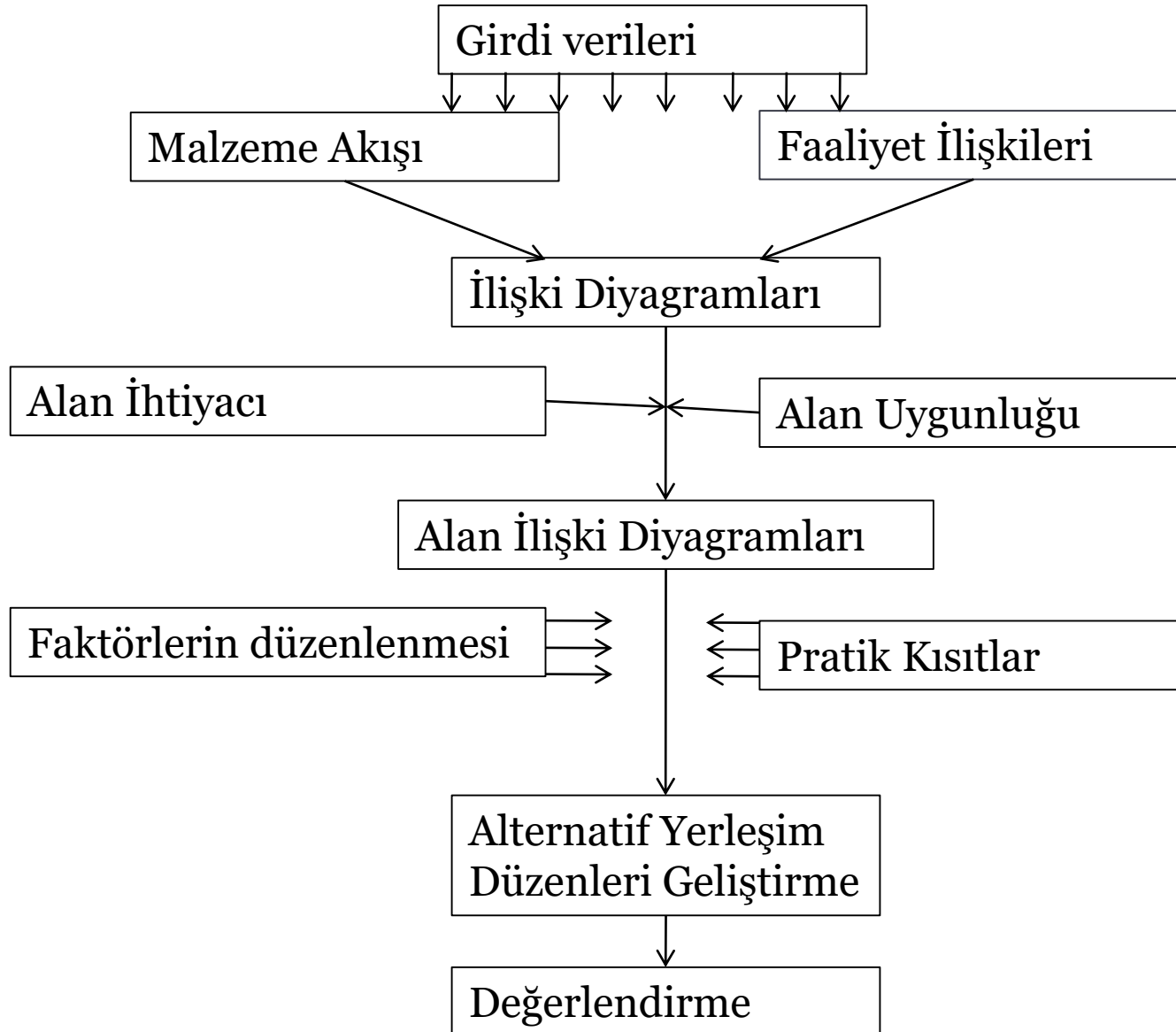


# Sistematik Tesis Planlama



# Sistematis Tesis Planlama

- Verilerin Toplanması
  1. Süreç maliyet hesapları
  2. Üretim Şeması
    - Ürün Ağacı
    - Rota Planı
    - Montaj Şemaları
    - İşlem Süreç Şemaları
    - Öncelik Diyagramı
  3. Tipik Üretim Sistemleri ve Malzeme Akış Hatları

# 1.Süreç Maliyet Hesaplamaları

İmalat sektöründe makine verisi örneği;

	Freze Tezgahı	Yüzey Taşlama	Tel Erozyon Tezgahı
Direk maliyetler	20.000TL	15.000TL	90.000TL
Hazırlık ve parça başına taşıma süreleri	10dk	8dk	9dk
Kusurlu ürün oranı	3	1/2	1/2
Geri dönüş maliyeti	15.000TL	18.000TL	20.000TL
Saatlik bakım ve tezgah yenileme maliyeti	1.5TL	2.00TL	5.00TL
Faydalı ömür	10	10	10
Saat başına operatör maliyeti	15TL	15TL	20TL

# 1.Süreç Maliyet Hesaplamaları

- Gerekli üretim hacmi: Ayda 1000 parça mil dirseği
- Kar oranı yılda 12%
- Süreç etkinliği 80%
- Genel gider oranı 150%

# 1.Süreçlerin maliyet hesaplamaları

- Süreç Maliyet Hesapları
- İlk yatırım maliyetinin aylık tutarı
  - $\text{Aylık faiz oranı } i = 12\%/12 = 1\%$
- Finansal geri kazanım faktörü
  - $\text{Aylık maliyet} = \text{Yatırım maliyeti} * \text{finansal geri kazanım faktörü}$

# 1.Süreçlerin maliyet hesaplamaları

- Finansal geri kazanım faktörü 
$$= \frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}$$

# 1.Süreçlerin maliyet hesaplamaları

- Hurda Maliyeti

- Hurda Maliyeti = Hurda sayısı \* bir parça hurda ürünün maliyeti
- Hurda ürün sayısı  $n_i$  ile gösterilirse i. aşamada üretilmesi gereken kaliteli ürün sayısı  $N_i$  ve i. aşamadaki hurda oranı  $r_i$  ise hurda oranı  $r_i$ ;
  - $n_i = N_i / (1 - r_i) - N_i$

# 1.Süreçlerin maliyet hesaplamaları

- Üretim Maliyeti

- Talebi karşılayacak aylık üretim süresi;

- $T = (\text{Gerekli süre}) / (\text{Süreç Etkinliği})$

- Üretim Maliyeti

- $T * (\text{makine işlem maliyeti} + \text{işgücü maliyeti} + \text{işgücü maliyeti} * \text{endirekt maliyet oranı})$



# 1.Süreçlerin maliyet hesaplamaları

- Toplam aylık maliyet
  - Finansal verimlilik oranı + hurda maliyeti + işlem maliyeti

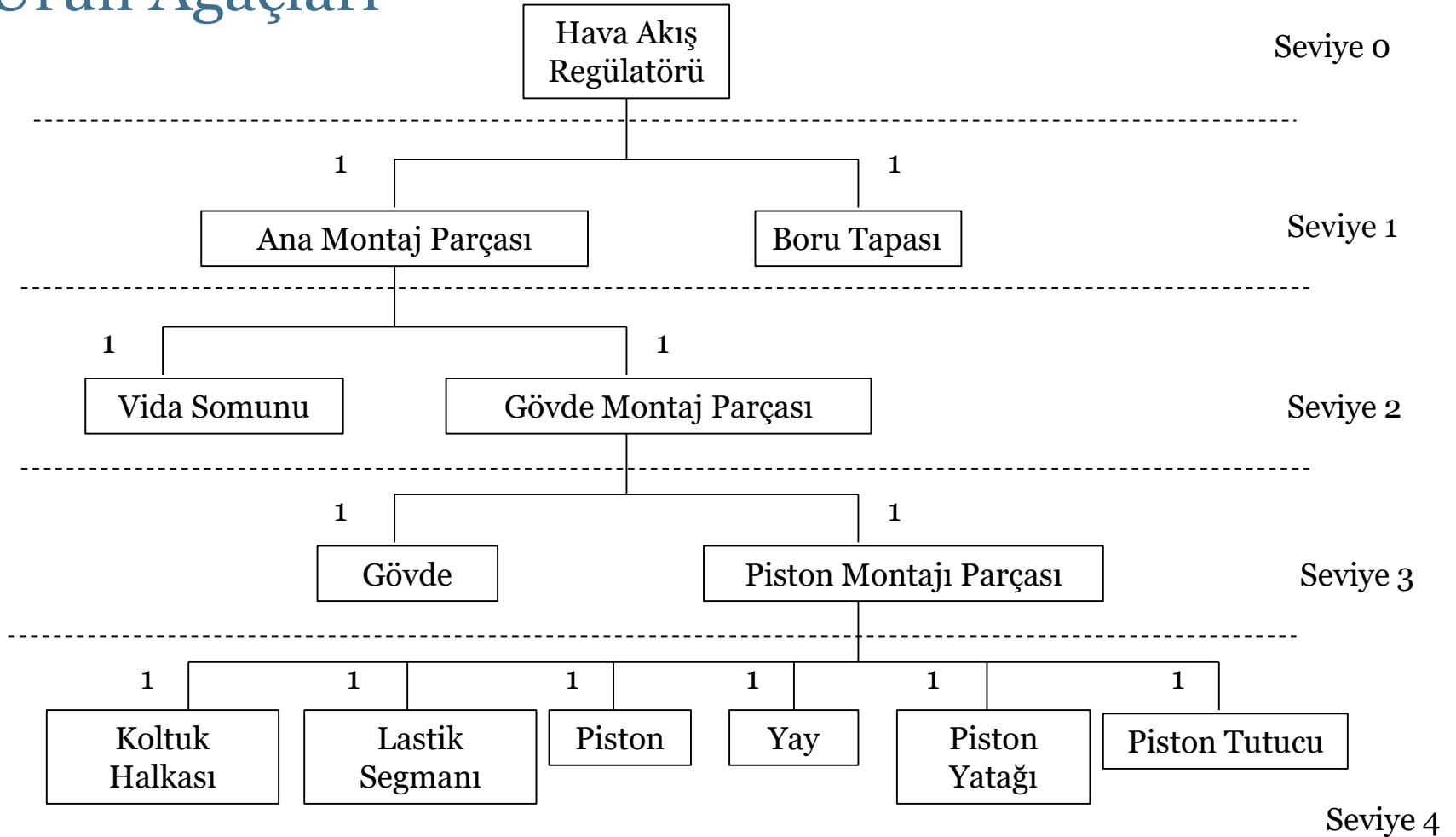
## 2.Üretim Şeması

### Ürün Ağaçları

Ürün ağacı, en alt seviyedeki hammaddeden başlayarak en üst seviyedeki mamule kadar ürün sürecini gösteren bir şemadır.

