

MALZEME YÖNETİMİNDE MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI VE KANBAN SİSTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞTİRİLMESİNDE FARKLI YAKLAŞIMLAR: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Aydın KOÇAK*

Öz:

İşletmelerde malzeme yönetiminde malzeme ihtiyaç planlaması (Materials Requirements Planning-MRP) ve Kanban olmak üzere iki temel sistem vardır. Malzeme ihtiyaç planlaması, nihai ürün talebine göre üretim için gerekli olan malzeme miktarlarının belirlendiği bir sistem, Kanban ise Tam Zamanında Üretim (Just in Time-JIT) felsefesinin stok kontrol aracı olan ve üretim sürecinde sondan başa doğru çalışarak malzeme yönetimi sağlayan bir sistemdir. Bu sistemlerin önemli avantajlarının olmasına rağmen her bir sistemin kendine özgü dezavantajları da vardır. Bu sistemleri uygulamaya geçirmede işletmelerin zaman zaman başarısızlıkla karşılaşmalarının başlıca nedeni, bu sistemleri birbirinden bağımsız olarak ele almaları ve birbirlerinin tamamlayıcı yönlerini gözardı etmeleridir. 1940'lı yıllarda Kanban sisteminin, 1960'lı yıllarda malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin ortaya çıkmasından bu yana literatürde bu sistemlerin işleyişi üzerine birçok araştırma ve çalışmalar yapılmıştır. 1990'lı yıllara gelindiğinde bu sistemlerin bütünleştirilerek daha verimli imalat sistemlerinin oluşturulabileceği fark edilerek günümüze kadar MRP ve Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesi üzerine hem kavramsal hem de analitik birçok çalışma yapılmıştır. Bu makale çalışmasının temel amacı, malzeme yönetimin temel iki aracı olan bu iki sistemin bütünleştirilmesine yönelik literatür çalışmalarının incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Malzeme yönetimi, malzeme ihtiyaç planlaması, kanban, tam zamanında üretim, üretim planlama ve kontrol.

* Araş. Görv. Dr., Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, kocak@gazi.edu.tr

DIFFERENT APPROACHES ON MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING AND KANBAN INTEGRATION IN MATERIAL MANAGEMENT: LITERATURE REVIEW

Abstract:

There are two basic systems in material management of the enterprises as Materials Requirements Planning and Kanban. Materials Requirements Planning is a system in which quantity of materials needed for production is assessed according to the final product demand; where as Kanban is the stock controlling instrument of the Just in Time-JIT philosophy and the system providing material management during the production process by operating from the end to the start. Despite having significant advantages, each of these systems also have peculiar disadvantages. The main reason why enterprises fail to put these systems into practice from time to time is that they deal with the systems separately and they do not take into consideration that they are complementary to one another. Many studies have been done after Kanban System in 1940s and Materials Requirements Planning in 1960s. In 90s, it was clearly understood that much more efficient production systems could be formed by integrating the two systems; both conceptual and analytical studies on integrating MRP and Kanban systems has been done from the past to the present. The main purpose of this study is to analyse the literature studies about the integration of the two systems which are the main tools of material management.

Keywords: Material management, material requirements planning, kanban, just in time, production planning and control

GİRİŞ

Rekabetin yoğun yaşandığı ortamlarda işletmeler tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tüketicilerin istediği ürünleri, istediği miktarda ve fiyattan sağlamak zorundadır. İşletmeler bu ihtiyaçları sağlarken değişen talep, fiyat, kalite, zaman, üretim kapasitesi, hammadde, yarı mamul, parça gibi birçok değişkenin bulunduğu bir ortamda üretim faaliyetlerini sürdürmektedirler. Değişkenliğin çok olduğu böyle bir ortamda işletmelerin mevcut kaynaklarını rasyonel kullanabilmesi için üretim planlaması ve kontrol faaliyetlerini etkin bir biçimde yerine getirmeleri gerekir.

İşletme amaçlarına ulaşmak için önemli faaliyetler dizisi olan üretim planlama ve kontrol sürecinin başarısı öncelikle üretim sürecinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan hammadde, yarı mamul, parça gibi malzemelerin sağlanmasına bağlıdır. Dolayısıyla üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinde malzeme yönetimi önemli bir konudur. Çünkü yapılan üretim planlarını gerçekleştirmek için bir takım işlemlerin yerine getirilmesi gerekir. Bu işlemlerin planlara uygun bir şekilde yerine getirilmesi için düzenli bir malzeme akışının olmalıdır. İşletmeler ancak bu şekilde müşterilerinin

istediği ürünü, istediği miktarda ve yerde sağlayarak rekabet avantajı sağlayabilir. Dolayısıyla malzeme yönetimi üretim faaliyetlerinin yerine getirilmesinde hayati bir önem taşır.

Malzeme yönetiminde temel amaç, ihtiyaç duyulan malzemenin, ihtiyaç duyulan zamanda, yerde ve miktarda bulunmasını sağlamaktır. Üretim süreçlerindeki malzeme yönetiminin iki temel aracı olan MRP ve Kanban sistemlerinin de temel amacı budur. Fakat MRP sistemi, üretim süreçlerinde bir sonraki üretim sürecinin ihtiyacının karşılanması temeline dayanan itme prensibine göre; Kanban sistemi ise sonraki süreçlerin önceki süreçlerden sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri çekme prensibine göre çalışan sistemlerdir.

İmalat işletmelerinde üretim planlama aracı olarak yaygın bir biçimde kullanılan MRP sisteminin rekabetin yoğun yaşandığı ve tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarının sürekli değiştiği bir ortamda yetersiz kaldığı fark edilmiştir. Bunun sonucu olarak da işletmeler JIT teknikleri uygulayarak imalat süreçlerine değişikliklere çabuk cevap verme kabiliyeti kazandırmak istemektedirler. Bu süreç içerisinde MRP sisteminin avantajlarını da kaybetmemek için MRP ve JIT sistemlerinin bütünleştirildiği melez (hybrid) üretim sistemleri ihtiyacı doğurmuş ve bu sistemlerin kurulma çalışmaları yapılmıştır.

D) MRP VE KANBAN SİSTEMLERİ

İmalat işletmelerinde melez sistem yapısı oluşturulurken bir planlama sistemi olan MRP ile atölye düzeyinde kontrol aracı olan Kanban sistemi arasındaki ortak yönlerinin ve farklılıklarının iyi anlaşılması gerekmektedir.

MRP sisteminin üretim planlama düzeyinde güçlü araçlara sahip olmasına karşın atölye düzeyinde zayıf yanları görülmektedir. Değişen talep durumlarında sistemin tekrar işletilmesi ve hem iş emirlerinin hem de satın alma emirlerinin dağıtılması zaman almaktadır. Kanban sistemi doğru bir şekilde uygulandığında, atölye düzeyinde stoklarda azalma, imalat sürelerinde kısalma, hazırlık sürelerinde azalma gibi faydalar sağlamaktadır. Buna rağmen Kanban sisteminde ürün yapısının karmaşık olduğu ortamlarda Kanban kartlarının takibi ve kayıtlanması oldukça güç olmaktadır. Çünkü Kanban sistemi kartların takibini ve kayıtlanmasını yapabilecek teknolojik bir alt yapıya sahip değildir. Buna ek olarak Kanban sistemi temelde düzenli talep koşullarında çalışmaktadır. Değişen talep koşullarında Kanban parti büyüklüklerinin hesaplanarak uygulamaya geçilmesi zaman alabilmektedir. Bu nedenle bu sistemin kısa sürede etkili bir şekilde işleyebilmesi için bilgisayar destekli bir sistem gereklidir. Bu alt yapı MRP sisteminde yer almaktadır.

