

TAM ZAMANINDA YÖNTEMİNİN AMAÇLADIĞI BİR ÜRETİM SİSTEMİ: HÜCRESEL ÜRETİM UYGULAMALARI VE ÜRETİM YÖNETİMİ TEKNİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ- KULLANICILAR İÇİN BİR ARAŞTIRMA

Nihat AYDENİZ*

Özet: Bu çalışmada hücrenel üretimle ilgili olarak Türkiye’de 38 sanayi firmasında yapılan araştırma çalışmasında bulunan sonuçlar raporlanmıştır. Bu araştırma; hücreleri oluşturmadaki nedenleri, hücrenel üretimden elde edilen faydaları ve avantajları, hücrenel üretimde hücrelerin çeşitleri ve tiplerini, firmalardaki hücreleşmenin kapsamını, hücrelerin tasarımlarında kullanılan yöntemleri, hücrenel üretimin üretim planlama ve kontrol sistemleri üzerine etkileri ve değişiklikleri, işgücü ile ilişkili sorunları ve firmaların kazanmış oldukları önemli deneyimlerini kapsamıştır. Burada sunulmuş olan bilgiler, 55 firmanın katılmış olduğu grup teknolojisine dayalı farklı hücrenel üretim uygulamalarının daha geniş incelemelerinden toplanmıştır.

I. GİRİŞ

Son zamanlarda dünyada artan yoğun rekabet ortamında Tam Zamanında Yöntemi (TZY) felsefesinin ilkeleri çok geçerli olmaya başlamıştır. TZY işletmelerin gerek hammadde kullanımlarında, gerekse atıklarında önemli ölçüde kısıtlama yaparak kazanç elde ettirdiğinden, üretim sistemi için çok önemli bir yöntem olmaktadır. Bu yöntemde örneğin çok büyük bloklar halindeki üretim alanları yerine, daha küçük merkezlerde hücrenel üretim yönteminin uygulanması daha fazla önem kazanmaktadır.

Hücrenel üretim dağınık ve çok büyük üretim alanlarından ziyade, daha küçük ve birbirine yakın üretim merkezlerinde üretim işlemlerinin gerçekleştirilmesini gerekli kılmaktadır. Hücrenel üretim ile hem makinelerin hem de üretimin kontrolü TZY nin amaçları doğrultusunda gerçekleştirilebilecektir. Hücrenel üretimin işletmelerde uygulanması sonucunda GrupTeknolojisi (GT) fikri ve sistemi ortaya çıkarak gelişmeye başlamıştır. Böylece hücrenel üretimSin gerçekleştirilmesinde GT’den büyük ölçüde faydalanılmaktadır. Hücrenel üretim için oluşturulan çalışma ortamında ise, hem küçük sosyal çevreler oluşmakta hem de takım çalışması

* Yrd. Doç. Dr. Dicle Üniversitesi Diyarbakır Meslek Yüksekokulu İktisadi ve İdari Programlar Bölümü.

yapılabilmektedir. Günümüzde de hücresele üretim TZY nin amaçladığı bir üretim sistemi olarak gelişmiş ve geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Bu çalışmada 38 firmada hücresele üretim işlemlerinin deneyimleri belirtilip, anlatılmaktadır. Hücresele üretim düzenleri üzerine önceki araştırmalar yeniden incelenmiş ve ondan sonra şimdiki çalışmada kullanılmış olan metodoloji kısaca tanımlanmıştır. Çalışmada şirketlerin yoğunlukları üstün bir bakış açısıyla incelenmiş ve firmaların makine atamalarındaki deneyimlerinde yeniden ayarlama ve düzenleme yapılmaksızın işlemlerin izlenmesine devam edilerek, kapsanmış oldukları faaliyetler sunulmuştur.

İzleyen bölümlerde ise, hücresele üretimin nasıl tasarlanmış olduğu, hücrelerin başlıca karakteristik özellikleri, üretim planlama ve kontrol yöntemlerine etkileri ve işgücü sorunları tartışılmaktadır. Hücrelerin oluşturulması işlemleri süresince, şirketlerin üstesinden gelecek başarıları problemler ile yarar ve maliyetleri gibi konular da ele alınmıştır. Çalışmadaki önemli bulgular değerlendirilerek sonuç bölümünde özetlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

II. TZY ve Hücresele Üretim Uygulamaları

Artan rekabetle yüz yüze kalan Amerikalı üreticiler, 1970'lerden beri rekabetçilikte ümit verici gelişme ve ilerlemeler için, üretim sistem ve teknikleri ile ilgili olarak bir takım yeni fikir ve düşünceler ortaya atmışlar ve bunlar da, çoğu üretici tarafından kabul görerek geliştirilmeye çalışılmıştır. Yaygın bir şekilde kabul görerek başarılı olmuş olan fikirler arasında en başta geleni TZY felsefesidir. TZY ile işletmelerin işlemlerinde sürekli ilerleme ve düzelme sağlanırken, aynı zamanda atık ve savurganlıklar da minimize edilebilecektir (Hall, 1983, 172., Schonberger, 1982, 112). TZY nin uygulanmasında dikkatler yoğun bir şekilde işlemlerin hazırlık zamanlarının azaltılmasında odaklanmıştır. Bununla birlikte TZY uygulamasında grup teknolojisi fikrinden faydalanılarak, hücresele bir üretime geçiş sağlayacak şekilde istatistiksel kontrol ve yöntemlere de başvurulmaktadır (Tekin, 1996, 108-109).

TZY nin işletmelerde uygulanmasıyla; üretimi tamamlanmış ürünlerin tam zamanında bitirilerek teslim edilmesi, gerekli hammadde ve yardımcı malzemenin tam zamanında alınıp üretime konulması, üretilecek ürünlerin de istenen kalite ve zamanda üretilmesi, satın alınacak malzemelerin de tam zamanında alınması amaçlanmaktadır (Tekin, 1996, 43). Bunun için de üretim

sisteminin yeniden tasarlanarak, TZY göre bir üretim ortamı oluşturmak gerekmektedir. TZY'nin işletmelerde uygulanabilmesi için yapılması gereken değişiklikler üretim safhasında olmalıdır. Bunlar, fabrika içi yerleşim düzenlemesi değişikliği, talebi belirleme, malzeme işleme yöntemi, çizelgeleme, kalite kontrol, üretim ekibi ve işgücü eğitimidir (Aydeniz, 1997, 96).

TZY'nin amaçlarını gerçekleştirecek üretim sistemlerinden en etkin olarak ortaya konulan hücreli üretim sistemidir. Hücreli üretim sisteminin uygulanmasında ise grup teknolojisinden büyük ölçüde faydalanılmaktadır (Burbidge, 1975, 89). Benzer işlemlerin yerine getirilmesinde kullanılan farklı tipteki makineler, grup teknolojisine uygun olarak bir araya getirilerek gruplandırılmaktadır. Çeşitli tipteki makinelerin benzer işlemleri yapmak için gruplandırılmaları sonucu hücre aileleri oluşmaktadır (Hyer, Wemmerlöv, 1984, 140). Hücreli üretimin gerçekleştirilmesinde gerekli makinelerde işlem görecektir olan ürünlerin çeşitli özellikleri ile üretim hücrelerinde yer alacak olan makine ve aletlerin kapasite yönünden de benzer özellikte olmaları gerekmektedir (Wemmerlöv, 1988, 147). Hücreli üretimin amacı, işletmede hazırlık, montaj ve çalışmaya zamanları ile ürün akış zamanlarını azaltarak (Fazakarley, 1976, 125), zamanında ve kaliteli olarak ürünü daha ucuza imal etmek, minimum stokla piyasa beklentilerine tam zamanında cevap verebilmektir. Bunun için hücrelerde takım çalışması yapılarak, işgücünün motive edilmesi ve özenle eğitilmesinin yanısıra, üretim planlama ve kontrol faaliyetlerine olan etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Huber, Hyer, 1985, 215).

