

Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Y.2002, C.7, S.2 s.285-298.

GRUP TEKNOLOJİSİ HÜCRELERİNİN TASARIMI VE AMAÇ PROGRAMLAMA YAKLAŞIMININ UYGULANMASI

Dr.Ediz ATMACA*

ÖZET

Yapılan çalışmada, bir makina fabrikası için, grup teknolojisi yöntemlerinden birisi olan derece sıralama ve kümeleme tekniği uygulanarak, parça ve makina aileleri belirlenmiştir. Çalışılan sistem için varsayım ve öncelikler belirlenerek, parça ve makina aileleri için çok amaçlı üretim planlama modeli hazırlanmıştır. Hazırlanan amaç programlama modeli QS paket programı kullanılarak çözülmüş, herbir parça ailesinden üretilecek miktarlar belirlenmiştir.

In this study, rank-order-clustering technique which one of the group technology method is applied and part and machine family are determined in machine factory. The hypothesis and priorities that are based in working system, the multi-objective production planning model are prepared for part and machine families. Goal programming model is solved by QS software and production quantity of part family is planned duration.

Grup Teknolojisi, Çok Amaçlı Karar Verme, Amaç Programlama.
Group Technology, Multi-objective Decision Making, Goal Programming

1.GİRİŞ

Grup Teknolojisi(GT), hücresele üretim sistemlerinin kurulması sırasında ortaya çıkan, üretim yönetimi felsefesi şeklinde tanımlanmaktadır. GT, parçaları tasarım ya da üretim benzerliklerine göre gruplandırmakta ve sözkonusu parça ailesinin üretimi için gerekli makinaları belirleyerek hücreleri oluşturmaktadır. Hücreler belirlendikten sonra, bu hücrelere uygun bir yerleşim düzenlemesi ile parça aileleri işlenerek, iş parçası akışları basitleştirilebilir. Böylece üretimde hazırlık süreleri ve süreçteki stoklar da mümkün olduğunca azaltılabilir.

Üretilen parçaların tasarım ya da üretim özelliklerine göre gruplandırılması, daha sonra bu parça gruplarının işleneceği makinaların

* Gazi Üniversitesi .Müh.Mim.Fak.Endüstri Müh.Böl.

belirlenmesi ile parça-makina gruplarının oluşturulmasına dayanan grup teknolojisi, çok çeşitli mamulün küçük partiler halinde üretildiği atölyelerde, hücre tipi üretim tarzı ile, sorunlara köklü çözümler getirmektedir. GT uygulaması ile, üretim hattına yeni girecek bir mamulün üretilmekte olan benzerlerinin sağlamış olduğu bilgiden yararlanılması mümkün olmaktadır. Böylece tasarım, planlama ve denetim sorunları en aza indirilebilmektedir.

GT'de en önemli aşama şüphesiz ki, parça ailesi ve makina hücrelerini etkin bir şekilde oluşturmaktır. Bu konudaki ilk çalışmalar 1963'de Burbidge tarafından yapılmıştır(Burbidge, 1963). 1972 yılında Mc Auley(Mc Auley, 1972), 1973'de Carrie(Carrie, 1973), 1975'de Rajagopalan ile Batra(Rajagopalan and Batra, 1975), 1975 yılında Purcheck(Purcheck, 1975) tarafından grup teknolojisi hücrelerini oluşturmada kullanılan birçok kümelenme yöntemi geliştirilmiştir. Bunların amacı, daha etkin GT hücrelerini elde etmek olmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları matris esaslı kümelenme teknikleridir. Bu tekniklerle doğrudan, makina-parça ilişki matrisi üzerinden gruplamalara gidilir. King tarafından geliştirilen ROC(Rank Order Clustering–Derece Sıralama ve Kümeleme) algoritması bunlar arasında en tanınmışdır(King, 1980). Bu teknik, makina-parça matrisinin kurulmasından sonra bu matrisin anadiyagonal üzerinde gruplar oluşturma esasına dayanır.