## 2. Üretim Şeması

### Ürün Ağaçları



## 2.Üretim Şeması

### Rota Planı

- Rota planı için gereken veriler

Veri	Üretim Örneği
Parça adı ve kodu	Enjektör Gövdesi-3254
İşlem tanımı ve kodu	Kalıp, matkap, kesme-0104
Donanım ihtiyacı	Otomatik vida makinesi ve kalıp sistemleri
Birim zamanlar	Hazırlık zamanı-5 saat İşlem zamanı-parça başına 20dk
Hammadde ihtiyaçları	1*20lik alimunyum kalıp

# 2.Üretim Şeması

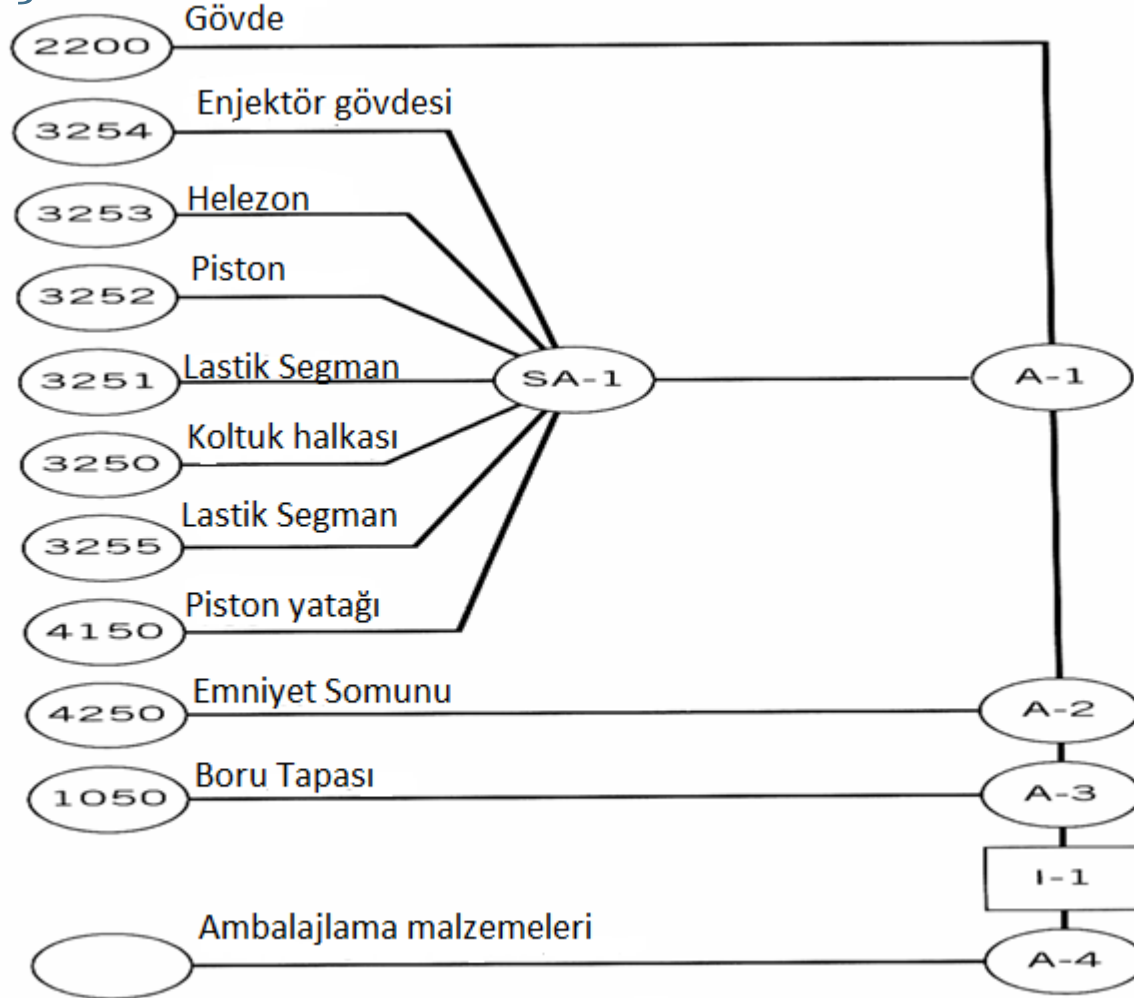
## Rota Planı

Firma \_\_\_\_\_A.R.C \_\_\_\_\_ Parça Adı \_\_\_\_\_ Enjektör Gövdesi \_\_\_\_\_ Hazırlayan \_\_\_\_\_  
Üretim \_\_\_\_\_ Hava akış regülatörü \_\_\_\_\_ Parça No: \_\_\_\_\_ 3254 \_\_\_\_\_ Tarih \_\_\_\_\_

Operasyon No	Operasyon Tanımı	Makina Tipi	Tezgahlar	Hazırlık zamanı (sa)	İşlem Zamanı (sa)	Malzeme ya da Parça Tanımı
0104	Şekil verme, Delme Kesme	Otomatik vida makinası	.129 in.spiral delik delme, kesme	5	0,0057	1.0 in. dia*12 inc alüminyum
0204	Delme ve vida açma	NC	.45 in. vida açma	2,25	0,0067	
0304	8 delik delme	CNC	.78 in. delik delme	1,25	38	
0404	Çapak alma ve püskürtme	Delme presi	Operatörle Delme	0,5	31	
SA1	Ara montaj	Hidrolik Pres	Yok	0,25	0,0100	

# 2.Üretim Şeması

## Montaj Şeması



Şekil Hava akış regülatörü için montaj şeması

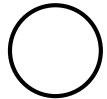
## 2. Üretim Şeması

### Operasyon Süreç Şeması

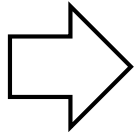
- Üretim süreci boyunca malzeme üzerinde işlem görme, taşıma, kontrol veya muayene, bekleme ve stoklama gibi faaliyetler gerçekleşebilir.
- Bu durumlar için şemalarda kullanılan semboller şu şekildedir;