A. Önceki Çalışmalar

1977 yılında Amerikalı ve Japon üreticiler hücreli üretim sistemleri ile ilgili olarak anket ve mektupla yaptıkları araştırmaların sonuçlarını ve uygulanabilirlikleri ile ilgili öncelikleri yayınlamışlardır (Ham, Reed, 1977, 100-108). 1978'de 20'den fazla Amerikalı üretici grup teknolojisi esasına dayalı olarak daha önce hiç yapılmamış bir çalışmayı yaparak, araştırma sonuçlarını ortaya koymuşlardır (Levulis, 1978, 35). Daha sonra 1980 ve 1984'te hücreli üretimle ilgili çalışmalarda bulunan Honda (Honda, 1980, 175) ve Hyer (Hyer, 1984, 183-202) araştırmalarının sonuçlarını yayınlamışlardır. Hücreli üretim alanında çalışmalarda bulunan şirketlerin bazılarının, bu araştırmaları tek başlarına yürüttükleri ve büyük katkıları olduğu Hyer'in 1984'te yaptığı çalışmada da ifade edilmiştir.

Bütün çalışmalar genelde hücresele üretim üzerinde tam olarak odaklaşmayan grup teknolojisi uygulamalarını kapsamıştır. Özellikle bu alanda Ham ve Reed (1977), Honda (1980) ve Levulis (1978)'in yaptıkları çalışmalarda, hücresele üretimle ilgili bilgiler ve araştırma sonuçları ile az miktarda da olsa faydaları yer almıştır. Ayrıca İngiltere'de de hücresele üretim üzerine bir takım çalışmalar yürütülmüştür (Burbidge, 1979, 127). Hücre tipi üretimin yararları üzerine yoğunlaşan çalışmalarda kullanılan bilgiler, seçilen 35 şirket üzerinde örnek olarak denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Burbidge, Dale, 1984, 120). 1989'da Hyer ve Wemmerlöv Amerikan endüstrisinde hücresele üretim sistemlerini kullanan firmalar arasında bir araştırma yapmışlardır (Hyer, Wemmerlöv, 1989, 1293).

B. Metodoloji

Bu çalışmada çeşitli alanlarda geniş çaplı üretim faaliyetinde bulunan işletmeler üzerinde 100 soruyu kapsayan bir anket uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen bilgiler ve veriler, Türkiye'de çeşitli üretim alanlarında faaliyet gösteren büyük firmalar arasında, grup teknolojisini kullanarak hücresele üretim sistemine göre üretimde bulunan firmalardan gelen cevaplara göre değerlendirilmiştir. 82 büyük üretim firmasında gerçekleştirilen anket araştırması sonuçlarına göre, bu firmalardan 55'inden faydalanılabilir şekilde olumlu sonuçlar alınmıştır. Hücresele üretim uygulamaları ile ilgili olarak yapılan bu araştırmaların sonucunda 38 firmanın hücresele üretim sistemine göre üretimde buldukları belirlenerek bu firmalardan gelen araştırma sonuçları değerlendirilmiştir.

C. Makineleri Yeniden Düzenlemeksizin Ekipman Tahsis Etme

Hücresele üretimin gerçekleştirilmesinde grup teknolojisi, üretim sistemlerine üç genel tarzda uygulanabilir (Hyer, Wemmerlöv, 1982, 685). Birinci ve en kolay yolu; çevredeki elemanları ayarlayarak, yaygın üretim çevrelerindeki yığınları, takım halinde biçimsel olmayan kısımların benzerliklerine güvenerek talebe göre bir düzenleme yapmak. İkinci yol; biçimsel üretim hücreleri oluşturarak, bunlara ekipman atamak. Ancak bu atama işlemini gerçekleştirirken makinelerin orjinal pozisyonlarının yerlerini değiştirmeden ekipman atanmasına izin vermek. Üçüncü yol; üretim hücrelerini oluşturmak ve bunun için de aynı makineleri zaman tasarrufu sağlayacak şekilde yerleştirmek (Allison, Vapor, 1979, 87).

Yapılan araştırmada anketlere cevap veren firmaların hücresele üretimle ilgili deneylerini tartışmadan önce, yeniden düzenleme yapılmaksızın ekipman atamaları ile ilgili bazı bilgiler sunulacaktır. Araştırmaya katılan 82 firmadan, değerlendirmeye alınan 55 firmanın yaklaşık %46'sını oluşturan 25 şirketin hepsi, ekipman tahsis etmede ayarlama yaptıklarını belirtmişlerdir. Bununla beraber sadece tamamen güvenilir 9 firmada atama söz konusu olmuştur. Kalan 16 firma ise, hem atanmış ekipman hem de üretim hücrelerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Hücresele üretim uygulaması yaptıklarını belirten 38 firmanın yarısının, bu çalışmada hem atanmış makineleri hem de hücreleri; diğer yarısının da sadece hücreler oluşturarak üretimlerini gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Makine atamaları için en etken nedenin; hazırlık ve işlem zamanlarının azaltılması, diğer sebeplerin ise; kalite geliştirme, uzman işlemci kullanımı ve işgörenlerin azalan hünere, beceri ve yetenek düzeylerinin yükseltilmesi olduğu ankete katılanların büyük çoğunluğunca ifade edilmiştir. Araştırma yapılan firmalarda, fabrika yerleşim düzenlemesinde değişiklik yapılmadan oluşturulacak üretim hücrelerine göre ekipman tahsis etmenin (atamalarının) çeşitli yararları ile karşıt (ters) sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Araştırma verilerinden, makine atamaları ile ilgili olan firmaların sayısı 25 olarak belirlenmiştir. Tablo 1'deki verilerde, bu 25 firmanın %68'i olan 17 sinden 20 anketör araştırmaya katılmış ve bunlar; hazırlık ve işleme geçmede zaman indirim ayarı ile işlemleri yerine getirmede doğru zaman indirimlerinde, sırasıyla %42.4 ile %25.3 oranında ortalama olarak bir gelişme sağlandığını ve bunun da elde edilen sonuçlar bakımından olumlu olduğunu belirtmişlerdir. Üretim içi stoklarındaki azalmalarda ortalama %20'lik bir gelişme olduğu, araştırmaya katılan 14 firmadan 15 anketör tarafından verilen bilgilerden elde edilmiştir. Dikkate değer bir başka sonuç ise sabit eşya (demirbaş) sayısındaki azalmadır. Bu konuda 15 firmadan 17 cevaplayıcı bilgileri değerlendirilmiş ve %36'lık gibi önemli ölçüde bir gelişme sağlandığı gözlemlenmiştir.

