

Tarım Alet ve Makinaları Üreten Örnek Bir Fabrikada Hücreyel İmalat Sistemi ile Grup Teknolojisinin Bilgisayar Destekli Uygulaması

Yunus GÜVEN¹ Birol KAYIŞOĞLU² Ercan TANRITANIR³ Yılmaz BAYHAN²

Geliş Tarihi: 24.06.2003

Özet: Üreticiler mevcut fırsatlar içerisinde en etkili olanı seçmeyi amaçlar. Bu durum sadece üretim veya servis sistemlerine sahip koşullar altında sağlanmasıyla mümkün olabilir. Fabrika düzenlenmesi verimliliği direk olarak etkileyen faktörlerden bir tanesidir. Fabrika düzenlenmesindeki herhangi bir hata sabit masraflarda, taşıma maliyetinde ve iş kazalarında artışa sebep olur. Fabrika düzenlenmesi, problemi olan tarım makinaları üreten bir fabrikada test yapılarak çözülmektedir. Toplanmış veriler fabrikanın mevcut düzenlenmesine karar vermektedir. Bu veriler J.R.King tarafından "Derece Sıralamasıyla Kümelenendirme Yöntemi" geliştirilmiş bilgisayar programında kullanarak en iyi fabrika yerleşimi için kullanılmıştır. Hücreyel imalat sisteminin kullanılmasıyla makineler üzerinde işçilerin kontrolü artmış ve makineler arasındaki mesafe azalmıştır. Ayrıca fabrikada %44.38 oranında alan tasarrufu sağlanmıştır. Bu düzenlemedeki amaç, fabrikanın üretim kapasitesinden maksimum kazanç elde etme, etkili çalışma yeri sağlamak, üretim süresi içerisindeki tıkanmalardan kaçınmak ve tezgahlar arasında taşınan parçaların iş akışındaki gereksiz hareketlerini azaltmaktır.

Anahtar Kelimeler : hücreyel imalat sistemi, grup teknolojisi, tarım alet ve makinaları, fabrika düzenlemesi

Computer Aided Application of Cellular Manufacturing Systems and Group Technology on a Sample Agricultural Machinery Factory

Abstract: Manufacturers aim at choosing the most efficient one among available opportunities. This could be possible only under the condition of having a productive or service system. Factory arrangement is one of the factors, which affect the productivity directly. Any mistake in the factory arrangement cause an increase in the fixed cost, transport expenses and work accidents. Problems of factory arrangement have been solved by testing in a manufacturer factory of the agricultural machines. The collected data have been determined on the available settlement of the factory. These data have been used to find the solution for the best factory settlement by using a computer program developed by J. R. King (The Computer Supported Classification Method with Degree Sequence). By using a cell production system, the control of workers on the machinery increased and distance between the machinery decreased. Moreover, 44.38% working space was gained in the factory. The aim of this arrangement was to obtain maximum benefit from production capacity of the factory, to use working space effectively, to avoid a blockage in production process, and to reduce unnecessary movements of workers in order to carry things.

Key Words : cellular manufacturing, group technology, agricultural machinery, factory arrangement

Giriş

Bir parça ailesinin tümüyle işlendiği makina gruplarına hücre adı verilmektedir. Hücreyel imalat sistemi (Cellular Manufacturing System), benzer imalat karakteristiklerine sahip belirli parça gruplarının (parça ailesi) tümüyle imal edilebilmesi için işlem, insan ve özellikle makina gruplarının oluşturulduğu sistemdir. Hücrelerdeki tesis ve birimler, hücre içine giren tüm parçaları kendine yeter seviyede imal etmek üzere organize edilmiştir. Küçük sistemin etkin ve denetlenebilir olma özelliğini büyük bir sisteme yansıtmak amacı taşıyan bu yaklaşım, büyük sistemin içinde birbirinden bağımsız hücreler oluşturma şeklinde gerçekleşir. Böylece tüm sistemin karmaşıklığı yerine, oluşturulan hücrelerin problemleri ile uğraşılır (Elsayed ve Boucher 1985; Durmuşoğlu 1986, Tanrıtanır 1997).

