

BİR VİNÇ ATÖLYESİNDE İKİLİ VERİLERE DAYALI HÜCRE OLUŞTURMA YÖNTEMLERİYLE HÜCRELERİN OLUŞTURULMASI

Bülent BAŞARAN*
Feray ODMAN ÇELİKÇAPA**

ÖZ

Fonksiyonel yerleşim düzeninde faaliyet gösteren üretim işletmelerinde hücresele üretime geçiş belirli bir süreci gerektirir. Bu sürecin ilk aşaması hücrelerin uygun sayı ve büyüklükte oluşturulmasıdır. Hücrelerin oluşturulmasında parçaların üretim akışlarını gösteren ve ikili verilerden oluşan parça-makine görünüm matrisinden yararlanılabilir. Bu matriste parçalar ve makineler, satırlar ve sütunlarla temsil edilir. Bu ikili matris blok-köşegen matrise dönüştürülerek makine hücreleri ve parça aileleri belirlenir. Blok-köşegen matris oluşturmada birçok yöntem vardır. Bu çalışmada bir vinç atölyesinden elde edilen parça-makine görünüm matrisine bu yöntemlerden üçü uygulanmıştır. Sonuçta iki hücreden oluşan yeni bir yerleşim düzeni önerilmiştir. Çalışmanın amacı sunulan prosedürün benzer atölyeler için de izlenebilecek bir örnek teşkil etmesidir.

Anahtar Kelimeler: Hücre Oluşturma, Blok-Köşegen Matris, İstisnai Elemanlar, Tesis Yerleşim Düzeni.

FORMATION OF CELLS IN A CRANE SHOP BY THE BINARY DATA BASED CELL FORMATION METHODS

ABSTRACT

Manufacturing companies that activate on the functional layout need a specific procedure while switching to the cellular manufacturing. The first step in this procedure is formation of cells in the appropriate amount and sizes. The part-machine incidence matrix that consists of binary data and shows production flows of the parts can be used to form cells. Parts and machines are represented on rows and columns in this matrix. The machine cells and part families are determined by the transformation of this binary part-machine incidence matrix to the block-diagonal matrix. There are many methods to form a block-diagonal matrix. In this study, three of these methods have been applied to a part-machine incidence matrix that was gathered from a crane shop. As a result, it has been proposed that a new layout which consisted of two cells. The purpose of this study is to make this presented procedure as a traceable example for the similar shops.

Key Words: Cell Formation, Blok-Diagonal Matrix, Exaptional Elements, Facilities Layout.

GİRİŞ

Üretim akış analizi yardımıyla, bir iş atölyesi içerisinde üretilen tüm parçaların hangi makinelere uğrayarak üretildikleri tek bir matrisle gösterilebilir. Literatürde buna “parça-makine görünüm matrisi” denilmektedir. Şekil 1.(a) sütunları parçalardan, satırları makinelerden oluşan böyle bir matristir. Bir parça, bir makinede işlem görüyorsa o parça ve o makinenin matriste kesiştiği yerde “1”, işlem görmüyorsa “0” veya boşluk bulunur. Buna ikili (binary) gösterim şekli denir (Heragu, 1997: 281-285).

Şekil 1.(a)'daki parça-makine görünüm matrisinde parçaların ve makinelerin sıraları değiştirilip, yeni permütasyonlar oluşturularak, matris içerisindeki “1” girdilerinin belirli sayıda oluşacak gruplar içerisinde toplu halde bulunmaları sağlanabilir. Bunun sağlandığı bir oluşum Şekil 1.(b) matrisindeki gibi sol üstten sağ alt köşeye uzanan iki grup bloğudur. Buna “blok-köşegen matris”, bloklara da hücreler denir (Heragu, 1997: 281-285; Burbidge, 1975: 170-178). Şekil 1 (c)'deki gibi, hücrelerin dışında kalan bir “1” girdisine “istisnai eleman” denir (Won ve Lee, 2001: 2756). İstisnai elemanların karşılığı olan makine ve parçalara “darboğaz” makineleri ve parçaları denir (Won ve Lee, 2001: 2756; Mahdavi vd., 2000: 2914). Amaç mümkün olduğunca az istisnai elemanla hücreleri oluşturabilmektir. Satır ve sütunların permütasyonlarına dayalı olarak, günümüze değin zaman ve hesaplama açısından çabuk ve kolay çözümler üreten hücre oluşturma yöntemleri geliştirilmiştir (Miltenburg ve Zang, 1991: 44-72; Cheng vd., 1995: 86-97).