Araştırmaya katılan firmalardaki anketörlerin verdikleri cevaplardan, makine atamalarının sadece faydalar getirmediği anlaşılmıştır. Bununla birlikte 25 firmanın yaklaşık yarısı hakkında, çeşitli şekillerde azalan performanslarının deneyimleri de yapılmıştır. Örneğin; makine kullanımları, ekipmanların sayısı, üretim içi stokları ile doğrudan işgücü maliyetleri için de hem gelişmeler, hem de gerileme ve bozulmalarla ilgili araştırma sonuçları elde edilmiştir.

Tablo 1: Makine Atamalarının Belirtilen Yararları ve Karşıt (Ters) Sonuçları

| Makine Atamalarının Yararları (Olumlu Sonuçlar) | Firma Sayısı | Cevaplayan Sayısı | Ortalama Gelişme (%) |
|---|--------------|-------------------|-----------------------|
| - Hazırlık ve işleme geçmede zaman indirimi | 17 | 20 | 42.4 |
| - İşlemleri yerine getirmede doğru zaman indirimi | 17 | 20 | 25.3 |
| - Üretim içi stoklarında azalmalar | 14 | 15 | 20.4 |
| - Kalite artırımı ve geliştirilmesi | 9 | 11 | 17.0 |
| - Malzeme taşıma zamanında indirim | 6 | 8 | 22.0 |
| - Doğrudan işgücü maliyetlerinde indirim | 7 | 9 | 9 |
| - Sabit eşya (demirbaş) sayısında azalım | 15 | 17 | 36.0 |
| - Makine kullanımında artırım | 5 | 5 | 28.4 |
| - Yerden (kullanım alanı) tasarruf | 5 | 5 | 16.2 |
| - İş tatmini geliştirilmesi | 3 | 3 | 26.7 |
| - Ekipman parçalarının sayısında indirim | 2 | 3 | 25.0 |
| - Dolaylı işgücünde indirim | 1 | 1 | 20.0 |
| Makine Atamalarının Karşıt (Ters) Sonuçları (Olumsuz) | Firma Sayısı | Cevaplayan Sayısı | Ortalama Gerileme (%) |
| - Makine kullanımında azalım | 5 | 7 | 21.7 |
| - Kullanılmış ekipmanlarda artış | 3 | 4 | 20.3 |
| - Alet, araç-gereç harcamalarında artış | 3 | 5 | 19.4 |
| - Doğrudan işgücü maliyetlerinde artış | 3 | 4 | 18.0 |
| - Üretim içi stoklarında artış | 2 | 3 | 15.3 |
| - İş tatmininde azalmalar | 1 | 2 | 8.0 |
| - Yer (kullanım alanı) ihtiyacında artış | 1 | 1 | 5.0 |

Anketörler çeşitli problemlerin, atanmış sistemlerden meydana gelebileceğine dikkat çekmişlerdir. Bu problemler, makine kullanımında azalım, esnekliğin kaybolması ve güvenli yatırımlara sermaye tahsis etmede artışlar şeklinde belirtilmektedir. Diğer problemlerin ürün karimasındaki değişiklikler ve ürün tasarımlarıyla ilgili olduğu görülmektedir. 5 firmanın Üretim Planlama ve Kontrol (ÜPK) departmanlarının, hücresele üretimle ilgili olarak, grup teknolojisini kullanma ile ilgili görüşleri, programa koymada isteksiz oldukları bildirilmektedir. Cevaplayıcı anketörler ayrıca, önleyici (koruyucu) bakım için gerekli ihtiyaçlardaki artışları ve ekipmanların bozulma durumlarında alternatif işleme yeteneklerine güvenmek için yapılması gerekenleri belirtmişlerdir.

Araştırmaya katılan ve bir çok çeşitli dalda faaliyet gösteren firmalar; gerçekleştirmeleri gereken makine atamalarında maksimum faydayı

sağlayamadıklarını ifade etmişler ve kendileri için son hedefin hücresel üretiminin başarıyla gerçekleştirilmesi olduğunu vurgulamışlardır. Bununla ilgili olarak sadece grup teknolojisinin kullanımı değil, aynı zamanda bir takım ikincil yararlarının da göz önünde bulundurulması ile, yeniden düzenleme yapmaktan başka, stok ve malzeme hareketlerini azaltma, iş görenlerin aylak zamanlarının minimize edilmesi ve ulaşılamayan tam geriye dönme ile kalite kontrolünün sağlanması gibi nedenler, bu firmaları hücresel üretime yöneltmiştir. Bu amaçlara ulaşmak için mevcut firmalardan geriye kalan 38 firmanın bu konudaki deneyimlerine yönelinmiştir. Bu firmalar, üretim hücrelerinin kurulması gereğine işaret ederek, çalışmalarını bu yönde sürdürdüklerini belirtmişlerdir.

D. Hücresel Üretim Uygulanma Nedenleri

Hücresel üretim uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için, önce üretim hücrelerinin belirlenerek oluşturulması gereklidir. Hücrelerin kurulması ile ilgili olarak belirlenmiş olan çok yaygın beş ana neden vardır:

- Üretim içi stoklarını azaltmak,
- Hazırlık ve işlem sürelerini minimize etmek,
- Çalışma ve işlemleri yerine getirmede zaman tasarrufu sağlamak,
- Malzeme taşıma zamanlarını azaltmak,
- Üretilen ürünlerin kalitesini geliştirerek, yükseltmek.

Bu ana nedenlerin yanı sıra, hücresel üretime geçmeyi ve üretim hücrelerini firmalarda oluşturmayı gerekli kılan bir takım ikincil nedenler de vardır. Araştırma yapılan firmalardan elde edilerek değerlendirilen bilgilere göre bu ikincil nedenler şunlardır:

- Tam zamanında hammadde ve malzeme tedariki,
- Siparişleri zamanında karşılayabilmek,
- Üretim zamanlarını ayarlayabilmek,
- Üretim zamanlarından kazanım sağlamak,
- Bütün aşamalarda zamanı kontrol edebilmek,
- Malzeme akışını kontrol edebilmek,
- Yatırımlar için rasyonel davranabilmek,
- Sermaye gereksinimini minimum seviyeye çekebilmek,
- Tam zamanında müşteri tatminini sağlayabilmek,
- Toplam kalite yönetimini uygulayabilmek,
- Maliyetleri minimize ederek, kârı maksimize etmek.

Araştırmaya katılan firmalar, ayrıca kendilerinin hücresele üretime geçmeleriyle ilgili diğer faktörleri de bahsetmişler, fakat bunlarla ilgili sayısal bir puanlama yapmamışlardır. Bu konuda bazı firmalar dolaylı işgücü ile teftiş, muayene ve kontrol maliyetlerinde bir azalmaya gitmek istediklerini belirtmişlerdir. Bazı firmalar ise işletme organizasyonunda takım çalışmasının geliştirilmesi gereğini vurgulayarak, yönetim felsefelerine hücresele üretimin uygun geleceğini ifade etmişlerdir.

