

İŞ ÇİZELGELEMESİ - I -

Feray ODMAN ÇELİKÇAPA*

Bugünkü rekabetçi piyasa ortamında üretim açısından etkin çizelgeleme politikası seçimi çok önemlidir. Basit bir üretim çevresinde bile pazarın talebine uyum sağlamak ve tesisi etkin bir biçimde bu talebe uygun olarak yönlendirmek sorun olmaktadır. Üretim yöneticileri ve yöneylem araştırmacıları 1950'li yıllardan beri bu konuda çalışma yapmaktadırlar.

Klasik çizelgeleme teorisinin başarısı çoğu üretim çevrelerinde yetersiz kalmaktadır. Üretim çizelgeleme ve tesisi yükleme işlemi çok az işletmede birinci derecedeki hat yöneticileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Çoğu sektörde bu görev vardiya liderleri, formenler gibi üretim elemanlarına verilmiştir. Bu kişilerin çoğunun ise klasik çizelgeleme teorisi hakkındaki bilgisi kısıtlıdır ve hatalı çizelgeleme politikalarının işletmenin genel performansı üzerindeki etkisi araştırılmamaktadır.

1. KLASİK ÇİZELGELEME TEORİSİ

Genel bir çizelgeleme modeli şu şekilde ifade edilebilir: n işler $\{J_1, J_2, \dots, J_n\}$ ve m makine $\{M_1, M_2, \dots, M_m\}$. Makinelerin alt seti herhangi bir işi yapacak makine kümelerinden oluşur. Aynı iş için makinelerin sıralaması bazı işler için aynı veya tüm işler için aynı olabilir. J_i işinin M_j makinesinde gerçekleştirilmesi işlem olarak tanımlanır ve G_{ij} sembolü ile gösterilir. Her G_{ij} işlemi için t_{ij} ile ifade edilen işlem süresi sözkonusudur. Buna ek olarak J_i işinin bitiş tarihi (r_i) ve J_i işinin müşteriye teslim tarihi (d_i) olabilir. Bu çerçevede belli bir optimal performans ölçüsüne ulaşabilmek için en uygun çizelge araştırılır.

* Yrd. Doç. Dr.; Uludağ Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Üretim Pazarlama Bilim Dalı

Çizelgeleme teorisinde belli varsayımlar sözkonusudur¹:

- Makinelerin bozulmayacağı kabul edilir.
 - Belli bir sürede her makinede ancak bir iş yapılır.
 - Herhangi bir iş belli bir sürede ancak bir makinede gerçekleştirilir.
- Bütün işlerin hazırlık süreleri sıfırdır ve her iş işlem için beklemektedir.
- Her işleme başlanır ve bitirilir.
 - Hazırlık süreleri çizelgeden bağımsızdır ve işlem süresinin içine dahil edilmiştir. İşlem süreleri ve teknolojik kısıtlamalar bilinmektedir.

Klasik çizelgeleme teorisi planlama çerçevesi veya süresi içinde ortaya çıkabilecek sorun veya çizelgenin uygulanabilirliğini araştırmaz. Karar alma kısa dönemde statik ve deterministik niteliktedir.

1967 yılında Conway çizelgeleme problemleri için sınıflama yapmıştır ve bu sınıflama diğer araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. A/B/C/D sınıflamasını büyük bir problem seti için genişletebiliriz²:

- A- İşlerin sayısı herhangi bir tam sayı, n
 - B- Makinelerin sayısı herhangi bir tam sayı, m
 - C- Akış şekli ve diğer teknolojik ve yönetim kısıtları
- Olası değerler şunlardır:
- I | I: Tek makine
 - J: İş atölyesi
 - F: Akış atölyesi
 - O: Açık atölye
 - F, perm: Değiştirilebilir akış atölyesi
 - k-paralel: paralel makineler
 - J, k-paralel: Her aşamada k paralel makineler ile oluşturulmuş iş atölyesi
 - J: Farklı başlangıç süreleri olan işler
 - Str: Seri işler
 - Prec: Öncelikli kısıtlar
 - Prmt: Bazı mamüllerin önce üretilmesine izin verilmekte
 - Unit: Birim işlem süresi
 - Eq: Tüm işler için eşit işlem süresi
 - Depend: Bağlı işler
 - Setup: Sıralamaya bağlı olarak hazırlık süreleri
- D- Optimize edilecek kriter

