

## MODERN İMALAT SİSTEMLERİ

### HÜCRESEL İMALAT SİSTEMLERİ DERS V-VII

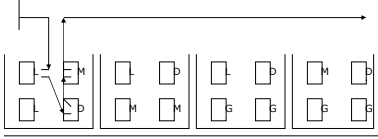
Hücreyel imalat sistemleri, sipariş ve akış tipi imalat sistemleri arasında yer alan bir sistemdir.

Hücreyel imalat sistemlerinde, parçalar imalat karakteristiklerinin benzerliklerine göre parça aileleri şeklinde sınıflandırılırlar ve bu ailelerin imalatı için gerekli olan makine ve tesisler ise “*hücre*” adı verilen imalat grupları şeklinde organize edilirler.

Bu tür yerleştirmeye “*grup yerleştirme*” adı verilir.

### Grup Yerleştirme Düzeni

Parça spesifikasyonu; aile başına bir grup

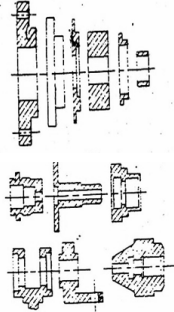
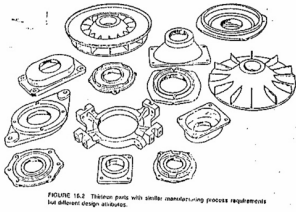


Her hücre, kendisine gelen bir parça ailesinin tamamen imalatını gerçekleştirecek makine ve tesislere sahiptir. Bir imalat sisteminin küçük hücrelere ayrılması, problemlerin hücreler düzeyinde halledilmesini sağlar.

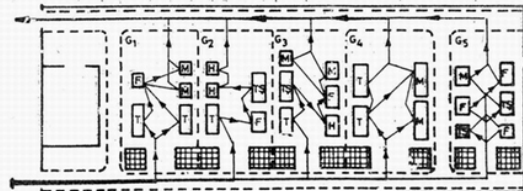
### Üretim Aileleri ve Makine Gruplarının Elde Edilmesi

Benzer parçaların bir dizisi, bir makine grubunda tamamen işlenebiliyorsa bu tip aileye “*üretim ailesi*” adı verilir.

Bazı üretim ailelerinde parçalar, biçim ve hatta boyut bakımından birbirlerine benzerdir. Ancak, biçimleri benzer olan parçaların bir aile oluşturmalarına rağmen, sadece bir makine grubunda tamamen işlenmeleri her zaman mümkün olamaz. Kısaca üretim ailesi için biçim benzerliği ölçütü yeterli olmamakta ve gerekmemektedir. Önemli olan uygun üretim ailelerini bulmaktır.



Bir **Makine Grubu**, bir yerde beraberce yerleştirilmek için seçilmiş bir dizi makinedir. Bu makine dizisi, verilen bir parça ailesini tamamen işlemek için tüm gerekli tesisleri içerir. Gruplar makine tiplerinin ve her makine tipinin grup içindeki sayısının belirlenmesi olmak üzere iki aşamada elde edilebilir.



T: TORNA TEZG., F: FREZE TEZG., M: MATKAP TEZG., TS: TAŞLAMA TEZG., H: HONLAMA TEZG.

## Parça Sınıflandırma Ve Kodlama

Parça sınıflandırma ve kodlamanın amacı, bir bilginin hızlı ve etkin bir şekilde yeniden elde edilmesini sağlamaktır. Tasarımda, üretimde ve üretim planlamada kullanılmaktadır.

### sembollerin biçimlerine göre

Nümerik kodlar: hepsi numara şeklinde

Alfabetik kodlar: hepsi harf şeklinde

Alfanümerik kodlar: numara ve harflerin bir karışımı şeklinde.

