

46361

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMLERİ ve
BİR GRUP TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Hüseyin Levent İZBUDAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 2 Haziran 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Haziran 1995

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet TANYAŞ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Gönül YENERSOY

Doç. Dr. Bülent DURMUŞOĞLU

Mehmet Tanyaş
Gönül Yenersoy
Bülent Durmuşoğlu

HAZİRAN 1995

ÖNSÖZ

Günümüzün rekabet ortamında şirketler ayakta kalabilmek için daha kaliteliyi, daha ucuza üretmek zorundadırlar. Özellikle gümrük birliğinin sınırında olan ülkemizde, korumaların kalkacağı bu dönemde şirketlerin tutunabilmeleri için bu şarttır. Buna bir de sürekli ve yüksek enflasyon ortamı eklenince şirketlerin üretim içi kayıpları minimize etmeleri gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kuruluşların başarısının piyasalardaki rekabet gücüyle ölçüldüğü günümüzde, dünya çapında bir üretici olmak için modern üretim yöntemlerini kullanmak bir alternatif olmaktan çıkmış bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu çalışmamda iyi bir şekilde uygulandığında; hataları, üretim içi kayıpları azaltacak; kaliteyi, üretim miktarını, şirket içi yardımlaşmayı, müşteri ve çalışanların tatmin düzeyini arttıracak olan Tam Zamanında Üretim Sistemi'nin gereklerini açıklamaya çalıştım.

Çalışmalarımnda beni destekleyen ve yol gösteren değerli hocam Doç.Dr.Mehmet TANYAŞ'a, uygulama sırasındaki yardımlarından dolayı Araştırma Görevlisi Sn. Ufuk CEBECİ'ye ve tezin yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Sn. Bünyamin SARIOĞLU'na teşekkür ederim.

Haziran1995

Hüseyin Levent İZBUDAK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.- GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.- GELENEKSEL ve ÇAĞDAŞ ÜRETİM SİSTEMLERİ	3
2.1. Üretim Sistemleri	3
2.2. Geleneksel Üretim Sistemleri	4
2.2.1. Sipariş Tipi Üretim Sistemleri	4
2.2.2. Akış Tipi Üretim Sistemleri	6
2.2.3. Proje Tipi Üretim Sistemleri	7
2.2.4. Sürekli Üretim Sistemleri	8
2.3. Çağdaş Üretim Sistemleri	8
2.3.1. Hücresel İmalat Sistemi ve Grup Teknolojisi	8
2.3.2. Esnek Üretim Sistemleri	10
2.3.3. Bilgisayar Bütünleşik Üretim Sistemleri	14
2.3.4. İmalat Kaynaklarının Planlanması (MRP II)	14
2.3.5. Tam Zamanında Üretim Sistemleri	18
BÖLÜM 3.- TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNİN GEREKLERİ	20
3.1. Tam Zamanında Felsefesi	20
3.2. Toplam Kalite Yönetimi ve Toplam Prodüktif Bakım	21
3.3. Küçük Parti Hacimleri	22
3.4. Hazırlık Sürelerinin Azaltılması	23
3.5. Grup Teknolojisi	24
3.6. Düzgün İş Yükleri	26
3.7. İyi Eğitilmiş İşçiler	27
3.8. Odaklaşmış Fabrika	28
3.9. Kanban Sistemi	28
3.9.1. Kanban Sistemi ve İşleyişi	28
3.9.2. Kanban Kartlarının Sayılarının Hesabı	30

3.9.3. Diğer Kanban Kartı Türleri	32
3.9.4. Kanban İçin Altı Kural	32
3.10. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Satınalma ve Nakliye	33
BÖLÜM 4.- DÜNYA KALİTESİNDE ÜRETİME GEÇİŞTE; TAM ZAMANINDA ÜRETİM , TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ ve ÇALIŞANLARIN KATILIMI'NIN ENTEGRASYONU	35
4.1.- CalComp Şirketindeki Endüstri Mühendisleri "Dünya Kalitesinde Üretim " İçin Tam Zamanında Üretim, Toplam Kalite Kontrolü ve Çalışanların Katılımını Entegre Ediyorlar.	35
4.2.- Tam Zamanında Üretim Envanter Programlarından ve Teslimat Çizelgelerinden Daha Çok Şey İfade Eder	47
BÖLÜM 5.- UYGULAMA YAPILAN FABRİKANIN TANITIMI	55
5.1.- Giriş	55
5.2.- Organizasyonel Yapısı	56
5.3. Üretilen Motorlar Hakkında Teknik Bilgiler	56
5.3.1. Mekanik Özellikler	56
5.3.2. Konstrüksiyon Özellikleri	57
5.3.3. Elektriksel Özellikler	58
5.3.4. Özel Uygulamalar	58
5.4. Motor Tip Kodlarının Açıklanması	58
BÖLÜM 6.- GRUP TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI	62
6.1. Giriş	62
6.2. MACE Kümelendirme Yöntemi	63
6.3. Hollier - Wild Grup İçi Düzenleme Analizi ve Akış Hattı Oluşturma Metodu	69
6.4. Parça Ailelerinin ve Makina Hücrelerinin Belirlenmesi	69
6.4.1. Parça-Makina Analiz Matrisinin Oluşturulması	69
6.4.2. MACE Yönteminin Kullanılması ve Grupların Oluşturulması	70
6.4.3. Hollier - Wild Metodu İle Hücre İçi Yerleşimlerin Bulunması	85
SONUÇLAR	100
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Genel Bir Üretim Sistemi	3
Şekil 2.2.	Sipariş Tipi Üretim Sistemi	5
Şekil 2.3.	Akış Tipi Üretimde İş Akışı	7
Şekil 2.4.	Proje Tipi Üretim Sistemi	7
Şekil 2.5.	Sürekli Proses Üretim Sistemi	8
Şekil 2.6.	Fonksiyonel ve Grup Teknolojisi İle Yerleşim	9
Şekil 2.7.	Değişik Esnek Üretim Sistemleri İle Çeşitli Parçalar ve Bunların Yıllık Üretim Miktarları Arasındaki İlişki	17
Şekil 2.8.	Esnek Üretim Sistemlerinin İşleyişi	13
Şekil 2.9.	MRP II Sistemi	17
Şekil 3.1.	Kanban Sisteminin İşleyişi	29
Şekil 3.2.	Çekme ve Üretim Kanbanı	31
Şekil 5.1.	SUTEM İşletmesi Organizasyon Şeması	56
Şekil 5.2.	SUTEM İşletmesi'nde Üretilen Ürünlerin Resimleri	60
Şekil 5.3.	SUTEM İşletmesi Yerleşim Planı	61
Şekil 6.1.	63-132S Frame Üretim Akış Diyagramı	64
Şekil 6.2.	132M-250 Frame Üretim Akış Diyagramı	65
Şekil 6.3.	Parça - Makina Analiz Matrisi	71
Şekil 6.4.	Başlangıç Matrisi	73
Şekil 6.5.	Benzerlik Katsayıları Matrisi	74
Şekil 6.6.	Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi=0.50)	75
Şekil 6.7.	Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (B.S.=0.50)	76

Şekil 6.8.	Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi=0.55)	77
Şekil 6.9.	Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (B.S.=0.55)	78
Şekil 6.10.	Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi=0.65)	79
Şekil 6.11.	Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (B.S.=0.65)	80
Şekil 6.12.	Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi=0.75)	81
Şekil 6.13.	Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (B.S.=0.75)	82
Şekil 6.14.	Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi=0.95)	83
Şekil 6.15.	Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (B.S.=0.95)	84
Şekil 6.16.	Benzerlik Sev.= 0.50'ye Göre Hücre İçi Yerleşim	88
Şekil 6.17.	Benzerlik Sev.= 0.50'ye Göre Hücre İçi Yerleşim	89
Şekil 6.18.	Benzerlik Sev.= 0.50'ye Göre Hücre İçi Yerleşim	90
Şekil 6.19.	Benzerlik Sev.= 0.50'ye Göre Hücre İçi Yerleşim	91
Şekil 6.20.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Hücre İçi Yerleşim	92
Şekil 6.21.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Hücre İçi Yerleşim	93
Şekil 6.22.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Hücre İçi Yerleşim	94
Şekil 6.23.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Hücre İçi Yerleşim	95
Şekil 6.24.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Diğer Hücreler	96
Şekil 6.25.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Birleştirilmesi Önerilen Hücreler İçi Yerleşim	97
Şekil 6.26.	Benzerlik Sev.= 0.65'e Göre Birleştirilmesi Önerilen Hücreler İçi Yerleşim	98
Şekil 6.27.	Son Yerleşim Düzeni	99

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1.	JIT ile Geleneksel Satınalma ve Nakliye Düşüncelerinin Karşılaştırılması	34
Tablo 6.1.	Tezgah Listesi	72
Tablo 6.2.	1995 Yılı Toplam Planlanan Üretim Miktarları	86
Tablo 6.3.	Parça Rotaları	87



ÖZET

Sektörel rekabet şartlarının ağırlaştığı günümüz ekonomisinde, dünya çapında bir şirket olmak için modern üretim sistemlerini kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir.

Öncelikle üretim sistemleri geleneksel ve çağdaş olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır ve bu sistemler kısaca tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde tam zamanında üretim sisteminin gerekleri ortaya konmuştur. Tam zamanında felsefesinin tanımı , toplam kalite yönetiminin, toplam verimli bakımın, sistem içindeki önemi, küçük parti hacimleri ile çalışmanın, işletmeye kazandıracakları anlatılmaktadır. Sisteme esneklik kazandırmak amacıyla hazırlık sürelerinin azaltılması ve bunun için sistemde yapılması gereken değişikliklerin neler olduğu anlatılmaktadır. Tam zamanında felsefesinin temellerinden olan grup teknolojisi ve grup teknolojisine geçiş süreci ve zorlukları anlatılmıştır. Bu bölümün bir başka konusu da iş yüklerinin düzgünleştirilmesinin, eğitilmiş ve nitelikli işçilerin, fabrikada odaklaşmanın, tam zamanında felsefesi için ifade ettiği şeylerdir. Üçüncü bölümün ana konularından birisi de kanban sistemi ve işleyişidir. Son olarak da tam zamanında üretim sisteminde satınalma ve nakliye işlemlerinin diğer sistemlerden farklı olarak nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği anlatılmaya çalışılmıştır.

Dördüncü bölümde tam zamanında üretim sistemiyle toplam kalite yönetiminin ve çalışanların katılımının dünya kalitesinde bir üretime ulaşmak için nasıl entegre edilmesi gerektiği, bu geçiş sürecinin zorlukları ve sonunda ortaya çıkacak faydalar anlatılmaya çalışılmıştır. Sonraki bölümde ise uygulama yapılan fabrika, organizasyonel yapısı, ürün yelpazesi ve ürünlerindeki çeşitlilikleriyle tanıtılmaya çalışılmıştır.

Son bölümde ise tam zamanında üretime geçişin ana adımlarından biri olan grup teknolojisi çalışması yer almaktadır. MACE yöntemi kullanılarak yapılan uygulama öncesi yöntem anlatılmış, parçaların fabrika içindeki taşıma sürelerini azaltacak ve çeşit sayısı yüksek olan bir ürün grubuna hizmet verecek yerleşim şekli ortaya konmuştur.

Sonuç olarak , tam zamanında üretime geçmek için en önemli noktalardan birisi yönetimin bu felsefeye tam olarak inanmasıdır. Yine, yönetim bilmelidir ki, başlangıçta çok yüksek gibi görünen eğitim ve uygulama maliyetleri, uygulama sonunda çok büyük kazançlarla geri dönecektir. Sayılabilir kazançların yanında, çalışanların tatmini, yüksek moral ve iş sadakatinin artışı gibi sayılamayan kazançlar da sağlanmaktadır. En önemlisi, üretimde mükemmeliyeti yakalamak, en iyi rekabet silahlarından birisidir.

SUMMARY

Just In Time Manufacturing and An Application of Group Technology

In these days, competitiveness is the most important point for a firm in the international market. So for being powerful against other firms, we must use modern production techniques.

First of all production systems are classified and these systems are explained.

The classification of these systems are like this:

- a) Traditional Production Systems
- b) Modern Production Systems

Considering the flow of the production, traditional systems are classified as; job shop production, flow shop production, project type production and continuous production. In this chapter these production systems and some advantages and disadvantages of them are explained briefly.

The modern production systems explained in this chapter are, cell manufacturing systems and group technology, flexible manufacturing systems, computer integrated manufacturing systems, MRP II and just in time.

Group technology is used to identify the product families. The parts in a family has a similar view and has similar operations. For these families of products different cells of machines and hardware are organized and these parts' operations are finished in that cell. The cell team workers may have more variety in their work by operating different type of machines or equipment in the cell. In the cells the inventory level is controlled and quality control activities have been done by the cell staff. And the maintenance of the machines in the cells are easier. The group technology makes the work flow simpler. And by the group technology operations the set-up times reduce. Although group technology has some disadvantages, it is a good production system, if the product families are grouped right.

We can say that the most widely used and successful computer based production system is MRP II. By the data of the bill of materials that is created on

the computer system and by the connected modules, management of the movements of all the parts becomes possible. MRP II is based on all the data flow in the firm. And by using these data MRP II creates models for production planning, production and finance. The goal of this system is minimizing the inventory and scraps and using the maximum capacity, and maximizing the quality.

When operations are perfectly managed, customers are served exactly on time and no idle inventories between operations, we can call this waste free ideal as Just In Time. One of the JIT techniques, called kanban, has been formally recognized as an inventory timing machine. The general meaning of kanban is a communication signal. The narrow meaning is card.

The objective of flexible manufacturing system is to incorporate many individual automation concepts and technologies into a sign production system. The system has automatic storage and retrieval systems, automatic material handling systems, robots, numerically controlled machining tools, group technology and a hierarchical computer control system. And by this system many types of products can be produced easily. The Flexible Manufacturing Systems have types that can produce different amounts and types of products. In the system the first step is the design step, second is programming CNC's, third is programming the robots and then the production. If the Flexible Manufacturing Systems are automated more, the integration of these processes are more.

Again in this chapter Computer Integrated Manufacturing system and the modules of Computer Integrated Manufacturing are explained. Computer Integrated Manufacturing includes computerized works at all steps of the production. The modules of Computer Integrated Manufacturing are these:

- | | | |
|---|------|-------------------------------------|
| - | CAE | Computer Aided Engineering |
| - | CAD | Computer Aided Design |
| - | CAPP | Computer Aided Process Planning |
| - | PPC | Production Planning and Control |
| - | FMS | Flexible Manufacturing System |
| - | FAS | Flexible Assembling System |
| - | MIS | Management Information System |
| - | CAMP | Computer Aided Maintenance Planning |

In the third chapter the musts for the JIT are explained. The importance of Total Quality Management and Total Productive Maintenance in the JIT system are explained.

We must work with little amounts in production and purchasing, to reduce inventory bills. And we must reduce the set-up times for the production. For this reduction we must use multipurpose equipment that will be suitable for all products, we must prepare special systems for changing the molds of the machines.

We must use group technology for grouping the products and machines as it is explained above. The workers will see the ending of the production and this will make them proud. And all the workers must be educated well about their work. Because they must be responsible for stopping the production if they see a mistake in the operation. If they are well educated and if they like their work, they will own the work and the products and this will reduce the mistakes.

And another part of the JIT system is the kanban system. This system works by the production and movement cards and the containers. There are some different cards for extraordinary positions. If the amount of the cards are calculated truly, there will be no work in progress waiting for the next operation. There are six main rules of kanban system. All the workers and the suppliers must obey these rules. These rules are explained in this chapter.

JIT also has a different purchasing and transportation policy than the traditional systems. In this system the suppliers have some more responsibilities. For example there is no acceptable percentage of defects.

In the forth chapter the integration of just in time manufacturing, total quality control and employee involvement for 'World Class Manufacturing' is explained. There is an example about implementation of just in time manufacturing at the Display Products Division of CalComp in this chapter. The steps of the implementation are explained at this chapter. The step of area choosing for the pilot projects is very important, because these pilot projects will be the samples for future implementation. When choosing pilot areas for JIT implementation, management must be careful not to tackle too large an area. Projects initially perceived to be simple often turn out to be quite simple. Other important steps of the implementation are training and involvement of the employees.

As we know no one is familiar with the production process than the operators who perform them. So they are the most important people in the process of elimination of the waste by changing the processes into a better way.

As a result in this example, there were many impressive results on the total cycle time, supplier base, scraps, reworks at all the parts of the corporation. They have many difficulties in the implementation, but they saw that manufacturing excellence was the best competitive weapon of firm.

In the fifth chapter there is information about the factory where the application of the project exercised on. In this chapter organizational structure of the factory, layout of the plant and the specifications of the products are described. The SUTEM Plant of Türk Elektrik Endüstrisi Co. has a capacity of producing 250.000 three phase electrical motors and 100.000 single phase electrical motors in a year. This plant has types of products over 1.000.

In the sixth chapter there is an application of group technology in the plant. The machines are grouped to form cells by MACE (Machine Component Cell Formation) method. The parts are grouped in families. And by using Hollier-Wild Method the places of the machines in the cells are found. By using group technology the material handling reduced, quality increased, feedback became on time and efficiency increased.

The transportation time which can't be shown in the standard time of the products decreased and the production planning and control became easier and more efficient. The problems of the production are seen on time and they are solved before a large amount of the parts produced with the problem.

A corollary to the Just In Time philosophy is that nothing is produced until it is needed. This corollary represents the foundation of a "pull" type production system. A pull system requires a way of knowing when additional parts need to be produced. In a manufacturing cell, this system may be visible in the process; operators can see when additional parts are needed, due to the close proximity of the subsequent production stage. In other areas, signals for production may be required.

Just In Time is an approach for improving overall productivity and eliminating waste. It provides for the cost effective production and delivery of only the necessary quantity of parts at the right quality, at the right time and at the right place.

The benefits of Just In Time are;

- Work-In-Progress reduction,
- Increased flexibility,
- Lower inventories,
- Increased productivity,
- Lower overheads,

- Reduction in break even points,
- Improved quality due to more visible and timely feedback,
- Improved employee morale as a result of increased responsibility and input to the process.

Another benefit of Just In Time is in preparation for automation projects. Without IT implementation, automation can simply automate those wasteful, non-value adding operations which currently exist in the process. The key to successful automation is ensuring that waste is first eliminated and that all processes targeted for automation are thoroughly proven to be reliable.

Implementing JIT philosophy may require a substantial change of thinking of top management; for example utilizing the creative abilities of all employees. The potential payback is enormous and the cost to implement is relatively small. Continuous improvement and the elimination of the waste provide the keys to becoming more competitive. The greatest benefit of resulting lower inventories flows from eliminating the causes or needs for inventory (poor quality, lengthy lead times, much material handling) rather than direct savings from lower inventory levels.

JIT is not an add on to the existing style of management. It can be achieved only as a result of fundamental change in management thinking and industrial cultural values. IT is only one element or goal which will be the outcome of a concept which can harness the resources of everyone on the payroll to work towards making their company the best in its business. The concept behind this achievement is known as Company-wide Quality Improvement. Company-wide Quality Improvement is fundamentally different from previous Western concepts of management and is not to be confused with quality assurance or quality control. These are both part of Company-wide Quality Control but so are many other concepts. It has nearly the same meaning with Total Quality Control Concept.

And when we integrate Just In Time with Total Quality Control and Employee Involvement the results will be greater. And our firms will go further on the way of World Class Manufacturing.

While considerable progress can be made towards the achievement of JIT, it nevertheless represents a long-term goal. As with 'zero defects' the end objective is desirable, but it is a goal to be aimed at not in the expectation that it will be achieved but, rather, that all norms will be swept aside and improvement, however small, will always be possible.

As a result Just In Time Manufacturing is a modern production system that eliminates the waste in the factory. For the success of the implementation, management must really believe this system and they must know that all the costs

of the implementation will return with higher benefits. Especially the training costs will seem high, but this step is the key step of all the implementation process and as I said before the rewards of Just In Time Manufacturing far outweigh the difficulties.



BÖLÜM 1.

GİRİŞ

Değişen dünya şartları ve hızla artan dünya nüfusu kısıtlı kaynakların kullanılması sorununu ortaya çıkarmaktadır. Kaynakların zenginleştirilmesi alınacak önlemleri ve uzun vadeli çabaları gerektirdiğinden, öncelikle eldeki kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak çok önemlidir.

Bilindiği gibi en genel tanımıyla hizmet ve ürün oluşturulması yoluyla topluma değer yaratan sistemlere üretim sistemleri denir. Üretim sistemlerinde üretim tipinden bağımsız olarak kıt kaynakların en iyi şekilde kullanılması sorunu her zaman vardır. Bu kısıtlı kaynakları, değişen ihtiyaçları en iyi karşılayacak şekilde yönlendirmek gerekir. İşte bu soruna tam anlamıyla cevap verecek üretim sistemleri çağdaş üretim sistemleridir.

Kaynak kullanımını en uygun şekilde sağlayacak üretim sistemlerinden birisi de tam zamanında üretim sistemleridir. Tam Zamanında Üretim sistemi her parçanın ona ihtiyaç duyulduğu anda ve ihtiyaç duyulduğu noktada bulunmasını sağlamak ana prensibine dayanan bir sistemdir. Amaç ürüne artı bir değer eklemeyen bütün aktivitelerin ortadan kaldırılması ve bu yolla operasyonların optimizasyonudur.

Fabrika içinde uygun bir yerleşim oluşturulması, grup teknolojisinin uygulanması, toplam kalite yönetimi, toplam verimli bakım, ayar ve hazırlık zamanlarının azaltılması ve çalışanların katılımı ilkelerinin üzerine oturtulan

bu sistem, bu elemanların entegrasyonu vasıtasıyla asıl amaç olan Dünya Kalitesinde Üretim' e ulaşılmasında bir araçtır.

Yüksek lisans tezim içinde herhangi bir işletmede imalat sahasından ofislere kadar bütün noktalarda kabullenilip uygulanmaya çalışılması gereken tam zamanında üretim felsefesinin gereklerini, uygulamaya geçişteki zorlukları, ve sonuçta ortaya çıkacak kazançları, dünyadaki uygulamalarından örneklerle birlikte anlatmaya çalıştım. Uygulama bölümünde ise yine bu sisteme geçişin temellerinden biri olan grup teknolojisinin bir uygulamasını yapmaya çalıştım. Buradaki amaç, işletmelerde ürün çeşitliliğine en kolay şekilde cevap verebilecek ve makinalar arası taşımaları en alt düzeye indirgeyecek bir yerleşim düzeni sağlamaktır.

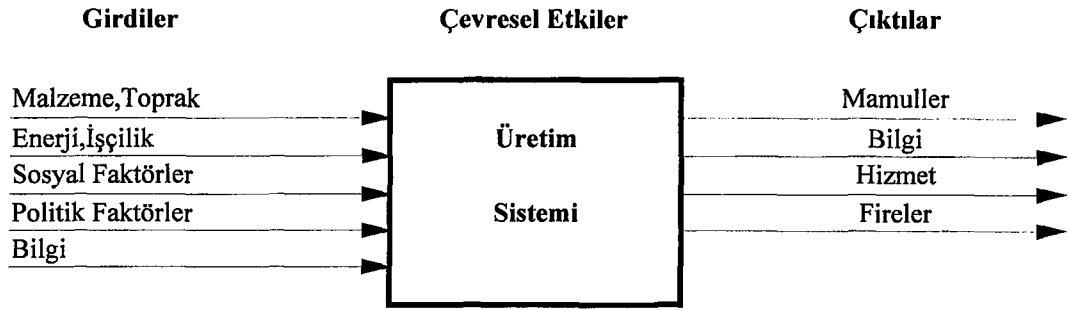


BÖLÜM 2.

GELENEKSEL ve ÇAĞDAŞ ÜRETİM SİSTEMLERİ

2.1.- Üretim Sistemleri

Üretim, ürünlerin ve hizmetlerin insanların ihtiyaçlarını karşılamak üzere hazırlanmasını ifade eden ekonomik bir terimdir. Üretim fonksiyonu, belirli kaynakları ya da üretim girdilerini kullanarak gerekli ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını içerir. Üretim fonksiyonunu gerçekleştirmek üzere bir araya getirilmiş öğeler ise üretim sistemini oluşturur. Genel bir üretim sistemi Şekil 2.1. de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Genel Bir Üretim Sistemi

Sistemin ölçülebilir parametreleri, akış zamanı, üretim oranı, yarımamul stokları, fire yüzdesi, günlük ve aylık üretim hacimleri ve toplam maliyetlerdir. Sistemin tanımında yer alan fiziksel elemanlar ise makinalar, takımlar, malzeme taşıma sistemleri ve insanlardır.

Üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin seviyesi ve ayrıntıları ise üretim sistemlerinin tipine göre farklılık gösterir. Bu faaliyetler ürün miktarı ile ters, ürün çeşitliliği ile doğru orantılıdır. Üretim planlama ve kontrol sisteminin yapısı, bu sistemin uygulamaya konulacağı üretim sisteminin tipine bağlıdır. Bu nedenle kullanılacak sistemin belirlenmesi için mevcut üretim sisteminin iyi bir şekilde analizi gereklidir.

Üretim sistemleri genel olarak iki grupta incelenebilir:

2.2.- Geleneksel Üretim Sistemleri

2.3.- Çağdaş Üretim Sistemleri

2.2.- Geleneksel Üretim Sistemleri

Pratikte üretim akışı dikkate alındığında dört tip üretim sistemine rastlanmaktadır :

2.2.1.- Sipariş Tipi Üretim Sistemi

2.2.2.- Akış Tipi Üretim Sistemi

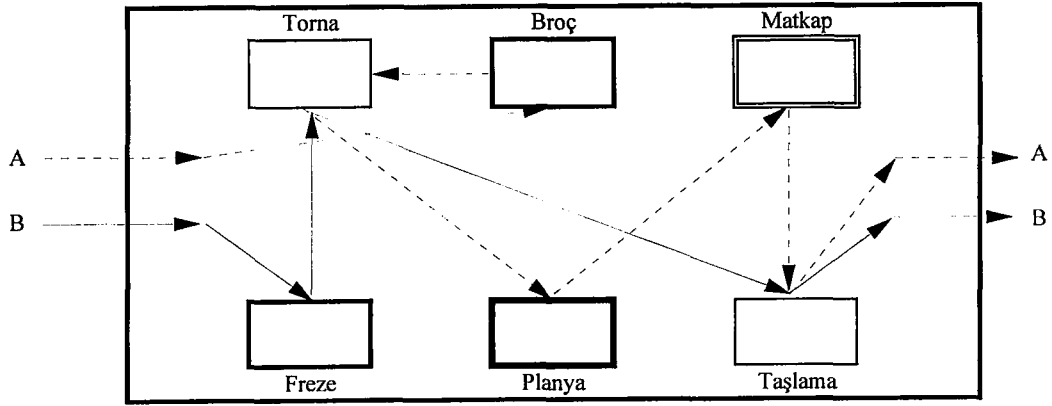
2.2.3.- Proje Tipi Üretim Sistemi

2.2.4.- Sürekli Üretim Sistemi

2.2.1.- Sipariş Tipi Üretim Sistemi

Üretim sistemleri içerisinde en eskisidir.(Şekil 2.2.). Bu sistemde, sisteme sipariş üzerine giren birimler, sistem içindeki bölümleri amaca uygun şekilde dolaşarak gerekli işlemleri görür. Sistemin tesis düzeninde genel amaçlı makineler, fonksiyonlarına ve işlevlerine göre gruplanırlar. Örneğin torna tezgahları için ayrı, matkap tezgahları için ayrı bir bölüm düzenlenir.