E. Hücre Tasarımlarında Kullanılan Yöntemler

Ankete katılan firmalar tarafından hücre oluşumu ve şekillenmesiyle ilgili olarak belirtilen başlıca yöntemler ile ilgili bilgiler değerlendirilerek Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Hücre Oluşumuna Yaklaşımlar

| Yöntem Yaklaşımları | Benimseyen Firma Sayısı |
|---|-------------------------|
| 1- Mevcut ya da planlanmış bir rota olmaksızın oluşturulan benzer parça grupları, aileleri | 25 |
| 2- Anahtar makine/makineler ile üretim yapacak esas hücrelerin belirlenerek, aynı parçaların rotalarına göre, diğer makinelerle birlikte anahtar makinelerin de hücrelerde toplanması | 17 |
| 3- Her bir parça için gerekli makinelerin yer aldığı bir matriste, yeniden benzerliklerine göre atanan makine gruplarında, işlemleri aynı olan parçaların gruplanması | 15 |
| 4- Aynı makinelerde işlem göreceği aynı tip parçaların makine işlem rotalarına göre gruplandırılması | 12 |

Araştırmaya katılan firmalardan 25’i, hücre oluşum işlemlerinde mevcut rotaların avantajları dikkate alınmaksızın benzer parçaların gruplandırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Diğer üç yaklaşımı benimseyen firmaların hemen hepsi, çeşitli işlem yolları içinde rotalara güvenmektedirler. Bir firma hücre içinde makine sayılarını minimize etmek için, mevcut rotalarda sık sık değişiklik yapmak gerektiğini vurgulamıştır. 17 firma anahtar makine yaklaşımını kullandıklarını belirtmişlerdir. Burada makine ve parçalar, birbirleriyle çelişkili olma durumlarına göre ardışık olarak toplanmaktadır. 15 firma parça/makine matrisinin benzerliklere göre yeniden düzenlenmesi

yöntemini kullanma açısından benimsediklerini ifade etmişlerdir. Bu yaklaşım olası en yaygın ve geniş kullanım olarak bilinen hücre oluşum tekniğidir. Bununla birlikte, makine ve parça vektörleri matrisinin yeniden düzenlenmesi için biçimsel algoritmalar gereklidir (King, Nakorchai, 1982, 125). Bu yaklaşımın sanayide kullanımı yaygın olmayıp, oldukça yenidir. Bu nedenle, 1 ile 3 firmanın üstündeki firmaların bu yaklaşım yöntemini kullandıkları yönünde iddiada bulunmaları ise, hem sevindirici hem de çok şaşırtıcı olmuştur. Sonunda 12 firma ise, aynı makinelerde işlem göreceği ayı tip parçaların gruplanmasında, makine işlemlerine göre bir kontrol sağlayacak hücre oluşumunu benimsemiştir.

F. Hücre Tasarım İşlemlerinde Bilgisayar Desteği

29 firmanın hücre yapımı, geliştirilmesi, değiştirilmesi ve tasarım işlemlerinde bilgisayar kullandıkları belirlenmiştir. Bunun aksine, 38 firmadan 9 firmanın ise hücre oluşumlarıyla ilgili olarak bilgisayar kullanmadıkları ortaya çıkmıştır. Halbuki atölye işlemlerinde bu yüzden sık sık değişiklikler yapmak yerine, önceden bir planlama yapılarak, daha düşük düzeylerde karmaşık işlemler ve hücre tasarımlarında bilgisayar kullanımı gerekli olmaktadır. Bazı firmaların hücre için gerekli alanın yeri, sütunları ve diğer bir takım unsurları göz önünde tutarak hücreleri oluşturdukları ve bunun için de büyük ölçüde bilgisayar kullandıkları belirlenmiştir. Bazı firmalar ise, hücrelerin el yordamıyla işlerlik kazanmasını daha doğru bulmaktadırlar. Bununla birlikte hücre oluşumlarında büyük bir çoğunluğun bilgisayar kullanmakta oldukları dikkati çekmektedir.

G. Hücrelerin Yaşları ve Tipleri

İncelenen 38 firmadan 31'indeki hücrelerin düşük derecede otomasyonlu olup, yüksek işgücü yoğunluğuna sahip oldukları; 1 firmadaki hücrelerin ise, yüksek derecede otomasyonlu olup, düşük işgücü yoğunluğuna sahip oldukları belirlenmiştir. 6 firmadaki hücrelerin tipleri ise, bu iki tipin karışımından oluşmaktadır.

Araştırmaya katılan firmalardan 38 firmada, firma başına ortalama 5 ile 9 hücre bulunmaktadır. Firmaların %20'sinin 5 ve daha az elemanlı hücrelere sahip olduğu, buna karşılık %80'inin ise 6 ve daha fazla elemanlı hücrelere sahip oldukları gözlemlenmiştir. Firmalarda ilk kurulan hücrenin 1980 yılında kurulduğu, daha sonra 8 firmada 1986 ve 1987 yıllarında hücrelerin kurulduğu

belirtilmiştir. Elemanlı hücrelerin büyük çoğunluğu son zamanlarda kurulmuştur. Bunların $\frac{1}{4}$ kadarı 1990'larda kurulmuştur. 1993'te elemanlı olan ve olmayan yeni hücreler oluşturulmuş olup, en son 1995'te 3 firma tarafından daha yeni hücrelerin oluşturulduğu belirlenmiştir.

H. Hücrelerin Boyutları ve Bağımsızlıkları

En küçük hücre türünde 3 adet makine, en büyük hücre tipinde ise 42 adet makine bulunmaktadır. Elemanlı hücrelerin ortalama boyutunda 8.2 makine aletleri bulunmaktadır. 2 ile 3 firma 7 ve daha az makineli hücrelere sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bazıları da 4 ile 8 arasında değişen makinelere sahip hücreler bulunduğunu söylemişlerdir. 8 firma elemansız hücrelerle çalıştıklarını ve 3 ile 11 makine arasında hücre boyutunun değiştiğini ifade etmişlerdir. Firmalar genelde hücre boyutlarının ortalama 5 ile 9 makine içermekte olduklarını belirtmişlerdir.

Bağımsız hücrelerin oluşturulmasındaki yaygın olarak amaçlanan esas, bir hücre ile diğer hücreler arasında herhangi bir bağlantının, bir hattın olmamasıdır (Wemmerlöv, Hyer, 1987, 415). Bununla beraber daima pratik ve ekonomik bir şekilde hücre bağımsızlığını başarmak mümkün değildir. Bu yüzden %24 ile %35 arasında bir bağımsızlık söz konusu olmaktadır. 38 firmada tam anlamıyla bağımsızlık ise sadece 13 firmada mümkün görünmekte olup, bu da hücresel üretim yapan firmaların %34'ünü oluşturmaktadır. Bu firmalardaki hücrelerin bağımsızlıklarıyla ilgili olarak yapılan araştırma sonuçları ise Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3: Firmalarda Hücre Bağımsızlıklarının Dereceleri

| Sorular | Elemanlı | Hücreler | Elemansız | Hücreler |
|--|------------|----------|-----------|----------|
| 1- Hiç hücreler arası paylaşılan makine var mı? | Evet | 8 | Evet | 11 |
| | Hayır | 30 | Hayır | 17 |
| 2-Hücrelerdeki makinelerde işlem gören parçaların değişme veya yeniden düzenlenme oranları | Başla | =%75 | | =%69.9 |
| | Min. | =%12 | | =%12 |
| | Max. | =%100 | | =%100 |
| | Orta. Cev. | =%91 | | =%76 |
| | Say. | =%38 | | 28 |
| 3- Hücrelerde tamamlanan ürünler için gerekli olan, hücrelerdeki toplam işlem sayılarının ortalama yüzdesi ile hücrelerde işlenmiş parçaların ortalama katkı payları | Başla. | =%79.2 | | =%68.7 |
| | Min. | =%10 | | =%10 |
| | Max. | =%100 | | =%100 |
| | Orta. | =%83 | | =%78 |
| | Cev.Say. | =35 | | 27 |