Şekil 1: Üretim Akışını Gösteren “Parça-Makine Görünüm Matrisleri”

	P1	P2	P3	P4	P5
M1	0	0	1	0	1
M2	1	0	0	1	0
M3	1	1	0	1	0
M4	0	0	1	0	1

(a)

	P1	P4	P2	P3	P5
M3	1	1	1	0	0
M2	1	1	0	0	0
M1	0	0	0	1	1
M4	0	0	0	1	1

(b)

	P1	P4	P2	P3	P5
M3	1	1	1	0	1
M2	1	1	0	0	0
M1	0	0	0	1	1
M4	0	1	0	1	1

(c)

Bir üretim atölyesinin hücresele üretime geçiş sürecinde, önce hücrelerin oluşturulması, sonra da hücrelerin düzenlenmesi problemi gündeme gelir. Bu çalışmada önce ikili verilere dayalı hücre oluşturma yöntemlerinden “sıra düzeni kümeleme (ROC)”, “benzerlik katsayısı (BK)” ve “bulanık c-ortalamalarının (FCM)” bir blok-köşegen matrisi oluşturmadaki adımları verilmektedir. İkinci olarak gerçek bir vinç üretim atölyesinden elde edilen üretim akış verileriyle bir parça makine görünüm matrisi elde edilmiş ve bu matrise bu yöntemler uygulanarak üç ayrı blok-köşegen matris oluşturulmuştur. Sonra bu blok-köşegen matrisler ışığı altında atölyenin, mevcut yerleşim düzeninin yerine iki hücreden oluşan yeni bir yerleşim düzenini uygulayabileceği bulunmuştur. Sonuç kısmın-

* Yrd. Doç. Dr. Bilecik Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

** Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

da ise bulguların genel bir değerlendirmesi ve ele alınan hücre oluşturma yöntemlerinin bazı üstün ve zayıf yanları karşılaştırılmıştır.

I. SIRA DÜZENİ KÜMELEME (ROC) YÖNTEMİ

“King” tarafından geliştirilen yöntemde algoritma adımları şöyledir (King, 1980: 219):

Adım 1: Başlangıç matrisinin her sütunu için her biri öncekinin iki katı olacak şekilde ağırlıklar atanır. Her sütun j ile ve ağırlıklar da W ile gösterilirse bu, denklem (1) ile hesaplanır.

$$W_j = 2^{m-j} \quad (1)$$

Adım 2: Satırlardaki “1” girdilerine karşılık gelen sütun ağırlıklarının toplamı satırların karşısına yazılır. Satırlara i , sütunlara j , matristeki ikili (“1”, “0”) girdilere a_{ij} ve ağırlık toplamlarına da TW_i denirse bu, denklem (2) ile hesaplanır.

$$TW_i = \sum_{j=1}^m 2^{m-j} a_{ij} \quad (2)$$

Adım 3: Satırlar TW_i değerlerinin azalan düzeninde yeniden sıralanarak her satır için her biri öncekinin iki katı olacak şekilde ağırlıklar atanır. Bu ağırlıklar denklem (3) ile hesaplanır.

$$W_i = 2^{n-i} \quad (3)$$

Adım 4: Sütunlardaki “1” girdilerine karşılık gelen satır ağırlıklarının toplamı sütunların karşısına yazılır. Bu ağırlık toplamlarına TW_j denirse bu, denklem (4) ile hesaplanır.

$$TW_j = \sum_{i=1}^n 2^{n-i} a_{ij} \quad (4)$$

Adım 5: Sütunlar TW_j değerlerinin azalan düzeninde yeniden sıralanır ve algoritma tekrarlanır. Belirli tekrardan sonra sonuç bir öncekiyle aynı çıkar. En iyi çözüme ulaşıldığı için algoritma durdurulur.

II. BENZERLİK KATSAYISI (BK) YÖNTEMİ

Hücrelerin oluşturulmasında kullanılan yöntemlerden en yaygın olanı BK yöntemidir. BK ölçüleri ise, kümeleme analizinde kullanılan yaygın uygulama şekillerindedir. Hücrelerin oluşturulmasındaki temel fikir, parçalar arasındaki benzerliklerin bulunmasıdır. Bu benzerlikleri bulacak en temel yöntem ise kümeleme analizidir.