Bu durumda sisteme giren farklı siparişler, alternatif tezgahlardan boş olanında, boşta tezgah yoksa işlem kuyruğunda üretime alınır. Kısaca parçaların çoğu belli tezgahlara bağlanmamıştır. Tezgahlar için söz konusu olan operasyon esnekliği, yüksek makina zamanı verimliliğine ulaşılmasını sağlar. Karmaşık iş



Şekil 2.2. Sipariş Tipi Üretim Sistemi

akışları ise uzun imalat zamanı, büyük proses içi stokları, kayıp siparişler ve kötü kalite şeklinde imalata yansır.

Sonuç olarak sipariş tipi üretim sisteminin yerleşim düzeni olan fonksiyonel düzenlemede karşılaşılan problemleri şu şekilde sıralayabiliriz :

a) Parçaların çoğu üretim operasyonlarını tamamlamak için birden fazla bölüme gitmek zorundadır. Sonuç olarak bölüm formeni bütün parçanın imalatından sorumlu olmamaktadır. Bu dolaylı olarak kötü kalite ve daha uzun üretim zamanı ile sonuçlanır.

b) Atölyede bir anda bir kaç tip ürün ele alındığından bir önceki operasyonu bitmiş bir parça , bir sonraki operasyonu için bitişik tezgaha derhal yüklenememektedir, dolayısıyla yeni parça için bir bekleme söz konusudur.

c) Parçaların imalatın değişik kademelerindeki işlemleri uzun sürmektedir. Bu yüzden parçalar operasyonlar arasında belirli ara depolarda stoklanır. Bu da ek bir taşıma maliyeti getirecektir.

d) Çok sayıda parçanın fonksiyonel esasa göre düzenlenmiş çok sayıdaki makineye rotalanması, pratik olarak etkin bir üretim planlama ve kontrol sisteminin kurulmasını engeller. Bu da ürünlerin müşterilere ulaşmasında gecikmeleri getirecektir.

e) Bir tezgahın çok çeşitli işler için yüklenmesi hazırlık zamanlarının büyümesine neden olacaktır.

f) Uzun hazırlık zamanları parçaların daha büyük partiler halinde üretimini zorunlu kılar, bu da daha büyük yarımamul stokları anlamına gelir.

g) Uzun planlama dönemlerinde çeşitli nedenlerle emniyet stokları aniden tükenebilir. Tükenen parçaların yeniden üretilmeleri uzun hazırlık zamanları sebebiyle gecikecek, bu da ürün teslimatının gecikmesine sebep olacaktır.

2.2.2.- Akış Tipi Üretim Sistemi

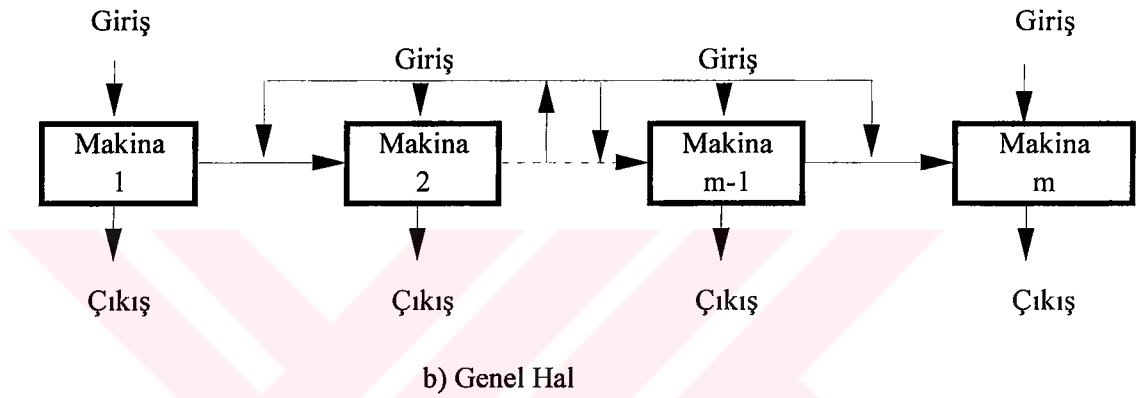
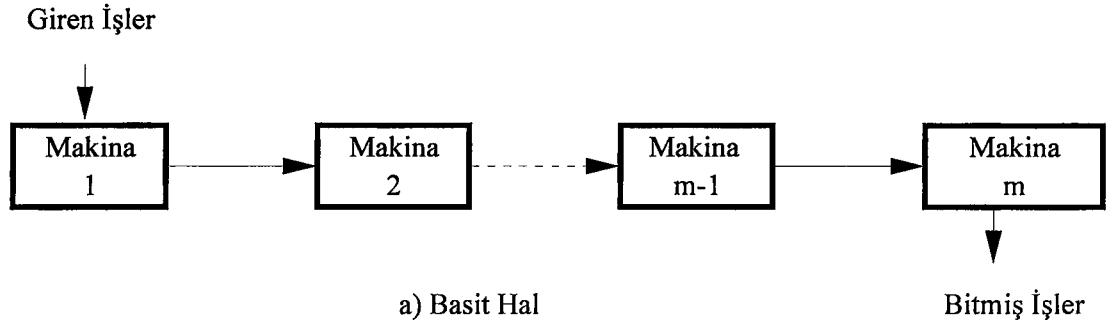
Ürünlerin standard ve çok sayıda üretilmesinin gerekli olduğu sürekli talep durumlarında akış tipi üretime geçilmesi mamul imalatı için çok ekonomik olmaktadır. Bu sistemde sisteme giren birimler daha özel teçhizatlar vasıtasıyla ardışık olarak aynı sıradaki operasyonlar ile imal edilir. Böylece istenen amaca uygun dönüşüm gerçekleşir. Genellikle özel teçhizatlarla parçaların geriye dönüşlerine müsaade etmeyecek şekilde bir üretim hattı oluşturulur. Bu yüzden iş akışı basit proses içi stok seviyesi düşüktür. Bu sisteme en iyi örnek olarak talaşlı imalatta transfer hatları verilebilir.

Akış tipinin daha geliştirilmiş hali Şekil 2.3.a/b de gösterilmiştir. Tüm akış tipi atölyeler sabit bir programla her zaman aynı ürünü üretmezler. Değişik işlerin değişik sürelerde olduğu akış tipi atölyelerde ilk anda programlama prosedürleri için bir çok alternatif görülür. Ürünün değişik olması durumunda tek makina için $n!$ adet sıralama olur. Atölyede m adet tezgah olduğu düşünülürse alternatif sayısı $(n!)^m$ ' dir.

Akış tipi atölyede kabul edilen varsayımlar aşağıdaki gibidir:

- a) Sıfır anında bütün işler hazırdır. Her işlem için farklı bir makina vardır.
- b) Hazırlık zamanları sıradan bağımsızdır ve işlem zamanları içine dahil edilmişlerdir.
- c) İşlem süreleri ve tanımları bellidir.
- d) M adet tezgah sürekli kullanıma hazırdır.

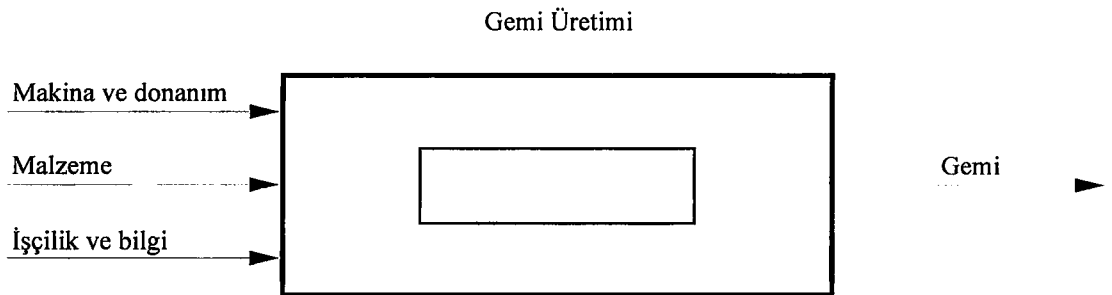
e) Özel işlemler önceden tahmin edilemez.



Şekil 2.3. a / b Akış Tipi Üretimde İş Akışı

2.2.3.- Proje Tipi Üretim Sistemi

Genellikle çok büyük, hareketsiz bir ürünün veya servisin oluşturulmasına yöneliktir. Böyle bir mamülün üretilmesi söz konusu olduğunda malzeme ya da ana parça bir yerde sabit kalır, takımlar, makineler, işçiler ve diğer malzemeler bu proje bölgesine gelerek amaca uygun işlemlere katılırlar. Uçak, lokomotif, gemi ve bir evin yapımı bu sisteme örnek gösterilebilir. (Sabit konumda üretim, Şekil 2.4.)

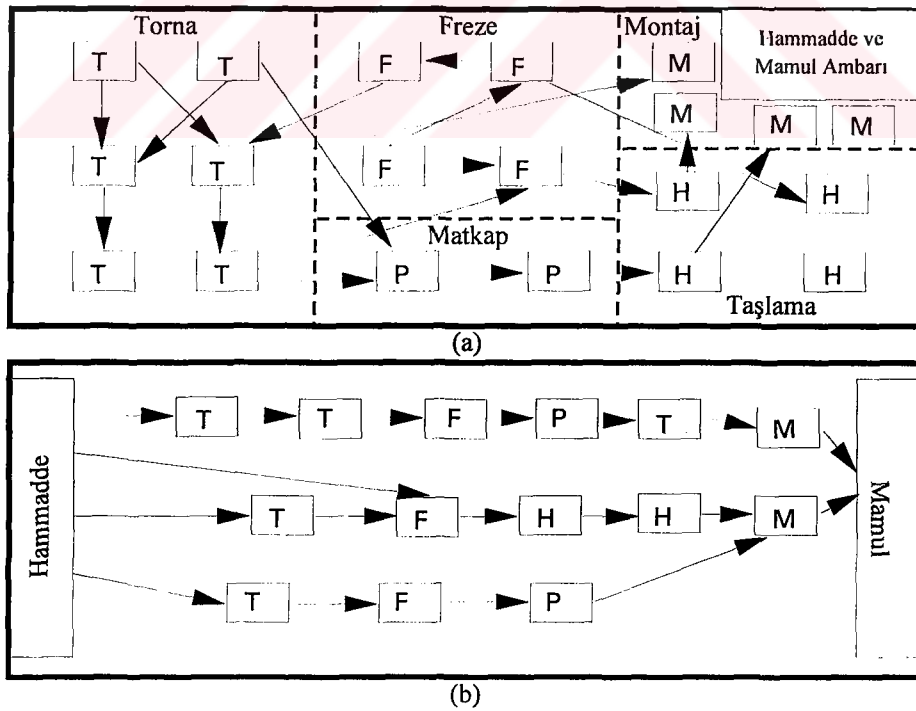


Şekil 2.4. Proje Tipi Üretim Sistemi

hücre içinde yapılır. Hücrelere ait makina ve donanımın düzenli bakımı kolaylaşır. (Vardar,1993)

Grup teknolojisi ise parçaların temelde birbirine benzer olduğundan hareketle benzer parçaları bularak toplayan ve böylece elde edilen gruplar için tek bir çözüm arayan bir yaklaşımdır.

Grup teknolojisi ve hücreli imalat birlikte anılan kavramlardır. Pratikte de çok büyük farklar içermemektedirler. Grup teknolojisi uygulamalarının pek çok faydası vardır. Grup teknolojisinin en önemli avantajı fonksiyonel düzenlemeye göre iş akışının basitleştirilmesidir. (Şekil 2.6.). Diğer bir avantajı ise akış tipi imalata , makina zaman ve verimlerinde büyük dengesizlikler olmadan imkan vermesidir. Bu iş basitleşmesi başka avantajlar da doğuracaktır. Basit iş akışı ile tezgah önündeki iş parçası bekleme zamanları düşürülerek veya ortadan kaldırılarak proses içi stok maliyetlerinin düşmesi veya daha kısa imalat zamanlarına ulaşması sağlanır.



Şekil 2.6. (a) Fonksiyonel Yerleşim (b) Grup Teknolojisi İle Yerleşim

Ayrıca grup teknolojisi hazırlık zamanlarının düşürülmesinde de çok etkilidir. Çünkü hücre içindeki makinalar ve tertibatlar bu hücrede imal edilecek bir parça ailesi için, bir tip parçadan diğerine çok hızlı bir şekilde geçecek şekilde yeniden tasarlanabilir. Böylece küçük partilerde ve hızlı üretim mümkün olabilmektedir. Grup teknolojisinin önemli artılarından bir diğeri de ürün kalitesindeki iyileşmedir. Küçük parti üretimlerinde ara stok oluşmayacağından bir işçi bir önceki operasyondan çıkan parçada bir hata tesbit ederse işlemler hatanın kaynağının tesbiti için durdurulur. Kalite geri beslemesi hemen yapılarak ürünlerdeki kalite düzeyi yüksek tutulur.

Grup teknolojisinde makina gruplarının tesbiti sırasında birçok zorluklarla karşılaşılır. Bunların en önemlileri şunlardır:

- a) Toplam parça ve makinaların hücrelere bölünmeleri için uygun bir yöntemin benimsenememesi.
- b) Hücre boyutunun ekonomik açıdan değerlendirilmesinin zor olması.
- c) Sayısı az makina tiplerinin, özellikle kendi sayısından fazla hücreye dağıtılması halinde, bazı makinaların çok fazla, bazılarının çok az yüklenmesi başka bir deyişle makina zaman verimliliklerindeki anormal değişimler ve ilave makina ihtiyaçlarını ortaya çıkması.
- d) Ürün karmasındaki düzensiz değişimlerin hücredeki makina verimlerine olumsuz etkisi.
- e) Hücrelerin ,ürünlerin gelecekteki talep artışlarını karşılamak üzere esnek tasarımlanması gereği.
- f) Makina arızalarının üretimi uzun zaman aksatması eğilimi.

Tüm bu zorluklarına rağmen iyi tasarlanmış ve uygulanmış bir grup teknolojisi çalışması sonucunda bu sorunlar ortadan kalkar. Maliyet yönünden iyi bir yaklaşım gerçekleştirilebilir.

2.3.2.- Esnek Üretim Sistemleri

Esnek Üretim Sistemleri parça akışını sağlayan sistemler tarafından birbirine bağlanmış, genel amaçlı, çok yönlü,değişik işlemleri yapabilme kapasitesine sahip bir çok makinadan oluşan sistemlerdir. Hem imalatı gerçekleştiren hem de malzeme taşınmasını sağlayan sistemler bir ana bilgisayar sistemi tarafından kontrol edilmektedir.

Esnek Üretim Sistemleri'nin kullanılmasında başlıca iki amaç vardır.

1.) Tesadüfi sipariş üretimini sağlamak ,kısaca belirli bir zaman içinde parçaların istenen bir karışımını problemsiz üretebilmek.

2.) Makina önlerindeki beklemei azaltarak küçük parti üretiminde makinadan elde edilen faydayı arttırmak.

Esnek üretim sistemlerinde tezgahlar birbirlerine yürüyen bantlarla bağlıdır. Böylece operasyonlar arası beklemei mümkün olduğunca azalmaktadır. Tezgahlarda çok çeşitli parçaların üretimi ve bu üretim sırasında hazırlık zamanlarını minimize etmek için uygun donanımlar vardır. Sistemin başarısı, makina kullanımında maksimum faydayı elde ederken aynı zamanda işlenecek parçaların doğru programlanmasıyla beklemei önlenmesine bağlıdır.

Esnek üretim sistemi kavramı genişletilerek imalat hücreleri geliştirilmiştir. Bu hücrelerde dört veya beş adet makina,sistem içindeki tüm parça taşıma, makinaya monte ve demonte etme işlerini üstlenen bir robotun etrafında toplanmıştır. Bu tip hücreler, aynı cins parçaların işlenmesi için dizayn edilmiş olup gruptaki parçaların imalatı ile sınırlıdır. Böylece bu yeni "makina merkezi" kavramı, programlanabilir otomatizasyon ve grup teknolojisi ile üretim organizasyonu prensiplerinin bir araya gelmesini sağlamaktadır.

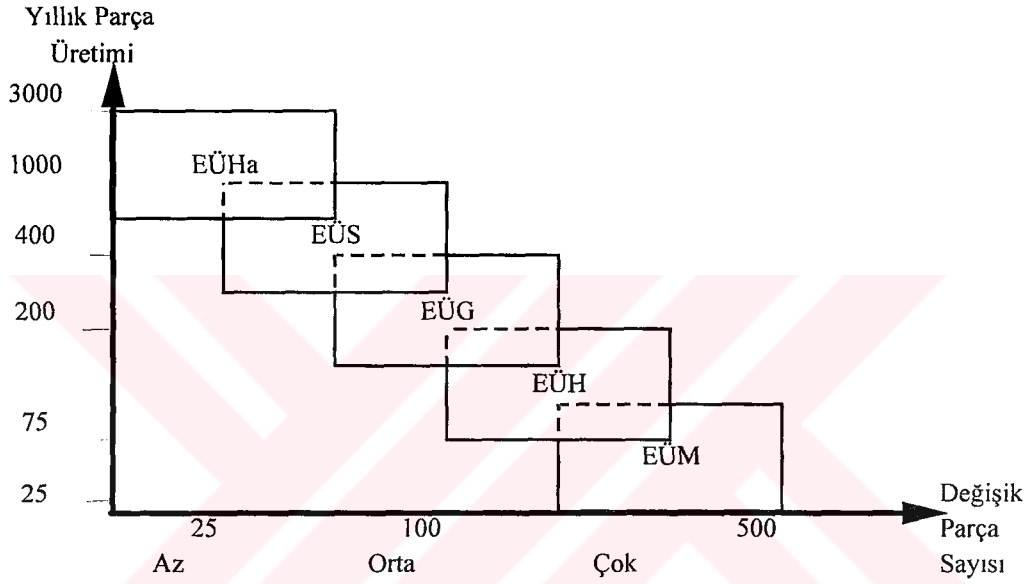
Esnek üretim sistemi konusundaki en önemli gelişme ise tezgahlardaki değişimdir. Bir esnek üretim sistemi içerisinde makinaların tertibatların taşıyan magazinler vardır. Bu sayede hücre içerisinde değişik parçaların hepsi üzerinde işlem yapılabilmektedir. Parçalar hücre içerisinde akarken gereken takım ve uçlar çok küçük hazırlık zamanları içinde değiştirilebilmektedir. Çok düşük hazırlık zamanları esnek üretim sisteminde parça üretim maliyetlerinin parti üretimine yakın olmasını sağlamaktadır.

İçerdikleri nümerik kontrollü makinalar ve bunların yerleştirilmesi açısından esnek üretim sistemleri şu sınıflara ayrılır:

- 1.) Esnek Üretim Modülü
- 2.) Esnek Üretim Hücresi

- 3.) Esnek Üretim Grubu
- 4.) Esnek Üretim Sistemi
- 5.) Esnek Üretim Hattı

Her sistemdeki yıllık değişik parça sayısı ile bu beş sınıftaki parçalar için yıllık üretim hızı arasındaki ilişki yaklaşık olarak Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Değişik Esnek Üretim Sistemleri İle Çeşitli Parçalar ve Bunların Yıllık Üretim Miktarları Arasındaki İlişki

Esnek üretim sisteminde esneklik kavramına değişik açılardan bakılabilir. Ancak referans olarak alınacak ölçü sistemin esnekliğidir. Sistemin esnekliği ise dört esneklik kavramının bir bileşkesi olarak ortaya çıkar :

1.) Esnek üretim modülünün esnekliği: Bu değer esnek üretim modülünün işleyebildiği parça sayısı ile ölçülür.

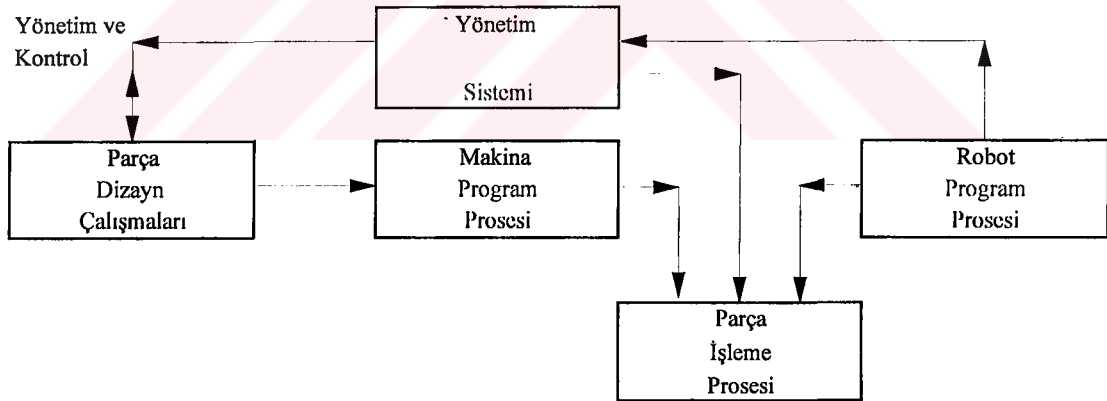
2.) Parça taşıma sisteminin esnekliği: Bu değer sistemin değişik yollardan taşıdığı değişik parça sayısı ile ölçülür.

3.) Bilgisayar sisteminin esnekliği: Sistemin değişen koşullara adapte olabilmesinin ölçüsüdür.

4.) Organizasyonel Esneklik :

- a) Esnek üretim sisteminin işleyebildiği parça karışımı ile ilgili iş esnekliği.
- b) İstenen bir ürünün üretilmesi için izlenecek değişik yolların sayısı ile ölçülen sıralama esnekliği.
- c) Belirli bir anda üretim programı içinde bilinen üretim riskleri arasındaki üretim değişimi harcamalarıyla ölçülen kısa dönem esnekliği.
- d) Üretim programındaki değişimler dolayısıyla yeni üretim birimlerinin kurulma maliyetleriyle ölçülen uzun dönem esnekliği.

Bir üretim sisteminin fonksiyonu etkin bir şekilde ürünler üretmektir. Böyle bir sistemi ürünler açısından incelemek gerekir. Her ürünün önce tasarımı yapılmalı, bu tasarıma göre nümerik kontrollü tezgahlar için programlar geliştirilmeli, sistemdeki robotlar programlanmalı ve ürün üretilmelidir. Bu dört işlem birbirine bağlıdır ve yönetim sistemi tarafından yönlendirilmektedir. (Şekil 2.8.)



Şekil 2.8. Esnek Üretim Sistemlerinin İşleyişi

Ancak bu dört proses otomatize edildiği zaman sanki birbirinden bağımsızmış gibi ele alınabilir. Esnek üretim sistemi ise söz konusu proseslerin daha fazla entegrasyonunu gerektirir. Esnek üretim sistemi ne kadar otomatize ise, dört proses arasındaki entegrasyon o kadar fazladır. (Kusiak, 1985)

2.3.3.- Bilgisayar Bütünleşik Üretim Sistemleri

Teknolojik gelişmeler, üretim sistemini etkileyen ana faktörlerdir. 1950 yılından sonra verimliliği esas alan, parçalarda, biçim, malzeme, ve proses bakımından ortaklık gösterenlere ortak çözüm üretme çalışmaları grup teknolojisini yaygınlaştırmıştır. Grup teknolojisi bir bakıma şirket içi standardlaşmayı da zorlamaktadır. Gelişmeler halkasına nümerik kontrollü tezgahların girmesiyle üretim sisteminde yeni düzenlemeler gerekmiştir. İşletmelerde ürün geliştirme, ürün tasarımı, üretim planlama ve kontrol, üretim, üretim ile ilgili verilerin toplanması ve bakım fonksiyonlarında bilgisayar destekli sistemler gelişmiş ve bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri kurulmuştur. Bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri aşağıdaki modüllerden oluşmuştur:(Dinçmen, 1992)

CAE (Computer Aided Engineering)	Ürün Geliştirme
CAD (Computer Aided Design)	Ürün Tasarımı
CAPP (Computer Aided Process Planning)	İmalat Planı Hazırlama
PPC (Production Planning And Control)	Üretim Pln. ve Kontrol
FMS (Flexible Manufacturing System)	Esnek Üretim Sistemi
FAS (Flexible Assembling System)	Esnek Montaj Sistemi
MIS (Management Information System)	Yönetim Bilişim Sistemi
CAMP (Computer Aided Maintenance Planning)	Bakım Planlama

Bütün bu alt modüller Bilgisayarla Bütünleşik Sistemi (CIM = Computer Integrated Manufacturing) oluştururlar.

2.3.4. İmalat Kaynaklarının Planlanması (MRP II)

Malzeme yönetimi konusunda rasyonel kararlar almaya dönük ilk yaklaşımlar 1940'larda ortaya çıkan ve batı dünyasında büyük popülarite kazanan yöneylem araştırması teknikleri olmuştur. Bunlar ekonomik sipariş miktarı yaklaşımları olarak da anılabilir. Genellikle matematiksel talep tahmin yöntemlerine ve karmaşık hesaplara dayanan bu yaklaşımlar başlangıçta binlerce malzemeye çalışan üretim sistemlerinde yalnızca önemli malzeme kalemleri için kullanılabiliştir. Bilgisayarların gelişip yaygınlaşmasıyla ekonomik sipariş miktarı

yaklaşımının üretimde kullanılan tüm parçalara uygulanması ve bilgisayarların hızının artmasına bağlı olarak da hesaplamaların hergün yeniden yapılabilmesi mümkün olmuştur.

1960'larda ürün ağaçlarının bilgisayar üzerine aktarılmasıyla işletme içindeki bütün malzeme akışlarının modellenenebilmesi de mümkün olmuş ve böylece zaman ekseninde deterministik olarak tesbit edilmiş ürün taleplerinin malzeme açılımlarını yaparak ayrıntılı satınalma ve üretim planları tavsiye edebilen MRP tekniği ortaya çıkmıştır. Fakat bu teknik de MRP II kavramından uzaktır. MRP II işletme içindeki tüm veri çalışmalarının entegrasyonu ile ilgilidir. Bu entegrasyonla, işletme içindeki tüm malzeme hareketleri her an düzenli bir şekilde ve yerinde bilgisayar kaydına alınarak hem muhasebe hem de planlama ve kontrol çalışmalarını yürütenlerin ortaklaşa kullandıkları tek bir veri tabanı yaşatılmaktadır. Böylece işletme yönetimine geleceği daha iyi planlayabilme, alınan kararların sonuçların süratle analiz etme gücü kazandırılmış olmaktadır. MRP II kavramının diğer bir anahtar özelliği de geri besleme olayıdır. Planlama ve üretimin her aşamasında ortaya çıkabilecek yeni sorunlar ya da yeni oluşumlar karşısında daha önceki kademelere geri dönerek sistemi yeni şartlara uyarlama imkanı her zaman vardır.

Sonuç olarak MRP II, entegrasyon ve geri besleme faktörlerini bilgisayar teknolojisi yardımıyla etkin bir şekilde kullanarak işletmedeki planlama, üretim, finansman sürecini modelleyen ve işletmedeki verim artışını hedefleyen bir araçtır. Bilgisayar Bütünleşik Üretim Sisteminin temelini oluşturan MRP II fabrika otomasyonunun başlangıcı ve en önemli bölümüdür.

MRP II yazılımları gittikçe düşen yazılım ve donanım maliyetleri nedeniyle büyük, küçük bir çok üretici kuruluş tarafından kullanılmaktadır.