Yapılan çalışmada, bir makina fabrikası için işleme göre yerleşimin neden olduğu sorunları azaltacak GT uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılan fabrikada çok sayıda ürün üretilmektedir. Ancak bütün ürünlerin incelenmesinin getireceği zaman yükünü azaltmak amacıyla, üretimin karakteristiklerini temsil edecek bir ürün seçilmiş ve çalışma bu ürünün alt parçaları için gerçekleştirilmiştir. Derece sıralama ve kümeleme algoritması kullanılarak, parça ve makina aileleri oluşturulmuştur. Hazırlanan amaç programlama modeli çerçevesinde, bu parça aileleri için belirlenen dönemde üretilecek miktarlar bulunmuştur.

2. GT HÜCRELERİNİN BELİRLENMESİ

Uygulama için 6 parça ve 10 makina seçilmiştir. Seçilen parçalar, üretilecek olan parça grubu içinden rassal olarak alınmıştır. Seçilen parçalar için işlem sıraları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Parça-İşlem Sırası

Parça No	Parça-İşlem Sırası (Makina kodları)
1	1-6-3
2	4-8-9
3	10-5-3
4	1-2-7-1
5	2
6	5-7-5

Gruplama için derece sıralama ve kümeleme metodu seçilmiştir. Yöntemin işlem sırası şu şekildedir:

1. Parça-makina ilişki matrisinde her sütuna sağdan sola doğru, satırlara ise aşağıdan yukarı doğru ikili düzende birer sıra numarası verilir.

2. Her satırın elemanı sıra derecesi ile çarpılarak toplanır(Aynı işlemler sütunlar içinde tekrarlanır).

3. Satırlar ağırlık derecelerine göre yeniden numaralandırılarak sıralanır(Aynı işlemler sütunlar içinde uygulanır).

4. “1” sayılarının diyagonal etrafında toplanması için işlemler tekrarlanır.

Tablo 1’de verilen veriler kullanılarak, parça-işlem sıra matrisi(rota matrisi) hazırlanmıştır. Matris Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Parça-İşlem Sıra Matrisi

Makinalar Parçalar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Tablo 2’ye göre, eğer parçalar makinalarda işlem görürse matriste “1” değerini alır. Aksi durumda “0” değerini alır. Yöntemin işleyiş sırasına göre 1.sırada , sütun ve satırlara ikili düzende birer sıra numarası verilmiştir. Uygulama örneğimizdeki sütun sıra dereceleri $2^9, 2^8, 2^7, 2^6, 2^5, 2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0$ olarak sıralanmıştır. Satır sıra dereceleri ise $2^2, 2^2, 2^2, 2^2, 2^1, 2^0$ olarak gösterilmiştir. Satır ve sütun sıra dereceleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Sıra Dereceleri Matrisi

		2	2	2	2	2	2	2	2	2 ¹	2 ⁰
	Makinalar Parçalar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
2	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
2	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2 ¹	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ⁰	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Yöntemin 2. işlem sırasında, her satırın elemanı sıra dereceleri ile çarpılarak toplanır. Sıra dereceleri satır elemanları ile karşılıklı olarak çarpılıp toplandığında ilgili satırın ağırlık dereceleri bulunur. İlk satır ‘‘1010010000’’ elemanıdır. Satır ağırlığı ise $(1) 2^9 + (0) 2^8 + (1) 2^7 + (0) 2^6 + (0) 2^5 + (1) 2^4 + (0) 2^3 + (0) 2^2 + (0) 2^1 + (0) 2^0 = 656$ 'dir.

Yapılan bu işlem bütün satır elemanlarına uygulandığında Tablo 4'deki gibi değerler bulunur.

Tablo 4. Satır Ağırlıklarının Bulunması

		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ¹	2 ⁰	
	Makinalar Parçalar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	656
2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	70
2	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	161
2	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	776
2 ¹	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256
2 ⁰	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	40

Yapılan bu işlem sütun elemanlarına da uygulandığında Tablo 5'deki değerler bulunur.

Tablo 5. Sütun Ağırlıklarının Bulunması

		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 ¹	2 ⁰	
	Makinalar Parçalar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
2	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	
2	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
2 ¹	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 ⁰	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
		48	40	20	2	5	16	33	2	2	4		

Yöntemin işlem sırasına göre diyagonal grupların elde edilmesi için satır ve sütuna uygulanan işlemler, ikinci adımdan itibaren tekrarlanır. Sonuçta aynı tablonun elde edilmesiyle iterasyona son verilir. Çözüm matrisi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Çözüm Matrisi

Makinalar Parçalar	1	2	7	3	6	5	10	4	8	9
4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Tablo 6'dan hareketle parça ve makina grupları oluşturulmuştur. Tablo 7'de bu gruplama gösterilmiştir.

