

2018-2019 Güz Yarıyılı
Balıkesir Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

EMM4129

ÇİZELGELEME

(Ders Planı, Değerlendirme Kriterleri, Kaynaklar, Giriş)

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKOÇ

Web: <http://ikucukkoc.baun.edu.tr>

Email: ikucukkoc@balikesir.edu.tr



Genel Bakış

Dersin Amacı:

Endustride karsilasilan farklı tipteki çizelgeleme problemleri ile ilgili:

- Temel terminolojiyi sunmak.
- Bunların matematiksel olarak nasıl modellenebileceğini göstermek.
- Çözömlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılan yöntemleri örnekler ve paket program (LEKIN®) uygulamalarıyla açıklamak.

Ders Saatleri (PERŞEMBE):

- NO: 10.20 – 12.00
- İÖ: 17.05 – 18.45

Genel Bakış

Dersin Web Sayfasi:

<http://ikucukkoc.baun.edu.tr/lectures/EMM4129>

Değerlendirme:

- Vize (%40) + Final (%60)
- Final puanının %20'si donem icinde yapılacak olan laboratuvar uygulamasından alınacaktır.

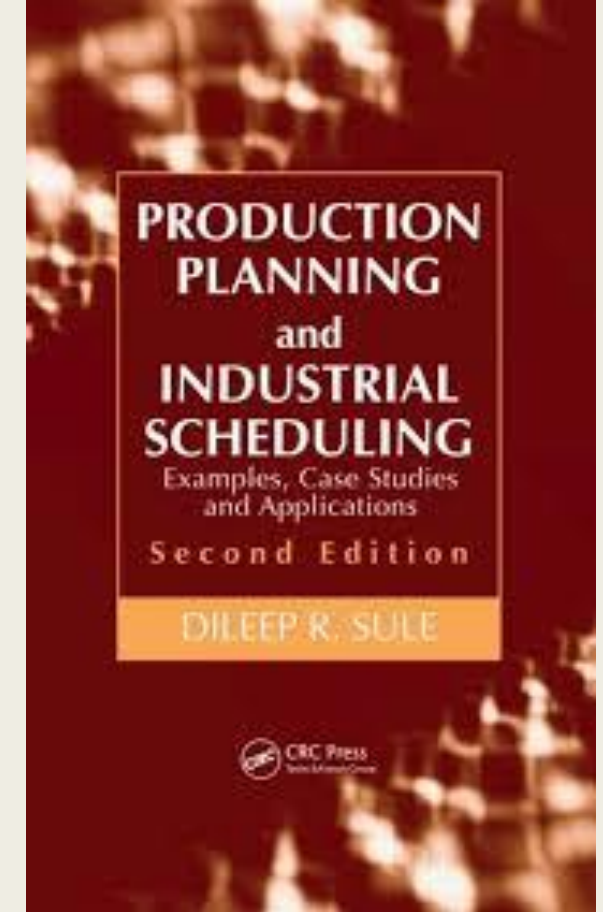
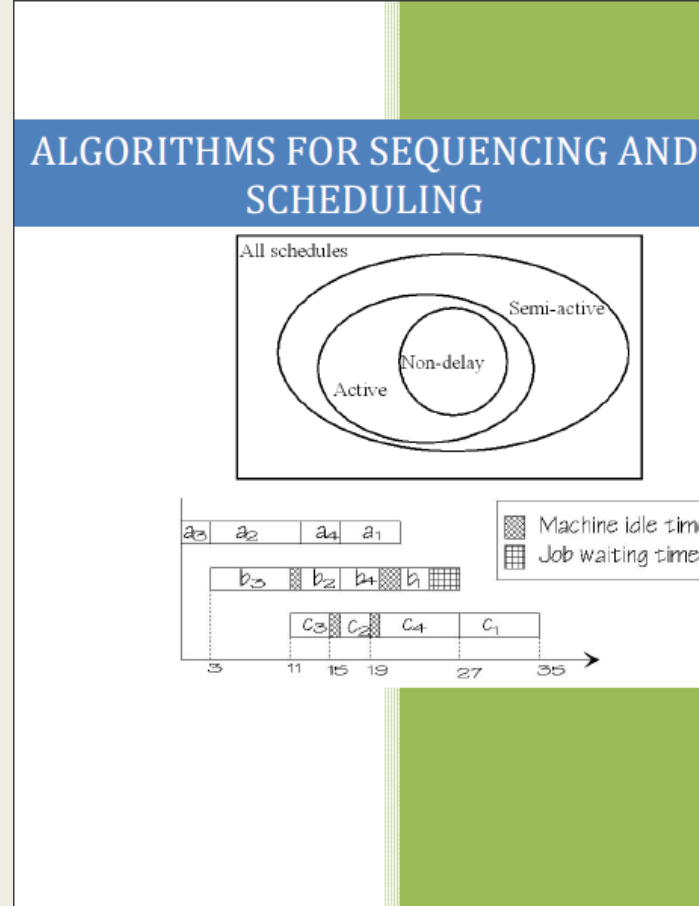
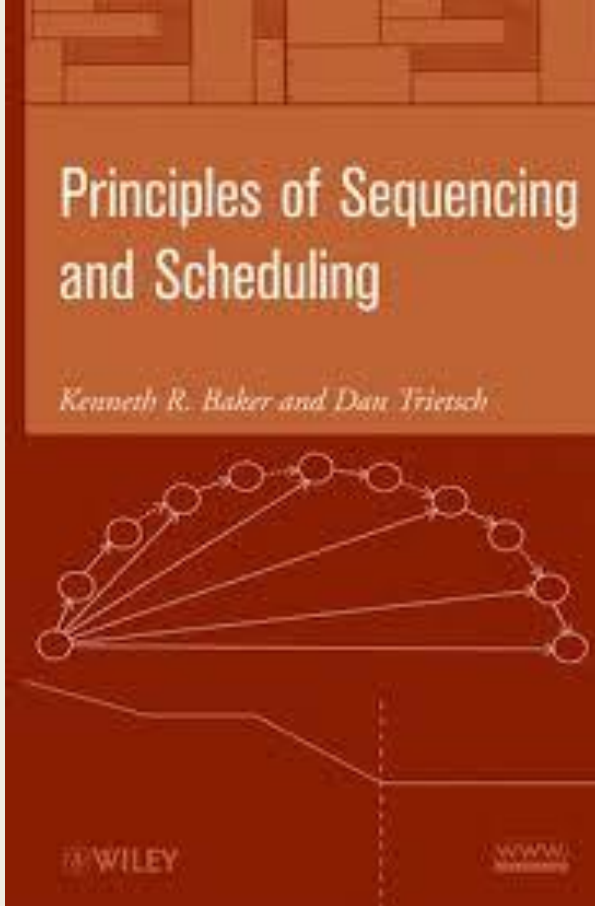
Derse Katılım:

- Derslere zamanında gelmeniz gerekmektedir.
- 5 hafta yada daha fazla devamsızlık yapan öğrenciler devamsızlıktan bırakılacak ve final sınavına alınmayacaktır.
- Derste kesinlikle cep telefonu vb. konuyla alakasız materyallerle ilgilenilmemesi beklenmektedir.