1 B.L. Maccarthy, J. Liu; "Optimization and Heuristic Methods in Production Scheduling", *International Journal of Production Research*, Vol: 31, No: 1, 1993, s. 60.

2 A.g.e., s. 65.

Conway'ın notasyonu imalatçılar ve programlama araştırmacıları tarafından bilinmekte ve kullanılmaktadır. Bu şekilde çizelgeleme problemleri kısa bir şekilde ve sembollerle ifade edilmektedir. Örneğin $n/m/i/C_{max}$ iş, m makine ve toplam üretim süresinin maksimizasyonu olarak anlaşılmaktadır.

Ayrıca yukarıda kullanılan iş atölyesi bir işin gerçekleştirilebilmesi için belli spesifik bir rotanın varlığını, akış atölyesi her iş için birbirine benzer akış olduğunu ve açık atölye ise herhangi bir iş için belirgin bir akış şekli olmadığını ifade etmektedir.

2. ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİ ÇÖZMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Çizelgeleme problemlerini çözmeye kullanılan yöntemler; optimal yöntemler, sayısal optimal yöntemler ve heuristik yöntemler şeklinde üç grupta incelenebilir.

Optimal yöntemler; problem değişkenlerinin (işler ve makineler) oluşturduğu polinom fonksiyonu için optimal çözümün araştırılması ve belli bir programlama kriterine göre optimal çizelgeye ulaşılması amaçlanır. Tablo 1'de görüldüğü biçimde bu yöntemler spesifik ve kısıtlı problemler için geçerlidir. Algoritmaların kullanımında iş sayısının çok olduğu problemlerde optimal çözümlere ulaşılabilir. Ancak bu algoritmalarda belirtilen durumlara tek makine ve basit akış atölyesi problemlerinde rastlanır.

Tablo: 1
Temel Problemlerde Kullanılan Optimal Yöntemler

Problem	Yöntem	Referans
$n/1//\sum C_i$ (i işinin tamamlanma süresi)	SPT kuralı	Smith (1956)
$n/1//\sum w_i C_i$ (w_i işinin bekleme süresi)	WSPT kuralı	Smith (1956)
$n/1//L_{max}$ veya T_{max} (L ve T_i işinin gecikme süresi)	EDD kuralı	Jackson (1955)
$n/1//NT$ (geciken işlerin sayısı)	Moore algoritması	Moore (1968)
$n/1//k$ -paralel/ F (i işinin akış süresi)	Hodgson etkinlik uygulaması	Baker (1974)
$n/2//F/C_{max}$	Johnson'ın algoritması	Johnson (1954)
$n/3//F/C_{max}$	alternatif uygulama	Kusiak (1986)
$n/2//F/C_{max}$	Johnson'ın algoritması	Chow (1989)
ve $n/3//F/C_{max}$	Johnson'ın algoritması	Johnson (1954)
$n/2//J/C_{max}$		Frech (1982)
$n/2//O/C_{max}$		Gonzalez ve Sahni

Sayısal optimal yöntemler genellikle matematiksel programlama formülasyonuna göre dal-sınır yöntemi ile eleme niteliğindedir. Dal-sınırdaki düğümlerin seçimi karar stratejisine göre değişmektedir. Tablo 2'de temel problemlerde kullanılan yöntemler yer almaktadır.