MRP II ' nin temel amaçlarını kısaca şöyle sıralayabiliriz:

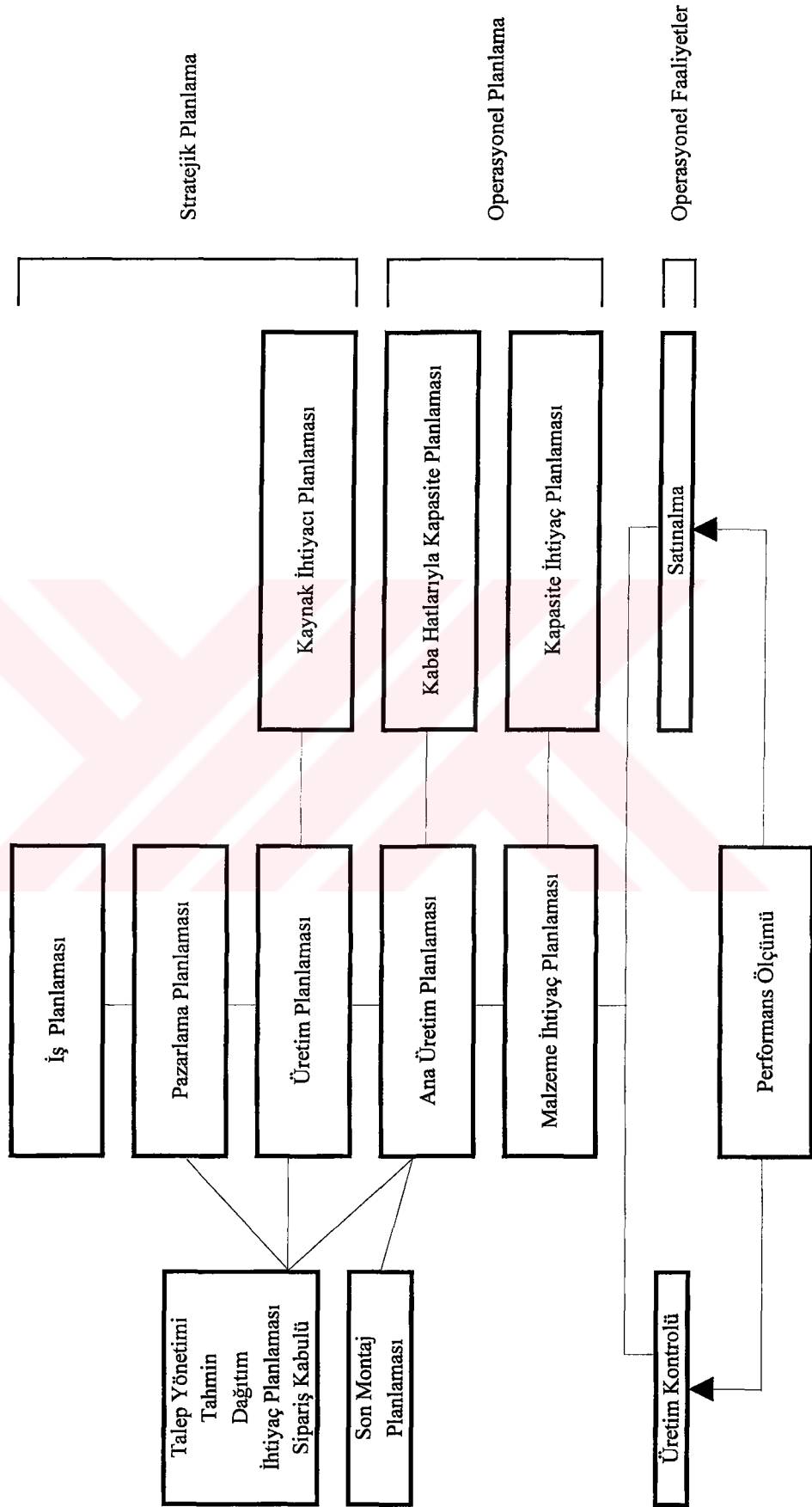
Üretimi aksatmayacak şekilde mamul, yarımamul ve hammadde stoklarını en aza indirmek, kapasite kullanımını en üst düzeye çıkarmak, teslim sürelerine en yüksek oranda uymak ve müşteri hizmetlerini geliştirmek, işletmenin değişen koşullara uyum yeteneğini arttırmak, üretimin her aşamasında kaliteyi yükseltmek ve hurda oranını azaltmak.

Bu temel amaçlara yönelik olarak çalışan sistemin, getirdikleri, verim, üretim artışı ve parasal kazanç başlıkları altında toplanabilir. Verim artışı, veri fazlalığının olmaması, kolayca ulaşılabilen veriler ,hassas raporlar ve daha iyi planlanmış üretimden kaynaklanır. Optimize kaynak kullanımı, geliştirilmiş üretim, işin ne durumda olduğunu bilerek karar verme olanağı,müşteri tepkilerine anında uyum ve daha iyi işgücü dağılımı üretim artışlarına yol açmaktadır. Aynı şekilde, maliyet kontrolü, mamul, yarımamul ve hammadde stoklarındaki azalma,stok devir oranının artması, verimin artması da parasal kazancın temel nedenlerini oluşturmaktadır. Aynı zamanda MRP II, fabrika içi bölümlerin görevlerini kolaylaştıran, karar vermelerine yardımcı olan ve çalışanları motive edici özelliğe sahip bir sistemdir. MRP II kullanımıyla mevcut bilgilerin doğruluğu ve hassasiyeti de artmaktadır.

MRP II ' nin genel çalışmasını özetlersek, öncelikle mevcut ürün, malzeme, stok ve üretim kaynakları ile ilgili bilgilerin sisteme doğru olarak aktarılması gerekmektedir. Bu tür ön bilgilerin girişi tamamlandıktan sonra, piyasa ve planlama bölümünden gelen üretim taleplerinin MRP II tarafından değerlendirilmesi sağlanır. MRP II bu değerlendirmeyi yaparak mevcut üretimi, makina ve işçi kapasitesini, stok ve satınalma durumunu ve üretim sistemini kontrol ederek yeni planlanan üretim için en iyi çözümü önermektedir. Bu öneriler hangi tarihte ve ne kadar malzeme tedarik edilmesi, hangi tarihte ve nerelerde üretime başlanması gerektiğini gösteren önerilerdir. Kullanıcılar bu önerileri kabul etme ya da değiştirme hakkına sahiptirler. Sonuçta onaylanan öneriler ise, satınalma ve iş emri olarak işleme konulmaktadır.

MRP II konusunda başarıya ulaşabilmenin sihirli kuralı, üst yönetimin projeyi benimsemesi ve ara kademelerin bunu hissederek, kendi katkılarını esirgememeleridir. (Dörter, 1993)

Günümüzde şirketler malzeme, kapasite, finansman, pazarlama, strateji, dağıtım, imalat kaynakları ve üretim kontrol planlamasını aynı sistemle yapabilmektedir. Şekil 2.9. MRP II sistemini açıklamaktadır.



Şekil 2.9. MRP II Sistemi

Şekilde yukarıdan aşağıya doğru inildiğinde üst kademe yönetimce yönlendirilen stratejik planlamadan işletme faaliyetlerine, uzun dönemli planlama ufkuna kadar yapılan faaliyetleri göstermektedir. Kutulardan her biri ayrı bir alt sistemi göstermekte ve her bir alt sistem çeşitli fonksiyonları içermektedir. Okların yönü bilgi akışını ifade etmektedir. Aşağıya doğru olan akışlar üst kademe yönetimce hazırlanan ve detaylandırılması istenen planları, aşağıdan yukarı doğru akışlar ise detaylandırılmış planların, yapılan faaliyetlerin sonuçlarını daha sonraki planlarda kullanılmak üzere üst kademe yönetime geri beslemesini göstermektedir. Yatay akışlar ise ihtiyaç modülleri ve bunların kapasite planlama modülleri arasındaki etkileşimini gösterir.

2.3.5.- Tam Zamanında Üretim Sistemi

1940'lı yıllarda Toyota'nın başkanlığını yapmış olan Taiichi OHNO, ortaya şöyle bir fikir attı : "Eğer parçalar otomobillere bir konveyör hattı şeklinde tam montajının yapılacağı sırada taşınırsa stoklara sahip olunmayacak ve malzeme iletimi minimize edilmiş olacaktır.". İlk kez böylelikle ortaya atılmış olan "Tam Zamanında" görüşü, bomba tesiri yapmış ve aynı zamanda bu yenilik "Toyota Üretim Sistemi" 'ne giden en büyük adım olmuştur. (Monden, 1983)

Toyota üretim sisteminin ana fikri, fabrikalarda ürünlerin üretim akışının talep değişimlerine uyarlanabilecek şekilde sürdürülmesidir. Böyle bir akışın gerçekleşmesine Toyota'da "Tam Zamanında Üretim" adı verilir.

Bunun anlamı sadece gereken parçaların gerekli miktarda ve gerekli zamanda üretilmesidir. Yani satılabilecek kadar üretim yapmaktır. Bunu sağlamak amacıyla temin sürelerinin kısaltılması için çalışmalar yapılmış ve böylece talepteki değişmelere karşı sistemin uyarılması sağlanmıştır. Sonuç olarak proses içi envanter kendiliğinden azalmış, işgücü kullanım oranı artmış, dolayısıyla düşük maliyet ve yüksek verimlilik amaçlarına ulaşılmıştır.

Tam Zamanında Felsefesine Genel Bir Bakış:

1.- Tam Zamanında yeni bir kavrama verilmiş anlaşılabilir bir terim değildir.

Tam zamanında felsefesi bir hedefi ifade eder. Hedef stokların tamamen elimine

edilmesi ve üretimdeki yarımamul stoklarının minimize edilmesidir.

2.- Tam Zamanında Felsefesi mevcut yönetim biçimine bir ilave değildir. Tam Zamanında Felsefesi sadece yönetim düşüncesinde ve endüstriyel kültür değerlerinde kökten değişikliklerin sonucu olarak gerçekleştirilebilir.

3.- Tam Zamanında Felsefesinin sınırındaki şirketlerin başarısı, açığı kapatma yönünde gerçekçi adımlar atmadan önce stoklar, yarımamuller, kalite ve güvenilirlik konusunda bütün yerleşmiş normlardan sıyrılmalarıdır.

4.- Tam Zamanında Felsefesi şirket çalışanlarının kaynaklarını kendi şirketlerini sektörünün en iyisi yapma yolunda çalışacak duruma getirecek bir kavramın sonucu olarak ortaya çıkacak bir hedef veya elemandır. Bu başarının ardındaki kavram Şirket Çapında Kalite Geliştirme (Companywide Quality Improvement) kavramıdır.

5.- Şirket Çapında Kalite Geliştirme daha önce batıda ortaya çıkan yönetim kavramlarından kökten farklıdır ve kalite güvencesi ve kalite kontrol ile kesinlikle karıştırılmamalıdır. Bunlar diğer birçok kavram gibi Şirket Çapında Kalite Geliştirme kavramının parçalarıdır.

6.- Tam Zamanında Üretim Sistemine ulaşmada hatırı sayılır bir gelişme gösterilebilir, ama bu uzun vadeli bir hedef olmamalıdır. Yeni gelişmeler sağlayacak birşeyler, ufak da olsa her zaman olacaktır. (Hutchins, 1988)

BÖLÜM 3.

TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNİN GEREKLERİ

Geleneksel yönetim, envanterleri firma varlıkları olarak değerlendirir. Tam zamanında felsefesine göre ise, envanterler maliyet demektir veya sadece israftır. Envanter bir başka ifadeyle, bankaya faiz almadan para yatırmakla, hatta üstüne para ödemekle eşdeğer tutulabilir. Tam zamanında felsefesini geleneksel envanter yönetimi görüşünden ayıran en önemli husus budur.

Ayrıca uzun ve pahalı hazırlık işlemleri, uzun ve değişken imalat ön zamanları, iş merkezleri önündeki kuyruklar, üretken olmayan zamanlar, yetersiz kapasite, iş gücünün yetersizliği, esnek olmayan donanım, işçi çıktı hızlarının değişkenliği, uzun satınalma temin zamanları, satıcı firmalardan kaynaklanan kalite sorunları gibi sorunlar tam zamanında felsefesine göre yetersiz bir üretim yönetimi sisteminin semptomlarıdır. Bütün bu problemlerin sonucunda ise, yüksek seviyelerde envanterlerle çalışmak zorunlu olmaktadır. Üretim içindeki stokları akan bir suyun önüne çıkan engelleri aşamadığı zaman oluşan gölcüklere benzetmek mümkündür. Nihai amaç üretimin su gibi akmasını temin etmek olduğuna göre, stok birikmelerine neden olan engelleri iyi tanımak ve bunları ortadan kaldırmak gerekir.(Yenersoy,1992)

3.1.- Tam Zamanında Felsefesi

Tam Zamanında yaklaşımı yukarıda belirtilen amaca ulaşmak üzere aşağıda belirtilen temel ilkelere dayanan bir yönetim felsefesi olarak tanımlanabilir:

Mamul veya hizmetlere değer eklemeyen herşey elimine edilmelidir. Envanter bir israftır ve gereksiz maliyet getirir, üretimdeki problemleri gizler. Bu israfı ortadan kaldırmak için önce küçük miktarlarda envanter giderek azaltılmalı, karşılaşılan problemler düzeltilmeli ve daha sonra daha fazla envanter azaltılmalıdır. Tam zamanında felsefesi hiç bitmeyen bir yoldur. Bu yol üzerinde kilometre taşları sürekli gelişmeyi simgeleyen, gelişme basamaklarıdır. Müşterinin kalite kavramı ve mamul değerlendirme kriterleri ürün tasarımına ve imalat sistemine yön vermelidir. İmalat, teslim isteklerine, tasarım değişikliklerine, miktar değişikliklerine kolayca cevap verecek şekilde esnek olmalıdır. Çok çeşitli mamul hatlarında bile yüksek kalite, düşük maliyet sağlanmalıdır. Çalışanlar, satıcı firmalar ve müşteriler arasında saygı, açıklık ve güven ile desteklenen bir organizasyon esastır. Takım çalışması gereklidir. Bu yolla çalışanlara sorumluluk ve yetki verilmelidir. Çalışanlar sadece birer el değil beyindir.

3.2.- Toplam Kalite Yönetimi ve Toplam Verimli Bakım

Toplam Verimli Bakım; takım, donanım, ve iş yeri organizasyonunun kontrolünü gerekli kılar. İmalatın esnekliği artar, malzeme taşıma azalır ve iş akışı hızlanır. Sonuç olarak üretim sistemi daha verimli çalışır. Herhangi bir noktadaki arıza sonucunda üretim içi stoklar artar, kuyruklar uzar, sonraki iş merkezleri boşa kalır. Ürün teslimatları gecikir. Verimli bakımın önemli özelliği tezgahın boşa olduğu zamana programlanabilmesidir. Bakım maliyeti her zaman arızaların tek tek çözümlenmesinin doğuracağı maliyetten daha düşüktür. Tam zamanında yaklaşımı Toplam Verimli Bakım yaklaşımının en büyük destekçisidir.

İşçinin makinanın bakımından sorumlu olması, arıza anında müdahale imkanı sağlar. Sorumluluk sadece bakım elemanlarında olursa, makina operatörünün aldırış etmemesi büyük arızalara sebep olabilir. Bu nedenle işçiler tezgahlarının bakımından sorumlu ve bilgi sahibi olmalıdırlar. Gerektiğinde ufak çaplı onarımlar yapabilmeli, ya da en azından problemi belirleyebilmelidir.

Tam zamanında yaklaşımının uygulanabilmesi için Toplam Kalite Yönetimi'nin benimsenmesi, yani klasik anlayışın terkedilmesi gereklidir. Tam

Zamanında yaklaşımı ve Toplam Kalite Yönetimi birbirini tamamlayan, içiçe girmiş sistemlerdir. Aralarındaki fark başlangıç noktalarından kaynaklanmaktadır. Tam zamanında felsefesinin başlangıç noktası envanterlerin azaltılması, bu yolla maliyet indirimini gerçekleştirmektir. Bunun doğal sonucu kalitenin gelişmesidir. Toplam Kalite Yönetiminde ise amaç kalitenin geliştirilmesi ve kalite güvenliğinin sağlanmasıdır. Toplam Kalite Yönetimi uygulamasında başarılı olmak için ise, envanterleri azaltmak gerekir. Çünkü envanter birçok üretim probleminin ve bunun yanı sıra hataların gizli kalmasına sebep olur. Bu nedenle envanterler azaltılmalı yani Tam Zamanında Felsefesinin temel ilkeleri uygulanmalıdır. Her iki yaklaşım da sonuçta, yüksek kalite, müşteri tatmini, maliyetlerin azaltılması noktasında birleşmekte ve benzer yöntemler, araçlar kullanarak; firmaların, başarılı olma, performans ve verimliliği artırma hedeflerine ulaşmalarını sağlamaktadır. (Yenersoy,1992).

3.3.- Küçük Parti Hacimleri

Büyük partiler sipariş ettiğinizde ortalama stoğun, elde bulundurma maliyeti, depo kirası, depo çalışanlarının ücretleri, fazla beklemeden kaynaklanan bozulmaların ve hurdaların maliyetlerinin büyüklüğü göze çarpar. Bu tür maliyetleri kırmak için küçük partilerle çalışmak gerektiği gerçeği ortaya çıkacaktır. Ancak bu kez de karşımıza sık siparişten doğan hazırlık süresi maliyetleri ve her hazırlık sonrası yapılan üretimlerdeki kusurlu parça maliyetleri çıkacaktır. Burada ortaya çıkan çelişkiyi Ekonomik Sipariş Miktarı kavramı ortadan kaldıracaktır. Formülasyonunun da ortaya koyduğu gibi bu miktar toplam hazırlık maliyetleri ile elde bulundurma maliyetlerinin toplamının minimum olduğu miktardır. Japonlar da bu formülün doğruluğunu kabul etmekle birlikte artık bazı saplantılarımızdan kurtulmamız gerektiğini şu iki iddiaya bağlı olarak ortaya koymuşlardır:

1.- Elde bulundurma maliyeti ve hazırlık maliyeti belirgin, açık maliyetlerdir. Kalite, hurda miktarı, işçi motivasyonu da parti hacminden önemli derecede etkilenir.

2.- Hazırlık maliyetleri önemlidir, ama değiştirilemez değildir. Aşağı çekilebilir. (Kartal, 1994).

Ekonomik sipariş miktarı satın alınacak parçalar için de geçerlidir. Sipariş verme maliyetinin de dikkate alınması gereklidir. Japon firmaları fiziksel yakınlaşma ile yan sanayilerini yakın takibe almışlardır. Böylelikle günde birkaç sevkiyat yapılabilmekte, sipariş adedi bir telefonla değiştirilebilmektedir.

3.4.- Hazırlık Sürelerinin Azaltılması

Hazırlık zamanının azaltılması parti hacimlerinin azalması sonucunu doğurur. Ürünler arası geçişleri kolaylaştırır. Müşteri isteklerinin daha çabuk cevaplanmasını sağlar.

Hazırlık sürelerinin azaltılması için özel donanım yerine az sayıda universal donanım kullanılmalıdır. Makina çalışırken yapılan hazırlık operasyonları artırılmalıdır.

Hazırlık donanımı, standard kalıp yüksekliği, yerleştiriciler, tutucular v.b. kullanılarak modifiye edilmeli ve uyarılama ihtiyacı azaltılmalıdır. Etkin programlama yoluyla hazırlık başlangıcında, gerekli olan takım ve materyalin hazır olması sağlanmalıdır. Hazırlık işlemi videoya alınıp analiz edilmeli ve eğitim amacıyla kullanılmalıdır. Standard bir hazırlık işlemi tasarlamak için hazırlık işlemi incelemeli, hazırlık işlemi kartları hazırlanmalı ve bu kartta hazırlık için gerekli elemanter işler listelenmelidir. Pareto analizi yardımıyla bu elemanlar önceliklerine göre listelenmeli, böylece gelecekteki gelişme noktaları tesbit edilmelidir. Hava, elektrik, su, hidrolik, gibi bütün bağlantılar renklerle kodlanarak kumanda işlemlerinin kısaltılması sağlanmalıdır. Hazırlık zamanını azaltma programlarında takım ve kalıp tasarımcılarıyla işbirliği yaparak gelişme ve uygulamaya koymada etkinlik sağlanmalıdır. Büyük kalıplarda taşıma zamanını azaltmak için kalıbı yerine kaydırma, yuvarlama tablaları v.b. yöntemler kullanılmalı, makina yatak yüksekliği standard yapılarak kalıbın makina yatağına kayması kolaylıkla temin edilmelidir. Küçük takımlarda hazırlığı ortadan kaldırmak için çok maksatlı araçlar

kullanılmalıdır. Donanımı tanıyan ve işi yapan kişileri, çalışmaya dahil ederek takım çalışmasının sinerjisinden yararlanılmalıdır. (Yenersoy, 1992).

Sonuçta hazırlık sürelerinin azalması daha az envanter, daha az stok alanı gereksinimi, daha az stoksuz kalma riski, envanterde tutulan ürün için daha az depolama ömrü riski gibi faydalar sağlar. Bu da hızlı teslim ve yeni ürünlere daha iyi uyum sağlama demektir. Hazırlık zamanları azaltılacağı için ürünler arası geçişler hızlanacak, daha çok tip ve özellikte müşteri siparişleri daha hızlı bir şekilde karşılanacaktır. Bunlar belki de hazırlık zamanlarının azaltılmasının ortaya çıkaracağı en önemli avantajlardır.

3.5.- Grup Teknolojisi

Günümüzde firmaların uluslararası piyasalarda rekabet şansını artırmalarında en önemli araçlardan biri de modern üretim yönetimlerinden biri olan grup teknolojisinin kullanılmasıdır.

Chandraskaran ve Rajagopalan grup teknolojisini şöyle tanımlar:

"Operasyonların benzerlikleri ve aynı olması esasına göre, parçaların ailelere, makinaların hücrelere sınıflandırılmasıdır.

Kusiak'ın tanımı şöyledir:

"Grup teknolojisinin temel fikri bir imalat sistemini, yönetimi bütün imalat sistemine göre daha kolay olan alt sistemlere ayıştırmaktır.

Sonuç olarak grup teknolojisi, parçaların benzer geometrik veya operasyonel özelliklerine göre aileler halinde sınıflandırılmaları ve sonra bu ailelere uygun olarak seçilen makina gruplarında imal edilmeleri yaklaşımıdır. Bu yöntem çeşitli parçaların az sayıdaki miktarlarının benzer ya da ortak karakteristiklere göre gruplandırılması şartıyla, çok daha ekonomik olarak üretilebileceği gerçeği üzerine kurulmuştur.

Bir parça ailesinin tamamen işlenmesini sağlayacak tüm gerekli tesisler, bir makina grubu şeklinde bir araya getirilir. Bu makina grubuna hücre adı verilir. Bazen

birden fazla hücrede imal edilmesi gereken parçalara da rastlanır. Bunlara istisnai parçalar denir. İstisnai parçaları ortadan kaldırmak için ya ek bir yatırım yapılır, ya parça taşıyan bir firmaya yaptırılır ya da parçanın hücreler arasında dolaşmasına neden olan makinayı hücreler arasında ortak bir tesis olarak kurulur.

Grup teknolojisinde esas amaç, fabrika içindeki malzeme akış sisteminin basitleştirilmesidir. Basit iş akış sistemi ile makina önündeki iş parçası bekleme zamanları ortadan kaldırılarak, proses içi stok maliyetinin düşmesi ve daha kısa imalat sürelerine ulaşılması sağlanır. Ayrıca grup teknolojisi hazırlık sürelerinin de açık bir şekilde kısılmasını ya da ortadan kalkmasını sağlar. Çünkü, hücre içindeki makinalar ve tertibatlar, bu hücrede imal edilecek bir parça ailesi için bir tip parçadan diğerine çok hızlı geçecek şekilde yeniden tasarlanabilir. Böylece küçük partilerle üretim mümkün olabilmektedir. (Durmuşoğlu, 1986)

Grup Teknolojisi, ürün kalitesinde de bir iyileşme sağlar. Küçük parti üretiminin hücre düzeninde bir işçi, bir parçayı doğrudan bir diğer işçiden alabilir, böylece eğer parça hatalı ise işlem neyin hatalı gittiğini anlamak için durdurulur. Kalite geri beslemesi yapılarak yüksek kalite kolaylıkla sağlanabilir. Bundan başka formenler de gruba giren parçaların bütün işlemleri grupta gerçekleştiği için, parçanın bütününün kalitesinden sorumlu olmaktadır.

Üretim şekli olarak verdikçe hücrelerde -U- tipi yerleşim tercih edilmelidir. Bu tip yerleşim, uzaklığı minimize ederek işgücü esnekliği, daha iyi haberleşme, kusurlu parçaların yeniden gönderilip düzeltilme kolaylığı, malzeme ve takım iletiminde kolaylık sağlar. Hücrelerde kullanılan makina, takım ve taşıma sistemleri otomatize edildiklerinde esnek imalat sistemine dönüşürler.

Grup teknolojinin insan kaynakları açısından faydaları da şu şekilde sıralanabilir : Hücrede çalışan her işçi kendi alanın çok etkin bir şekilde yönetebilir, faaliyetlerini planlayabilir, prosesi kontrol edebilir, problemleri tanımlayıp çözümler üretebilir, hücredeki çok farklı tezgahı kullanarak işini zenginleştirebilir. İş zenginleşmesi ise monotonluğu önler, sonuçta iş tatmini ve işçi verimliliği artar. İşçiler hücre içinde yaptıkları işin tüm kademelerine ve dolayısıyla ürünün oluşumuna tanık olurlar. Bu da kendilerine büyük bir haz verir ve daha çok

çalışmaya teşvik eder. Sonuçta grup teknolojisi uygulaması ile çalışanların hoşnutsuzluğu ortadan kalkar, ürüne yönelik ihtisaslaşma dolayısıyla kazanılan tecrübelerle üretim kapasitesi artar, malzeme akış zamanları, işçilik maliyetleri ve stoklardaki yatırım azalır, iş akışı basitleşir, kuyruklar azalır veya ortadan kalkar, hazırlık süreleri kısalır.

Grup teknolojisi uygulamalarının oluşturulmasında bir çok problem ve zorlukla karşılaşılabilir. Grup teknolojisi ile parça aileleri ve makina hücrelerinin oluşturulması için uygun yöntemin benimsenmemiş olması bunlardan biridir. Araştırmacılar birçok metod geliştirse de genel kanı sezgisel algoritmaların daha başarılı olduğu ve fabrikaların birbirinden farklılığı sebebiyle standard metodların geçerli olmadığıdır. Grup teknolojisi uygulamalarında karşılaşılan zorluklardan biri de hücrelerin boyutlarının ekonomik açıdan değerlendirilmesinin zor olmasıdır.

Grup teknolojinin bazı dezavantajları da vardır:

- 1.- Makina grupları ve parça ailelerinin oluşumu için uygun yöntemin seçimi geniş analizler gerektiren güç bir konudur.
- 2.- Optimal sayıda imalat hücresinin belirlenmesi tartışmalara açık bir konudur.
- 3.- Kümelenendirme algoritmaları, kümelendirme kriterleri ve performans ölçülerinin çokluğu nedeniyle uygun ve daha iyi bir kümelendirme yönteminin seçimi zorlaşmaktadır.
- 4.- İstisnai eleman sayısını en küçükleme yaygın olarak kullanılan bir ölçü olmasına rağmen uygunlukları henüz ispat edilmemiştir.
- 5.- Aynı veriler ve aynı algoritma kullanılsa dahi farklı kümelendirme kriterleri farklı gruplaşmalara neden olabilir.