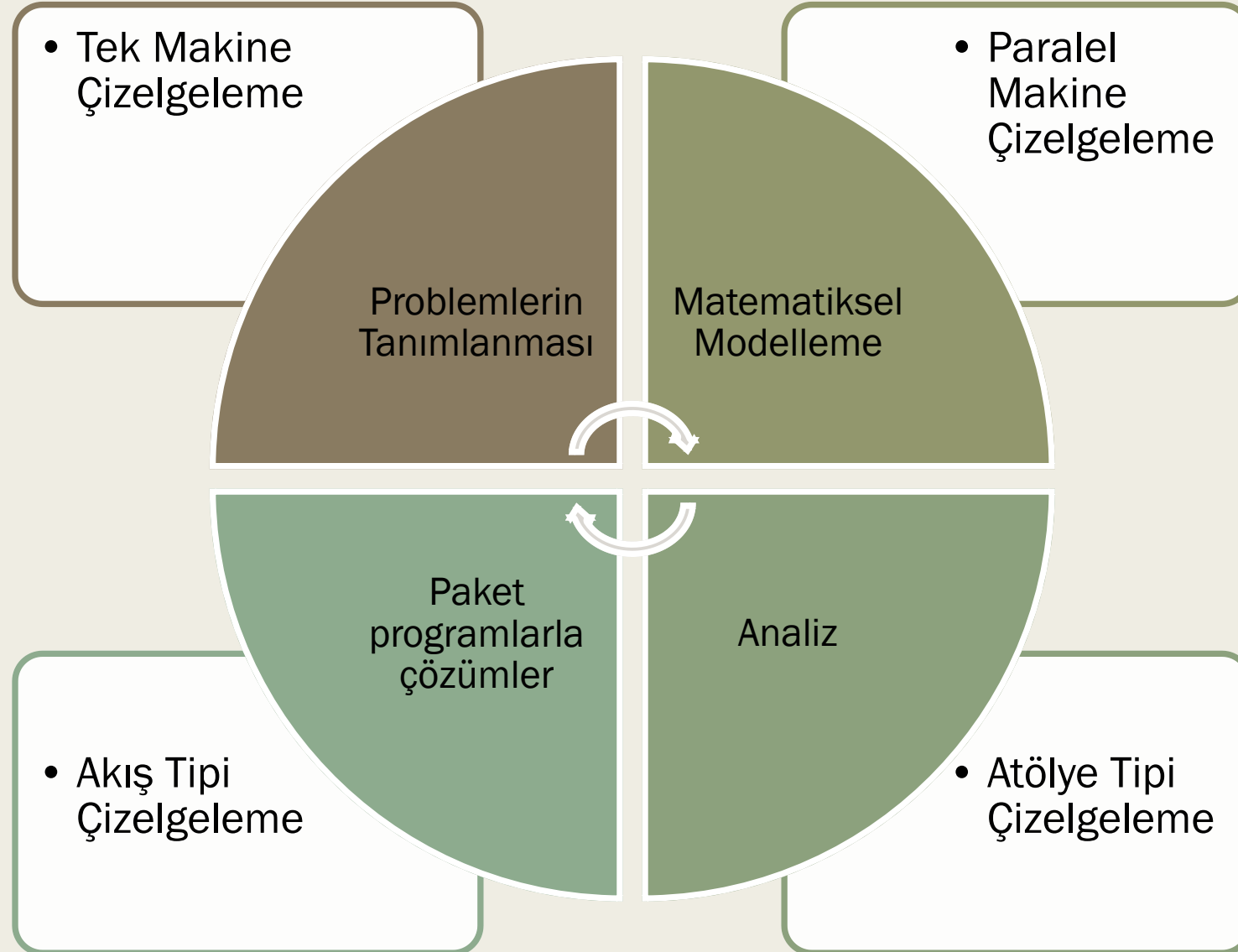
Yararlanılacak Kaynaklar

- İş Sıralama ve Çizelgeleme Ders Notları
Prof. Dr. Huseyin Basligil
<http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/basligil/course/viewCourse/id/461>
- Üretimde Sıralama ve Çizelgeleme Ders Notları
Yrd. Doc. Dr. A. Ayca Supciller
- Principles of Sequencing and Scheduling
Kenneth R. Baker, Dan Trietsch
<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470391650.html>
Numerical Examples:
http://ikucukkoc.baun.edu.tr/lectures/lecturenotes/EMM4129/Baker_Numerical_Examples_Excel_Files.zip
- Algorithms for Sequencing and Scheduling
Ibrahim M. Alharkan
http://ikucukkoc.baun.edu.tr/lectures/lecturenotes/EMM4129/Algorithms_for_Sequencing_and_Scheduling.pdf
- Production Planning and Industrial Scheduling: Examples, Case Studies and Applications, Second Edition
Dileep R. Sule
<https://www.crcpress.com/Production-Planning-and-Industrial-Scheduling-Examples-Case-Studies-and/Sule/p/book/9781420044201>