MRP ve Kanban arasında bir takım farklılıklar vardır. En önemli fark; MRP, imalat süresi, parti büyüklüğü, hazırlık süresi, gerekli işgücü zamanı, taşıma süresi gibi üretim sisteminin değişkenlerini sabit kabul eder ve planlamada bu değişkenlere

yaklaşık değerler vermektedir. Bu nedenle MRP pasif sistemler diye adlandırılmaktadır. Diğer yandan Kanban üretim sistemi ise bu değişkenlerin sürekli değiştiği üzerine kurulmuştur. Bu nedenle Kanban sisteminde üretim süreci organize edilirken bu değişkenler dikkate alınmaktadır. Böylece bu değişkenlerin kontrol edilmesi sonucu kalite iyileştirilerek, maliyetler, imalat süreleri ve stoklar düşürülerek önemli üretim problemleri çözülebilir. Bu nedenle Kanban sistemine aktif sistemler adı verilmektedir (Flapper vd, 1991:330–331). Bu açıklamalardan anlaşıldığı gibi atölye düzeyindeki problemlerin çözümünde Kanban sistemi MRP sisteminden daha güçlü bir araçtır.

Kanban sisteminin, üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinin önemli araçlarından olan toplam üretim planlaması, ana üretim programı ve malzeme ihtiyaç planlaması olmadan düzensiz bir talebe etkili bir şekilde cevap vermesi beklenemez. Ana üretim programının iki önemli özelliği vardır. Birincisi, sınırlı bir kapasitede değişen tüketici taleplerinin karşılanmasına veri sağlayan önemli bir kaynaktır. İkincisi, planlama dönemi içerisinde düzenli üretimi sağlayabilmek için denge görevini görür. Kanban sisteminde tedarikçilerin verilen siparişi zamanında teslim etmesi sistemin işleyişinde kritik unsurlardan biridir. Bu açıdan MRP, tedarikçilere üreticinin hangi malzemenin, ne miktarda ve ne zaman ihtiyaç duyacağı konusunda yardımcı olur. Bu nedenle her iki planlama ve kontrol tekniklerinin bütünleştirilmesi ile üretim sistemlerinin etkinliğinin artırılması sağlanabilir.

Melez üretim sistemlerinde üretim planlama ve kontrol faaliyetleri daha kolay ve esnek bir yapıya sahip olmaktadır. Çünkü melez sistem içerisinde Kanban sistemi, yapısal bir iş akışı, hazırlık sürelerinde azalış, imalat sürelerinde düşüş ve kalitede iyileştirme sağlarken, MRP sistemi kolay ve doğru bir planlama süreci sağlayacaktır (Jacobi,1994:14).

II) LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde MRP ve Kanban sistemleri, çalışma içeriği olarak karşılaştırma ve bütünleştirme çalışmaları olmak üzere iki açıdan incelenmektedir. Belirtilen her bir ana başlık ise kavramsal ve analitik olmak üzere iki alt başlık halinde gruplandırılmaktadır (Benton ve Shin,1998:417). Analitik çalışmalarda çeşitli simülasyon teknikleri ve matematiksel yöntemler kullanılarak her iki sistemin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi durumunda ortaya çıkan sonuçlar incelenmektedir. Kavramsal çalışmalarda ise çeşitli yaklaşımlar incelenmektedir. Tüm bu literatür çalışmaları özet olarak Şekil : 1'de gösterilmektedir.

Yapılan bu makale çalışmasının kapsamının daraltılması amacıyla sadece bütünleştirme çalışmaları kavramsal olarak incelenecektir. Karşılaştırma ve analitik çalışmalar başka bir çalışmanın konusu olabilir.

A) Kavramsal Bütünleştirme Çalışmaları

Bütünleştirme çalışmalarının literatür araştırması yapılırken üretim yönetimi alanında önde gelen dergilerde 1986-2007 yılları arasındaki gerçekleştirilmiş MRP ve

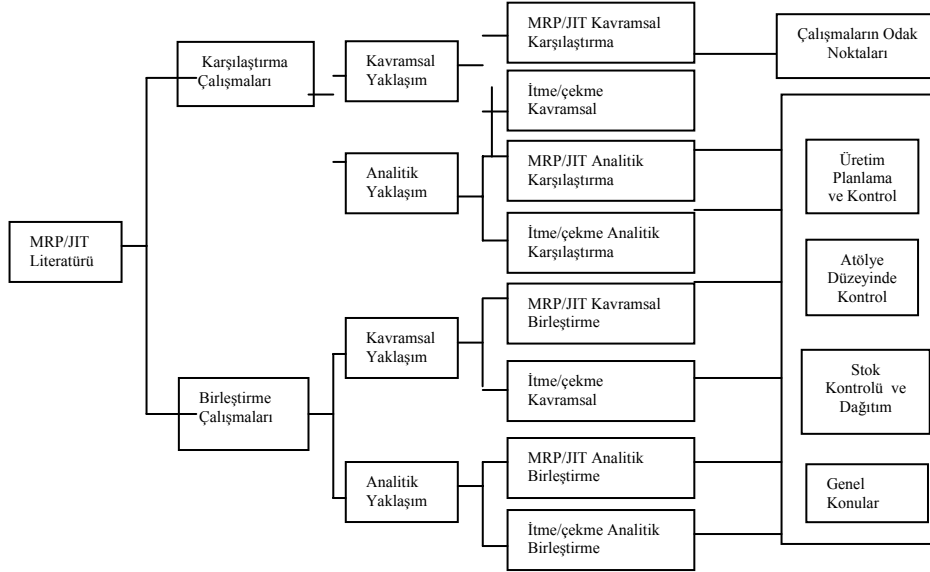
Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesi ve karşılaştırılması ile ilgili makaleler toplanmıştır. Bu makalelerin referanslarından da yararlanılmıştır. Daha sonra bu makaleler incelenerek karşılaştırma ve bütünleştirme olarak ayrılmış ve her bir grup analitik ve kavramsal çalışmalar olarak alt gruplara ayrılmıştır.

Kavramsal bütünleştirme çalışmaları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu inceleme sonunda aşağıda belirtilen yaklaşımlar çerçevesinde literatür çalışması yapılmıştır.

1) Yazılım Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımları

Discenza ve McFadden (1988), MRP ve JIT sistemlerin bütünleştirilmesinde bu iki sistemin etkin ve verimli çalışabilmesi için bir yazılım gerektiğini belirtmektedirler. MRP'nin bilgisayar destekli bir sistem olmasına karşın JIT için Kanban sistemi manuel olarak çalışmaktadır. Bu durumda atölye düzeyinde çeşitli ürünlerin üretildiği bir ortamda malzeme akışı yüksek miktarda gerçekleşmekte bunun sonucu olarak veri işleme ve toplama faaliyetleri karmaşık hale gelmektedir. Bu nedenle Kanban sisteminin mutlaka elektronik olarak takip edildiği bir melez sistem kurulmalıdır.

Melez sistemde oluşturulacak olan yazılımın JIT sistemini destekleyebilmesi için üretimle ilgili olarak aşağıdaki üç modülü kapsamalıdır.



Şekil : 1
MRP/JIT Literatürü

Kaynak: BENTON W.C. ve SHİN, Hojung (1998), "Manufacturing Planning and Control: The Evolution of MRP and JIT Integration", European Journal of Operational Research, v. 110, p. 411-440

• Üretim Özellikleri

Üretim özellikleri, ürün yapıları ve üretim sürecini kapsar. Üretim özellikleri iki modülden oluşur. Bunlar; malzeme listesi ve stok alanları ve kullanım listeleridir.

Malzeme listesi: Malzeme listesi üretim sistemindeki her bir parça için temel bilgiler sağlar. Bu modül üretimde kullanılan her bir malzemenin stok bilgilerini de sağlar. Ayrıca malzeme ile ilgili kod numarası, ABC sınıflandırma bilgisi, maliyeti, yapısı hakkında da çeşitli bilgiler sağlar. MRP ve JIT bütünleşmesinin sağlandığı sistemdeki malzeme listesi MRP'de olduğu gibi çok seviyeli değil, tek seviyeli olmalıdır.

Stok alanları ve kullanım listeleri: Stok alanları, parçaların tüketildiği üretim hatları ya da iş merkezleridir. Kullanım listeleri ise her bir stok alanında tüketilen parçaların listesidir.

