarken, diğer yöntemde üç tezgah aşmıştır.

Tablo 6.6 : Tezgah bazında içsel & dışsal yükler.

HÜCRE NO : 1

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
1	103	CNC TORNA, combi	1303	2537	3840	66,07	88
11	120	UNIVERSAL TORNA, TOS, SN 71-B	576	20	596	3,36	13
12	123	ÜNV. TORNA, Kopya, TEZSAN SNS0C	956	0	956	0,00	22
13	202	CNC FREZE, Deckel	241	633	874	72,43	20
14	208	CNC FREZE, Rambaudi, Versamatik	2810	440	3250	13,54	75
22	603	PANTOGRAF, 3 Boyutlu Deckel	151	687	838	81,98	19

HÜCRE NO : 2

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
3	105	CNC TORNA, mazak	4767	199	4966	4,01	115
8	115	REVOLVER TORNA, Kopya TS-5	6983	249	7232	3,44	167
10	119	UNIVERSAL TORNA, Kopya TOS	1203	34	1237	2,75	29
15	209	CNC KOPYA FREZE, Rambaudi	2289	817	3106	26,30	71
18	303	SÜTUNLU MATKAP, Tezsan	2037	79	2116	3,73	48
19	304	ÜÇ KAFALI MATKAP	342	1	343	0,29	7
20	305	DERİN DELİK DELME, Gildemaister	284	0	284	0,00	6
21	306	ÖZEL MATKAP ÜNİTESİ	280	0	280	0,00	6

HÜCRE NO : 3

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
4	106	CNC TORNA, mazak	4517	0	4517	0,00	105
9	116	REVOLVER TORNA, Kopya RS	712	0	712	0,00	16

HÜCRE NO : 4

Tezgah No.	Tezgah Kodu	Tezgah İsmi	İçsel Yük (saat)	Dışsal Yük (saat)	Toplam Yük (saat)	Dışsal Yük Toplam Yük Oranı (%)	Kullanım Oranı(%)
2	104	CNC TORNA, tarez	2095	0	2095	0,00	48
5	108	CNC TORNA, B.Gildemaister	4320	0	4320	0,00	100
6	110	MERKEZLEME tezgahı	1626	410	2036	20,14	47
16	210	SATI H FREZE, Rouchoed	2843	0	2843	0,00	65
17	212	UNIVERSAL FREZE, Cincinnati	2203	749	2952	25,37	68

6.2 : KÜMELENDİRME YÖNTEMLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Kullanılan sınır ağı modeli sonucu elde edilen kümelendirmenin etkinliği aşağıdaki kriterlere göre ölçülmüştür.

I. Diyagonal Blok Sayısı

En net tanımıyla kümelendirme sonucu ortaya çıkan “hücre sayısıdır.” Kümelendirme etkinliğini yüksek olduğu sürece, yüksek olması istenir. Kümelendirmedeki amaç, mümkün olduğunca birbirinden bağımsız alt sistemler kurmaktır.

II. İstisnai Eleman Yüzdesi

Sonuç parça-makina matrisindeki diyagonal blok dışında kalan "1" lerin matristeki toplam birlere oranıdır. Mümkün olduğunca az olması, etkinliğin yüksek olduğu anlamına gelir. Hücreler arası trafiğin (hareketin) net bir göstergesidir.

III. Makina Kullanım Yüzdesi

Hücre içi kullanımı temsil eden makina kullanım yüzdesi, diyagonal bloklardaki "1" lerin diyagonal bloklardaki toplam eleman sayısına oranıdır. (Chandrasekharan ve Rajagopalan, 1986a).

$$MKY = \Pi_1 = \frac{ED}{\sum_{i=1}^n M_i * P_i} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

ED : Diyagonal bloktaki birlerin sayısı.

M_i : I nolu makina grubundaki birlerin sayısı.

P_i : I nolu parça ailesindeki parça tipi sayısı.

IV. Gruplama Etkinliği

Gruplama etkinliği makina kullanım yüzdesini temsil eden Π_1 ve hücreler arası hahaketi temsil eden Π_2 bileşenlerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Ağırlık faktörü q, genel karşılaştırmalarda 0.5 olarak almır. Gruplama etkinliğinin yüksek olması istenir.

$$\Pi_2 = 1 - \frac{EO}{MS * PS - \sum_{i=1}^n M_i * P_i} \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\Pi = q * \Pi_1 + (1 - q) * \Pi_2$$

Π : Gruplama Etkinliği

Π_0 : Sınırlayıcı Etkinlik.

V. Göreli Etkinlik

Görelî etkinliğin mümkün olduğu kadar "1"e yakın olması istenmesine rağmen, veri kümesinin kendisinden kaynaklanan bazı zorlayıcı sınırlamalar vardır. satır ve sütun kümelerinin sıralanması ile tanımlanan herhangi bir blok diyagonal şekil için, ulaşılabilecek maximum etkinliğin bir sınırı vardır. (Chanrasekharan & Rajagopalan, 1987).

Bu Π_0 sınırlayıcı etkinlik şu şekilde hesaplanır.

$$M_1 \leq M_2 \leq M_3 \dots \leq M_i \leq M_{i+1} \dots \leq M_n$$

$$P_1 \leq P_2 \leq P_3 \dots \leq P_i \leq P_{i+1} \dots \leq P_n \text{ olarak sıralanırlar ve}$$

$$S_{\max} = \sum_{i=1}^n M_i * P_i \text{ hesaplanır ve daha sonra}$$

$$M_1 \leq M_2 \leq M_3 \dots \leq M_i \leq M_{i+1} \dots \leq M_n$$

$$P_1 \geq P_2 \geq P_3 \dots \geq P_i \geq P_{i+1} \dots \leq P_n \text{ olarak sıralanırlar ve}$$

$$S_{\min} = \sum_{j=1}^n M_j * P_j \text{ hesaplanır ve üç durumdan söz edilir.}$$

Durum 1: $E < S_{\min}$

$$\Pi_0 = q * \frac{E}{S_{\min}} + (1 - q)$$

Durum 2: $E > S_{\max}$

$$\Pi_0 = q + (1 + q) * \frac{MS * PS - E}{MS * PS - S_{\max}}$$

Durum 3: $S_{\min} \leq E \leq S_{\max}$

$$\Pi_0 = 1$$

Sınırlayıcı etkinlik Π_0 yukarıdaki gibi hesaplandıktan sonra, görelî etkinlik hesaplanabilir. Görelî etkinlik, gruplama etkinliği ile sınırlayıcı etkinlik arasındaki orandır. "1"e yakın olması istenir, bu da gruplama etkinliğinin yüksek olduğunun bir göstergesidir.

$$\text{Görelî Etkinlik} = \Pi_R = \frac{\Pi}{\Pi_0}$$

VI. Toplam Bağ Enerjisi

Toplam bağ enerjisi, gruplandırılmış bir matrisin görelî yığılmasını ölçen bir göstergedir. Bağ enerjisi, en yakın iki komşu elemanın çarpımı olarak tanımlanmıştır. (McCormick vd, 1972). Bu durumda toplam bağ enerjisi;

$$BE = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^{MS} \sum_{j=1}^{PS} X_{ij} * (X_{ij+1} + X_{ij-1} + X_{i+1,j} + X_{i-1,j}) \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Bazı durumlarda, en etkin kümelendirme, bağ enerjisinin yüksek olmadığı durumlarda gerçekleşebilir.

Bu çalışmada kullanılan ölçütlerden başka birçok etkinlik ölçütü mevcuttur. (Bknz. KANDİLLER L., 1993).

Uygulaması gerçekleştirilen bu yöntemde, II.evre sonucu ortaya çıkan performans ölçütleri ve toplu sonuçlar Ek H' dedir.

İlk evresinde, 452 karar değişkeni kullanılarak min. maliyetli rotaların seçildiği yöntemin, ikinci evresi sonucu hesaplanan performans ölçütleri; istisnai eleman yüzdesi % 26.49 ve bağ enerjisi 126 olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] GALLAGHER C.C. & KNIGHT W.A. Charles, Group Technology Production Methods in Manufacture., 1986.
- [2] DURMUŞOĞLU, B., Üretim Sistemleri Sistemleri Tasarımında GT Yaklaşımı, 1.Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, 1984.
- [3] SNEAD S. Charles, Group Technology Foundation for Competitive Manufacturing, 1989
- [4] CHENG CH, Algorithms for Grouping Machine Groups in Group Technology, Omega Int. J. of Mgmt. Sci., Vol. 20, No. 4, pp. 493-501, 1992
- [5] OFFODILE O.F., MEHREZ A., GRZNAR J., "Cellular Manufacturing: A Taxonomic Review Framework", Journal of Manufacturing Systems, Volume 13/ No.3
- [6] SCHUMACHER E.F. Group Technology.
- [7] DURMUŞOĞLU B., Esnek Üretim Sistemleri, Endüstri Müh. Bölümü Yüksek Lisans Ders Notları., 1994
- [8] AL-QATTAN Ibrahim., "Designing Flexible Manufacturing Cells Using A Branch and Bound Method., Int. J. Prod. Res., Vol 28., No 2.
- [9] MILTENBURG John & ZHANG W., "A Comparative Evaluation of Nine Well-Known Algorithms for Solving The Cell Formation Problem in GT.", Journal Of Operations Management., Vol 10., 1991
- [10] LIAO T.W. & CHEN L.J., "An Evaluation of ART1 Neural Models for GT Part Family & Machine Cell Forming", Journal of Manufacturing Systems., Vol 12.
- [11] MÜLLER B.veREINHARDT J., Neural Networks,
- [12] LAU C., Artificial Neural Networks, Texas, 1992.
- [13] SIMPSON, P. K., Artificial Neural Systems, San Diego, 1990
- [14] KAPARTHI, SURESH & CERVENY, An Improved Neural Network Leader Algorithm for Part-Machine Grouping in GT., European Journal of Operational Research 69., pp. 342-356, 1993.
- [15] LIAO T.W., Design of Line-type Cellular Manufacturing Systems for Minimum Operating and Material-Handling Costs.
- [16] ASKIN,G.R.,Modeling and Analysis of Manufacturing Systems,The Univ. of Arizona.