Tablo: 2
Temel Problemler için Sayısal Optimal Yöntemler

Problem	Yöntem	Referans
$n/1/\sum y_i (C_i)$	dinamik programlama	Held ve Karp (1962)
$n/1/\sum w_i T_i$	dal-sınır	Shwimer (1972)
$n/2/F/C$	dal-sınır	Ignall ve Schrage (1965)
$n/3/F/C_{max}$	dal-sınır	Ignall ve Schrage (1965) Lomnicki (1965)
$2/m/J/C_{max}$	grafiksel yöntem	Akers (1956)
$2/m/J/C_{max}$	dinamik programlama	Szwarc (1960)
$n/3/F/C_{max}$	IP formülasyonu	Wagner (1959)
$n/m/F, per/C_{max}$	dal-sınır	Jageweg (1978)
$n/m/F, perm/C_{max}, F$	MIP formülasyonu	Stafford (1978)
$n/m/F, perm/C_{max}$	eleme yöntemi	Smith ve Dudek (1967)
$n/m/J/C_{max}$	MIP formülasyonu	Greenberg (1968)

Heuristik yöntemler veya kural temeline dayalı çizelgeleme için geliştirilmiş algoritmalar Tablo 3'te görülmektedir. Tablo incelendiğinde bunların gelişiminin 1970'li yıllardan sonra hızlandığı gözlenmektedir. Bunun nedeni ise bu yıllardan sonra gerçek zamanlı çizelgeleme ve dinamik çizelgeleme kavramlarının ortaya çıkmasıdır. Bu konu çalışmanın daha sonraki bölümlerinde incelenecektir.

Tablo: 3
Temel Problemler için Heuristik Yöntemler

Problem	Referans
$n/1/T$	Wilkinson ve Irwin (1971) Fry (1989)
$n/1/k\text{-paralel}/C_{max}$	Baker (1974)
$n/m/F/C$	Krone ve Steiglitz (1974)
$n/m/F/C_{max}$	Widmer ve Hertz (1989)
$n/m/J/C_{max}$	Adams (1988)

Yukarıdaki tablolarda belirtilen yöntemler incelendiğinde herhangi bir çizelgeleme için birden fazla algoritmanın kullanılabilceği görülmektedir. Ancak en uygun algoritmanın seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler şunlardır:

- Etkinlik veya optimallik: Optimallik değeri biliniyorsa buna uygun çizelge geliştirmek kolaydır. Ancak karmaşık problemlerde kaynaklarla ilgili kısıtlamalar sonucu optimal değere ulaşabilmek için ayrıntılı analiz gerekebilir.

- Randıman: Basit algoritmalarda matematiksel ifadeler kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Karmaşık algoritmalarda ise bilgisayar kullanılabilir.

3. İŞ ÇİZELGELEMESİ MODELİ

İş atölyeleri genellikle çeşitli ürünlerin üretildiği fabrika ortamı olarak tanımlanmaktadır ve fonksiyonel alanlara göre organize edilmektedir. Örneğin bir makine atölyesinde torna tezgahları birlikte ve karıştırıcılar başka bir yerde bulunmaktadır. Değişik iş çeşitleri sözkonusudur ve her işin atölye içinde belli bir rotası veya akışı vardır.

İş atölyesinde çizelgeleme konusunu açıklamadan önce akış ve açık atölye kavramlarına açıklık getirmekte yarar vardır. Akış atölyesinde her işin birbirine benzer bir akışı söz konusudur. Açık atölyede ise hiç bir işin belirli bir akışı yoktur. Bu nedenlerden dolayı iş atölyelerinde çizelgeleme diğerlerine göre daha güçtür. Pratikte tüm sistemin yüklemesi tahminen gerçekleştirilebilir ve bu tahminler fonksiyonel alanlara göre kapasite, iş gücünün planlanmasında kullanılabilir. Ancak işlerin çeşitliliğinden dolayı, bazı işlerin çizelgelemesi zordur. Standart bazı ürünlerin üretildiği bazı atölyelerde üretilen ürünler stoklanarak iş yükü azaltılabilir.