# 2. Üretim Şeması

## Operasyon Süreç Şeması



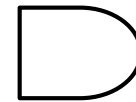
İşlem



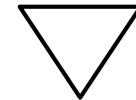
Taşıma



Muayene



Gecikme



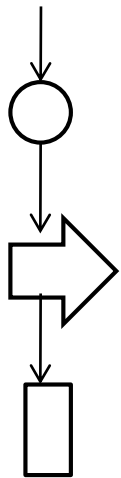
Stoklama



## 2. Üretim Şeması

### Operasyon Süreç Şeması

#### Tipik Süreç Diyagramı



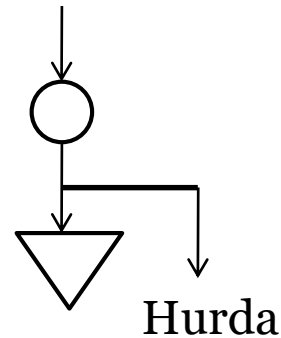
#### İş tanımları

Kaynak

Taşıma

Kontrol

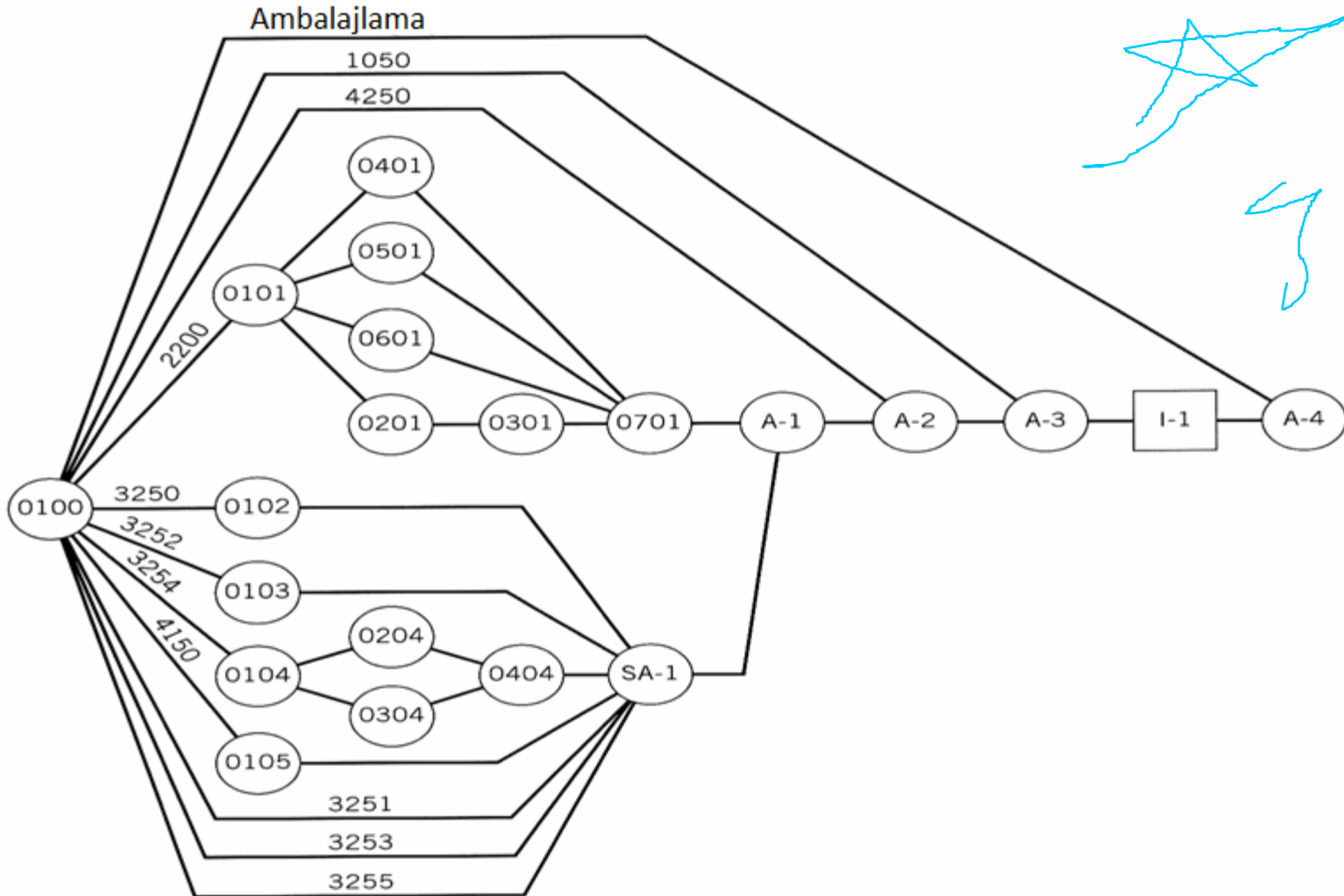
#### Hurda Malzeme Akışı





# 2.Üretim Şeması

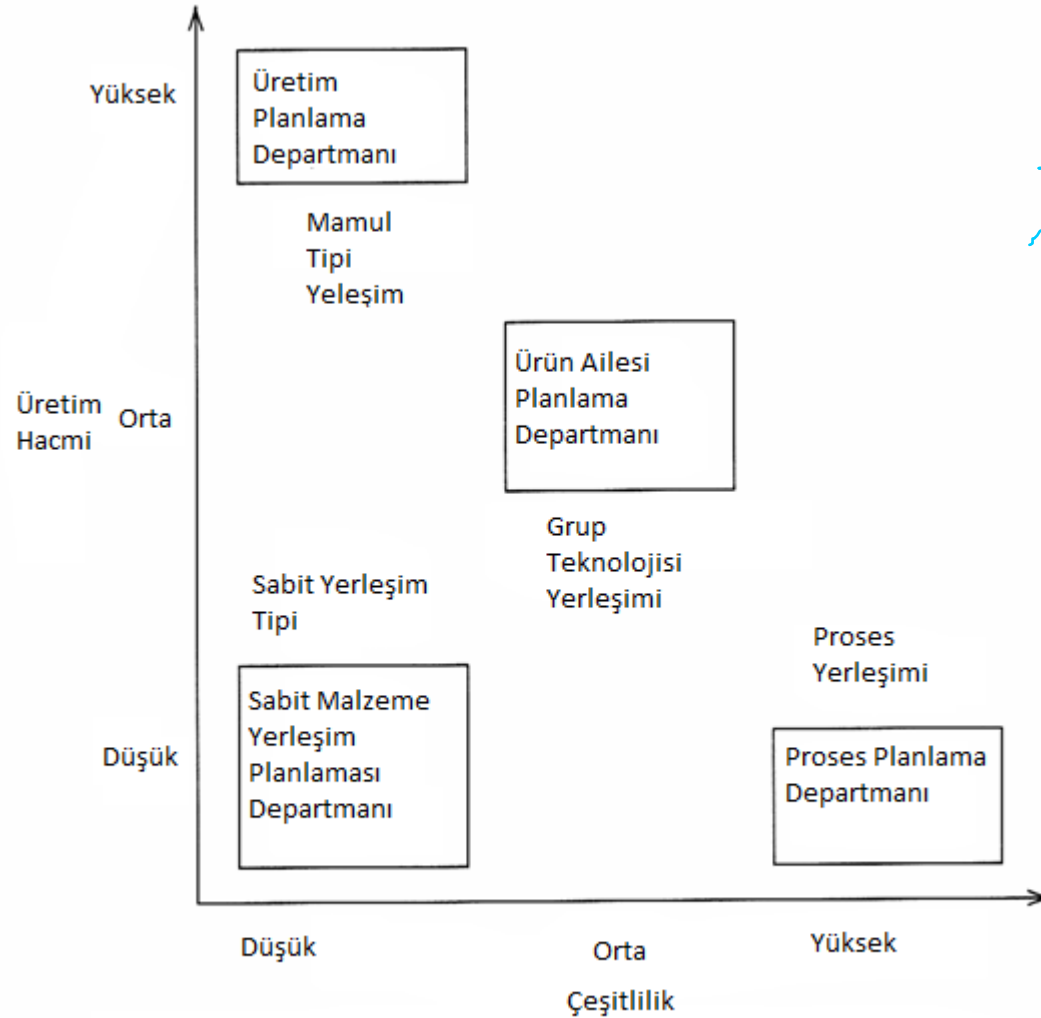
## Öncelik Diyagramı



# 3. Tipik Üretim Sistemleri ve Malzeme Akış Hatları

- Üretim sistemlerinin seçimi
  - Üretim sistemleri, makinelerin ve departmanların üretim planları içinde düzenlenmesine göre sınıflandırılır.
- Üretim planlama departmanı
- Ürün ailesi planlama departmanı
- Sabit Ürün Tipi Yerleşim
- Proses yerleşimi

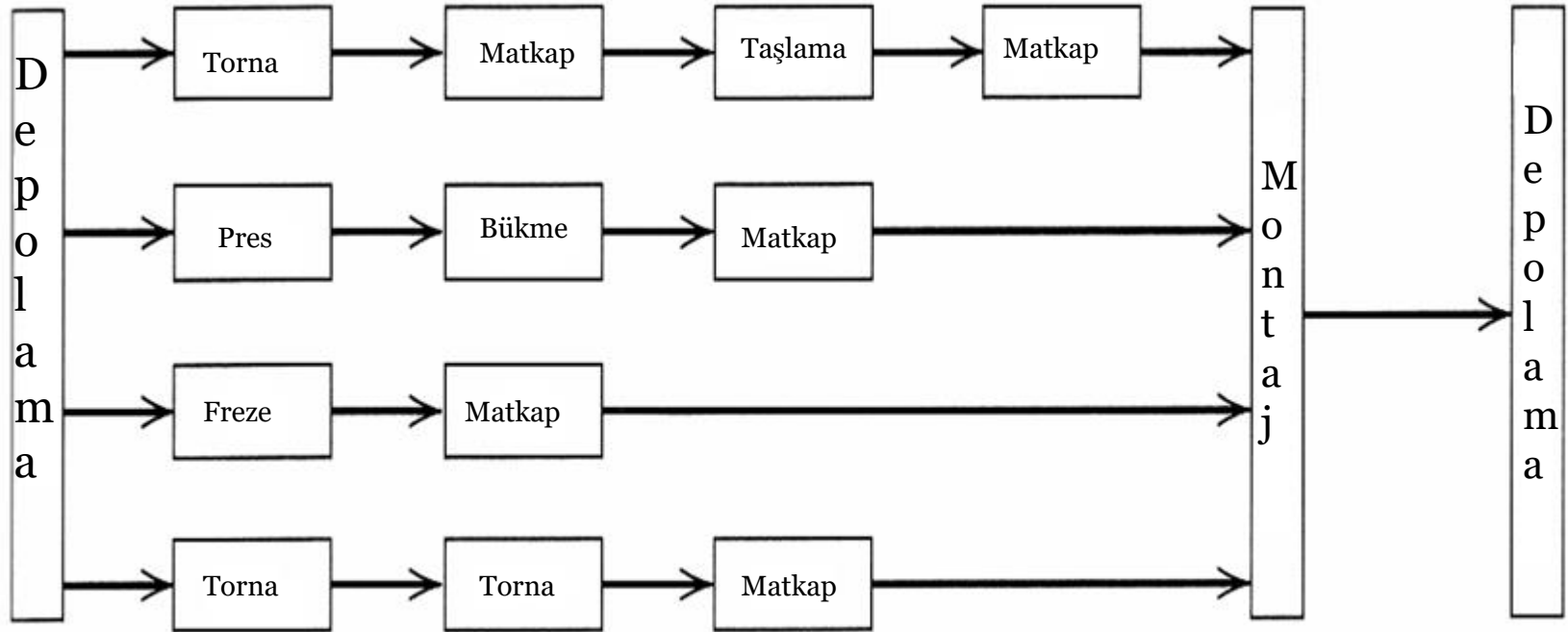
# Üretim Hacmi-Çeşitlilik Yerleşim Sınıflandırması



# İşyeri Düzenleme Tipleri

İşyeri Düzenleme Tipi	Üretim	İş İstasyonlarını Birleştirme Metodu	Kaynaklar
Sürece Göre Düzenleme	Kesikli, yüksek çeşitlilikte, düşük hacimlerde birimler üretilmesi gerekiyorsa kullanılır	İş merkezleri işlevlerine göre gruplandırılır	Kaynaklar sürece göre organize edilir
Ürüne Göre Düzenleme	Tekrarlı, büyük hacimli, sürekli üretim içindir	İş istasyonları veya bölümler, ürünün oluşmasında ki işlem sırasına uygun olarak doğrusal bir hat üzerinde düzenlenir	Kaynakların bir ürüne veya yakın ilişkili ürün ailesine atamaları yapılır
Sabit Pozisyonlara Göre Düzenleme	İnşaat, gemi, uçak gibi çok büyük ürünler	Ürün sabit bir yerdedir	Kaynaklar bu ürünün olduğu sabit yere getirilir.
Grup Teknolojisi	Üretilen ürün ve parçalar arasındaki benzerliklerden yararlanarak, tasarımı ve üretim aşamalarını kolaylaştırmak esasına dayanır.	Makinelerin atölye tipi üretimde olduğu gibi fonksiyonel değil, hücrel olarak düzenlenmesidir.	Kaynak (makine, insangücü) kullanım oranı düşüktür.