### yapılarına göre

Monokodlar

Polikodlar

Karışık kodlar

### üniverselliğine göre

Üniversal kodlar

İsmlama kodlar

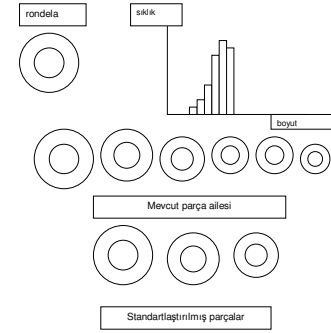
## sınıflandırma ve kodlama sistemi

- Her şeyi içine almalı
- Ortak, tek olmalı
- Kalıcı özelliklere dayanmalı
- Kullanıcı ihtiyaçlarına özgü olmalı
- Gelecek değişikliklere uyarlanabilir olmalı
- Bilgisayara işlemeye uyarlanabilir olmalı
- Firma çapında uygulamalar sunmalı

## sınıflandırma ve kodlama sisteminin faydaları

- Parça aileleri ve makine gruplarının oluşturulması
- Tasarım/çizimler ve proses planları/rotaların etkin gözlenerek düzeltilmesi
- Tasarım rasyonelasyonu ve tasarım maliyetlerini düşürme
- Ürün tasarımının standardizasyonu
- Güvenilir iş parçası istatistikleri elde etme
- Takım tezgahı ihtiyaçlarının hassas tahmini
- Makine yüklemenin rasyonelleştirilmesi ve sermaye harcamalarının optimize edilmesi
- Takım tertibat hazırlamanın rasyonelleştirilmesi, hazırlık ve tüm üretim süresinin düşürülmesi
- Takım tasarımının rasyonelasyonu, takım tasarımı ve fabrikasyon için süre ve maliyetlerin düşürülmesi
- Proses rotaları, takım tertibatın standardizasyonu
- Üretim planlama ve çizelgelemenin rasyonelasyonu
- Hassas maliyet muhasebesi ve maliyet tahmini
- Takım tezgahları ve işgücünün daha iyi kullanımı
- NC programlamanın geliştirilmesi ve makine ile işleme merkezlerinin etkin kullanımı
- Ana veri tabanının kurulması

## Parça standardizasyonu



### Tasarım Özellikleri

Esas dış biçim  
Esas iç biçim  
Uzunluk/çap  
Malzeme tipi  
Parça fonksiyonu  
Büyük boyutlar  
Küçük boyutlar  
Toleranslar  
Yüzey işleme

### İmalat Özellikleri

Küçük operasyonlar  
Büyük boyut  
L/D  
Büyük proses  
Yüzey işleme  
Takım tezgahı  
Operasyon sırası  
Üretim süresi  
Parti büyüklüğü  
Yıllık üretim  
Gerekli bağlama düzenleri  
Kesme takımları

### Kodlama Sistemleri

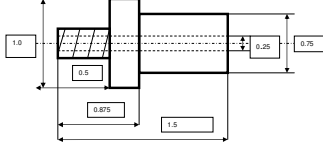
Opitz, Brisch, Cutplan, Dclass,  
Multiclass, Part Analog

## OPITZ

9 temel ve 4 ilave koddan oluşmaktadır. Dijital sıradaki ilk 5 dijital tasarım özelliklerini gösteren form kodu, sonraki 4 dijital ise imalat özelliklerini içeren tamamlayıcı koddur.

Başka deyişle temel ilk 9 dijitalten oluşan temel kod, tasarım ve imalat verilerini vermektedir.

## OPITZ



- L/D : 1.5
  - Sol tarafta vida dişi
  - Boydan boya delik
  - Yüzey işleme yok
  - Parça üstünde delik, diş yok
- |           |
|-----------|
| 1. kod: 1 |
| 2. kod: 5 |
| 3. kod: 1 |
| 4. kod: 0 |
| 5. kod: 0 |
- parçanın kodu: 15100 dır.

## Üretim Akış Analizi

herhangi bir fabrikada var olan aile ve grupları ortaya çıkaran bir tekniktir.