Tablo 7. Parça ve Makina Grupları

Parça Grup No	Parçalar	Makina Grubu
1	4-1-5-6-3	1-2-7-3-6-5-10
2	2	8-4-9

3. AMAÇ PROGRAMLAMA MODELİNİN UYGULANMASI

Derece sıralama ve kümeleme algoritması yardımıyla oluşturulan parça gruplarından üretilecek miktarların belirlenmesi için Amaç Programlama Modeli hazırlanmıştır. Model varsayımları ve formülasyonu aşağıda verilmiştir.

3.1. Model Varsayımları

- Her bir parça grubu 1 ya da daha çok işlemden oluşmaktadır.
- Parça grupları rassal ve ardarda işlem görmektedir.
- Herbir makina aynı anda tek bir işlem yapabilmektedir.
- Parça gruplarının işlenmeleri esnasında beklemeler olmadığı kabul edilmektedir.
- Parça tipleri için işlemlerin sıraları ve süreleri bilinmektedir.
- Sistemde kullanılan taşıma araçlarının herbirinin palet olduğu varsayılmıştır.
- Planlama dönemi 1 yıl alınmıştır.
- 1.Parça grubu için dönemlik talep miktarı 525 adet, 2. Parça grubu için 437 adettir.

9. Yıllık normal mesai çalışma süresi 1600 saattir(Yılda 200 gün, günde 8 saatten hesaplanmıştır).

3.2. Modelde Kullanılan Notasyonlar

i: Makina numarası (j=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)

j: Parça grubu (i=1,2)

X_{ij} :j. parça grubunun, i.makinada normal mesaide üretilecek miktarı(adet/dönem).

XX_{ij} :j.parça grubunun, i.makinada fazla mesaide üretilecek miktarı(adet/dönem).

I_{ij} : j.parça grubunun, i.makinadaki işlem süresi(saat/adet)

K_i : i.makinanın maksimum kapasitesi(makina saat)

B_j : j.parça grubu için t dönemindeki talep miktarı(adet/dönem)

P_{ij} : j.parça grubunun, i.makinadaki işlemi için palet kullanım süresi(saat/adet).

TS_i : i.makina için paletlerin toplam mevcut kullanım süresi(saat/dönem)

BB_j : j.parça grubu için t döneminde normal mesaide üretilmesi istenen miktarlar (adet/dönem)

Amaçlar: 4 amaçlı olarak kurulan modelde amaçlar öncelik sırasına göre şu şekilde sıralanabilir:

1. öncelikli amaç, normal ve fazla mesailerdeki üretim miktarları en az talep düzeyi kadar olmalıdır.

$$\sum_{i=1}^7 (X_{ij} + XX_{ij}) \geq B_j, (j=1,2)$$

2.öncelikli amaç, fabrikanın belirlediği üretim kapasitesinin üzerine çıkılmaması amacıdır.

$$\sum_{j=1}^2 (I_{ij} \cdot X_{ij}) \leq K_i ; (i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)$$

3.öncelikli amaç, parça grupları için normal mesaide arzu edilen üretim hızlarına ulaşılmasını sağlar.

$$\sum_{i=1}^7 X_{ij} = BB_j, (j=1,2)$$

4.öncelikli amaç, planlama döneminde belirlenmiş palet kullanım sürelerinin dışına çıkılmaması amaçlıdır.

$$\sum_{j=1}^2 (X_{ij} + XX_{ij})P_{ij} \leq TS_i, (i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)$$

Modelde birden fazla amaca aynı anda ulaşılacak istendiğinden klasik doğrusal programlama teknikleri kullanılarak çözüm bulunamayabilir. Bu nedenle, belirlenen öncelikler dahilinde amaçlara ulaşımı sağlayan Amaç Programlama modeli, problemin çözümü için uygun olacaktır.