# İşyeri Düzenleme Tipleri



(a)

**Ürüne Göre Düzenleme**

# Ürüne Göre Düzenleme

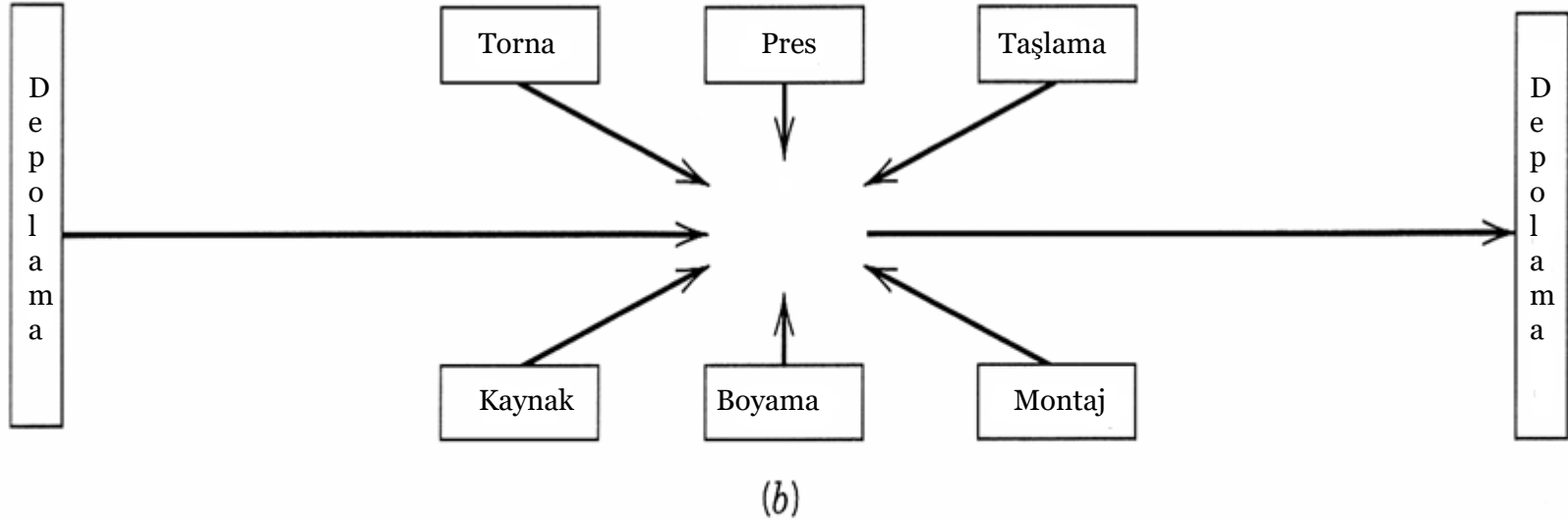
- Avantajları
  - a. İşlem sürelerinin hızlanması
  - b. Düşük envanter düzeyleri
  - c. Hazırlık sürelerinin kısılması



# Ürüne Göre Düzenleme

- Dezavantajları
  - a. Esneklik azdır
  - b. Düşük hacimli üretim için, kaynaklara tahsis edilmiş kullanım düşüktür

# İşyeri Düzenleme Tipleri



**Sabit Pozisyonlara Göre Düzenleme**

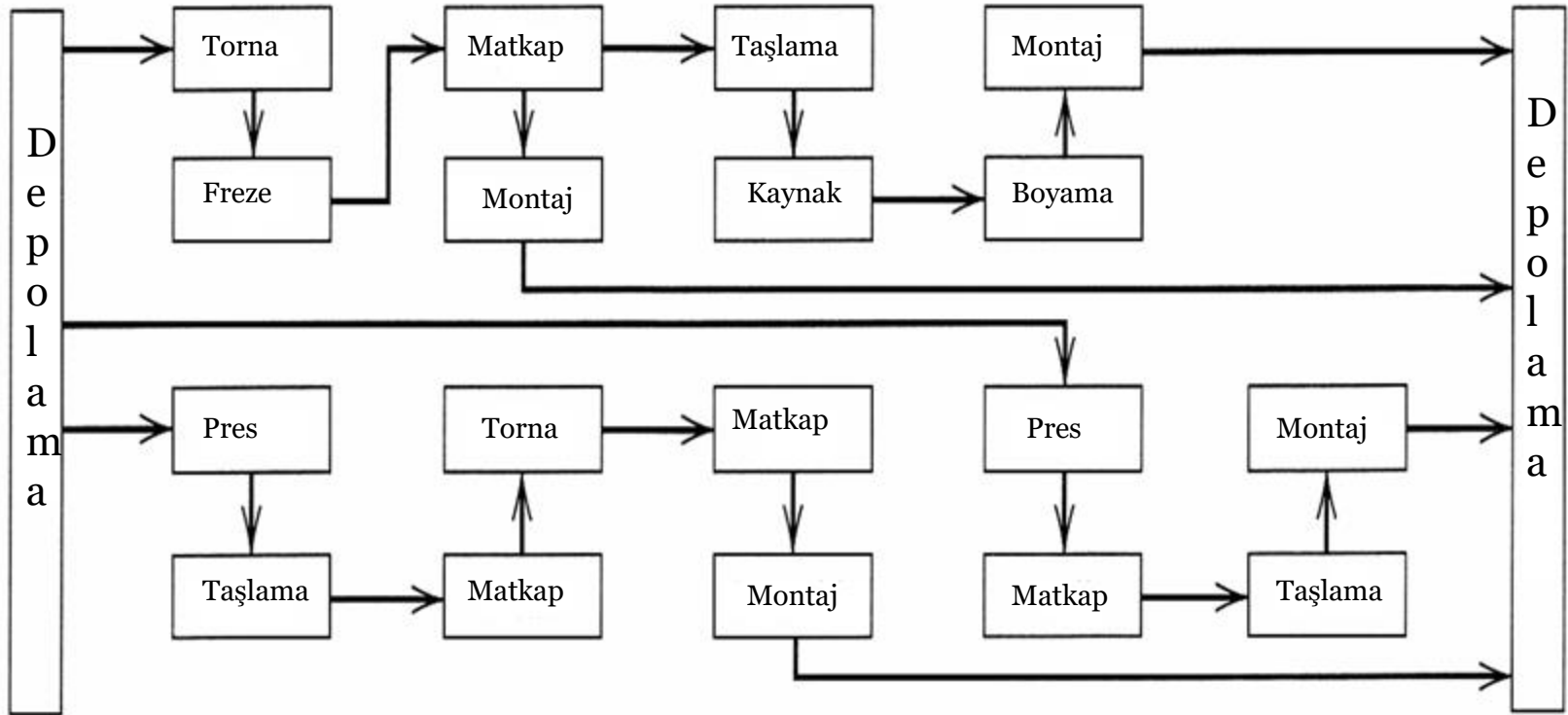
# Sabit Pozisyonlara Göre Düzenleme

- Avantajları
  - a. Malzeme hareketi en aza indirilmiştir
  - b. İş genellikle bir grup operatör tarafından yürütüldüğünden, operatörlerin ve sorumlulukların sürekliliği söz konusudur.
  - c. Üretim merkezleri çoğu kez birbirlerinden bağımsız çalışırlar ve minimum toplam üretim süresini sağlayan etkili bir planlama yapılabilir.

# Sabit Pozisyonlara Göre Düzenleme

- Dezavantajları
  - a. Makine ve ekipmanın üretim merkezine taşınması pahalı ve zaman alıcı olabilir
  - b. Taşıma ve yerleştirmeler sebebiyle, makine ve ekipmandan yararlanma oranı genellikle düşüktür
  - c. Yüksek oranda beceri gerektirir

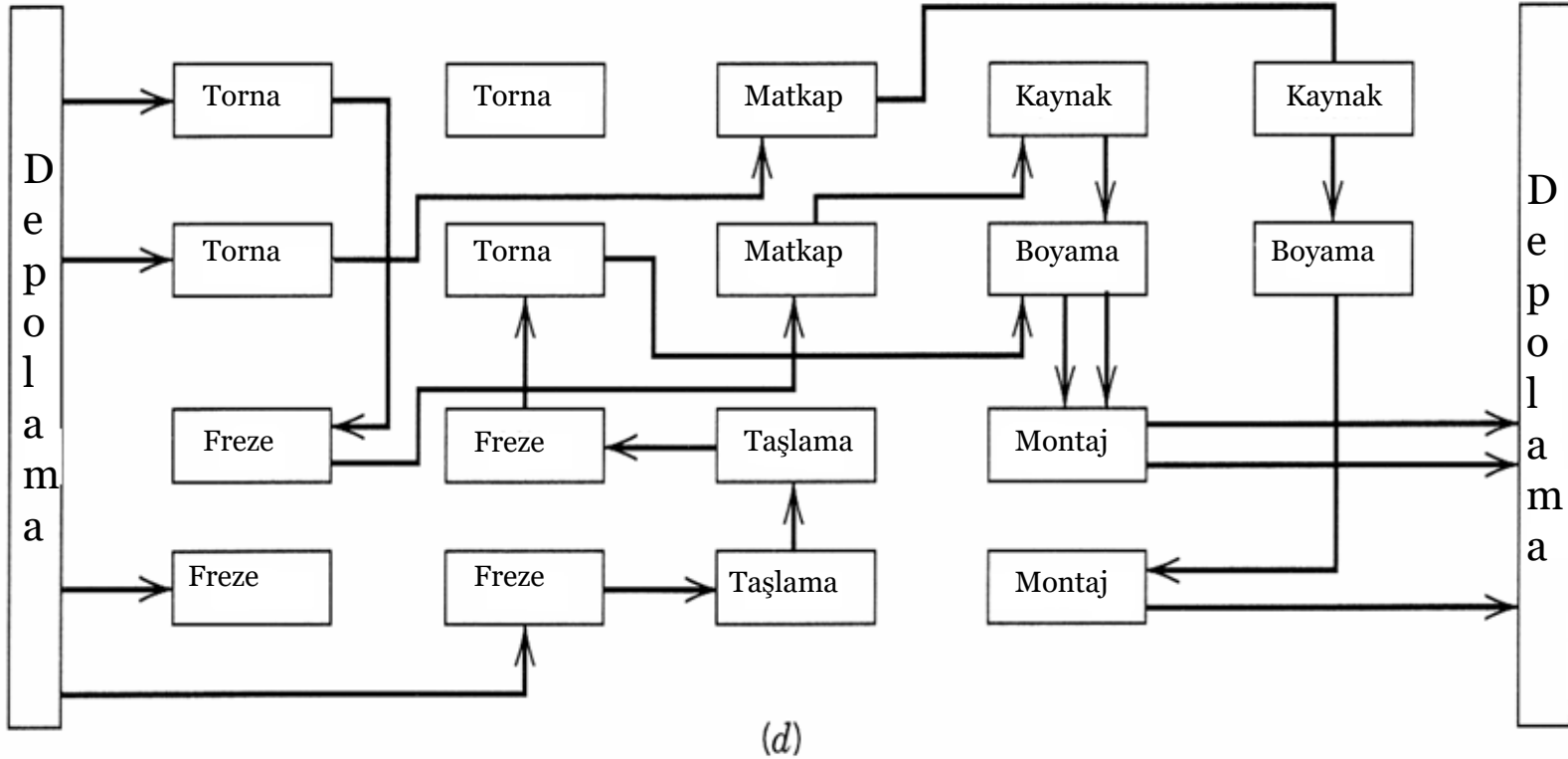
# İşyeri Düzenleme Tipleri



(c)

**Grup Teknolojisi**

# İşyeri Düzenleme Tipleri



**Süreçe Göre Düzenleme**

# Süreçe Göre Düzenleme

- Avantajları
  - a. Genel amaçlı, esnek kaynaklar kullanıldığından daha az sermaye gerektirir.
  - b. Yeni Pazar stratejileri veya ürün karmasındaki değişimlerden daha az etkilenir.
  - c. Sadece bir ürün hattına tahsis edilmediğinden ekipman kullanımı daha yüksek olabilir
  - d. Çalışanların daha çok uzmanlaşması yoluyla, daha iyi ve etkili denetim olanaklarından yararlanılır.

