

## GRUP TEKNOLOJİSİ (\*)

Faik ARDAHAN(\*\*)

### 1. GİRİŞ

Endüstrileşmiş toplumlarda, özellikle son yıllarda büyük bir hızla artan yeni ürünler, bu ürünleri üretmek durumunda olan işletmeleri büyük çapta tasarım, planlama ve üretim sorumlularıyla karşı karşıya bırakmıştır. Ürün çeşitliliğindeki artış, genel amaçlı makina araç ve gereçlerde çok sayıda ürünün küçük partiler halinde üretilmesini olanaklı kılan atölye tipi üretimi ön plana çıkarmış; bu üretim tipinde üretimin planlanması ve iş dağıtımını zorlaştırmıştır. Bunun doğal sonucu olarak da atölye tipi üretim ve bu üretim tipinin yerleşim biçimi olan işlemsel temele göre yerleştirmenin sorunları ve bu sorunların çözümü önem kazanmıştır.

Atölye tipi üretim sistemlerinin sorunlarına çözüm bulmanın bir yolu, bütün olarak ele alınması halinde çözümü zor olan bu sorunların, sistemi küçük alt sistemler halinde tanımlayarak basitleştirmektir. Küçük alt sistemlerde planlama, denetim ve üretim daha etkin bir şekilde yapılabilmektedir.

Atölye tipi üretim sistemlerinin sorunlarına çözüm bulmanın bir yolu, bütün olarak ele alınması halinde çözümü zor olan bu sorunların, sistemi küçük alt sistemler halinde tanımlayarak basitleştirmektir. Küçük alt sistemlerde planlama, denetim ve üretim daha etkin bir şekilde yapılabilmektedir.

Kapalı ekonomilerin bile serbest pazar ekonomisine geçtiği günümüzde, işletmelerin rekabetçi bir ortamda faaliyetlerini sürdürmesi kaçınılmaz bir durumdur. İşletmelerin bu durumda varlıklarını sürdürebilmeleri için kârlarını enbüyükleme amacıyla hem maliyetleri azaltmaları hem de gelirlerini artırmaları gerekmektedir.

(\*) Bu çalışma, «Grup Teknolojisinde Üretim Hücreleri Oluşturulmasına Yönelik Bir Yöntem Önerisi» adı altında tamamlanan Yüksek Lisans Tezinin bir kesimidir.

(\*\*) Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bilgisayar Uzmanı

Rekabetçi bir ortamda, işletme dışı faktörler kontrol edilemez maliyet kalemlerini oluşturduğundan, işletme kontrol edilebilir maliyetler olarak isimlendirilen hammadde, işgören yönetim, sermaye ya da teknoloji maliyetlerini düşürerek, kârını en büyükleme veya rekabet olanağı bulabilir.

Üretilen parçaların tasarım veya üretim özelliklerine göre gruplandırılması ve daha sonra bu parça gruplarının işleneceği makinaların belirlenmesiyle, parça-makina gruplarının oluşturulmasına dayanan grup teknolojisi, çok çeşitli ürünün küçük partiler halinde üretildiği atölyelerde, hücre tipi üretim biçimiyle, sorunlara köklü çözümler önermektedir.

Grup teknolojisini uygulamasıyla üretim hattına yeni girecek ürünün üretilmekte olan benzerlerinin sağlamış olduğu bilgiden yararlanılması mümkün olmaktadır. Grup teknolojisini kontrol edilebilir maliyetler üzerindeki etkin denetimi de üretkenliği artırıcı sonuçları, işletmeleri hücre tipi üretime veya üretim hattının hücresele düzenlemeye göre yeniden yapılanmasına zorunlu kılacaktır.

Grup Teknolojisi'nin ele alındığı bu çalışmada, Grup Teknolojisi anlatılarak yararları, uygulama aşamaları ve üretim maliyetlerine etkisi incelenecektir.

## 2. GRUP TEKNOLOJİSİ

Grup teknolojisi (GT), ürün tasarımı ve üretiminde ürünler arasındaki benzerliklerden faydalanarak, ürünleri benzerliklerine göre gruplandırmaya dayanan yeni bir üretim felsefesidir (1). Bir başka tanımlamayla GT, üretimde benzer problemler olduğunda ve bu problemler gruplanabildiğinde bu problemler kümesine tek bir çözüm bularak, zaman ve emekten tasarruf sağlama olanağı veren bir üretim felsefesidir (2).

GT fikri ilk olarak Sovyet mühendis Mitranov tarafından 1960'lı yıllarda ortaya atıldığı halde sanayideki uygulamalar oldukça yenidir. İlk başlarda «bilimsel yönetim» ve «iyi mühendislik uygulamala-

---

(1) Durie, F.R., «A Survey of Gt and Its Potential User Application in U.K.», **The Production Engineering**, Şubat 1970, s. 50.