- [17] DURMUŞOĞLU, B., Hücresel İmalat Sistemlerinin Çalışma Düzeni ve Özellikleri, Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü Üretim Planlama ve Stok Kontrol Sistemleri Seminer Notları, 1988.
- [18] DURMUŞOĞLU, B., "Bilgisayar Destekli İmalat Sistemlerine Geçişte Esnek İmalat Hücreleri ve Sistemlerinin Rolü.", MPM Bilgisayar Destekli Üretim ve Yönetim Semineri, 1993
- [19] CHUNG Y. & KUSIAK A., "Grouping Parts with a Neural Network", Journal of Manufacturing Systems., Volume 13/ No.4.
- [20] PURCHECK GUNTER, "Machine - Component Group Formation : an Heuristic Method for Flexible Production Cells & Flexible Manufacturing Systems", 1985
- [21] DURMUŞOĞLU B., "Bütünleşik İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi", Sipariş Üretiminde Üretim Planlama Semineri, 1988
- [22] GUNASINGH, K.RAJA & LASHKARI R.S., "Machine Grouping Problem in Cellular Manufacturing Systems : An Integer Programming Approach", Int. J. Prod. Res., 1989
- [23] ALTUNTERİM B., "Bir Kalıp Üretimi Sisteminde Alternatif Rota Esaslı Grup Teknolojisi Uygulaması", End. Müh. Yüksek Lisans Tezi., 1993
- [24] VENUGOPAL V. & NARENDRA T.T., "Machine-Cell Formation Through Neural Network Models", Int. J. Prod. Res., Vol.32, 1994
- [25] CARPENTER G.A., GROSSBERG G.S., & ROSEN D.B., "Fuzzy ART : Fast Stable Learning & Categorization of Analog Patterns by An Adaptive Resonance System", Neural Networks., Vol.4., 1991
- [26] GU P., "Multi-Stage Clustering : Parts & Machines Grouping", Integrated Manufacturing Systems., Vol 4., No.3., 1993
- [27] GUPTA Tarun., "Design of Manufacturing Cells for Flexible Environment Considering Alternative Routeing.", Int. J. Prod. Res., Vol 31., 1993
- [28] HARHALAKIS G., NAGI R. & PROTH J.M., "An Efficient Heuristic in Manufacturing Cell Formation for GT Applications", Int. J. Prod. Res., Vol 28., 1990
- [29] ÇIRAK KORKUT., "Yapay Sinir Ağları ve Üretim Sistemlerinde Uygulamaları", End. Müh. Tezi., 1994
- [30] SURESH N.C. & KAPARTHI S., "Performance of Fuzzy ART Neural Network for GT Cell Formation", Int. J. Prod. Res., Vol 32., 1994
- [31] SHAFER M. Scott & ROGERS David F., "A Goal Programming Approach to the Cell Formation Problem.", "Journal of Operations Management", Vol 10., 1991
- [32] KANDİLLER Levent., "A Comparative Study On Cell Formation in Cellular Manufacturing Systems.", Research Report., 1993
- [33] NAGI R. ,HARHALAKIS G. & PROTH J.M., "Multiple Routeings & Capacity Considerations in GT Applicatons.", Int. J. Prod. Res., 1990.

[34] SCHRAGE Linus, "Linear, Integer & Quadratic Programming with LINDO", 1986 Edition.



EKLER

EK : A

YILLIK PARÇA TALEPLERİ

PARÇA 1 = 235	PARÇA 26 = 598
PARÇA 2 = 2118	PARÇA 27 = 86
PARÇA 3 = 194	PARÇA 28 = 171
PARÇA 4 = 1742	PARÇA 29 = 2161
PARÇA 5 = 194	PARÇA 30 = 1760
PARÇA 6 = 968	PARÇA 31 = 335
PARÇA 7 = 581	PARÇA 32 = 1777
PARÇA 8 = 193	PARÇA 33 = 390
PARÇA 9 = 2678	PARÇA 34 = 455
PARÇA 10 = 670	PARÇA 35 = 130
PARÇA 11 = 3208	PARÇA 36 = 325
PARÇA 12 = 3443	PARÇA 37 = 1056
PARÇA 13 = 626	PARÇA 38 = 264
PARÇA 14 = 2191	PARÇA 39 = 88
PARÇA 15 = 1863	PARÇA 40 = 352
PARÇA 16 = 2173	PARÇA 41 = 2130
PARÇA 17 = 2173	PARÇA 42 = 710
PARÇA 18 = 317	PARÇA 43 = 2870
PARÇA 19 = 105	PARÇA 44 = 960
PARÇA 20 = 4198	PARÇA 45 = 480
PARÇA 21 = 2521	PARÇA 46 = 480
PARÇA 22 = 360	PARÇA 47 = 2760
PARÇA 23 = 360	PARÇA 48 = 310
PARÇA 24 = 360	PARÇA 49 = 1029
PARÇA 25 = 929	PARÇA 50 = 31

PARÇA 51 = 4120

PARÇA 52 = 1388

PARÇA 53 = 1337

PARÇA 54 = 445

PARÇA 55 = 1400

PARÇA 56 = 11

PARÇA 57 = 85

PARÇA 58 = 116

PARÇA 59 = 220

PARÇA 60 = 220

PARÇA 61 = 720

PARÇA 62 = 720

PARÇA 63 = 240

PARÇA 64 = 240

PARÇA 65 = 240

PARÇA 66 = 300

PARÇA 67 = 240

PARÇA 68 = 240

PARÇA 69 = 240

PARÇA 70 = 240

PARÇA 71 = 120

PARÇA 72 = 120

PARÇA 73 = 120

PARÇA 74 = 240

PARÇA 75 = 240

İŞÇİLİK SAATLERİ

EK : B

	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
o=1 m=16	.37	.37	.39	.39								.20	.20
o=1 m=03					.13	.13	.13	.13					
o=1 m=04					.47	.47	.47	.47					
o=1 m=08									.08	.19	.13		
o=1 m=02											.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
o=1 m=16	.20												
o=1 m=09		.03	.03	.03	.10	.10							.11
o=1 m=02							.07						
o=1 m=08								.17	.17	.17	.17	.13	.20
o=1 m=03												.13	
o=1 m=04												.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
o=1 m=08	.20	.12											
o=1 m=09	.11	.11											
o=1 m=11			.27										
o=1 m=03				.49	.55	.19	.25				.16	.16	.23
o=1 m=04				.49	.55	.25	.11				.17	.48	.23
o=1 m=12								.49	.49				
o=1 m=17										.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
o=1 m=03	.23					.19	.19			.23	.15		.22
o=1 m=08		.21	.18										.19
o=1 m=05				.47	.41								
o=1 m=01				.43	.26								
o=1 m=04						.19	.19			.13	.15		.26
o=1 m=17								.26					
o=1 m=14									1.28				
o=1 m=02												.13	
	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
o=1 m=08	.09												
o=1 m=09	.10												
o=1 m=03		.43	.41						.08	.20		.13	
o=1 m=04		.43	.29						.08	.20		.13	
o=1 m=02			.21										
o=1 m=14				1.04	1.04	1.04	.33	.33					
o=1 m=15							.33						.75
o=1 m=11											.08		
	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		
o=1 m=03	.09												
o=1 m=04	.09												
o=1 m=15		.07	.07	.10	.10				.50	.50			
o=1 m=17						.42	.33	.75					

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=2 m=06	.14	.14	.16	.16								.05	.05
o=2 m=03					.16	.16	.16	.16					
o=2 m=04					.12	.12	.12	.12					
o=2 m=08									.08	.13	.09		
o=2 m=17											.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
o=2 m=06	.05												
o=2 m=09		.06	.06	.06	.11	.11							.16
o=2 m=08							.10	.10	.10	.10	.08	.17	
o=2 m=03											.08		
o=2 m=04											.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
o=2 m=08	.17	.17											
o=2 m=09	.16	.16											
o=2 m=22			.07										
o=2 m=03				.62	.21	.24	.25				.46	.46	.43
o=2 m=04				.62	.21	.33	.39				.48	.17	.29
o=2 m=12								.38	.38				
o=2 m=14										1.00			
	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
o=2 m=03	.43					.25	.55			.09	.07		
o=2 m=08		.15	.20										
o=2 m=05				.34	.41								
o=2 m=01				.25	.35								
o=2 m=04						.25	.48			.09	.07		
o=2 m=06								.34	.38				
o=2 m=18													.22
	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
o=2 m=08	.09												
o=2 m=09	.11												
o=2 m=03		.10	.66						.20	.11	.08	.30	
o=2 m=04		.10	.51						.20	.11	.08	.30	
o=2 m=18			.47										
o=2 m=01				1.00	1.00								
o=2 m=14						1.00							
o=2 m=06							.11	.11					
o=2 m=15													1.00
	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		
o=2 m=03	.08												
o=2 m=04	.08												
o=2 m=15		.07	.07	.30	.35				.17				
o=2 m=17						.42	.33	1.00					
o=2 m=24										.20			

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=3 m=08	.25		.25								.17		
o=3 m=07		.42		.29						.06			
o=3 m=01		.23		.22									
o=3 m=05		.27		.21									
o=3 m=02												.12	.22
	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
o=3 m=02	.12												
o=3 m=08								.13					.16
o=3 m=10												.26	
o=3 m=09													.14
	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
o=3 m=08	.16												
o=3 m=09	.14												
o=3 m=10				.20									
o=3 m=14										.94			
o=3 m=18											.60	.60	
o=3 m=15													.30
	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
o=3 m=15	.30				.13								
o=3 m=20		.10	.10										
o=3 m=18				.03			.07			.16			
o=3 m=05								.76					
o=3 m=01							.64						
o=3 m=12								1.42					
o=3 m=22										.08			
o=3 m=03													.07
o=3 m=04													.13
o=3 m=10													.11
	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
o=3 m=08	.10						.42	.42					
o=3 m=14				3.52	3.52	3.52							
o=3 m=03											.70		
o=3 m=04											.70		
o=3 m=25												.42	
	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		
o=3 m=03	.10									.30			
o=3 m=04	.10									.30			
o=3 m=15		.75	.75	.33	.33	1.00			.15				
o=3 m=17							.17	.50					

Operasyon No = 3

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=4 m=08	.33		.13								.09		
o=4 m=07		.60		.25									
o=4 m=01		.60		.38									
o=4 m=05		.21		.48									
o=4 m=21										.16			
o=4 m=14													.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
o=4 m= 18								.10					
o=4 m= 08													.17
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m= 08	.17												
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m= 08		.12	.08										
o=4 m= 09			.08										
o=4 m= 18				.05	.10								
o=4 m= 05							.25	.95					
o=4 m= 01							.25	.79					
o=4 m= 19											.03		
	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
o=4 m= 08	.21												
o=4 m= 03							.25	.25			.70		
o=4 m= 04							.56	.56			.70		
o=4 m= 15												.42	
	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		
o=4 m= 03	.08												
o=4 m= 04	.08												
o=4 m= 15		.08	.08			1.00	1.00	1.50					
o=4 m= 24										.47			