- Fabrika Akış Analizi
- Grup Akış Analizi
- Hat Akış Analizi

## Fabrika Akış Analizi

- Kısımlandırma (gözle seçme, parça sınıflandırma, makine sınıflandırma)
- Fabrikayı kısımlandırma ve kullanım sıklığı bulma
- Her parça için işlem rota no belirleme
- İşlem rota no ile parçaları analiz etme
- Temel akış şemasını çizme
- İstisnai parçaları saptama ve eleme
- Makine yüklerini karşılaştırma (kontrol)
- Kısımlar arası standart akış sistemlerini belirleme
  - Temel akış şeması
  - Parça ailesi
  - Her kısım için bir tesis listesi

## Grup Akış Analizi

- Rota kartları üzerinde yeniden işlem numaralandırma
- Rotaların paketler halinde ayrılması
- Makine yükü şeması
- Ailelerin ve grupların bulunması
- Yük kontrol ve tesislerin tahsisi
- İstisnai parçaların araştırılması ve elenmesi
- Grupların ve ailelerin belirtilmesi
- Kesin akış sistemi ağ diyagramının çizilmesi

## Hat Akış Analizi

- Bütün işlemleri yeniden numaralandırma
- Makine/işlem no. şemasının çizilmesi
- Grup içindeki tüm iş merkezleri için tamsayısal bir sembolün kabulü
- Ailedeki her parça için bir işlem rota numarası
- İşlem rota numarasına göre analiz yapılması
- Grup akış diyagramının çizilmesi
- En iyi yerleşim şeklinin bulunması amacıyla akış sisteminin basitleştirilmesi

## Grup Akış Analizi

### Derece Sırası (King) Algoritması

- **Adım 1:** Makine – parça matrisinin her satırı için, "1" girdilerini ikili bir sistemde oku. Satırları azalan ikili değer sırasında derecele. Aynı değerde satırlar için, dereceyi, satırlar sırasına uygun bir şekilde yap.
- **Adım 2:** Şimdiki matris satır sırası adım 1'de belirlenen derece sırasının aynısı ise algoritmayı durdur. Aksi takdirde adım 3'e git.
- **Adım 3:** Azalan derece sırasında satırları düzenleyerek makine-parça matrisini yeniden oluştur. Matrisin her sütunu için "1" girdilerini ikili bir sistemde oku. Sütunları azalan ikili değer sırasında derecele. Aynı değerli sütunlar için, derecelemeyle sütunlar sırasına uygun bir şekilde yap.
- **Adım 4:** Şimdiki matris sütun sayısı adım 3'te belirlenen derece sırasının aynısı ise, algoritmayı durdur. Aksi takdirde adım 5'e git.
- **Adım 5:** Azalan derece sırasında sütunların yeniden düzenlenmesiyle makine-parça matrisini yeniden oluştur. Adım 1'e geri dön.

### başlangıç matrisi

| İkili ağırlık | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ | Ondalık Eşdeğer | Derece Sırası |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|---------------|
| Parça         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                 |               |
| Makine        |       |       |       |       |       |       |       |       |                 |               |
| 1             | 1     |       |       |       |       |       |       |       | 165             | 1             |
| 2             | 1     |       | 1     |       |       |       |       | 1     | 132             | 4             |
| 3             |       | 1     |       |       |       | 1     |       | 1     | 73              | 5             |
| 4             | 1     |       | 1     |       |       | 1     |       |       | 164             | 2             |
| 5             |       |       |       | 1     |       |       | 1     |       | 18              | 8             |
| 6             |       | 1     |       |       | 1     |       |       | 1     | 73              | 6             |
| 7             |       |       |       |       | 1     |       |       | 1     | 9               | 10            |
| 8             | 1     |       | 1     |       |       | 1     |       |       | 164             | 3             |
| 9             |       |       |       | 1     |       |       | 1     |       | 18              | 9             |
| 10            |       | 1     |       |       |       |       |       | 1     | 66              | 7             |