(2) Abou-Zeid, M.R., «Group Technology», **Industrial Engineering**, Mayıs 1975, s. 32.

rının bir parçası olarak bilinen GT, üretim sektöründe bilgisayarların tasarım ve tezgah kontrolünde kullanılmaya başlanması sonucu, özellikle makina sanayiinde yaygınlaşmıştır (3).

Günümüzde buluş zamanının giderek kısalması ürün sayısının hızla artmasına sebep olmuştur. Bu durum, atölye tipi üretim sistemlerinde çok büyük sayıda farklı ürünün üretilmesi zorunluluğunu doğurmuş, bu üretim tipinin yol açtığı sorunların giderilmesi için GT'ye ihtiyaç duyulmuştur (4). Bu durum, tek tek firmalar için bile her yıl çok sayıda yeni ürünün tasarlanması ve üretilmesi gereğini ortaya çıkarmıştır.

Üretime katılan yeni parçalar tasarım, planlama ve kontrol faaliyetlerinin yoğunluğunu ve karmaşıklığın büyük ölçüde artırmaktadır. Bu durum yeni ürünün üretime katılması ile ortaya çıkacak yeni faaliyetleri azaltacak, birleştirecek ya da ortadan kaldıracak bazı olanakların araştırılmasını gerektirir. Her yeni ürün için üretim sürecinin yeniden programlanması zaman kaybına ve yüksek maliyete sebep olur.

Ürün sayısının artması ve ürünlerin belli zaman aralıklarında küçük ya da orta büyüklükte partiler halinde üretilmesinin sonucu olarak, günümüzde atölye tipi üretim giderek yaygınlaşmaktadır. Ürün sayısının çokluğu nedeniyle ürüne göre düzenleme olanaksızlaşmaktadır. Bu nedenle atölye tipi üretimde fonksiyonel ve ürüne göre yerleştirmenin sorunları ve bu sorunların çözümü giderek önem kazanmakta ve grup düzenlemeye doğru yönelinmektedir (5).

GT üretim felsefesi, anlatılan bu gelişmeler ve gelişmeden kaynaklanan sorunların çözümlenmesine yeni yaklaşımlar getirmiştir. Mamülleri gruplandırarak tasarım, planlama ve üretim faaliyetlerini bu gruplara göre yönlendirmek, tasarım ve üretimde ürünler arasındaki benzerliklerden yararlanarak zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlamak ve sistemin karmaşıklığı büyük oranda azaltılmakta-

---

(3) Inyong, Ham, et. all., Group Technology, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, 1984, s. 7.

(4) Opitz, H., Wiendahi, H. P., «GT and Manufacturing Systems For Small and Medium Quantity Production», **International Journal of Production Research**, Cilt: 9, Sayı: 1, 1971, s. 182.

(5) Kurtulmuş, Müşerref, **Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde, Hücrelerin Oluşturulmasına Yönelik Bir Yöntem ve Uygulamaları**, Mastır Tezi, A.Ü.F.B.E., Eskişehir, 1985, s. 23.

dır. GT'de fonksiyonel ve ürüne göre düzenleme yerine grup düzenleme yapılarak geleneksel üretim sistemlerinin aksaklıkları ortadan kaldırılmıştır.

Just-in-Time (JIT) üretim sisteminin temelini teşkil eden GT, bu üretim sisteminden, üretimde stok kontrolü yerine akış kontrolü sağladığı için ayrılmakta ve bu yolla üretimin verimliliği ve kontrolünü daha etkin kılacak ilkelerin uygulanmasını sağlamaktadır (6).

GT yaklaşımının endüstride uygulanması, geleneksel üretim tipleri ve JIT üretimden kaynaklanan sorunları ortadan kaldırarak, işletmenin üretkenliğini ve verimliliğini artıracak birçok yararlar sağlar.

## 2. Grup Teknolojisinin Yararları

Yeni bir üretim felsefesi olan GT'nin uygulamada sağladığı birçok yararları vardır. Bunları şöyle sıralayabiliriz.

**a— İş Akışını Basitleştirir :** GT, iş akışını, fonksiyonel bir düzenlemeye nazaran, seri üretim tipine uygun bir yerleşim düzenine göre oluşturur. Bu düzenleme biçiminde, üretime giren hammadeler, makina gruplarında işlenerek ürün hale gelirler. İş akışının makina grupları arasında oluşu sonucu, akışta bir kolaylık söz konusudur. Bunun sonucu olarak, üretimin kontrolü ve planlaması basitleşir (7).