Operasyon No = 4

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=5 m= 15	.13		.13										
o=5 m= 07		.42		.42									
o=5 m= 22										.06			
o=5 m= 14													.33
o=5 m=													
	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
o=5 m= 21								.06					
o=5 m= 18													.08
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	.08												
o=5 m= 11	.08												
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 08		.70	.26										
o=5 m= 09			.07										
o=5 m= 15				.13									
o=5 m= 18					.09								
o=5 m=							.12						
o=5 m= 05									1.25				
o=5 m= 01									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
o=5 m= 10	.18												
o=5 m= 03							.97	.97					
o=5 m= 04							.48	.48					
o=5 m= 18											.33		
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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		
o=5 m= 15								2.00					
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=6 m= 02	.25		.25										
o=6 m= 18										.03			
o=6 m= 10											.10		
o=6 m= 22													.90
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17								.05					
o=6 m= 19													.50
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17	0.08												
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 08			.08										
o=6 m= 14								.18					
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 03	.22												
o=6 m= 04	.26												
o=6 m= 08	.19												
o=6 m= 15							.07	.07					
o=6 m= 25											.50		
	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		
o=6 m=													
o=6 m=													

Operasyon No = 6

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=7 m= 03										.26			
o=7 m= 04										.26			
o=7 m= 22													.08
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 19	.50												
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 08			.18										
o=7 m=								.08					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 18	.22												
o=7 m= 15							.22	.22					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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		
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													

Operasyon No = 7

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=8 m= 22													.05
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=	.11												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m= 03	.07												
o=8 m= 04	.13												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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		
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													

Operasyon No = 8

İŞÇİLİK SAATLERİ

	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m= 17								.38					
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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		
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													

Operasyon No = 9

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

EK : C

	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
o=1 m=16	31097	31097	32778	32778								16809	16809
o=1 m=03					10926	10926	10926	10926					
o=1 m=04					39501	39501	39501	39501					
o=1 m=08									6724	15969	10926		
o=1 m=02											10085		
	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
o=1 m=16	10809												
o=1 m=09		2521	2521	2521	8404	8404							9245
o=1 m=02							5883						
o=1 m=08								14288	14288	14288	14288	10926	16809
o=1 m=03												10926	
o=1 m=04												10926	
	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
o=1 m=08	16908	10085											
o=1 m=09	9245	9245											
o=1 m=11			22692										
o=1 m=03				41182	46225	15969	21011				13447	13447	19330
o=1 m=04				41182	46225	21011	9245				14288	40341	19330
o=1 m=12								41182	41182				
o=1 m=17										42022			
	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
o=1 m=03	19330					15969	15969				19330	12607	18490
o=1 m=08		17649	15128										15969
o=1 m=05				39501	34458								
o=1 m=01				36139	21851								
o=1 m=04						15969	15969			10926	12607		21851
o=1 m=17								21851					
o=1 m=14									107578				
o=1 m=02												10926	
	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
o=1 m=08	7564												
o=1 m=09	8404												
o=1 m=03		36139	34458							6724	16809		10926
o=1 m=04		36139	24373							6724	16809		10926
o=1 m=02			17649										
o=1 m=14				87407	87407	87407	27735	27735					
o=1 m=15							27735						63034
o=1 m=11											6724		
	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		
o=1 m=03	7564												
o=1 m=04	7564												
o=1 m=15		5883	5883	8404	8404				42022	42022			
o=1 m=17						35299	27735	63034					

Operasyon No : 1

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=2 m=06	11766	11766	13447	13447								4202	4202
o=2 m=03					13447	13447	13447	13447					
o=2 m=04					10085	10085	10085	10085					
o=2 m=08									6724	10926	7564		
o=2 m=17											6724		
	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
o=2 m=06	4202												
o=2 m=09		5043	5043	5043	9245	9245							13447
o=2 m=08								8404	8404	8404	8404	6724	14288
o=2 m=03												6724	
o=2 m=04												10085	
	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
o=2 m=08	14288	14288											
o=2 m=09	13447	13447											
o=2 m=22			5883										
o=2 m=03				52108	17649	20171	21011					38661	38661
o=2 m=04				52108	17649	27735	32778					40342	14288
o=2 m=12								31937	31937				
o=2 m=14										84045			
	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
o=2 m=03	36139					21011	46225			7564	5883		
o=2 m=08		12607	16809										
o=2 m=05				28575	34458								
o=2 m=01				21011	29416								
o=2 m=04						21011	40342			7564	5883		
o=2 m=06							28575	31937					
o=2 m=18													18490
	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
o=2 m=08	7564												
o=2 m=09	9245												
o=2 m=03		8404	55470						16809	9245	6724	25214	
o=2 m=04		8404	42863						16809	9245	6724	25214	
o=2 m=18			39501										
o=2 m=01				84045	84045								
o=2 m=14						84045							
o=2 m=06							9245	9245					
o=2 m=15													84045
	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		
o=2 m=03	6724												
o=2 m=04	6724												
o=2 m=15		5883	5883	25214	29416				14288				
o=2 m=17						35299	27735	84045					
o=2 m=24										16809			

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=3 m=08	21011		21011								14288		
o=3 m=07		35299		24373						5043			
o=3 m=01		19330		18490									
o=3 m=05		22692		17649									
o=3 m=02												10085	18490
	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
o=3 m=02	10085												
o=3 m=08							10926						13447
o=3 m=10												21852	
o=3 m=09													11766
	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
o=3 m=08	13447												
o=3 m=09	11766												
o=3 m=10				16809									
o=3 m=14										79002			
o=3 m=18											50427	50427	
o=3 m=15													25213
	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
o=3 m=15	25213				10926								
o=3 m=20		8404	8404										
o=3 m=18				2521			5883			13447			
o=3 m=05								63874					
o=3 m=01							53789						
o=3 m=12								119344					
o=3 m=22										6724			
o=3 m=03													5883
o=3 m=04													10926
o=3 m=10													9245
	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
o=3 m=08	8404						35299	35299					
o=3 m=14				295838	295838	295838							
o=3 m=03											58831		
o=3 m=04											58831		
o=3 m=25												35299	
	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		
o=3 m=03	8404									25213			
o=3 m=04	8404									25213			
o=3 m=15		63034	63034	27735	27735	84045			12607				
o=3 m=17							14288	42022					

Operasyon No =3

T.C. YÜSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=4 m=08	27735		10926								7564		
o=4 m=07		50427		21011									
o=4 m=01		50427		31937									
o=4 m=05		17649		40342									
o=4 m=21										13447			
o=4 m=14													25213
	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
o=4 m=18								8404					
o=4 m=08													14288
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08	14288												
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08		10085	6724										
o=4 m=09			6724										
o=4 m=18				4202	8404								
o=4 m=05								21011	79842				
o=4 m=01								21011	66396				
o=4 m=19											2521		
	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
o=4 m=08	17649												
o=4 m=03							21011	21011			58831		
o=4 m=04							47065	47065			58831		
o=4 m=15												35299	
	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		
o=4 m=03	6724												
o=4 m=04	6724												
o=4 m=15		6724	6724			84045	84045	126067					
o=4 m=24										39501			

Operasyon No = 4

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=5 m= 15	10926		10926										
o=5 m= 07		35299		35299									
o=5 m= 22										5043			
o=5 m= 14													27735
o=5 m=													
	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
o=5 m= 21								5043					
o=5 m= 18													6724
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	6724												
o=5 m= 11	6724												
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 08		58831	21852										
o=5 m= 09			5883										
o=5 m= 15				10926									
o=5 m= 18					7564								
o=5 m=								10085					
o=5 m= 05									105056				
o=5 m= 01									89928				
	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
o=5 m= 10	15128												
o=5 m= 03							81524	81524					
o=5 m= 04							40342	40342					
o=5 m= 18											27735		
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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		
o=5 m= 15								168090					
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=6 m= 02	21011		21011										
o=6 m= 18									2521				
o=6 m= 10											8404		
o=6 m= 22													75640
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17								4202					
o=6 m= 19													42022
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17	6724												
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 08			6724										
o=6 m= 14							15128						
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 03	18490												
o=6 m= 04	21852												
o=6 m= 08	15969												
o=6 m= 15							5883	5883					
o=6 m= 25											42022		
	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		
o=6 m=													
o=6 m=													

Operasyon No = 6

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=7 m= 03										21852			
o=7 m= 04										21852			
o=7 m= 22													6724
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 19	42022												
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 08			15128										
o=7 m=								6724					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 18	18490												
o=7 m= 15							18490	18490					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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		
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													

Operasyon No = 7

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=8 m= 22													4202
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=	9245												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m= 03	5883												
o=8 m= 04	10926												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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		
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													

Operasyon No = 8

İŞÇİLİK MALİYETLERİ

	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m= 17								31937					
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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		
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													

Operasyon No = 9

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

EK : D

	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
o=1 m=16	3520	3520	4023	4023								5909	5909
o=1 m=03					8879	8879	8879	8879					
o=1 m=04					8879	8879	8879	8879					
o=1 m=08									6303	6303	23173		
o=1 m=02											23173		
	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
o=1 m=16	5909												
o=1 m=09		48728	48728	48728	2382	2382							1698
o=1 m=02							31402						
o=1 m=08								751	751	751	751	6930	1698
o=1 m=03												6930	
o=1 m=04												6930	
	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
o=1 m=08	1698	1698											
o=1 m=09	1698	1698											
o=1 m=11			6303										
o=1 m=03				2166	2166	27504	12128				1733	1733	22740
o=1 m=04				2166	2166	27504	12128				1733	1733	22740
o=1 m=12								12128	12128				
o=1 m=17										523			
	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
o=1 m=03	22740					15809	15809			8879	8879		3682
o=1 m=08		5029	5029										
o=1 m=05				63455	63455								
o=1 m=01				63455	63455								
o=1 m=04						15809	15809			8879	8879		3682
o=1 m=17								12344					
o=1 m=14									12344				
o=1 m=02												12128	
	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
o=1 m=08	11365												
o=1 m=09	11365												
o=1 m=03		3682											
o=1 m=04		3682											
o=1 m=02													
o=1 m=14				3354	3354	3354	861	861					
o=1 m=15							861						
o=1 m=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		
o=1 m=03													
o=1 m=04													
o=1 m=15													
o=1 m=17													