# Süreçe Göre Düzenleme

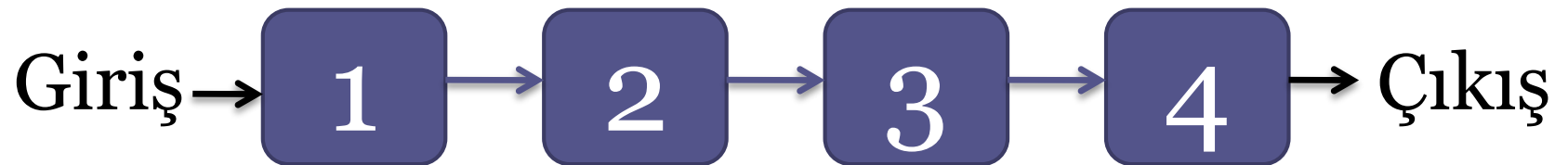
- Dezavantajları:
  - a. İşleme hızı daha yavaştır
  - b. Hazırlıklar sırasında üretim zaman kaybı olur
  - c. Envanter için daha fazla sermaye ve daha fazla yer gerektirir
  - d. İmalat temin zamanları daha uzundur
  - e. Değişken yol izleyen araçlar gerektirdiğinden malzeme taşıma maliyetleri yüksektir.
  - f. Üretim planlama ve kontrolü çok zordur.



# Akış Hatları

- Temel olarak akış hatlarını 4 sınıfta toplayabiliriz:
  1. Doğrusal Akış Hattı
  2. U Tipi Akış Hattı
  3. S Tipi Akış hattı
  4. W Tipi Akış Hattı

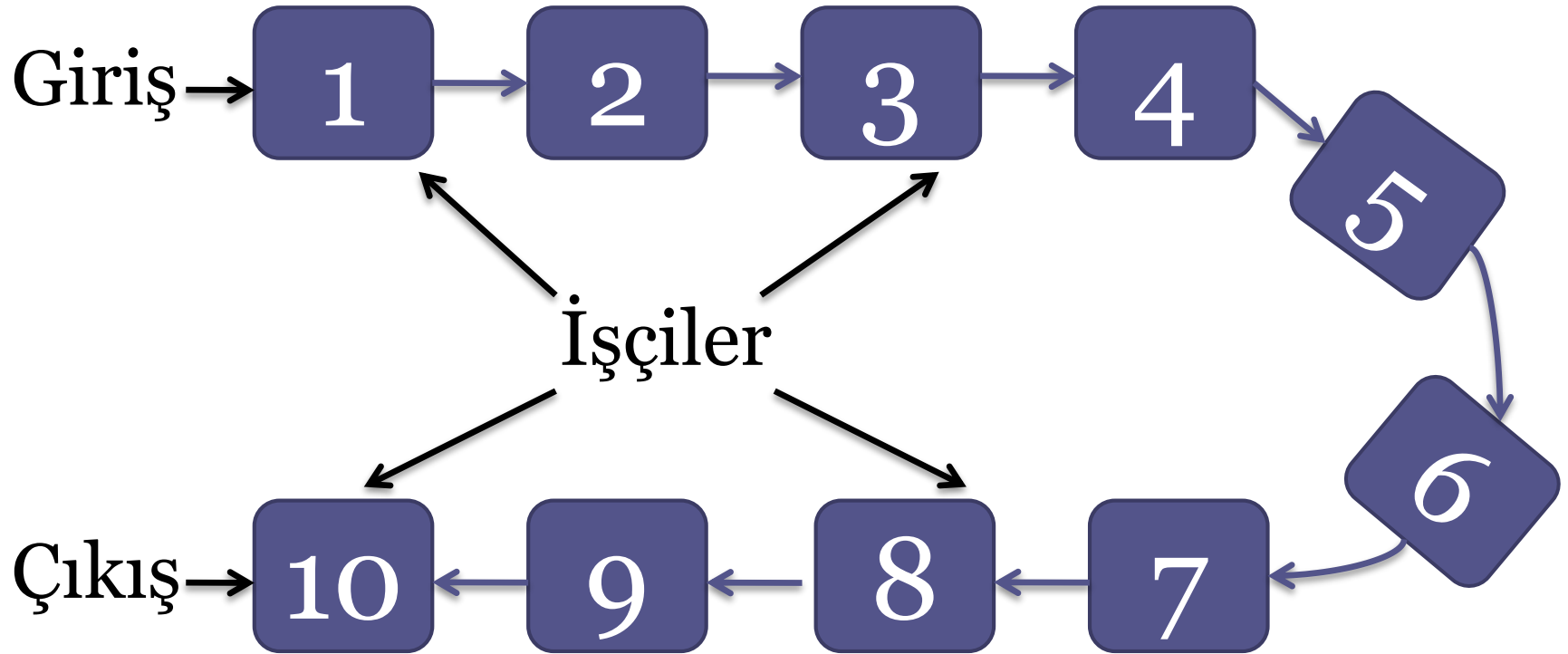
# Akış Hatları



Doğrusal Akış Hattı

En basit akış türüdür. Ancak gönderme ve kabul etme işlemleri için ayrı ekiplerin oluşturulması gerekmektedir.

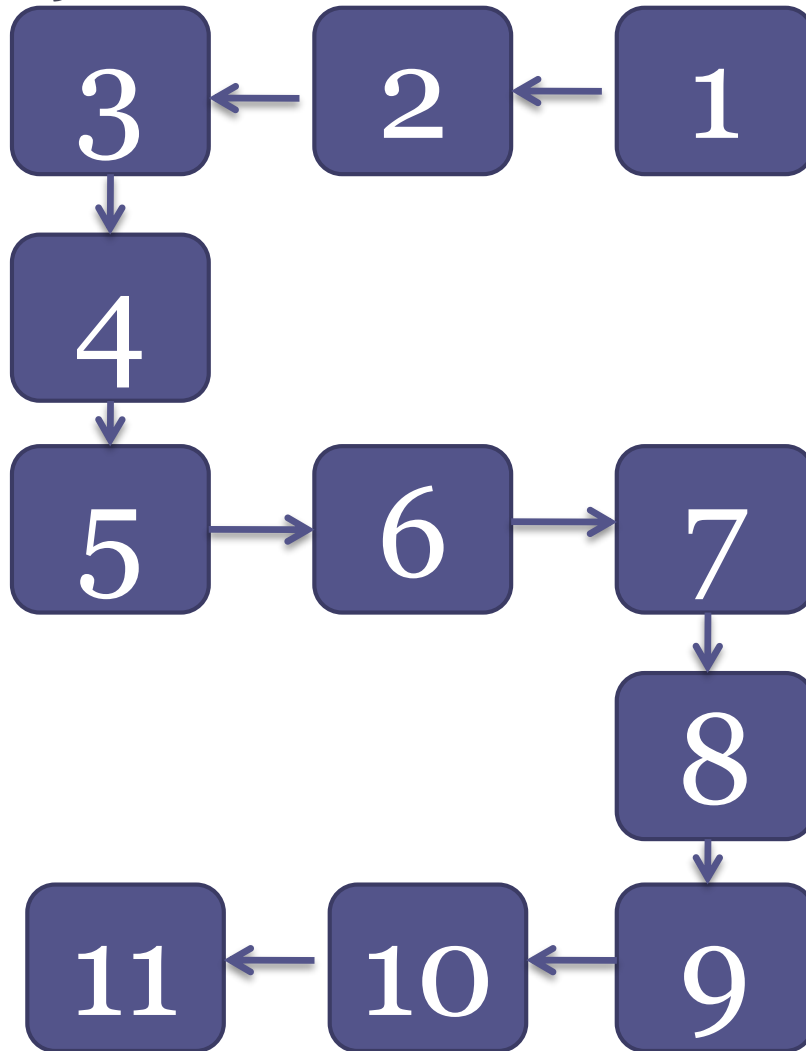
# Akış Hatları



U Tipi Akış Hattı

Yönetiminin basit olması yanında, gönderme ve kabul etme işlemlerinin aynı ekip tarafından yapılabilmesi nedeniyle oldukça kabul görmektedir.