I. Hücre Kullanımları

Firmalar, hücrelerde yer alan makineler kadar, henüz hücrelere tahsis edilmemiş (atanmamış) diğer makinelerin de kullanımını tahmin etmektedirler. Tablo 4'te görüldüğü gibi genel ortalama kullanım oranı elemanlı hücrelerde en yüksek, elemanlı hücrelerde daha az ve hücreless makinelerde de en düşük seviyede bulunmaktadır. Elemanlı hücrelerde en geniş kullanım alanları için büyük yatırımlar gerekebilmektedir. Elemanlı hücreler daha çok dikkat istemekte ve bunun için de daha fazla işlemlerin önceden planlanmasını gerekli kılmaktadırlar. En düşük kullanım istatistikleri Tablo 4'te bu görüşü kuvvetlendirmektedir. Ortalama en düşük ve ortalama en yüksek kullanımlar sırasıyla %35.6 ile %90.5 arasında elemanlı hücrelerde ve %65 ile %93.8 arasında da elemanlı hücrelerde bulunmaktadır. Elde edilen verilere göre yine de hücrelerdeki yüklerin dengelenmesi için bir takım güçlükler ortaya çıkabilmektedir.

Tablo 4: *Hücreli ve Hücreless Sistemlerde Makine Kullanımları*

| Kullanımlar | Eleman Olan Hücrelerdeki Makineler | Eleman Olmayan Hücrelerdeki Makineler | Hücrelerde Bulunmayan Makineler |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Ortalama Kullanım | | | |
| Genel ortalama kullanım Min. | %68.0 | %74.3 | %62.8 |
| Ortalama kullanım Max. | %43 | %65 | %40 |
| Ortalama kullanım Toplam cevaplayıcı | %97 35 | %88 14 | %92 36 |
| En Düşük Kullanım | | | |
| Ortalama en düşük kullanım | %35.6 | %65.0 | %12.5 |
| Min. En düşük kullanım | %6 | %41 | %3 |
| Max. En düşük kullanım | %82 | %71 | %72 |
| Toplam cevaplayıcı | 35 | 14 | 35 |
| En Yüksek Kullanım | | | |
| Ort. En yüksek kullanım | %90.5 | %93.8 | %89 |
| Min. En yüksek kullanım | %75 | %87 | %76 |
| Max. En yüksek kullanım | %100 | %100 | %98 |
| Toplam cevaplayıcı | 36 | 14 | 38 |

III. Hücresel Üretim Üretim Planlama ve Kontrol (ÜPK) Sistemine Olan Etkileri

Hücrelerin oluşturulması ile firmaların üretim planlama ve kontrol (ÜPK) sisteminde de ister istemez bir takım köklü değişikliklerin meydana gelmesi kaçınılmazdır. Firmaların ÜPK sistemleriyle ilgili olarak 37 değişik konumda izleme yapılmıştır. Firmaların yaklaşık %90'ı olan 33 firmanın Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) sistemini, 2 firmanın Yeniden Sipariş Verme Noktası (YSN) sistemini (1 firma hem MİP hem de YSN sistemini, bir diğeri sadece YSN sistemini), 3 firmanın MİP ile birlikte Çekme Sistemini (ÇS) (1 firma üretim teknolojisini optimize etme ve MİP sistemini) benimseyerek uyguladıkları belirlenmiştir.

17 firma hücre sistemi sonrası ÜPK sisteminde gerekli değişiklikler için yeni araştırma planları yapmakta ve bunları hücre sistemine uyarlamaya çalışmaktadırlar. 12 firma ise ellerindeki mevcut sistemleri yeniden gözden geçirmektedirler.

Firmaların büyük bir çoğunluğu kısıtlı sayıda hücrelere sahip bulunmaktadır. Araştırmaya katılan firmaların verdikleri cevaplara göre; firmaların $\frac{3}{4}$ 'ü ,yıllık makine kullanım saatleri bakımından, hücrelerde yer almayan makinelerin, hücrelerde yaygın olarak kullanılan makinelere oranla %25 daha az olduklarını belirtmişlerdir. Bu firmalar, ÜPK sisteminin işleyişinde, hücreler için iki türlü benzer sistemlerin birlikte çalıştırılması gereğini vurgulamaktadırlar. Bunlardan biri, hücre sistemi için; biri de fabrikadaki üretim kalıntıları ve atıkları için 2 ayrı kontrol ve planlama sisteminin gerekli olabileceği durumudur.

A. Hücreler İçin İdeal Bir Üretim Planlama ve Kontrolü (ÜPK)

Hücreler için gerekli ÜPK sisteminin ideal bir boyuta ulaşabilmesi, mevcut ÜPK'de yapılacak bir takım değişikliklere bağlı olacaktır. Bu değişikliklerin hangi alanlarda yapılması gerektiği ile ilgili olarak yapılan inceleme ve araştırma sonuçları Tablo 5'te gösterilmiş olup, ilgili değişiklikler için öngörülen düşünceler, yorumlar ve örnekler verilmiştir.

IV. Hücresel Üretimde İşgücü Sorunları Ve Araştırmaları

Bu kısımda hücresel üretim yapan firmalardaki işgücünün üstlendiği işler, işgücünün akışkanlık derecesi, yöntemlerin seçimi, eğitim ve ödeme sistemleri ile değişime olan direnç tartışılmaktadır.

Tablo 5: ÜPK Sisteminde Değişiklikler

| Değişiklik Yapılması Gerekli Alanlar | Firma Bazında Cevaplayıcılar | YorumlarDüşünceler Örneklemeler |
|--|------------------------------|--|
| 1-Master planları ve çizelgeleri | 18 | Yapma sıklıklarında artışlar, planlama ve uğraş zamanlarında azaltımlar, üretime geçiş emri vermek için ödeme planlarının geliştirilmesi. |
| 2- Kapasite planlaması | 27 | Yabancı darboğazların hücrelerde yoğunlaştırılması, sadece hücrelerin çalışmasına bağlı. |
| 3- MIP üretim fazlası | 25 | Bir çok çalışma ve durumda azalmıştır. Küçük miktarlarda çok üretim hücre yapısı için en iyi çalışmadır. |
| 4-Hücreler arası transfer (İş istasyonları arasında parça değişimi ve hücreler arası hareketli birimler) | 24 | Çok az sayıda firma hücre içi Parça değişimi ve hücreler arası makine değişimini gerçekleştirmekte. |
| 5- Sipariş emri verme ve sipariş alma | 22 | Daha fazla sık aralıklarla küçük miktarlarda fazla alımları üstlenmek. |
| 6- Düzenleme, sıralama ve (İkincil planlar ve programlar) | 26 | Yalnız başına bir makineyi programlama ayarlamak yerine, bir hücrenin üretim zamanını düzenleyip, tarih sırasıyla programa koyarak ayarlamak daha etkili. |
| 7- İş takibi | 19 | Tamamlanmış operasyonlar hücre içersinde izlenmez, ancak son operasyon hariç. Bir başka çalışmada hücre elemanları için gerçek zaman çizelgeleri harekete geçirilerek incelenebilir. |
| 8- Üretim bantları (Alternatif Rotalar) | 14 | Üretim bantları eskisine oranla ya çok az, ya da hemen hemen hiç yok (kullanılmamakta). |