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=2 m=06	3520	3520	4023	4023								5909	5909
o=2 m=03					8879	8879	8879	8879					
o=2 m=04					8879	8879	8879	8879					
o=2 m=08									6303	6303	23173		
o=2 m=17											23173		
	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
o=2 m=06	5909												
o=2 m=09		48728	48728	48728	2382	2382							1698
o=2 m=08								751	751	751	751	6930	1698
o=2 m=03												6930	
o=2 m=04												6930	
	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
o=2 m=08	1698	1698											
o=2 m=09	1698	1698											
o=2 m=22			6303										
o=2 m=03				2166	2166	27504	12128				1733	1733	22740
o=2 m=04				2166	2166	27504	12128				1733	1733	22740
o=2 m=12								12128	12128				
o=2 m=14										635			
	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
o=2 m=03	22740					15809	15809			8879	8879		
o=2 m=08		5029	5029										
o=2 m=05				63455	63455								
o=2 m=01				63455	63455								
o=2 m=04						15809	15809			8879	8879		
o=2 m=06								4023	4023				
o=2 m=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
o=2 m=08	11365												
o=2 m=09	11365												
o=2 m=03		3682											
o=2 m=04		3682											
o=2 m=18													
o=2 m=01				718	718								
o=2 m=14						718							
o=2 m=06							1006	1006					
o=2 m=15													
	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		
o=2 m=03													
o=2 m=04													
o=2 m=15													
o=2 m=17													
o=2 m=24													

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=3 m=08	48511		131								23173		
o=3 m=07		48511		131						6303			
o=3 m=01		48511		44180									
o=3 m=05		48511		44180									
o=3 m=02												41365	41365
	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
o=3 m=02	41365												
o=3 m=08								751					1698
o=3 m=10												359	
o=3 m=09													1698
	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
o=3 m=08	1698												
o=3 m=09	1698												
o=3 m=10				2166									
o=3 m=14										635			
o=3 m=18													
o=3 m=15													272
	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
o=3 m=15	272				2040								
o=3 m=20													
o=3 m=18													
o=3 m=05								12344					
o=3 m=01								12344	12344				
o=3 m=12													
o=3 m=22													
o=3 m=03													3682
o=3 m=04													3682
o=3 m=10													11365
	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
o=3 m=08													
o=3 m=14				3354	3354	3354							
o=3 m=03													
o=3 m=04													
o=3 m=25													
	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		
o=3 m=03													
o=3 m=04													
o=3 m=15													
o=3 m=17													

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=4 m=08	48511		44180								23173		
o=4 m=07		48511		44180									
o=4 m=01		48511		44180									
o=4 m=05		48511		44180									
o=4 m=21													
o=4 m=14													5938
	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
o=4 m= 18													
o=4 m= 08													1698
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m= 08	1698												
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m= 08		5029	5029										
o=4 m= 09			5029										
o=4 m= 18													
o=4 m= 05								12344	12344				
o=4 m= 01								12344	12344				
o=4 m= 19													
	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
o=4 m= 08	11365												
o=4 m= 03							3682	3682					
o=4 m= 04							3682	3682					
o=4 m= 15													
	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		
o=4 m= 03													
o=4 m= 04													
o=4 m= 15													
o=4 m= 24													

Operasyon No = 4

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=5 m= 15	4442		4895										
o=5 m= 07		48511		44180									
o=5 m= 22													
o=5 m= 14													5938
o=5 m=													
	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
o=5 m= 21													
o=5 m= 18													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	1698												
o=5 m= 11	1698												
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 08		5029	5029										
o=5 m= 09			5029										
o=5 m= 15				544									
o=5 m= 18													
o=5 m= 05									12344				
o=5 m= 01									12344				
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	11365												
o=5 m= 03							3682	3682					
o=5 m= 04							3682	3682					
o=5 m= 18													
o=5 m=													
	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		
o=5 m= 15													
o=5 m=													

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=6 m= 02	48511		44180										
o=6 m= 18													
o=6 m= 10											23173		
o=6 m= 22													5938
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17								751					
o=6 m= 19													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17	1698												
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 08			5029										
o=6 m= 14								544					
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 03	3682												
o=6 m= 04	3682												
o=6 m= 08	11365												
o=6 m= 15							861	861					
o=6 m= 25													
	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		
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													

Operasyon No = 6

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=7 m= 03										6303			
o=7 m= 04										6303			
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 19													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 08			5029										
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 18													
o=7 m= 15							861	861					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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		
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													

Operasyon No = 7

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m= 03	3682												
o=8 m= 04	3682												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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		
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													

Operasyon No =8

AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m= 17								544					
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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		
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

EK : E

	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
o=1 m=16	1496	1496	2078	2078								944	944
o=1 m=03					4586	4586	4586	4586					
o=1 m=04					4586	4586	4586	4586					
o=1 m=08									1883	1883	7224		
o=1 m=02											7224		
	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
o=1 m=16	944												
o=1 m=09		7848	7848	7848	2258	2258							1828
o=1 m=02							7480						
o=1 m=08								209	209	209	209	7460	1828
o=1 m=03												7460	
o=1 m=04												7460	
	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
o=1 m=08	1986	1986											
o=1 m=09	1986	1986											
o=1 m=11			1750										
o=1 m=03				1231	1231	13023	9329				985	985	12920
o=1 m=04				1231	1231	13023	9329				985	985	12920
o=1 m=12								9329	9329				
o=1 m=17										402			
	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
o=1 m=03	12920					16468	16468			14321	14321		1240
o=1 m=08		1771	1771										
o=1 m=05				16568	16568								
o=1 m=01				16568	16568								
o=1 m=04						16468	16468			14321	14321		1240
o=1 m=17								5963					
o=1 m=14									5963				
o=1 m=02												2944	
	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
o=1 m=08	3827												
o=1 m=09	3827												
o=1 m=03		1240											
o=1 m=04		1240											
o=1 m=02													
o=1 m=14				12331	12331	12331	1957	1957					
o=1 m=15							1957						
o=1 m=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		
o=1 m=03													
o=1 m=04													
o=1 m=15													
o=1 m=17													

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=2 m=06	1496	1496	2078	2078								944	944
o=2 m=03					4586	4586	4586	4586					
o=2 m=04					4586	4586	4586	4586					
o=2 m=08									1883	1883	7224		
o=2 m=17											7224		
	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
o=2 m=06	944												
o=2 m=09		7848	7848	7848	2258	2258							1828
o=2 m=08								209	209	209	209	7460	1828
o=2 m=03												7460	
o=2 m=04												7460	
	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
o=2 m=08	1986	1986											
o=2 m=09	1986	1986											
o=2 m=22			1750										
o=2 m=03				1231	1231	13023	9329				985	985	12920
o=2 m=04				1231	1231	13023	9329				985	985	12920
o=2 m=12								9329	9329				
o=2 m=14										488			
	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
o=2 m=03	12920					16468	16468			14321	14321		
o=2 m=08		1771	1771										
o=2 m=05				16568	16568								
o=2 m=01				16568	16568								
o=2 m=04						16468	16468			14321	14321		
o=2 m=06								1943	1943				
o=2 m=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
o=2 m=08	3827												
o=2 m=09	3827												
o=2 m=03		1240											
o=2 m=04		1240											
o=2 m=18													
o=2 m=01				2640	2640								
o=2 m=14						2640							
o=2 m=06							2286	2286					
o=2 m=15													
	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		
o=2 m=03													
o=2 m=04													
o=2 m=15													
o=2 m=17													
o=2 m=24													

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=3 m=08	20617		68								7224		
o=3 m=07		20617		68						1883			
o=3 m=01		20617		22820									
o=3 m=05		20617		22820									
o=3 m=02												6608	6608
	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
o=3 m=02	6608												
o=3 m=08								209					1828
o=3 m=10												386	
o=3 m=09													1828
	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
o=3 m=08	1986												
o=3 m=09	1986												
o=3 m=10				1231									
o=3 m=14										488			
o=3 m=18													
o=3 m=15													155
	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
o=3 m=15	155				533								
o=3 m=20													
o=3 m=18													
o=3 m=05								5963					
o=3 m=01								5963	5963				
o=3 m=12													
o=3 m=22													
o=3 m=03													1240
o=3 m=04													1240
o=3 m=10													3827
	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
o=3 m=08													
o=3 m=14				12331	12331	12331							
o=3 m=03													
o=3 m=04													
o=3 m=25													
	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		
o=3 m=03													
o=3 m=04													
o=3 m=15													
o=3 m=17													
o=3 m=													

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=4 m=08	20617		22820								7224		
o=4 m=07		20617		22820									
o=4 m=01		20617		22820									
o=4 m=05		20617		22820									
o=4 m=21													
o=4 m=14													949
	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
o=4 m=18													
o=4 m=08													1828
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08	1986												
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08		1771	1771										
o=4 m=09			1771										
o=4 m=18													
o=4 m=05								5963	5963				
o=4 m=01								5963	5963				
o=4 m=19													
	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
o=4 m=08	3827												
o=4 m=03							8368	8368					
o=4 m=04							8368	8368					
o=4 m=15													
	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		
o=4 m=03													
o=4 m=04													
o=4 m=15													
o=4 m=24													

Operasyon No = 4

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=5 m=15	1888		2528										
o=5 m=07		20617		22820									
o=5 m= 22													
o=5 m= 14													949
o=5 m=													
	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
o=5 m= 21													
o=5 m= 18													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	1986												
o=5 m= 11	1986												
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 08		1771	1771										
o=5 m= 09			1771										
o=5 m= 15				142									
o=5 m= 18													
o=5 m= 13													
o=5 m= 05									5963				
o=5 m= 01									5963				
	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
o=5 m= 10	3827												
o=5 m= 03							8368	8368					
o=5 m= 04							8368	8368					
o=5 m= 18													
o=5 m=													
	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		
o=5 m= 15													
o=5 m=													
o=5 m=													

Operasyon No = 5

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=6 m= 02	20617		22820										
o=6 m= 18													
o=6 m= 10										7224			
o=6 m= 22													949
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17								209					
o=6 m= 19													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17	1986												
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 08			1771										
o=6 m= 14								263					
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 03	1240												
o=6 m= 04	1240												
o=6 m= 08	3827												
o=6 m= 15							1957	1957					
o=6 m= 25													
	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		
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													

Operasyon No = 6

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=7 m= 03										1883			
o=7 m= 04										1883			
o=7 m= 22													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 19													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 08			1771										
o=7 m=13													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 18													
o=7 m= 15							1957	1957					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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		
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													

Operasyon No = 7

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m= 03	1240												
o=8 m= 04	1240												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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		
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													

Operasyon No = 8

BR. AMORTİSMAN MALİYETLERİ

	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
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
	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
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
	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
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
	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
0-9 m= 17								263					
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
	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
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													
	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		
0-9 m=													
0-9 m=													
0-9 m=													