Bir iş bir kaç bölümden oluşan müşteri siparişidir ve görev ise ilgili işin gerçekleştirilebilmesi için yapılan işlemdir. Özetle iş belirli bir sıradaki görev kümesinden oluşur. Bir işi çizelgelemek, bu işin gerçekleşeceği alanı ve görevlerin başlangıç sürelerini belirlemektir. Yöneticilerin işi çizelgelemesi için sıralama, işlem süresi, müşteri teslim tarihi, gecikme veya erken teslim uygulamaları ile ilgili bilgilere sahip olması gerekir.

Aşağıda belirtilen varsayımlar iş atölyesi ortamını açıklamaktadır³:

- İşler işlem sırası şeklinde sipariş verilir.
- Her makinede bütün işgörenler eşit olarak etkinlik gösterir.

3 S. Kondakçı, R. Gupta; "An Interactive Approach for a Dual Constraint for Job Shop Scheduling", *Computer Industrial Engineering*, Vol. 20, No: 3, 1991, s. 294.

- Bir makinede işlem başladığında diğer işleme kadar önce başlayan işlem tamamlanır.
- Servis sırasında makine bozulursa o sırada gerçekleştirilen iş hatalı olarak kabul edilir.
- Servis süresi ile hazırlık süreleri birbiri ile ilişkili değildir.
- Nakil süreleri ihmal edilir.

Bir dönerli çizelge periyodik olarak değişen, yeni ve tamamlanmış işleri kapsayan programdır. İş atölyesi ortamı çizelgelerin zamanla değişimini zorunlu kılar ve çizelgenin doğruluğu kısa dönem için daha fazladır.

Çizelgelemede çeşitli hareket kuralları vardır ve bu kurallar son dakikada kesinlik kazanabilir. Bu kurallardan bazıları ilk giren ilk çıkar, en erken teslim tarihi, en kısa veya en uzun işlem süresi, son giren ilk çıkar, az veya çok iş bırakma, toplam iş, en az toplam iş, en az işlem bırakma, boş süre boş/geri kalan işlemler, bir sonraki sıradaki işler, en az indeks gibi kurallardır. Bu kurallara göre çizelgeleme süreci başlatılır. Hareket kurallarının kontrolü atölyenin performansını belirler.

İş atölyesinin kontrolünde bilgi sistemleri önemli rol oynar. Etkin bir bilgi sistemi içinde müşterilerle yakın ilişki gerekmektedir. Ayrıca planlama personelinin de bu bilgi sistemi içinde yer alması zorunludur. Kontrol sisteminin etkinliği için uyulması gereken anahtar kurallar arasında şunlar sayılabilir:

- Kaynakların değişimi en az düzeye indirilmelidir.
- Gerçekçi teslim tarihleri belirlenmelidir.
- Stok miktarlarını azaltmak için atölyeye işlerin girişi kontrol edilmelidir.
- Çizelgelemedeki değişimler etkin bir bilgi sistemine dayanarak ve ilgili kişilerce gerçekleştirilmelidir.

4. DETERMİNİSTİK İŞ ÇİZELGELEMESİ MODELİ

Bir iş atölyesi, n işten oluşan $J = \{J_1, \dots, J_n\}$ iş kümesinin m makineden oluşan $M = \{M_1, \dots, M_m\}$ makine kümesi tarafından üretiminin gerçekleştirildiği bir bileşimdir.

Her $J_i \in \{1, \dots, n\}$ işi için;

- iş bitiş tarihi R_i ,
- siparişin müşteriye teslim tarihi D_i ,
- üretim işlemi w_i , yani her makinede harcanan zaman ve q_i işi için

izlenmesi gereken makinelerin sırasını kapsayan zaman bilinmektedir. Ji için bir tane işlem zamanı vardır. Ji makine yükleme dengesine ve/veya en az maliyetli işlem rotasına göre seçilir. Ki, Ji işinin izlediği makinelerin üretim işlem uzunluğudur.

$K = 1, 2, \dots, ki$ için;

$Mi, k \in M$ Ji'nin k'inci dolaştığı makinedir.