**b— Taşıma Miktarları Azdır :** Mamül üzerindeki fiziksel değişikliği yapacak farklı tipteki makinalar bir araya gelerek makina hücrelerini, makina hücreleri bir araya gelerek tüm üretim hattını oluştururlar. Bu düzenleme içinde parçalar, bir makinadan diğerine, bir hücreden diğerine geçerek üretim hattını takip ederler. Makina grupları, ürünün üretim hattı içindeki hareketlerine göre düzenlendiğinden, taşınan parça miktarı ve taşıma mesafesi kısa olacaktır (8). Daha az miktardaki hammadde ve yarı mamülün, daha kısa mesafelerde taşınması, taşıma yatırımları ve masraflarının az olmasına sebep olacaktır.

(6) Sinha R. K., Hollier, R. H., «A Review of Production Control Problems in Cellular Manufacture», *International Journal of Production Research*, Cilt: 28, Sayı: 3, 1990, s. 489.

(7) Sinha R. K., et. all., e.g.e., s. 773. Opitz, H., et. all., e.g.e., s. 183.

(8) Elsayed, E A., Kao, T. Y., «Machine Assignment in Production Systems With Manufacturing Cell», *International Journal of Production Research*, Cilt: 28, Sayı: 3, 1990, s. 489.

c— **Üretim İçi Stoklar Azdır** : Basit iş akışı ile sağlanan makina önündeki iş parçası bekleme (veya kuyruk) zamanları kısa olacağından ve taşıma miktarları büyük yığınların oluşmasını gerektirmeyecek ve üretim içi stoklar azalacaktır (9). Üretim içi stokunun azlığı işletmenin stok finansmanına ayıracığı sermaye miktarını düşürecek.

d— **Toplam Üretim Zamanı Kısadır** : Kuyrukta bekleme süresinin azlığı hammadde ve yarımamül tedarik süresinin ve taşıma süresinin azlığı, makinaların ayarlanma ve yüklenmesi süresinin düşük olması sonucu toplam üretim zamanı kısadır (10). Toplam üretim zamanının kısalığı, birim zaman içinde daha fazla üretime olanak verecek ve işletmenin üretkenliği artacaktır.

e— **Hazırlık Zamanı Düşüktür** : Hücre içindeki makina ve araç-gereçler, bu hücrede üretilecek bir parça ailesi için, bir parçadan diğerine çok hızlı geçecek şekilde tasarlanabilir. Bunu sağlayan en büyük etken; parça ailelerini oluşturan parçaların benzerlikleridir (11). Küçük parti üretimine olanak tanıyan bu kolaylıklar, makina gruplarının bu değişimden kaynaklanan hazırlık zamanlarını en aza indirmesini sağlayacaktır.

f— **Üretimin Kalitesi Yüksek** : GT, ürün kalitesinde bir iyileşmeye sebep olur. Küçük parti üretiminin hücre düzeninde, bir işgören bir parçayı direkt olarak diğer işgörenden alır. Böylece, eğer parça hatalı ise, işlem neyin yanlış gittiğini anlamak için durdurulur ve kalite geri beslemesi sağlanarak yüksek kaliteye ulaşılır (12). Sorumluluk hücre düzeyine kadar indiğinden ve hücre içindeki işgören kalite sorumluluğu taşıyacak ve kalite kontrol düzenlemesinde süreklilik sağlanacaktır. Bu sebeble üretimin kalitesi artacaktır (13).

(9) Thomas, H., et all., «Material Flow Management in Cellular Configurations For Small-Lot, Curcuit Card Assembly», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 3, 1990, s. 573.

(10) Tarun, Gupta, Seifoddini, Hamid, «Production Data Based Similarity Coefficient For Machine-Component Grouping Decisions in The Desing of Cellular Manufacturing Systems», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 7, 1990, s. 1247.

(11) Thomas, H., et. all., e.g.e., s. 573.

(12) Cpim, Iimothy D. Fray, et. all., «A Successful Implementati noof GT and Cellular Manufacturing», **Production and Inventory Management**, Cilt: 28, Sayı: 3, 1987, s. 4 .

(13) Basaratnam, Logendran, «A Workload Based Model Minimizing Total Intracell Moves in Cellular Manufacturing», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 5, 1990, s. 913.

**g— Üretim-Planlama ve Kontrol Faaliyetleri Basittir :** Üretim makina grupları içinde yapıldığı için, mezkezi bir sorumluluk yerine, aktarılan ve bölünmüş bir sorumluluk söz konusudur. Sorumluluk alanının daralması, akışın planlanması, üretimin kontrolü ve geri beslemeyi kolaylaştırıcaktır. Üretim akışındaki karmaşıklık ve yoğunluğun azlığı üretim-planlama ve kontrol faaliyetlerini basitleştirecektir (14).