Operasyon No = 9

TOPLAM MALİYETLER

EK : F

	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
o=1 m=16	32593	32593	34856	34856								17753	17753
o=1 m=03					15512	15512	15512	15512					
o=1 m=04					44087	44087	44087	44087					
o=1 m=08									8607	17852	18150		
o=1 m=02											17309		
	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
o=1 m=16	11753												
o=1 m=09		10369	10369	10369	10662	10662							11073
o=1 m=02							13363						
o=1 m=08								14497	14497	14497	14497	18386	18637
o=1 m=03												18386	
o=1 m=04												18386	
	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
o=1 m=08	18894	12071											
o=1 m=09	11231	11231											
o=1 m=11			24442										
o=1 m=03				42413	47456	28992	30340				14432	14432	32250
o=1 m=04				42413	47456	34034	18574				15273	41326	32250
o=1 m=12								50511	50511				
o=1 m=17										42424			
	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
o=1 m=03	32250					32437	32437				33651	26928	19730
o=1 m=08		19420	16899										15969
o=1 m=05				56069	51026								
o=1 m=01				52707	38419								
o=1 m=04						32437	32437			25247	26928		23091
o=1 m=17								27814					
o=1 m=14									107578				
o=1 m=02												10926	
	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
o=1 m=08	11391												
o=1 m=09	12231												
o=1 m=03		37379	34458						6724	16809		10926	
o=1 m=04		37379	24373						6724	16809		10926	
o=1 m=02			17649										
o=1 m=14				99638	99638	99638	29692	29692					
o=1 m=15							29692						63034
o=1 m=11											6724		
	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		
o=1 m=03	7564												
o=1 m=04	7564												
o=1 m=15		5883	5883	8404	8404				42022	42022			
o=1 m=17						35299	27735	63034					

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=2 m=06	13262	13262	15525	15525								5146	5146
o=2 m=03					18033	18033	18033	18033					
o=2 m=04					14671	14671	14671	14671					
o=2 m=08									8607	12809	14788		
o=2 m=17											13948		
	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
o=2 m=06	5146												
o=2 m=09		12891	12891	12891	11503	11503							15275
o=2 m=08								8613	8613	8613	8613	14184	16116
o=2 m=03												14184	
o=2 m=04												17545	
	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
o=2 m=08	16274	16274											
o=2 m=09	15433	15433											
o=2 m=22			7633										
o=2 m=03				53339	18880	33194	30340				39646	39646	49059
o=2 m=04				53339	18880	40758	42107				41327	15273	37293
o=2 m=12								41266	41266				
o=2 m=14										84533			
	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
o=2 m=03	49059					37479	62693			21885	20204		
o=2 m=08		14378	18580										
o=2 m=05				45143	51026								
o=2 m=01				37579	45984								
o=2 m=04						37479	56810			21885	20204		
o=2 m=06								30518	33880				
o=2 m=18													18490
	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
o=2 m=08	11391												
o=2 m=09	13072												
o=2 m=03		9644	55470						16809	9245	6724	25214	
o=2 m=04		9644	42863						16809	9245	6724	25214	
o=2 m=18			39501										
o=2 m=01				86685	86685								
o=2 m=14						86685							
o=2 m=06							11531	11531					
o=2 m=15													84045
	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		
o=2 m=03	6724												
o=2 m=04	6724												
o=2 m=15		5883	5883	25214	29416				14288				
o=2 m=17						35299	27735	84045					
o=2 m=24										16809			

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=3 m=08	41628		21079								21512		
o=3 m=07		55916		20441						6926			
o=3 m=01		39947		41310									
o=3 m=05		43309		40469									
o=3 m=02												16693	25098
	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
o=3 m=02	16693												
o=3 m=08								11135					15275
o=3 m=10												22738	
o=3 m=09													13594
	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
o=3 m=08	15433												
o=3 m=09	13752												
o=3 m=10				18040									
o=3 m=14										79490			
o=3 m=18											50427	50427	
o=3 m=15													25368
	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
o=3 m=15	25368				11459								
o=3 m=20		8404	8404										
o=3 m=18				2521			5883			13447			
o=3 m=05									69837				
o=3 m=01							59752						
o=3 m=12									125307				
o=3 m=22											6724		
o=3 m=03													7123
o=3 m=04													12166
o=3 m=10													13072
	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
o=3 m=08	8404						35299	35299					
o=3 m=14				308169	308169	308169							
o=3 m=03											58831		
o=3 m=04											58831		
o=3 m=25												35299	
	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		
o=3 m=03	8404									25213			
o=3 m=04	8404									25213			
o=3 m=15		63034	63034	27735	27735	84045			12607				
o=3 m=17							14288	42022					

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=4 m=08	48352		33746								14788		
o=4 m=07		71044		43831									
o=4 m=01		71044		54757									
o=4 m=05		38086		63162									
o=4 m=21										13447			
o=4 m=14													16162
	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
o=4 m=18								8404					
o=4 m=08													16116
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08	16274												
o=4 m=													
o=4 m=													
o=4 m=													
	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
o=4 m=08		11856	8495										
o=4 m=09			8495										
o=4 m=18				4202	8404								
o=4 m=05								26974	85805				
o=4 m=01								26974	72359				
o=4 m=19											2521		
	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
o=4 m=08	21476												
o=4 m=03							29379	29379			58831		
o=4 m=04							55433	55433			58831		
o=4 m=15												35299	
	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		
o=4 m=03	6724												
o=4 m=04	6724												
o=4 m=15		6724	6724			84045	84045	126067					
o=4 m=24										39501			

Operasyon No = 4

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=5 m= 15	12814		13454										
o=5 m= 07		55916		58119									
o=5 m= 22										5043			
o=5 m= 14													28684
o=5 m=													
	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
o=5 m= 21								5043					
o=5 m= 18													6724
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 10	8710												
o=5 m= 11	8710												
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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
o=5 m= 08		60602	23623										
o=5 m= 09			7654										
o=5 m= 15				11068									
o=5 m= 18					7564								
o=5 m=								10085					
o=5 m= 05									111019				
o=5 m= 01									95891				
	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
o=5 m= 10	18955												
o=5 m= 03							89892	89892					
o=5 m= 04							48710	48710					
o=5 m= 18											27735		
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													
	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		
o=5 m= 15								168090					
o=5 m=													
o=5 m=													
o=5 m=													

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=6 m= 02	41628		43831										
o=6 m= 18									2521				
o=6 m= 10											15628		
o=6 m= 22													76589
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17								4411					
o=6 m= 19													42022
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 17	8710												
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 08			8495										
o=6 m= 14								15391					
o=6 m=													
o=6 m=													
o=6 m=													
	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
o=6 m= 03	19730												
o=6 m= 04	23092												
o=6 m= 08	19796												
o=6 m= 15							7840	7840					
o=6 m= 25											42022		
	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		
o=6 m=													
o=6 m=													

Operasyon No = 6

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=7 m= 03										23735			
o=7 m= 04										23735			
o=7 m= 22													6724
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 19	42022												
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 08			16899										
o=7 m=								6724					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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
o=7 m= 18	18490												
o=7 m= 15							20447	20447					
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													
	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		
o=7 m=													
o=7 m=													
o=7 m=													

Operasyon No = 7

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=8 m= 22													4202
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m=206	9245												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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
o=8 m= 03	7123												
o=8 m= 04	12166												
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													
	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		
o=8 m=													
o=8 m=													
o=8 m=													

Operasyon No = 8

TOPLAM MALİYETLER

	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m= 17								32200					
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
o=9 m=													
	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		
o=9 m=													
o=9 m=													

Operasyon No = 9

EK:G

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) .494710000E+10

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X16111	1.000000	7659355.000000
X06211	1.000000	3116570.000000
X08311	1.000000	9782580.000000
X08411	1.000000	11362720.000000
X15511	1.000000	3011290.000000
X02611	1.000000	9782580.000000
X16121	1.000000	69031980.000000
X06221	1.000000	28088920.000000
X07321	.000000	118430100.000000
X01321	1.000000	84607740.000000
X05321	.000000	91728460.000000
X07421	.000000	150471200.000000
X01421	.000000	150471200.000000
X05421	1.000000	80666140.000000
X07521	1.000000	118430100.000000
X16131	1.000000	6762064.000000
X06231	1.000000	3011850.000000
X08331	1.000000	4089326.000000
---MORE---		
X08431	1.000000	6546724.000000
X15531	1.000000	2610076.000000
X02631	1.000000	8503214.000000
X16141	1.000000	60719150.000000
X06241	1.000000	27044550.000000
X07341	1.000000	35608220.000000
X01341	.000000	71962020.000000
X05341	.000000	70497000.000000
X07441	1.000000	76353600.000000
X01441	.000000	95386700.000000
X05441	.000000	110028200.000000
X07541	1.000000	101243300.000000
X03151	1.000000	3009328.000000
X04151	.000000	8552878.000000
X03251	.000000	3498402.000000
X04251	1.000000	2846174.000000
X03161	1.000000	15015620.000000
X04161	.000000	42676220.000000
X03261	.000000	17455940.000000
X04261	1.000000	14201530.000000
X03171	1.000000	9012472.000000
X04171	.000000	25614550.000000
X03271	.000000	10477170.000000
X04271	1.000000	8523851.000000
---MORE---		

X03181	1.000000	2993816.000000
X04181	.000000	8508791.000000
X03281	.000000	3480369.000000
X04281	1.000000	2831503.000000
X08191	1.000000	23049550.000000
X08291	1.000000	23049550.000000
X081101	1.000000	11960840.000000
X082101	1.000000	8582030.000000
X173101	1.000000	4640420.000000
X214101	1.000000	9009490.000000
X225101	1.000000	3378810.000000
X186101	1.000000	1689070.000000
X037101	.000000	15902450.000000
X047101	1.000000	15902450.000000
X081111	.000000	113752500.000000
X082111	.000000	47439900.000000
X172111	1.000000	44745180.000000
X083111	1.000000	69010500.000000
X084111	1.000000	47439900.000000
X161121	1.000000	61123580.000000
X062121	1.000000	17717680.000000
X053121	.000000	57474000.000000
X161131	1.000000	11113380.000000
X062131	1.000000	3221396.000000