Grup teknolojisi ise, birçok problemin temelde gösterdiği benzerliklerden hareket eden ve elde edilen

gruplar için tek bir çözüm arayan yaklaşımdır. Grup teknolojisi ve hücreyel imalat birlikte kullanılan kavramlardır. GT ile belirlenen parça ailesi ve makine gruplarının tasarımı olan grup düzenleme, temelde ve hücreyel imalat sisteminin tasarımıdır. Bazı kaynaklar ise hücreyel imalatı başlı başına bir sistem olarak tanıtmakta ve bu sistemin tasarımı için grup teknolojiyi bir araç olarak göstermektedir (Tanrıtanır 1997).

Hücreyel imalatta diğer bir nokta, stok kontrolü yerine akış kontrolünün sağlanmasıdır. Akış kontrolü için temelde iki yaklaşım vardır. Birincisi satış tahminlerine dayalı geleceğe yönelik planlamanın üretimde itici rol oynadığı "İtme Sistemi (Push System)" dir. İkincisi ise, bir prosesin işini bitirdiğinde kendisinden önceki prosesden malzeme sipariş ettiği "Çekme Sistemi (Pull System)" dir (Tanrıtanır 1997).

¹Trakya Üniv. Çorlu Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Bölümü, Çorlu-Tekirdağ

²Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ

³İstanbul Üniv. Orman Fak. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü-İstanbul

Hücresel imalat sistemi son yıllarda gelişmiş en etkili üretim sistemlerinden birisidir. Bununla birlikte, geleneksel imalat sistemlerinin hücresel imalat sistemlerine çevrilmesi oldukça yüksek maliyet gerektirir.

Bu çalışmada hücresel imalat sistemi ile geleneksel imalat sistemi karşılaştırarak alan yetersizliğinden kaynaklandığı sanılan sorunları gidermek, iş akışı oldukça karmaşık olan bir üretim sisteminde, iş akışını sadeleştir-mek ve ayrıca imalat süresini kısaltmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Yapılan bu çalışmada uygulama alanı olarak Tekirdağ'da değişik tarım makineleri üretimi yapan bir fabrika alınmıştır. Üretim süreci içerisinde ağırlıklı olarak kombine ekim makineleri üretilmektedir.

Çalışmamızda 19 sıralı kombine ekim makinasının imali sırasında malzeme akışı ve taşınması esas alınmıştır.

Fabrikanın 1909.5 m²'inde tarım makineleri üretiminde kullanılan makineler (tezgahlar vs.), boyama atelyesi, montaj bölümü ve hazır mamul deposu, 748.5 m² yönetim odası ve sosyal tesisleri olmak üzere toplam 2658 m² kapalı alanı bulunmaktadır. Bu fabrikada 1 imalat şefi, 1 ustabaşı ve 66 işçi çalışmaktadır. Fabrikanın mevcut yerleşim planı Şekil 1'de görülmektedir.

Bu araştırmada parça-makina gruplarının oluşturulmasını mümkün kılan basit ve etkin bir analitik teknik olan "Derece Sıralamasıyla Kümelendirme