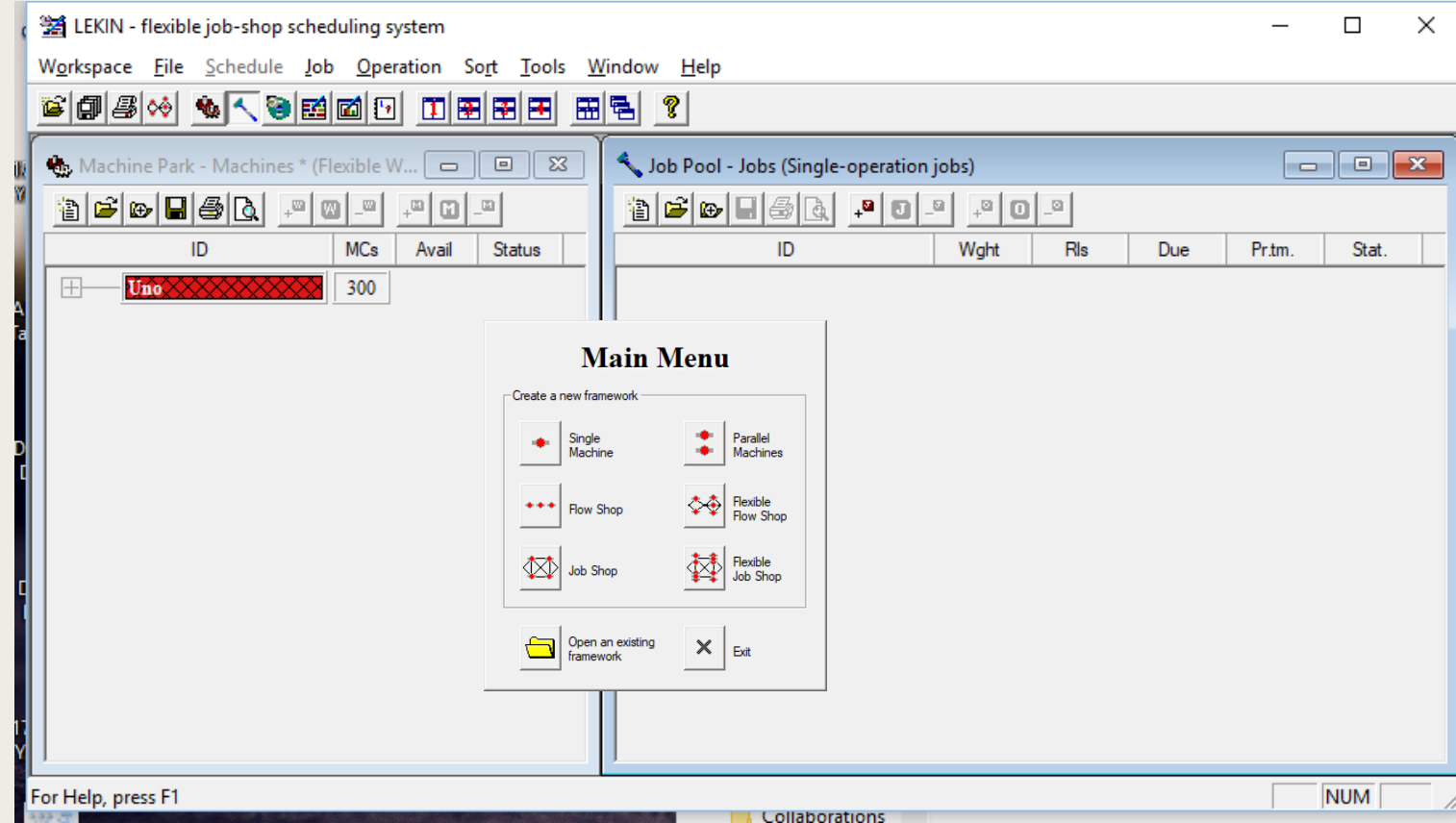
Yararlanılacak Kaynaklar



Ders İçeriđi



Kullanılacak Paket Program



Lekin® - New York University

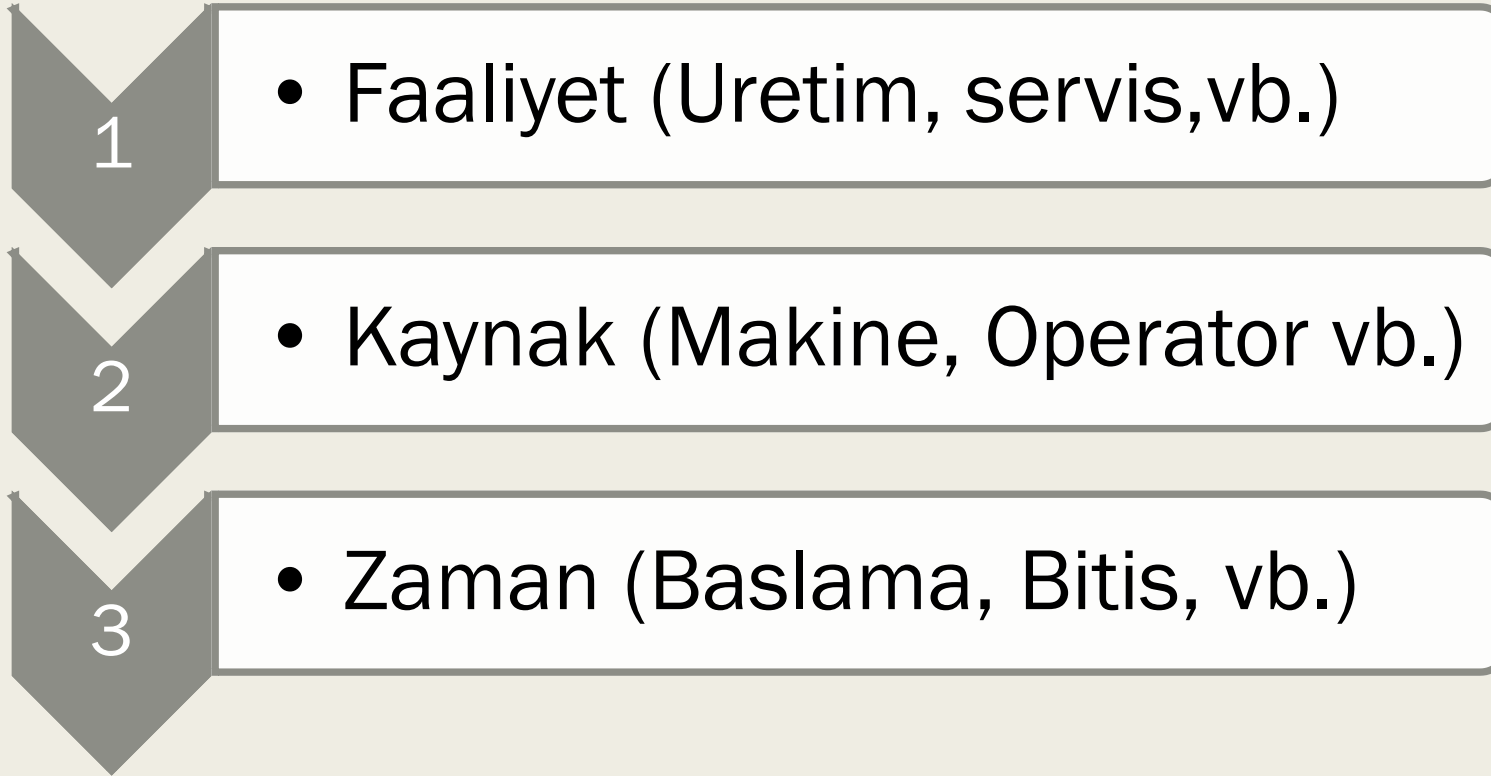
Download: <http://web-static.stern.nyu.edu/om/software/lekin/download.html>

Sıralama ve Çizelgeleme Nedir?

- Bir dizi işin belirli özelliklerine göre sıraya dizilmesi işlemine **sıralama** denir.
- **Çizelgeleme** ise sınırlı kaynakların (makine, işçi, donanım, alet v.b.) belirli bir amaç veya amaçlar doğrultusunda, belirli kısıtlar altında ve belirli bir zaman aralığında, işlere atanması ile ilgili karar verme sürecidir.

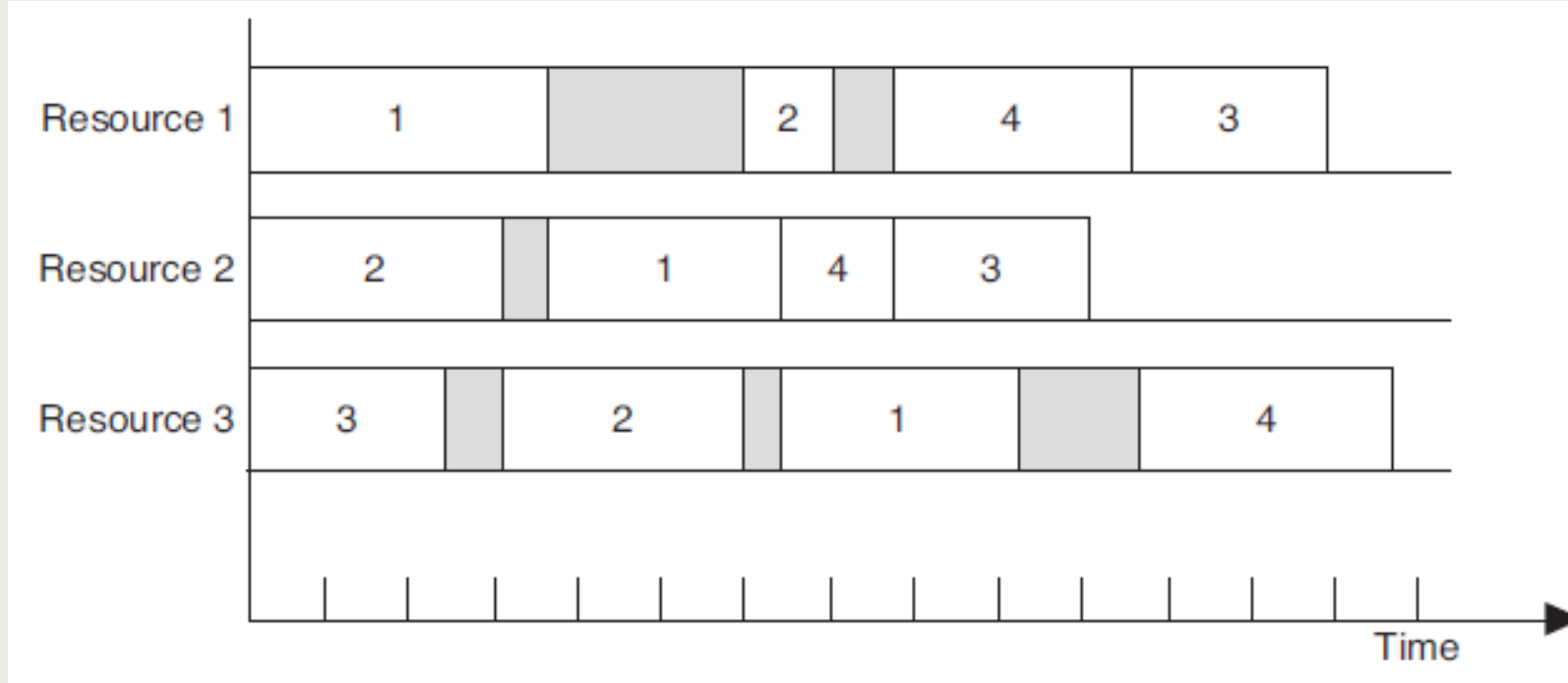
İş Çizelgeleme bir ürünü oluşturan iş parçalarının eldeki tek veya çok sayıda makinelerde hangi sırada, ne zaman işleneceğinin saptanmasıdır.

Çizelgelemenin Unsurları



Sıralama ve Çizelgeleme Nedir?

(Resource = Kaynak.
Örneğin Makine, Operator vb.)



<https://goo.gl/images/Ee8y6e>

Sıralama ve Çizelgeleme Nedir?

<https://goo.gl/images/h1L7VV>

- Çizelgeleme faaliyeti sonucu, bir üretim veya hizmet merkezinde işlem görmesi gereken birden fazla sayıda işin “**hangi sıra**” ile yapılacağı belirlenir.
- Yapılan sıra bir **performans kriteri** veya kuralına göre değerlendirilir, örneğin ilk gelen ilk işlem görür veya en acil olan ilk işlem görür gibi kurallar olabilir.



<https://goo.gl/images/uckcSb>



<https://goo.gl/images/D9ff1K>

Çizelgelemenin “en” temel amaçları nelerdir?

- Üretim olanaklarının en “etkin” biçimde kullanılması.
- Müşteri taleplerine olabildiğince “çabuk” cevap verilmesi.
- İşlerin, teslim tarihlerinde gecikmeye neden olunmadan tamamlanması.
- Yarı mamul envanterinin en küçüklenmesi.
- Fazla mesai çalışmalarının en küçüklenmesi