**h— İşgören Tatmini Fazladır :** GT yaklaşımının temelinde işgörenin güdülenmesi fikri yatar. Bu yaklaşım, işgörelere daha fazla sorumluluk ve yetki verildiğinde daha yüksek performans düzeyi elde edildiğini kabul eder. Sistemdeki her işgören, hatalı bir parça gördüğünde ya da kendisi üretimin hızına yetişemediğinde, üretim hattını durdurma veya başka işgörelere yardım isteme hakkına sahiptirler. Bu sistemde işgörelere birbirlerine yardım edecekleri ve bir işgörenin birden fazla işi yapabileceği kabul edilir (15). Bu yaklaşımda işgören, kendisinde yönlendirebileceği bir sistem içinde çalışarak yüksek iş tatmini elde eder.

**i— Fabrika Kullanım Alanını Arttırır :** Hücre içi taşıma mesafesini en aza indirmek için, makina ve araç-gereçlerin, birbirlerine yakın konumlandırılması, fabrika içerisindeki toplam kullanım alanının arttıracaktır (16).

**j— GT Bir Vergi Bankası Oluşturur :** GT, benzer faaliyetleri biraraya getirerek yapmak, böylece, bağımsız faaliyetler arasındaki geçişlerde oluşan zaman kaybını önlemek amacıyla, birbirleriyle yakın ilişkili faaliyetlerin standartlaştırılması gerektirerek, gereksiz tekrarların önlenmesi ve yinelenen problemlere ilişkin bilgilerin toplanıp depolanmasını gerektirir (17). Böylece oluşturulan veri bankası, bilgi arama çözüm geliştirme zamanının azaltılması ve aynı problemin tekrar çözülmesi zahmetinden kurtulması olanağını verir.

**k— Tasarım Kolaylığı Sağlar :** Üretim endüstrisinde Bilgisayar Destekli Tasarım-BDT-(Compter Aid Design-CAD) ve Bilgisayar Destekli Üretim-BDÜ-(Computer Aid Manufacturing-CAM) sistemlerinin gelişmesi ve GT kavramında daha bütünleşik uygulamalara neden olmuştur. Parçalar arasındaki geometrik ve işlem benzerliklerine esas olan parça ailesi uygulamalarında GT, BDT/BDÜ için temel eleman görevi yapmaktadır (18). Yeni bir parçayı üretime sokmak, tasarım,

(14) Kobu, Bülent, a.g.e., s. 93. Thomas, H., et. all., e.g.e., s. 573.

(15) Basaratnam, Logendran, a.g.e., s. 913.

(16) Cpim, Timothy D. Eray, et. all., a.g.e., s. 4.

(17) Hyer, N.L., Wemmerlöv, U., «Group Technology and Productivity», **Harvard Business Review**, Sayı: 4, Temmuz-Ağustos 1984, s. 140.

(18) Inyong, H., a.g.e., s. 346.

planlama ve kontrol, makina ve teçhizat yatırımıyla büyük bir yatırımı gerektirir. Parçalanmış GT kodlaması, tasarımda standartlaşma ve önceki tasarımlardan verimli şekilde yararlanılmasını sağlar (19). Bu özellik hem tasarım işlemini hızlandırır, hemde, mükerrer tasarımı önler. GT kodlaması yardımıyla tasarımcı ihtiyacı olan parçanın temel karakteristiklerini belirler ve tasarımı tamamlanmış parçalar içinden uygun tasarımı olan veya bazı değişikliklerle işine yarayabileceklerini seçer. Parçanın tasarımı belirlendikten sonra çizimin tamamlanması az emek ve zaman gerektirecektir. Günümüz bilgisayarlarında grafik simülasyon programlarının gelişmesi, tasarım oluşturulması, görüntülenmesi ve kontrolünde harcanan zamanın azalmasına sebep olmuştur. Etkin tasarım kontrolü ile tasarım maliyeti %2-5 arasında düşürülebilmektedir (20).

**1— Maliyet Tahminlerinde Kullanılır :** Fiat verme amacıyla, ürün maliyet tahminini ihtiyacı olan bir işletme, gereken parçaları kodlayarak GT veri bankasında araştırabilir. Kodlama bilgileri parçanın yapısı ve ürün hale gelene kadarki işlemler ile ilgili gerçekçi, bilgileri kapsayacağından, geleneksel tekniklerden daha etkin bir şekilde maliyetler tahminlenecektir. Diğer taraftan, GT, aynı zamanda, malzeme maliyetlerindeki değişimin doğuracağı ekonomik sonuçların tespitinde de kullanılabilir. Halen pahalı olan bir karışımın fiyatında yakında bir artış bekleniyorsa, bu artan satın alma maliyetinin üretim maliyetlerine nasıl yansıtılacağını hızla hesaplamak mümkündür.