--MORE--

X023131	1.000000	15711350.000000
X144131	1.000000	10117410.000000
X145131	1.000000	17956180.000000
X226131	1.000000	47944710.000000
X227131	1.000000	4209224.000000
X228131	1.000000	2630452.000000
X161141	1.000000	25750820.000000
X062141	1.000000	11274890.000000
X023141	1.000000	36574360.000000
X091151	1.000000	19317450.000000
X092151	1.000000	24015930.000000
X091161	1.000000	22531840.000000
X092161	1.000000	28012140.000000
X091171	1.000000	22531840.000000
X092171	1.000000	28012140.000000
X091181	1.000000	3379854.000000
X092181	1.000000	3646451.000000
X091191	1.000000	1119510.000000
X092191	1.000000	1207815.000000
X021201	1.000000	56097870.000000
X081211	1.000000	36546940.000000
X082211	1.000000	21713370.000000
X083211	1.000000	28071340.000000
X184211	1.000000	21186480.000000

--MORE--

X215211	1.000000	12713400.000000
X176211	1.000000	11120130.000000
X081221	1.000000	5218920.000000
X082221	1.000000	3100680.000000
X081231	1.000000	5218920.000000
X082231	1.000000	3100680.000000
X081241	1.000000	5218920.000000
X082241	1.000000	3100680.000000
X081251	.000000	17080590.000000
X031251	1.000000	17080590.000000
X041251	.000000	17080590.000000
X082251	.000000	13176940.000000
X032251	.000000	29476240.000000
X103251	1.000000	21123600.000000
X091261	1.000000	4621654.000000
X081261	.000000	11144930.000000
X092261	1.000000	9134450.000000
X082261	.000000	9637368.000000
X083261	.000000	9134450.000000
X093261	1.000000	8129212.000000
X084261	1.000000	9637368.000000
X185261	1.000000	4020952.000000
X196261	1.000000	25129160.000000
X081271	.000000	1624884.000000
--MORE--		

X091271	1.000000	965866.000000
X082271	.000000	1399564.000000
X092271	1.000000	1327238.000000
X083271	.000000	1327238.000000
X093271	1.000000	1182672.000000
X084271	1.000000	1399564.000000
X105271	1.000000	749060.000000
X115271	.000000	749060.000000
X176271	1.000000	749060.000000
X197271	1.000000	3613892.000000
X081281	1.000000	1064141.000000
X091281	.000000	1920501.000000
X082281	.000000	2782854.000000
X092281	1.000000	2639043.000000
X111291	1.000000	52819160.000000
X222291	1.000000	16494910.000000
X031301	1.000000	74646880.000000
X041301	.000000	74646880.000000
X032301	.000000	93876640.000000
X042301	1.000000	93876640.000000
X103301	1.000000	31750400.000000
X031311	1.000000	15897760.000000
X041311	.000000	15897760.000000
X032311	.000000	6324800.000000
--MORE--		

X042311	1.000000	6324800.000000
X031321	1.000000	51518780.000000
X041321	.000000	60478420.000000
X032321	1.000000	58985740.000000
X042321	.000000	72426970.000000
X031331	.000000	11832600.000000
X041331	1.000000	7243860.000000
X032331	1.000000	11832600.000000
X042331	.000000	16421730.000000
X121341	1.000000	22982500.000000
X122341	1.000000	18776030.000000
X121351	1.000000	6566430.000000
X122351	1.000000	5364580.000000
X171361	1.000000	13787800.000000
X142361	1.000000	27473220.000000
X143361	1.000000	25834250.000000
X031371	1.000000	15240190.000000
X041371	.000000	16128290.000000
X032371	1.000000	41866180.000000
X042371	.000000	43641310.000000
X183371	1.000000	53250910.000000
X031381	1.000000	3810048.000000
X041381	.000000	10910060.000000
X032381	.000000	10466540.000000

--MORE--

X042381	1.000000	4032072.000000
X183381	1.000000	13312730.000000
X031391	1.000000	2838000.000000
X041391	.000000	2838000.000000
X032391	.000000	4317192.000000
X042391	1.000000	3281784.000000
X153391	1.000000	2232384.000000
X031401	1.000000	11352000.000000
X032401	1.000000	17268770.000000
X153401	1.000000	8929536.000000
X081411	1.000000	41364600.000000
X082411	1.000000	30625140.000000
X203411	1.000000	17900520.000000
X084411	1.000000	25253280.000000
X085411	1.000000	129082300.000000
X081421	1.000000	11998290.000000
X082421	1.000000	13191800.000000
X203421	1.000000	5966840.000000
X084421	.000000	6031450.000000
X094421	1.000000	6031450.000000
X085421	.000000	16772330.000000
X095421	1.000000	5434340.000000
X086421	1.000000	6031450.000000
X087421	1.000000	11998290.000000

--MORE--

X051431	1.000000	160918000.000000
X011431	.000000	151269100.000000
X052431	.000000	129560400.000000
X012431	1.000000	107851700.000000
X183431	1.000000	7235270.000000
X184431	1.000000	12059740.000000
X155431	1.000000	31765160.000000
X051441	.000000	48984960.000000
X011441	1.000000	36882240.000000
X052441	.000000	48984960.000000
X012441	1.000000	44144640.000000
X153441	1.000000	11000640.000000
X184441	1.000000	8067840.000000
X185441	1.000000	7261440.000000
X031451	.000000	15569760.000000
X041451	1.000000	15569760.000000
X032451	.000000	17989920.000000
X042451	1.000000	17989920.000000
X031461	.000000	15569760.000000
X041461	1.000000	15569760.000000
X032461	.000000	30092640.000000
X042461	1.000000	27268800.000000
X183461	1.000000	2823840.000000
X171471	1.000000	76766640.000000

--MORE--

X062471	1.000000	84229680.000000
X053471	.000000	192750100.000000
X013471	1.000000	164915500.000000
X054471	1.000000	74448240.000000
X014471	.000000	74448240.000000
X135471	1.000000	27834600.000000
X146471	1.000000	42479160.000000
X137471	1.000000	18558240.000000
X141481	1.000000	33349180.000000
X062481	1.000000	10502800.000000
X123481	1.000000	38845170.000000
X054481	1.000000	26599550.000000
X014481	.000000	22431290.000000
X055481	.000000	64142100.000000
X031491	.000000	34626880.000000
X041491	1.000000	25979160.000000
X032491	.000000	22519660.000000
X042491	1.000000	22519660.000000
X183491	1.000000	13836960.000000
X031501	1.000000	834768.000000
X041501	.000000	834768.000000
X032501	1.000000	626324.000000
X042501	.000000	626324.000000
X223501	1.000000	208444.000000

--MORE--

X194501	1.000000	78151.000000
X021511	1.000000	45015120.000000
X031521	.000000	27385240.000000
X081521	1.000000	22164970.000000
X041521	.000000	32050310.000000
X182521	1.000000	25664120.000000
X033521	1.000000	9886724.000000
X043521	.000000	16886410.000000
X103521	.000000	18143940.000000
X081531	1.000000	15229770.000000
X091531	.000000	16352850.000000
X082531	1.000000	15229770.000000
X092531	.000000	17477260.000000
X083531	1.000000	11236150.000000
X084531	1.000000	28713410.000000
X105531	1.000000	25342840.000000
X036531	1.000000	26379010.000000
X046531	.000000	30874000.000000
X086531	.000000	26427140.000000
X187531	1.000000	24721130.000000
X038531	1.000000	9523451.000000
X048531	.000000	16265940.000000
X031541	1.000000	16633660.000000
X041541	.000000	20925240.000000

--MORE--

X032541	.000000	4291580.000000
X031551	.000000	48241200.000000
X041551	.000000	34122200.000000
X021551	1.000000	24708600.000000
X032551	.000000	77658000.000000
X042551	.000000	60008200.000000
X182551	1.000000	55301400.000000
X141561	1.000000	1096018.000000
X012561	1.000000	953535.000000
X143561	1.000000	3389859.000000
X141571	1.000000	8469230.000000
X012571	1.000000	7368225.000000
X143571	1.000000	26194360.000000
X141581	1.000000	11558010.000000
X142581	1.000000	10055460.000000
X143581	1.000000	35747600.000000
X141591	1.000000	6532240.000000
X151591	.000000	6532240.000000
X062591	1.000000	2536820.000000
X083591	1.000000	7765780.000000
X034591	1.000000	6463380.000000
X044591	.000000	12195260.000000
X035591	.000000	19776240.000000
X045591	1.000000	10716200.000000

--MORE--

X156591	1.000000	1724800.000000
X157591	1.000000	4498340.000000
X141601	1.000000	6532240.000000
X062601	1.000000	2536820.000000
X083601	1.000000	7765780.000000
X034601	1.000000	6463380.000000
X044601	.000000	12195260.000000
X035601	.000000	19776240.000000
X045601	1.000000	10716200.000000
X156601	1.000000	1724800.000000
X157601	1.000000	4498340.000000
X031611	.000000	4841280.000000
X041611	1.000000	4841280.000000
X032611	.000000	12102480.000000
X042611	1.000000	12102480.000000
X031621	1.000000	12102480.000000
X041621	.000000	12102480.000000
X032621	.000000	6656400.000000
X042621	1.000000	6656400.000000
X151631	.000000	1613760.000000
X032631	.000000	1613760.000000
X042631	1.000000	1613760.000000
X033631	.000000	14119440.000000
X043631	1.000000	14119440.000000

--MORE--

X034631	.000000	14119440.000000
X044631	1.000000	14119440.000000
X185631	1.000000	6656400.000000
X256631	1.000000	10085280.000000
X031641	.000000	2622240.000000
X041641	1.000000	2622240.000000
X032641	.000000	6051360.000000
X042641	1.000000	6051360.000000
X253641	1.000000	8471760.000000
X154641	1.000000	8471760.000000
X151651	1.000000	15128160.000000
X152651	1.000000	20170800.000000
X031661	.000000	2269200.000000
X041661	1.000000	2269200.000000
X032661	1.000000	2017200.000000
X042661	.000000	2017200.000000
X033661	.000000	2521200.000000
X043661	1.000000	2521200.000000
X034661	.000000	2017200.000000
X044661	1.000000	2017200.000000
X151671	1.000000	1411920.000000
X152681	1.000000	2823840.000000
X153671	1.000000	15128160.000000
X154671	1.000000	1613760.000000

--MORE--

X151681	1.000000	1411920.000000
X153681	1.000000	15128160.000000
X154681	1.000000	1613760.000000
X151691	1.000000	2016960.000000
X152691	1.000000	6051360.000000
X153691	1.000000	6656400.000000
X151701	1.000000	2016960.000000
X152701	1.000000	7059840.000000
X153701	1.000000	6656400.000000
X171711	1.000000	4235880.000000
X172711	1.000000	4235880.000000
X153711	1.000000	10085400.000000
X154711	1.000000	10085400.000000
X171721	.000000	3328200.000000
X172721	1.000000	3328200.000000
X173721	1.000000	1714560.000000
X154721	1.000000	10085400.000000
X171731	.000000	7564080.000000
X172731	1.000000	10085400.000000
X173731	1.000000	5042640.000000
X154731	1.000000	15128040.000000
X155731	1.000000	20170800.000000
X151741	1.000000	10085280.000000
X152741	1.000000	3429120.000000