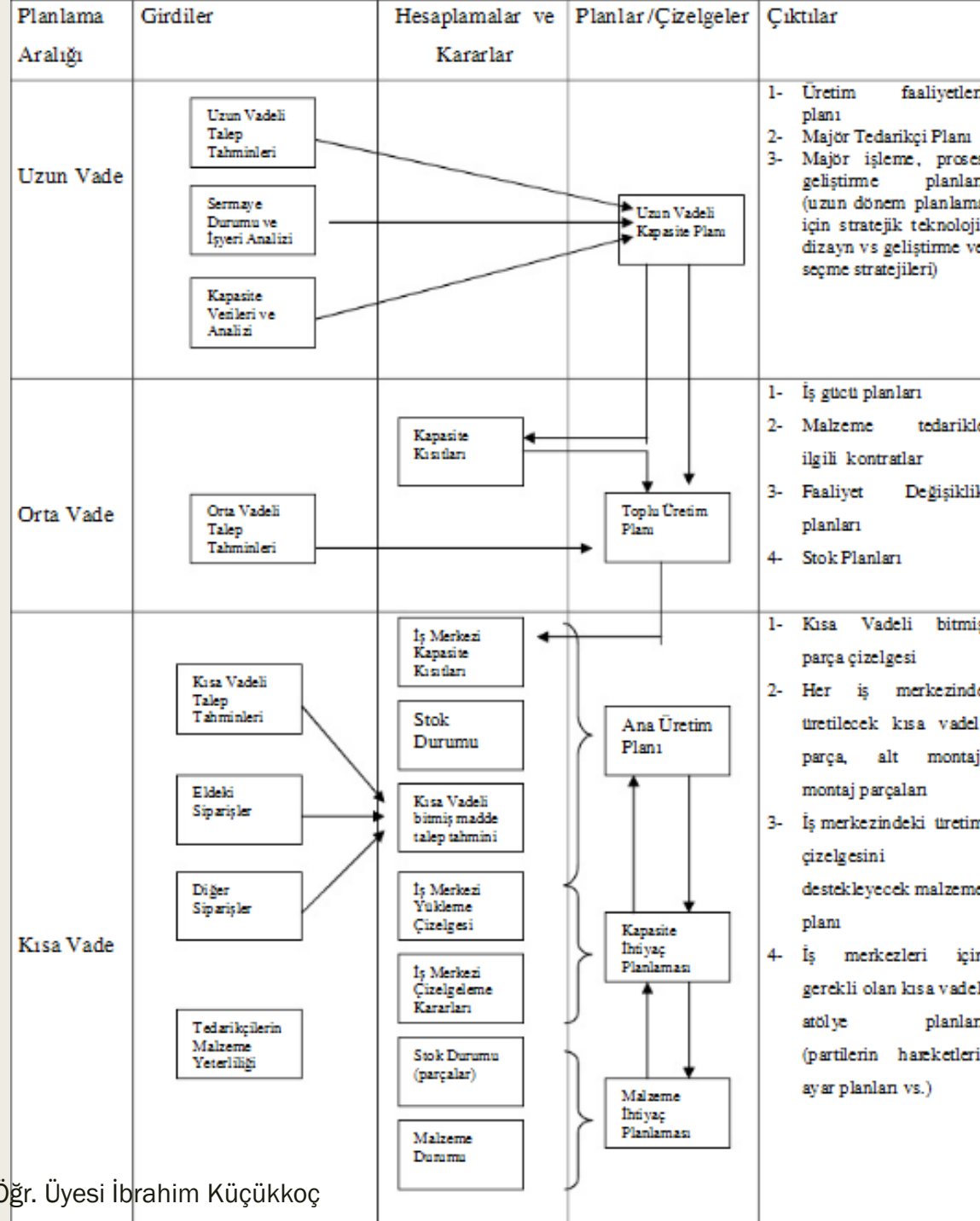
Çizelgeleme Uygulamaları

- Kaynak Kısıtlı Proje çizelgeleme
- Montaj hatlarının çizelgelenmesi
- Uçak/Otobüs/Tren Çizelgeleme
- Hastanelerde doktor/hemşire çizelgeleme
- Ders programı/sınav çizelgeleme
- Otel/havayolu/araba rezervasyon sistemleri
- Mürettebat çizelgeleme
- Proje çizelgeleme
- Atölye çizelgeleme
- Esnek montaj hatlarının çizelgelenmesi
- Ekonomik parti çizelgeleme
- Tedarik zincirinde planlama ve çizelgeleme
- Araç/Ekipman (AGV, vinç) çizelgeleme ve rotalama

Çizelgeleme Neleri Önler?

- Siparişlerin geç teslim edilmesi,
- Kurulu kapasitenin tam kullanılmaması,
- Üretim temin süresinin artması,
- Üretimde darboğazlar,
- WIP stoklarının artması,
- Müşterilerin memnuniyetsizliği,
- Müşteri kaybı.



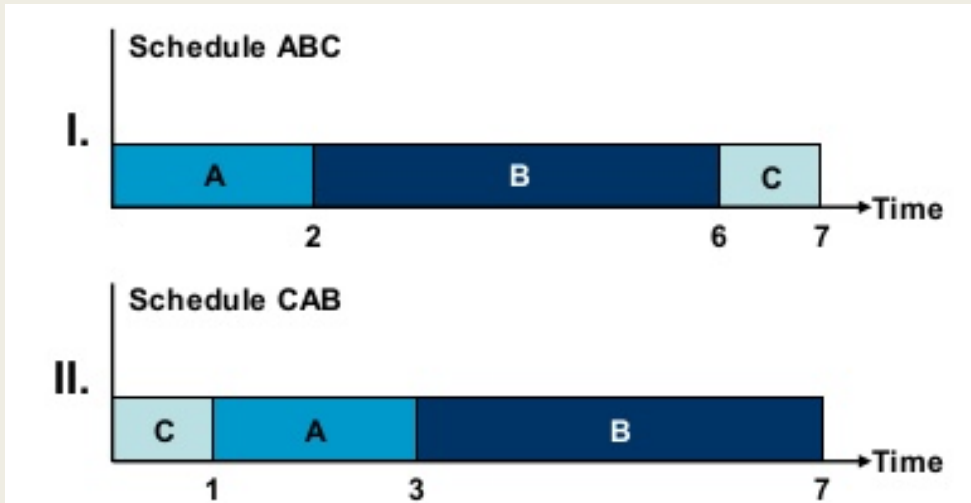


Üretimde Çizelgeleme Türleri



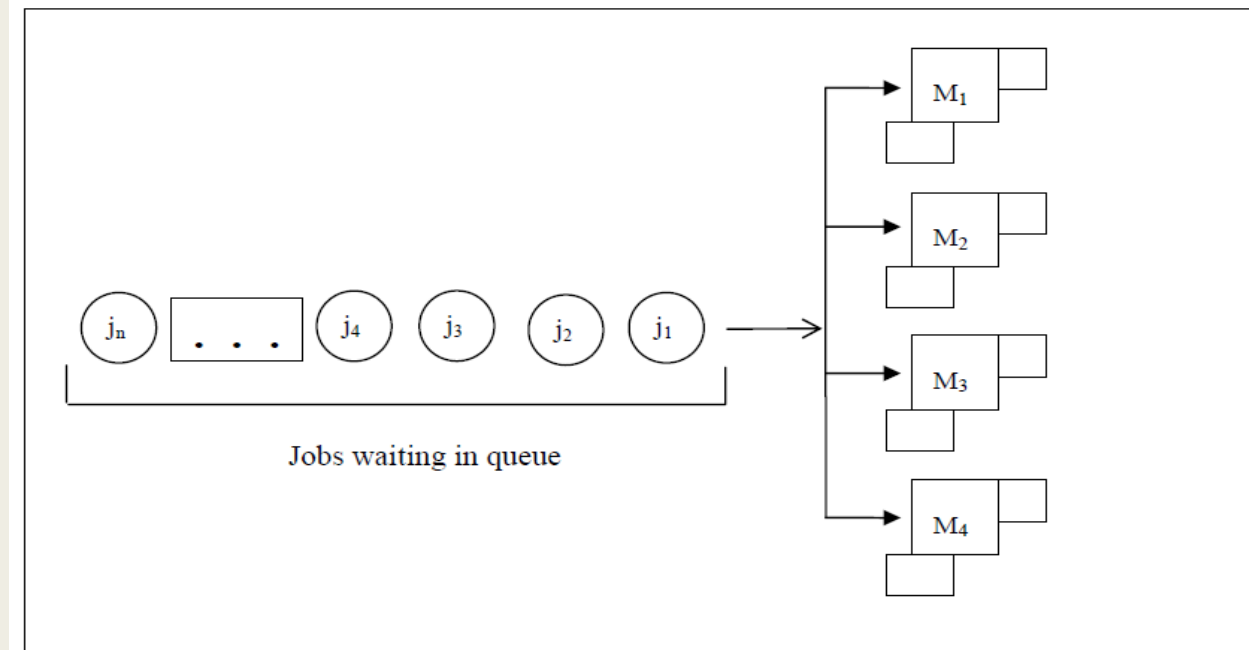
İşlerin ve Makinaların Sayısına Göre

- Tek makineli çizelgeleme
- Paralel makine çizelgeleme
- Akış tipi çizelgeleme
- Atölye tipi çizelgeleme