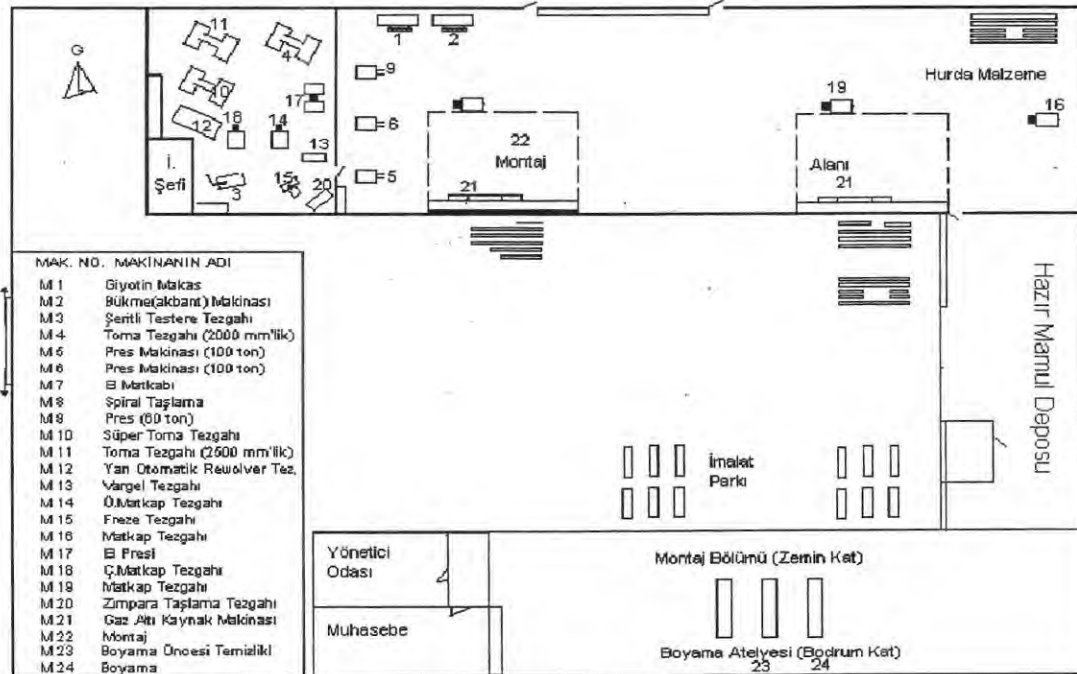
Yöntemi" uygulanmıştır (King 1980, Durmuşoğlu 1989, Tanrıtanır 1993). Bu yöntem için geliştirilmiş bilgisayar programında ilk adımda makineler ve parça sayıları girilmiştir. Daha sonra ikili sayı sistemine göre makine-parça matrisinin hücresel paterni girilmiştir. Bu verilere program değerlendirme yaptıktan sonra sıra ve sütun pozisyonunda bir değişiklik varsa tekrar başa dönerek işlemleri yeniden yapmaktadır. Aksi halde işlemi sonuçlandırmaktadır.

Makinaların kodlanması: Bilgisayar destekli, derece sıralamasıyla kümelendirme yöntemini gerçekleştirmek için ve ürünlerin kodlanması gerekmektedir. İmalatın akışına göre makineler kodlanmıştır. Makinaların kodlanmasında imalat sırasında kullanılan el tezgahları da makine olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Bulgular ve Tartışma

Hücrelerin belirlenmesi: Hazırlanan iş akış şemaları yardımı ile parçaların işlem gördüğü makinelere "1", işlem görmediği makinelere "0" değeri verilerek parça-makina matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2' deki parçaların tamamına yakın kısmı M23 (boya öncesi temizlik), M24 (boyama işlemi)'den geçmesi nedeniyle, gruplandırma üzerinde herhangi bir yarar sağlamayacağından, matristen çıkarılarak sonuncu hücre olarak değerlendirilmiştir. M23- M24 matristen çıkarıldıktan sonra oluşan yeni parça-makina matrisine King'in geliştirdiği "Derece Sıralamasıyla Kümelendirme Yöntemi" bilgisayar desteğinde uygulanmış, fakat başarılı gruplandırma elde edilememiştir.