Pi, k Mi, k makinesinde Ji işi için harcanan süredir. S çizelgesi zaman içinde noktaların kümesidir.

$\theta_i, k(S) \quad i = 1, \dots, n; \quad k = 1, \dots, ki.$

burada Mi, k makinesinde Ji işi başladığında $\theta_i, k(S)$ geçerlidir.

Aşağıda belirtilen 1,2,3 durumları oluştuğunda S geçerlidir⁴.

$$\theta_i, k(S) + P_i, k \leq \theta_i, k + 1(S); \quad i = 1, \dots, ki - 1 \quad (1)$$

Bu eşitsizlikler her işlem siparişi ve makineye işin giriş süresinin bir öncekinin makineyi terk ediş süresinden büyük veya eşit olması durumunda makinelerin dolaşıldığını garanti eder.

$$[\theta_i, k(S), \theta_i, k(S) + P_i, k] \cap [\theta_j, l(S), \theta_j, l(S) + P_j, l] = \phi \quad (2)$$

İkinci ilişki her makinenin zaman içinde bir işi gerçekleştirdiğini belirtir.

$$\theta_i, l(S) \geq R_i; \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

Son eşitsizlikler ise Ji'nin üretimini iş bitiş tarihinden önce başlayamayacağını gösterir.

E uygun çizelgeler kümesidir. $S^* \in E$ için;

$$T(S^*) = \text{Min} [T(S)]$$

$$S \in E$$

n

$$T(S) = \sum_{i=1}^n T_i(S) \text{ ve}$$

$$i = 1$$

$$T_i(S) = \text{Max} [0, C_i(S) - D_i] \text{ dir.}$$

$C_i(S)$, S çizelgesi uygulandığında Ji'nin tamamlanma süresidir. Bir başka ifadeyle, Q'ya ilişkin işlerin toplam gecikme süresi burada minimize edilmiştir.

Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmenin bir atölyesine ait 23 değişik işlerin rotası aşağıdaki gibidir:

4 C. Chu: "A Splitting-up Approach to Simplify Job-Shop Scheduling Problems", *International Journal of Production Research*, Vol: 30, No: 4, 1992, s. 860.

- 1 nolu iş: 2-5-8-9-14-17-18-21-23
- 2 nolu iş: 3-6-8-9-14-16-17-18-21-23
- 3 nolu iş: 2-5-8-9-14-16-17-18-21
- 4 nolu iş: 2-5-8-9-14-16-17-18-21
- 5 nolu iş: 2-5-8-9-14-16-17-18-21
- 6 nolu iş: 2-5-8-9-14-16-17-18-23
- 7 nolu iş: 3-6-8-9-14-17-18-21-23
- 8 nolu iş: 2-5-8-9-10-14-15-17-21
- 9 nolu iş: 3-6-8-9-10-14-15-17-21
- 10 nolu iş: 2-5-8-9-10-14-17-21
- 11 nolu iş: 2-5-8-9-10-14-15-17-21
- 12 nolu iş: 4-7-9-10-14-15-17-20
- 13 nolu iş: 4-7-8-9-10-14-15-17-20-22
- 14 nolu iş: 2-5-9-10-14-15-17
- 15 nolu iş: 2-5-8-9-10-14-15-17
- 16 nolu iş: 1-5-8-9-14
- 17 nolu iş: 2-5-8-9-14
- 18 nolu iş: 2-6-8-9-14-19
- 19 nolu iş: 2-6-8-9-14-19
- 20 nolu iş: 1-5-8-9-14
- 21 nolu iş: 2-5-8-9-14
- 22 nolu iş: 8-9-10-11-12-13-14-15-17
- 23 nolu iş: 2-5-8-9-14-21

Yukarıdaki veriler işletmenin üretim raporlarından ve üretim müdürünün bilgilerinden yararlanılarak elde edilmiştir. Rotaları gösteren sayılar atölyede bulunan makinelerin kodlarıdır ve bunlar incelendiğinde bazı makinelerde yığılmanın daha çok olduğu gözlenmektedir. Atölyedeki işlemler ayar, sarma, yıkama, ısıl işlem, taşlama, iç veya dış pah, kumlama, band sıcak blok veya soğuk blok, ölçme, tampon baskı şeklinde on ana bölümden oluşmaktadır. Ancak üretilen ürünlere göre bu işlemler için değişik makineler kullanılmaktadır. İşlerde en çok yığılmanın olduğu bölüm ise taşlamayı yapan makineler kısmında ortaya çıkmaktadır.