3.6.- Düzgün İş Yükleri

Üretimin talebe göre ayarlanmasına "üretimin düzgünleştirilmesi " denir. Üretimin düzgünleştirilmesi iki adımda yapılır.

- Aylık uyarlama (bir yıl boyuncaki taleplerin aylara göre uyarlanması)

- Günlük uyarlama (bir ay boyunca talep değişikliklerinin gün bazında uyarlanması).

Aylık uyarlama, aylık üretim planlaması ile yapılır. Aylık üretim planının çıkarılması için ürün tipleri ve miktarları, iki ay öncesinden tahmin edilir ve sonra bir ay öncesinden ayrıntılı plan hazırlanır. Bu bilgiler aynı zamanda taşıyon firmalara ve tedarikçilere bildirilir. Aylık plandan günlük üretim çizelgesi elde edilir.

Tam Zamanında Üretim'de günlük üretim çizelgesinin ayrı bir yeri vardır. Çünkü düzgünleştirilmiş üretim kavramı bir günlük üretim çizelgesini içerir.

Günlük ayarlamaların ardından, yani günlük üretim çizelgesinin çıkarılmasının ardından "günlük sıra çizelgesi" hazırlanır. Sıra çizelgesi son montaj hattına ulaşan ürünlerin montaj emirlerini içerir ve montaj hattının başlangıç noktasına verilir. Son montaj hattından önceki proseslere sadece kendilerine gereken miktarların aylık ayarlama yoluyla temin edilen aylık düzgün tahminleri verilir. Önceki proses kendi özel çizelgesine gerek duymaz. Kanban vasıtasıyla bilgi temin edilir.

3.7.- İyi Eğitilmiş İşçiler

İşçiler bireysel olarak üretime, kalite kontrol ve bakım çalışmalarına katkıda bulunurlar. İşçilerin görüşleri yöneticilerin aldıkları kararlarda önemli bir etkidir. Birden fazla işi yapabilecek şekilde eğitilen işçiler, herhangi bir hata çıktığında üretim hattını durdurma yetkisine sahiptir.

Japonya'da tam zamanında üretim sisteminin başarılı olmasının esas sebeplerinden biri de Japon işçilerin çok iyi ve çok yönlü eğitilmiş ve sıkı disiplinli olmaları, işlerine karşı duydukları sorumluluk ve bağlılıktır. İşçilerin bu denli disiplinli ve nitelikli olmaları, Japon işletmelerinde sistem değişikliklerinin ve özellikle de imalat süresindeki değişkenliklerin azalmasında önemli bir etken olmakta ve sistem performansının yükselmesinde rol oynamaktadır.

Japon işçilerinin nitelikli olmasındaki önemli pay ülkenin eğitim düzeyinin yüksek olmasındadır. Japon başarısının bir başka kaynağı da ülkedeki dayanışmadır, hükümet, sendika ve çalışanların tek ve ulusal ekonomik bir amacı vardır; o da verimliliği arttırmaktır. Herkesin birlikte düşünmesi ve birlikte çaba göstermesi, verimlilik ve kalitede yükselmeye neden olur.

İşçilerin hep aynı işletmede çalışması ve sürekli rotasyon, Japonya' da bir kuraldır. İşçilerin ömür boyu iş garantileri vardır. Ücret tesbiti ise kıdem ve yeteneğe göre yapılır.

Sonuç olarak, oldukça sürekli aynı nitelikte kalan işçiler, toplu karar verme ve toplu sorumluluk, disiplinli ve çok amaçlı çalışma, Tam Zamanında Felsefesi' nin başarılı olmasını etkileyen faktörler olmaktadır.

3.8. Odaklaşmış Fabrika

Odaklaşmış fabrika yaklaşımı, farklı ürünlerin üretim ihtiyaçları arasındaki zıtlaşmaları ortadan kaldırır. Üretim sistemi, kısıtlı sayıdaki üretim hatları için özel olarak düzenlenir. Japon firmalarının çoğu, 300 kişinin altında personel çalıştıran ve alan bakımından da küçük olan firmalardır. Küçük imalatçılar, bir ya da birkaç benzer ürün ürettikleri için tam zamanında üretimin odaklaşmış fabrika unsuru kendiliğinden hazırdır. (Durmuşoğlu, 1989)

3.9.- Kanban Sistemi

3.9.1.- Kanban Sistemi ve İşleyişi

Tam Zamanında Üretim Sistemi' nin belki de en bilinen metodu kanban sistemidir. Kanban sisteminin işlemesi için detaylı üretim programlarına ihtiyaç vardır. Geçerli üretim programları da etkin bir bilgi sistemi olmadan hazırlanamaz.

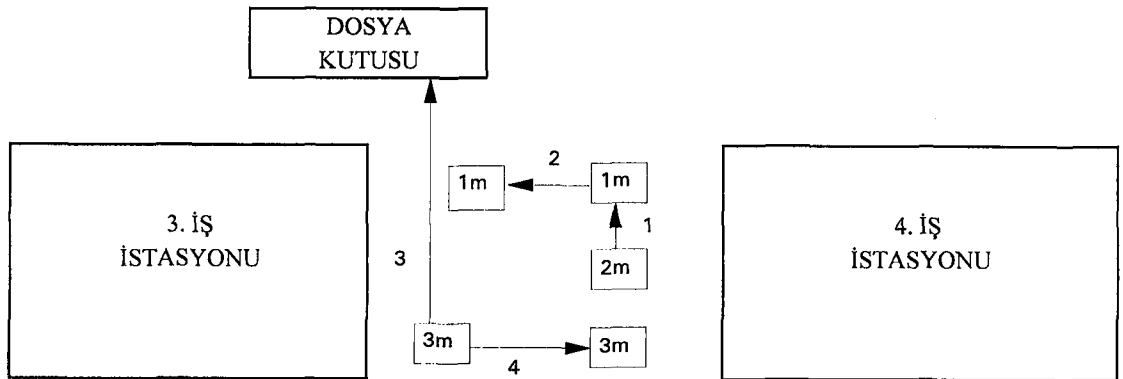
Kanban sisteminin üç hayati elemanı vardır:

1.- Konteynerler: Her konteyner standard sayıda parça taşır. Genellikle bu standard sayı günlük üretimin % 10'undan az olur.

2.- Hareket Kartları: Çekme, nakletme veya ulaşım kartları olarak da bilinirler. Hareket kartı bir konteynere iki ardışık iş istasyonu arasında hareket etme yetkisi verir.

3.- Üretim Kartları: Üretim kartı bir iş istasyonunda bulunan operatörlere üretim yapıp boş konteyneri doldurmaları için yetki verir.

Kanban sisteminin bu temel fonksiyonlarını Şekil 3.1. üzerinde inceleyelim. Şekilde sistemde oluşan hareketler sırasıyla 1-2-3-4 numaraları ile gösterilmiştir. 2 numaralı ve üzerinde hareket kartı bulunan konteyner şu anda üzerinde çalışılan konteynerdir. Bu konteynerdeki hareket kartı alınarak boş bir konteynere takılır ve böylece boş konteynere hareket yetkisi verilmiş olur. Hareket yetkisi alan konteyner 3. iş istasyonuna götürülür. Burada dolu bir konteyner bulunur ve bu dolu konteynerin üzerindeki üretim kartı bir hareket kartı ile değiştirilir. Çıkarılan üretim kartı 3. iş istasyonunun "üretim kartı dosya kutusu" 'na koyulurken yerine takılan hareket kartı dolu olan konteynere 4. iş istasyonuna gitme izni verir. Dosya kutusuna koyulan üretim kartı sayesinde 3. iş istasyonundaki operatörlere üretim emri veya izni çıkmış olur.



Şekil 3.1. Kanban Sisteminin İşleyişi

3.9.2.- Kanban Kartlarının Sayısının Hesabı

Kanban sistemini daha iyi anlamak için gereksiz stok taşımadan kullanılacak kanban kartı sayılarını bulmaya çalışalım:

c: Her konteynerdeki parça sayısı

T_m : Operatörün 4. iş istasyonundan 3. İş istasyonuna konteyner almak üzere gidip dönmesi için gerekli süre (gün cinsinden).

T_p : 3.İş istasyonunda c tane parça üretmek için gerekli süre.(gün cinsinden)

D: 3. iş istasyonuna gelen günlük talep

M: Hareket kartı sayısı

P: Üretim kartı sayısı

olmak üzere hareket ve üretim kartı sayısını hesaplayalım.

Konteyner almak üzere 4. iş istasyonundan 3. iş istasyonuna günde $1/T_m$ kere gidebiliriz ve her gidişimizde her biri c tane parça taşıyan m tane konteyner ile geri döneriz. Günlük D talebini karşılayabilmemiz için ;

$$M \times c \times (1 / T_m) = D \text{ veya } M = D \times T_m / c$$

olmalıdır.

Ayrıca P tane üretim kartıyla günde $1 / T_p$ kere P taneye kadar herbiri c tane parça taşıyan konteyner üretebiliriz. Yani günde D parça üretmemiz gerektiğinden;

$$P \times c \times (1 / T_p) = D \text{ veya } P = D \times T_p / c$$

olacaktır.

Bu formüllerin geçerli olması için hareket ve üretim sürelerinde hiçbir değişiklik olmamalıdır. Formüllerin geçerli olması için gerekli bir başka nokta da operatörün 4. iş istasyonundan 3. iş istasyonuna gittiğinde orada mutlaka taşınmaya hazır bir konteyner olduğu varsayımdır. Bu yüzden sisteme biraz daha esneklik kazandırmak amacıyla aşağıdaki formüller kullanılır.

$$M = D \times T_m \times (1 + k) / c$$

$$P = D \times T_p \times (1 + k) / c$$

Burada k "emniyet faktörü" 'dür. Eğer sistem çok iyi çalışıyorsa k sıfıra yakın alınır. Toyota bu rakamı 0.1'e yakın tutmaya çalışır. Tam Zamanında Üretim Sisteminin uygulamaya alan bir şirket başlangıçta k değerini 0.5 almalı sistemin gidişatına göre k değerini azaltmalıdır. k 'nın azalması aynı zamanda kart sayısının da azalması , kart sayısının azalması da ara stok ve ürün stok düzeylerinin azalması demektir. Formüllerin kullanılışını bir örnek ile açıklayalım:

Örnek : k 'nın 0 olduğunu kabul edelim. 4. iş istasyonu 3. iş istasyonundan günde 200 parça talep ediyor olsun. Her konteyner 10 parça taşısun ve 3. iş istasyonunun bir konteyneri doldurma süresi 0.1 gün olsun. 4. iş istasyonundan 3. iş istasyonuna gidip konteyneri alıp geri dönmenin 0.05 gün aldığı biliniyorsa bu durumda gerekli kart sayıları:

$$M = (200 \times 0.05 \times (1 + 0) / 10) = 1 \text{ hareket kartı.}$$

$$P = (200 \times 0.1 \times (1 + 0) / 10) = 2 \text{ üretim kartı}$$

olacaktır. Şekil 3.2 de hareket ve üretim kartlarına birer örnek gösterilmiştir.

Depo			Parça	Önceki Proses
Raf No: 5E 215			Özet No: A2-15	Dövme B-2
Parça No: 356670507				
Parça Adı: Hareket Pinyonu				
Araba Tipi: S x 50 BC				Sonraki Proses
Kap Kapasite	Kap Tipi	Baskı No:		İşleme M-6
20	B	4/8		

(a)

Depo			Parça	Proses
Raf No: F 26-18			Özet No: A5-34	İşleme SB-8
Parça No: 56790-321				
Parça Adı: Krank Mili				
Araba Tipi: S x 50 BL-150				

(b)

Şekil 3.2. (a) Çekme Kanbanı (b) Üretim Kanbanı

3.9.3. Diğer Kanban Kartı Çeşitleri

Diğer kanban kartı türlerini şöyle sıralayabiliriz.

a) Dış İmalat Kanbanı: Fason olarak yaptırılacak parçaların tedariki konusunda yan sanayi firmalarından istenen bilgi ve teminatları içeren kanbandır.

b) Acil Durum Kanbanı: Hatalı iş, ekstra gereksinimler ya da talepte ani değişimler meydana geldiğinde geçici olarak çıkarılan kanbanlardır.

c) İşaret Kanbanı: Sipariş tipi yönlendirilmiş üretimde parti tipi üretim yapıldığı zaman kullanılır.

d) Malzeme Kanbanı: Bu tip bir kanban, parti üretiminde parça gereksinimleri için kullanılır. Eğer yeniden sipariş noktası sinyal kanbanından daha yükseğe ayarlanırsa sorunun başladığı departmanın üretimden önce malzeme ihtiyaçları yerine getirilir.

e) Elektronik Kanban: İşçilerin bulunmadığı otomatik hale getirilmiş makina ve işleme prosesleri arasında önceki makinanın yalnızca çekilen miktarda üretim yapması elektronik kanban adını verdiğimiz bir sistemle çözülebilmektedir.

Temin sürelerinin kısaltılmasıyla sonuçlanacak olan gereksiz taşımanın ortadan kaldırılması, nihai ürün stoklarının minimize edilmesi ve talepteki değişimlere çabuk tepki gösterebilme bu sistemin faydaları olarak sayılabilir.

3.9.4.- Kanban İçin Altı Kural

Kanban sisteminin kuralları aşağıda sıralanmıştır:

1.- Bir sonraki prosese hatalı parça gönderme.

Herhangi bir prosesteki probleme herkesin dikkati çekilmelidir. Eğer bu problem çözümsüz bırakılırsa bir sonraki prosesin hatalı parça üretmesi ve hatta durması söz konusu olur.

2.- Sonraki prosesin istediği kadar üretim yap.

Bu kuralın açılımı kanban sayısından fazla üretme ve kanbanların geldiği

sırada üretim yap şeklinde üretim yap şeklinde özetlenebilir.

3.- Sonraki prosesten çekilen tam miktar kadar üretim yap.

Bu kural önceki kuralla beraber bir bütünlük teşkil eder. Önceki kuralın mantıklı bir uzantısıdır. Bu iki kural sayesinde tüm prosesler birleşir ve bir konveyör görünümü alır. Hepimizin bildiği gibi konveyörlerin bulunması operasyonlarda standardizasyona ve maliyet indirimine yol açmıştır. Bu yaklaşımla bu tip ardışık üretimin tüm üretim planlarımıza yansımalarının önemini daha iyi kavrarız.

4.- Üretim dengele.

İkinci kuralın uygulanabilmesi için tüm proseslerin istenen miktarı üretebilmek üzere yeterli işçi ve donanımına sahip olması gerekir ki düzgün olmayan zaman ve miktarda gelen üretim istekleri için atıl kapasiteye ihtiyaç duyulur. Bu istenmeyen bir durumdur ve kural 4 uygulanmadıkça önüne geçilmez.

5. Kanban iyi bir üretim düzenleme(akort etme) aracıdır.

Kanban sistemini etkin bir şekilde işleyebilmesi için istisnai üretimler yapılmamalıdır. Örneğin bir sonraki makinanın üretimi iki katına çıktığında bu önceki makinadan iki katı üretim yapmasını istemeyi gerektirmemelidir. Kanban sistemi iyi bir düzenlemenin yapıldığı yerde potansiyelini farkettirecektir.

6.- Prosesleri istikrarlı ve mantıklı hale getir.

İsraf, düzensizlik ve sebepsizliğin olduğu iş metodunun meyvesi hatalı parçalardır. Bu unsurlar çözülmeden bir sonraki prosese yeterli arz yapılacağı ve bu arzın da ucuza yapılacağı garanti edilemez. Standardizasyona ve rasyonelleşmeye yönelik çalışmalar otomasyonun yerleştirilmesinde anahtar görevi görür.

3.10.- Tam Zamanında Satınalma ve Nakliye

Tam zamanında üretim sisteminde olduğu gibi, istenilen parçaların tam zamanında ve belli bir kalite düzeyinde tesliminin şart olduğu bir sistemde satınalma ve nakliye fonksiyonlarının büyük önemi vardır. Tam zamanında üretim sistemi özel prensiplere sahip olduğu için bu prensiplerin geleneksel prensiplerden

farklılık gösteren bir yapı oluşturmaları doğaldır. Tam zamanında üretim sistemi ile geleneksel satınalma ve nakliye düşüncesinin karşılaştırılması Tablo 3.1 de yapılmıştır.

Tam zamanında satınalma ve nakliye sistemine geçen firmalarda alıcı olarak fonksiyonel bir değişiklik olmaktadır. Alıcı daha aktif rol oynamaya başlamaktadır. Yan sanayi ile girilen yakın ilişki neticesinde yüksek kalitede parça sevkiyatı zorunlu kılınmaktadır.

TABLO 3.1. JIT ile Geleneksel Satınalma ve Nakliye Düşüncelerinin Karşılaştırılması

Satınalma ve Nakliye Faaliyetleri	JIT Tipi Satınalma	Geleneksel Satınalma
Parti büyüklüğünün belirlenmesi	Küçük partiler halinde sık olarak	Büyük partiler halinde daha az sıklıkta
Yan sanayi firmalarının seçimi	Belirli bir parça için coğrafi yakınlığa sahip tek bir firma seçilir,uzun vadeli anlaşmalar yapılır.	Belirli bir parça için çok sayıda firma ile çalışılır, kısa dönemli anlaşmalar yapılır.
Yan sanayi firmalarının değerlendirilmesi	Ürün kalitesi nakliye performansı ve fiyat gözönünde bulundurulur,hiçbir hata oranı kabul edilmez.	Farklı olarak %2'lik red oranı kabul edilir.
Yan sanayi firmaları ile pazarlık	Ana amaç,kaliteli mal temini,iki taraf için uygun uzun vadeli anlaşmadır.	Ana amaç mümkün olan en düşük fiyatın sağlanmasıdır.
Gelen parçaların kontrolü	Gelen parçaların sayımı ve kontrolü azaltılır ve sonuçta ortadan kaldırılır.	Alıcı firma bütün gelen parçaların sayımı ve kontrolünden sorumludur.
Nakliye tipinin belirlenmesi	Nakliyede zamanında sevkiyat önemlidir.Sevkiyat planlaması alıcı firmaya aittir.	Amaç daha az nakliye maliyetinin temin edilmesidir. Sevkiyat planlaması teslimatçı firmaya aittir.
Ürün spesifikasyonlarının belirlenmesi	Alıcı firma ürün dizaynından çok performansı düzeyi ile ilgilenir. Teslimatçı firmanın yaratıcı olması teşvik edilir.	Alıcı firma performans düzeyinden çok dizaynı ile ilgilenir,teslimatçı firma dizayn açısından daha az özgürdür.
Yazışmalar	Yazışmalar için daha az zaman harcanır,sevkiyat zaman ve miktarları telefonla değiştirilebilir.	Büyük bir yazışma trafiği vardır,sevkiyat zaman ve miktarının değiştirilmesi için sipariş emri gereklidir.
Ambalaj	Küçük standard taşıyıcılar kullanılır Malzeme sayımı ve tanımlanması kolaydır.	Bütün parçalar için alışılmış ambalajlar kullanılır,malzemelerin tanımı ile ilgili herhangi bir işaret yoktur.

BÖLÜM 4.

DÜNYA KALİTESİNDE ÜRETİME GEÇİŞTE; TAM ZAMANINDA ÜRETİM, TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ ve ÇALIŞANLARIN KATILIMI'NIN ENTEGRASYONU

4.1.- CalComp Şirketindeki Endüstri Mühendisleri “Dünya Kalitesinde Üretim” İçin Tam Zamanında Üretim, Toplam Kalite Kontrolü ve Çalışanların Katılımı'nı Entegre Ediyorlar (Barret, 1988)

Tam zamanında üretim, toplam kalite kontrolü ve çalışanların katılımı gibi üretim teknikleri yakın zamanda dikkate değer bir ilgi topladılar. Birçok makale ve seminerler bu kavramlarla ilgili genel konular hakkında önerilerde bulunmaktadırlar, ama dünya kalitesinde üretim konusunda nadiren araştırma yapmaktadırlar.

Bu makale Lockheed Şirketi'ne ait CalComp Şirketi'ndeki Görüntü Ürünleri Bölümü'nde dünya kalitesinde üretime dönüş çalışmalarının aşamalarını adım adım anlatan bir vaka çalışması yaklaşımından bahsetmektedir. Bu vaka çalışması başka şirketlerin fabrikalarında kullanabilecekleri gelişmiş bir dünya kalitesinde üretim yaklaşımı önermektedir.

Hudson'da kurulmuş olan bu şirket, bilgisayar grafik sistemleri üretmektedir. Bu sistemler on ana çeşit üzerinde, 40 opsiyonda üretilmektedir. Bu işlem günde 400 ila 500 baskılı elektrik devresi montajını ve bunların da son ürüne montajını içerir. Yaklaşık olarak 750 kişi, 4 yaşındaki, 250.000 ft² 'lik alandaki bu fabrikada çalışmaktadır.

CalComp şirketini dünya kalitesinde üretim yoluna sokan ilk adım üst yönetimin tam zamanında üretim konusunda aldığı kesin karardır. Roger Damphousse, başkan yardımcısı ve genel yönetici, gerekli kaynakları temin ederek ve yönetimin hedefleriyle tam zamanında üretim felsefesinin aynı çizgiye oturmasını sağlayarak, kararlılığını başlangıçtan itibaren gösterdi.

Bu noktadan sonra Jim Bell, üretim müdürü, ve Phil Insinga, üretim mühendisliği müdürü, organizasyondaki değişimi savunmak için bir endüstri mühendisi grubu seçtiler. Endüstri Mühendislerinin üretim ve destek bölüm-lerin perspektifine bakış sistemleri onları değişikliğe başlamak için en iyi seçim yapıyordu. Vizyon kazanmak ve uzun vadeli tam zamanında üretim hareket planı oluşturmak amacıyla operasyonların yönetimini de içeren bir tam zamanında üretim idare komitesi kuruldu.

İlk Eğitim

Yönetimin kesin kararıyla birlikte bir sonraki adım tam zamanında üretim hakkında herşeyi tam anlamıyla öğrenme aşamasıydı. Kitaplar ve seminerler dünya kalitesinde üretim prensiplerinin teorisini sağlarken, tam zamanında üretim uygulamalarına geçmiş şirketlere yapılan geziler yöneticilere ve endüstri mühendislerine gerçek hayattaki tam zamanında üretim uygulamalarını görüp öğrenme şansı tanıdı. Bu hazırlıklar uygulama prosesinin anahtarıydı.

Pilot Projeler

Tam zamanında üretim pilot projeleri birkaç sebepten dolayı önemlidir. Birincisi, başarılı bir pilot uygulama herkese tam zamanında üretim tekniklerinin gerçekten çalıştığını kanıtlar ve daha sonraki üretim gelişmeleri için sağlam bir temel kurulmasını sağlar. İkincisi, küçük ölçekli pilot projeler, operatörlere ve mühendislere tam zamanında üretim felsefesinin uygulamaları için iyi bir eğitim olur.

Tam zamanında üretim uygulamaları için pilot bölgeler seçerken, yönetim alanın fazla büyümemesine dikkat etmelidir. Genellikle başlangıçta basit olduğu

düşünülenler, kompleks şeylere dönüşebilirler. Bu nedenle, birkaç parça içeren montajlar pilot projeler için en iyi adaylardır.

CalComp'un endüstri mühendisleri son montaj hattından başladılar ve basit bir klavye ünitesini pilot proje olarak seçtiler. Orijinal proses parçaların biriktirilmesini, kontrolünü ve üretim alanına dağıtımını içermektedir. Montajcılar, montaj kafileleri oluşturacak ve bunları bir kontrolöre göndereceklerdir. Bu parti üretimi, yüksek miktarda yarımamul stoğu ve uzun çevrim zamanlarıyla karakterize edilebilirdi. Yine, kontrol işlemi de bir sıralama görevi yapmaktaydı ve hatalı parçalar yeniden işlemeye ve sağlam birim sonraki adıma gönderilmekteydi. Tam zamanında üretimin, gerekli şeyleri gerektiği zamanda üretmek felsefesine göre stoklar üretim problemlerinin gizli kalmasına sebep olur. Akıldaki bu felsefe sonucu, orijinal klavye montaj prosesi iki ana problemin örneklerin ortaya çıkardı. Birincisi, montajcılarının büyük miktarlarda üretim yaptıklarında verimli ve üretken oldukları düşünülmelerine rağmen, bir sonraki operasyonun ihtiyacından fazla üretim yapmalarıydı.

İkinci problem kaliteyle ilgiliydi. Spesifik olarak, montaj prosesindeki problemler çözüleliyordu, çünkü bir geri iletim yoktu, hatalı stoklar zamanla zaten üretilmişti ve kalite problemleri kontrol sırasında denetlenmekteydi. Bu küçük klavye montajı bütün fabrikada meydana gelen şeylerin tipik bir örneğiydi: Biriktirme, kontrol, büyük partiler, uzun çevrim zamanları ile yüksek miktarlarda hurda ve yeniden işlem.

Bu fabrikadaki tam zamanında üretim transformasyonu , gerekli montaj operasyonlarının birbirine bitişik olarak yerleştirildiği akış hatlı bir yerleşim gerektirmekteydi. Montaj ve test prosesinin tamamı uygun bir şekilde üç operasyona bölünmüştür. Montajda çalışan işgücü değişmemesine rağmen, işin organizasyonu, çevrim zamanını düşürecek, stoğu azaltacak ve kaliteyi geliştirecek şekilde değiştirilmiştir.

Üretim akışı operatörler arasına sarı kanban kareleri yerleştirilerek kontrol ediliyordu. Boş bir kanban karesi önceki istasyona gerekli montajı yapması

gerektiğini, dolu bir kanban karesi de bir sonraki operatörün yeni bir şey istemediğini göstermekteydi. Boş bir kanban karesi üretimin başlaması için tek yetkiydi.

CalComp Şirketi'nde işgücünün ürün maliyeti içerisindeki payı % 5'ten daha azdı. Sonuç olarak işgücü verimliliği birinci öncelikli olarak düşünülüyordu. Bir sonraki iş merkezinden talep olmadığında işçinin boş durmasına izin veriliyordu, gerekenden hızlı üretim yapılması kayıp olarak görülüyordu.

Her operatör, prosesin bir parçası olarak, bir önceki operatörden gelen parçaları kontrol ediyordu. Eğer hatalı bulunursa, hemen tamir için geri gönderiliyordu. Büyük miktarlarda yeniden işlem elimine edilmişti, stoklar minimuma indirilmişti ve kalite problemleri en kısa zamanda tanımlanıp, kaynağı tesbit ediliyordu. Sürekli geri iletim montaj prosesinde devamlı gelişmeyle sonuçlandı. Daha önceki kontrol operasyonu ortadan kalktı, çünkü artık her operatör sadece kendi operasyonundan değil önceki operatörün işinden de sorumlu duruma gelmişti.

Birinci pilot projenin sonuçları ümit vericiydi. İki ay içerisinde, yarımamul miktarları % 80 oranında, çevrim zamanı % 80 oranında azalmıştı ve kalite (son test sonuçlarına göre) % 30 oranında artmıştı. Fabrikadaki herkes tam zamanında üretimin gerçekten çalıştığını şimdi görmüştü.

Son montajı da içeren 4 pilot alan daha endüstri mühendisi takımı tarafından ele alındı ve iki ay içerisinde tam zamanında üretime geçti. Pilot projelerde çalışan bütün operatörler ve denetçiler, montaj konusundaki yetenekleri temel alınarak seçilmişti. Bir kere tam zamanında felsefesi konusunda eğitildikten sonra, bu hevesli ve esnek operatörler bu pilot bölgeleri fabrikanın diğer bölgeleri için bir gösteri merkezi haline getirdiler.