Melez sistemde üretim hattı boyunca iş merkezlerinde hem stok alanları hem de kullanım noktaları oluşturulur. Her kullanım noktası kullanım listesine sahip olmalıdır. Böylece her bir stok bölgesinde bir parça tüketildiğinde kullanım listesine işlenecektir. Sonuçta malzeme listesi ile kullanım noktaları karşılaştırıldığında, bitmiş bir ürün için tüm kullanım listelerinin toplamı malzeme listesine eşit olacaktır. Bu sistem malzeme yönetiminde kolay ve görünür bir kontrol sağlamaktadır.

• Malzeme planlaması

Malzeme planlaması, miktar tabanlı ana üretim programı (AÜP) ve JIT malzeme ihtiyaç planlaması olmak üzere iki modülden oluşur.

Miktar tabanlı ana üretim programı, JIT, üretim için bir yönetim planlama aracıdır. Bu araç ile her bir ürünün ana üretim programındaki aylık miktarı günlük miktarlara çevrilir. Bu modül, üretim programlamasında başarı sağlamak için önemli bir karar desteği sağlamaktadır.

JIT malzeme ihtiyaç planlaması, ana üretim programını gerçekleştirmek için gerekli olan malzemelerin miktar ve zamanlamasını günlük bazda belirler. Klasik MRP sisteminin aksine JIT malzeme ihtiyaç planlamasında planlanmış bir sipariş emri açılmaz. Sadece AÜP'nı gerçekleştirmek için gerekli olan malzemelerin olup olmadığını günlük olarak kullanıcıya sunmaktadır.

• Üretim kontrol

Üretim kontrol, üretim raporlama ve kullanım kayıtları, stok yönetimi ve malzeme maliyet raporlaması olmak üzere üç modülden oluşur.

Üretim raporlama, tamamlanan üretim miktarını ve stok alanlarındaki stok miktarlarını raporlar. Her süreç tamamlandığında ve kullanım noktasından geçtiğinde, bu modül, kullanılan malzemeleri stok alanındaki kullanım listesinden düşer. Böylece

stoklar sürekli izlenir. İş merkezlerinde barkod sistemi kullanılarak yukarıda belirtilen işlem hem hızlı bir şekilde gerçekleşir, hem de veriler otomatik olarak işlenir ve saklanır. Kullanım kayıtları, ister üretim alanında ister depoda olsun tüm stok alanlarındaki durumun güncel olarak izlenmesini sağlar.

Stok yönetimi, üretim sürecinde meydana gelen tüm malzeme kullanım miktarlarının izlenmesini sağlayan modüldür. Bu modül ile tüm stok faaliyetleri gerçekleştirilir.

Malzeme maliyet raporlaması, üretimde kullanılan tüm malzemelerin maliyetini sağlayan modüldür.

Wang ve diğerleri (1996), itme ve çekme sistemlerinin bütünleştirilmesinde bir üretim planlama ve kontrol yazılım modeli önermişlerdir. Bu modelin özelliklerinin ilki MRP sistemindeki ana üretim programının erken/geç üretim planlama yöntemi ile beraber içine JIT felsefesinin yerleştirilmesidir. İkincisi malzeme girişinin kontrolü itme, üretim süreci içerisindeki işleyiş ve montaj süreçlerinin ise çekme prensiplerine göre gerçekleşmesidir. Üçüncü özellik ise üretim hattındaki değişkenlerin düzenlenmesini sağlayan “üretimin iyileştirilmesi için öneri” modülüdür.

Melez sistem için önerilen yazılım aşağıda belirtilen 14 temel modülden oluşmaktadır.

Müşteri/sipariş modülü, tüm müşteri bilgileri ve ürün sipariş bilgilerinin izlendiği ve yönetildiği modüldür.

Ürün ağacı yönetimi modülü, çok seviyeli ürün ağaçlarının yönetilmesi ve melez sisteme göre değiştirilerek kullanılmasını sağlamaktadır.

Kapasite yönetimi modülü, süreçteki kaynakların yönetimi ile ilgilenmektedir.

Malzeme depolama yönetimi modülü, ihtiyaç duyulan malzemelerin listelerinin ve bunların eldeki miktarlarının yönetimi için kullanılan modüldür.

Ön kapasite planlaması modülü, planlama yapılırken ana üretim programının gerçekleştirilmesi için gerekli olan kapasite yönetimini gerçekleştirir.

Satın alma planlaması modülü, ana üretim programına ve stoktaki miktarlara göre malzeme satın alma planlaması faaliyetini gerçekleştirmektedir.

Satın alma simülasyonu ve üretim simülasyonu modülleri, belirsizlik koşullarında imalat zamanları, israf miktarları, arızalar gibi değişkenleri göz önüne alarak satın alma ve üretim simülasyonlarının yapılmasını sağlamaktadır.

Üretim süreç izleme modülü, atölye düzeyinde çekme sisteminin izlendiği modüldür.

Ara stok yönetim modülü, her bir iş merkezindeki ara stokların izlenmesini ve yönetilmesini sağlayan modüldür.

Ana üretim programı, itme kontrol, çekme kontrol ve üretimin iyileştirilmesi için öneri modülü melez sistemin işleyişi için en önemli modüllerdir.

Erken/geç üretim planlaması yöntemi optimal üretim planının hazırlanmasını sağlamaktadır. Müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasında zaman zaman kapasite sıkıntısı çekilebilmektedir. Kapasite sıkıntısı çekildiğinde ya erken üretim yapılır ya da teslimat gecikir. Erken üretim yapıldığında nihai ürün stokları artacaktır. Bunun sonucu üretim maliyetleri artar. Geç teslimat durumunda ise rekabet gücü azalır ve müşteri güveni kaybedilebilir. Bu nedenle melez sistemde erken/geç üretim planlaması yöntemi ile üretimdeki kapasite sınırlılıkları göz önüne alınarak toplam erken ve geç kalmaların maliyetlerinin minimize edildiği optimal bir üretim planı gerçekleştirilir.

İtme kontrol modülünde MRP sistemi kullanılarak ana üretim programına göre malzeme ihtiyaçları belirlenmektedir. Burada alt montaj süreçleri ile ilgilenilmez. Sadece malzeme girişinin planlaması yapılmaktadır.

Çekme kontrol modülü atölye düzeyinde Kanban sisteminin izlendiği ve kontrol edildiği modüldür. Burada atölye düzeyinde montaj ve diğer süreçler izlenir. Üretim simülasyon modülünden sürekli destek alınmaktadır.

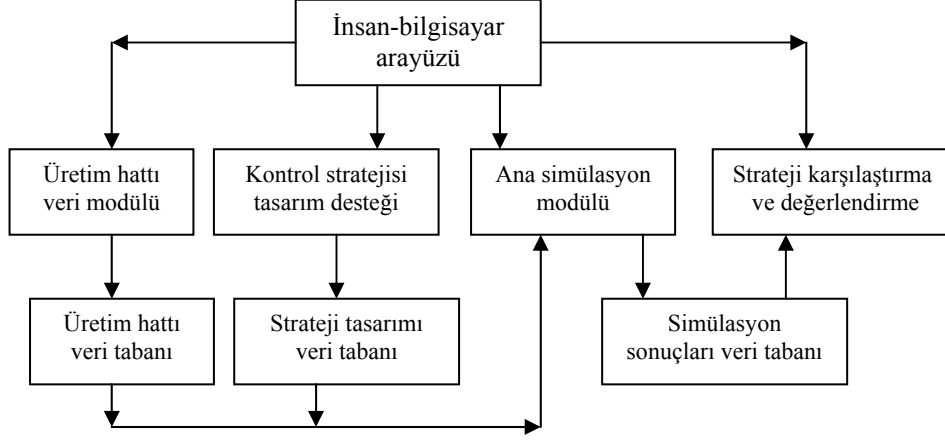
Üretimin iyileştirilmesi için öneri modülünün temel fonksiyonları aşağıdaki gibi belirtilebilir.