Tek makineli çizelgeleme ortamı

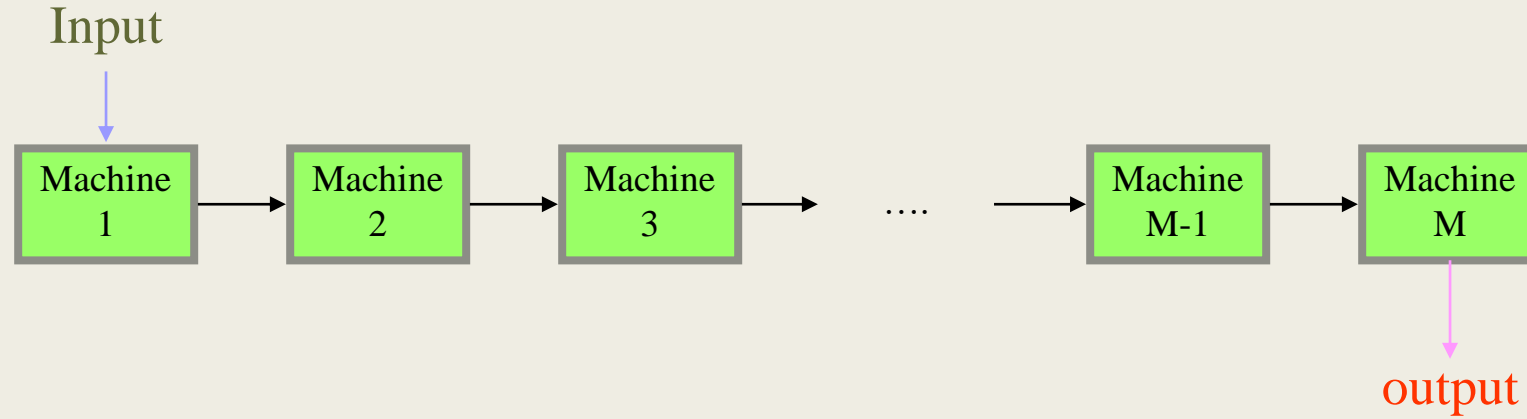
<https://goo.gl/images/o8ME5m>



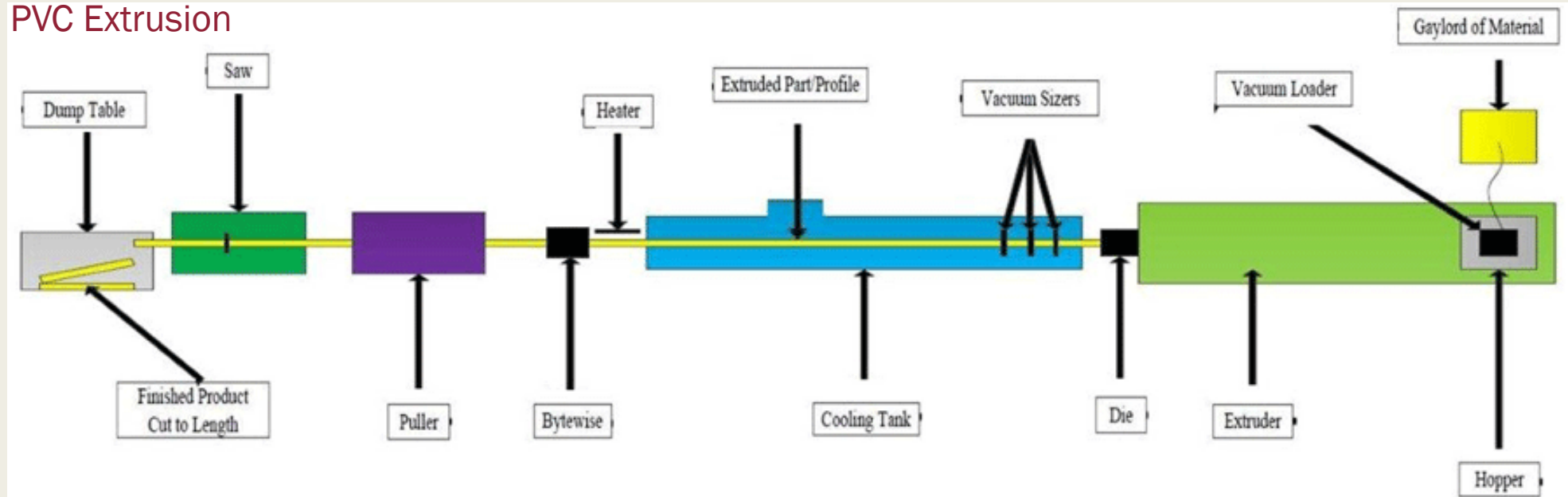
Paralel makineli çizelgeleme ortamı

Akış Tipi Üretim (Flow-shop)

İşlerin rotaları aynıdır (akış tek bir yöndedir).

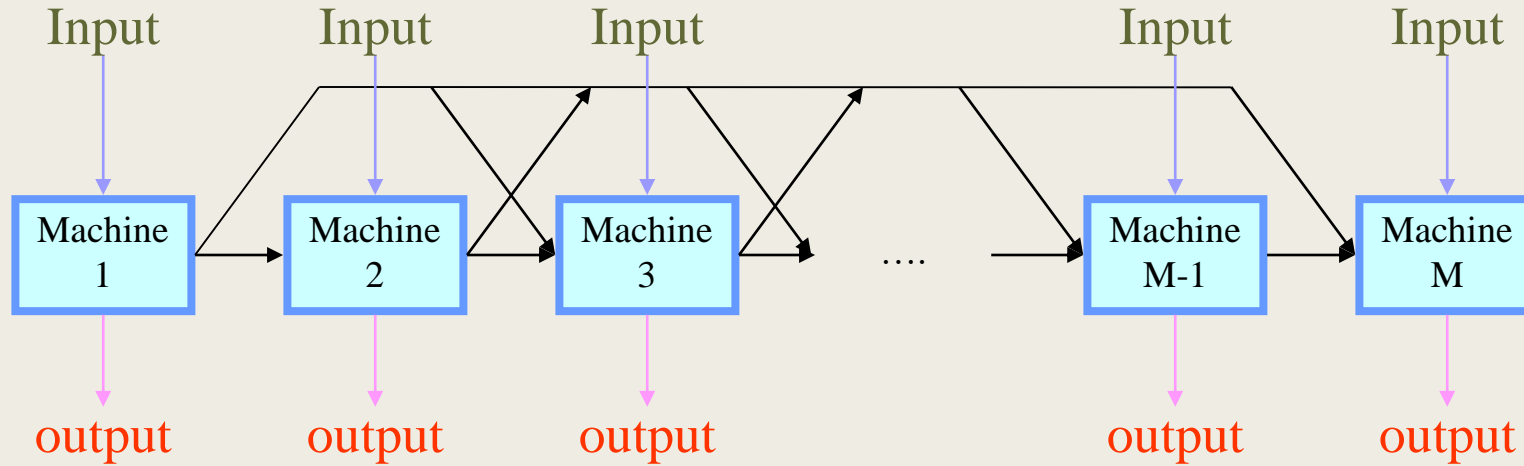


PVC Extrusion

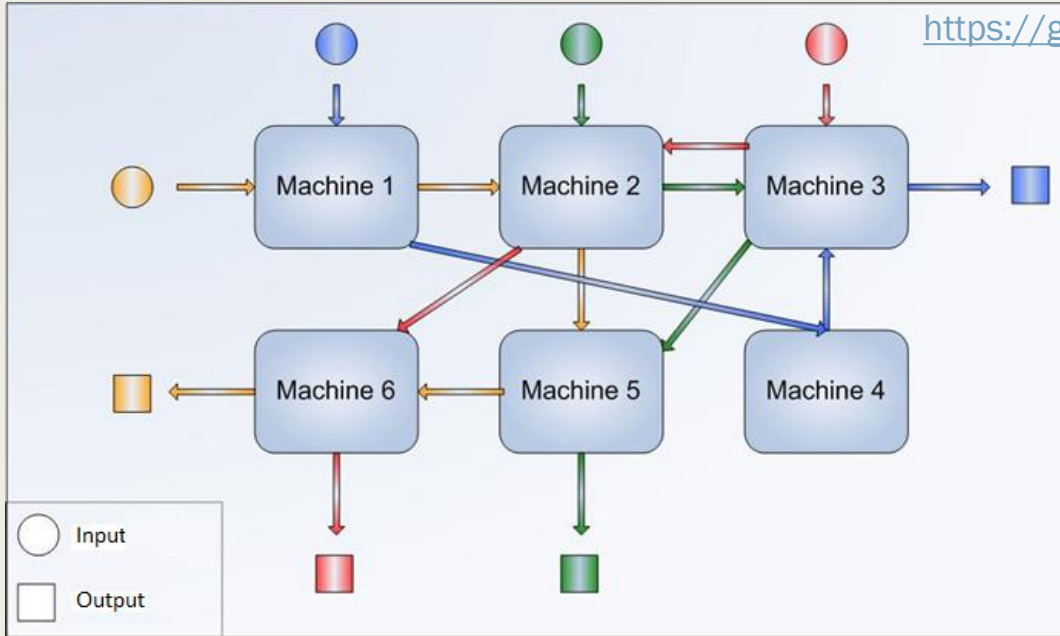


Atölye Tipi Üretim (Job-shop)