### Yeniden Düzenlenmiş Makine-Parça Matrisi (1)

| Parça                         | 1   | 2  | 3   | 4 | 5  | 6   | 7  | 8   | İkili Ağırlık |
|-------------------------------|-----|----|-----|---|----|-----|----|-----|---------------|
| Makine                        |     |    |     |   |    |     |    |     |               |
| 1                             | 1   |    | 1   |   |    | 1   |    | 1   | $2^9$         |
| 4                             | 1   |    | 1   |   |    | 1   |    |     | $2^8$         |
| 8                             | 1   |    | 1   |   |    | 1   |    |     | $2^7$         |
| 2                             | 1   |    |     |   |    | 1   |    |     | $2^6$         |
| 3                             |     | 1  |     |   |    |     |    | 1   | $2^5$         |
| 6                             |     | 1  |     |   | 1  |     |    | 1   | $2^4$         |
| 10                            |     | 1  |     |   | 1  |     | 1  |     | $2^3$         |
| 5                             |     |    |     | 1 |    |     | 1  |     | $2^2$         |
| 9                             |     |    |     | 1 |    |     | 1  |     | $2^1$         |
| 7                             |     |    |     |   |    |     |    | 1   | $2^0$         |
| Ondalık Eşdeğer Derece Sırası | 960 | 56 | 896 | 6 | 49 | 960 | 14 | 560 |               |
|                               | 1   | 5  | 3   | 8 | 6  | 2   | 7  | 4   |               |

### Yeniden Düzenlenmiş Makine-Parça Matrisi (2)

| Parça  | 1 | 6 | 3 | 8 | 2 | 5 | 7 | 4 | Ondalık Eşdeğer | Derece Sırası |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|---------------|
| Makine |   |   |   |   |   |   |   |   |                 |               |
| 1      | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   | 240             | 1             |
| 4      | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   | 224             | 2             |
| 8      | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   | 224             | 3             |
| 2      | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   | 192             | 4             |
| 3      |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 28              | 5             |
| 6      |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 28              | 6             |
| 10     |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   | 10              | 8             |
| 5      |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 3               | 9             |
| 9      |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 3               | 10            |
| 7      |   |   |   | 1 |   | 1 |   |   | 20              | 7             |

### Yeniden Düzenlenmiş Makine-Parça Matrisi (3)

| Parça                         | 1 | 6   | 3   | 8   | 2   | 5  | 7  | 4 |   |
|-------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|
| Makine                        |   |     |     |     |     |    |    |   |   |
| 1                             | 1 | 1   | 1   | 1   |     |    |    |   |   |
| 4                             | 1 | 1   | 1   | 1   |     |    |    |   |   |
| 8                             | 1 | 1   | 1   | 1   |     |    |    |   |   |
| 2                             | 1 | 1   |     |     |     |    |    |   |   |
| 3                             |   |     |     | 1   | 1   | 1  |    |   |   |
| 6                             |   |     |     | 1   | 1   | 1  |    |   |   |
| 7                             |   |     |     | 1   |     |    | 1  | 1 |   |
| 10                            |   |     |     |     | 1   |    | 1  | 1 |   |
| 5                             |   |     |     |     |     |    | 1  | 1 |   |
| 9                             |   |     |     |     |     |    |    |   |   |
| Ondalık Eşdeğer Derece Sırası |   | 960 | 960 | 896 | 568 | 52 | 56 | 7 | 3 |
|                               | 1 | 2   | 3   | 4   | 6   | 5  | 7  | 8 |   |