- Üretim sürecindeki iyileştirme kurallarının belirlenmesi sağlar
- Üretim sürecinde meydana gelen problemlerin analizini yapar
- Üretimde yapılabilecek olan iyileştirmelerin belli zaman aralıklarına göre belirlenmesini sağlar

Üretim süreci sürekli izlenmesi gereken bir süreçtir. Bu nedenle üretim sürecinde meydana gelen faaliyetler kayıtlanarak ortaya çıkabilecek sorunlar bu modül ile belirlenebilir.

Wang ve Xu (1997), melez sistem stratejilerinin geliştirilmesinde karar desteği sağlayabilecek bir melez üretim kontrol strateji simülasyonu yazılımı önermişlerdir. Rekabetin yoğun yaşandığı ortamlarda çeşitli üretim stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Melez üretim stratejisi bu stratejiler arasında yer almaktadır. Fakat melez üretim sistemi de çeşitli koşullar altında farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle söz konusu sonuçların analiz edilmesi için bir simülasyon yazılımı önemli bir karar desteği sağlayabilir.

Önerilen yazılım tekli ve çoklu iş merkezli seri süreçleri, çok parçalı ve bileşenli montaj süreçleri gibi çeşitli ortamlarda kullanılabilir. Simülasyon yazılımının Şekil : 2'de gösterildiği gibi beş temel modülü vardır.



Şekil : 2
Simülasyon Yazılımının Yapısı

Kaynak: WANG, DINGWEI ve XU, C. (1997) "Hybrid Push/Pull Production Control Strategy Simulation and its Applications" Production Planning and Control, Vol.8, NO.2, 147.

İnsan-bilgisayar arayüzü modülü, yazılımın kullanılması için kullanıcılara yardımcı olan modüldür. Bu modülle tüm diğer modüllere ulaşıldığı gibi ihtiyaç duyulan bilgilere ve yardıma bu modülden ulaşılabilir.

Üretim hattı veri modülü, üretim hattının simülasyonunun yapılması için gerekli olan modellemeye ihtiyaç duyulan bilgilerin sağlandığı modüldür.

Kontrol stratejisi tasarım desteği modülü, belirlenen koşullarda çeşitli melez üretim stratejileri sunmaktadır.

Ana simülasyon modülü, yazılımın temel modülüdür ve diğer tüm modüller bu modüle bağlı olarak çalışmaktadır. Bu modül, çeşitli üretim süreçlerinde, farklı ürün yapısına ve çeşidine göre birçok melez üretim stratejisi alternatifleri geliştirilip simülasyon yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Strateji karşılaştırma ve değerlendirme modülü ise alternatif sistemlerin simülasyon sonuçlarının karşılaştırılıp değerlendirildiği modüldür.

2) Süreç Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımları

Karmakar (1989), kurulacak olan melez sistemde en önemli unsurun hangi üretim sürecinde hangi sistemin hangi özelliklerinin kullanılması gerektiğinin belirlenmesi olduğunu belirtmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesinde kesin çizgiler olmamakla beraber Karmakar Tablo : 1'de gösterildiği gibi melez sistemin özelliklerini özetlemektedir. Tabloda üretim şekline göre malzeme planlaması, kontrol ve iş emirlerinin dağıtılması ve atölye düzeyi açısından incelenmektedir.

Tablo : 1
Melez Sistem Özellikleri

İmalat sürecinin değişkenliği	Üretim Süreci	Malzeme Planlama	Kontrol ve İş Emirleri	Atölye Düzeyi
Düşük	Çekme: Sürekli akış	JIT	Miktar tabanlı	JIT-Çekme
	Melez Çekme-İtme: Kesikli ve Tekrarlamalı	JIT-MRP	Çekme	Çekme
	Melez Çekme-İtme: Kesikli ve Dinamik	MRP	Çekme	Çekme
Yüksek	İtme: Müşteriye özel üretim	MRP	Sipariş programlama	Atölye Programlama

Kaynak: KARMAKAR, Uday, (1989) "Getting Control of Just in Time" Harvard Business Review, September-October, p: 128..

Rajput ve Benet (1989) esnek montaj süreçlerine odaklanarak esnek imalat sistemlerinin etkinliğini artırmak için malzeme yönetiminde MRP ve Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesini önermişlerdir. Her iki sistem bütünleştirilerek etkili bir malzeme kontrolü ve esnek bir üretim yapısı kurulması sonucu ekonomik üretim, rekabet avantajı, düşük stoklar ve talebe çabuk cevap verme gibi yararlar sağlanabilir.

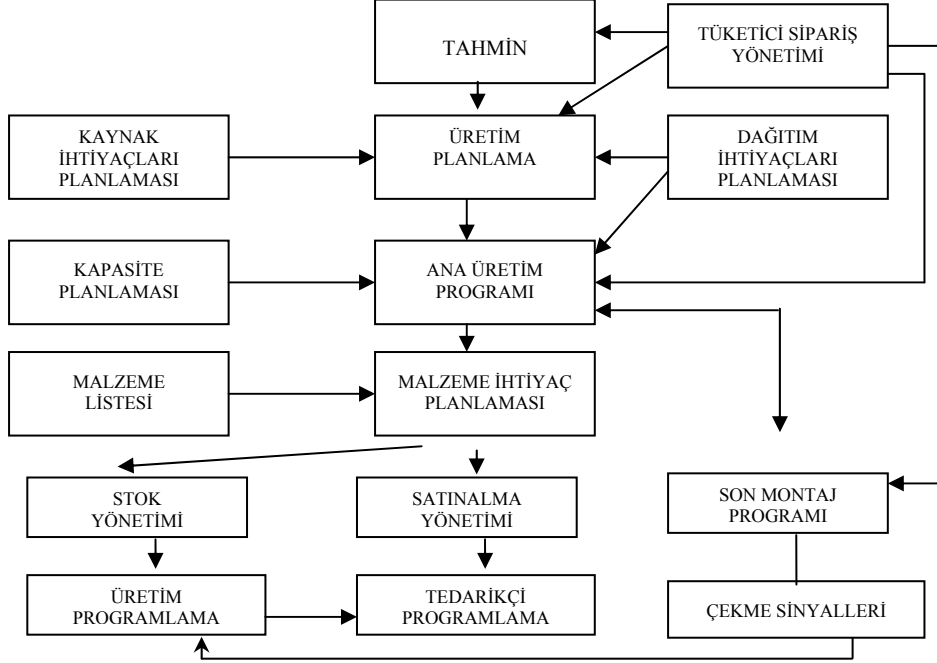
Montaj süreçlerindeki en önemli sorunlardan birisi ürün çeşitliliğinden dolayı malzeme planlamasının ve üretim sürecinin karmaşık bir hale gelmesidir. Bu sorunu gidermek için melez stratejiler uygulanmalıdır. Montaj esnekliğinin sağlanması için malzeme yönetiminde malzemelerin akışının ve depolanmasının esnekliğinin sağlanması gerekir.

Montaj süreçlerinde atölye düzeyinde kontrol ve satın alma faaliyetleri JIT prensiplerine göre yapılmalıdır. Bu süreçte MRP planlama araçları, pazarlama ile üretim ve tedarikçi ile işletme arasında arayüz görevi görerek, süreci daha iyi kontrol edilebilir ve görülebilir hale getirir.

Ürün yapısının karmaşık olduğu montaj süreçlerinde, süreç modüllere ayrılarak malzeme yönetimi daha etkin yapılabilir. Bu modüller birbirleriyle entegre olarak çalışır ve her bir modülün kontrol mekanizması vardır. JIT prensipleri bu süreçte etkin bir rol oynarken MRP, planlama ve iletişim faaliyetlerinde arayüz görevi görmektedir.

3) Planlama Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımları

Bose ve Rao (1988), üretimin kontrol ve uygulama aşamasında JIT, planlama aşamasında ise MRP kullanılarak bir melez sistem kurulabileceğini belirtmişlerdir. Melez sistem unsurlarını planlama odaklı olarak incelemişlerdir. Şekil : 3'de Bose ve Rao'nun önerdiği melez sistem gösterilmektedir.