**m— Sayısal Kontrollü Makinalarda Kullanılır :** GT sayısal kontrollü makinaların, işlem bantlarının hazırlanmasında zaman ve maliyet azaltıcı yönde kullanılabilir (21). Doğru olarak tanımlanmış sistemlerde, her parça grubu için kod sırası matrisi, tüm üretim ve tasarım bilgilerini içermektedir. Bir grubun her üyesi özel tasarım zarfına düşmektedir. Standart sayısal kontrol programları gruptaki parçaların üretimi için geliştirildiklerinden hazırlanan veri matrisi ile üretimi gerçekleştirebilmektedirler.

GT'nin bahsedilen yararlarından faydalanmak için, işletmenin üretim sisteminin GT'nin uygulama aşamalarına uygun olarak ya baştan tasarlanması ya da yeniden düzenlenmesi gereklidir.

(19) Guerrero, H. H., «Group Technology: II. The Implementation Process», **Production and Inventory Management** Cilt: 28, Sayı: 2, 1987, s. 5.

(20) Guerrero, H. H., a.g.e., s. 5.

(21) Hayner, C., «New Route to Numerical Control Productivity», **Metalworking Economy**, Kasım 1979, s. 7.

### 3. GT'nin Uygulama Aşamaları

GT'nin uygulanabilmesi için, üretim sisteminin bağımsız alt üretim sistemlerine (makina hücrelerine) ayrılabilirliği ve grup düzenlemeye olanak veriyor olması gerekir. Üretim sistemi alt sistemlere ayrılabilirse, GT'nin endüstriyel uygulamalarının aşamaları şöyle sıralanabilir (22).

**Adım—1** : Parçaların üretim sıraları ve çizimleri incelenerek, parça aileleri oluşturma olanakları araştırılır. Bu araştırma sonucunda, parçaların büyük ölçüde farklılık gösterdiği ve gruplamanın uygun olmadığı sonucuna varılırsa GT'nin uygulanması yararlı olmayacaktır. Akti halde adım—2'ye geçilir.

**Adım—2** : Üretim sisteminin özelliklerine ve parça ailelerinin oluşturulma ölçütüne uygun bir gruplama yöntemi seçilir ya da yeni bir gruplama yöntemi geliştirilir.

**Adım—3** : İkinci adımda belirlenen yöntemle göre parça bilgileri toplanır ve seçilen yöntemin ölçütüne göre (büyüklük, şekil, işlem sırası, teknolojik benzerlik, v.s.) benzer özellikleri gösteren parçalar aynı grupta olacak şekilde, parça aileleri oluşturulur.

**Adım—4** : Üçüncü adımda belirlenen parça ailelerinin işlem sırasına göre, her gruptaki parçaları işleyecek makineler belirlenir. Bu makineler biraraya getirilerek makina hücreleri oluşturulur.

**Adım—5** : Bir önceki aşamada oluşturulan herbir makina hücresi için, gerekli makina ve araç-gereç ve işgören sayısı bulunur ve belirlenen sayıda işgören, makina ve araç-gereç hücrelere atanır.

**Adım—6** : Makina hücrelerinin, birbirleriyle ve sistemin diğer birimleriyle ilişkileri dikkate alınarak hücre içi ve hücreler arası taşımayı enküçükleyecek makina ve araç-gereçlerin yerleşim düzenlenmesi yapılır.

GT felsefesi, gruplandırma temelinde, üretim işlemlerini gerçekleştirerek, geleneksel üretim sistemleri ve JIT üretimin aksaklıklarını gidermeyi amaçlar. İşlenecek parçaların ve makinelerin gruplanması dışındaki aşamalar, genel olarak her üretim sisteminde yapılagelen planlama eylemlerinden meydana gelmektedir.

(22) Abou-Zeid, M. R., a.g.e., s. 73, Kurtulmuş, Müşerref, a.g.e., s. 28., Nancy, C. Hayar, Urban Wemmerlöv, «GT and Productivity», **Harvard Business Review**, Sayı: 4, Haziran-Ağustos 1984, s. 147., Lee, L. C. «Group Technology», **Management Decision**, Cilt: 25, Sayı: 4, 1987, s. 35 .



GT'nin uygulama aşamalarının etkin bir şekilde tamamlanması, kontrol edilebilen maliyetler olarak isimlendirilen işçilik, hammadde, sermaye, mamül ve üretim içi stok maliyetlerini olumlu yönde etkileyecektir.

#### 4. GT'nin Üretim Maliyetlerine Etkisi

GT'nin uygulanması ile üretim sistemlerinde hangi maliyetlerin ne yönde etkileneceğini belirlemeden önce, üretim sistemlerinde etkin olan maliyetlerin ele alınması yararlı olacaktır. Birçok üretim sisteminde direkt işçilik, üretim içi stok, hammadde ve sermaye etkin maliyetler arasında yer alır. Bu maliyetlerden, hammadde maliyeti bir çok endüstride satış fiyatının %50 sini aşmasına rağmen, azaltılmasına yönelik etkili bir yöntem bulunmamaktadır (23).