Kümeleme analizi iki farklı adımdan oluşur: İlki, katsayı geliştirilmesi, ikincisi ise hücre oluşturma problemi için bir çözüm metodolojisinin geliştirilmesidir. Değişik amaçlar için, farklı araştırmacılar tarafından, farklı BK’ları geliştirilmiştir. Her BK, her tür hücre oluşturma problemi için uygun olmayabilir (Yin ve Yasuda, 2005: 474). BK’ları içerisinde en yaygın kullanılanı denklem (5)’te verilen “Jaccard” BK’dır (Islam ve Sarker, 2000: 704).

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n a_{ki} a_{kj}}{\sum_{k=1}^n (a_{ki} + a_{kj} - a_{ki} a_{kj})} \quad (5)$$

$$a_{ki} = \begin{cases} 1; & \text{parça (makine) } k, i \text{ makinesinde (parçasını) işlem gerektiriyorsa (işliyorsa)} \\ 0; & \text{parça (makine) } k, i \text{ makinesinde (parçasını) işlem gerektirmiyorsa (işlemiyorsa)} \end{cases}$$

Hesaplanan BK’larına göre kümelerin oluşturulması kararını verirken içlerinden birinin kullanılmasını gerektiren üç değişik bağlantı yöntemi vardır. Bunlar tek bağlantı, tam bağlantı ve ortalama bağlantı yöntemleridir. BK yöntemiyle hücreleri oluştururken izlenecek adımlar ve bu bağlantı yöntemleri (adım 5) aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Hesaplamalarda kullanılmak üzere literatürden bir BK formülü ve bir de küme bağlantı yöntemi seçilir.

Adım 2: BK formülü kullanılarak her parça çifti için bir BK değeri hesaplanır.

Adım 3: Bir “baraj BK değeri” belirlenir. Bu değer için genelde, daha önce seçilmemiş, en yüksek BK alınır.

Adım 4: BK değeri, baraj değerden daha büyük veya eşit olan parça çiftleri birleştirilerek parça kümeleri oluşturulur.

Adım 5: “Parça kümeleri ile parça kümeleri” ve “parça kümeleri ile henüz herhangi bir kümeye dahil olmayan parçalar” arasındaki BK’ları, seçilen bağlantı yöntemine göre belirlenir.

Adım 5a: Tek bağlantıda “parça kümeleri ile parça kümeleri” arası BK’lar belirlenirken iki kümenin bütün elemanlarının birbirleriyle oluşturdukları çiftlerin adım 2’deki mevcut hesaplanmış BK’larından en büyük olanı seçilir. “Parça kümeleri ile kümelere dahil olmayan diğer parçalar” arasındaki BK’ları belirlerken de yine kümenin elemanı olan her parça ile küme dışı diğer parça arasında adım 2’deki hesaplanmış katsayı değerlerinden en büyük olanı alınır.

Adım 5b: Ortalama bağlantı yöntemi seçilirse adım 5a’da anlatılan katsayıların en büyüğünü almak yerine bunların aritmetik ortalaması alınır (Offodile ve Grznar, 1997: 297).

Adım 5c: Tam bağlantı yöntemi seçilirse adım 5a’da anlatılan katsayıların en küçüğü alınır.

Adım 6: Herhangi bir kümeye dahil olmayan parça kalmayaşya kadar adım 3, 4 ve 5 tekrarlanır.

Adım 7: Oluşan yeni kümelerin ve küme içi elemanlarının sırasına göre parça-makine görünüm matrisi yeniden düzenlenir.

Adım 8: Eğer adım 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 makinelere göre de tekrarlandıysa algoritma durdurulur.

III. BULANIK C-ORTALAMALARI (FCM) YÖNTEMİ

FCM yönteminin parça ailelerinin oluşturulmasında uygulanabilmesi için öncelikle $\mu_k(x_{jk})$ matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu matristeki bir eleman, bir j parçasının, k özelliğiyle oluşturulan bulanık bir alt kümeye olan üyelik derecesini göstermektedir. Bir elemanın, belirli bir özellik ile oluşturulan bulanık alt kümeye olan üyeliğini tespit etmek için örneğin, denklem (6)’daki gibi doğrusal bir üyelik fonksiyonundan yararlanılabilir (Xu ve Wang, 1989: 1638).