Modelde Amaç Programlamada kullanılan sapma değişkenlerinin ilave edilmesiyle birlikte Amaç programlama formülasyonu detaylı olarak aşağıda verilmiştir:

1.Amaç Kısıtında, Belirlenen dönemde parça gruplarına ait fazla mesai ve normal mesaide üretilecek toplam miktarın talebin karşılanması istenir.

$$\sum_{i=1}^7 (X_{ij} + XX_{ij}) + D_i^- - D_i^+ = B_j, (j=1,2)$$

D_i^- : Talebin karşılanması için amaç düzeyinin altında erişim

D_i^+ : Talebin karşılanması için amaç düzeyinin üzerinde erişim

2. Amaç Kısıtı, fabrikanın belirlediği üretim kapasitesinin üzerine çıkılmamasını sağlar.

$$\sum_{j=1}^2 (I_{ij} \cdot X_{ij}) + D_k^- - D_k^+ = K_i, (i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)$$

D_k^- : Kapasite için amaç düzeyinin altında erişim

D_k^+ : Kapasite için amaç düzeyinin üzerinde erişim

3.Amaç Kısıtında, 300 adet 1.parça grubunu, 400 adet 2.parça grubunu normal mesaide üretmek isteniyor.

$$\sum_{i=1}^7 X_{ij} + D_u^- - D_u^+ = BB_j, j=1,2$$

D_u^- : Parça gruplarından normal mesaide üretilecek miktarlar için amaç düzeyinin altında erişim.

D_u^+ : Parça gruplarından normal mesaide üretilecek miktarlar için amaç düzeyinin üzerinde erişim.

4.Amaç kısıtı, Fabrikanın belirlediği palet kullanım süresinin üzerine çıkılmamasını sağlar.

$$\sum_{j=1}^2 (X_{ij} + XX_{ij})P_{ij} + D_p^- - D_p^+ = TS_i, (i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)$$

D_p^- : Palet kullanım süresi için amaç düzeyinin altında erişim

D_p^+ : Palet kullanım süresi için amaç düzeyinin üzerinde erişim

$X_{ij}, XX_{ij}, I_{ij}, K_j, B_j, P_{ij}, TS_i, BB_j, D_k^-, D_k^+, D_l^-, D_l^+, D_u^-, D_u^+, D_p^-, D_p^+ > 0$ kısıtları altında,

Modelin Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min } Z = \{ D_l^+, D_k^-, D_u^+ + D_u^-, D_p^+ \}$$

Parça grupları için makinalardaki işlem süreleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Parça Grupları İçin Makinalardaki İşlem Süreleri

Parça Grubu Makina	1	2
1	0.90	-
2	0.76	-
3	1.20	-
4	-	0.65
5	0.76	-
6	0.59	-
7	1.2	-
8	-	0.79
9	-	0.68
10	0.59	-

Her bir parça grubu için palet kullanım süreleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Parça Grupları için Palet Kullanım Süreleri

Parça Grubu Makina	1	2
1	0.0450	-
2	0.0380	-
3	0.0600	-
4	-	0.0325
5	0.0380	-
6	0.0295	-
7	0.0600	-
8	-	0.0395
9	-	0.0375
10	0.0295	-

Yukarıdaki veriler kullanılarak, belirlenen öncelikler kümesi dahilinde, Amaç programlama modelinin açık yazılımı şu şekildedir:

$$\text{Enk Z1} = D_1^- + D_2^-$$

$$\text{Enk Z2} = D_3^+ + D_4^+ + D_5^+ + D_6^+ + D_7^+ + D_8^+ + D_9^+ + D_{10}^+ + D_{11}^+ + D_{12}^+$$