Dönüştürülmüş Son Montaj

Tam zamanında üretim uygulamasında bir sonraki adım pilot bölgelerde iyice öğrenilen ve geliştirilen teknikleri yüzlerce bileşene sahip büyük bir son montaj hattında kullanmaktır.

Son montajın bir önceki operasyon aşaması iş istasyonlarıyla çevrilmiş bir stok alanı ile bağlantılıdır. Bütün iş istasyonları bağımsız çalışıyordu ve bu stok alanını hammaddesini almak ve yarımamulünü stoklamak için kullanılıyordu. Tam zamanında üretimden önce, üretilmiş ve bir alanda stoklanmış yüzlerce montaj malzemesine sahip olmak az görülen bir şey değildi.

Tam zamanında üretim yaklaşımı bu konuda, her adımında ürüne artı bir katma değer eklenen ilerleyen bir montaj hattı önermektedir. Yeni yerleşimle sıralama, taşıma, sayma ve stoklama gibi bütün, katma değer eklemeyen aktiviteler ortadan kaldırılmıştır.

Şimdi, özel model ve seçenekleri içeren müşteri istekleri montaj hattının başında parçalara atanmaktadır. Parçalar montaj hattında çekildikçe, her operasyon gerekli alt montaj parçalarını eklemektedir. Bütün alt montajlar (elektrik devre kartı montajı hariç) ana montaj bantına bitişik besleyici operasyonlarla yapılmaktadır.

Bütün gerekli alt montajların talebi görünür kanbanlar yoluyla yönlendirilmektedir. Sarı kareler ve mektup gözleri kanban mekanizmaları olarak kullanılmaktadır, boş bir kare veya mektup gözü besleyici iş istasyonuna bir üretimi bildirmektedir. Bu basit kanban sistemi neyin, ne zaman istendiği konusundaki iletişimi sağlamakta ve üretim kontrolü gereğini ortadan kaldırmaktadır.

Tam zamanında üretim yerleşimi tasarımı bir çevrim zamanı analiziyle başladı. Hattaki her operasyon ortalama pazar talebiyle yönlenen çevrim zamanını destekleyecek şekilde tasarlandı. Hattın % 80 kapasite ile planlanması, program dalgalanmalarının ve üretim problemlerinin absorbe edilmesine yardım etti ve operatörlerin günlük olarak, prosesteki gelişmeler üzerinde tartışmak üzere toplanmasına imkan tanıdı. Bant bir defa işler hale geldikten sonra operatörlerin bantı dengeleme eforlarını engellemek çok önemliydi.

Altı aylık gayretlerin sonucu heyecan vericiydi. Son montaj çevrim süresi 3 haftadan 5 güne indirildi ve son test sonuçları % 33 iyileşti.

Tam Zamanında Elektriksel Devre Kartı Montajı

Son montaj hattı bütün bu gelişmeleri yaşarken, elektriksel devre kartı montaj alanı hala geleneksel parti üretim metoduyla çalışmaktaydı. Bu da, programlanan üretim haftasından 3 hafta öne çekerek büyük partiler halinde baskılı elektrik devresi montajı için üretim yapıp biriktirmeyi içermekteydi. Temel elektrik devresi kartı operasyonları otomatik yerleştirme, el montajı, dalga lehim, dalga sonrası montajı ve testi.

Orijinal yerleşimde, bu operasyonlara yüklü miktarda elektriksel devre plakası taşıyan bir taşıyıcı mevcuttu. Bu yükler konveyör sisteminin sonundaki yarımamul raf alanlarında operasyonlar arasında stoklanırdı. Uzun hazırlik zamanları yüksek miktarlarda partilere sebep olduğundan, elektriksel devre montaj alanının çıktı partileri genellikle son montaj alanıyla uyuşmazdı.

Taşıyıcılar Kaldırıldı

Elektriksel devre montaj alanında yapılan baştan aşağı gözden geçirme işleminin ilk adımı tüm taşıyıcıların ve yarımamul stok alanının kaldırılmasıydı. Bu pahalı bir işlemdi ama yönetimin tam zamanında üretim felsefesine olan inancını gösteriyordu. CalComp vakasında taşıyıcı sistem otomatize edilmiş bir kayıptı, son montaj hattındaki başarı, hedefin, kayıpların otomatize edilmesi değil, elimine edilmesi olduğuna herkesi inandırmıştı.

Yeni layout montaj hattında gerekli operasyonları U şeklinde bir yerleşimle birbirlerine yaklaştırarak montaj prosesinde iyi bir akış sağladı. Bu konfigürasyon sürekli bir plaka karışımının küçük partiler halinde operasyonlar arası çekilmesini sağlamıştı. Buna ek olarak U şekilli bu yerleşim, iş merkezleri arasında hızlı geri beslemeler için verimli bir çevre sağlamıştı.

El Montajı

Çevrim zamanı analizleri kullanılarak, elle montaj operasyonu yeniden tasarlandı ve operatör gruplarının çalıştığı, tam zamanında montaj hatlarını

besleyen geçiş hatları şekline çevrildi. Operatörler arasındaki kanban kareleri parça akışının kontrolünü sağlarken, her hatta yerleştirilmiş kırmızı ve sarı lambalar aracılığıyla operatörler destek personelle hattın problemleri konusunda iletişim kuruyordu. Sarı lamba küçük problemleri belirtmek için kullanılırken, kırmızı lamba hattın durduğunu belirtiyordu.

Her hat bir kaç tip baskılı elektrik devresine ayrılmıştı ve bütün parçalar kullanım noktalarında stoklanıyordu, böylece, hazırlık zamanı neredeyse sıfırlanmıştı. Bu da hatların son montaj hattının ihtiyaına göre plaka karışımı üretmesine imkan sağlıyordu.

İşlem kartlarına basit, renk kodlu uyarıcılar yerleştirildi. Bu renk kodlaması operatöre neyi kontrol edeceğini ve hangi parçaları ekleyeceğini iletmekteydi. Her operatör kendisi plaka üzerinde işlem yapmadan önce bir önceki operatörün işini kontrol etmekteydi.(Bu sarı renk koduyla belirtilmişti.)

Tam zamanında üretim ortamında, hem makinaların hem de insanların esnekliği çok önemlidir. Elle montaj sahasındaki bütün operatörler bir kaç çeşit görevi yerine getirebilecek şekilde eğitilmişlerdir. Gezici elemanlar ve takım liderleri, sürekli olarak elle montaj sahasının parça dolu olmasını sağlarlar. Aynı zamanda gerekli operatörlerin yerini doldururlar.

Otomatik Yerleştiriciler

Aynı ekme kavramına otomatik yerleştirme alanında da başvuruldu. Her biri ikişer DIP yerleştirici ve birer eksenel yerleştiriciye sahip olan iki hat (veya hücre) kuruldu. Metod Mühendisliği grubu hücrelerdeki her makinanın iş yükünün dengelenmesi konusunda endüstri mühendisleriyle birlikte çalıştılar. Tezgahlar arasındaki kanban büyüklüğünün belirlenmesinde üzerinde çalışılan alanın bir bilgisayar simülasyonu yardımcı oldu. Başlangıç için 20 baskılı elektrik devrelik kanbanlar seçildi. Makina arızaları ve duruşları hala problem olduğundan 1 baskılı devrelik kanbanlar gerçekçi değildi.

Otomatik yerleştirme alanında en büyük zorlama hazırlık ve ayar zamanları ve biriktirmeydi. Ayar zamanları plakaların, benzer parçaları temel alınarak, ailelere bölünmesiyle azaltıldı. Biriktirme bir kez daha gerekli bütün parçaların ana DIP stoklama ünitelerinde, makinaların yanında stoklanmasıyla elimine edildi.

Alt montaj hattında uygulanan akış hatlı tam zamanında montaj yerleşimi çevrim zamanını 6 haftadan 10 güne indirdi.

İstatistiksel Proses Kontrol Eğitimleri

Ürün akışındaki büyük miktarlardaki kayıplar ortadan kaldırıldıktan sonra, dünya kalitesinde üretim takibi proses kontrolü üzerinde daha fazla odaklaşmaya başladı. Üretimdeki bütün çalışanlar, CalComp Kalite Güvence Departmanı tarafından düzenlenen haftalık istatistiksel proses kontrol seminerlerine katıldılar. Bu eğitimi, ana üretim alanlarında istatistiksel proses kontrol uygulamasına geçiş izledi. Buralarda operatörler istatistiksel proses kontrol tablolarının doldurulmasından sorumluydular.

Birçok kritik proses istatistiksel proses kontrolüne doğru hızlı bir gelişme kaydettiler. Lehim hataları bir milyon lehim noktasında 1900'den, 36'ya düşürüldü. İstatistiksel proses kontrol tabloları otomatik yerleştirme ile ilgili koruyucu bakım çizelgelerindeki problemleri ortaya çıkardı. Bu çizelgeler bir defa revize edildi ve bu revizyon programsız makina duruşlarında % 15'lik bir azalma ile sonuçlandı.

Tam Zamanında Üretim Destekleme Takımları

Kayıpları azaltma ve problemleri ortadan kaldırmaya verilen önemle birlikte, üretim alanında bir problem çözme desteği ihtiyacı ortaya çıktı. Yönetim her iş istasyonuna tam zamanında üretim destekleme takımları atayarak bu ihtiyacı karşıladı. Bu destek takımları kalite güvence departmanından, üretim mühendisliğinden, malzeme planlamadan birer temsilciden ve bunların içinden seçilen bir denetçiden oluşmaktaydı. Bütün tam zamanında üretim elemanlarının üretim alanında bir ofisi vardı.

Tam zamanında üretim destekleme takımlarının yerleştirilmesi, problem çözme çabalarının çoğunluğunun takımın ait olduğu bölgeye odaklanmasını sağladı. Takımlar iş merkezlerinden sorumlu tutuluyorlardı ve kendisinden önceki ve sonraki iş merkezlerine teslimatçı ve müşteri gibi davranıyorlardı.

Bu tam zamanında üretim destek takımlarının yerleştirilmesi aşamasında eğitim çok önemliydi. Yönetim takım üyelerini problem çözme teknikleri ve iletişim konularında eğitecek bir eğitmenle anlaştı. Bu eğitim, bireysellik kültüründen, takım problemi çözümüne ve işbirliği ortamına yumuşak bir geçiş sağladı. Dünya kalitesinde bir üretim düşünürken eğitim ihtiyacını gözden kaçırmak bir çok kötü sonuçlar doğurabilirdi.

Çalışanların Katılımı

Hiç kimse operasyon proseslerini o işi yapanlardan daha iyi bilemez. CalComp bir çalışanların katılımı sistemi uygulayarak bu değerli kaynaktan yararlanmasını bildi. Her çalışma gününde, vardiya bitişlerinden 20 dk. önce üretimdeki işçiler, destek takımlarıyla problemlerin tartışılması ve çözümü için toplandılar.

Problemler genellikle pareto analizleriyle seçilirdi ve balık kılçığı diyagramlarıyla analiz edilirdi. Operatörler üretim proseslerini geliştirmek için sorgulamalar şeklinde gelişme planları hazırladılar ve her iş merkezinde asılı basit uygulama ve kontrol tablolarını kullanarak gelişmeleri ölçtüler.

Bu alanda da eğitim önemliydi. Şirket eğitmeni sadece problem çözümü ve yukarıda bahsedilen araçlar konusunda eğitimi sağlamadı, aynı zamanda üretken toplantıların yönetimi gibi alanlarda da eğitim verdi.

Zamanla veri toplanması, prosesin gelişimi için hayatidir. Barkod okuyucularına sahip bir çok kullanıcı ortamda kişisel bilgisayarlar için hazırlanmış bir veri tabanı programı vasıtasıyla hata verileri toplandı. Hata bulunduğu anda, hatanın tipi ve diğer kritik nitelikleri her veri giriş istasyonuna yerleştirilmiş bar kod

menüleri tarafından sisteme giriliyordu. Bu veri otomatik olarak üretim sahasında bulunan kişisel bilgisayara transfer ediliyordu.

Bu da hem mühendislere hem de operatörlere prosesi anında açıklayan paretolar ve veri sorgulamaları üretmelerine imkan verirdi. Elektronik kontrol sayfalarının bu basit kullanımı iş merkezlerinin ana problemlerini belirginleştirerek bu bölgelerde çalışanların eforlarını bu problemlere odaklamaları sağlanmıştır.

Teslimatçı Gelişimi

Üretim sahası bütün bu gelişmelerin tam ortasındaiken satınalma departmanı teslimatçı ilişkilerine odaklanmaya başladı. Üç temel çaba devam etmekteydi, teslimatçı sayısını azaltmak, uzun dönemli ilişkilerle çalışmak, ve anahtar teslimatçıları malzemeleri kontrolsüz olarak stoğa alabilecek şekilde sertifikalandırmak.

Uzun dönemli satınalma anlaşmalarına daha fazla önem verilmesi teslimatçı sayısında iki yıllık bir süre içinde % 70 azalma sağlanmasına yardım etti. Yine kitle kontrolü yerine stoğa direkt malzeme girişi sertifikasyonlarına daha fazla güvenilmesi sonucu malzeme temini, stoklanması ve taşınması minimize edildi. Şimdi bütün kontrolsüz kullanıma izinli malzemeler teslimatçının kamyonundan direkt olarak imalattaki kullanım noktasına alınmaktadır.

Daha az sayıda, kalite sertifikalı teslimatçılarla çalışmak, CalComp'a bu teslimatçılarla geri dönüşlü konteynerler ve tasarım geliştirimi benzeri karşılıklı maliyet azaltıcı çalışmalar yapma fırsatı verdi. Teslimatçılarla daha kuvvetli iş ilişkilerinin kurulması, CalComp'a, daha küçük miktarlı, daha kaliteli teslimatlara doğru büyük ilerlemeler yapma imkanı tanıdı.

Bugüne Kadar Alınan Sonuçlar

Calcomp Görüntü Ürünleri Departmanı'ndaki dünya kalitesinde üretim çabaları etkileyici sonuçlar ortaya koydu. Bugüne kadarki ana sonuçlar aşağıdadır:

- * Ürünlerin kontrolünde % 41'lik bir başarı artışı.
- * Üretimin çevrim zamanında 12 haftadan 4 haftaya düşüş.
- * Ortalama stoklarda % 60'lık bir azalma.
- * Yıllık hurda ve yeniden işlem miktarlarında % 67'lik bir azalma.
- * Fabrika alanında 75.000 m²'lik bir azalma(40.000m²'lik ambar alanı eliminasyonu dahil.)
- * Teslimatçıların zamanında tesliminde % 53'lük bir gelişme.

Tabii ki bunlara fiziksel olarak ifade edilemeyecek gelişmeler dahil değildir. Örneğin; daha iyi bir moral, yükselen şirket sadakati ve bütün bunların üstünde daha iyi bir çalışma ortamı.

Organizasyonel Yapı

Sürekli gelişim CalComp'da ulaşılmadık bir nokta bırakmadı. Son günlerde, CalComp'un yönetimi, bölümlerin organizasyonel yapısını fonksiyonel bir yapıdan ürün bazlı oryantasyonlara çevirdi. Tam zamanında terimini kullanmak için, organizasyonel yapıda odaklaşmayı sağlayan grup teknolojisi yaklaşımının kullanılması şirketin yararına oldu. İş birimleri, her CalComp ürünü için gerekli kaynakların dizaynını, üretimini, pazarlamasını ve satışını sağlamak için kuruldu.

Ofiste Tam Zamanında

Dünya kalitesinde üretimi CalComp içinde genişletme çabalarının en sonuncusu, bu felsefeyi ofis ortamına getirmektir. İmalat sahasının akış hatlı şekle getirilmesi, satınalma ve malzeme planlama gibi destek alanların gelişmedeki önemini ortaya koydu. Böylece hem satınalmacılar hem de planlamacılar pareto analizleri, proses akış analizleri, sebep sonuç diyagramları, uygulama tabloları ve problem çözümü konularında eğitim gördüler. Haftalık problem çözme toplantılarına katılarak ve departman projeleri üzerinde çalışarak, satınalmacılar ve planlamacılar bu basit teknikleri kullanma ve hergün kullandıkları sistemleri geliştirme konularında eğitildiler.

Yine, malzeme kazanımı prosesini daha etkin hale getirmek için grup teknolojisi kullanılıyordu. Satınalmacıları, planlamacıları, kalite güvence mühendislerini ve maaşlı personeli içeren malzeme yönetim takımları kuruldu ve bu takımlar bütün malzeme kazanım prosesinden sorumlu tutuldular.

Takım performansı, teslimatçı kalitesi, teslimatçıların zamanında teslimleri, teslimatçı sayısı, kontrolsüz kullanıma alınan parça oranı, hatalı gönderilen mal oranı ve uzun dönemli satınalma anlaşmalarına bağlı parça oranlarına bakılarak ölçülüyordu.

Sonuç

Dünya kalitesinde üretim bir başlangıcı ve sonu olan bir program değildir, bu daha çok bir sürekli gelişim prosesidir. Felsefesi çok basittir, ama uygulama denemeleri zor, yavaş ve bezdirici görülebilir. Bununla birlikte CalComp Görüntü Ürünleri Bölümü dünya kalitesinde üretimin kazandırdıklarının, zorluklarından çok daha ağır bastığının kanıtıdır. Belki de dünya kalitesinde üretimin en büyük maliyeti, çürümüş bir egoyla ilgili olan maliyettir- ne de olsa yıllardır hüküm süren felsefelerle direkt olarak mücadele eden felsefeleri kabullenip uygulamak kolay bir şey değildir.

Dünya kalitesinde üretim, imalata taze bir bakış için endüstri mühendislerini gerektirir. Karmaşık imalat sistemleri, karmaşık taşıma, malzeme depolama, stok kontrol, veri işleme ve modelleme sistemleri doğurur.

Dünya kalitesinde endüstri mühendisleri basit, çok açık ve kusursuz üretim prosesleri tasarlayarak kompleksliğe olan olan ihtiyacı ortadan kaldırmalıdır. Endüstri mühendisliği yaklaşımı genellikle otomasyona odaklanır, bununla birlikte makalenin de ortaya koyduğu gibi, kayıpları otomatize etmek bir çözüm olmayacaktır. Kayıpların eliminasyonu, bu ülkenin, dünya pazarında rekabet edebilir hale gelmesinin tek yoludur. Basitlik anahtardır.

Calcomp'un dünya kalitesinde üretimdeki başarısı yönetimin tam zamanında üretim, toplam kalite kontrol ve çalışanların katılımı yaklaşımlarını entegre bir

şekilde uygulamaya koymasına dayanır. Yönetimin gelecek konusundaki felsefeler ve vizyona olan inancı, genellikle başarısızlıkla sonuçlanan izole olmuş çaba adacıklarını engelledi. CalComp üretimdeki mükemmeliyetin doğru bir rekabet silahı olduğunu çok çabuk öğrendi.

4.2.- Tam Zamanında Üretim, Envanter Programlarından ve Teslimat Çizelgelerinden Daha Çok Şey İfade Eder (Gottesman, 1991)

Bugünlerde Tam Zamanında Üretim Amerikan Endüstrisi'nde popüler bir kelimedir. Bununla birlikte tam zamanında üretim konusunda ortak birçok yanlış anlamalar bulunmaktadır ve çok az kişi bu üretim felsefesini gerçekten anlayabilmiştir. Bu makalenin amacı kısaca bu felsefeyi açıklamak, tam zamanında üretim konusundaki yanlış anlamaları ortadan kaldırmak, tam zamanında üretimin elemanlarını ve Amerikan üreticilerinin operasyonlarını kolaylaştırmak için tam zamanında üretimi nasıl uygulayacaklarını dokümante etmek, tam zamanında üretim ile Çalışanların Katılımı ve Toplam Kalite Kontrolü arasındaki ilişkileri tartışmak ve tam zamanında üretimin kazançlarını belirlemektir.

Tam Zamanında Üretim, üreticilerin mükemmeli ararken başvurdukları, bir disiplinler topluluğuna dayanır. Temel tam zamanında üretim felsefesi iki ana ilke üzerine kurulmuştur: Sürekli gelişme ve kayıpların eliminasyonu. Tam zamanında üretim felsefesinin uygulanmasına en uygun ortam kalitenin uygulanmasına çok önem verilen ve yüksek derecede çalışan katılımının olduğu yerlerdir. Tam zamanında felsefesi işlerini sürekli olarak geliştiren (kaliteyle birlikte) ve kayıpları azaltan hat operatörleri tarafından yerleştirilecektir.

Bir sürekli gelişim felsefesi olan tam zamanında üretim sürekli bir prosestir, bir defa uygulamaya konularak sabitlenen bir sistem değildir. Günlük problemlerin temel nedenleri aranıp bulunur ve koruyucu çözümler yerleştirilir. Sürekli gelişim hayatın bir yolu haline gelir.

Kayıpların azaltılması direkt olarak mamule veya müşteriye verilen hizmete artı bir değer eklemeyen bütün aktivitelerin eliminasyonu demektir. Bu kayıplar

stokları, yeniden işlemleri, kontrolleri, malzeme taşımalarını ve hurdaları içermektedir. Kayıp azaltımları şirketin her alanında, mühendislikten muhasebeye oradan fabrika alanına her yerde uygulanabilir. Fabrika alanındaki kayıp azaltımları, çalışma yerinin organizasyonunu, hazırlık zamanı azaltımlarını, önleyici ve koruyucu bakımları, hücresel imalatı ve malzeme hareketinin çizelgelenmesinde kullanılan çekme sistemlerini içerir.

Tam zamanında üretimin hedefi, toplam kalite kontrolü ve çalışanların katılımı ile birlikte günlük talepleri uygun bir rekabet fiyatında, mükemmel bir kalite ile sağlayacak esnek bir üretim sistemini kurmaktır.

Tam Zamanında Üretim Konusundaki Ortak Yanlışlar

Tam zamanında üretim genelde küçük miktarlardaki malzemelerin ihtiyaç duyulduğu yere ihtiyaç duyulduğu anda ulaştırıldığı bir envanter ve taşıma programı olarak düşünülmektedir. Bu senaryo tam zamanında üretim sisteminin bir kazancı olarak düşünülebilir, tam zamanında üretimin kendisi olarak değil. Kayıpların azaltılması, yüksek kalite ve sürekli gelişim, bir üreticiye yarımamul miktarlarını azaltma ve günlük talepleri günlük üretimle karşılama imkanı verecektir. Sadece envanteri azaltmak tam zamanında üretim felsefesini yerleştirmek demek değildir ve kötü sonuçlar doğurabilir.

Tam zamanında üretimin envanter görüntüsüne takılan üreticiler sık sık teslimatçıları kısa aralıklı küçük boyutlu sevkiyatlara zorlarlar. Bu da teslimatçıları (geleneksel üretim metodlarıyla) yüksek miktarlarda bitmiş ürün stoğu tutmaya zorlar ve konsinye stoğu olarak sonuçlanır, aksi halde "sıcak patates" oyunu olarak adlandırdığımız durum ortaya çıkar. Teslimatçıları zor durumlar için kurtarıcı stok tutmaya zorlamak sadece stok maliyetlerinin tüm üretim sistemi içerisinde bir başka alana kaymasına sebep olur. Bu kurtarıcı stokların maliyeti kendisini üründe açıkça gösterecektir ve bu da eninde sonunda son kullanıcıya etki edecektir. Bu senaryo ne teslimatçının ne de son ürünün üreticisinin rekabet şansını artıracaktır.

Toplam stok maliyetinin azaltılması için, tam zamanında üretim üretici ve teslimatçıya yönelik bütün aşamalarda stok seviyelerinin düşürülebilmesi için bir yöntem arar: Konsinye stok tam zamanında üretim değildir. Tüm üretim aşamalarındaki, bütün kayba yönelik stokların elimine edilmesi ile ancak bir üretici pazarda rekabet edebilir hale gelir.

Bu nedenle, başarılı tam zamanında üretim uygulamaları teslimatçı katılımını da içerir. İdeal olarak, bir üretici - uzun dönemli bir ortaklığa ilgi ve yeteneğine bağlı olarak - her satın aldığı parça için bir tek teslimatçı seçecektir. Daha sonra, bu seçilen teslimatçılarla yapılan ortak çalışmaların sonucunda, bütün performans üretim sisteminin her aşamasında stokları azaltmaya yönlendirilecektir.

Tam zamanında üretim konusundaki diğer bir ortak yanlışlığı da tam zamanında üretimin bir satınalma veya malzeme yönetim projesi olduğu kanısıdır. Tam zamanında üretim, üretim organizasyonundaki her alanın benimsemesi gereken geniş, kuşatıcı bir felsefedir.

Tam Zamanında Üretimin Elemanları

Kayıpların azaltılması ve sürekli gelişim başarılı bir tam zamanında üretim uygulamasına ulaşmanın yol gösterici ışıklarıdır. Kayıplar ; malzeme taşımalarını, stokları, hurdaları, yeniden işlemleri ve kontrolleri içerir. Bu bölümde aşağıdaki tam zamanında üretim elemanlarını inceleyeceğiz; işyeri organizasyonu, ayar ve hazırlık zamanlarının azaltılması, hücresel imalat ve çekme sistemleri.

İşyeri organizasyonu projeleri tam zamanında üretim konusundaki ilk gelişmeler için mükemmel adaylardır. Yardımcı alet ve aparatların, parçaların ve bilgilerin aranması zamanla şaşırtıcı derecede vakit ve efor harcamaya sebep olur bir hale gelir. Her proses girdisi için standard bir stok alanı sağlayarak ve bu girdileri kullanım noktalarına yakın yerlerde bulundurarak, kayıplar azaltılır ve problemler derhal ortaya çıkar. Genellikle işyeri organizasyonunun gelişme şeklini en iyi tanımlayacak pozisyonundaki kişi, hat operatörüdür ve bunun için bu işlemde operatör bağlantısı çok önemlidir.

Ürün talebini günlük bazda karşılayabilmenin anahtar yollarından birisi de , azaltılmış hazırlık zamanları arasında yüksek bir esneklik sağlamaktır. Minimum ayar zamanı ve minimum efor harcanması, hızlı ve verimli ürün değişimleri ve herhangi bir günde o gün talep edilen ürünün üretim yeteneğine ulaşılması ile sonuçlanacaktır. Ayar ve hazırlık zamanlarının azaltılmasına bir örnek metal sektöründe bir prosesteki kalıp değişim süresidir. Daha önce birbuçuk saat süren bir operasyon bir kaç dakikaya indirilmiştir. Genellikle hazırlık zamanını yarı yarıya azaltmak işyeri organizasyonu metotlarını basit bir şekilde hazırlık operasyonu üzerinde uygulayarak başarılabilir. Constanza ve Wagner “Just In Time Manufacturing Excellence” isimli kitaplarında bir döküm tezgahı için bir hazırlık zamanı azaltımı önerisinde bulunmuşlardır. Gerekli alet ve prosedürleri organize edilerek ve hazırlıkların bir ön planlaması yapılarak altı saatlik bir hazırlık zamanı yirmi dakikaya indirgenmiştir. Yine tezgah operatörleri ya da operatör takımları bu hazırlık zamanı azaltma gelişmelerini en iyi şekilde yerine getirecek kişilerdir.

Hazırlık zamanı düşürme konusundaki en etkili araçlardan biri de video kamerasıdır. Bütün hazırlık ve ayar işlemi kaydedilip gelişmeleri ortaya çıkaracak tezgah operatörlerince seyretilir.