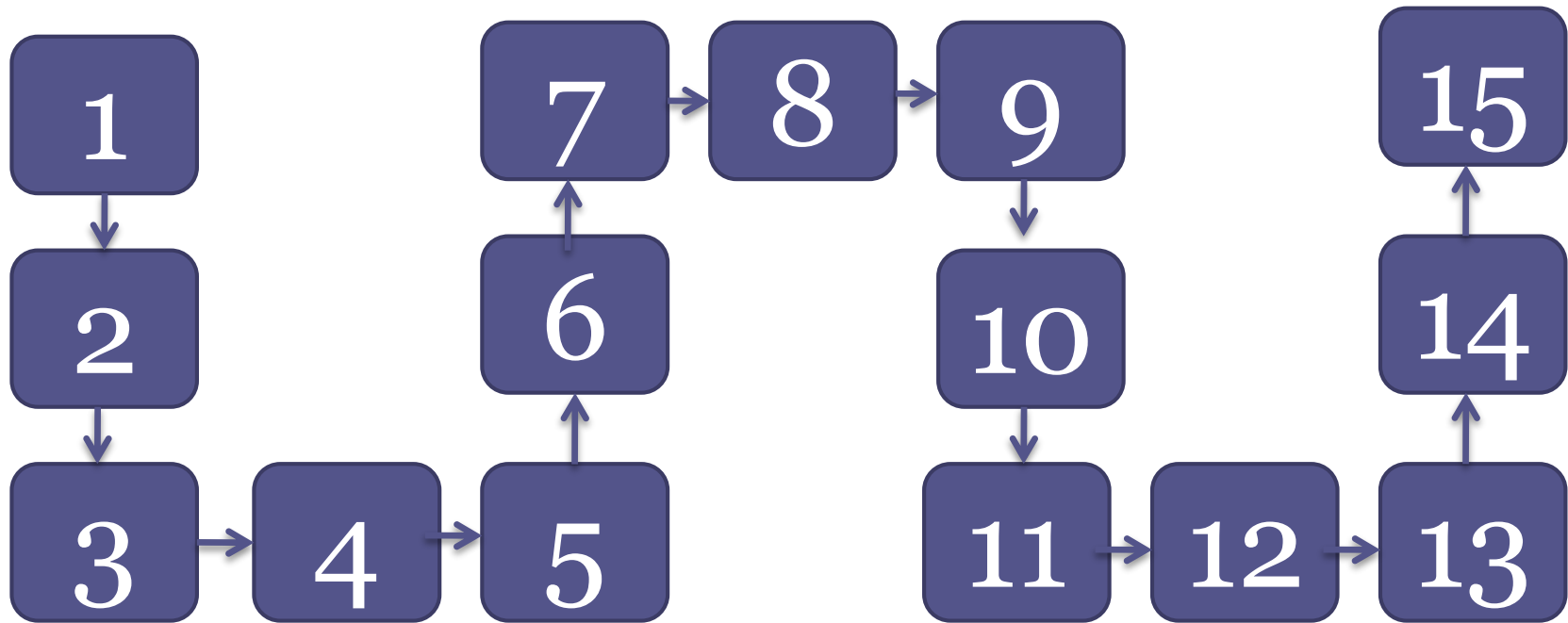
# Akış Hatları



S Tipi Akış Hattı

Üretim hattının çok uzun olması nedeniyle üretim alanında zigzag oluşturulması gerektiği zaman kullanılır.

# Akış Hatları



W Tipi Akış Hattı

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

- Akış şiddeti ölçümü, birim zamanda hareket eden parça sayısı ile parça başına ölçü birimini çarpılmasıyla yapılabilir.

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

- Ancak malzemelerin özelliklerinin farklı olması durumunda akış şiddetinin ölçülmesi güçleşir. Böyle durumlarda , malzemelerin taşınabilirliğinin ölçülebilmesi için MAG ölçüm yöntemi geliştirilmiştir.

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

- Bir malzemenin taşınabilirliğini etkileyebilecek etmenler:

A:parçanın boyutu(hacmi)

B:parçanın yoğunluğu

C:parçanın biçimi

D:parçaya veya çevresindekilere zarar verme riski

E:parçanın durumu

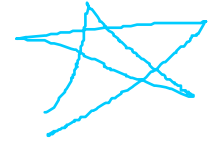


# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

Herhangi bir parçanın MAG değeri:

$$\text{MAG} = A[1 + 1/4(B + C + D + E)]$$

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü



- Parçaların boyutlarına karşılık gelen değerler aşağıdaki gibidir. Ara değerler için doğrusal interpolasyon uygulanır.

<u>Hacim(cm<sup>3</sup>)</u>	<u>Hacim(in<sup>3</sup>)</u>	<u>MAG Ölçüsü</u>
0,75	0,05	0,005
1,5	0,1	0,05
15	1	0,25
150	10	1
1500	100	3,5
15000	1000	10
150000	10000	25
1500000	100000	50

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

- B , C , D ,E değerleri aşağıdaki tablo yardımıyla bulunabilir.

## B:Parçanın Yoğunluğu

-2:Çok Hafif ve Boş

-1:Hafif ve hacimli(Oluklu mukavva)

0:Katı (Kuru Odun Parçası)

+1:Oldukça ağır ve yoğun(İçi boş döküm parçalar)

+2:Ağır ve yoğun(Dövme parçalar)

+3:Çok ağır ve yoğun (Kurşun blok)

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

## C:Parçanın Biçimi

- 3: Çok düz ve yığılabilir veya tam olarak birbiri içine girebilir(Düz kağıt veya metal levha)
- 2:Yığmaya ve birbirinin içine girmeye uygun(Kağıt destesi,çorba tası)
- 1:Oldukça yığılabilir(kitap,çay fincanı)
- 0:Yığılma özelliğine biraz sahip kare tabanlı parçalar(Kare odun bloğu)
- +1:Uzun,yuvarlatılmış veya biraz düzensiz(Tahıl çuvalı)
- +2:Çok uzun,kübik veya düzensiz(Masa telefonu)
- +3:Çok uzun,bükülmüş veya çok düzensiz(Yat direği)
- +4:Çok uzun ve bükülmüş veya özellikle çok düzensiz(Ağaç sandalye)

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

## D:Parçaya veya Çevresindekilere Zarar Verme Riski

- 2: Hiçbir şekilde zarar verilemeyecek parçalar
- 1:Pratik olarak zarar verilemeyecek parçalar(Döküm parçalar)
- 0:Bazı zararlara uğrayabilecek parçalar(Belirli bir boyutta kesilmiş odun)
- +1:Çarpma,ezilme veya çizme ile zarara uğrayabilecek parçalar(boyalı parçalar)
- +2:Biraz veya çok zarara yol açacak parçalar(TV tüpü)
- +3:Bazı eşyalara veya çok şeye zarar verebilecek parçalar(Eritilmiş cam hamuru)
- +4:Çok fazla zarar verebilecek parçalar(Cam kaplardaki asitler)

# Akış Şiddetlerinin Ölçümü

## E: Parçanın Durumu

0: Temiz, katı, stabil (Odun parçası)

+1: Yağlı, ince, stabil olmayan ve elle taşınması zor (Yağlı yongalar)

+2: Gres kaplı, sıcak, çok ince, elle taşınması çok zor, narin

+3: Zamklı yüzeyler

+4: Eritilmiş çelik

# Akış İlişki Şemaları

Malzeme akışını gösterir.

Malzeme akışı şeması ile ilgili 2 yaklaşım :

- Belli bir noktadan malzeme ile başlanır,akış süresine göre devam edilir
- En yüksek akış şiddetinin olduğu yerden başlanır,akış şiddetinin azaldığı sırada devam edilir

Toplam şiddet, her iki yöndeki akışın toplamıdır.

# Akış İlişki Şemaları

Uygulamada akış ilişki şemasının hazırlanması için adımlar:

- Tüm etkinlikler, yan işlemler, alanlar, bölümler ve ilgili özellikler tanımlanır
- Eylemlerin tümü, önce işlemler sonra hizmetler olmak üzere akış ilişki şemasında listelenir



# Akış İlişki Şemaları

- İşlemsel eylemlerin akış şiddetleri belirlenir
- Hizmet veya akış dışı işlemler için akış ilişki şeması kurulur
- Akış ve akış dışı ilişkilerin derecelendirilmeleri bir arada düşünülerek birleşik akış ilişki şeması kurulur

# Akış İlişki Şemaları

Birkaç çeşit ürünün olduğu durumda izlenecek yollar:

- Her ürün için ayrı bir şema çizilir.
- Tüm ürünler için tek şema çizilir. Her ürün için ayrı renk kodu, sayı kodu, akış kodu ve sembol kodu kullanılır

# Akış İlişki Şemaları

- Akış ilişki şeması çizilirken yararlanılan gösterimler aşağıdaki gibidir:

0-800                      Mag                      —————

801-2300                  Mag                      =

2301-3800                Mag                      =

3801-5300                Mag                      =

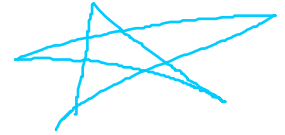
5301-6800                Mag                      =

6801-8300                Mag                      =

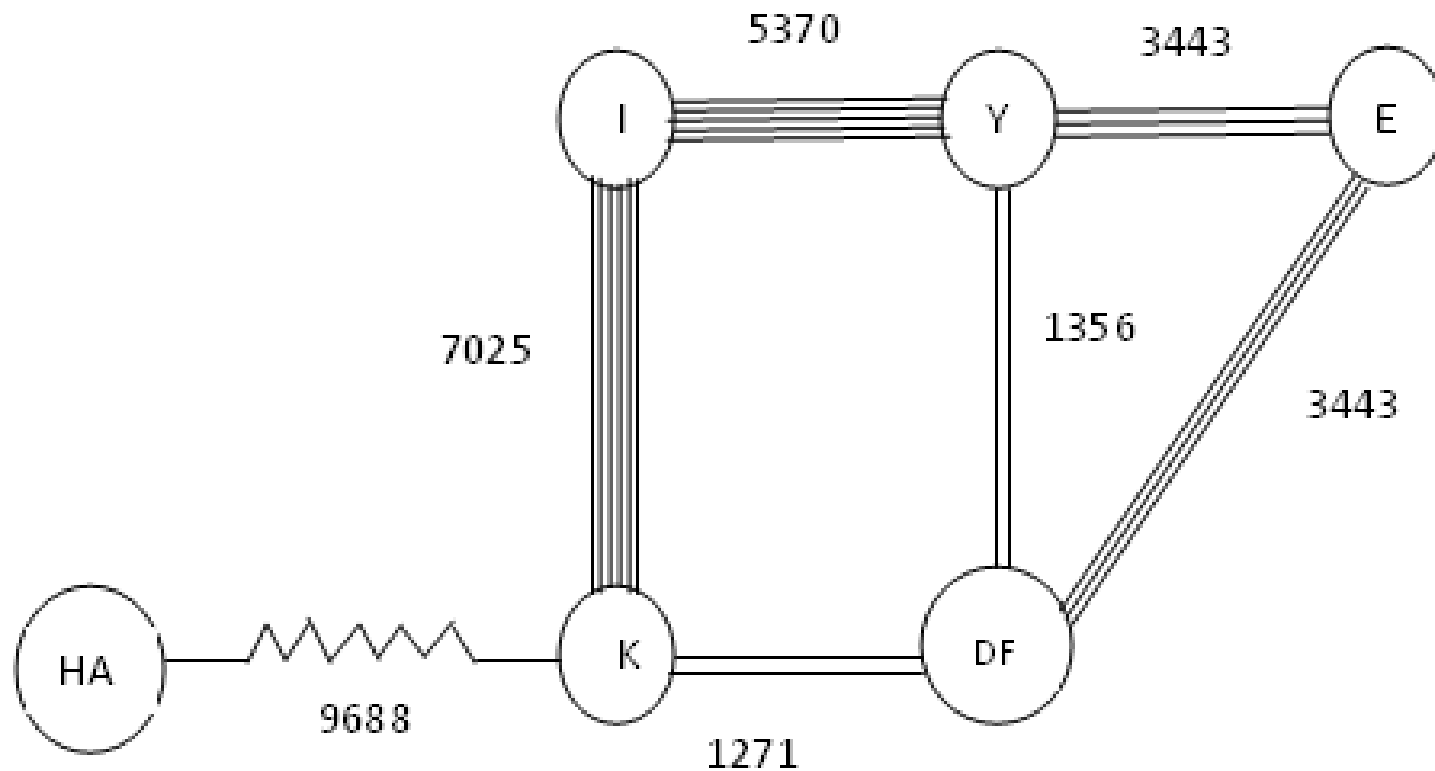
8301≤                      Mag                      〰〰〰〰〰



# Akış İlişki Şemaları



- Akış ilişki şeması için bir örnek;



# Eylem İlişki Şemaları

- Eylem ilişki şeması, hangi eylemlerin diğer eylemlerle ilişkisi olduğunu gösterir. İlişkilerin ölçüsünü ve önem derecesini belirler.