Hammadde maliyetini büyük ölçüde azaltmak mümkün olmayıp, katlanılması gerekli bir maliyet yapısını oluşturur. Fire ve hatalı üretim oranı düşürülerek, dolaylı yoldan biraz azaltma olanağı vardır.

Sermaye kaynaklı maliyet, sistem içindeki makinalardan yetersiz yararlanma oranıyla belirlenir. Çizim-1 de bu oranlara bir ölçü olmak üzere yapılan bir istatistiksel araştırmanın sonuçları verilmektedir. Çizimde, teorik kapasite, makinanın belirli bir dönem çalışabileceği enbüyük zamanı gösterir. Örneğin, üç vardiya çalışılan bir işletmede günde 24 saat, haftada 168 saat (7 gün \* 24 saat). İşgörenin ve makinaı çalıştıracak enerjinin kullanıldığı gerçek zaman, planlanmış makina kapasitesi olup; araştırma sonuçlarına göre, teorik kapasitenin %66 sını oluşturmaktadır. Ancak bu kapasite ikinci ve üçüncü vardiyaların kullanılıp kullanılmamasına göre değişir. Ne varki, planlanmış makina kapasitesi, bazı sebeplerden dolayı, iş üretmek için kullanılmamaktadır. Bunlar; yetersiz yükleme, makina hazırlık zamanları, aylak zamanlar (boş bekleme), bozulmalar ve işleme şartlarından doğan zaman kayıplarıdır (24).

Yetersiz yükleme, planlanmış makina kapasitesinin bu makina-ya tahsis edilmiş tüm işlerin, işlem zamanlarının toplamı ile arasındaki farktır. Makina aylak zamanları, malzeme, işgören veya siparişler için makinanın boş bekleme zamanlarının toplamıdır. İşleme

(23) Durmuşoğlu, B., a.g.e., s. 7.

(24) Hutchinson, G.K., «Elexibility is To Economic Easibility of Automation Small Batch Manufacturing», **Industrial Engineering**, Cilt: 16, Sayı: 6, Haziran 1984, s. 77.

şartlarından doğan zaman kayıpları ise, işlemdeki değişkenlerin optimum düzenlenememesinden kaynaklanmaktadır. Makinadan üretken olarak, tüm bu anlatılan zamanların dışında kalan zamanlarda faydalanılmaktadır.

GT fikrinde, parçaların benzerliklerine göre gruplandırılması ve bu parça ailelerini işleyecek makinaların biraraya getirilerek makina hücrelerinin oluşturulması, makinaların makina-zaman verimlerini arttıracak, diğer bir deyişle, makinalar yeterli yüklenerek planlanmış makina kapasitelerine ulaşılacaktır. Üretilen parçalardaki benzerlik sebebiyle, makina hazırlık zamanları düşecek, parçalar, bir makina grubundan diğerine küçük yığınlar halinde taşınacağından makinalar malzeme bekleme süresinden boş beklemeyecekler, işgörenler birden fazla sayıda işi yapabilecek yetenekte olacakları için, işgören yokluğu sebebiyle oluşan makina bekleme zamanları azalacak, siparişler makina gruplarına dengeli dağıtılacağı için, makinaların sipariştan kaynaklanan aylak zamanları düşecektir. İşlem şartları, sistemin diğer elemanları (finansman, pazarlama, yönetim, v.s.) ile uyumlaştırılacağından, bundan kaynaklanan zaman kayıpları da ortadan kalkacak veya enaza indirilecektir.

Sözü edilen maliyet öğeleri üzerindeki GT'nin olumlu etkileri, maliyetleri daha da aza indirilmesinde kullanılabilir.

Sermaye kaynaklı maliyetten başka, ikinci en büyük denetelnebilir maliyet, üretim içi stok maliyetleridir. Bu maliyet, işlerin makina önünde bekleme zamanlarıyla orantılıdır. Çizim-2 de, atölye tipi üretim sisteminde üretilen bir işin, toplam imalat zamanı ile toplam işlem zamanı arasındaki ilişkisini göstermektedir. Bu ilişkiye göre, iş parçası, işletmede harcadığı zamanın %95 ini, kendisine hiçbir değer eklenmeden geçirmektedir. Bu şunu ifade etmektedir, eğer bu bir iş parçası, bir makinadan diğer bir makinaya hiçbir bekleme ve taşıma olmadan geçseydi, stoklama ve taşımadan kaynaklanan zaman kaybından %95 lik bir tasarruf sağlanacaktır. Bu ideale yaklaşmak ise ancak GT ile mümkün olabilecektir (25).

Etkin olarak tasarlanmış GT sisteminde, taşıma ve bekleme zamanı büyük ölçüde ortadan kaldırılacağından, toplam üretim zamanının kullanılan kısmı artacak ve stoklama taşıma maliyetleri enaza indirilecektir.