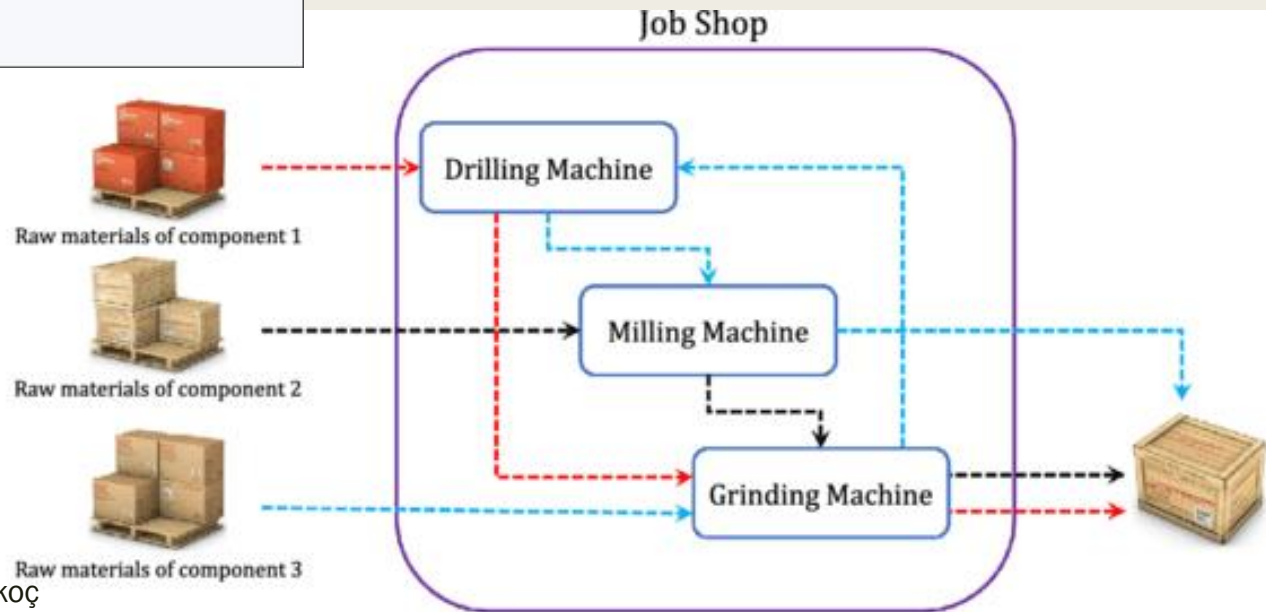
Her iş farklı bir rota izler.



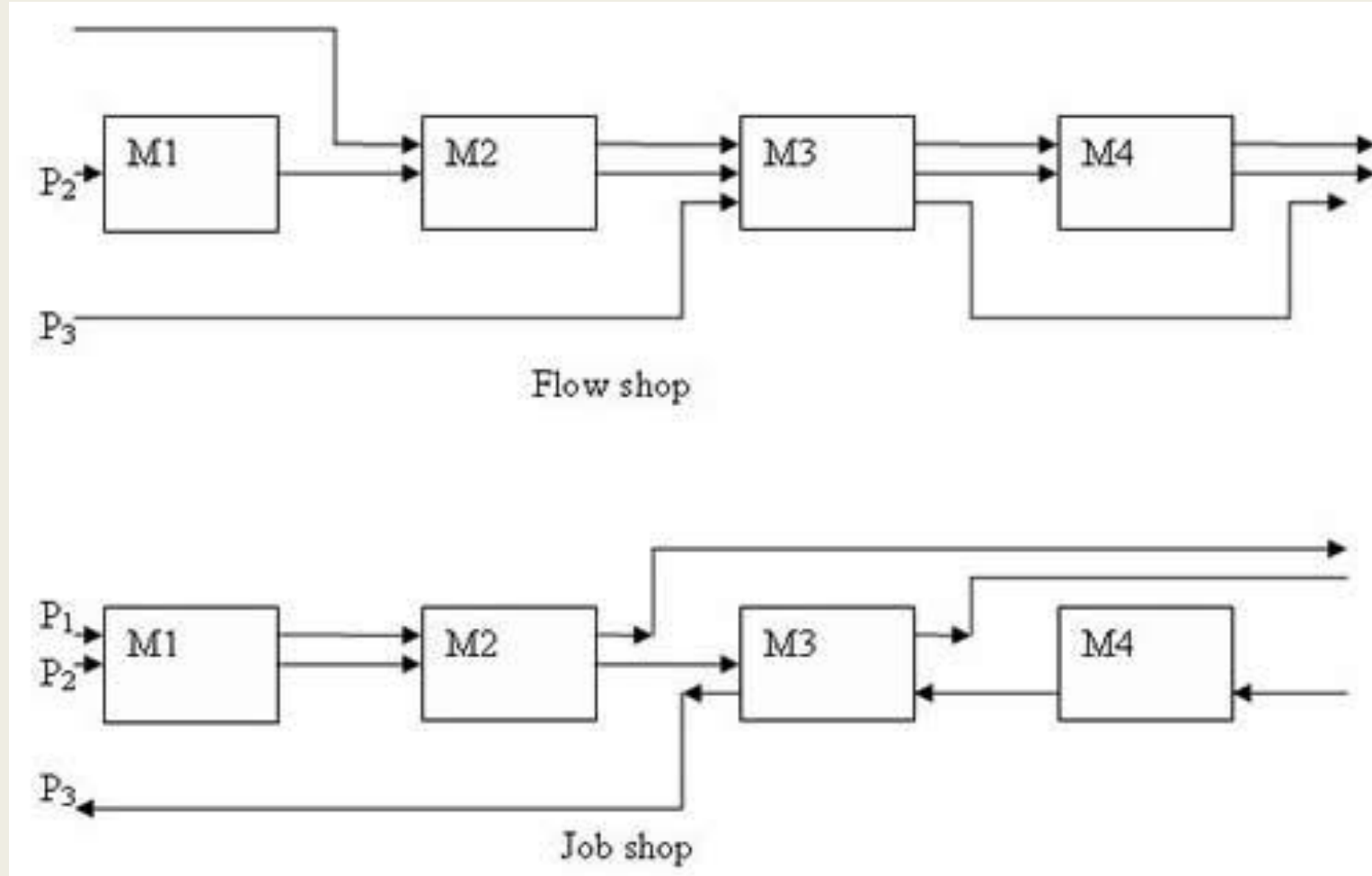
Atölye Tipi Üretim (Job-shop)