Fabrika üzerindeki üretim hücreleri sayesinde gelişmiş kalite, kayıpların eliminasyonu, daha hızlı ileri ve geri besleme, esneklik artışı ve daha düşük yarımamul seviyeleri sağlanır. Bir üretim hücresi, bileşenlerin ve ürünlerin bir akış sistemi içinde üretimini zorlayacak şekilde proseslerin gruplanması şeklinde açıklanabilir. Bir hücrede, prosesler fiziksel olarak birbirlerine yakın şekilde yerleştirilmişlerdir, böylece malzeme taşınması ve stoklanması minimize edilmiştir. Geleneksel olarak benzer makineler aynı yerde gruplanmaktadır (Örneğin matkaplar aynı yerde, tornalar bir başka yerde). Bu geleneksel yerleşimin dezavantajı sıralı operasyonlar arasına mesafe ve zaman engelini koymasındır. Daha çok malzeme taşınımı, daha çok yarımamul ve yeniden işlem bu engeller sonucu ortaya çıkar, çünkü problemler daha geç ortaya çıkar ve düzeltici faaliyetler zamanında yapılamaz. Sıralı işlemler arasındaki zaman ve uzaklık engelini kaldırmak, problemler ortaya çıkınca sebeplerin taze ve görünür olmasını sağlar ve bu nedenle ana sebepler ve problemlerin çözümleri konusundaki araştırmaların yapılmasını kolaylaştırır. Sebepleri araştırılacak alanların ve işlemlerin sayısı çok

azalacaktır. Bir üretim hücresinde makinalar kendileri için tahsis edilen ürün ya da ürün ailesine uygun şekilde gruplanırlar. (Örneğin bir matkap, bir torna ve paketlenme operasyonu). Operasyonlar arası yarımamul seviyeleri azaltılarak, hurda ve yeniden işlem miktarları da büyük bir oranda azaltılır. Örneğin bir kalite problemi ortaya çıkarsa, bu işleme uğramış çok az sayıda yarımamul bulunacaktır.

Hücreyel imalatın en önemli elemanlarından biri de esnek bir işgücüne sahip olmasıdır. İdealde bütün operatörler, hücre içindeki her operasyonu bilir ve hücre, ürünün başlangıcından bitimine kadar her şeyinden sorumludur. Böylece, bütün gerekli operasyonlar hücre dışında gerçekleştirilebileceklerdir.

Düşük yarımamul seviyesini korumak ve günlük üretimi günlük taleplerle eşleştirmek için yüksek güvenilirlik seviyesinde bir prosese ihtiyaç vardır. Bir tam zamanında üretim ortamında koruyucu bakım çok büyük bir öneme sahiptir. Tezgah operatörleri tezgahların bakımından mümkün olduğunca fazla sorumlu olmalıdırlar. Bütün operatörler makina bakımı ve istatistiksel proses kontrolü konusunda eğitilmiş olmalıdırlar, Böylece tezgahta ne zaman nasıl bir düzeltme ve bakım işlemi gerektiğini tanımlayabilmelidirler.

Kaliteye, ürüne ve proses tasarımıda çalışanların katkısına verilen önemiyet tam zamanında üretimin işletmede yerleştirilmesinin değerini arttıracaktır. Üretim mümküniyeti ve ürünü bizzat üretecek veya monte edecek işçilerin katılımıyla ürünün tasarımı, ürünün üretime çok yumuşak bir geçişle sürülmesini sağlayacaktır. Ürünün ve prosesin tasarım aşaması , fabrika ortamında kalite problemlerinin önlenmesi ve ürünün üretime başlanmasından sonra gerekecek mühendislik değişikliklerinin minimize edilmesi aşaması olarak düşünülebilir.

Tam zamanında felsefesine göre, hiçbir şey ona ihtiyaç duyulmadan üretilmez. Bu da çekme şeklinde bir üretim sisteminin kurulmasını temsil eder. Bu çekme sistemi, gerekli ek parçaların ne zaman üretilmesi gerektiğinin bilinmesini gerektirir. Bir üretim hücresinde, bu sistem proses içerisinde görülebilir, operatörler bir sonraki üretim noktasının yakınlığından dolayı, ne zaman yeni parçalara ihtiyaç duyacağını görürler. Başka alanlarda, üretim için sinyaller gerekebilir. Toyota'da bir

Üretim kartı sistemi, "Kanban", ne zaman parçalara ihtiyaç duyulduğunu işaret etmek için kullanılır. Operatörler ancak kendilerine kanban kartı ulaştığında parça üretimine geçerler.

Çalışanların Katılımı, Toplam Kalite Kontrolü

Tam zamanında üretim anlatılan bütün elemanları çalışanların bütün aşamalarda yaratıcı katkılarını gerektirir. Bu yüzden çalışanların katılımı sürekli gelişimin temelidir. Tipik olarak, tam zamanında felsefesinin temelleri konusunda eğitilmiş ve birkaç temel problem çözme tekniğiyle donanmış bir fabrika çalışanları takımı çalıştıkları proseslerin geliştirilmesine büyük katkıda bulunurlar. Yönetim, iş konusundaki bilgi ve hedefleri paylaşarak, takım elemanlarına bir araya gelmeleri için uygun zaman yaratarak, çalışanların kurdukları takımların başarılarını takdir ederek ve gerekli kaynakları ve teknik desteği sağlayarak bu takımların çabalarını desteklemelidir.

Kaliteye verilen ehemmiyet tam zamanında üretim yerleştirilmesi işlemini kolaylaştıracaktır. Zararlı stokları ortadan kaldırmak için, üretim proseslerinin istikrarlı olması ve yüksek kalitede parçalar üretmesi gerekmektedir. Aslında toplam kalite kontrol, herşeyi ilk seferde doğru yapmayı, proses çeşitliliğinin sürekli azaltılmasını ve hatalı parçaların es geçilmemesini gerektirir. Bu yüzden tasarım kalitesi, toplam kalite kontrolün başladığı yerdir. Bir prosesdeki çeşitlilikte yapılacak herhangi bir azaltma, direkt olarak envanter ve yarımamul stoğu ihtiyaında azalma olarak kendini gösterecektir. Yine operatörler, proses hakkında en çok bilgiye sahip kişiler olarak, bir firmanın bir prosesdeki çeşitliliği azaltmada gösterdiği eforun en büyük kaynağdırlar.

Sonuç olarak, tam zamanında üretim kalite konusunda çok büyük bir etkiye sahiptir. Bütün seviyelerdeki (hammadde,yarımamul,ürün) envanter ve taşıma işlemlerinde azalma ve hurda, yeniden işlem ve hasarların azaltılması kalite maliyeti üzerinde pozitif bir etki gösterecektir. Belki daha önemlisi, daha kolay izlenebilir bir sistem oluşacak, daha az gecikmelerle fabrika ortamında problem çözümlerinin gerçekleşmesi sağlanacaktır.

Tam Zamanında Üretimin Kazandırdıkları

Tam zamanında üretim, toplam kalite kontrolü ve çalışanların katılımıyla, çok çeşitli sektörlerdeki şirketlerin çoğunluğunda heyecan verici bir etki yapmıştır. Yayınlanan raporlarda, envanterlerde % 75'ten fazla, başabaş noktalarında % 30'dan fazla azalma ve direkt, endirekt ve beyaz yakalı çalışanların prodüktivitesinde % 30'dan fazla bir artışla tam zamanında üretim saygınlık kazanmıştır. Diğer kazançları ise; zamanında ve görülür bir geri besleme sonucu gelişen kalite ve daha fazla sorumluluk ve prosese katkı sonucu çalışanlarda moralin ve kendine güvenin artışıdır.

Teknolojik gelişmelerin aksine, tam zamanında üretim sisteminin yerleştirilmesini maliyeti çok daha azdır. Tam zamanında üretim ile ilgili çoğu maliyet, daha sonra uzun dönemli ve sürekli geri ödemeleri olan eğitim ve öğretim giderleridir.

Sonuçta tam zamanında üretimin bir başka getirisi otomasyon projeleri için yapılan hazırlık çalışmalarıdır. Sistem otomasyona geçmeden önce tam zamanında üretim projesindeki kayıpları ortadan kaldıracak araçları sağlar. Tam zamanında üretimsiz otomasyon proses içinde mevcut kayıplara sebep olan, artı bir değer eklemeyen operasyonları da otomatize eder. Başarılı bir otomasyonun anahtarı, öncelikle kayıpların tamamen elimine edildiğinden emin olunması ve otomasyonu hedeflenmiş bütün proseslerin güvenilir olmasıdır.

Tam zamanında üretim, bugünkü dünya ekonomisinde rekabet edilebilir bir noktaya ulaşmanın bir metodunu temsil eder. Bu felsefenin yerleştirilmesi üst kademe yönetimde bazı özel düşünce tarzı değişikliklerini gerektirebilir, örneğin; çalışanların yaratıcılıklarından faydalanmak gibi. Ama bunun potansiyel getirisi çok büyüktür ve uygulama harcamaları göreceli olarak çok azdır. Sürekli gelişim ve kayıpların ortadan kaldırılması, daha rekabetçi ve uzun ömürlü olmanın anahtarlarıdır. Stoklara sebep olan neden ve ihtiyaçların (düşük kalite, uzun tedarik süreleri, daha çok malzeme taşınması) elimine edilmesi sonucu ortaya çıkacak düşük envanter akışları , daha az envanter seviyeleri ile çalışmanın getireceği direkt kazançlardan çok daha karlıdır.

Japonya'da birçok başarılı tam zamanında üretim uygulaması örneği bulunmaktadır, Amerika'da da çok daha fazla sayıda şirket bu felsefeyi adapte etmektedir. İş yeri organizasyonu ile ayar ve hazırlık zamanı düşürme konusundaki pilot projeler tam zamanında üretim uygulamalarına başlamak için en iyi alanlardır.



BÖLÜM 5.

UYGULAMA YAPILAN FABRİKANIN TANITIMI

5.1.- Giriş

Türk Elektrik Endüstrisi'nin 1989 yılında devraldığı "Sultançitliği Elektrik Motorları (SUTEM) İşletmesi" 18.000 m²'lik kapalı alanı olan, yıllık 350.000 adet motor üretim kapasitesine sahip bir işletmedir. Başlangıçta elektrik motoru tasarımında ve teknolojisinde Avrupa'nın ünlü bir motor üreticisi olan WAT firmasından aldığı bilgilerle, bugün hala bir çok Avrupa ülkesinde üretimi sürdürülen motorlara eşdeğer kalitede, modern görüntülü ve yüksek performanslı üç fazlı motorlar imal etmektedir. Aynı zamanda daha önce şirketin Topkapı İşletmesi'nde üretimi yapılan tek fazlı motorlar da 1992 yılından beri bu işletmede üretilmektedir.

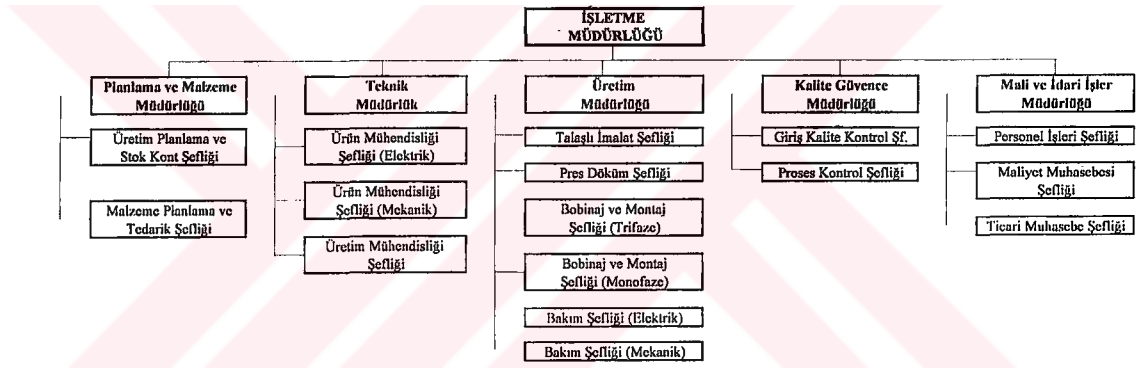
Bu tesislerde Türk Elektrik Endüstrisi, üç fazlı motorlardaki çeşidini artırarak sektörün ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak imkanına ulaştırmıştır(63-250 yapı büyüklüğü arasında standard ve özel motorlar).

Türk Elektrik Endüstrisi'nin üretmiş olduğu motorlar, pompa, marangoz makinası, takım tezgahı, inşaat mekinası, redüktör, varyatör, ısıtma soğutma ve havalandırma cihazı, tekstil makinası, sulama kanalları ve birçok değişik uygulamayı kapsayacak şekilde üretim yapmaktadır.

Şirket yapmış olduğu çalışmalar sonucunda 1994 yılında ISO-9001 Kalite Belgesini almaya hak kazanmıştır.

5.2.- Organizasyonel Yapısı

Dayanıklı tüketim malzemeleri üreticileri grubunda olan Türk Elektrik Endüstrisi, Arçelik ve Tofaş'ın da içinde bulunduğu birinci kategoride yer alan bir şirkettir ve merkeze bağlı olan üç işletmeden oluşur. Bu işletmeler, Arçelik'e özel maksatlı motorlar üreten Topkapı İşletmesi, Arçelik ve piyasa için kompresör üreten Eskişehir İşletmesi ve tamamen yurtiçi ve yurtdışı motor piyasası için elektrik motoru üreten Sultançiftliği (Taşdelen) İşletmesi'dir.



Şekil 5.1. SUTEM İşletmesi Organizasyon Şeması

5.3.- Üretilen Motorlar Hakkında Teknik Bilgiler

Motorlar IEC tavsiyelerine, DIN, VDE ve Türk Standardları TS 3067'ye uygun olarak üretilmektedir.

5.3.1.- Mekanik Özellikler

Motorlar 63-250 gövde büyüklüklerinde, üç fazlı tam kapalı, kısa devre rotorlu ve fan soğutmalı olarak üretilmektedir.

Yapı Şekli: Tüm gövde büyüklüklerinde ayaklı, flanşlı ve ayaklı flanşlı yapı şekli mümkündür.

Koruma Tipi: Standard koruma tipi IP 54 tür. Fakat çoğunluk yurtdışı firmalar için IP 55 koruma tipinde motor üretilmektedir.

Yataklar: Yataklar için standard bilyalı rulmanlar kullanılır.

Mil Ucu: Mil uçlarına DIN 332-2'ye uygun olarak diş çekilir. Din 6885-1'e uygun olarak kama kanalı açılır ve motor kamalı olarak imalattan çıkarılır.

Soğutma Fanı: Sıcaklığa dayanıklı plastikten yapılmış olup her iki dönüş yönünde çalışmaya uygundur.

Boya: Motorlar (Standard olanlar) RAL 6011 yeşil renkte boya ile boyanarak teslim edilirler.

5.3.2.- Konstrüksiyon Özellikleri:

Gövde: Motor gövdeleri hafif, korozyona ve şoka dayanıklı ısı iletme özelliği yüksek alüminyum alaşımından basınçlı döküm metodu ile üretilmektedir.

Ayaklar: 90-250 gövde büyüklüklerinde motorlarda ayakların sökülebilmek özelliği değişik montaj şekilleri için esneklik sağlamaktadır.

Kapaklar: Tüm ayaklı motor kapakları (250 frame KT tarafı hariç) ve 132 gövdeye kadar flanşlı kapaklar alüminyumdan, 250 KT ve 132'den büyük flanşlı kapaklar pikten yapılır. Alüminyum kapaklarda rulman yuvaları çelik veya pik burş ile takviye edilmiştir. Kapak konstrüksiyonu yağ ve toz keçesi montajına uygundur.

Terminal Kutusu: 63-80 gövdelerde mil tarafından bakışa göre sağda, 90-250 gövdelerde üstte ve mil tarafına yakındır.

5.3.3.- Elektriksel Özellikler

Gerilim ve Frekans: Motorlar normal olarak 380V, 50 Hz şebeke gerilimine göre tasarlanmıştır. Bununla birlikte 220-690V aralığında her gerilim için üretim yapılmaktadır.

İzolasyon Sınıfı: Motorların standard izolasyon sınıfı B'dir. Buna göre 40°C ortam sıcaklığında sargıların sıcaklık artışı 80°K olabilir.

5.3.4.- Özel Uygulamalar

Standard dışında aşağıdaki özel uygulamalar mümkündür.

- Özel mil veya çift mil çıkışı.
- Özel flanş
- Değişik tip yataklar
- Sabit yatak
- Diğer standard koruma tipleri(IP 55 vb.)
- Değişik gerilim ve frekans.
- Özel boya
- Yoğuşmayı gidermek için boşaltma deliği ve rulmanı dıştan yağlama düzeni.

5.4.- Motor Tip Kodlarının Açıklanması

EF QU FA 132 S 4 C A W

EF: Motorun Özellikleri

- Normal

EF Frenli Motor

QU: Motor Tipi

QU Kapalı, dıştan kendinden soğutmalı

QK Kapalı, kendinden soğutması olmayan

FA: İnşa Tipi

- Ayaklı B3, B6, B7, B8, V5, V6

FA A flanşlı B5, V1, V3

FB B flanşlı B14, V18, V19

FC C flanşlı B14, V18, V19

PA Ayaklı ve A flanşlı B3/B5, V1/V5, V3/V6

PB Ayaklı ve B flanşlı B3/B14, V5/V18, V6/V19

PC Ayaklı ve C flanşlı B3/B14, V5/V18, V6/V19

X Ayaksız gövde ve flanş kapaksız, B9, V8, V9

FN Nema flanşlı

FS Müşteri isteğine göre flanşlı

132: Motorun Yapı Büyüklüğü

Tabandan mil eksenine kadar olan yükseklik.

S: Motor Uzunluğu

S Kısa

M Orta

L Uzun

4: Kutup Sayısı

2,4,6,8 Kutup

2/4, 4/8, 4/6,6/8 İki devirli

C: Saç Paketi Uzunluğu

A,B,C (Dış boyutlara bağlı olmaksızın)

W: Mekanik Özellikler

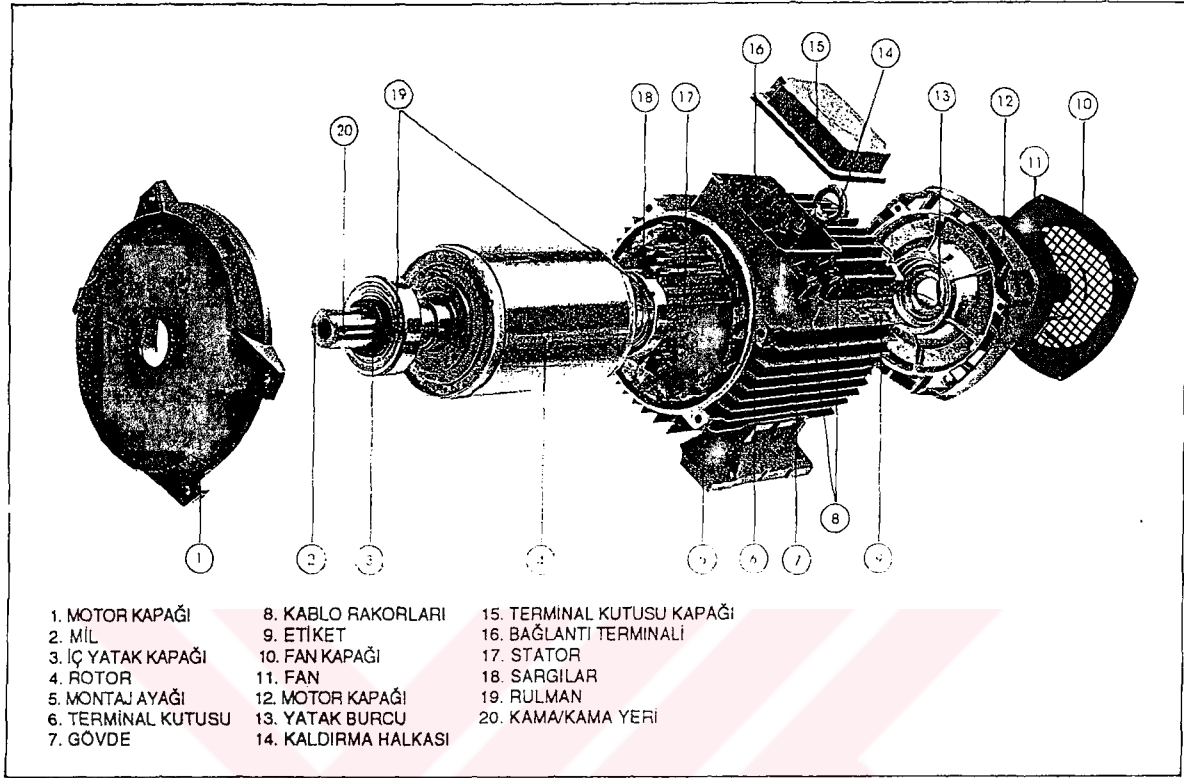
- Normal

W Özel Mil Uçlu

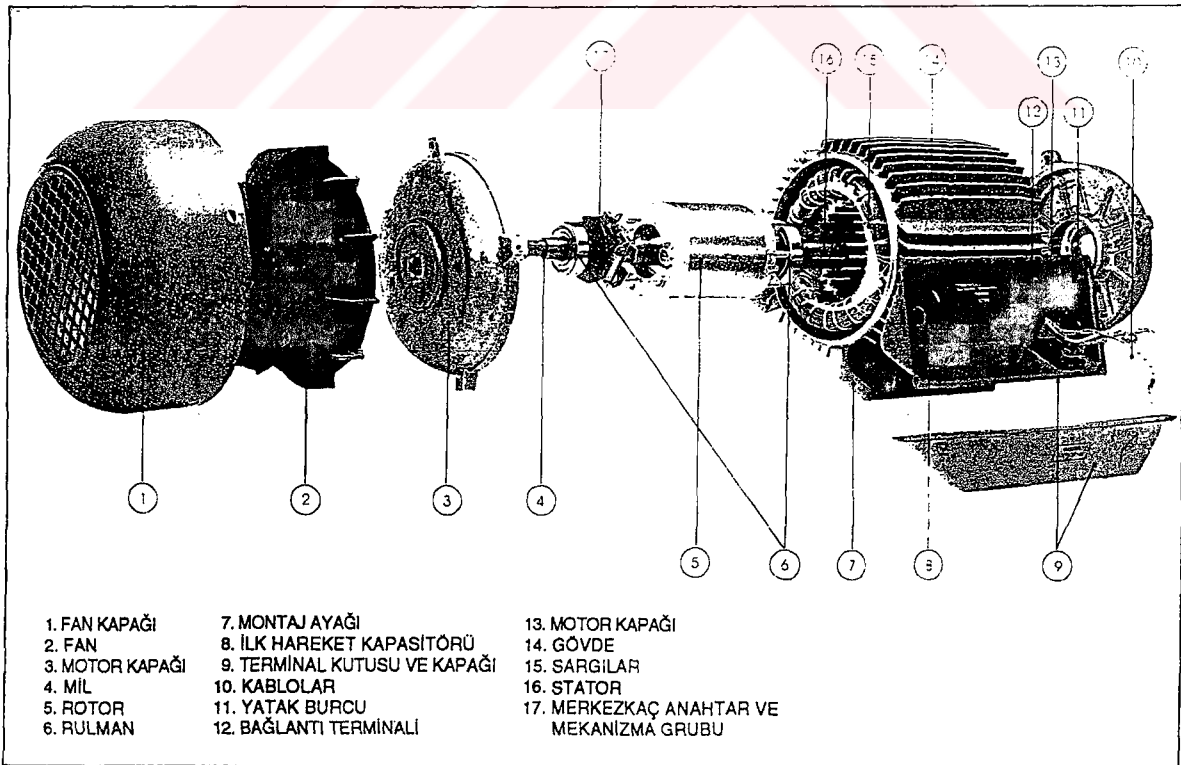
2W Normal veya özel iki uçlu

Q Özel Rulman

ÜÇ FAZLI GENEL MAKSAT MOTORU



TEK FAZLI GENEL MAKSAT MOTORU



Şekil 5.2. SUTEM İşletmesi'nde Üretilen Ürünlerin Resimleri

Şekil 5.3. SUTEM İşletmesi Yerleşim Planı

BÖLÜM 6.

GRUP TEKNOLOJİSİ UYGULAMASI

6.1.- Giriş

Tam zamanında üretimin temel adımlarından birisi olan grup teknolojisi uygulamasında amaç üretim içi parça taşımalarını en alt seviyeye indirgeyecek ve ürün çeşitliliğine en kolay şekilde cevap verecek yerleşimi oluşturmaktır. Grup teknolojisi uygulaması sonucunda tezgahların yüklenmesi, iş sırası bekleme, tezgahlararası yarımamul oranının artışı, parça beklemeler ve uzun taşıma süreleri gibi ürünün maliyetini artıran bir çok etkenin azaltılması sonucu hem verimlilik hem de maliyette olumlu gelişmeler olacaktır. Standard zaman içerisinde gösterilmeyen ve fakat kötü yerleşimler sonucu ürünün işletme içerisindeki akış süresine eklenen taşıma süreleri, uygun yerleşimler sonucu azaltılacaktır. Planlama ve terminleme faaliyetleri çok daha kolaylaşacaktır.

Grup içindeki bütün elemanlar gruptaki bütün tezgahların eğitimini alırlar. Bu hem iş zenginleştirmesi sağlayacaktır, hem de herhangi bir problem yüzünden gelmeyen bir elemanın yerine gruptan bir başka eleman dengeleme amacıyla çalıştırılabilecektir. Parçalar üzerindeki bütün işlemler, grup içerisinde gerçekleşeceği ve bir sonraki tezgahdaki operasyon için yarımamul biriktirmesi olmayacağından herhangi bir operasyondaki hata uzun süre geçmeden ve daha çok sayıda parçayı etkilemeden farkedilecek ve önlem alınacaktır.

Yapılan çalışmanın temel adımları:

a)Fabrika yerleşiminin incelenmesi ve mamul tiplerinin akış diyagramlarının çıkarılması.

Fabrikanın genel yerleşim planı Şekil 5.3.'de gösterilmişti, 63-132S model aralığındaki motorların üretim akış diyagramı Şekil 6.1.'de, 132M-250 model aralığındaki motorların üretim akış diyagramı Şekil 6.2.'te verilmiştir. Grup teknolojisi uygulaması, akış diyagramlarında görülen mil, gövde ve kapak holünü içeren talaşlı imalat sahasında uygulanmıştır.

b)Motor parça ailelerinin belirlenmesi

c)Tezgah gruplama ve motor parça ailelerinin tezgah gruplarına atanması.