A. Hücrelerde Yapılan İşler ve İşgücü Akışkanlığı

Geleneksel işgücünün tersine, hücrelerde işçiler sadece kontrol ve hammadde ayarı için gerekli olmaktadır. Farklı iş istasyonları arasında çeşitli ve hareketli işlerin yapılarak başarılabilmesi için; yetenekli işgücünün yanısıra, hem hücrelerdeki işgücünün hem de ekipmanların önceden belirlenerek etkili kullanımları sağlanmalıdır. Mevcut işgücü ile daha fazla verim elde edebilmek

için, hücreler arası işgücü transferi gerekli bir unsurdur. Bir iş gören sadece bir makinede yada bir hücrede çalışırsa, çok fazla miktarda işgücüne gerek olmaktadır. İşgücü akışkanlığını sağlayarak, mobil işgücü sayesinde, bir önceki duruma göre gerekli işgücü miktarı yarı yarıya indirgenebilir.

Mevcut işgücü birimlerinin, firmalardaki işlemlerinin hücrelere nasıl etki ettiği konusunda yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgular, hücrelerde birleştirilen ve birleştirilmeyen makineler açısından ele alınarak Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: *Hücrelerde İşgücü Akışkanlığı*

| İşgücü Akışkanlığı | Hücrelerde Birleştirilmiş Cevaplayan | | Birleştirilmemiş Cevaplayan | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | Makineler | Sayısı | Makineler | Sayısı |
| Firma sayısı | 26 | 26 | 12 | 12 |
| İşgücü hareketleri | 3.47 | 29 | 4.16 | 19 |
| Hücreler arası işgücü hareketleri | 2.68 | 15 | 2.35 | 17 |
| İşgücüne bağlı hücre hareketleri | 4.90 | 25 | 6.31 | 18 |

Tablo 6'da görüldüğü gibi, hücrelerde birleştirilmiş makineler açısından 26 firma, birleştirilmemiş makineler açısından da 12 firma işgücü akışkanlığı bakımından değerlendirilmiştir. Yaygın işgücü hareketliliğinde kullanılan skorlar için ölçeklerin anlamı ise, 1=En az, 5= Oldukça fazla olarak değerlendirilmiştir. Buna göre; işgücü hareketliliği birleştirilmemiş makinelerde daha fazla, hücreler arası işgücü hareketliliğinin ise hücrelerde birleştirilmiş makinelerde daha fazla olduğu görülmektedir. İşgücüne bağlı hücre hareketlerinin ise birleştirilmemiş makinelerde çok çok fazla olduğu belirlenmiştir. Sonuçta hem hücrelerde birleştirilmiş makinelerde, hem de birleştirilmemiş makinelerde hücreler arası işgücü akışkanlığının diğerlerinden daha az düzeyde olduğu ve daha az hareketli işgücü gerektirdikleri ortaya çıkmıştır.

B. İşgücünün Seçimi, Eğitimi ve Alıştırılması

Genelde firmaların büyük bir çoğunluğu, hücrelerde görev alarak çalışacak işgücünü, gönüllü işçilerin oluşturduğunu belirtmektedirler. Bu konuda 36 firmadan sadece 6 firma, yönetim tarafından işgücü atamalarının yapıldığını bildirmişlerdir. Yaptığımız araştırmaya göre, firmalarda mevcut çalışan işçilerin büyük çoğunluğunun, işe başlamadan önce, bir kurs şeklinde eğitim görmedikleri anlaşılmaktadır. Yöneticilerin çoğu, bu konuda işçilerin hem öğrenme hem de çalışma aşamasının iş başında olduğunu ve bu şekilde çok daha fazla aktif ve verimli olduklarını gözlemlediklerini belirtmektedirler. Araştırmaya katılan firmaların 29'undan gelen cevaplara göre, sadece 5 firmadaki işgörenlerin, önceden bilgi verilmek suretiyle eğitim yaptıkları belirlenmiştir.

C. Ücretlendirme Sistemi

Araştırma yapılan firmaların genelde her birinin değişik ücretlendirme sistemi bulunmaktadır. Firmaların yaklaşık yarısı saatlik sabit ücretlendirme yapmaktadır. Sadece 2 firma ise, parça başına ücretlendirme yapmaktadır. Firmalardaki ücretlendirme çeşitleri ile, bunların firmalara göre uygulanma oranları hakkında elde edilen bilgiler değerlendirilerek, Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: Hücresel Üretimde Ücretlendirme Sistemi

| Ücretlendirme Çeşitleri | Uygulayan Firmalar (%) |
|--|------------------------|
| 1- Saatlik sabit ücret | 48.3 |
| 2- Parça başına ücret | 5.6 |
| 3- Saatlik ve parça başına ücret | 5.6 |
| 4- Hücreler bazında üretime göre ücret | 15.8 |
| 5- Sabit fiyat ve hücre başına ücret | 6.2 |
| 6- Parça başına ve grup ücreti | 6.2 |
| 7- Sabit fiyat ve uzmanlık ödüllü ücreti | 5.7 |
| 8- Sabit fiyat ve kâr payı | 6.6 |
| Toplam | 100.0 |

D. Değişime Olan Direnç

Genellikle toplu çalışanlarda görüldüğü gibi, hücresel çalışma tarzında da en sık görülen unsur; yapılacak en ufak bir değişikliğe bile iş görenlerin karşı koymalarıdır. Alışılmış çalışma yöntemlerini olduğu gibi devam ettirmek isteyenlerin oranı, değişikliklere taraftar olanlara göre, çok daha fazladır. Firmalarda çalışan iş görenlerin %68'i değişime karşı çıkmakta ve bunlar, yeniliklerin kendilerine ek yük getireceği endişesi ile bu yeniliklere uyum sağlayamamaktan ve dolayısıyla işini kaybetmekten korkmaktadırlar. İş görenlerin %20'si rasyonel değişimlere ve ilerlemelere taraftar olduklarını belirtirken, %12'si de bu konuda pek fikirleri bulunmadığını yada konuşmak istemediklerini ifade etmişlerdir.