$$\text{Enk Z3} = D_1^- + D_1^+ + D_{14}^- + D_{14}^+$$

$$\text{Enk Z4} = D_1^+$$

- $$X11+ X21+X31+ X51+ X61+ X71+ X101+ XX11+ XX21+ XX31+ XX51$$
- $$+ XX61+ XX71 +XX101+ D_1^- - D_1^+ =525 \dots\dots\dots (1)$$
- $$X42+X82+X92+XX42+XX82+XX92+ D_2^- - D_2^+ = 437\dots\dots\dots (2)$$
- $$0.9X11+ D_3^- - D_3^+ = 1600 \dots\dots\dots (3)$$
- $$0.76X21+ D_4^- - D_4^+ = 1600\dots\dots\dots (4)$$
- $$1.2X31+ D_5^- - D_5^+ =1600 \dots\dots\dots (5)$$
- $$0.65X42+ D_6^- - D_6^+ =1600\dots\dots\dots (6)$$
- $$0.76X51+ D_7^- - D_7^+ =1600\dots\dots\dots (7)$$
- $$0.59X61+ D_8^- - D_8^+ =1600 \dots\dots\dots (8)$$
- $$1.20X71+ D_9^- - D_9^+ =1600\dots\dots\dots (9)$$
- $$0.79X82+ D_{10}^- - D_{10}^+ =1600 \dots\dots\dots (10)$$
- $$0.68X92+ D_{11}^- - D_{11}^+ =1600 \dots\dots\dots (11)$$
- $$0.59X101+ D_{12}^- - D_{12}^+ =1600 \dots\dots\dots (12)$$
- $$X11+X21+X31+X51+X61+X71+X101+ D_1^- - D_1^+ = 300\dots\dots\dots (13)$$
- $$X42+X82+X92+ D_{14}^- - D_{14}^+ =400 \dots\dots\dots (14)$$
- $$0.045(X11+XX11)+ 0.038(X21+XX21)+ 0.060(X31+XX31)$$
- $$+ 0.0325(X42+XX42)+ 0.038(X51+XX51)+ 0.0295(X61+XX61)$$
- $$+ 0.06(X71+XX71)+0.0395(X82+XX82)+ 0.0375(X92+XX92)$$
- $$+0.0295(X101+XX101)+ D_1^- - D_1^+ = 720 \dots\dots\dots (15)$$

Bütün değişkenler >0 ve doğrusal,

Şeklinde amaç programlaması modeli oluşturulur.

4. ÇÖZÜM SONUÇLARI

Amaç programlama modeli olarak hazırlanan modelin çözümünde sıralı amaç programlama yöntemi kullanılacaktır. Sıralı amaç programlama ile çözümde, amaçlar öncelik düzeylerine göre sıralanırlar. Birinci amaç daha yüksek önceliğe sahip olduğundan, problem önce birinci önceliği sağlamak üzere çözülür. Daha sonra ikinci öncelikli amacın sağlanmasına çalışılır. Birinci öncelikli amaçtan elde edilen sonuç(sapma değişkeni değeri), ikinci öncelikli amaca kısıt olarak ilave edilir. Dolayısıyla ikinci öncelikten elde edilen çözüm, birinci amacı da sağlamış olur. Model çözümü, son öncelikli amacın modele katılmasına kadar, iteratif olarak bu şekilde devam edecektir.

Model QS paket programı kullanılarak çözülmüştür. Çözüm sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Çözüm Sonuçları

Değişken	1.Çözüm Enk Z1	2.Çözüm Enk Z2	3.Çözüm Enk Z3	4.Çözüm Enk Z4
X_{11}	525	525	0	300
X_{21}	0	0	0	0
X_{31}	0	0	0	0
X_{51}	0	0	0	0
X_{61}	0	0	0	0
X_{71}	0	0	300	0
X_{101}	0	0	0	0
X_{42}	437	437	0	400
X_{82}	0	0	400	0
X_{92}	0	0	0	0
XX_{11}	0	0	0	225
XX_{21}	0	0	0	0
XX_{31}	0	0	225	0
XX_{51}	0	0	0	0
XX_{61}	0	0	0	0
XX_{71}	0	0	0	0
XX_{101}	0	0	0	0
XX_{42}	0	0	0	37
XX_{82}	0	0	37	0
XX_{92}	0	0	0	0
D_1^-	0	0	0	0
D_1^+	0	0	0	0
D_2^-	0	0	0	0
D_2^+	0	0	0	0
D^-	1127	1127	1600	1330
D^+	0	0	0	0
D_4^-	1600	1600	1600	1600