### Nihai Makine-Parça Matrisi

| Parça  | 1 | 6 | 3 | 8 | 5 | 2 | 7 | 4 | Ondalık Eşdeğer | Derece Sırası |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|---------------|
| Makine |   |   |   |   |   |   |   |   |                 |               |
| 1      | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   | 240             | 1             |
| 4      | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   | 224             | 2             |
| 8      | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   | 224             | 3             |
| 2      | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   | 192             | 4             |
| 3      |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 28              | 5             |
| 6      |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 28              | 6             |
| 7      |   |   |   | 1 | 1 |   |   |   | 24              | 7             |
| 10     |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 6               | 8             |
| 5      |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 3               | 9             |
| 9      |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 3               | 10            |

### makine-parça grupları

- makine 1,2,4 ve 8 ile parça 1,3 ve 6
- makine 3, 6 ve 7 ile parça 2,5 ve 8
- makine 5,9 ve 10 ile parça 4 ve 7

Diyagonal dışındaki elemanlara  
"İstisnai elemanlar"  
denir.

### 59 Çeşit Makine Ve 43 Çeşit Parçadan Oluşan Parça-Makine Matrisi

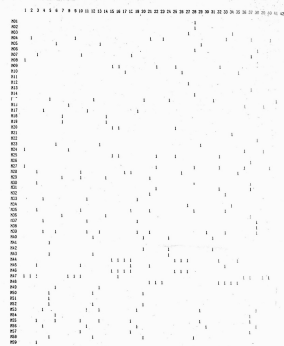


Figure 1. The machine parts-incidence matrix for 59 machine type, 43 part types. (1,2,...,43; show part numbers, M01, M02,...,M59; machine types)

### Nihai Parça-Makine Matrisi

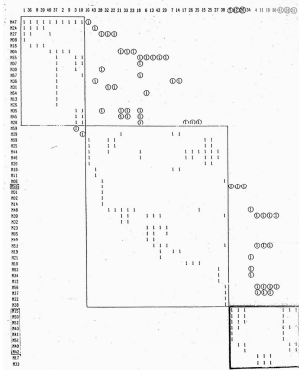
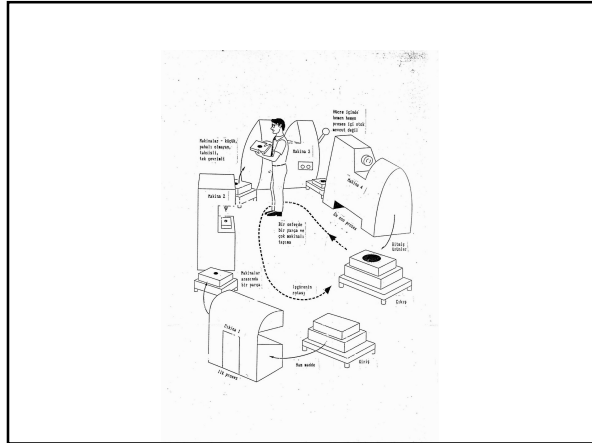


Figure 2. Final machine-parts incidence matrix.



### İMALAT HÜCRESİ



### Hat Akış Analizi

#### Giren-Çıkan Şeması

Şemada içerilen bilgiler hücredeki makineler veya iş merkezi arasında hareket eden parça sayısını yansıtır.

Hücreye giren veya çıkanlar şemaya dahil edilmez (sadece makineye giren-çıkanlar dahil edilir).

Önce her makine için giren/çıkan (to/from) oranı belirlenir.

Bu her makine ya da operasyona giren ve çıkan parçaların tümünün toplamıyla ilgilidir.

Bir makine için girenlerin toplamı, ilgili sütundaki tüm elemanların ilavesiyle;

çıkanların toplamı ise artan giren/çıkan oranına göre makinelerin düzenlenmesi ile yapılır.

### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Şeması

Düşük giren/çıkan oranına sahip makinaların birkaç makinadan iş kabul ettiğine, fakat pek çok makinaya iş dağıttığına dikkat etmek gerekir.

Karşıt olarak, yüksek giren/çıkan oranına sahip makinalar, dağıttıklarından daha fazla iş kabul etmektedirler.