# Eylem İlişki Şemaları



## İlişkinin Önemi

A	Kesinlikle gerekli
B	Özellikle önemli
I	Önemli
O	Normal
U	Önemli değil
X	Arzu edilmez
XX	Kesinlikle istenmez

# Eylem İlişki Şemaları

Eylem ilişki şemasında;

- Bütün bölümler dikkate alınır
- Yakın ilişki sembolleri bir şema üzerinde tanımlanır
- Yakınlık ilişkisinin belirlenmesinde kullanılacak ölçüt tanımlanır. İlişki kodları, gerekçeleri belirtilerek açıklanır.
- Bütün bölüm çiftleri için ilişki değerleri ve gerekçeleri saptanarak şema üzerinde gösterilir.

# Eylem İlişki Şemaları

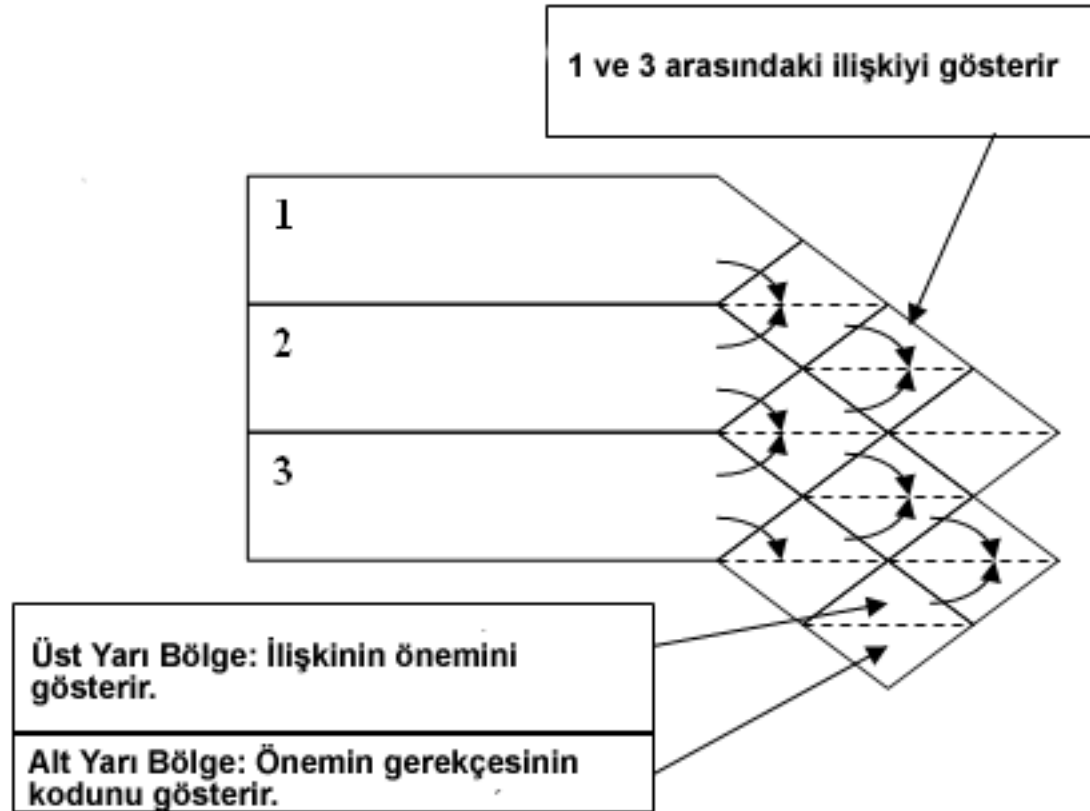
İlişkinin Önemi	Sembol	Sayısal Değer	Renk Kodu	Çizgi Kod
Kesinlikle Gerekli	A	4	Kırmızı	_____
Özellikle Önemli	E	3	Turuncu-Sarı	=====
Önemli	I	2	Yeşil	=====
Normal	O	1	Mavi	=====
Önemli Değil	U	0	Renksiz	=====
Arzu Edilmez	X	-1	Kahverengi	=====
Kesinlikle İstenmez	XX	-2,-3,-4	Siyah	~~~~~



Yakınlık  
Değerlerinin  
Nedenleri

Değer	Nedenler
1	Aynı operatör tarafından kullanılan araçlar
2	Malzeme hareketleri
3	Personel hareketleri
4	Denetleme ve/veya destek
5	Aynı operasyon ihtiyacı
6	Gürültü ve kirlilik
7	
8	
9	

# Eylem İlişki Şemaları



# Eylem İlişki Şemaları



Dep. No.	Alan	Dep.Tanım
1	5,000	Depo
2	10,000	Sevkiyat
3	2,500	Kaynak
4	2,500	Kalite kontrol
5	7,500	İmalat
6	5,000	Montaj
7	2,500	Boyama

# Süreç Şemaları

- Her ürün/prosesin nasıl inşa edileceğinin detayıdır.
- Süreç tipine göre malzeme ihtiyaçlarını içerir.
- Ürün akışı boyunca hangi adımda ne kadar zaman harcandığını gösterir.

# Süreç İhtiyaçlarının Tanımlanması

- Üretim Miktarı/Iskarta Tahminleri
- Makine Sayısının Belirlenmesi
- Akış İlişki Diyagramları
- Eylem İlişki Diyagramları

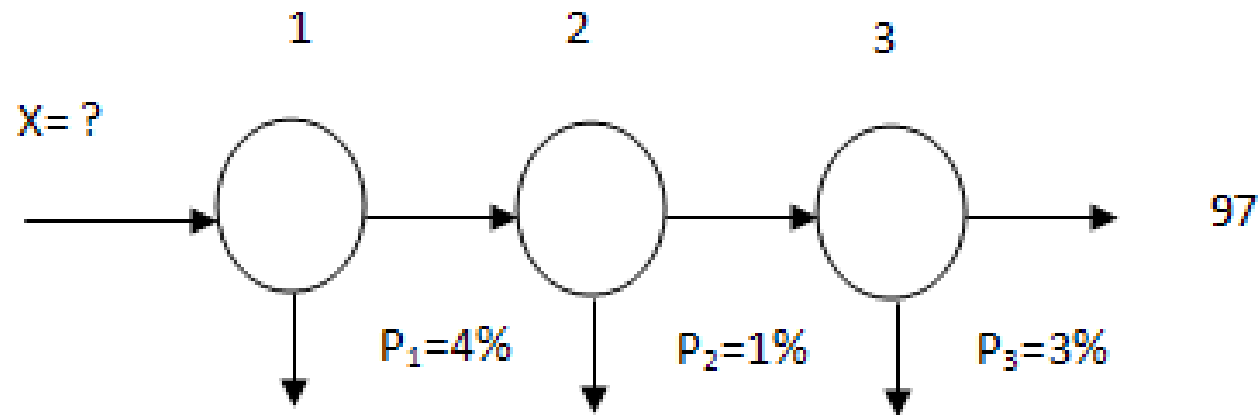
# Süreç İhtiyaçlarının Tanımlanması

## Iskarta Tahminleri

- $P_k$  – k. İşlemin ıskarta yüzdesi
- $O_n$  – Hedeflenen çıktı düzeyi
- $I_1$  – İstenen çıktı düzeyini yakalamak için üretimine başlanması gereken miktar
- $I_k$  – k. adımda işleme giren parça sayısı
- $O_k$  = k. adımda işlemden çıkan sağlam parça sayısı

$$O_k = I_k (1 - P_k)$$

Örnek: 97.000 birim ürün üretebilmek için gerekli işleme giren parça miktarını bulunuz.



## Çözüm:

- $P_1=0,04$   $P_2=0,01$   $P_3=0,03$
- $I_3=97000/(1-0,03)=100000$
- $I_2=100000/(1-0,01)=101000$
- $I_1=101000/(1-0,04)=105219$



# Akış ve Eylem Esaslı Mekan İlişki Diyagramları

- Malzeme akışını temel alan akış ilişki diyagramlarıyla, ilişkilerin önem derecelerinin belirlenmesini sağlayan eylem ilişki diyagramlarının bir araya getirilip, alanlarda göz önünde bulundurulmasıyla oluşturulan diyagram çeşididir.

# Alan İhtiyaçları

- İşletmede gerçekleştirilen her bir eylem için belirli alan ihtiyacı vardır.
- İş merkezleri gözden geçirilerek işletmedeki tüm departmanlar incelenerek demirbaşlar için alan ihtiyacı belirlenir.

# Alan İhtiyaçları

- Üretim alanları
  - Tezgahlar
  - Bakım haneler
  - Kalite kontrol alanları
  - Depo vb..
- Ofisler
  - Mühendislik
  - Muhasebe
  - Tepe Yönetim vb.
- Hizmet alanları

# Alan İhtiyaçlarının Belirlenmesi

- Alan ve kullanım çeşitleri
- Alan ihtiyaçlarını hesaplamak için yöntemler
- Alan ihtiyaçları için uzun dönemli planlar
- Esneklik ve gelişmeleri planlama
- Taban alanlarının planlanması

# İş Merkezindeki Alan İhtiyaçları

- Donanım/Araç gereç
- Malzemeler
- Personel

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Donanım
  - Araç gereç
  - Tezgah boyutları
  - Tezgah bakım ve servis alanı

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Malzeme
  - Hammaddeler
  - Süreçteki malzemeler (yarı mamuller)
  - Nihai ürün
  - Hurda ve talaş malzemeler
  - Aletler, demirbaşlar, kalıplar ve bakım malzemeleri

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Personel
  - Operatör
  - Malzeme Taşıma



# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Bir operatöre birden fazla makinada görev verilmişse, işletme donanımının toplam alanı, makinaların birbirleriyle olan yerleşim açlarına bağlı olur.
- Ayrıca alan hesaplamaları yapılırken ergonomik faktörlerde dikkate alınmalıdır.