İşletmenin beş yıllık haftalık üretim raporları incelendikten sonra, işlem süreleri hesaplanmıştır. Zaman etüdü ile ölçülen süreler normal süre olarak alınmış ve üretim raporlarından elde edilen minimum, maksimum sürelerde kötümser ve iyimser süre olarak kabul edilerek aşağıdaki işlem süreleri bulunmuştur.

Tablo: 4
İşlem Süreleri

İŞLER	İŞLEM SÜRELERİ (5000 adet ürün üretebilmek için gerekli saat cinsinden süreler)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 (1001)	5.9	5.3	0.9	2.2	20.6	3.0	5.4	3.3	4.1	-
2 (1002)	4.8	4.6	0.9	2.0	19.3	7.4	2.6	5.2	3.4	3.6
3 (1017)	5.0	5.0	0.2	3.0	20.3	8.2	2.9	5.3	3.4	-
4 (1018)	5.4	3.0	0.9	1.5	19.1	8.2	2.2	5.6	5.6	2.0
5 (1021)	5.5	3.4	1.0	2.4	15	7.2	4.1	5.4	3.1	-
6 (1022)	5.0	3.2	0.5	2.7	11	12	2.7	5.8	3.2	-
7 (1044)	5.0	3.6	1.0	2.2	14	2.7	5.3	3.2	3.0	-
8 (3001)	4.8	3.3	0.2	0.5	0.4	11.3	5.0	1.3	3.2	-
9 (3002)	5.2	2.2	0.2	0.5	0.3	11.3	5.0	1.1	3.3	-
10 (3070)	4.9	2.6	0.2	0.9	0.9	18	1.8	4.0	-	-
11 (3087)	4.2	2.0	0.2	0.6	0.6	13	5.2	1.6	4.6	-
12 (3092)	5.3	4.7	1.5	1.0	21.0	5.0	2.0	13.7	-	-
13 (3140)	5.7	5.6	0.9	1.8	1.3	28.0	5.4	1.8	15.7	4.0
14 (30v2)	4.9	1.7	0.5	0.5	11.2	5.0	1.2	-	-	-
15 (30v2)	4.7	1.8	0.2	0.5	0.5	11.3	4.9	1.1	-	-
16 (4105)	3.0	2.2	0.2	0.4	11.2	-	-	-	-	-
17 (4108)	2.9	2.3	0.2	0.4	11.6	-	-	-	-	-
18 (4112)	3.2	2.4	0.2	0.4	12.4	3.6	-	-	-	-
19 (4118)	3.0	2.6	0.2	2.6	16.4	0.4	6.8	6.4	-	-
20 (4121)	2.8	2.6	0.1	0.3	10	-	-	-	-	-
21 (7001)	4.8	2.4	0.2	0.5	9.7	-	-	-	-	-
22 (8001)	1.0	3.5	2.4	3.0	8.0	4.5	3.2	3.9	3.5	-
23 (9038)	4.6	1.5	0.2	0.5	6.2	3.1	-	-	-	-

Üretim miktarları bazında işlerin ağırlıklarına göre sıralanması ise şu şekildedir: 5, 6, 4, 3, 22, 2, 1, 8, 9, 12, 11, 13, 23, 21, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 19, 7, 10. Tüm bu veriler bilgisayarda QS programı kullanılarak iş çizelgelemesi yapıldığında değişik heuristik kurallara göre elde edilen maksimum tamamlama süresi (MTS), ağırlıklı ortalama tamamlanma süresi (AOTS), maksimum bekleme süresi (MBS), ağırlıklı ortalama bekleme süresi (AOBS), ağırlıklı ortalama gecikme (AOG), ağırlıklı ortalama aksama (AOA), ortalama süreçteki işlemler (OSI) aşağıdaki gibidir.