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & b < x \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}, & a < x \leq b \\ 0, & x \leq a \end{cases} \quad (6)$$

Buradaki doğrusal üyelik fonksiyonunda b bu özellik için gereken üst sınırı, a da alt sınırı göstermektedir. Eğer bir elemanda söz konusu olan özellik, b üst sınırını geçecek kadar bulunmaktaysa, bu eleman $\mu(x)$ üyelik fonksiyonlarının oluşturdukları bu alt kümeye tam (1) olarak üye olacaktır. Eğer elemanın bu özelliği, a alt sınırından daha az miktarda bulunuyorsa artık bu eleman bu bulanık kümeye hiç (0) üye değildir.

İkinci olarak kısıtlayıcı (8), (9) ve (10) ile gösterilen kısıtlayıcıları sağlayan, X elemanlarından (parçalarından) ve c sayıda kümeden oluşan, matris (7)’deki gibi bir U başlangıç sınıflandırma matrisinin oluşturulması gerekmektedir.

$$U = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & X_3 & \mathbf{K} & X_n \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{M} \\ c \end{matrix} & \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & \mathbf{K} & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & \mathbf{K} & u_{2n} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & \mathbf{K} & u_{3n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ u_{c1} & u_{c2} & u_{c3} & \mathbf{K} & u_{cn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

$$0 \leq u_{ij} \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^c u_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n u_{ij} > 0 \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (10)$$

Kısıtlayıcı (8) ile matrisin içerisindeki girdilerin ancak 0 ile 1 arasındaki bulanık sayılardan oluşacağı bildirilmektedir. Kısıtlayıcı (9) sınıflandırılacak herhangi bir X elemanının (parçasının) 1’den c’ye kadar olan kümelere her birine değişik üyelik derecelerinde üye olabileceğini göstermektedir. Her sütunun toplamı “1” olmalıdır. Burada “1” tam üyeliği, “0” ise tam olarak üye olmama durumunu göstermektedir. Bir elemanın üyelikleri toplamı 1’den fazla olamaz. Bunun anlamı, eğer bir eleman bir veya birden fazla kümenin içerisinde tam üyeliğini doldurduysa, bu elemanın başka bir kümeye daha üye olmasının beklenmemesi gerektiğidir. Bir elemanın üyelikleri toplamının tam 1’e eşit olması demek bu elemanın elimizdeki mevcut kümeler içerisinde tam olarak temsil edilebildiğini gösterir. Böylece elemanın eksik kalan bir üyeliği kalmayacaktır. Kısıtlayıcı (10) ile bir kümeye en azından bir elemanın ait olması sağlanmaktadır. Bunun anlamı, eğer matriste herhangi bir küme temsil ediliyorsa o kümeye en azından herhangi bir elemanın, sıfırdan büyük herhangi bir üyelik derecesinde üye olması gerektiğidir. Boş bir kümenin temsil edilmesine gerek yoktur. Bu denklem ile aynı zamanda bir kümeye üye olacak eleman sayısına ve

bu elemanların üyelik dereceleri toplamlarına bir kısıtlama getirilmemektedir. Kısacası matrisin satır toplamlarında sıfırdan büyük olmak dışında bir kısıtlama yoktur.

FCM yöntemi ilk olarak “Bezdek” tarafından ortaya konulmasına rağmen “Ruspini”den alınan bir amaç fonksiyonuna ve yine “Ruspini”nin geliştirmiş olduğu bir “pickard ilmik (loop)” algoritmasına dayanmaktadır (Ruspini, 1970: 319-350; Bezdek, 1981: 69-70). “Bezdek”in son şeklini verdiği algoritmanın adımları şöyledir:

Adım 1: Sırasıyla aşağıdakiler oluşturulur ve belirlenir:

- Parça özelliklerini gösteren ve $\mu_k(x_{jk})$ elemanlarından oluşan bir bulanık alt kümeler matrisi oluşturulur.
- $2 \leq c \leq n$ olmak üzere oluşturulmak istenen c küme sayısı belirlenir.
- $1 \leq m \leq \infty$ olmak üzere m bulanıklık derecesi belirlenir.
- $\varepsilon > 0$ olmak üzere ε durdurma kriteri belirlenir.
- Kısıtlayıcı (8)-(10) arasındaki koşulları sağlayan ve başlangıç üyelik derecelerini gösteren bir “ U^0 ” bulanık sınıflandırma matrisi oluşturulur (U ’daki üst indis olan “0” U ’nun sıfırıncı kuvvetini değil, “ U^0 ”ın bir başlangıç matris olduğunu gösterir).