# Alan İhtiyaçları

- Ana fonksiyon alanı;

$$A_{af} = A_{id} + A_{ad} + A_{uy} + A_{kk} + A_{sa}$$

- A = Alan
- id = İşletme donanımı
- ad = Ara depolar
- uy = Ulaşım yolları
- kk = Kalite kontrol
- sa = Serbest alan

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Bir j makinası için gerekli alan

$$A_{bid} = A_{idk} + A_k + A_{ag} + A_{ka} + A_{tb} + A_{ht}$$

- $A_{idk}$  = İşletme donanım alanı
- $A_k$  = Kullanım alanı
- $A_{ag}$  = Araç gereç için alan
- $A_{ka}$  = Kontrol araçları için alan
- $A_{tb}$  = Tamir bakım için alan
- $A_{ht}$  = Hurda ve talaş için alan

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- İşletme donanımı için gerekli toplam alan;

$$A_{id} = \sum_{j=1}^m M_j \cdot A_{bid\ j}$$

- $M_j$  = j tipi makine sayısı
- $A_{bid}$  = Bireysel işletme donanımı için gerekli alan

# Alan İhtiyaçlarının Analizi

- Makine Sayılarının Hesaplanması

$$F = \frac{S Q}{E R H}$$

- F= Makine sayısı
- S=Üretilen parti başına standart zaman
- Q=Üretilen parti miktarı
- E=İşçilik verimi
- H=Makine başına elde bulunan çalıştırılabilme süresi
- R=Makine güvenilirliği

# Makine Sayılarının Hesaplanması

- **Uyarı:** Makine sayılarının hesaplanması esnasında tesis yerleşim düzeni (ürüne göre, sürece göre) göz ardı edilmemelidir.

# Toplam Makine Sayısının Belirlenmesi

Karar seçenekleri;

- Makine sayısının bir yükseğe tamamlanması
- Fazla mesai yapılması
- Başka bir işletmeye fazla gereksinimin fason olarak yaptırılması

- **Örnek:** Torna makinası için parça başına üretim süresi 2.8 dakikadır. 8 saatlik bir vardiyada 200 birim ürün üretilecektir. Makinenin kullanım verimi % 80 dir. İşçilik verimi ise %95'tir. İhtiyaç duyulan torna makinesi sayısı nedir?



$$S=2,8 \text{ dk}$$

$$Q=200 \text{ adet/gün}$$

$$E=\% 95$$

$$H=480 \text{ dk}$$

$$R=\%80$$

$$F=(2,8*200)/(0,95*0,8*480)$$

$$F=1,54 \text{ makine /vardiya}$$

- Burada makine sayısının bir yükseğe tamamlanması tercih edilmiştir. O halde;

$$F=2 \text{ makine / vardiya}$$

# Toplam Makine Sayısının Belirlenmesi

- Gerekli makine sayısı tamsayı çıkmazsa, bulunan değer bir üst tamsayı değere yükseltilir. Bunun nedeni; ondalık değerlerin de belirli bir üretim gereksinimini göstermesidir.

<u>İşlem Kodu</u>	<u>Makine İhtiyacı</u>	<u>Bir sonraki üst tamsayı değeri</u>
109	1,1	2
206	2,3	3
274	0,6	1

# Alan Katsayısı Yöntemi

- Bu yöntemde temel bilgi, işletme donanımı kabul alanı ( $A_{idk}$ )'dır

$$A_{bid} = K_a \cdot A_{idk}$$

- KA: Alan Katsayısı (Bazı varsayımlara göre formüllerle hesaplanır.)

# Alan Katsayısı Yöntemi

- Bireysel donanımın taban alanı  $< 8 \text{ m}^2$  ise:

$$K_A = \frac{2,68}{A_{idk}} + 5,37 - 0,597 A_{idk} + 0,0336 (A_{idk})^2$$

- $8 \text{ m}^2 \leq$  donanım taban alanı  $\leq 12 \text{ m}^2$  ise:

$$K_A = + 4,83 - 0,33 + 0,0152 (A_{idk})^2$$

- Bireysel donanım taban alanı  $> 12 \text{ m}^2$  ise sabit faktörler kabul edilmektedir.

# Alan Katsayısı Yöntemi

- Alan katsayıları aşağıdaki tablodan bulunabilir.

Donanım Taban Alanı (m <sup>2</sup> )	Alan Katsayısı	Donanım Taban Alanı (m <sup>2</sup> )	Alan Katsayısı
0,3	14,32	6,0	3,65
0,4	12,04	6,5	3,52
0,5	10,64	7,0	3,42
0,6	9,70	7,5	3,34
0,7	9,00	8,0	3,28
0,8	8,46	8,5	3,19
0,9	8,04	9,0	3,17
1,0	7,68	9,5	3,12
1,5	6,54	10,0	3,11
2,0	5,58	0,5	3,09
2,5	5,36	11,0	3,09
3,0	4,97	11,5	3,08
3,5	4,66	12,0	3,08
4,0	4,39	13,0	3,00
4,5	4,16	14,0	3,00
5,0	3,96	15,0	2,00
5,5	3,80	16,0	2,00

# Alan Katsayısı Yöntemi

- $$A_{af} = 1,76 A_{af}$$
$$= 1,76 \sum_{j=1}^m M_j (A_{idk_j} \cdot K_{A_j})$$

Örnek:

Bir işletmeye taban alanı 5 m<sup>2</sup> olan 10 tane, taban alanı 12 m<sup>2</sup> olan 20 tane, taban alanı 8,5 m<sup>2</sup> olan 5 tane tezgâh yerleştirilecektir.

İşletme için gerekli ana fonksiyon alanı:

$$A_{af} = 1,76 [(10 \cdot 5 \cdot 3,96) + (20 \cdot 12 \cdot 3,08) + (5 \cdot 8,5 \cdot 3,19)] = 1889 \text{ m}^2$$

## Ara Depolar, Kalite Kontrol, Serbest Alanlar ve Ulaşım Yolları için Alan Hesabı

- Özel durumlar dışında, ara depolar için alan gereksinimi, işletme donanım alanının  $1/5$ 'i alınabilir.

$$A_{ad} = 0,20 A_{id}$$

- İmalatın % 65-75'inin yerinde kontrol edildiği durumlar için, kalite kontrol alanı, işletme donanım alanının yaklaşık %13'ü alınabilir.

$$A_{kk} = 0,13 A_{id}$$

## Ara Depolar, Kalite Kontrol, Serbest Alanlar ve Ulaşım Yolları için Alan Hesabı

- Diğer durumlar için alana gereksinimi, kalite kontrol için gerekli donanıma göre hesaplanır.
- Serbest alanlar için, normal şartlar altında işletme donanım alanının yaklaşık %18'i kadar bir alan yeterli olabilir.

$$A_{sa} = 0,18 A_{id}$$



## Ara Depolar, Kalite Kontrol, Serbest Alanlar ve Ulaşım Yolları için Alan Hesabı

- Ulaşım yolları için düşünülen alanlar, işletme donanım alanının yaklaşık %25'i kadar alınabilir.

$$A_{uy} = 0,25 A_{id}$$

# Personel Gereksinim Alanları

- Park yerleri, giyinme odaları, yemek salonu, tuvalet, lavabo, duşlar, ilk yardım ve sağlık hizmetleri gibi alanlar.

# Personel Gereksinim Alanları

- Park yerleri için:
  - Park edilecek otomobil sayısı belirlenir,
  - Alternatif yerleşimler belirlenir,
  - Mevcut alanı en iyi şekilde kullanan ve iş görenlere rahatlık sağlayan yerleşim seçilir, alanı hesaplanır.

# Personel Gereksinim Alanları

- Giyinme alanları:  $\sim 0,6 \text{ m}^2/\text{kişi}$ 
  - Duş alanları:  $\sim 1,5 \text{ m}^2/\text{kişi}$
  - Lavabo alanları:  $\sim 1,11 \text{ m}^2/\text{kişi}$
  - 100 kişiye kadar: Her 10 kişi için bir duş, bir lavabo, bir tuvalet
  - 100 kişiden fazla: Her ek 15 kişi için birer ek lavabo, duş ve tuvalet düşünülebilir.
- Tesisin yemekhanesi mutfak alanı ve yemek salonundan oluşur.

# Personel Gereksinim Alanları

- Mutfak alanı için katsayılar

Öğün Kapasitesi(kişi)	Temel Rakam	Katsayı(m <sup>2</sup> )
100-200	200	0,47
200-400	400	0,37
400-800	800	0,33
800-1300	1300	0,28
1300-2000	2000	0,3
2000-3000	3000	0,19

# Personel Gereksinim Alanları

- Örnek:

Bir fabrikada bir öğünde 150 kişiye yemek verilecekse gerekli mutfak ve yemek salonu alanı ne kadardır?

# Personel Gereksinim Alanları

- Çözüm:

Mutfak Alanı:  $200 \times 0,47 = 94 \text{ m}^2$

Yemek Salonu için  $1,6 \text{ m}^2/\text{kişi}$  alınır.

- O halde bu fabrikada 150 kişi 3 grup halinde yemek yerse;

Yemek salonu alanı =  $(150/3) \times 1,6 = 80 \text{ m}^2$

Toplam yemekhane alanı =  $94 + 80 = 174 \text{ m}^2$ dir

# Personel Gereksinim Alanları

İlk yardım odası: 9-18 m<sup>2</sup>

- Toplam 200 personeli olan bir tesis için en az 16 m<sup>2</sup> olmalıdır.
- Temel Sağlık Birimi: 1 yatak, 2 sandalye, temel sağlık dolabı ~100 ft<sup>2</sup>
  - Hemşire bulunuyorsa: ~50 ft<sup>2</sup>
  - Doktor muayene odası: ~150 ft<sup>2</sup> + bekleme odası