Şekil : 3
MRP ve JIT Sistemlerinin Bütünleştirildiği Melez Sistem Yapısı

Kaynak: BOSE, Gerald ve RAO, A. (1988), "Implementing JIT with MRPII Creates Hybrid Manufacturing Environment" Industrial Engineering, September, p:50.

4) Sistem Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımları

Lee (1993), MRP ve JIT sistemlerinin bütünleştirilmesinde bir melez sistem modeli önermiş ve söz konusu melez modelin çeşitli üretim tipleri için planlama ve programlama stratejilerini birleştirdiğini belirtmiştir. Önerilen melez sistem, planlama ve uygulama olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Her bir bölüm talep yönetimi, stok yönetimi, kapasite yönetimi ve kalite yönetimi olmak üzere dört yönetim faaliyeti açısından incelenmektedir.

Talep yönetimi, herhangi bir üretim stratejisi oluşturmak için gereklidir. Çünkü her bir üretim işlemi, talep miktarından çıkan ana üretim programına göre planlanır. Kapasite planlaması, ana üretim programının düzenli bir şekilde yerine getirilmesi için gereklidir. Önemli bir planlama aracı olan MRP, melez sistemde planlama ile uygulama arasında arayüz görevini görmektedir.

Planlama bölümünde toplam üretim planı, ana üretim programı, her bir ürün için malzeme listesi, stok kayıtları, ihtiyaç planı ve iş emirlerinden oluşan klasik bir MRP tabanlı sistem görülmektedir.

Melez üretim sisteminin uygulama bölümü ise atölye düzeyinde kontrol ve üretim için ihtiyaç duyulan malzeme ve parçaların satın alınma aşamalarından oluşur. Burada atölye düzeyinde kontrol Kanban kartları aracılığıyla sağlanmaktadır. Stoklar sadece Kanban kutularında bulunan miktarlar kadar olmaktadır. Böylece stok miktarları düşmektedir. Kısacası JIT üretim sisteminin tüm özelliklerini kapsamaktadır.

Behera (1995), rekabet avantajı sağlayabilmek için MRP, JIT ve toplam kalite yönetiminin bütünleştiği tüketici odaklı melez sistemlerin uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Behera, MRP ve JIT sistemlerinin bütünleştirildiği melez bir sistemin alt yapısı kullanılarak Toplam Kalite Yönetimi prensibinin de entegre edilebileceğini belirtmiştir. Böylece çalışan performansında iyileştirme, üretim kalitesinin artırılması, takım çalışmasının geliştirilmesi gibi faydalar sağlanabilir.

Melez sistem, uzun ve orta dönemli planlama sistemleri ve orta ve kısa dönemli uygulama ve kontrol sistemlerinden oluşmaktadır. Oran tabanlı karma üretim planlama, tedarik zincirindeki ve üretimdeki işlemlerin düzenli yürütmesi ve imalat sürelerinin kısaltılması için yapılması gereken bir planlamadır. Malzeme yönetimi tabanlı MRP sistemi, uzun dönemli tedarikçi ihtiyaçlarının belirlenmesinde kullanılır. Melez sistemde kısa dönemde tedarikçi ilişkilerinin malzeme yönetiminde Satıcı Kanbanları kullanılır. MRP tabanlı programlama, üretim için gerekli olan günlük net ihtiyaç miktarlarının belirlenmesini sağlar. Ayrıca Üretim Kanbanları ile malzemeler arasında köprü görevini görür.

Melez sistemde uygulama aşaması, MRP sisteminden çıkarılan iş emirleri (çekme sistemine uygun olamayan parçalar için) ve atölye düzeyinde çekme prensibine dayanan bir kontrol sisteminden oluşur. Kontrol sistemleri, stok kontrol, depolama, Kanban sayılarının kontrolü, müşteri siparişlerinin izlenmesi, üretim hücrelerinin girdi ve çıktılarının izlenmesi, sistemde meydana gelen verilerin tutulması ve performans ölçümlerinden oluşur.

Pun ve diğerleri (1998), melez üretim sistemlerinin işletmelere esneklik ve değişimlere daha çabuk cevap verme yeteneği sağladığını belirterek önerdikleri melez sistem modelini elektronik devre üreten bir işletmede uygulamışlardır. JIT sisteminin amacı doğru malzemeyi ve/veya parçayı, doğru zamanda ve yerde sağlayarak üretim sürecindeki israfı engellemektir. Sistem içerisinde MRP'nin etkin planlama araçları kullanılmaktadır. Her iki sisteminde kendine özgü zayıf yanları vardır. Örneğin JIT gelecekte meydana gelebilecek malzeme ihtiyaçları konusunda zayıf kalırken, MRP stok problemlerinin çözümünde etkisiz kalmaktadır. MRP ve JIT birleştirilerek bu tür problemler ortadan kaldırılabilir. Böylece Pun ve diğerleri, MRP'nin itme, JIT'in

çekme prensiplerinin beraber kullanılarak sinerji yaratıldığı bir melez sistemin unsurlarını ortaya koymuşlardır.

Pun ve diğerleri, melez sistemde, MRP'nin kapasite planlaması için, JIT sisteminin ise atölye düzeyinde kontrol ve ana üretim programlaması için kullanılması gerektiğini belirtmekte, fakat sürekli gelişme için JIT prensiplerinin tüm üretim alanında geçerli olması gerektiğini belirtmektedirler.

Melez sistemde MRP sistemi, üretim kapasite planlamasında, JIT sisteminin ise, sürekli iyileştirme ve üretim süreçlerindeki israfların elimine edilmesi için ideal araçlardır. Bu iki sistem bütünleştirilerek, orta ve uzun dönemli planlama süreçleri ile atölye düzeyindeki faaliyetler arasında kapalı bir döngü oluşturulur. Böylece bu bütünleşme üretim planlama ve kontrolde sürekli iyileşmeyi sağlar.

5) Stok Kontrol Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımı

Flapper ve diğerleri (1991), MRP ve Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesinde aşamalı bir süreç izlenmesi gerektiğini belirterek üç aşamalı bir çalışma ile melez sistem yapısının kurulabileceğini belirtmişlerdir. Melez sistem kurulurken MRP, JIT prensiplerine göre çalışan bir sisteme entegre edilmelidir.

Flapper ve diğerleri, MRP ve JIT sistemlerinin birleştirilmesi için üç adım önermişlerdir. Bu adımlar aşağıda özetlenmektedir.

1. Aşama: Hızlı malzeme akışını sağlayacak bir hat kurmak

Bu aşamada depoların çoğu ya da hepsi kaldırılmaktadır. Stoklar küçük partiler halinde atölye düzeyinde tutulur. Üretim alanı hızlı malzeme hareketine imkân vermelidir. Atölyenin tüm alanlarını birleştiren bir malzeme taşıma sistemi oluşturulur. Bu sistem, otomatik olarak yönlendirilmiş bir araç sistemi olabileceği gibi, bir malzeme taşıyıcı aracı süren bir iş görenden de oluşabilir. MRP sistemi stokların yeni yerleri konusunda bilgilendirilir. Süreçte önemli değişiklikler yapılmalıdır. Kalite, imalat süreleri, makine hazırlık süreleri gibi alanlarda iyileştirmeler yapılmalıdır. Sistem iyileştikçe stok düzeyleri düşecektir. Burada atölye düzeyinde kontrol yapılırken malzeme, işgücü, araç-gereç ve zaman gibi kaynakların MRP sisteminde tutulan verilerini JIT sistemi sürekli kullanmaktadır. Böylece gerekli önlemler alınarak kalite, imalat süreleri, makine hazırlık süreleri, maliyetler, teslim zamanları gibi konularda iyileştirmeler yapılmaktadır.