Bu nedenle düşük oranlı makinaları iş akışının başlangıcına, yüksek oranlıları ise bitimine yerleştirmek mantıklıdır.

### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Şeması

#### Örnek

Bir Grup Teknolojisi makina hücresi ile ilgili dört makina olduğunu varsayalım.

Bu makinalarda işlem gören 50 parçanın incelenmesi ile aşağıdaki çıkan-giren şeması elde edilmiştir.

3 no.lu makina grubuna 50 parça girmekte, 20 parça 1 no.lu makinada işlendikten sonra 30 parça 4 no.lu makinada işlendikten sonra sistemden çıkmaktadır.

Giren/çıkan oranlarını belirleyiniz ve mantıklı bir makina düzenlemesi öneriniz.

### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Şeması

| Çıkan | Giren |    |   |    |
|-------|-------|----|---|----|
|       | 1     | 2  | 3 | 4  |
| 1     | 0     | 5  | 0 | 25 |
| 2     | 30    | 0  | 0 | 15 |
| 3     | 10    | 40 | 0 | 0  |
| 4     | 10    | 0  | 0 | 0  |

### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Şeması

| çikan         | Giren |    |   |    | Çıkan toplamı |
|---------------|-------|----|---|----|---------------|
|               | 1     | 2  | 3 | 4  |               |
| 1             | 0     | 5  | 0 | 25 | 30            |
| 2             | 30    | 0  | 0 | 15 | 45            |
| 3             | 10    | 40 | 0 | 0  | 50            |
| 4             | 10    | 0  | 0 | 0  | 10            |
| Giren toplamı | 50    | 45 | 0 | 40 |               |

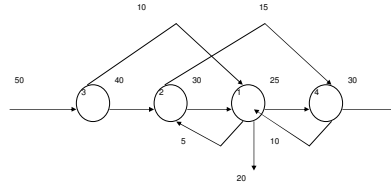
### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Oranları

| çikan | Giren |    |   |    | Giren/Çıkan |
|-------|-------|----|---|----|-------------|
|       | 1     | 2  | 3 | 4  |             |
| 1     | 0     | 5  | 0 | 25 | 1.67        |
| 2     | 30    | 0  | 0 | 15 | 1.00        |
| 3     | 10    | 40 | 0 | 0  | 0           |
| 4     | 10    | 0  | 0 | 0  | 4.00        |

### Hat Akış Analizi Giren-Çıkan Şeması

Bir yüzde olarak geri akışların toplam malzeme taşıma faaliyetine oranı örneğimizde  $15/135 = \% 11.1$ 'dir.

Makineler arasında ileri akış için bir konveyör kullanılabilir ve geri akış için ise az mekanize bir taşıma sistemi seçilebilir.

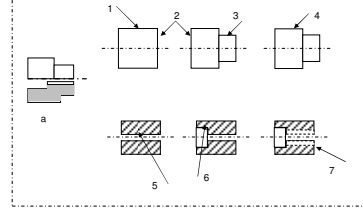


## Makine Hücresi Tasarımı

Benzer tasarım ve imalat özellikleri olan parçalar, parça ailesi oluştururlar.

Hücre içindeki tüm parçaların hem tasarım, hem imalat özelliklerini bünyesinde birleştiren parçaya **karmaşık parça** denir.

## karmaşık parça



## karmaşık parça

### No. Tasarım ve imalat özelliği

- 1 Dış silindirik şeklin tormalanması
- 2 Uçların alın işlemi
- 3 Kademeyi oluşturmak için tormalama
- 4 Düzgün yüzey için dış silindirik taşlama
- 5 Boydan boya delik için matkapla delme
- 6 Kontra delik açma
- 7 İç vida için kılavuzla vida yuvası açma

## Hücre Tasarım Çeşitleri

makine sayıları ve makineler arasındaki malzeme akışının derecesine göre

- Tek Makine Hücresi
- Elle Taşımalı Grup Makine Hücresi
- Yarı Entegre Taşımalı Grup Makine Hücresi
- Esnek İmalat Sistemi

## Tek Makine Hücresi

Bir veya daha fazla parça ailesini imal etmek üzere organize edilmiş bir makine ve destekleyici bağlama düzeniyle takımlarından ibarettir.