<https://goo.gl/images/5ur3p9>



Flow-Shop vs. Job-Shop



Statik/Dinamik Çizelgeleme

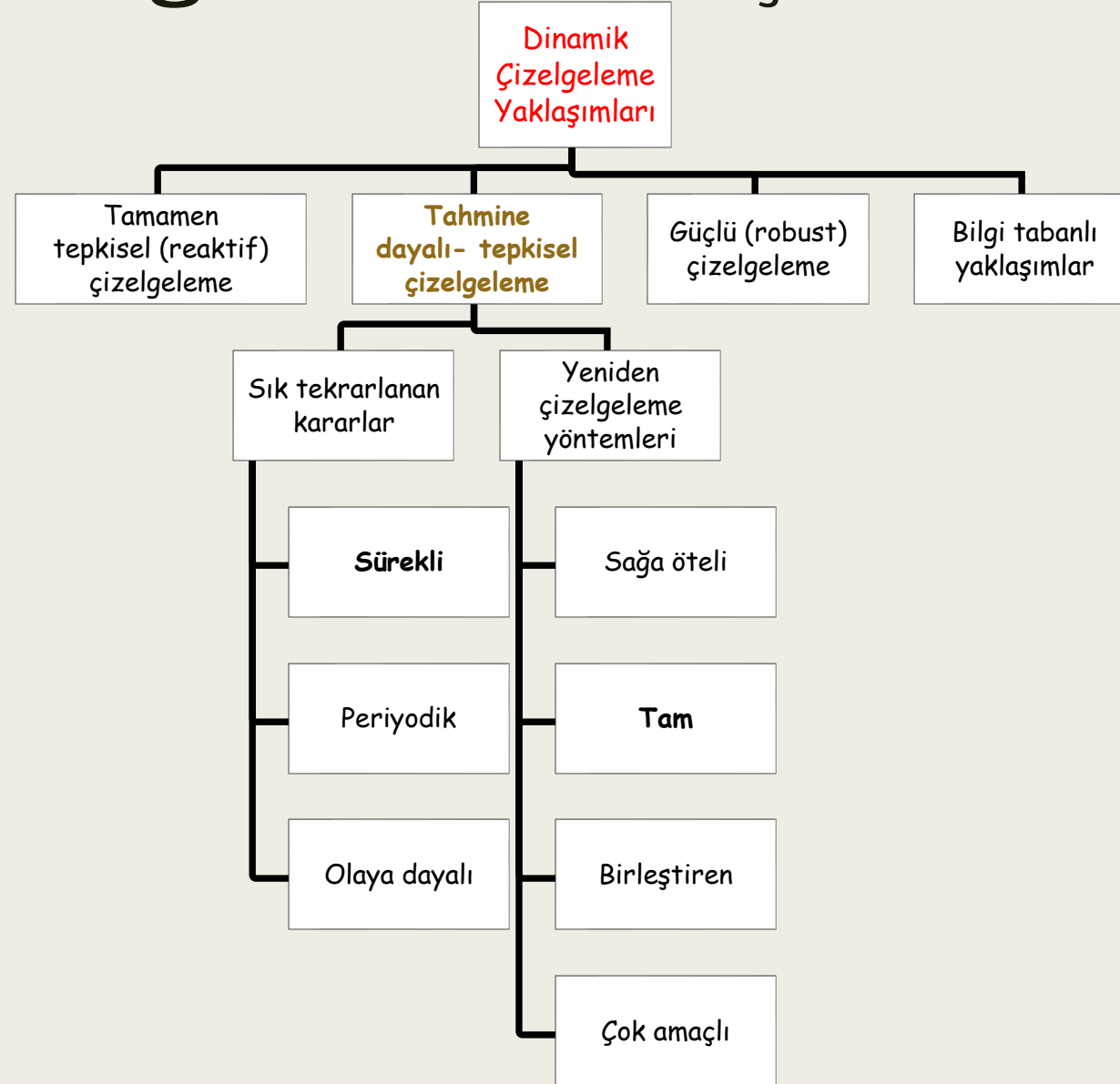
Statik Çizelgeleme

- Sonradan iş gelişi yok
- Belirsizlik yok

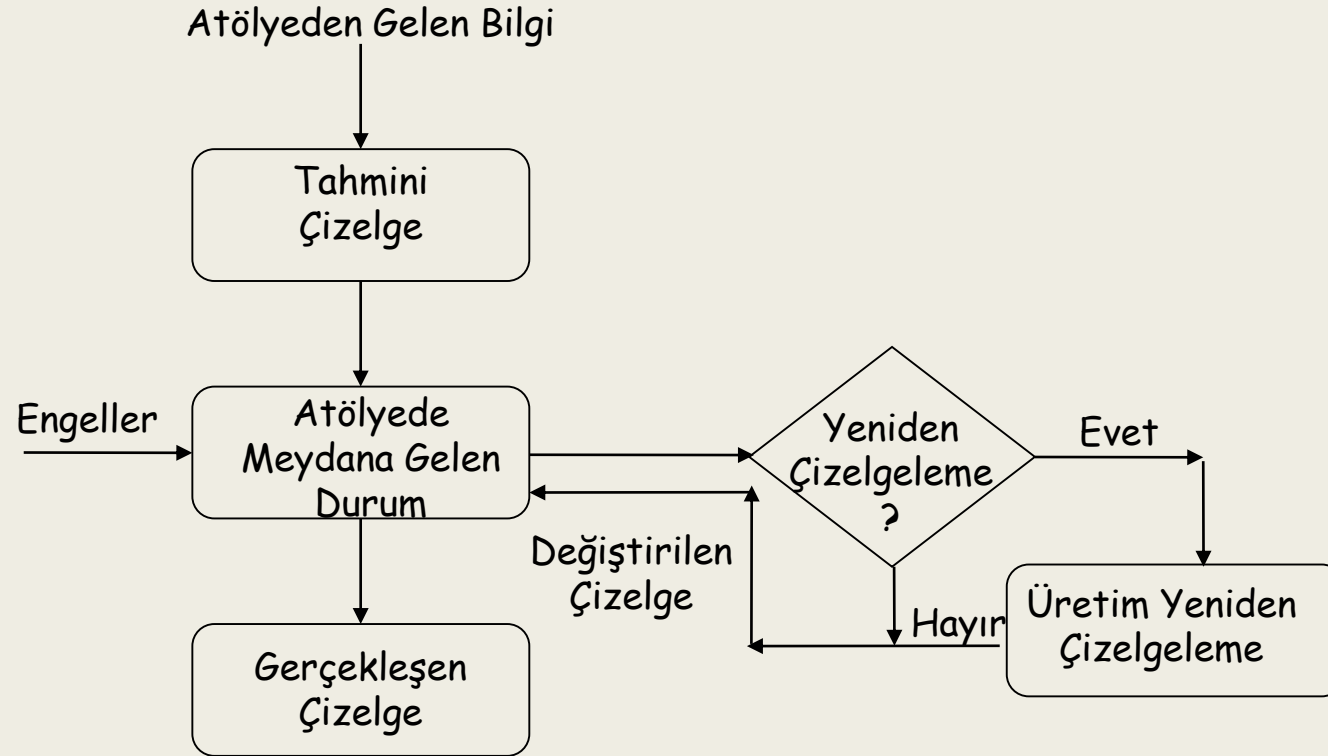
Dinamik Çizelgeleme

- Rastsal iş gelişleri
- İşlem sürelerinde değişkenlik
- Makine arızaları
- Teslim tarihinde değişiklik
- Sipariş iptali
vb. tahmin edilemeyen olaylar

Dinamik Çizelgeleme Yaklaşımları



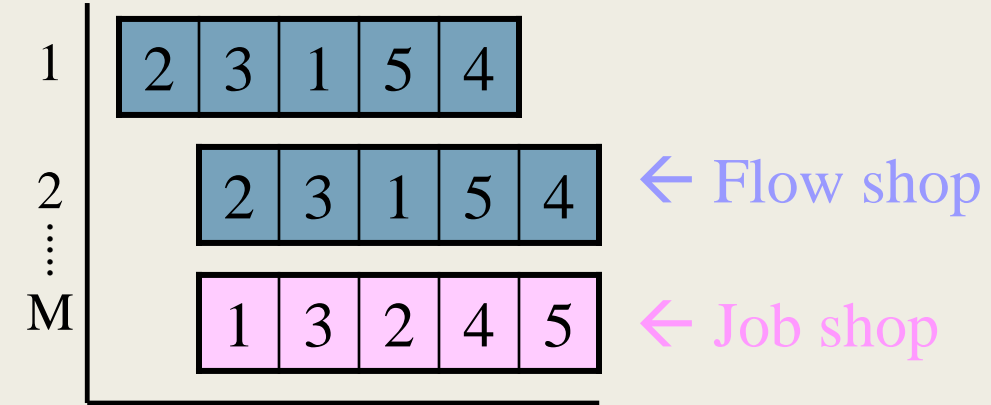
Tahmine dayalı / reaktif çizelgeleme süreci



Çizelgeleme probleminin zorluğu

- M adet farklı makine mevcut
- Her iş tüm makinelerde işlem görmekte yani M adet operasyona sahip
- N adet iş sistemde operasyon ihtiyacı var
- İş i 'nin operasyonları:
($i,1$) - ($i,2$) - ($i,3$) - ... - (i,m)
- Eğer iş i için makine k da işlem yoksa,

$$P(i,j) = 0$$



$n!$ - flow shop permutasyon çizelge

$n!.n! \dots n!$ - Job shop

$$\underbrace{(n!)^m}_{\text{or } \frac{(n!)^m}{k}} \quad k : \text{constraint} \quad (\because \text{routing problem})$$

Varsayımlar

- ✓ Sıralanacak işler başlangıçta tümüyle bilinmektedir.
- ✓ İşlem süreleri belirlidir ve uygulandıkları sıradan bağımsızdır.
- ✓ Bir işlem tamamlanmadıkça o tezgâhta başka bir işlem başlatılamaz.
- ✓ Bir tezgahta başlatılan bir işlem, bitinceye dek aralıksız sürdürülür.
- ✓ Tezgahlarda arıza vb. bir nedenle durma söz konusu değildir.

Varsayımlar

- ✓ Tezgâhlar arası taşıma süreleri, işlem süreleri içinde düşünülür ve bu süreler taşıma şeklinden bağımsızdır.
- ✓ Her işin rotası belirlidir.
- ✓ İşlerin bitirilmesi için belirlenmiş olan tarih, sonradan değiştirilemez.
- ✓ Her tip tezgahtan salt bir tane vardır.
- ✓ Her bir iş, bir tezgahta salt bir kez işlenebilir.
- ✓ Hiç bir rastgelelik yoktur.