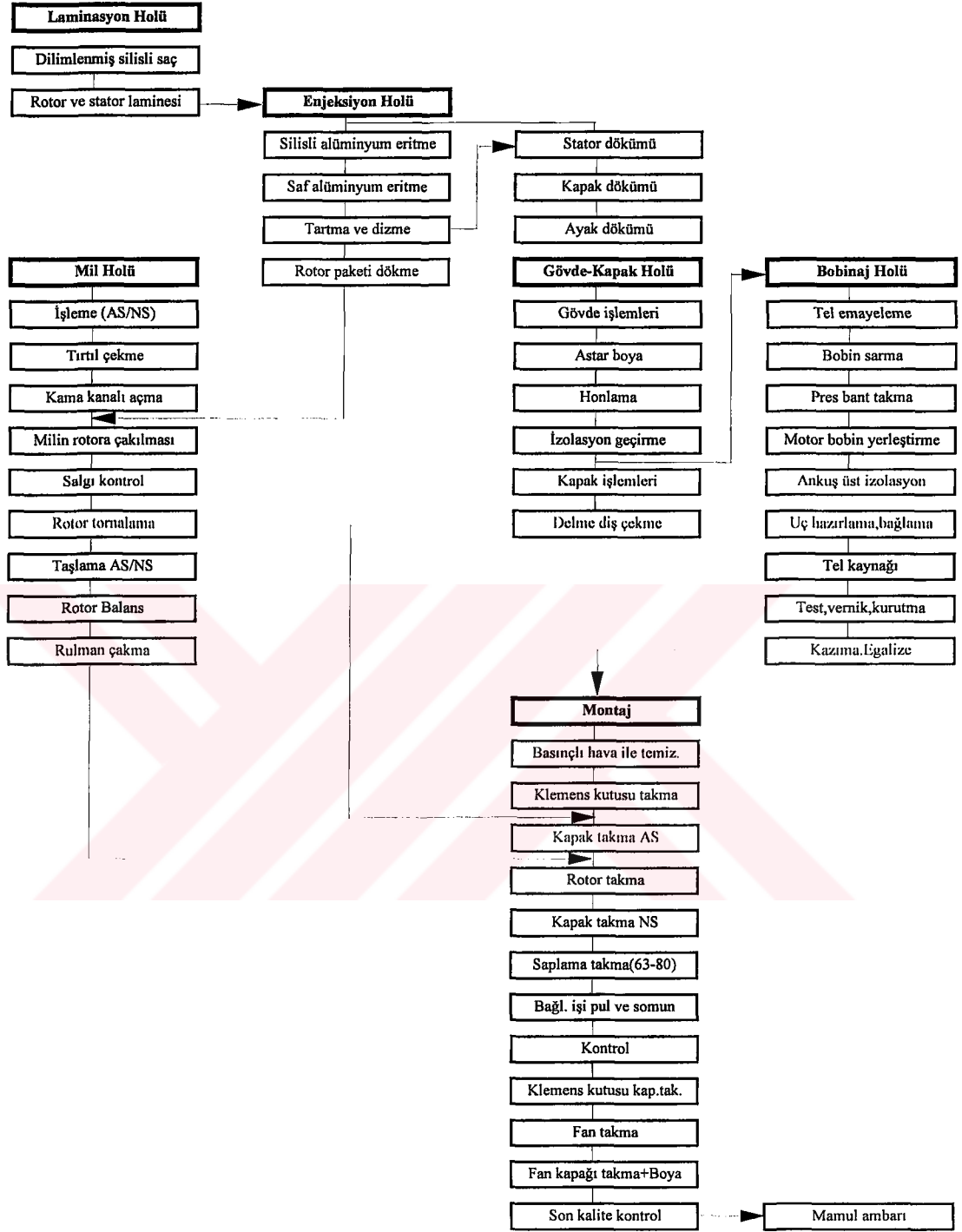
Parça ailelerinin oluşturulmasında herhangi bir matematiksel algoritma kullanılmamış, sezgisel olarak proses ve şekilleri gözönüne alınarak parçalara ailelere ayrılmıştır.

Grup teknolojisi uygulamalarının en önemli aşamalarından birisi olan parça ailesi ve makina hücrelerinin etkin bir biçimde oluşturulması için birçok kümelendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bunlardan bir kısmı matris esaslı kümelendirme teknikleridir. Bu çalışmada MACE (Machine Component Cell Formation) yöntemi kullanılmıştır.

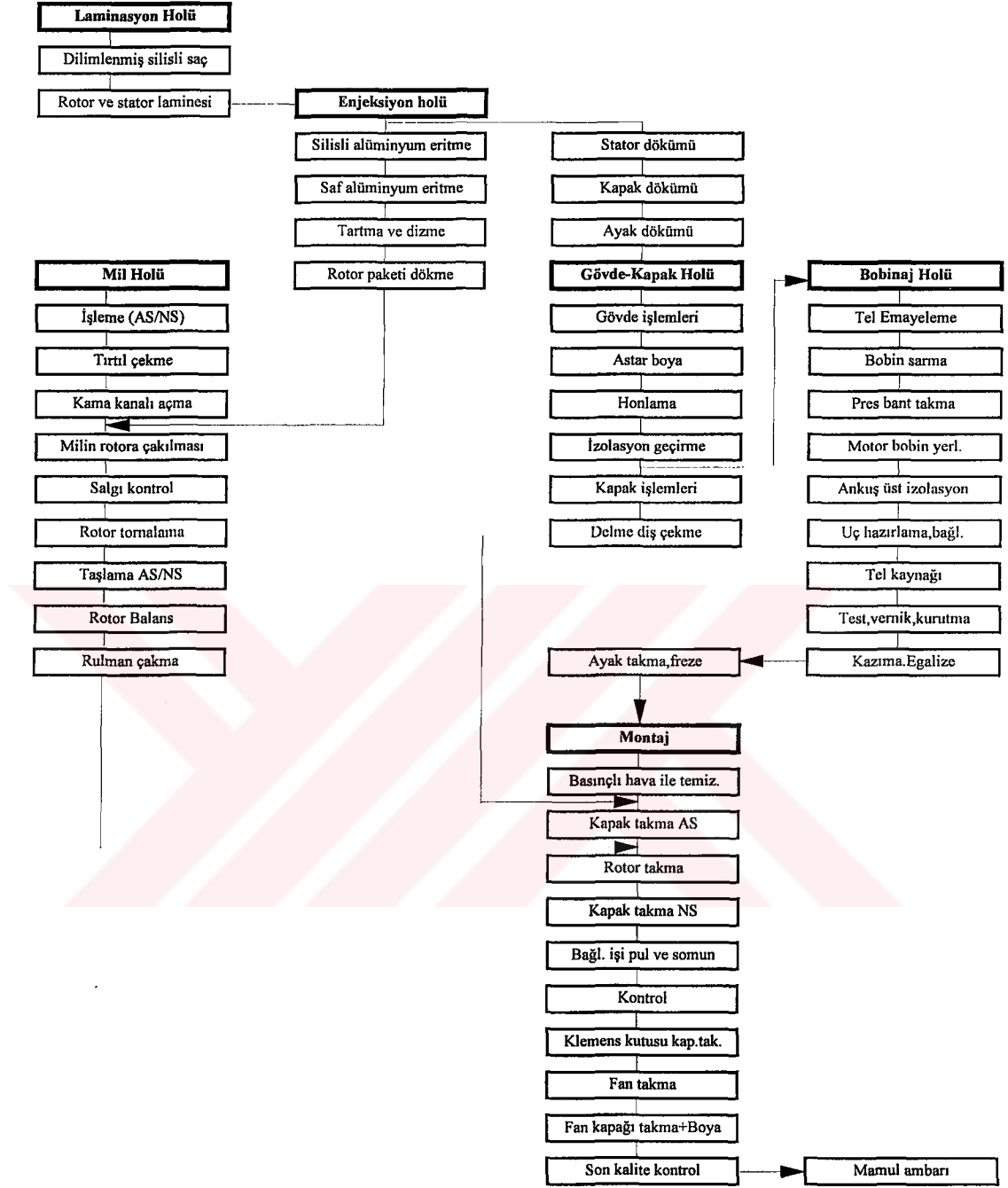
Grup teknolojisinin bu aşamalardan sonraki aşama tezgahların yerleşiminin fonksiyonel ve seri üretime uygun bir şekilde tasarlanması ve hücreli imalat sisteminin oluşturulmasıdır.

6.2. MACE (Machine Component Cell Formation) Kümelendirme Yöntemi (Vardar,1993)

Mace (makina parça matrisini oluşturma) Waghodekar ve Sahu tarafından geliştirilmiş bir hiyerarşik makina kümelendirme yöntemidir. Bu yöntem, ilk etapta, aday hücreleri temsil eden başlangıç makina gruplarını oluşturur. Bu algoritma, Jaccard'ın benzerlik katsayılarını kullanarak birbirlerine yakın benzerliğe sahip bütün makinaları bir hücre altında toplar. Waghodekar ve Sahu üç tip benzerlik katsayısı kullanmışlardır. İlk oluşturulan aday hücreler benzerlik katsayıları yardımıyla birleştirilerek sonuç hücreleri oluşturulur. MACE'nin son aşaması oluşturulan hücrelere parça atamalarının yapılmasıdır.



Şekil 6.1. 63 - 132S Frame Üretim Akış Diyagramı



Şekil 6.2. 132M - 250 Frame Üretim Akış Diyagramı

Waghodekar ve Sahu makina çiftleri arasındaki yakınlığı üç şekilde ifade etmişlerdir. Birincisi Carrie tarafından geliştirilen ve daha sonra Rajagopalan ve Batra tarafından da kullanılan toplam tipindeki "Jaccard Benzerlik Katsayısı"dır. Waghodekar ve Sahu buna iki yeni benzerlik katsayısı daha eklemişlerdir. Bunlardan birincisi çarpım tipindedir ve makina çiftlerinde işlem gören toplam parça sayısına dayanmaktadır. Diğeri ise bir makinada işlem gören ortak parçaların toplam akışına dayanmaktadır. Bu üç benzerlik katsayısının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

i) Toplam Tipindeki Benzerlik Katsayısı:

$$SC_{ij} = NCC_{ij} / (TNC_i + TNC_j - NCC_{ij})$$

II) Çarpım Tipindeki Benzerlik Katsayısı:

$$PSC_{ij} = (NCC_{ij} \times NCC_{ij}) / (TNC_i \times TNC_j)$$

iii) Akış Tipi Benzerlik Katsayısı:

$$SCTF_{ij} = (NCC_{ij} \times NCC_{ij}) / (TFC_i \times TFC_j)$$

NCC_{ij} : i ve j makinalarında işlem gören ortak parçaların sayısı

TNC_i : i makinasında işlem gören toplam parça sayısı.

TFC_i : i makinası ile beraber diğer bütün makinalarda işlem gören ortak parça sayısı.

N makina sayısı olmak üzere;

$$TFC_i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N NCC_{ij}$$

İki makina tipi arasındaki benzerlik katsayısı değeri karşılıklı yakınlığı ifade eder. Bütün makina tipleri arasındaki benzerlik katsayısı değerleri hesaplandıktan sonra en büyük benzerlik değerine sahip makina çifti seçilir. Eğer makina çifti seçiminde bir düğüm ortaya çıkıyorsa ikinci bir arama gerçekleştirilir. Bu arama her

makina çiftine yakın benzerlikte olan makina tipleri sayısına dayanır. Benzerlik değerleri açısından kendisine yakın maksimum makina tipi sayısına sahip olan çift hücre oluşturmada temel olmak üzere seçilir, diğer düğümler kendiliğinden çözülür.

Seçilen makina çifti bir aday hücre meydana getirir. Bu makina çiftine benzer olan makina tipleri aday hücreye alınırlar. Bir makinanın hücre içine kabul edilmesi için hücreyi oluşturan makina çiftinin ikisiyle de arasında yüksek bir benzerlik olmalıdır. Bu şekilde hücre içine dahil olan makina tipleri hücreyi oluşturan makina çiftlerinin uydu makinaları olarak adlandırılırlar. Seçilen makina çifti ve uyduları aday hücreyi oluştururlar. Bundan sonra, geriye kalan makina tipleri arasında en yüksek benzerlik katsayısı değerine sahip başka bir çift seçilir. Bu şekilde, bu makina çifti ve onu uydu makinaları ile diğer bir aday hücre oluşturulur. Bütün makinalar bir hücreye yerleştirilene dek bu işlem sürdürülür.

İkinci aşamada, aday hücreler arasındaki benzerlik katsayılarını ($SCTF_{ij}$) bulabilmek için hücreler arası akışlar hesaplanır. Burada makinalarda işlem gören parça kümelerinin birleşimi alınarak bir hücrenin parça kompozisyonu bulunur. Diğer bir deyişle aday hücrelerin makina içeriklerine bakılarak makina parça matrisinden bir aday hücre-parça matrisi oluşturulur.

$$\{0, CM_{(k)}, IM_{ij} = 0 \text{ ise}$$

$$CIM_{kj} =$$

$$\{1 \text{ diğer durumlarda}$$

IM_{ij} : makina-parça matrisindeki (i,j)'inci değer.

CIM_{kj} : hücre-parça matrisindeki (k,j)'inci değer.

$CM_{(k)}$: k. aday hücrenin makina tipi indeks kümesi

Bu yolla makina-hücre matrisinden aday hücre parça matrisi dönüşümü gerçekleşmiş olur. Daha sonra, tanımlardaki IM yerine CIM yerleştirilerek aday hücreler arasındaki benzerlik katsayısı değerleri bulunur. Sonuç olarak, makina tiplerini birleştirmek için uygulanan yukarıdaki aday hücre oluşturma işlemi son hücreleri tayin etmek amacıyla aday hücreler için tekrarlanır.

MACE'nin son aşaması parçaların atanması işlemidir. Bu aşamada, son hücre düzenleri belirlenir. Son hücreler oluşum sırasına göre dizilir. Diğer bir ifade

ile en önce oluşan hücre birinci, en son oluşan da sonuncu olarak sıralanır. Hücreler oluşum sıralarına göre incelenir ve parça, eğer üretim işlemlerinden en az biri söz konusu hücrede gerçekleşiyorsa, o hücreye atanır.

$$CP_{(j)} = k, \quad CIM_{kj} = 1, \quad CIM_{ij} = 0, \quad i=1, \dots, k-1 \quad j=1, \dots, p$$

Burada $CP_{(j)}$ j parçasının atandığı hücrenin indeksidir. Örneğin, belirli bir parça, işlemlerinden en az biri burada yapılıyorsa, birinci hücreye atanır, aksi halde ikinci hücre incelenir ve bu şekilde süreç devam ettirilir.

Algoritma:

Adım1: Benzerlik katsayısı tipini, eşik değerini ve başlangıç makina parça matrisini belirle.

Adım2: NCC_{ij} , TNC_i , TFC_i 'yi hesapla, Seçilen tipe göre benzerlik katsayılarını hesapla.

Adım3: Maksimum benzerliğe sahip makina çiftini seç, Bu makina çiftine yakın makinaları incele. Bir aday hücre oluştur.

Adım4: Seçilmemiş makina tipi kalmayana dek Adım 3'ü tekrarla.

Adım5: Hücreler arası akışları hesapla; makinalar yerine aday hücreleri yerleştir. Aday hücreler arasındaki benzerlik katsayılarını hesapla. Aday hücre kalmayana dek Adım 3'ü tekrarla.

Adım6: Parçaları ata; kesişen makinaların bulunup bulunmadığını kontrol et. Kesişen makinalar varsa ayır.

Adım7: Sonuçları göster, etkinlik ölçütlerini hesapla.

6.3.- Hollier-Wild Grup İçi Düzenleme Analizi ve Akış Hattı Oluşturma Metodu

Grup içi makina yerleşim tasarımı ile ilgili metodlardan birisi Hollier tarafından önerilen ve Wild tarafından geliştirilen Hollier-Wild metodudur. Bu metodda Nereden-Nereye Şemalarından faydalanılır. Bu metodun algoritması aşağıdaki üç adımdan oluşur.

Adım1: Parça-Rota verisinden nedreden-nereye şeması hazırlanır. Burada hücre içindeki iş istasyonları arasında hareket eden parça sayıları incelenir.

Adım2: Tüm nereden ve nereyelerin toplanarak oranlanması ile oluşacak nereden/nereye oranının bulunması.

Adım3: Nereden/Nereye oranına göre artan şekilde makinaların yerleştirilmesi.

Nereden/Nereye oranı düşük olan makinalar diğer makinalara oranla daha az iş aldığı ama pek çok makinaya iş dağıtması sebebiyle düşük oranlıların iş akışının başına konulması.

6.4.- Parça Ailelerinin ve Makina Hücrelerinin Belirlenmesi

6.4.1.- Parça-Makina Analiz Matrisinin Oluşturulması

Parça ailelerinin ve hücrelerin belirlenmesinde MACE yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma öncesinde bütün parçaların planlama kartları (operasyon planı özetleri) incelenmiş ve parçalar için iş akış sırası yani rotalar tesbit edilmiştir. Sonuçta Şekil 6.3.'teki Parça-Makina Analiz Matrisi oluşturulmuştur. Bu analize en çok üretilen ana tiplerin dört temel parçası dahil edilmiştir. Bu parçalar 63-250 frame arasındaki tiplerin, milleri, rotor çekirdek ve mil grupları, gövdeleri ve kapaklarıdır ve toplam 52 adettir.

İşletme içinde talaşlı imalat atölyesinde çeşitli parçaların imalatında kullanılan 31 adet tezgah bulunmaktadır. Bu da analizde yer almaktadır. Bu

verilerden yararlanılarak, parça aileleri ve makina hücreleri oluşturmak yoluyla; ayar ve hazırlık zamanlarının, toplam taşımaların minimize edilmesini sağlayacak uygun bir yerleşime ulaşılabacaktır. Bu analizde çok az sayıdaki alternatif işlemlere yer verilmemiştir. Kullanılan rakamlar parça rotalarında tezgaha uğrama sırasını göstermektedir.

Tablo 6.1.'de de işletmedeki talaşlı imalat atölyesinde bulunan ve bu analize dahil edilen tezgahların hangi işlemler için kullanıldığı ve hangi tip motorların üretiminde bu tezgahlardan faydalandığı gösterilmiştir.

6.4.2.- MACE Yönteminin Kullanılması ve Grupların Oluşturulması

Oluşturulan parça-makina analiz matrisindeki veriler MACE yöntemini kullanabilmek için Şekil 6.4.'te gösterilen başlangıç matrisi haline dönüştürülmektedir. Bu yöntemi kullanabilmek için End. Müh. Bülent ÇATAY tarafından pascal dilinde hazırlanmış bilgisayar programından faydalanılmıştır.

Başlangıç matrisinde gösterilen -1- değerleri parçanın rotasında o tezgahın olduğunu göstermektedir. -0- değeri ise parçanın son işlemine kadar o tezgaha uğramadığını göstermektedir.

Jaccard yöntemi kullanılarak çözülen problemin benzerlik katsayıları matrisi Şekil 6.5.'da gösterilmektedir. Veri matrisindeki -1- değerlerinin gruplanması yoluyla verilen benzerlik seviyeleri için Şekil 6.6. ile Şekil 6.15. arasındaki sonuçlar elde edilmiştir. Bu şekillerde verilen benzerlik seviyeleri için sonuç matrisleri, sonuçta çıkan hücreler ve değişik ağırlık faktörleri (q) için etkinlik analizleri gösterilmiştir.

Sonuçta benzerlik seviyesi = 0.5 için 10 hücre ve ortalama ağırlık faktörü ($q = 0.5$) için 0.790 etkinlik seviyesi, benzerlik seviyesi = 0.65 için 12 hücre ve ortalama ağırlık faktörü ($q = 0.5$) için 0.964 etkinlik seviyesi, benzerlik seviyesi = 0.95 için 16 hücre ve ortalama ağırlık faktörü ($q = 0.5$) için 0.990 etkinlik seviyesi değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar analiz edildiğinde (daha sonraki bölümde hücre içi yerleşim sırasında önerilen birleştirmeler de dikkate alındığında) 0.65 benzerlik seviyesi için bulunan sonucun en anlamlı sonuç olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 6.1. Tezgah Listesi

	MAKİNA ADI	ADET	MAKİNA İŞLEVİ	İŞLEME ARALIĞI
1	DUBIED (I)	1	MİL İŞLEME	Model 80-90
2	GF KDM9	1	MİL İŞLEME	Model 100-132
3	GF KDM17	1	MİL İŞLEME	Model 160-250
4	MAPRE	1	TİRTİL ÇEKME	Model 63-132M
5	K.WYSS	1	KAMA YERİ AÇMA	Model 63-132M
6	B.WYSS	1	KAMA YERİ AÇMA	Model 160-250
7	A.PICCO	1	FAN KAMASI YERİ A	Model 160-250
8	JESSERNING	1	MİL ÇAKMA	Model 63-132S
9	JENY PRESSEN	1	MİL ÇAKMA	Model 132M-250
10	K.EITEL	1	DOĞRULTMA	Model 63-132S
11	B.EITEL	1	DOĞRULTMA	Model 132M-250
12	DUBIED (II)	1	DIŞ ÇAP TORNA	Model 63-132S
13	WROCLAW	1	DIŞ ÇAP TORNA	Model 132M-250
14	K.SCHAUDTH (I)	1	TAŞLAMA (KT)	Model 63-132S
15	K.SCHAUDTH (II)	1	TAŞLAMA (KTA)	Model 63-132S
16	B.SCHAUDTH	1	TAŞLAMA (KT/KTA)	Model 132M-250
17	K.REUTLINGER	2	BALANS	Model 63-132S
18	B.REUTLINGER	1	BALANS	Model 132M-250
19	K.GEHRING	1	HONLAMA	Model 90-132S
20	B.GEHRING	1	HONLAMA	Model 132M-250
21	K.RUOSS	1	MYLAR GEÇİRME	Model 63-80
22	B.STATOMAT	1	MYLAR GEÇİRME	Model 90-160
23	B.Boveri	1	EGALİZE TORNA	Model 63-112
24	MAUSER (I)	1	EGALİZE TORNA	Model 132S-250
25	K.CSEPEL	1	AYAK FREZE	Model 63-112
26	TOYO	1	AYAK DELME	Model 63-80
27	B.CSEPEL	1	AYAK FREZE	Model 132S-250
28	WARNER	1	KAPAK İŞLEME	Model 63
29	INDEX	2	KAPAK İŞLEME	Model 71-90
30	MAUSER (II)	1	KAPAK İŞLEME	Model 100-132S
31	GF	1	KAPAK İŞLEME	Model 132M-250

SİSTEM TANIMI		:SUTEM	YÖNTEM:JACCARD
PROBLEM		:TALAŞLI	
			BENZERLİK SEVİYESİ:0.50
HÜCRE NO	MAKİNALAR		
1	21,26,19,20,23,25,24,27,22		
2	3,6,1,2,7,4,5		
3	8,10,12,14,15,17		
4	9,11,13,16,18		
5	28		
6	29		
7	30		
8	31		
MAKİNA SAYISI	:31		
PARÇA SAYISI	:52		
E t k i n l i k	(q = 0.1)	:	0.958
E t k i n l i k	(q = 0.2)	:	0.916
E t k i n l i k	(q = 0.3)	:	0.874
E t k i n l i k	(q = 0.4)	:	0.832
E t k i n l i k	(q = 0.5)	:	0.79
E t k i n l i k	(q = 0.6)	:	0.748
E t k i n l i k	(q = 0.7)	:	0.706
E t k i n l i k	(q = 0.8)	:	0.664
E t k i n l i k	(q = 0.9)	:	0.622

Şekil 6.7 Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (Benzerlik Seviyesi = 0.50)

SİSTEM TANIMI		:SUTEM	YÖNTEM:JACCARD BENZERLİK SEVİYESİ:0.55
PROBLEM		:TALAŞLI	

HÜCRE NO	MAKİNALAR
1	3,6,1,2,7,4,5
2	8,10,12,14,15,17
3	9,11,13,16,18
4	21,26,19,20
5	23,25,22
6	24,27
7	28
8	29
9	30
10	31

MAKİNA SAYISI	:31
PARÇA SAYISI	:52

E t k i n l i k	(q = 0.1)	: 0.96
E t k i n l i k	(q = 0.2)	: 0.934
E t k i n l i k	(q = 0.3)	: 0.908
E t k i n l i k	(q = 0.4)	: 0.882
E t k i n l i k	(q = 0.5)	: 0.856
E t k i n l i k	(q = 0.6)	: 0.83
E t k i n l i k	(q = 0.7)	: 0.804
E t k i n l i k	(q = 0.8)	: 0.778
E t k i n l i k	(q = 0.9)	: 0.752

Şekil 6.9 Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (Benzerlik Seviyesi = 0.55)

PARÇALAR		1	1	2	2	3	3	4	4	4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	1	3	3	4	4	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	
M4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
M5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
A M2																																				
K M1																																				
İ M3																																				
N M6																																				
A M7																																				
L M8																																				
A M10																																				
R M12																																				
M14																																				
M15																																				
M17																																				
M9																																				
M11																																				
M13																																				
M16																																				
M18																																				
M21																																				
M26																																				
M23																																				
M25																																				
M24																																				
M27																																				
M20																																				
M19																																				
M22																																				
M28																																				
M29																																				
M30																																				
M31																																				

Şekil 6.10. Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi = 0.65)

SİSTEM TANIMI		:SUTEM
PROBLEM		:TALAŞLI
		YÖNTEM:JACCARD
		BENZERLİK SEVİYESİ:0.65
HÜCRE NO	MAKİNALAR	
1	4,5,2,1	
2	3,6,7	
3	8,10,12,14,15,17	
4	9,11,13,16,18	
5	21,26	
6	23,25	
7	24,27,20	
8	19,22	
9	28	
10	29	
11	30	
12	31	
MAKİNA SAYISI		:31
PARÇA SAYISI		:52
E t k i n l i k	(q = 0.1)	: 0.984
E t k i n l i k	(q = 0.2)	: 0.979
E t k i n l i k	(q = 0.3)	: 0.974
E t k i n l i k	(q = 0.4)	: 0.969
E t k i n l i k	(q = 0.5)	: 0.964
E t k i n l i k	(q = 0.6)	: 0.959
E t k i n l i k	(q = 0.7)	: 0.954
E t k i n l i k	(q = 0.8)	: 0.949
E t k i n l i k	(q = 0.9)	: 0.944

Şekil 6.11 Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (Benzerlik Seviyesi = 0.65)

PARÇALAR		3	3	4	4	1	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5									
		3	7	1	5	9	3	7	1	5	9	3	7	1	5	9	3	7	1	5	9	3	7	1	5	9	3	7	1	4	8	2	6	0	4	8	2
M3		1	1	1	1																																
M6		1	1	1	1																																
A M7		1	1	1	1																																
K M4		1	1	1	1	1	1	1	1	1																											
İ M5		1	1	1	1	1	1	1	1	1																											
N M8																																					
A M10																																					
L M12																																					
A M14																																					
R M15																																					
M17																																					
M9																																					
M11																																					
M13																																					
M16																																					
M18																																					
M21																																					
M26																																					
M23																																					
M25																																					
M24																																					
M27																																					
M20																																					
M1																																					
M2																																					
M19																																					
M22																																					
M28																																					
M29																																					
M30																																					
M31																																					

Şekil 6.12. Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi = 0.75)

SİSTEM TANIMI		:SUTEM	YÖNTEM:JACCARD
PROBLEM		:TALAŞLI	
			BENZERLİK SEVİYESİ:0.75
HÜCRE NO	MAKİNALAR		
1	3,6,7		
2	4,5		
3	8,10,12,14,15,17		
4	9,11,13,16,18		
5	21,26		
6	23,25		
7	24,27,20		
8	1		
9	2		
10	19		
11	22		
12	28		
13	29		
14	30		
15	31		
MAKİNA SAYISI		:31	
PARÇA SAYISI		:52	
E t k i n l i k	(q = 0.1)	:	0.986
E t k i n l i k	(q = 0.2)	:	0.987
E t k i n l i k	(q = 0.3)	:	0.987
E t k i n l i k	(q = 0.4)	:	0.988
E t k i n l i k	(q = 0.5)	:	0.989
E t k i n l i k	(q = 0.6)	:	0.99
E t k i n l i k	(q = 0.7)	:	0.991
E t k i n l i k	(q = 0.8)	:	0.992
E t k i n l i k	(q = 0.9)	:	0.992

Şekil 6.13 Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (Benzerlik Seviyesi = 0.75)

PARÇALAR		3	3	4	4	1	1	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5							
		3	7	1	5	9	3	7	1	5	9	2	6	0	4	8	2	6	0	3	7	1	5	9	3	7	1	4	8	2	6	0	4	8	2	
M3		1	1	1	1																															
M6		1	1	1	1																															
A7		1	1	1	1																															
K4		1	1	1	1	1	1	1	1																											
I5		1	1	1	1	1	1	1	1																											
N8																																				
A10																																				
L12																																				
A14																																				
R15																																				
M17																																				
M9																																				
M11																																				
M13																																				
M16																																				
M18																																				
M21																																				
M26																																				
M23																																				
M25																																				
M24																																				
M27																																				
M1																																				
M2																																				
M19																																				
M20																																				
M22																																				
M28																																				
M29																																				
M30																																				
M31																																				

Şekil 6.14. Sonuç Matrisi (Benzerlik Seviyesi = 0.95)

SİSTEM TANIMI		:SUTEM
PROBLEM		:TALAŞLI
		YÖNTEM:JACCARD
		BENZERLİK SEVİYESİ:0.95
HÜCRE NO	MAKİNALAR	
1	3,6,7	
2	4,5	
3	8,10,12,14,15,17	
4	9,11,13,16,18	
5	21,26	
6	23,25	
7	24,27	
8	1	
9	2	
10	19	
11	20	
12	22	
13	28	
14	29	
15	30	
16	31	
MAKİNA SAYISI	:31	
PARÇA SAYISI	:52	
E t k i n l i k	(q = 0.1)	: 0.983
E t k i n l i k	(q = 0.2)	: 0.985
E t k i n l i k	(q = 0.3)	: 0.987
E t k i n l i k	(q = 0.4)	: 0.989
E t k i n l i k	(q = 0.5)	: 0.99
E t k i n l i k	(q = 0.6)	: 0.992
E t k i n l i k	(q = 0.7)	: 0.994
E t k i n l i k	(q = 0.8)	: 0.996
E t k i n l i k	(q = 0.9)	: 0.998

Şekil 6.15 Hücre Dağılımı ve Etkinlik Analizi (Benzerlik Seviyesi = 0.95)

Çünkü 0.964'lük bir etkinlik değerinde 10 hücreye indirgenmiş olan çözüm hem iyi bir parça ailesi sonucunu, hem de minimum tezgahlararası taşıma sonucunu ortaya çıkarmıştır.