Adım 2: Denklem (11) yardımıyla bir “ V ” küme merkezleri matrisi oluşturulur.

$$v_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n (u_{ij})^m \mu_k(x_{jk})}{\sum_{j=1}^n (u_{ij}^m)} \quad (11)$$

Adım 3: Denklem (12) yardımıyla yeni “ U^1 ” bulanık sınıflandırma matrisi oluşturulur (U ’daki 1 üst indisi $l = 0, 1, 2, \dots$, şeklinde her tekrarda oluşan yeni matrisi diğerinden ayırt etmede kullanılan bir semboldür. Üs alma işlemi değildir).

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{l=1}^c \left(\frac{\sum_{k=1}^p (\mu_k(x_{jk}) - v_{lk})^2}{\sum_{k=1}^p (\mu_k(x_{jk}) - v_{lk})^2} \right)^{1/(m-1)}} \quad (12)$$

Adım 4: Denklem (13) yardımıyla, kümelendirilecek elemanların küme merkezlerinden olan uzaklıklarının karelerinin ağırlıklı toplamının toplamı olan “ $J_m(U, V)$ ” hesaplanır.

$$J_m(U, V) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ij}^m \sum_{k=1}^p (\mu_k(x_{jk}) - v_{ik})^2 \quad (13)$$

Adım 5: Eğer denklem (13) ile hesaplanan “ $J_m(U, V)$ ” rakamıyla bir önceki tekrarda aynı denklemle hesaplanan rakam arasındaki fark, ε durdurma kriterine eşit ya da küçükse algoritma durdurulur. Değilse, 2. adıma geri dönlür.

Birinci adımda belirlenmesi gereken bulanıklık derecesi olan m ne kadar sonsuza yakın seçilirse en son çözümün bulanıklık derecesi o kadar büyük olacaktır. Bu bulanıklık derecesi, kümeler arasındaki üst üste gelme derecesini göstermektedir. Eğer $m = 1$ seçilirse bulanık olmayan bir parçalanma gerçekleşecektir. Bunun anlamı, algoritma sonuçlanınca herhangi bir veri noktasının yalnızca tek bir kümeye ait olmasıdır. Literatürde m genelde 1 ile 2 arasında bir değer seçilmektedir. Eğer büyük bir değer seçilirse bütün kümeler için birbirine eşit üyelikler oluşmaya başlar. Böylelikle hiçbir küme birbirinden ayırt edilememiş olur.

“Chu ve Hayya” ikili veriler kullanarak FCM’ni uygulamışlardır (Chu ve Hayya, 1991: 1479-1480). Uygulanan bu yöntemde parça ailelerinin oluşturulmalarında tasarım özelliklerinin yerine üretim rotalama (üretim akışları) verileri kullanılmaktadır. Başlangıç U^0 matrisinin ikili verilerden oluşmasını sağlamak için “Chu ve Hayya” modüler aritmetik içeren bir prosedür sunmaktadır. Fakat bunun sağlanması daha kolay bir şekilde de açıklanabilir. Kısıtlayıcı (8), (9) ve (10) ile verilen şartlar ikili verilerle şöyle sağlanabilir: İstenen küme sayısı “ c ” belirlendikten sonra “ c ” boyutlu birim matrisler yan yana getirilir. Yan yana getirilen bu “ c ” boyutlu birim matrislerin sonucusu eğer sütunları oluşturan parça sayısını aşarsa, fazla olan bu sütun veya sütunlar matristen çıkarılır. Örneğin sekiz parça ve üç kümeden oluşan bir U^0 başlangıç matrisi Şekil 2’deki gibi olacaktır.

Üretim akışlarına göre düzenlenmiş ikili verilerden oluşan herhangi bir parça-makine görünüm matrisi de parçaların özelliklerini gösteren bir $[\mu_k(x_{jk})]$ matrisi olarak kullanılabilir. Satırlar parçaları ve sütunlar da makineleri göstermek üzere her bir sütun burada, parçaların bir “makine süreci özelliği”ni gösteriyormuş şeklinde anlaşılmalıdır. Eğer U^0 matrisinde sütunlar parçaları temsil ediyorsa, başlangıç parça makine görünüm matrisi sütunlar makineleri temsil edecek şekilde düzenlenmelidir. Bu iki matris belirlendikten sonra FCM yöntemi aynen uygulanır.