Performans Ölçütleri

Tamamlanma zamanına dayalı performans ölçütleri

- En büyük akış süresi
- Ortalama akış süresi
- **En büyük tamamlanma zamanı (Yayılma süresi)**
- Ortalama tamamlanma zamanı
- Toplam ağırlıklı tamamlanma zamanı

Teslim zamanına dayalı performans ölçütleri

- En büyük gecikme
- Ortalama gecikme
- En büyük teslim gecikme süresi
- Ortalama teslim gecikme süresi
- Toplam ağırlıklı gecikme süresi
- Geciken iş sayısı

Stok ve makine kullanım maliyetine dayalı performans ölçütleri

- İşlenmek üzere makinelerde bekleyen ortalama iş sayısı
- Tamamlanmamış ortalama iş sayısı
- Tamamlanmış ortalama iş sayısı
- Süreçteki ortalama iş sayısı
- Ortalama makine boş zamanı
- En büyük makine boş zamanı

İş BEKLER
-
Makine BOŞ KALIR

Performans Ölçütleri

- **Akış süresi**: Bir iş ya da hizmetin iş istasyonunda harcadığı zamana akış süresi denir. Bu süre iş istasyonunda gerekli tüm hazırlıkların süreleri, işlem süresi, üretimler arasında geçiş için harcanan süre, makine bozulmalarında harcanan süre, girdi tükenmesinden kaynaklı gecikme süreleri gibi sürelerin toplamıdır.

Akış süresi

= İşin tamamlanma süresi + İşin istasyona gelmesinden beri geçen süre

Performans Ölçütleri

- Literatüre bakıldığında yapılan çalışmaların genellikle;
 - *toplam veya ortalama tamamlanma zamanı,*
 - *toplam gecikme,*
 - *geciken iş sayısı,*
 - *toplam erken-geç tamamlanma maliyetinin minimize edilmesini amaçladığı görülmektedir.*

Notasyon

<i>Processing time (p_j)</i>	The amount of processing required by job j
<i>Release date (r_j)</i>	The time at which job j is available for processing
<i>Due date (d_j)</i>	The time at which the processing of job j is due to be completed
<i>Completion time (C_j)</i>	The time at which the processing of job j is finished

Quantitative measures for evaluating schedules are usually functions of job completion times. Two important quantities are:

<i>Flowtime (F_j)</i>	The time job j spends in the system: $F_j = C_j - r_j$
<i>Lateness (L_j)</i>	The amount of time by which the completion time of job j exceeds its due date: $L_j = C_j - d_j$
<i>Tardiness (T_j)</i>	The lateness of job j if it fails to meet its due date, or zero otherwise: $T_j = \max\{0, L_j\}$

Notasyon

Yukarıdaki terimler arasında geçen;

- L_j ; siparişin teslim edilmesi plânlanan d_j zamanından önce veya sonra bitmesi durumunu belirten bir ölçüdür.
 - $(L_j < 0)$ olması işin erken bittiğini gösterir, yâni bir gecikme yoktur ve iyi bir servis durumu sözkonusudur.
 - $(L_j > 0)$ olması ise, gelişmenin kötü olduğunu, yâni bir gecikmenin bulunduğunu gösterir.
- Diğer bir deyişle L_j , gecikmenin gelişme seyrini gösteren bir büyüklük olarak nitelendirilebilir.
- Performansın değerlendirilmesi açısından gecikmenin değerlendirilmesi ve mâliyete bağlanması daha uygundur.
- Bu bakımdan pozitif değere sahip olan gecikme önem taşır ve L_j yerine T_j değişkeni kullanılır.

Notasyon

- ✓ Terimler, tezgâh sayısı birden fazla olduğu zaman değişiklik gösterir ve kullanılan her tezgâh için ayrı ayrı tanımlanır.
- ✓ Örneğin P_{kj} ; k tezgâhında yapılacak j işinin işlem süresini gösterir.
 C_{kj} ; k tezgâhında yapılan j işinin tamamlanma zaman noktasını gösterir.
- ✓ Diğer değişkenler de benzer şekilde düşünülür ve hesaplamalar da bu yeni duruma göre, yâni tüm tezgâhlar düşünülerek yapılır.
- ✓ m ; kullanılan tezgah sayısı olmak üzere, örneğin yayılma süresi şu şekilde hesaplanır:

$$M = \text{Enb} \{C_{kj} \mid (j=1,2,\dots,n), (j=1,2,\dots, m)\}$$

Notasyon

Total flowtime: $F = \sum_{j=1}^n F_j$

Total tardiness: $T = \sum_{j=1}^n T_j$

Maximum flowtime: $F_{\max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{F_j\}$

Maximum tardiness: $T_{\max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{T_j\}$

Number of tardy jobs, or the total unit penalty: $U = \sum_{j=1}^n \delta(T_j),$

where $\delta(x) = 1$ if $x > 0$ and $\delta(x) = 0$ otherwise

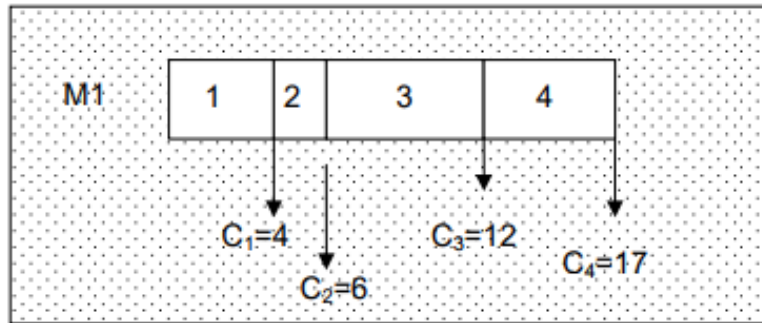
Maximum completion time: $C_{\max} = \max_{1 \leq j \leq n} \{C_j\}$

The following table contains data pertaining to $1||\bar{F}$ problem.

Job (j)	1	2	3	4
p_j	4	2	6	5

i) Numerical Order Sequence (1-2-3-4)

Using the numerical or natural order sequence, the schedule is shown using Gantt chart below.



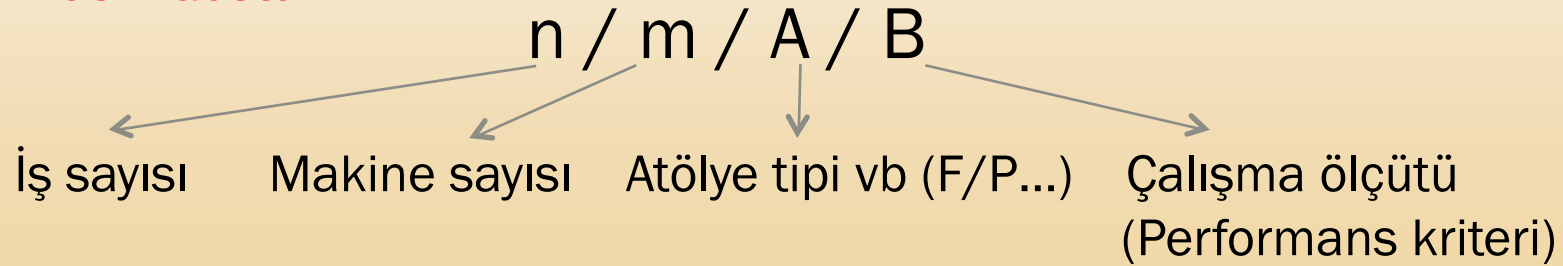
Gantt chart for numerical order sequence.

The waiting times for all the jobs is computed as shown in the following table

Job (j)	p_j	S_j	C_j	W_j	F_j
1	4	0	4	0	4
2	2	4	6	4	6
3	6	6	12	6	12
4	5	12	17	12	17

Problem gösterimi

Klasik Gösterim:



Modern Gösterim:

$$FFs \mid r_j \mid \sum W_j T_j$$

Bu gösterimde iş ve makine sayıları yoktur. Hepsi çalışma esaslı da olabilmektedir.

Kaynaklar

- Principles of Sequencing and Scheduling, Kenneth R. Baker, Dan Trietsch, John Wiley & Sons, New Jersey, 2009.
- Algorithms for Sequencing and Scheduling, Ibrahim M. Alharkan, King Saud University.
- Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems, Michael Pinedo, Springer, 2012.
- Üretimde Sıralama ve Çizelgeleme Ders Notları, Yrd.Doç.Dr. A. Ayça Supçiller, Pamukkale Üniversitesi, 2014.
- İş Sıralama ve Çizelgeleme Ders Notları, Prof.Dr. Hüseyin Başlıgil, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2013.
- Üretim Çizelgeleme Ders Notları, Yrd.Doç.Dr. Mert Topoyan, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2017.
- Üretim ve Servis Sistemlerinde Planlama ve Çizelgeleme, Yad. Doç. Dr. Zehra Kamışlı Öztürk, Anadolu Üniversitesi, 2012