---

(25) Ham, Inyon, a.g.e., s. 9.

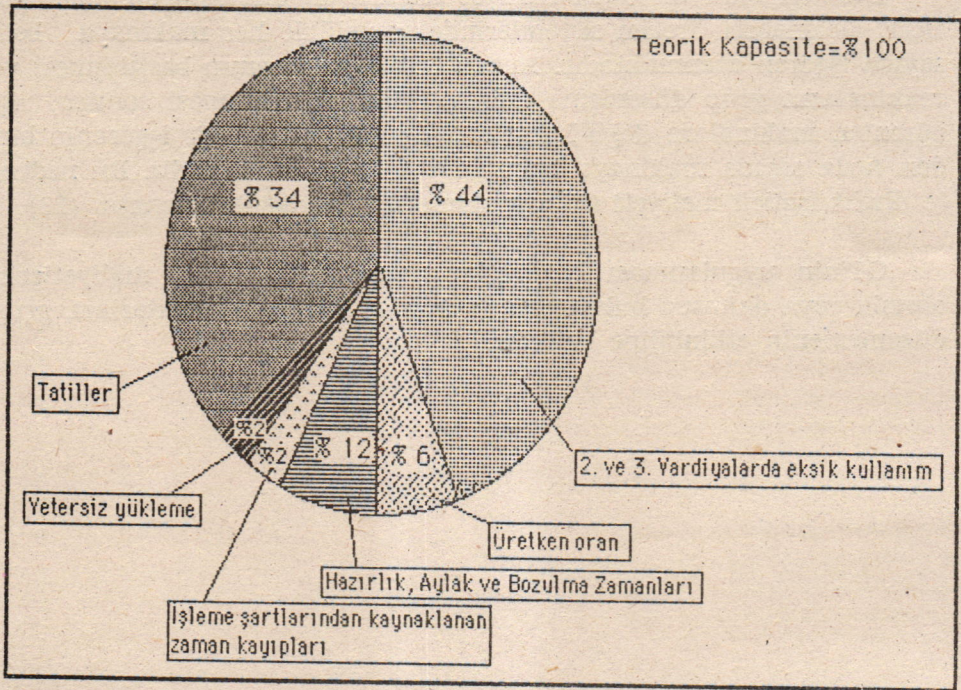
Denetlenebilir bir diğer maliyet unsuru da direkt işgören maliyettir. Geleneksel üretim sistemlerinde, genellikle her makinaya belli sayıda işgören atanmaktadır. Ancak GT de iř akışının basitleşmesi ve makinaların grup düzenleme esasına göre yerleştirilmesi sonucu, işgörenler, makinalara değil hücrelere atanacağından, bir işgörenin birden fazla sayıda makinaya bakması uygun olabilmektedir. Bu nedenle direkt işgücü maliyeti GT uygulamalarında düşük olacaktır (26).

GT'nin uygulanması ile üretim sistemindeki etkin maliyetlerin olumlu veya olumsuz bulunması ile bunların değişim miktarları, grup düzenlemenin etkinliğine bağlıdır.

---

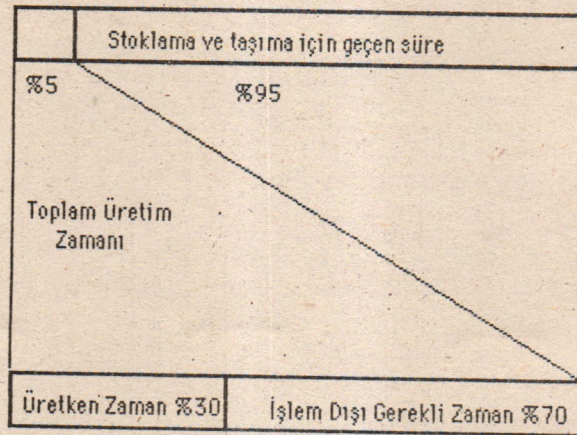
(26) Basaratnam ,Logendran, a.g.e., s. 914.

**Çizim- 1:** Makinalardan Yararlanma Oranları ve Zaman Kaybına Sebep Olan Etmenler



Kaynak: Hutchinson, G.K., a.g.e., s.78

**Çizim- 2:** Atölye Tipi Üretimde Toplam Üretim Zamanının Analizi



Kaynak: Inyong Ham, et.all., a.g.e., s.7.

## SONUÇ

GT, çok sayıda ürünü küçük partiler halinde üreten işletmelerin sorunlarına, parça kodlama, parça-makina gruplama ve hücre tipi yerleşim yaklaşımlarıyla köklü çözümler getirmektedir. Son yıllarda GT konusundaki çalışmalar hızla yaygınlaşmaktadır, ancak bu çalışmaların her alanda başarıyla uygulanması, endüstrinin bütün sorunlarına çözüm sağlaması kuşkusuz olanaksızdır. Bununla birlikte şurası bir gerçektir ki, özellikle atölye tipi üretimi gerektiren makina endüstrisinin sorunlarına yaklaşmak yararlı sonuçlar getirmektedir.