--MORE--

X153741	1.000000	3025680.000000
X151751	1.000000	10085280.000000
X242751	1.000000	13514400.000000
X033751	1.000000	6051120.000000
X043751	.000000	6051120.000000
X138471	1.000000	25516200.000000
Y11	1.000000	.000000
Y21	1.000000	.000000
Y31	1.000000	.000000
Y41	1.000000	.000000
Y51	1.000000	.000000
Y61	1.000000	.000000
Y71	1.000000	.000000
Y81	1.000000	.000000
Y91	1.000000	.000000
Y101	1.000000	.000000
X021111	1.000000	.000000
Y111	1.000000	.000000
Y121	1.000000	.000000
Y131	1.000000	.000000
Y141	1.000000	.000000
Y151	1.000000	.000000
Y161	1.000000	.000000
Y171	1.000000	.000000

--MORE--

Y181	1.000000	.000000
Y191	1.000000	.000000
Y201	1.000000	.000000
Y211	1.000000	.000000
Y221	1.000000	.000000
Y231	1.000000	.000000
Y241	1.000000	.000000
Y251	1.000000	.000000
Y261	1.000000	.000000
Y271	1.000000	.000000
Y281	1.000000	.000000
Y291	1.000000	.000000
Y301	1.000000	.000000
Y311	1.000000	.000000
Y321	1.000000	.000000
Y331	1.000000	.000000
Y341	1.000000	.000000
Y351	1.000000	.000000
Y361	1.000000	.000000
Y371	1.000000	.000000
Y381	1.000000	.000000
Y391	1.000000	.000000
Y401	1.000000	.000000
Y411	1.000000	.000000
--MORE--		
Y421	1.000000	.000000
Y431	1.000000	.000000
Y441	1.000000	.000000
Y451	1.000000	.000000
Y461	1.000000	.000000
Y471	1.000000	.000000
Y481	1.000000	.000000
Y491	1.000000	.000000
Y501	1.000000	.000000
Y511	1.000000	.000000
Y521	1.000000	.000000
Y531	1.000000	.000000
Y541	1.000000	.000000
Y551	1.000000	.000000
Y561	1.000000	.000000
Y571	1.000000	.000000
Y581	1.000000	.000000
Y591	1.000000	.000000
Y601	1.000000	.000000
Y611	1.000000	.000000
Y621	1.000000	.000000
X111631	1.000000	.000000
Y631	1.000000	.000000
Y641	1.000000	.000000
--MORE--		

Y651	1.000000	.000000
Y661	1.000000	.000000
Y671	1.000000	.000000
Y681	1.000000	.000000
Y691	1.000000	.000000
Y701	1.000000	.000000
Y711	1.000000	.000000
Y721	1.000000	.000000
Y731	1.000000	.000000
Y741	1.000000	.000000
Y751	1.000000	.000000
X042251	1.000000	.000000
X042541	1.000000	.000000
X152671	1.000000	.000000
X023121	1.000000	.000000
X244751	1.000000	.000000
X015481	1.000000	.000000
X106111	1.000000	.000000
X179471	1.000000	.000000
X03131	.000000	.000000
X04301	.000000	.000000
X111271	.000000	.000000
X014581	.000000	.000000
X15671	.000000	.000000
--MORE--		
X103211	.000000	.000000
X135441	.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	.000000
3)	.000000	.000000
4)	.000000	.000000
5)	.000000	.000000
6)	.000000	.000000
7)	.000000	.000000
8)	.000000	.000000
9)	.000000	.000000
10)	.000000	.000000
11)	.000000	.000000
12)	.000000	.000000
13)	.000000	.000000
14)	.000000	.000000
15)	.000000	.000000
16)	.000000	.000000
17)	.000000	.000000
18)	.000000	.000000
19)	.000000	.000000
20)	.000000	.000000
--MORE--		

21)	.000000	.000000
22)	.000000	.000000
23)	.000000	.000000
24)	.000000	.000000
25)	.000000	.000000
26)	.000000	.000000
27)	.000000	.000000
28)	.000000	.000000
29)	.000000	.000000
30)	.000000	.000000
31)	.000000	.000000
32)	.000000	.000000
33)	.000000	.000000
34)	.000000	.000000
35)	.000000	.000000
36)	.000000	.000000
37)	.000000	.000000
38)	.000000	.000000
39)	.000000	.000000
40)	.000000	.000000
41)	.000000	.000000
42)	.000000	.000000
43)	.000000	.000000
44)	.000000	.000000

--MORE--

45)	.000000	.000000
46)	.000000	.000000
47)	.000000	.000000
48)	.000000	.000000
49)	.000000	.000000
50)	.000000	.000000
51)	.000000	.000000
52)	.000000	.000000
53)	.000000	.000000
54)	.000000	.000000
55)	.000000	.000000
56)	.000000	.000000
57)	.000000	.000000
58)	.000000	.000000
59)	.000000	.000000
60)	.000000	.000000
61)	.000000	.000000
62)	.000000	.000000
63)	.000000	.000000
64)	.000000	.000000
65)	.000000	.000000
66)	.000000	.000000
67)	.000000	.000000
68)	.000000	.000000

--MORE--

69)	.000000	.000000
70)	.000000	.000000
71)	.000000	.000000
72)	.000000	.000000
73)	.000000	.000000
74)	.000000	.000000
75)	.000000	.000000
76)	.000000	.000000
77)	.000000	.000000
78)	.000000	.000000
79)	.000000	.000000
80)	.000000	.000000
81)	.000000	.000000
82)	.000000	.000000
83)	.000000	.000000
84)	.000000	.000000
85)	.000000	.000000
86)	.000000	.000000
87)	.000000	.000000
88)	.000000	.000000
89)	.000000	.000000
90)	.000000	.000000
91)	.000000	.000000
92)	.000000	.000000

--MORE--

93)	.000000	.000000
94)	.000000	.000000
95)	.000000	.000000
96)	.000000	.000000
97)	.000000	.000000
98)	.000000	.000000
99)	.000000	.000000
100)	.000000	.000000
101)	.000000	.000000
102)	.000000	.000000
103)	.000000	.000000
104)	.000000	.000000
105)	.000000	.000000
106)	.000000	.000000
107)	.000000	.000000
108)	.000000	.000000
109)	.000000	.000000
110)	.000000	.000000
111)	.000000	.000000
112)	.000000	.000000
113)	.000000	.000000
114)	.000000	.000000
115)	.000000	.000000
116)	.000000	.000000

--MORE--

117)	.000000	.000000
118)	.000000	.000000
119)	.000000	.000000
120)	.000000	.000000
121)	.000000	.000000
122)	.000000	.000000
123)	.000000	.000000
124)	.000000	.000000
125)	.000000	.000000
126)	.000000	.000000
127)	.000000	.000000
128)	.000000	.000000
129)	.000000	.000000
130)	.000000	.000000
131)	.000000	.000000
132)	.000000	.000000
133)	.000000	.000000
134)	.000000	.000000
135)	.000000	.000000
136)	.000000	.000000
137)	.000000	.000000
138)	.000000	.000000
139)	.000000	.000000
140)	.000000	.000000

--MORE--

141)	.000000	.000000
142)	.000000	.000000
143)	.000000	.000000
144)	.000000	.000000
145)	.000000	.000000
146)	.000000	.000000
147)	.000000	.000000
148)	.000000	.000000
149)	.000000	.000000
150)	.000000	.000000
151)	.000000	.000000
152)	.000000	.000000
153)	.000000	.000000
154)	.000000	.000000
155)	.000000	.000000
156)	.000000	.000000
157)	.000000	.000000
158)	.000000	.000000
159)	.000000	.000000
160)	.000000	.000000
161)	.000000	.000000
162)	.000000	.000000
163)	.000000	.000000
164)	.000000	.000000

--MORE--

165)	.000000	.000000
166)	.000000	.000000
167)	.000000	.000000
168)	.000000	.000000
169)	.000000	.000000
170)	.000000	.000000
171)	.000000	.000000
172)	.000000	.000000
173)	.000000	.000000
174)	.000000	.000000
175)	.000000	.000000
176)	.000000	.000000
177)	.000000	.000000
178)	.000000	.000000
179)	.000000	.000000
180)	.000000	.000000
181)	.000000	.000000
182)	.000000	.000000
183)	.000000	.000000
184)	.000000	.000000
185)	.000000	.000000
186)	.000000	.000000
187)	.000000	.000000
188)	.000000	.000000

---MORE---

189)	.000000	.000000
190)	.000000	.000000
191)	.000000	.000000
192)	.000000	.000000
193)	.000000	.000000
194)	.000000	.000000
195)	.000000	.000000
196)	.000000	.000000
197)	.000000	.000000
198)	.000000	.000000
199)	.000000	.000000
200)	.000000	.000000
201)	.000000	.000000
202)	.000000	.000000
203)	.000000	.000000
204)	.000000	.000000
205)	.000000	.000000
206)	.000000	.000000
207)	.000000	.000000
208)	.000000	.000000
209)	.000000	.000000
210)	.000000	.000000
211)	.000000	.000000
212)	.000000	.000000

---MORE---

213)	.000000	.000000
214)	.000000	.000000
215)	.000000	.000000
216)	.000000	.000000
217)	.000000	.000000
218)	.000000	.000000
219)	.000000	.000000
220)	.000000	.000000
221)	.000000	.000000
222)	.000000	.000000
223)	.000000	.000000
224)	.000000	.000000
225)	.000000	.000000
226)	.000000	.000000
227)	.000000	.000000
228)	.000000	.000000
229)	.000000	.000000
230)	.000000	.000000
231)	.000000	.000000
232)	.000000	.000000
233)	.000000	.000000
234)	.000000	.000000
235)	.000000	.000000
236)	.000000	.000000

--MORE--

237)	.000000	.000000
238)	.000000	.000000
239)	.000000	.000000
240)	.000000	.000000
241)	.000000	.000000
242)	.000000	.000000
243)	.000000	.000000
244)	.000000	.000000
245)	.000000	.000000
246)	.000000	.000000
247)	.000000	.000000
248)	.000000	.000000
249)	.000000	.000000
250)	.000000	.000000
251)	.000000	.000000
252)	.000000	.000000
253)	.000000	.000000
254)	.000000	.000000
255)	.000000	.000000
256)	.000000	.000000
257)	.000000	.000000
258)	.000000	.000000
259)	.000000	.000000
260)	.000000	.000000