Şekil 1. Fabrika ve makinelerin yerleşim planı

Çizelge 3. Sonuncu iterasyonda elde edilen parça-makina matrisi

| | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
|-----|----|----|----|----|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 10 | 13 | 11 | 12 | 15 | 18 | 3 | 14 | 2 | 5 | 9 | 1 | 4 | 6 | 19 | 16 | 21 |
| P57 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P58 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P61 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P62 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P64 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P66 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P59 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P34 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P35 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P36 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P37 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P46 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P47 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P48 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P49 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P51 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P52 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P74 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P27 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P28 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P29 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P38 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P76 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P77 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P79 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P80 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P81 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P83 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P84 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P41 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P42 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P53 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P54 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P68 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P73 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P85 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P86 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P87 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P88 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P89 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P56 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P69 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P70 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P71 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. hücre a grubuna M8 ve M20 ilave edilmesi gerekir. M8 ve M20 1. Ve 2. Hücreler arasında ortak kullanılmaktadır. Büyük maliyet oluşturmayan M8 ve M20 her iki hücreye de temin edilerek çözüme gidilebilir.

1b grubundaki istisna oluşturan parçalar, 1. hücredeki M3 de işlem gördükten sonra, 2. hücreye daha sonra 3. hücreye uğramaktadır. M3'ün çözülmesi için 2. hücreye ek bir makina alınmalıdır.

Çizelge 4. Parça aileleri ve makina gruplarının hücrelere dağılımı

| | 1.hücre | 2.hücre | 3.hücre |
|-----|---------|---------|---------|
| P1 | P37 | P40 | P88 |
| P2 | P45 | P76 | P89 |
| P3 | P46 | P77 | P90 |
| P4 | P47 | P78 | P55 |
| P5 | P48 | P79 | P56 |
| P6 | P49 | P80 | P69 |
| P7 | P50 | P81 | P70 |
| P9 | P51 | P82 | P8 |
| P10 | P52 | P83 | P9 |
| P11 | P74 | P84 | P10 |
| P57 | P12 | P8 | P41 |
| P58 | P13 | P20 | P42 |
| P61 | P14 | P21 | P43 |
| P62 | P15 | P22 | P44 |
| P63 | P16 | P23 | P53 |
| P64 | P17 | P24 | P54 |
| P66 | P18 | P25 | P67 |
| P59 | P19 | P26 | P68 |
| P60 | P31 | P27 | P72 |
| P61 | P32 | P28 | P73 |
| P33 | P29 | P75 | P21 |
| P34 | P30 | P85 | P22 |
| P35 | P38 | P86 | P23 |
| P36 | P39 | P87 | P24 |
| M10 | M14 | | |
| M13 | M2 | M6 | |
| M11 | M5 | M19 | |
| M12 | M9 | M16 | |
| M15 | M1 | M21 | M23 |
| M18 | M4 | | M24 |
| M3 | | | |

Çizelge 5. Hücrelerdeki parça alt grupları ve iş akışları

| Parça alt grubu | Parça no | İş akışı |
|-----------------|---|--------------------------------|
| 1a | P57 P63 P60 P65 | M3-M 8-M10-M11-M12-M13-M15-M18 |
| 1b | P62 P59 | M 20-M 22 |
| 1c | P31 P24 P77 P32 P25 P78 P33 P26 P79 P34 P27 P80 P35 P28 P81 P36 P29 P82 | M1-M2-M3-M4-M5-M6-M7-M9-M14 |
| 1d | P37 P30 P83 P20 P38 P84 | M16-M19-M22-M23-M24 |
| | P21 P39 P75 P22 P40 P55 P23 P76 P56 | |
| | P67 P68 P69 | M3-M10-M13-M23-M24 |
| | P70 P71 | |
| | P44 P45 P46 | M1-M2-M5-M 7-M 8-M9-M14 |
| | P47 P48 | M 17-M22-M23-M24 |

* : Hücre numarası

- : Hücreler arasında ortak kullanılan makine

= : Temin edilen makina

1c grubundaki istisnai parçalar, işlem gördüğü makinaların 1. hücrede mevcudu nedeniyle burada imal edilebilirler.