2. Aşama: Bir çekme sisteminin oluşturulması

Bu aşamada bir çekme üretim sistemi oluşturulur. Burada MRP sisteminden çıkan iş emirleri sadece son ürünün bulunduğu kısma gönderilir. Bu iş emirleri için malzeme ihtiyacı elektronik çekme sinyalleri ve Kanban kartları gibi araçlar

kullanılarak üretim alanlarındaki stoklardan çekilir. Burada Kanban sistemindeki gibi bir sonraki iş merkezinin kendinden önceki iş merkezinden ihtiyaç duyduğu kadar parçayı çekmesi esasına dayanan bir sistem oluşturulmaktadır. MRP, son ürün dışında, başka bir iş merkezine iş emri dağıtmaz. Burada sistemin işleyebilmesi için parti büyüklükleri küçük ve makine hazırlık süreleri düşük olmalıdır. Sistemde son ürün ve satın alınan malzemeler dışındaki tüm ara mamuller hayalet malzeme olarak tasarlanırlar. Kısacası, MRP sistemi satıcılardan satın alınacak parçalar için sipariş verme fonksiyonunu yerine getirecek, ancak atölyede üretilecek parçaların üretimin programlamayacaktır. Atölyedeki faaliyetler çekme sisteminin prensiplerine göre yürütülecektir.

Birinci ve ikinci aşama başarılı bir şekilde uygulandıktan sonra üçüncü aşamaya geçilebilir.

3. Aşama: Yeni bir yerleşim biçiminin oluşturulması

Bu aşamada, birinci ve ikinci aşamada geliştirilen üretim süreci yeni bir üretim hattı ve yerleşim biçimi meydana getirilir. Kısacası ürün grubunun üretilmesi için gerekli tüm makineler bir araya getirilerek bir üretim hattı, yani bir iş merkezi oluşturulur. MRP, iş emirlerini bu üretim hattın son aşamasına gönderirken, hattın geri kalan aşamaları çekme sistemi tarafından kontrol edilir. Burada MRP sistemi, imalat süreleri, hazırlık süreleri, ıskarta oranları, süreç zamanları, iş gücü, parti büyüklükleri ve güvenlik stokları ile ilgili tüm verileri sistemden toplar ve günceller.

6) Atölye Düzeyinde Kontrol Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımları

Hall (1986), Synchrono-MRP adı verdiği bütünleşik sistemde üretimin tetiklenmesi için hem MRP iş emirleri hem de Kanban kartları kullanılmaktadır. Sistemde üretim başlamadan önce atölye düzeyinde her iki sinyalin de (MRP iş emri ve Kanban kartı) senkronize bir şekilde alınması gerekmektedir. Synchrono-MRP sistemi, ürün çeşitliliğinin çok olduğu ve birçok iş merkezli bir süreçte iyi sonuçlar vermektedir. Fakat bu sistemde üretilecek olan parçaların günlük programlaması bir bilgi sistemi ile önceden günlük olarak planlanması gerekmektedir.

Ding ve Yuen (1991), bir üretim sürecinde hem itme hem de çekme sistemlerinin olabileceğini belirterek bu tip süreçlerde MRP ve Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Fakat bu bütünleştirme çalışmasında klasik MRP sisteminde bir takım değişiklikler yapılmalıdır. Bu nedenle modifiye edilmiş bir MRP modeli önerilmektedir.

Bu modelde Kanban parti büyüklükleri, sipariş noktası, tedarik süresi gibi Kanban sisteminin işleyişi ile ilgili bilgiler MRP sistemine aktarılmaktadır. Bir Kanban parçasının tedariki tek kutulu Kanban sisteminde sipariş noktasına gelindiğinde, çoklu

Kanban sisteminde ise, kutu boşaldığında yerine getirilecektir. Bu süreç gerçekleştiğinde tüm veriler MRP istemine aktarılır. Böylece eldeki başka bir deyişle kutudaki malzeme miktarı güncel olarak takip edilebilir. Tedarik ya da imalat Kanbanı süreç içerisinde işlerken MRP sadece bilgi sağlama görevini üstlenecektir.

Nagendra ve Das (1999), atölye düzeyinde kontrol faaliyetlerine odaklanarak bütünleştirme çalışmalarında atölye düzeyinde kullanılacak Kanban Kart Kontrolörü, Kanban Önceliklendirici, Dinamik İmalat Süresi Tahmincisi olmak üzere üç teknik önermişlerdir. Aşağıda bu teknikler kısaca incelenmektedir.

- MRP sisteminde üretim planlama için planlanmış siparişler kullanılır. JIT sisteminde ise üretimin programlanması ve uygulaması için Kanbanların sayısı kullanılır. MRP ile Kanbanın entegre edildiği melez sistemde MRP'nin planlama çıktılarının uygulama aşamasında Kanban sisteminin girdisi haline dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm için kullanılan teknik, Kanban Kart Kontrolörüdür (Kanban Card Controller). Kanban Kart Kontrolörü, üretim ve stok kontrolünde kart sayısını belirlemek için MRP'den gelen planlanmış siparişleri kullanır. Kanbanların sayısı stokları minimize etmek için talep değişimlerine karşı dinamik olarak hesaplanır.
- Önceliklendirme, atölye düzeyindeki işler için önemli bir faaliyettir. Çünkü önceliklendirme, ara stoklar, iş akış zamanı, gecikme, kaynak kullanımı gibi performans parametrelerine direkt olarak etki eder. Kanban sisteminin kullanıldığı yerlerde düzgün bir üretim akışı olduğundan dolayı, önceliklendirilmeye gerek duymaz. Fakat MRP ile Kanbanın bütünleştirildiği edildiği melez sistemde, önceliklendirmeye ihtiyaç duyulur. Bu önceliklendirme Kanban Önceliklendirici (Kanban Prioritizer) tekniği ile gerçekleştirilir. Bu teknik melez sistemde atölye düzeyinde yaşanan yüklenme problemlerine optimal çözümler sağlar.
- İmalat süresi, hem MRP hem de Kanban sisteminde önemli bir unsurdur. Stokları ve malzeme açığını minimize etmek için imalat sürelerinin doğru tahmin edilmesi her iki sistemde de önemlidir. MRP sisteminde bir parça ya da malzemenin kıtlığı, malzeme listesinde ona bağlı olan diğer parçaları etkiler. Bundan kaçınmak için MRP'de planlama yapılırken imalat sürelerine tampon süreler eklenir. Bu da imalat sürelerinin uzamasına neden olur. Fakat bu imalat süreleri, stokların minimize edilmesini değil, MRP'nin çalışmasını sağlar. İmalat süreleri, Kanban sisteminde de iş istasyonları arasındaki Kanbanların sayılarının belirlenmesinde de kullanılır. Melez sistemin etkili çalışabilmesi için imalat sürelerinin doğru ve güncel olması gereklidir. Bunun için Dinamik İmalat Süresi Tahmincisi (Dynamic Lead Time Estimator) tekniği kullanılmaktadır. Bu teknik, imalat sürelerinin doğru zamanlı olarak hesaplanması sağlar.

Nagendra ve Das, yukarıda belirtilen üç tekniği kullanılarak MRP'nin planlama kabiliyetlerini, Kanbanın atölye düzeyinde kontrol ve programlama avantajlarını bir araya getirilerek, melez sistemin verimli bir şekilde çalışacağını belirtmişlerdir.