Bu tip hücre bir temel proses üzerinde örneğin tormalama veya frezeleme gibi işlem görecektir parçalar için kullanılabilir.

Örnekteki karmaşık parça, silindirik taşlama imkanı olan klasik tornada da üretilebilir.

## Elle Taşımalı Grup Makine Hücresi

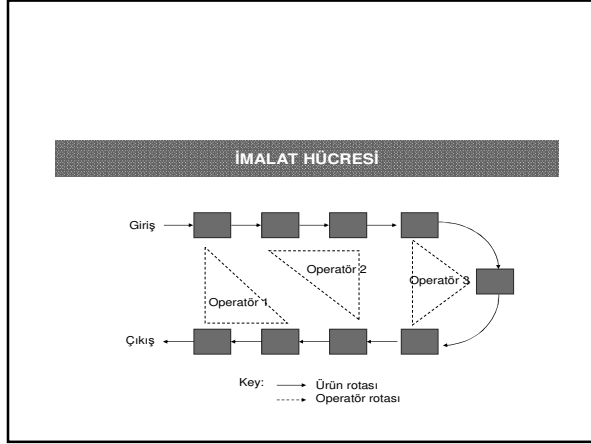
Bir veya daha fazla parça ailesini üretmek için birden fazla makinenin toplu olarak kullanılmasıdır. Hücrede malzeme iletimini operatörler gerçekleştirirler, taşıma için mekanik tertibat yoktur.

Parça büyüklüğü ve makine düzenine bağlı olarak atölyede düzenli malzeme iletimi ekibine ihtiyaç duyulabilir.

Hücre genellikle U tipi yerleştirme düzenine göre organize edilir.

Bu tip yerleştirme, imal edilen parçalar arasında iş akışında bir sapma varsa uygundur.

Ayrıca çok fonksiyonlu işçilerin hücre içinde kolaylıkla hareket etmelerine de izin verir.



## Yarı Entegre Taşımalı Grup Makine Hücresi

Konveyör gibi mekanik taşıma sistemi kullanılır. Parça rotaları aynı veya çok yakınsa, makinaların hat üzerinde yerleşimi uygundur.

Makinalar bir konveyör boyunca yerleştirilir.

Eğer rotalar değişiyorsa parçaların taşıma sisteminde dolaşımı için ilmik yerleşim uygundur.

Bu sistemde farklı parçalar için farklı proses sıralarına izin verilir.

## Esnek İmalat Sistemi

Çok yüksek otomasyona sahip grup teknolojisi makine hücreleridir. Tamamen entegre malzeme taşıma sistemleri ile otomatik işleme istasyonlarını birleştirir.

## En İyi Makine Düzenlemesinde Önemli Faktörler

- **Hücrede Yapılacak İş Hacmi:** Yıllık parça sayısı ve parça başına gerekli iş miktarını kapsar. Bu faktörler hücrede kaç makine bulundurulacağını, toplam hücre işletim maliyetini ve hücreyi teçhiz ve organize edebilmek için yatırım miktarını belirler.
- **Parçaların Proses Rotalarındaki Sapmalar:** İş akışını belirler. Eğer tüm rotalar aynı ise hat, farklı ise U ya da ilmik şeklinde akış uygundur.
- **Parti Büyüklüğü-Şekli-Ağırlığı Ve Diğer Fiziksel Özellikler:** Bunlar, kullanılacak malzeme taşıma ve işleme teçhizatının boyutunu ve tipini belirler.