1d grubundaki parçaların üretimi için, ciddi maliyet getirmeyen M7-M8-M17 iş istasyonlarına ilave edilmelidir.

Makinaların hücrelere dağılımında yapılan değişimler: King'in algoritması ile yapılan gruplandırmaya göre tezgahların hücrelere dağılımı aşağıdaki gibidir:

- 1.HÜCRE: M3-M10-M11-M12-M13-M15-M18
- 2.HÜCRE: M1-M2-M4-M5-M6-M9-M14-M16-M19-M21
- 3.HÜCRE: M23-M24

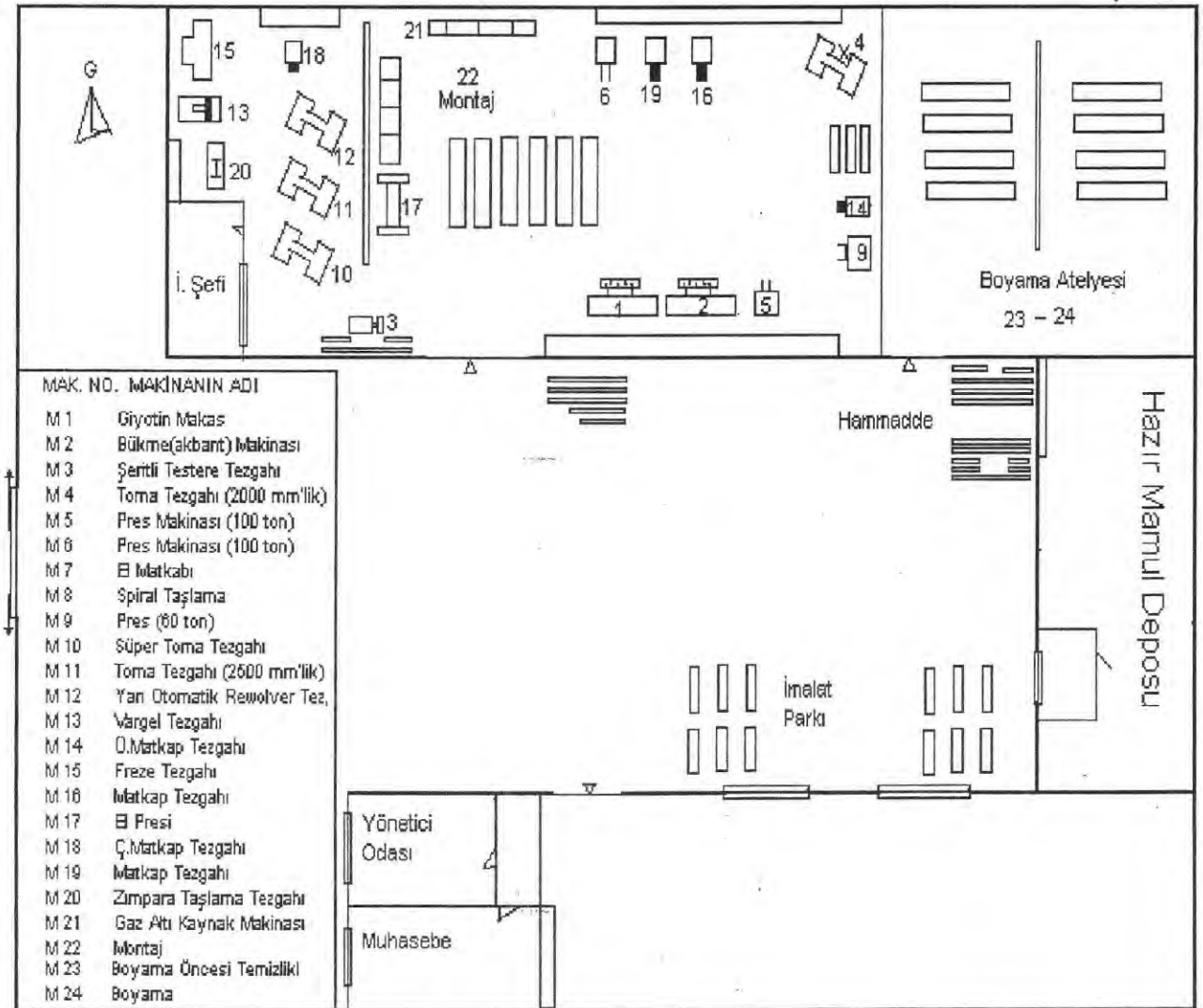
Taşımaları en aza indirmek, düzgün parça akışını sağlayabilmek için M3 (şeritli testere tezgahı) 1.ve 2. hücreler arasında ortak kullanılmıştır. Ciddi maliyet oluşturmayan M8 (el spirali) 1. ve 2. hücrelere yeteri kadar temin edilmiştir. M20'nin (alet bileme) talaşlı imalat bölümü olan 1. hücreye dahil edilmesi uygun görülmüştür.