--MORE--

261)	.000000	.000000
262)	.000000	.000000
263)	.000000	.000000
264)	.000000	.000000
265)	.000000	.000000
266)	.000000	.000000
267)	.000000	.000000
268)	.000000	.000000
269)	.000000	.000000
270)	.000000	.000000
271)	.000000	.000000
272)	.000000	.000000
273)	.000000	.000000
274)	.000000	.000000
275)	.000000	.000000
276)	.000000	.000000
277)	.000000	.000000
278)	.000000	.000000
279)	.000000	.000000
280)	.000000	.000000
281)	.000000	.000000
282)	.000000	.000000
283)	.000000	.000000
284)	.000000	.000000

--MORE--

285)	.000000	.000000
286)	.000000	.000000
287)	.000000	.000000
288)	.000000	.000000
289)	.000000	.000000
290)	.000000	.000000
291)	.000000	.000000
292)	.000000	.000000
293)	.000000	.000000
294)	.000000	.000000
295)	.000000	.000000
296)	.000000	.000000
297)	.000000	.000000
298)	.000000	.000000
299)	.000000	.000000
300)	.000000	.000000
301)	.000000	.000000
302)	.000000	.000000
303)	.000000	.000000
304)	.000000	.000000
305)	.000000	.000000
306)	.000000	.000000
307)	.000000	.000000
308)	.000000	.000000

--MORE--

309)	.000000	.000000
310)	.000000	.000000
311)	.000000	.000000
312)	.000000	.000000
313)	.000000	.000000
314)	.000000	.000000
315)	.000000	.000000
316)	.000000	.000000
317)	.000000	.000000
318)	.000000	.000000
319)	.000000	.000000
320)	.000000	.000000
321)	.000000	.000000
322)	.000000	.000000
323)	.000000	.000000
324)	.000000	.000000
325)	.000000	.000000
326)	.000000	.000000
327)	.000000	.000000
328)	.000000	.000000
329)	.000000	.000000
330)	.000000	.000000
331)	.000000	.000000
332)	.000000	.000000

---MORE---

333)	.000000	.000000
334)	.000000	.000000
335)	.000000	.000000
336)	.000000	.000000
337)	.000000	.000000
338)	.000000	.000000
339)	.000000	.000000
340)	.000000	.000000
341)	.000000	.000000
342)	.000000	.000000
343)	.000000	.000000
344)	.000000	.000000
345)	.000000	.000000
346)	934.000000	.000000
347)	310.000000	.000000
348)	60.000000	.000000
349)	22.000000	.000000
350)	1915.000000	.000000
351)	2831.000000	.000000
352)	3791.000000	.000000
353)	2811.000000	.000000
354)	1662.000000	.000000
355)	1031.000000	.000000
356)	157.000000	.000000

---MORE---

357)	661.000000	.000000
358)	302.000000	.000000
359)	1754.000000	.000000
360)	1247.000000	.000000
361)	751.000000	.000000
362)	3467.000000	.000000
363)	3526.000000	.000000
364)	2689.000000	.000000
365)	3659.000000	.000000
366)	2972.000000	.000000
367)	3649.000000	.000000
368)	3589.000000	.000000
369)	3550.000000	.000000

NO. ITERATIONS= 2298

BRANCHES= 266 DETERM.= 1.000E 0

:
:



Figure 1. The effect of the concentration of the *Agaricus bisporus* spores on the growth of *Agaricus bisporus* on the substrate. The concentration of the spores was 10⁴ spores/g substrate (a), 10⁵ spores/g substrate (b), 10⁶ spores/g substrate (c), 10⁷ spores/g substrate (d), 10⁸ spores/g substrate (e), 10⁹ spores/g substrate (f). The substrate was 100 g of substrate (100 g of substrate + 100 g of substrate).



一

EK:I

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
0000000000111111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0001 .1...1.1.....11.....
P0002 1...111.....1.....
P0003 .1...1.1.....11.....
P0004 .....11.....1.....
P0005 ..11.....
P0006 ..11.....
P0007 ..11.....
P0008 ..11.....
P0009 .....1.....

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
0000000000111111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0010 ...1...1.....1..11...
P0011 .1.....1.1.....1.....
P0012 .1...1.....1.....
P0013 .1...1.....1.1.....1...
P0014 .1...1.....1.....
P0015 .....1.....
P0016 .....1.....
P0017 .....1.....
P0018 .....1.....

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
0000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000
00000000001111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0019 .....1.....
P0020 .1.....
P0021 .....1.....11..1....
P0022 .....1.....
P0023 .....1.....
P0024 .....1.....
P0025 ..11.....1.....
P0026 .....11.....11.....
P0027 .....111.....1.1.....

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
0000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000
00000000001111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0028 .....11.....
P0029 .....1.....1....
P0030 ..11.....1.....
P0031 ...1.....
P0032 ..11.....
P0033 ..11.....
P0034 .....1.....
P0035 .....1.....
P0036 .....1..1.....

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
0000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000
00000000001111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0037 ..1.....1.....
P0038 ..11.....1.....
P0039 ..11.....1.....
P0040 ..1.....1.....
P0041 .....1.....1.....
P0042 .....11.....1.....
P0043 1...1.....1..1.....
P0044 1.....1..1.....
P0045 ...1.....

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
0000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000
00000000001111111111222222
1234567890123456789012345

```

```

P0046 ...1.....1.....
P0047 1...11.....11..1.....
P0048 1...11.....1..1.....
P0049 ...1.....1.....
P0050 ..1.....1..1...
P0051 .1.....
P0052 ..1...1.....1.....
P0053 ..1...1..1.....1.....
P0054 ..11.....

```

```
P0055 .1.....1.....
P0056 1.....1.....
P0057 1.....1.....
P0058 .....1.....
P0059 ..11.1.1.....11.....
P0060 ..11.1.1.....11.....
P0061 ...1.....
P0062 ..11.....
P0063 ...1.....1.....1.....1.....
```

```

P0064  ...1.....1.....1
P0065  .....1.....
P0066  .11.....
P0067  .....1.....
P0068  .....1.....
P0069  .....1.....
P0070  .....1.....
P0071  .....1.1.....
P0072  .....1.1.....

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000
0000000001111111111222222
1234567890123456789012345

P0067 1.....
P0068 1.....
P0069 1.....
P0070 1.....
P0071 1.1.....
P0072 1.1.....
P0073 1.1.....
P0074 1.....
P0075 ..1.....1.....1..



```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
000000000000000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000000000000000
00000011112000111122012122
1256734673348018912920545

```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
00000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000
00000011112000111122012122
1256734673348018912920545

```

```
P0020  .1.....
P0036  .....1.1.....
P0043  1.1.....1.....1..
P0044  1.....1.....1..
P0047  1.11.11.1.....
P0048  1.11.1.....1.....
P0005  .....11.....
P0006  .....11.....
P0007  .....11.....
```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
00000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000
00000011112000111122012122
1256734673348018912920545

```

```

P0028 .....1.....1....
P0029 .....1..1.....
P0030 .....11.1.....
P0031 .....1.....
P0032 .....11.....
P0033 .....11.....
P0037 .....1...1.....
P0038 .....11..1.....
P0039 .....11.....1..

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
 00000000000000000000000000
 00000000000000000000000000
 0000011112000111122012122
 1256734673348018912920545

P0040 1.....1..
 P0045 1.....
 P0046 1..1.....
 P0049 1..1.....
 P0050 1.....1.1.....
 P0052 1.1..1.....
 P0053 1.11.1.....
 P0054 11.....
 P0059 ...1..1...111.....1..

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
 00000000000000000000000000
 00000000000000000000000000
 0000011112000111122012122
 1256734673348018912920545

P0060 ...1..1...111.....1..
 P0015 1.....
 P0016 1.....
 P0017 1.....
 P0018 1.....
 P0019 1.....
 P0034 1.....
 P0035 1.....
 P0041 1.....1...

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
000000000000000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000000000000000
0000011112000111122012122
1256734673348018912920545

```

```
P0042 .....1.....1.1...
P0051 .1.....
P0055 .1.....1.....
P0056 1.....1.....
P0057 1.....1.....
P0058 .....1.....
P0061 .....1.....
P0062 .....11.....
P0063 .....1..11.....1
```

```

MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
00000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000
0000011112000111122012122
1256734673348018912920545

```

P0064	1.....1.1
P0065	1.....1.
P0066	11.....
P0067	1.....
P0068	1.....
P0069	1.....
P0070	1.....
P0071	1.....1.
P0072	1.....1.

EK:K

*** T O P L U

S O N U Ç L A R ***

Grup	PARÇALAR								MAKINALAR							
1	1	2	3	4	9	11	12	13	1	2	5	6	7	13	14	16
	14	20	36	43	44	47	48		17	23						
2	5	6	7	8	10	21	22	23	3	4	8	10	11	18	19	21
	24	25	26	27	28	29	30	31	22							
	32	33	37	38	39	40	45	46								
	49	50	52	53	54	59	60									
3	15	16	17	18	19	34	35	41	9	12	20					
	42	51	55													
4	56	57	58	61	62	63	64	65	15	24	25					
	66	67	68	69	70	71	72	73								
	74	75														

Benzerlik Seviyesi.....: % 55
 Makina Sayisi.....: 25
 Parça Sayisi.....: 75
 Diyagonal Blok Sayisi.....: 4
 Diyagonal Blok İçindeki 1'lerin Sayisi...: 136
 Diyagonal Blok Dışındaki 1'lerin Sayisi...: 49
 İstisnai Elemanların Yüzdesi.....: % 26.49
 Makina Kullanım Yüzdesi.....: % 26.36
 Bağ Enerjisi.....: 126

Mak.Kul.Ağırlığı	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Gruplm Etknlg[%]	89.39	82.39	75.38	68.38	61.38	54.37	47.37	40.36	33.36
Sinir Etkinlk[%]	94.72	89.44	84.16	78.88	73.60	68.32	63.04	57.76	52.47
Görelî Etknlk[%]	94.37	92.12	89.57	86.69	83.39	79.59	75.14	69.89	63.57

ÖZGEÇMİŞ

06.06.1972 tarihinde Antalya 'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladıktan sonra, 1988 - Haziran 1992 tarihleri arasında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 'nde öğrenim gördü. 1992-1993 öğretim yılında ODTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu 'nda İngilizce eğitimi aldıktan sonra, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği programına başladı.



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