V. Hücresel Üretim Avantajları ve Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Hücresel üretim uygulayan firmaların, hangi alanlardan ne derecede yararlandıkları, araştırmaya katılan firmalardaki cevaplayıcıların, firma sayılarına oranla, verdikleri bilgilere göre değerlendirilmiş ve sonuçta firmaların hücresel üretimden sağlayacakları avantajlar Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8: Hücresel Üretimden Elde Edilen Avantajlar

| Avantajlar | Firma Cevaplayan | | Minimum Gelişim | Maximum Gelişim | Ortalama Gelişim |
|--|------------------|--------|-----------------|-----------------|------------------|
| | Sayısı | Sayısı | | | |
| 1-İşlemlerin yerine getirilmesinde zaman tasarrufu | 25 | 28 | 6.0 | 91.0 | 45.3 |
| 2- Üretim içi stokları ile stok çalışma işlemlerinde azalmalar | 29 | 33 | 8.2 | 84.0 | 42.4 |
| 3- Malzeme taşıma işlemlerinde ve işgücü kontrolünde azalım | 33 | 34 | 11.0 | 85.0 | 41.3 |
| 4- İşgörenlerin iş tatmininde artış | 18 | 26 | 16.0 | 51.0 | 35.4 |
| 5- Hücre parçalarındaki değişimde azalım (sabit donatılarda) | 18 | 18 | 10.0 | 87.0 | 35. |
| 6- Hazırlık zamanında azalım | 29 | 33 | 3.0 | 95.0 | 32.0 |

Tablo 8 : *Devam*

| | | | | | |
|--|----|----|------|------|------|
| 7- İhtiyaç duyulan üretim yeri alanından tasarruf | 17 | 19 | 2.0 | 85.0 | 31.8 |
| 8- Üretilen parça kalitesinin geliştirilmesinde artışlar | 30 | 36 | 5.0 | 92.0 | 29.8 |
| 9- Tamamlanmış ürün stoklarında azalış | 22 | 24 | 10.0 | 78.0 | 28.8 |
| 10- İşgücü maliyetlerinde azalış | 15 | 18 | 5.0 | 78.0 | 27.2 |
| 11- Ekipman kullanan hücrelerde artışlar | 7 | 7 | 11.0 | 42.0 | 23.0 |
| 12- Üretilen ürünlerde kullanılan makina ve ekipman parçalarında azalmalar | 8 | 10 | 10 | 50.0 | 20.5 |

Hücresele üretim maliyetleri ile ilgili olarak yapılan araştırma sonuçları değerlendirilerek, harcama alanları sınıflandırılmıştır. Bu konuda firmalardan elde edilen bulgular, firmaların önem verme derecesine göre sıralanarak Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: *Hücre Oluşumundaki Başlıca Harcama Unsurları*

| Önem Derecesi | Harcama Sınıfları | Firma Sayısı | Cevaplayan Sayısı | En Önemli Gören Firma Sayısı |
|---------------|---|--------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | Makine ve ekipmanları yeniden yerleştirmek | 38 | 42 | 36 |
| 2 | Fizibilite çalışmaları, hücre tasarımları, planlama, toplantı ve karşılaştırma etütleri | 35 | 38 | 28 |
| 3 | Yeni ekipman ve makine çoğaltma | 22 | 25 | 16 |
| 4 | Alıştırma, deneme, eğitim | 23 | 26 | 15 |
| 5 | Yeni alet ve sabit donatılar | 19 | 23 | 13 |
| 6 | Bilgisayarlar, yazılımları, programları ve kontroller | 20 | 21 | 12 |

Tablo 9: *Devam*

| | | | | |
|---|--|----|----|----|
| 7 | Malzemeleri ekipmanlarla işleme ve taşıma yöntemleri | 18 | 18 | 11 |
| 8 | Yenileşme esnasındaki iş ve üretim kaybı | 19 | 22 | 10 |
| 9 | Daha yüksek işgören ücretleri | 10 | 16 | 05 |

VI. Yeniden Yerleşim Süreci ve İşlemlerin Yürütülmesi Esnasında Karşılaşılan Sorunlar

Yeniden yerleşim esnasında karşılaştıkları ve yaşadıkları problemleri bize belirtmelerini istediğimiz firmalar, oldukça uzun bir şikayet listesi oluşturdular. Bunun en önemli nedeni ise, yeniden yerleşim ve operasyonlar sırasında başa çıkılması gereken bir çok sorun olması ve üretimi durdurmasıdır. Sekiz firma, hücresele üretime dönüş esnasında, bazı üretim makinelerinden ufak üretim alanları oluşturarak nispeten bazı zararları azalttıklarını belirttiler. Diğer firmalarda ise, problemlerin hücre kısmından çok onu yönetmek konusunda olduğu gözlemlendi.

Tablo 10: *Hücre İşlemleri ve Yeniden Yerleşimle İlgili Problemler*

| Problem Çeşitleri | Önemli Gören Firma Sayısı |
|--|---------------------------|
| Kişilerle İlgili | |
| İşgören direnci | 7 |
| Denetici direnci | 3 |
| Yönetim direnci | 2 |
| Grup ve takım çalışmasında hüner ve beceri eksikliği | 4 |
| Ekipmanla İlgili | |
| Makinelerin bozulması | 4 |
| Özel araç isteyen makineler (Özel alet ihtiyaçları) | 2 |
| İşlem Süreci ve Yönetimle İlgili | |
| İş ve işgücü yerleşimi ve dengelenmesiyle ilgili | 6 |
| Hacim - Kapasite dengesizliği | 5 |
| Hücre programlama, planlama ve sınıflandırması | 4 |
| Esas iş akışında aksamalar | 1 |
| Toplam | 38 |

Problemli alanların ve problem çeşitlerinin neler olduğu ve firmalara göre bu konunun önemi, araştırmaya katılan 38 firmadan gelen bilgilere göre değerlendirilerek Tablo 10'da özetlenmiştir.

VII. Sonuç

Hücreyel üretim uygulamaları ile ilgili olarak yapılan araştırmaya 38 firma katıldı. TZY'nin de amaçladığı bir üretim sistemi olan hücreyel üretimle ilgili olarak yapılan araştırma çalışmalarının sonucunda, hücreyel üretimi uygulayan ve bundan sonra yeni uygulayacak olan firmalara bir takım önerilerimiz olacaktır. Bu önerileri; Hücre Tasarımı, Kişilerin Katkısı, Eğitim ve İlerleme Aşaması olmak üzere dört ana başlık altında şu şekilde özetlemek mümkündür:

Hücre Tasarımı

- 1- Hücreyel üretimin tasarım ve planlamasında, grup teknolojisi analizleri esas alınmalı.
- 2- Ürünün ömrünü göz önünde bulundurmak gerekir.
- 3- Hücreler arası karışıklıklara meydan verilmemeli.
- 4- Çok fazla hızlı üretime aman verilmemeli (Bu konuda ölçek ve miktarların önceden bilinmesi gerekir).
- 5- Çok sık parça değişmemeli.
- 6- Zamana karşı parçalar modernleştirilmeli.
- 7- Hücreyel üretimle ilgili yeni tasarımlar yapmak gerekli.
- 8- Daima yeni tasarımlar geliştirilerek hücre modernizasyonuna önem verilmeli.
- 9- Tam zamanında ve yüksek kalitede ürünler elde edilmeli.

Kişilerin Katkısı

- 1- İş görenlerin (hücrelerin oluşturulması, kurulması, geliştirilmesi ve yönetim tarafından desteklenmesinde) işin içine girmelerine izin verilmeli.
- 2- Gözetmen, denetici ve üretimde çalışan iş görenleri, daha önceden olayların içine sokmalı.
- 3- Hücrelerin her aşaması üretim safhasında planlanmalı (Hücrelerin planlanması safhasında bütün üretim alanları kapsamalıdır)
- 4- İş görenlerin işleri anlamama veya yanlış anlama durumları gözardı edilmemeli.