6.4.3.- Hollier-Wild Metoduyla Hücre İçi Yerleşimlerin Bulunması

MACE yöntemiyle çözüme ulaşıldıktan sonra ortaya hem hücre sayılarıyla hem de ortalama ağırlık faktörü karşısında gösterdikleri etkinlik seviyeleriyle iki cazip çözüm (Benzerlik Seviyesi = 0.5 ve 0.65 için çıkan sonuçlar) çıktı. Benzerlik seviyesi = 0.95 için ortaya çıkan sonuç etkinlik seviyesi olarak uygundu, fakat hücre sayısı olarak pek uygun bir çözüm göstermiyordu. Bu nedenle Hollier-Wild metoduyla ilk iki çözümü ele aldık.

Bu metodu kullanırken hesaplamalar sırasında Tablo 6.2. 'de gösterilen 1995 yılı tahmini üretim rakamları ve Tablo 6.3.'de gösterilen Parça Rotaları dikkate alındı. Öncelikle oluşmuş olan hücrelerde makinalar arasındaki akış miktarları bir nereden-nereye tablosuna aktarıldı. Daha sonra her makina için nereden/nereye oranı bulunarak makinaların hücre içindeki yerleşimleri belirlendi. Bu belirleme esnasında en küçük oranlı makina en başa yerleştirilmiştir. Çünkü bir hücre içinde kendisine parça akışı en az olan makina nereden/nereye oranı en düşük olan makina'dır. Yine bu yerleşim sırasında eğer varsa diğer hücreler ile mevcut hücredeki parçalar arasındaki akışlar dikkate alınmalıdır. Bu yerleşim sırasında benzerlik seviyesi 0.65 için bulunan sonuçlar içindeki hücrelerden 5 ile 6 ve 7 ile 8'inci hücrelerin birleşerek daha anlamlı hücreler oluşturacağı tesbit edildi. Bu analizler Şekil 6.16 ile 6.25 arasındaki gösterimlerde ortaya konmuştur. Sonuç olarak 0.65 benzerlik seviyesi için çıkan sonucun (önerilen değişikliklerle birlikte) en anlamlı sonuç olduğu ortaya çıkmıştır. Bütün çözümlerde ayrı ayrı hücreler şeklinde ortaya çıkan Kapak İşleme Tezgahları (M28, M29, M30, M31) ile diğer hücreler arasında direkt bir ilişki yoktur. Ekstrem durumlarda alternatif olarak kullanılabilecekleri için tek bir hücre olarak düşünülebilirler.

Sonuçta ortaya çıkan yerleşim Şekil 6.27 'de gösterilmiştir.

Tablo 6.2. 1995 Yılı Toplam Planlanan Üretim Miktarları

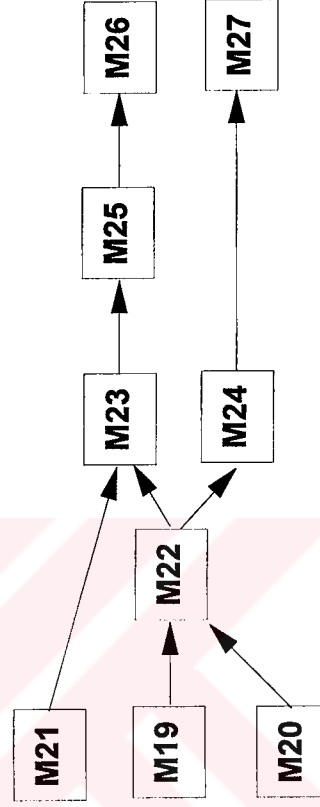
FRAME	1995	MİL	ROTOR	GÖVDE	KAPAK(KT/KTA)
63	17000	17000	17000	17000	34000
71	48500	48500	48500	48500	97000
80	48500	48500	48500	48500	97000
90	50000	50000	50000	50000	100000
100	35000	35000	35000	35000	70000
112	18000	18000	18000	18000	36000
132S	15500	15500	15500	15500	31000
132M	7200	7200	7200	7200	14400
160	11400	11400	11400	11400	22800
180	4700	4700	4700	4700	9400
200	3300	3300	3300	3300	6600
225	2100	2100	2100	2100	4200
250	300	300	300	300	600

Tablo 6.3. Parça Rotaları

FRAME	PARÇA NO	ROTA
63	1	M4-M5
	2	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	3	M21-M23-M25-M26
	4	M28
71	5	M4-M5
	6	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	7	M21-M23-M25-M26
	8	M29
80	9	M1-M4-M5
	10	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	11	M21-M23-M25-M26
	12	M29
90	13	M1-M4-M5
	14	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	15	M19-M22-M23-M25
	16	M29
100	17	M2-M4-M5
	18	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	19	M19-M22-M23-M25
	20	M30
112	21	M2-M4-M5
	22	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	23	M19-M22-M23-M25
	24	M30
132S	25	M2-M4-M5
	26	M8-M10-M12-M14-M15-M17
	27	M19-M22-M23-M25
	28	M30
132M	29	M2-M4-M5
	30	M9-M11-M13-M16-M18
	31	M20-M22-M24-M27
	32	M31
160	33	M3-M6-M7
	34	M9-M11-M13-M16-M18
	35	M20-M22-M24-M27
	36	M31
180	37	M3-M6-M7
	38	M9-M11-M13-M16-M18
	39	M20-M24-M27
	40	M31
200	41	M3-M6-M7
	42	M9-M11-M13-M16-M18
	43	M20-M24-M27
	44	M31
225	45	M3-M6-M7
	46	M9-M11-M13-M16-M18
	47	M20-M24-M27
	48	M31
250	49	M3-M6-M7
	50	M9-M11-M13-M16-M18
	51	M20-M24-M27
	52	M31

HÜCRE NO : 1 MAKİNALAR: M21-M26-M19-M20-M23-M25-M24-M27-M22													
	NEREYE												
	M21	M26	M19	M20	M23	M25	M24	M27	M22	TOPLAM			
M21					114000					114000			
M26										0			
M19									118500	118500			
M20							10400		18600	29000			
M23						217000				217000			
M25		114000								114000			
M24								44500		44500			
M27										0			
M22					103000	217000	44500	44500	137100	137100			
TOPLAM	0	114000	0	0	217000	217000	44500	44500	137100				

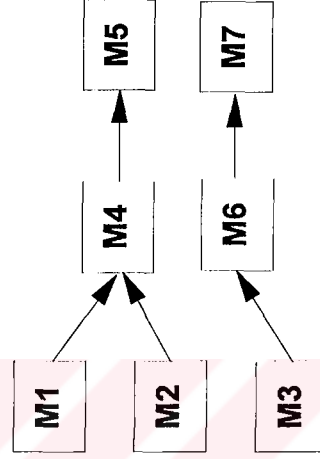
	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M21	0	114800	0.00
M26	114000	0	∞
M19	0	118500	0.00
M20	0	29000	0.00
M23	217000	217000	1.00
M25	217000	114000	1.90
M24	44500	44500	1.00
M27	44500	0	∞
M22	137100	137100	1.00



Şekil 6.16 Benzerlik Seviyesi = 0.50 'ye Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 2 MAKİNALAR: M3-M6-M1-M2-M7-M4-M5										
NEREDEN	NEREYE									
	M3	M6	M1	M2	M7	M4	M5	TOPLAM		
M3		21800						21800		
M6					21800			21800		
M1						98500		98500		
M2						75700		75700		
M7								0		
M4							239700	239700		
M5								0		
TOPLAM	0	21800	0	0	21800	174200	239700			

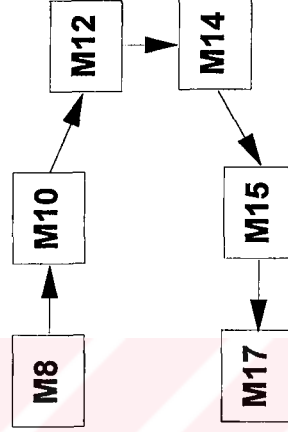
	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M3	0	21800	0.00
M6	21800	21800	1.00
M1	0	98500	0.00
M2	0	75700	0.00
M7	21800	0	∞
M4	174200	239000	0.73
M5	239700	0	∞



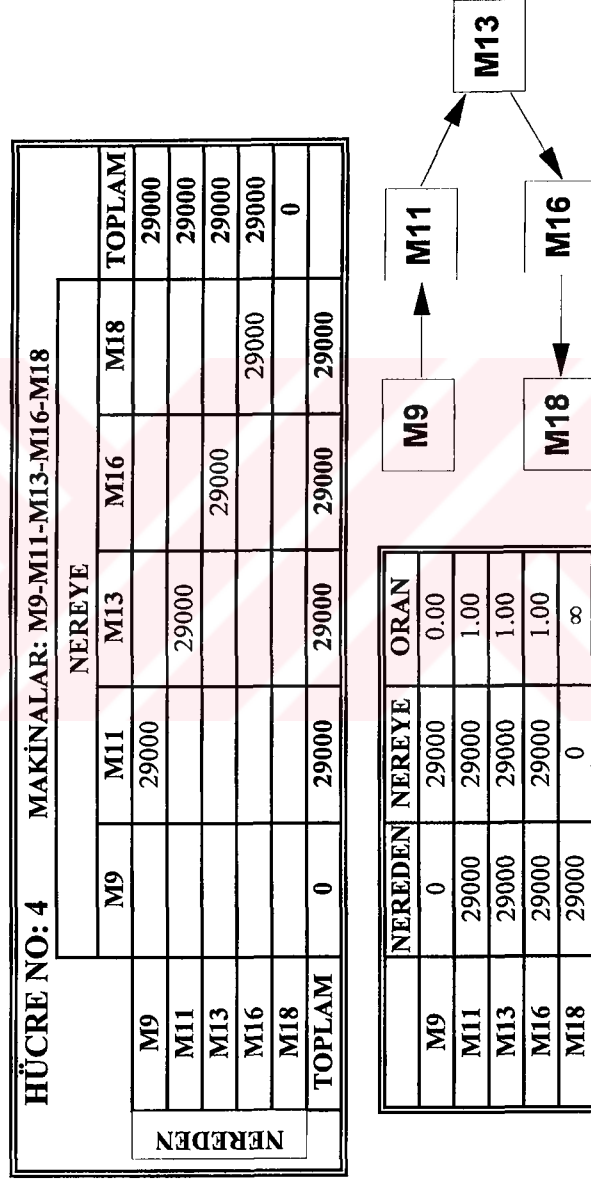
Şekil 6.17 Benzerlik Seviyesi = 0.50 'ye Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 3										MAKİNALAR: M18-M10-M12-M14-M15-M17						
		NEREYE														
		M8	M10	M12	M14	M15	M17	TOPLAM								
NEREDEN	M8		232500									232500				
	M10			232500								232500				
	M12				232500							232500				
	M14					232500						232500				
	M15						232500					232500				
	M17							232500				232500				
	TOPLAM	0	232500	232500	232500	232500	232500				0					

	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M8	0	232500	0.00
M10	232500	232500	1.00
M12	232500	232500	1.00
M14	232500	232500	1.00
M15	232500	232500	1.00
M17	232500	0	∞



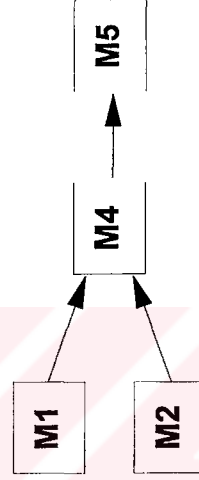
Şekil 6.18 Benzerlik Seviyesi = 0.50 'ye Göre Hücre İçi Yerleşim



Şekil 6.19 Benzerlik Seviyesi = 0.50 'ye Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 1		MAKİNALAR: M4-M5-M2-M1				
NEREDEN		NEREYE				TOPLAM
		M4	M5	M2	M1	
M4			239700			239700
M5						0
M2		75700				75700
M1		98500				98500
TOPLAM		174200	239700	0	0	

	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M4	174200	239700	0.73
M5	239700	0	∞
M2	0	75700	0.00
M1	0	98500	0.00



Şekil 6.20 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 2 MAKİNALAR: M3-M6-M7				
NEREDEN	NEREYE			
	M3	M6	M7	TOPLAM
	M3			
	M6			
	M7			
TOPLAM	0	21800	21800	0

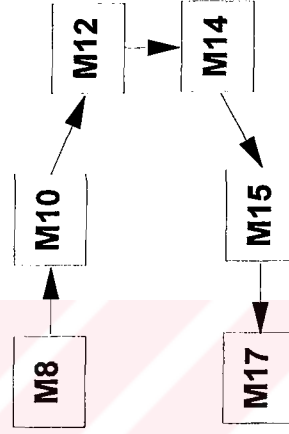
	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M3	0	21800	0.00
M6	21800	21800	1.00
M7	21800	0	∞



Şekil 6.21 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 3 MAKİNALAR: M18-M10-M12-M14-M15-M17										
NEREDEN	NEREYE									
	M8	M10	M12	M14	M15	M17	TOPLAM			
M8		232500					232500			
M10										232500
M12			232500				232500			232500
M14				232500			232500			232500
M15					232500		232500			232500
M17						232500	232500			232500
TOPLAM	0	232500	232500	232500	232500	232500	232500			0

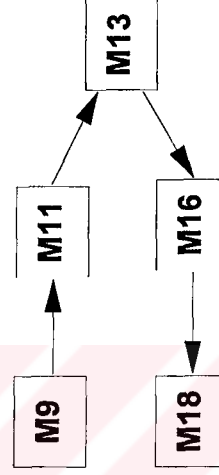
	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M8	0	232500	0.00
M10	232500	232500	1.00
M12	232500	232500	1.00
M14	232500	232500	1.00
M15	232500	232500	1.00
M17	232500	0	∞



Şekil 6.22 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 4 MAKİNALAR: M9-M11-M13-M16-M18									
		NEREYE						TOPLAM	
		M9	M11	M13	M16	M18			
NEREDEN	M9		29000				29000		
	M11			29000			29000		
	M13				29000		29000		
	M16					29000	29000		
	M18						0		
	TOPLAM	0	29000	29000	29000	29000			

	NEREDEN	NEREYE	ORAN
M9	0	29000	0.00
M11	29000	29000	1.00
M13	29000	29000	1.00
M16	29000	29000	1.00
M18	29000	0	∞



Şekil 6.23 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Hücre İçi Yerleşim

HÜCRE NO: 5		MAKİNALAR: M21-M26		
NEREDEN	NEREYE			
	M21	M26	TOPLAM	
M21				
M26				
TOPLAM				

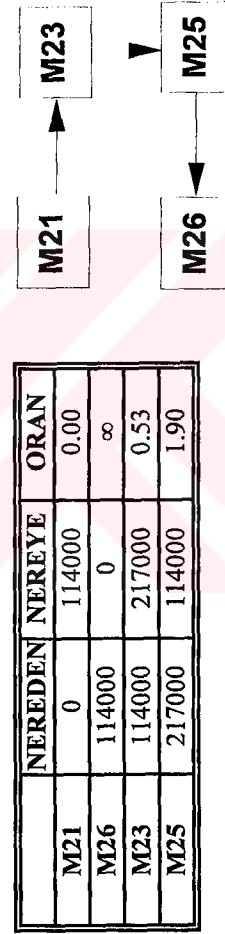
HÜCRE NO:6		MAKİNALAR: M23-M25		
NEREDEN	NEREYE			
		M23	M25	TOPLAM
	M23		217000	217000
	M25			0
	TOPLAM		0	217000

HÜCRE NO: 7		MAKİNALAR: M24-M27-M20			
		NEREYE			
		M24	M27	M20	TOPLAM
	M24		44500		44500
	M27				0
	M20	29000			29000
	TOPLAM	29000	44500	0	
NEREDEN					

HÜCRE NO: 8		MAKİNALAR: M19-M22		
NEREDEN	NEREYE			
	M19	M22	TOPLAM	
		118500	118500	
			0	
M19				
M22				
TOPLAM	0	118500		

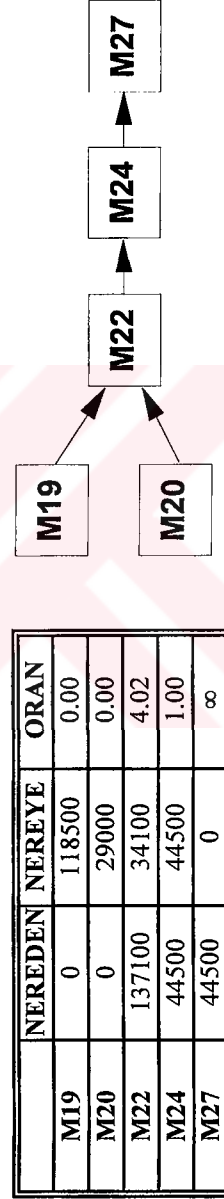
Şekil 6.24 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Diğer Hücreler

BİRLEŞTİRİLMESİ ÖNERİLEN HÜCRELER: 5-6						
	NEREYE					
	M21	M26	M23	M25	TOPLAM	
M21			114000		114000	
M26					0	
M23				217000	217000	
M25		114000			114000	
TOPLAM	0	114000	114000	217000		

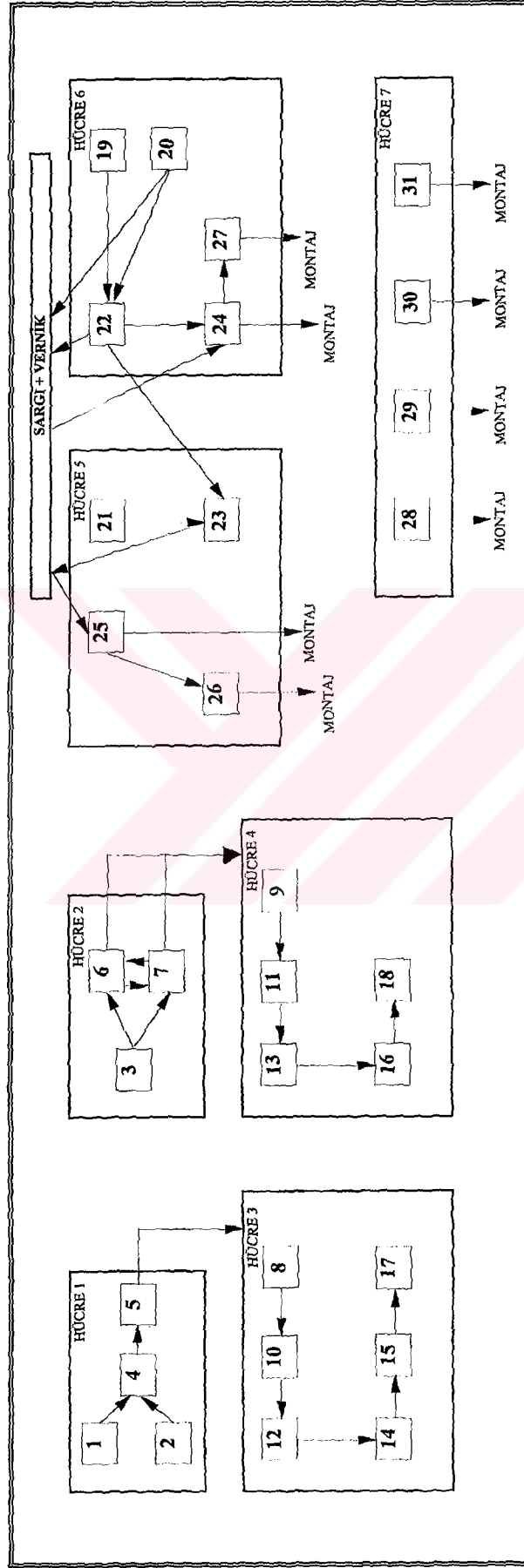


Şekil 6.25 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Birleştirilmesi Önerilen Hücreler İçi Yerleşim

BİRLEŞTİRİLMESİ ÖNERİLEN HÜCRELER: 7-8							
	NEREYE						TOPLAM
	M19	M20	M22	M24	M27		
M19			118500				118500
M20			18600	10400			29000
M22				34100			34100
M24					44500		44500
M27							0
TOPLAM	0	0	137100	44500	44500		



Şekil 6.26 Benzerlik Seviyesi = 0.65 'e Göre Birleştirilmesi Önerilen Hücreler İçi Yerleşim



Şekil 6.27. Son Yerleşim Düzeni

SONUÇLAR

Günümüzün gelişmekte olan dünyasında gittikçe karmaşık bir hal alan üretim faaliyetleri karşısında, üreticiler, hızla artan talebe eldeki kıt kaynakları en verimli şekilde kullanarak cevap verebilmek amacıyla sürekli olarak daha mükemmel bir sistem arayışı içerisindeyler. Bu, aynı zamanda daha iyi rekabet edebilmenin önemli şartlarından birisidir.

Son yıllarda kalitenin yükseltilmesi ve verimin artırılması alanında dünyada çok hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. Üretimde yeni teknolojilerin kullanılmasının bu gelişmelerde büyük katkısı olmuştur. Ülkemizde bu yeni sistemlere yönelişin oldukça kısa bir geçmişi vardır.

Üretimdeki bütün kayıpların azaltılması ve ürüne artı bir değer eklemeyecek bütün aktivitelerin ortadan kaldırılması şeklinde kısaca tanımlayabileceğimiz Tam Zamanında Üretim felsefesi dünya üzerinde gittikçe yaygınlaşan bir felsefedir. Toplam Kalite Yönetimi, Toplam Verimli Bakım, Çalışanların Katılımı gibi kavramlarla entegre edildiğinde Dünya Kalitesinde Üretim'e götürecektir bir felsefedir.

İyi bir şekilde planlanmış bütün uygulamalarında çok başarılı sonuçlar veren bu sistem uygulayıcı şirketlerin, yerleşim düzenlerinde, ayar ve hazırlık zamanlarında, kalite sistemlerinde, çalışanlarının memnuniyetinde, teslimatçılarıyla olan ilişkilerinde, stok seviyelerinde, malzeme taşıma ve stoklama işlemlerinin azaltılmasında büyük adımlar atmalarını sağlayacaktır.

Tam zamanında üretim sistemine bir geçiş adımı teşkil eden bu çalışmada mevcut ürün tiplerine göre yerleşimde iyi bir gelişim sağlanmıştır. Fakat sürekli artış gösteren dış pazar talepleri, üretimi daha özel motorlara ve daha değişik akışlara götürmektedir. Sistemin buna cevap verebilmesi için daha kısa hazırlık zamanları gerektiren yeni tezgahlara ve daha esnek imalat sistemlerine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

BARRETT,J.,(1988),“IEs At CalComp Are Integrating JIT,TQC And Employee Involvement For 'World Class Manufacturing' “,Industrial Engineering, September 1988.

DİNÇMEN,M.,(1992),“Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri”, DersNotları, İTÜ Endüstri Müh.,İstanbul.

DÖRTER,Z.,(1993),“ MRP II ”, Erişim Dergisi, Koç Unisys Yayınları,Kış 1993, İstanbul.

DURMUŞOĞLU,B.,(1986),“ Grup Teknolojisi İmalat Sistemi ve Bu Sistemin Tasarımına Yönelik Bir Metod”, Doktora Tezi,İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

DURMUŞOĞLU,S.,(1989),“Tam Zamanında Üretim Sistemlerinin Simülasyon İle Analizi”, Doktora Tezi,İstanbul.

HUTCHINS,D.,(1988),“Just In Time”, Gower Technical Press.

GOTTESMAN,K.,(1991)”JIT Manufacturing Is More Than Inventory Programs And Delivery Schedules”, Industrial Engineering ,May 1991.

KARTAL,G.,(1994),“Tam Zamanında Üretim”, Lisans Tezi,İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul.

KOBU,B.,(1987),“Üretim Yönetimi”,İ.Ü. Yayınları No:3424,İstanbul.

KUSIAK,A.,(1985),“Flexible Manufacturing Systems : A Structural Approach”, International Journal of Production Research,Vol 23,No:6.

MONDEN,Y.,(1983)"Toyota Production System", IE and Management Press, Norcross.

ŞATIR,A.,(1992),"Tam Zamanında Üretim",ODTÜ Sürekli Eğitim Merkezi Seminer Yansılar, Ankara.

TAKOSAN, "Toyota'da Tam Zamanında", Just In Time At Toyota Çevirisi.

VARDAR,A.,(1993)" Hücresel İmalat Sistemleri Tasarımı ve Uygulaması", Bitirme Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

YENERSOY,G.,(1992),"Üretim Sistemleri Ders Notları".

YENERSOY,G.,(1990),"Malzeme Yönetim Sistemleri ",Mapa Yayınları.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Konya'da doğmuştur. 1988 yılında Konya Anadolu Lisesi'nden mezun olmuştur. 1988-1992 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğrenim görmüştür. 1992 yılında aynı fakültenin Endüstri Mühendisliği Bölümü Mühendislik Yönetimi Programı'nda Yüksek Lisans Öğrenimi'ne başlamıştır. Şu anda uygulama yaptığı Türk Elektrik Endüstrisi A.Ş. Sultançiftliği İşletmesi'nde Üretim Planlama ve Stok Kontrol Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Y.A. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANIYASIN MERKEZİ