Ho ve Chang (2001), melez sistem yapısını atölye düzeyinde inceleyerek toplam üretim maliyetini minimize edecek olan bir üretim programlama modeli önermektedirler. Önerilen melez sistem, hem kapasite planlaması hem de atölye düzeyinde programlamayı aynı anda gerçekleştirebilmenin yanında detaylı bir üretim programlamasını da sağlamaktadır. Ayrıca melez sistem saf MRP sisteminin sağlayamadığı detaylı bir atölye düzeyinde programlama sağlamaktadır. Ho ve Chang, yaptıkları çalışmada çeşitli ürünler üreten ve bu ürünleri çeşitli aşamalardan geçen üretim sistemleri üzerinde çalışmışlardır. Bu tür üretim sistemlerinde her bir ürün ya da parça, çeşitli iş merkezlerinde ya da makinelerde bir ya da daha fazla işleme tabi tutulurlar. Aynı işlem için farklı makineler kullanılabilir. Doğal olarak bu makinelerin, birim başına işlem zamanı ve hazırlık zamanı farklıdır. Bunun bir sonucu olarak birim maliyeler de farklılaşmaktadır. Her parça, malzeme listesinde belirtildiği gibi öncelik sonralık ilişkisine göre üretilir. Her bir parça ya da ürün kendi üretim rotasını izlemesi gerekir. Ho ve Chang, melez sistemin hem malzeme planlama hem de üretim programlama seviyesinde bir çekme sistemi olduğunu belirtmektedirler. Önerilen melez sistem üç aşamada incelenmektedir. İlk olarak melez sistemin mantığı, sonra melez sistemin temel girdi ve çıktıları ve son olarak da sistemin değerlendirilmesi için performans kriterleri incelenmektedir.

Melez sistemde, MRP'de olduğu gibi bir ürün ya da parçanın talebi ana üretim programından çıkarılır. Atölye düzeyinde bir ürün ya da parça çekme prensibine göre kontrol edilir. Bir ürün ya da parça, alt parçalardan oluşuyor ise bu ürün ya da parçanın ilk işlem programlaması, alt parçalarının işlem programlamasını gerektirir. Çünkü bir ürün ya da parçanın üretimi, alt parçaları üretilmeden gerçekleşemez. Bu çekme odaklı programlama süreci, tüm alt parçaların üretim programlaması yapılan kadar devam edecektir. Melez sistem çeşitli açılardan MRP sistemine benzemektedir. Öncelikle her iki sistemde bilgisayar destekli bilgi sistemi şeklinde çalışmaktadır. Ayrıca melez sistem, MRP'nin gerekli olan parçanın, gerektiği miktarda gereken zamanda bulunmasını sağlayan zamanlama prensibini kullanır. Ek olarak melez sistemde de MRP sisteminde olduğu gibi ürün ve parçalar alt bölümlere ayrılıp, malzeme listesi oluşturularak planlama ve programlama yapılır.

Melez sistemin JIT sistemi ile de benzerlikleri vardır. İlk olarak her iki sistemde malzeme kontrolü çekme prensibine göre yapılmaktadır. Fakat JIT sisteminde daha katı bir üretim programlaması vardır. Dengeli bir üretim gereklidir. Melez sistem ise, hem sürekli, hem de kesikli üretim sistemlerinde kullanılabilir. Melez sistem toplam üretim maliyetleri hakkında önemli bilgiler sağlarken, JIT sisteminin bu tür bilgileri sağlaması oldukça sınırlıdır.

Tedarikçilere günlük ihtiyaçlar Kanban kartları ile değil, faks ile yollanır. Ama kartlar sistem içerisinde el değiştirme durumuna göre adlandırılır. Kartların durumu, eğer elde ise faal (etkin), değilse faal olmayan olarak belirlenir. Bu nedenle işlem gören her kartın durumu bilgisayar sistemi tarafından kaydedilir. Bir malzeme tedarik edildiğinde, inaktif olan kart, aktif hale gelir. Malzemenin barkodu tarandığı zaman bu süreç otomatik olarak gerçekleşir. Malzemeler tüketildiğinde kartlar, bir sonraki aşamaya gidecek olan kutulara bırakılır (No:5). Bu kutular taranarak günlük ihtiyaçlar belirlenir(No:6-7). Burada tedarikçiler ile olan ilişkiler çok önemlidir. Çünkü tedarik süresi uzadıkça, Kanban sayısı dolayısıyla stok seviyesi artacaktır.

Sistemin ikinci aşamasında da stok kontrolünde Kanban sisteminin uygulanması ve hesaplanması için MRP tabanlı bir sistem kurulmaktadır. Fakat bu aşamada Faxban kullanılmamaktadır. Bunun yerine MRP sisteminden alınan müşteri siparişleri haftada bir kere tedarikçilere gönderilir.

Sonuç olarak melez sistemin uygulanması ile stok seviyesinde düşüş, esneklik artışı, değişen talep miktarlarını çabuk cevap verebilme gibi birtakım yararlar sağlanmıştır.

8) Yönetim Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımı

Sillince ve Sykes (1993), melez sistem yapısını teknik açıdan incelemenin yanında muhasebe, maliyet, performans, organizasyonel yapı gibi işletme yönetiminin çeşitli unsurları açısından da incelemiştir.

Sillince ve Sykes melez sistem oluşturulurken önce JIT sisteminin daha sonra MRP sisteminin uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Çünkü MRP sistemi karmaşık bir sistemdir. Önce JIT sonra MRP sistemi uygulanarak basit, bütünleşmiş, otomasyona dayalı başarılı bir melez sistem oluşturulabilir. Bunun için iki adım önerilmiştir. Bunlar:

1. Adım: Bu ilk adımda depolar ortadan kaldırılmalı ve atölye düzeyinde küçük depocuklar oluşturulmalıdır. Fakat bu çalışma yapılmadan önce, hazırlık zamanlarının azaltılması, makine arızalarının azaltılması, makine bakımları, satıcı ilişkileri, kalite iyileştirme, sıfır hata gibi konular çözülmelidir. Tüm bu çalışmalar yapılırken MRP sistemi göz ardı edilmelidir.

2. Adım: Bu aşamada çekme üretim kontrol sistemi uygulanır. MRP iş emirleri sadece son ürünler için verilir. Aradaki hayalet parça ve malzemeler, çekme sistemine göre kontrol edilir.

Sillince ve Sykes melez sistemin tüm ürün yapılarına uygun olarak tasarlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun için JIT-çekme ve JIT- itme sistemleri oluşturulmalıdır. JIT-çekme sistemi, her bir hücredeki yüklemeye göre hammadde ihtiyaçlarını

ve üretim programlarını sağlar. JIT-itme sistem ise çekme sinyallerinin hammadde ihtiyacını tetiklediği her bir hücre için ana üretim planı sağlar.

Sillince ve Sykes, bir MRP sisteminde meydana gelen büyük miktarlarda veriler kurulacak olan melez sistemde problemler yaratabileceğini belirtmişlerdir. Bunun için atölye düzeyinde meydana gelen çeşitli veriler, örneğin bir malzeme ihtiyacının tetiklendiği zaman, elektronik veri değişimi (Elektronik Data Interchange-EDI) sistemi ile direkt olarak veriler satıcıya gönderilebilir. Böylece atölye düzeyinde JIT sisteminin karmaşık hale gelmesi önlenir. Melez sistem EDI gibi bilgi teknolojisi araçlarından yararlanmalıdır. Başka bir deyişle sistem tamamen bilgisayar destekli olarak çalışmalıdır.

Bazı işletmelerin melez sistem uygulamalarını başlatmalarının sebeplerinden birisi de bazı finansal olmayan kriterler olduğu gözlenmiştir. İşletmede bir MRP sisteminin mevcut olması, Japon imalat tekniklerinin tek başına uygulanmasının zorluğu bu kriterler arasında yer almaktadır.

Melez sistemde JIT sistemi için önemli olan ve imalat sürecinde meydana gelen tüm işlemlerin maliyet bilgileri MRP sisteminden sağlanabilir. Böylece işletmeler için hayati önem taşıyan maliyet muhasebesi faaliyetleri melez sistemde etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir. Melez sistemde klasik maliyet muhasebesi yöntemlerinden ziyade JIT prensiplerine göre bir maliyet muhasebesi sistemi kurulmalıdır.

Melez sistemlerin uygulanabilmesi için yönetsel ve örgütsel yapıda bir takım çalışmaların yapılması gerekir. Özellikle imalat sürecindeki değişiklikler çalışanlara ayrıntılı olarak anlatılarak bu değişikliklerin getirdiği yeni yetki ve sorumluluklar açıklanmalıdır. Sistemde bürokratik yapı mümkün olduğunca azaltılarak iletişim artırılmalıdır.