Şekil 2: U⁰ İkili Başlangıç Matrisi
$$U^0 = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 \\ \begin{matrix} c1 \\ c2 \\ c3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

IV. VINÇ ÜRETİM ATÖLYESİ GENEL BİLGİLERİ VE ÜRÜN ÇEŞİTLERİ

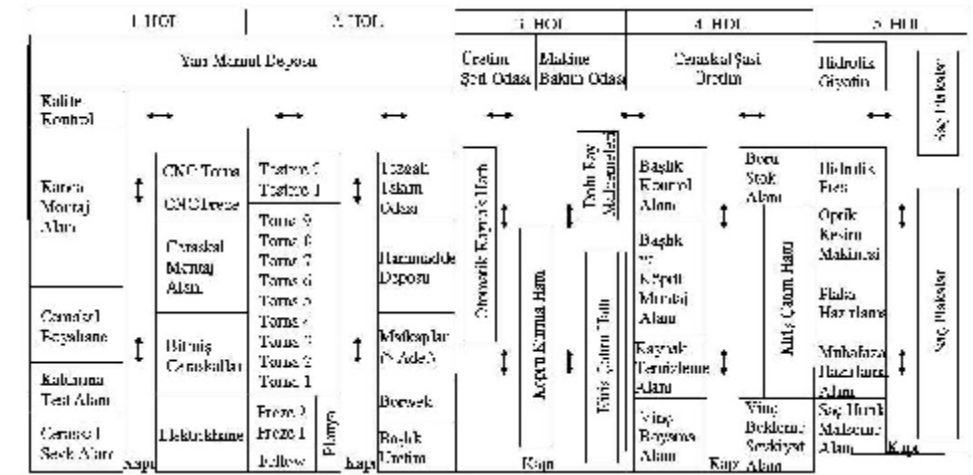
Uygulama verileri bir elektrikli vinç üretim atölyesinden toplanmıştır. Türkiye'deki 100 kadar vinç üreticisi işletmenin önde gelenlerinden biridir. Bu vinçler sanayide, atölye ve fabrikalarda kullanılan raylı türdeki vinçlerdir. Bir vinçin bileşenlerinden bazıları olan motor, tambur, halat, muhafaza (çelik şasi araba grubu), fren, redüktör (şanzıman dişli kutusu) ve kanca, atölye dışarısındaki tedarikçilerden hazır olarak alınmaktadır. Civata, rulman ve keçe gibi daha birçok parça ve bileşen hazır olarak tedarikçilerden elde edilmekte ve yarı mamul deposunun stoklarını oluşturmaktadır. Bu bileşenler üretim sürecinin çeşitli aşamalarında vince monte edilmektedir. Bunlar haricindeki tüm parçalar ve bileşenler atölyede üretilmektedir.

Atölyede vinçler 100kg.'dan 200 ton'a kadar farklı tonaj ve modelde üretilebilmesine rağmen, en çok sipariş edilenleri XX1 ve XX3, bunların da yine en çok sipariş edilenleri XX1 için dört halatlı monoray, XX3 için dört halatlı çift giriş türünde olanlardır. Ayrıca, bu iki türde kullanılan birçok parça ve bileşenin diğer türlerde de aynen kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, atölyedeki işlemlerin yoğunluğunun çok büyük bir bölümünü bu iki türün oluşturduğu anlaşılmaktadır.

V. ATÖLYENİN MEVCUT YERLEŞİM DÜZENİ

Atölyede fonksiyonel yerleşim düzeni kullanılmaktadır. Kapalı ve açık olarak toplam 10000 m²'lik alan mevcuttur. Şekil 3'te sunulan kapalı alan içerisinde üretimin gerçekleştirildiği toplam 5 adet hol vardır. Şekil 3'teki çift yönlü oklar holler içerisindeki koridorları ve malzeme akış yönlerini göstermektedir. Her holün bitiminde, öndeki açık alana çıkışı sağlayan kapılar vardır. Üretim sürecinin hemen tamamı kapalı alanda gerçekleşir. Fonksiyonel yerleşim düzeninin kendine özgü yapısı özellikle 2, 1 ve 5. hollerde gözlenmektedir.