Tablo: 5
İş Çizelgesi Sonuçları

HEURİSTİK KURALLAR	MTS	AOTS	MBS	AOBS	AOG	AOA	OSI
En kısa işlem süresi	358	154	288	118	154	154	10
En uzun işlem süresi	338	217	315	181	217	217	15
Rassal	355	182	301	146	182	182	12
İlk giren ilk çıkar	334	199	318	164	199	199	14
Son giren ilk çıkar	337	205	321	169	205	205	14
En az iş kalması	358	156	288	156	156	156	10
En çok iş kalması	334	214	318	179	214	214	15
Toplam iş	331	212	312	176	176	176	15
En az toplam iş	358	159	288	123	159	159	10
En az işlem kalması	355	166	301	130	160	160	11
En erken tes. süresi	334	199	318	164	199	199	14
Boş süre	334	214	318	179	214	214	15
Boş süre / kalan işlem	338	205	318	169	205	205	14
En az indekse göre	337	189	303	153	189	189	13
PERFORM. KRİTERLERİ							
MTSmin	331	197	314	197	197	197	14
AOTSmin	355	172	301	136	172	172	11
MBSmin	347	178	296	143	178	178	12
AOBSmin	353	173	299	137	173	173	11
AOGmin	358	172	288	136	172	172	11
AOAmin	358	172	288	136	172	172	11
OSImin	353	177	299	141	177	177	12
OMKmax	331	188	314	151	188	188	13

Tablo 5'de görülebileceği gibi deterministik iş çizelgeleme modellerinde çok sayıda alternatif iş çizelgesi geliştirilmektedir. Bu çizelgelerden de çizelgeleme kümeleri elde edilmektedir. Yöneticiler ise bu çizelgelerden amaçlarına en uygun olanını seçebilmektedir. Ayrıca bu çizelgelere tam anlamıyla uyulamamaktadır. Bunun nedeni ise araya giren özel siparişler ve müşteriler olabilmektedir. Bu çizelgelerin yararı ise yöneticilerin müşteriye teslim süresini belirtirken ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alli, A.M.; "A Heuristic Njobs/M-Machines Scheduling Algorithm", Computers Industrial Engineering, Vol. 17, No. 1-4, 1989.
- Bolat, A., Yano, C.A.; "Scheduling Algorithms to Minimize Utility Work at a Single Station on a Paced Assembly Line", Production Planning and Control, Vol. 3, No. 4, 1992.
- Chu, C., Portman, M.C., Proth, J.M.; "Splitting Up Approach to Simplify Job Shop Scheduling Problems", International Journal of Production Research, Vol. 30, No. 4, 1992.

- Imtiaz, A., Fisher, W.W.;** "Due Date Assignment, Job Order Release and Sequencing Interaction in Job Shop Scheduling", Decision Sciences, Vol. 23, 1992.
- Kondakçı, S., Gupta, R.M.;** "An Interactive Approach for A Dual Constraint Job Shop Scheduling Problem". Com. Ind. Engng., Vol. 20, No. 3, 1991.
- Kubiak, W.;** "A Pseudo-polynomial Algorithm for a Two-machine No Wait Job Shop Scheduling Problem", European Journal of Operational Research, 43, 1989.
- McCarthy, B.L., Liu, J.;** "Addressing the Gap in Scheduling Research: A Review of Optimization and Heuristic Methods in Production Scheduling", Int. Jour. of Prod. Res., Vol. 31, No. 1, 1993.
- Roundy, R., Maxell, W., Herer, Y.T.;** "A Price Directed Approach to Real Time Scheduling of Production Operations", IEE Transactions, Vol. 23, No. 2, June 1991.