İşletmenin üretim hattındaki yerleşim düzenlemesinin hücresel yapıya dönüştürülmesiyle; iş akışı basitleşecek, taşıma miktar ve mesafesi azalacak, üretim içi stoklar, toplam üretim zamanı ve hazırlık zamanı düşecek, üretim kalitesi ve işgören tatmini artacak, oluşturulan veri tabanı ve banka yardımıyla tezgah programları hazırlanması, tasarım kolaylığı ve maliyet kontrolü sağlanacaktır. Bu işlevlerin doğal bir sonucu olarak işletmenin üretkenliği ve verimliliği artacaktır.

Aralarında karşılıklı ilişkilerin bulunduğu fiziksel tesis birimlerinin düzenlenmesi, malzeme hareketleri işgören yükümlülükleri ve tüm bunların gerektirdiği bilgi akışlarının çözümlenmesi planlanması ve tasarımı, GT yaklaşımıyla kolaylaşacaktır.

## B İ B L İ Y O G R A F Y A

- Abou-Zeid, M.R., Group Technology», **Industrial Engineering**, 1975, Mayıs, s. 32.
- Ardahan, Faik, «Grup Teknolojisinde Üretim Hücresi Oluşturulmasına Yönelik Bir Yöntem Önerisi», **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi** Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri, 1992.
- Başaratnam, Logendran, «A Workload Based Model Minimizing Total Intraceli Moves in Cellular Manufacturing», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 5, 1990, s. 913.
- Cpim, Timothy D. Eray, et all., «A Successful Implementation of GT and Cellular Manufacturing», **Production and Inventory Management**, Cilt: 28, Sayı: 3, 1987, s. 4.
- Durie, E.R., «A Survey of Gt and Its Potential User Application in U.K. «**The Production Engineering**, Şubat 1970, s. 50.
- Elsayed, E.A., Kao, T.Y., «Machine Assignment in Production Systems With Manufacturing Cell», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 3, 1990, s. 489.
- Guerrero, H.H., «Group Technology: II. The Implementation Process», **Production and Inventory Management**, Cilt: 28, Sayı: 2, 1987, s. 5.
- Hayner, C., «New Route to Numerical Control Productivity», **Metalworking Economy**, Kasım 1979, s. 7.
- Hutchinson, G.K., «Elexbility is To Economic Feasibility of Automation Small Batch Manufacturing», **Industrial Engineering**, Cilt: 16, Sayı: 6, Haziran, 1984, s. 77.
- Hyer, N.L., Wemmerlöv, U., «Group Technology and Productivity», **Harvard Business Review**, Sayı: 4, Temmuz-Ağustos 1984, s. 140.
- Inyong, Ham, et. all., **Group Techonology**, Kluwer-Nijhoft Publishing, Boston, 1984, s. 7.
- Kurtulmuş, Müşerref, **Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde, Hücrelerin Oluşturulmasına Yönelik Bir Yöntem ve Uygulamaları**, Master Tezi, A.Ü.F.B.E. Eskişehir, 1985, s. 23.

- Kusiak, A., «The Generalised Gt Problem», **International Journal of Production Research**, Cilt: 25, Sayı: 4, 1987, ss. 561-569.
  - Kusiak, A., «The Part Families Problem in EMS», **Annual Operation Research**, Cilt: 3, 1985, s. 213.
  - Lee, L.C. «Group Tecnology», **Management Decision**, Cilt: 25, Sayı: 4 ,1987, s. 35.
  - Nancy, C. Hayar, Urban Wemmerlöv, «GT and Productivity», **Harvard Business Review**, Sayı: 4 Haziran-Ağustos, 1984, s. 147.
  - Opitz, H., Wiendahl, H.P., «GT and Manufacturing Systems Eor Small and Medium Quantity Production», **International Journal of Production Research**, Cilt: 9, Sayı: 1, 1971, s. 182.
  - Sinha ,R.K., Hollier, R.H., «A Review of Production Control Problems in Cellular Manufacture», **International Journal of Production Research**, Cilt: 22, Sayı: 5, 1984, s. 773.
  - Thomas, H., et. all., «Material Flow Manegement in Cellular Configurations Eor Small-Lot, Curcuit Card Assemly», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 3, 1990, s. 573.
- 
- Tarun, Gupta, Seifoddini, Hamid, «Production Data Based Similarity Coefficient Eor Machine-Component Grouping Decisions in The Desing of Cellular Manufacturing Systems», **International Journal of Production Research**, Cilt: 28, Sayı: 7, 1990, s. 1247.