Değişken	1.Çözüm Enk Z1	2.Çözüm Enk Z2	3.Çözüm Enk Z3	4.Çözüm Enk Z4
D_4^+	0	0	0	0
D_4^-	1600	1600	1600	1600
D_5^+	0	0	0	0
D_6^-	1315	1315	1600	1340
D_6^+	0	0	0	0
D_7^-	1600	1600	1600	1600
D_7^+	0	0	0	0
D_8^-	1600	1600	1600	1600
D_8^+	0	0	0	0
D_9^-	1600	1600	1240	1600
D_9^+	0	0	0	0
D_{10}^-	1600	1600	1284	1600
D_{10}^+	0	0	0	0
D_{11}^-	1600	1600	1600	1600
D_{11}^+	0	0	0	0
D_{12}^-	1600	1600	1600	1600
D_{12}^+	0	0	0	0
D_{13}^-	0	0	0	0
D_{13}^+	225	225	0	0
D_{14}^-	0	0	0	0
D_{14}^+	37	37	0	0
D_{15}^-	682	682	671	682
D_{15}^+	0	0	0	0
Z4	0	0	0	<u>0</u>
Z3	0	0	<u>0</u>	0
Z2	0	<u>0</u>	0	0
Z1	<u>0</u>	0	0	0

Çözüm sonuçları incelendiğinde, dört amaçta da en küçüklemeye çalıştığımız sapma değişkenlerinin “0” değerini aldığını, amaçlardan sapmaların olmadığını görüyoruz. Yani dört amaca da aynı anda erişim gerçekleşmiştir. Bu ise ulaşılmak istenen sonuçtur.

Normal mesaide,1.parça grubundan, 1.makinada, 300 adet, 2.parça grubundan, 4.makinada, 400 adet üretilmektedir. Fazla mesai üretim miktarları ise, 1.parça grubundan, 1. makinada, 225 adet, 2.parça grubundan 4.makinada, 37 adettir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada, grup teknolojisi yöntemlerinden birisi olan derece sıralama ve kümeleme tekniği uygulanarak, parça ve makina grupları oluşturulmuştur. Parça gruplarından planlama döneminde üretilecek miktarların bulunması için bir üretim planlama modeli hazırlanmıştır. Modelde, karar vericiler açısından, birbirleriyle çatışan birden fazla amacın olması ve bu amaçlara aynı anda ulaşılmak istenmesi sebebiyle, klasik doğrusal programlama teknikleri kullanılarak çözüm yapılması yetersiz görünmektedir. Bu amaçla, model, çok amaçlı karar verme tekniklerinden birisi olan amaç programlama modeli haline dönüştürülerek, modelin çözülebilirliği gösterilmiştir. Hazırlanan amaç programlama modeli, işletmenin belirlediği amaçlar çevresinde oluşturulan önceliklerine göre farklı ve çatışan amaçları eniyilemeye çalışarak, planlama dönemi için üretim miktarları bulunmuştur.

İnsan faktöründeki azalış, otomasyondaki artış nedeniyle, problem alanlarının değişmesi, sistemde aynı anda ulaşılmak istenen amaçların artması sonucu, deterministik modeller, kuyruk ve benzetim en iyi çözüm arayışı içine girmişlerdir. İşte bu aşamada tek amaçlı doğrusal programlama veya tamsayılı doğrusal programlama yazılımlarını kullanabilen amaç programlama modeli, çok faydalı bir araç olabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Burbidge, J.L., “Production Flow Analysis”, Production Engineer, 42,12, s.742,1963.
2. Carrie, A.S., “Numerical Taxonomy Applied to Group Technology and Plant Layout”, Int. J.of Production Research, 11, 4, s.399-416, 1973.
3. King, J.R., “Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis:An Approach Using a Rank Order Clustering Algorithms”, Int.J.Prod.Res., Vol.18, No:2, 213-232, 1980.

4. Mc Auley, J., "Machine Grouping for Efficient Production", Production Engineer, 52, s.53-57, 1972.
5. Purcheck, G.F.K, "A Mathematical Classification As a Basis for Design of Group Technology Production Cells", Production Engineer, 54, s.35-48, 1975.
6. Rajagopalan, R., ve Batra, J.L, "Design of Cellular Production Systems, a Graph-Theoretic Approach, Int.J.of Production Research, 13, 6, s.567-579, 1975.