Eğitim

- 1- İş görenlerin hücrelerdeki her bir makineyi kullanmayı öğrenmeleri sağlanmalı.
- 2- Hücrelere atanmadan önce, işgörenler çalışacakları makineleri tanıyarak bilgi sahibi olmalı.
- 3- Kısaca sürekli eğitim, eğitim, eğitim (deneme ve alıştırma).

İlerleme Aşaması (İşlemlerin Yerine Getirilmesinde)

- 1- İşe bir tane pilot hücre ile başlanmalı.
- 2- Potansiyeli yüksek ve en basit olan hücre, başlangıç olarak seçilmeli.
- 3- Sadece üretim değil, stoklama aşaması da hücrelerde ele alınmalı.
- 4- Öngörülen değişiklikler, kişilerin yönlendirilmesinin %100 doğru olduğundan emin olunduktan sonra yapılmalı.
- 5- İş görenlerin çalışacağı hücreler için, en iyi olanları seçilmeli.
- 6- Ne olursa olsun, hücre içersinde işlemler için, asla şüphe ve tereddütlere yer verilmemeli.

Sonuç olarak, firmalarda hücreleşme oranının toplam üretim kapasitesinin %5'i kadar az olduğu, %80 kadar firmada ise ancak 6 veya daha az hücre bulunduğu belirlenmiştir. Firmalardaki hücrelerin %75'i 1988 ve 1990 yılından sonra kurulmuş olup, ortalama her firmada 5 ile 9 arasında değişen sayıda hücre kullanılarak üretim yapılmaktadır. Hücresel üretim uygulaması yapan 38 firmada çalışan iş görenlerden çok işlevli olanlar %87, hareketli olanlar ise %39 oranında kullanılmaktadır.

Hücresel üretimin gerçekleştirilmesiyle ilgili olarak iki önemli sorun belirlenmiştir. Bu sorunlar ise; hücrelerin işlem sürecinde dengelenmesi ile, iş görenlerin yeni değişimler ile işlem sürecinde yapılacak değişikliklere karşı olan dirençleridir. En çok maliyetli olan konular ise; makinelerin yerini değiştirmek ve yeni hücre tasarımlarıdır. Makinelerin yerini değiştirmenin çok maliyetli olmasının en önemli nedeni, bina yapımı kadar büyük ve zor bir iş olmasındandır. Bu nedenle hücre tasarımları ve fabrika içi yerleşim düzenlemesi yapılırken, çok iyi hesaplar yapmak, yanılıya ve şühelere yer vermemek için oldukça titiz davranmak gerekmektedir.

Bu çalışmanın sonucu olarak, en çok ele alınıp, öğrenilmesi gereken bir takım konular bulunmaktadır. Bunların başında hücresel üretimin her aşamasında yakından ilgi ve iş görenlerin eğitimi gelmektedir. Firmaların çoğu, kişilerin daha önceden ilgili konularda bilgi alması gerektiğini, eğitimi iş

görenlerin işlerinde çok fazla zaman ve üretim kazancı sağladıkları görüşünde birleşmişlerdir. Diğerleri ise; iyi personel seçimi, projelere büyük kâr amacı güderek başlamak, ilerlemede aceleci davranmadan yavaş fakat istikrarlı bir tutum izlemek, zaman ayarlamasını göz ardı etmemek ve kişileri daima bilgi sahibi yapmak için çaba harcamak gerekmektedir. Firmaların bu konularda edindikleri deneyimlerin genelde hep aynı olduğu belirlenmiştir.

Summary: In this study conclusion paper reports the findings of a survey study of 38 in Turkey industry firms involved with cellular manufacturing. This survey areas covered include the reasons for establishing cells, cellular manufacturing advantages and benefits achieved, cellular manufacturing types and sized of cells, extent of cellularization in the firms, methods used to design the cells, cellular manufacturing changes and impacts of production planning and control systems, labour related issues and important experiences gained by the firms. The data presented here were collected as larger study of various based on group technology cellular manufacturing applications in which 55 firms participated.

Kaynaklar

- ALLISON, J., VAPOR, J.(1979), GT Proves Out, American Machinist, 123.
- AYDENİZ, N.(1997), Tam Zamanında Yönteminin Bankacılık Sistemine Uygulanması Üzerine Bir Deneme. Standard Ekonomik ve Teknik Dergi, TSE Yay., Sayı: 423, Mart, Ankara.
- BURBIDGE, J.L.(1975), The Introduction of Group Technology, John Wiley and Sons, New York.
- BURBIDGE, J.L.(1979), Group Technology in the Engineering Industry, Mechanical Engineering Publications, London.
- BURBIDGE, J.L., DALE, B.G.(1984), Planning the Introduction and Predicting the Benefits of Group Technology, Engineering Costs and Production Economics, 8.
- FAZAKERLY, G.(1976), Research Report on the Human Aspects of Group Technology and Cellular Manufacturing, International Journal of Production Research, 14.
- HALL, R.W.(1983), Zero Inventories, Homewood IL; Dow Jones-Irwin.
- HAM, I., REED, W.(1977), First Group Technology Survey, Machine and Tool Blue Book, 72.
- HONDA, F., vd.(1980), Group Technology, Japan Society for the Promotion of Machine Industry, Tokyo.

- HUBER, V., HYER, N.L.(1985), The Human Impact of Cellular Manufacturing, *Journal of Operations Management*, 5.
- HYER, N.(1984), The Potential of Group Technology for U.S. Manufacturing, *Journal of Operations Management*, 4.
- HYER, N.L., WEMMERLÖV, U.(1982), MRP/GT: A Framework for Production Planning and Control of Cellular Manufacturing, *Decision Sciences*, 13.
- HYER, N.L., WEMMERLÖV, U.(1984), Group Technology and Productivity, *Harvard Business Review*, 62.
- HYER, N.L., WEMMERLÖV, U.(1989), Group Technology in the U.S. Manufacturing Industry: A Survey of Current Practices, *International Journal of Production Research*, 27.
- KING, J.R., NAKORCHAI, V.(1982), Machine - Component Group Formation in Group Technology: Review and Extension, *International Journal of Production Research*, 20.
- LEVULIS, R.(1978), *Group Technology 1978: The State of the Art*, K.W. Tunnell Company, Chicago.
- SCHONBERGER, R.J.(1982), Japanese Manufacturing Techniques, *International Journal of Production Research*, 20.
- TEKİN, M.(1996), *Üretim Yönetimi*, Cilt:2, 3. Baskı, Arı Ofset Matbaacılık, Konya.
- TÜTEK, H., ÖNCÜ, S.(1992), Jit (Just in Time) Felsefesinin İşletme Fonksiyonları ve Verimlilik Üzerine Etkileri, *MPM Yay., Verimlilik Dergisi*, Sayı: 1992/4, Ankara.
- WEMMERLÖV, U.(1988), *Production Planning and Control Procedures for Cellular Manufacturing Systems, Concepts and Practice*, American Production and Inventory Control Society, Falls Church, Virginia.
- WEMMERLÖV, U., HYER, N.L.(1987), Research Issues in Cellular Manufacturing, *International Journal of Production Research*,