Bu işlemlerden sonra hücrelere göre tezgah dağılımı;

- 1.HÜCRE: M3-M8-M10-M11-M12-M13- M15-M18
- 2.HÜCRE: M1-M2-M3-M4-M5-M6-M7-M8-M9
M14-M16-M17-M19- M20-M21-M22
- 3.HÜCRE: M23-M24 şeklinde olmuştur.

Makina yerleşiminin hücresel imalat sistemine göre yeniden yapılması: Fabrikada mevcut makina yerleşim düzeni, hücresel imalatı gerçekleştirebilmek için yeniden düzenlenmiştir. Düzenlemede grup teknolojisine göre belirlenen üç hücre en uygun duruma getirilmeye çalışılmıştır. Özellikle küçük parçaları işleyen talaşlı imalat hücresi, 1. hücre ile genelde büyük parçaları işleyen, kesme, bükme ve montaj hücresi olan 2. hücre arasında M3 ortaklaşa kullanılarak, parça geri hareketinin oluşmasına sebep olan M4 ve M14 2. hücreye geçmiştir.

Fabrika da tek sayıda olan makinaların hücreler arasında ortak kullanım imkanı doğmuş, parça geri hareketleri ve trafiği daha basit hale gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Fabrika ve makinaların yeniden yerleşimi

Hücre içi makina yerleşiminde, iş istasyonlarında parça işlem sırasına göre yerleşim esas alınmış, yatay iş akış tiplerinden L- akış tipi ve U- akış tipi uygulanmıştır.

Büyük parçaların işlendiği M1-M2-M3-M5-M14 makineleri arasındaki uzaklıklar stok alanlarında dikkate alınarak fazla bırakılmıştır. Diğer makineler arasındaki uzaklıklar, işçinin rahat çalışması için gerekli en küçük mesafe olan 1.82 metre olarak alınmıştır. M22'ye hücrede işlem gören parçaların tamamına yakın kısmı uğramaktadır. Bu nedenle diğer makinelerle uygun konuma sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. M22 kendisine parça gönderen diğer 1. ve 2. hücre makinelerinin sınırına yerleştirilmiştir.

Bu yerleşimden sonra hücresele imalat sistemi ile geleneksel imalat sisteminin karşılaştırıldığında makineler arasındaki uzaklık değişimleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Sonuç

Hücresele imalat sistemine geçiş ile işçilerin makineler üzerindeki egemenliği artmış, makineler arasındaki mesafeler azalmıştır. Ayrıca fabrikadaki aktif kapalı alan 1909.5 m²'den 1062 m²'ye düşmektedir, buda % 44.38 oranında alan tasarrufu sağlamaktadır.