Şekil 3: Atölyenin Kapalı Alan Genel Yerleşim Düzeni



Tablo 1'de sunulan makineler blok-köşegen yapı oluşturulurken kullanılacak 1, 2 ve 5. hollerdeki makinelerdir. Bunlar parça makine görünüm matrisindeki numaralarıyla verilmiştir. Tablo 1'de en çok sipariş edilen XX1 ve XX3 modellerinin atölyede üretilen parçaları ve bu parçalara blok köşegen yapı oluşturulurken verilen numaralar sunulmaktadır.

gerek kalmamaktadır. Ayrıca FCM yönteminde parça ve makinelerin hücrelere olan üyelik derecelerinin biliniyor olması daha sonra gündeme gelebilecek sistem değişiklikleri için göz önünde bulundurulabilecek faydalı kriterler sunmaktadır.

Fonksiyonel yerleşim düzeninin kullanıldığı birçok atölyede hücresel üretime geçiş olanağı vardır. Bu olanağın araştırılması kapsamlı ön çalışma gerektirir. Bu amaçla önce hücreler oluşturulmalı, sonra hücre içleri düzenlenmeli, sonra da simülasyon yardımıyla toplam ulaştırma ve üretim maliyetlerindeki azalış ve artışlar test edilmelidir. Bu çalışmada, bir vinç üretim atölyesinde hücreler oluşturulmuş ve hücre içleri kısmen düzenlenmiştir. Hücrelerin optimal iç düzeninin sağlanması ve simülasyon yardımıyla maliyetlerin test edilmesi, bundan sonra yapılabilecekler arasındadır.

KAYNAKÇA

- BEZDEK, James C.; (1981), **Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms**, Plenum Press, New York, New York, USA, 256s.
- BURBIDGE, John L.; (1975), **The Introduction of Group Technology**, William Heinemann Ltd., London, 267s.
- CHENG, Chun Hung; Ashok KUMAR ve Jaideep MOTWANI; (1995), “A Comparative Examination of Selected Cellular Manufacturing Algorithms”, **International Journal of Operations & Production Management**, 15(12), ss.86-97.
- CHU, Chao-Hsien ve Jack C. HAYYA; (1991), “A Fuzzy Clustering Approach to Manufacturing Cell Formation”, **International Journal of Production Research**, 29(7), ss.1475-1487.
- HERAGU, Sunderesh; (1997), **Facilities Design**, PWS Publishing Company, Boston, MA, USA, ss.281-285.
- ISLAM, Khan; MD. Saiful ve Bhaba R. SARKER; (2000), “A Similarity Coefficient Measure and Machine-Parts Grouping in Cellular Manufacturing Systems”, **International Journal of Production Research**, 38(3), ss.699-720.
- KING, J. R.; (1980), “Machine-Component Grouping in Production Flow Analysis: An Approach Using a Rank Order Clustering Algorithm”, **International Journal of Production Research**, 18(2), ss. 213-232.
- MAHDAVI, Iraj; O. P. KAUSHAL ve M. CHANDRA; (2000), “Graph-Neural Network Approach in Cellular Manufacturing on the Basis of a Binary System”, **International Journal of Production Research**, 39(13), ss.2913-2922.
- MILTENBURG J. ve W. ZHANG; (1991), “A Comparative Evaluation of Nine Well-Known Algorithms for Solving the Cell Formation Problem in Group Technology”, **Journal of Operations Management, Special Issue on Group Technology and Cellular Manufacturing**, 10(1), ss. 44-72.
- OFFODILE, O. Felix ve John GRZNAR; (1997), “Part Family Formation for Variety Reduction in Flexible Manufacturing Systems”, **International Journal of Operations & Production Management**, 17(3), ss. 291-304.
- RUSPINI, E.; (1970), “Numerical Methods for Fuzzy Clustering”, **Information Science**, 2(1), ss. 319-350.

- WON, Youkyung ve Kun Chang LEE; (2001), “Group Technology Cell Formation Considering Operation Sequences and Production Volumes”, **International Journal of Production Research**, 39(13), ss. 2755-2768.
- XU, Haiping ve Hsu-Pin (Ben) WANG; (1989), “Part Family Formation for GT Applications Based on Fuzzy Mathematics”, **International Journal of Production Research**, 27(9), ss. 1637-1651.
- YIN, Yong ve Kazuhiko YASUDA; (2005), “Similarity Coefficient Methods Applied to The Cell Formation Problem: A Comparative Investigation”, **Computers & Industrial Engineering**, 48(3), ss. 471-489.