Öneriler

Fabrika içindeki malzeme akışının basitleştirilmesi olan Hücresele İmalat Sistemi ve Grup Teknolojisinin ayrıca, makina önünde parça yığılmalarını önleme, işçi maliyetlerini düşürme, parça temin sürelerini kısaltma, yarımamül stok miktarlarını azaltma gibi yararları vardır.

Çizelge 6. Makineler arasındaki uzaklıklar

| İlk istasyon | Son istasyon | Uzaklık (m) | |
|--------------|--------------|-------------|-----------|
| | | geleneksel | hücresele |
| M1 | M2 | 1.6 | 1.6 |
| M1 | M5 | 12 | 7.2 |
| M1 | M9 | 4.4 | 14.8 |
| M1 | M14 | 11 | 10.5 |
| M3 | M10 | 8.6 | 4 |
| M3 | M11 | 10.4 | 7.1 |
| M4 | M16 | 44.6 | 2.8 |
| M4 | M6 | 4.8 | 6.7 |
| M6 | M19 | 26 | 1.1 |
| M4 | M21 | 18 | 12.3 |
| M5 | M21 | 8.6 | 21.5 |
| M6 | M21 | 10.4 | 2.5 |
| M9 | M23-M24 | 44.5 | 1.1 |
| M9 | M14 | 6.2 | 1.1 |
| M10 | M21 | 24 | 2.3 |
| M12 | M21 | 22.4 | 1.6 |
| M14 | M21 | 16 | 17.5 |
| M15 | M10 | 12.5 | 6.6 |
| M19 | M21 | 7 | 6.1 |
| M21 | M23-M24 | 34 | 24.3 |
| M16 | M21-M22 | 30 | 12.2 |

Fabrika düzenlemesi işlemi, birçok öğeden birinci derece etkilenir. Bu amaçla, fabrika düzenlemesine etki eden öğeler bir demet halinde ele alınmalı, tümünün etkileri teker teker saptanarak düzenleme faaliyetine geçilmelidir.

İşletmelerin uzun dönemde gelişmeleri göz önüne alınarak, mevcut yerleşim yapılarını sürekli kontrol etmeleri ve gerektiğinde değişimi gerçekleştirebilecek esnek yapıya sahip olmaları gerekmektedir.

Yeni faaliyete başlayacak bir işletmenin yerleşim düzeni belirlenirken, sistematik çerçevede oluşturulmuş, fabrika düzenlenmesine ilişkin programlanmış algoritmalarla yararlanılmalıdır.

Kaynaklar

- Durmuşoğlu, B. 1986. Grup teknolojisi imalat sistemi ve sistemin tasarımına yönelik yeni bir metod. İstanbul Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, İstanbul.
- Durmuşoğlu, B. 1989. Grup teknolojisi için bir kümelendirme yöntemi ve bir şaft fabrikasında uygulaması. Yöneylem Araştırması XII. Ulusal Kongresi, Bilkent Üniv., Ankara.
- Elsayed, E. A. and T. O. Boucher, 1985. Analysis and Control of Production Systems, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- King, J. R. 1980. Machine component group in production flow analysis: an approach using rank order clustering algorithm. International Journal of Production Research 18 (2), 212-232.
- Tanrıtaır, E. 1993. Tam zamanında üretim sistemi ve bir orman endüstri işletmesinde uygulaması, İstanbul Üniv. Sosyal Bilimler Enst., Doktora Tezi, İstanbul.
- Tanrıtaır, E. 1997. Hücresele imalat sistemi ve grup teknolojinin bir mobilya fabrikasında bilgisayar destekli uygulaması. ISO Ar-Ge Teknoloji ve Üniversite-Sanayi İşbirliği Semineri, 1-13, Tepebaşı-İstanbul.

İletişim adresi:

Birol KAYIŞOĞLU
Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak.
Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ
Tel: 0 282 293 14 42 / 203
E-Mail: bkayisoglu@tu.tzf.edu.tr