9) Maliyet Odaklı Bütünleştirme Yaklaşımı

Miltenburg (1990), MRP ve JIT sistemlerinin bütünleştirilmesinde maliyet odaklı olarak bir yaklaşım getirmiştir. JIT sisteminin temel amacı maliyetleri ve imalat sürelerini düşürerek ve kaliteyi iyileştirerek üretimdeki israfı ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle bu unsurların izlenmesi ve maliyetlerinin belirlenmesi JIT sisteminin başarısını doğrudan etkilemektedir. JIT sisteminin yetersiz kaldığı bu alanda MRP sistemi gerekli maliyetlerin belirlenmesi ve izlenmesinde gerekli alt yapıyı sağlamaktadır. Melez sistemde JIT teknikleriyle yapılan tüm iyileştirme çalışmaları MRP sistemi ile izlenmektedir.

MRP, üretim sürecinde meydana gelen birçok maliyetin izlenmesi ve raporlamasını sağlar. Bu raporlar JIT teknikleri ile maliyetleri düşürmek için yapılacak faaliyetlere yol gösterir. Ayrıca MRP sistemi israf oranlarını izleyerek gerçek ve izin verilen israf maliyetlerini raporlar. Kalite iyileştirme çalışmalarında bu raporlardan yararlanır.

Üretim sürecinde bir ürün üretilirken işgücü, malzeme, makine, araç gereç gibi gerekli olan kaynaklar MRP sistemi tarafından belirlenir. Fakat bu kaynaklar üretim gerçekleşmeden meydana gelen standart kaynaklardır. Üretim gerçekleştikten ve tüketim meydana geldikten sonra MRP tüm bu kaynakların kullanımını izler ve maliyetlerini raporlar. Ayrıca MRP istemi standart kaynaklar ile tüketimi gerçekleşen kaynakların da karşılaştırmalı olarak raporlar. JIT sistemi de bu raporlar ışığında süreçte meydana gelen değişimleri inceleyerek iyileştirme çalışmalarını yapacaktır. Örneğin belirlenen kaynak, kullanılan kaynaktan fazla ise bu kaynaklar üzerinde çalışmalar yapılarak maliyet düşüşleri sağlanır.

SONUÇLAR

Günümüzde işletmelerin içinde bulunduğu yoğun rekabet ve sürekli değişen tüketici istek ve ihtiyaçlarının olduğu bir ortamda üretimin her alanında esneklik, çeviklik, düşük maliyet, hız ve çeşitlilik sağlayacak modern üretim tekniklerinin uygulanması kaçınılmaz hale gelmektedir. Malzeme ihtiyaç planlaması ve Kanban sistemlerinin bütünleştirilmesi çalışmaları bu arayışlar sonucunda ortaya çıkan melez sistem yapılarıdır. Bu melez sistem çalışmalarında imalat işletmelerinde hayati bir öneme sahip olan malzeme yönetiminde her iki sistem bütünleştirilerek bir sinerji ortaya çıkarılmaktadır. Gerçekleştirilen melez sistem yapısı ile her iki sistemin avantajlı yönleri bütünleştirilerek imalat ve tedarik süreçlerinde meydana gelen birçok sorundan kaldırılarak verimli ve rekabet edebilir işletmeler oluşturulabilir.

Yapılan bu çalışmada melez sistem yapısı oluşturulurken uygulanabilecek farklı yaklaşımlar incelenmiştir. Bir işletmede melez sistem yapısı oluşturulurken her iki sisteminin çeşitli yönleri iyi anlaşılabilir analiz edilip işletmenin kendi koşullarına göre melez sistem yapısının oluşturulması gerekmektedir. Çünkü her imalat sürecinin kendi kısıtlılıkları ve çevresel koşulları bulunmaktadır. Dolayısıyla bir işletmedeki uygulama diğeri için aynı sonuçlar vermeyebilir. Yapılan birçok analitik ve kavramsal çalışmalar sonucunda melez sistemlerin saf MRP ve saf Kanban sistemlerinden daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar özet olarak aşağıdaki gibi açıklanabilir.

- MRP sisteminin sağladığı elektronik alt yapı ve raporlama sistemi ile üretim değişkenleri sürekli ve güncel olarak izlenebilmesi sonucunda tedarik ve imalat sürelerinin düşürülmesi ve kalitenin iyileştirilmesi
- Kanban sisteminde her bir iş merkezinde meydana gelen malzeme sarflarının barkod sistemi ile güncel ve doğru olarak kayıtlanabilmesi ile üretim maliyetlerinin izlenebilirliğinin artması sonucu daha etkin maliyet muhasebesi faaliyetlerinin yürütülmesiyle maliyet tasarrufu sağlanması
- Stok kontrolünde iyileştirme, ara stoklarda azalış
- Etkin planlama ve atölye düzeyinde kontrol

- Değişen talep miktarlarına cevap verebilme
- Atölyede malzeme akışının düzene girmesi
- İş yüklemesinin dengelenmesi
- Darboğazlarda azalış ve hattın verimliliğinde artış
- Üretim miktarında artış
- Hazırlık sürelerinde ve fire miktarlarında iyileşme
- Farklı üretim süreçlerinde uygulanabilme
- Melez sistem yapısının ürün çeşitliliği ve miktarında artışa olanak sağlayarak sabit maliyetlerde azalış

KAYNAKÇA

- BEHERA, Kirt (1995), "Reengineering for a Customer-Focused Factory That Integrates Total Quality Management, Just in Time and Manufacturing Resource Planning", *American Production and Inventory Control Society*, pp. 318-323.
- BENTON W.C. ve SHİN, Hojung (1998), "Manufacturing Planning and Control: The Evolution of MRP and JIT Integration", *European Journal of Operational Research*, Vol. 110, pp. 411-440
- BOSE, Gerald ve RAO, A. (1988), "Implementing JIT with MRPII Creates Hybrid Manufacturing Environment" *Industrial Engineering*, September, pp.49-53.
- DISCENZA, Richard ve McFADDEN, F. (1988), "The Integration of MRPII and JIT Through Software Unification" *Production and Inventory Management Journal*. Fourth Quarter, pp.49-53.
- DING, Fong-Yuen ve YUEN, M.N. (1991), "A Modified MRP for a Production System with the Coexistence of MRP and Kanban" *Journal of Production Management*, Vol. 10, No:2, pp. 267-277.
- FLAPPER S.D.P., MILTENBURG G.J. ve WINJGAARD J. (1991), "Embedding JIT to MRP" *International Journal of Production Research*, Vol. 29, No: 2, pp. 329-341.
- HALL, Robert (1986), "A Synchro-MRP :Combining Kanban and MRP, the Yamaha PYMAC System" *Production Planning and Control in Japan*, pp. 43-46
- HO, Johny ve CHANG, Yih-Long (2001), "An Integrated MRP and JIT Framework", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 41, pp. 173-185.
- JACOBI, Michael (1994), "How to Unlock The Benefits of MRPII and Just in Time", *Hospital Material Management Quarterly*, Vol: 15, No: 4, pp. 12-22.
- KARMAKAR, Uday, (1989), "Getting Control of Just in Time", *Harvard Business Review*, September-October, pp. 122-131.

- LANDRY, Sylvain ve DUGUAY, C. (1997), "Integrating MRP, KANBAN and Bar-coding Systems to Achieve JIT Procurement", *Production and Inventory Management Journal*. First Quarter, pp. 8-13.
- LEE, Choong, (1993), "A Recent Development of Integrated Manufacturing System: A Hibrid of MRP and JIT", *International Journal of Operations and Production Management* Vol: 13, No: 4, pp. 3-17.
- MILTENBURG, G. J. (1990), "Changing MRP's Costing Procedures to Suit JIT" *Production and Inventory Management Journal*, Second Quarter, pp. 77-83.
- NAGENDRA, Prashanth ve DAS, S. (1999), "MRP/sfx: A Kanban-oriented Shop Floor Extension to MRP" *Production Planning and Control*, Vol:10, No:23, pp. 207-218.
- PUN, Kit-Fai, CHIN, K. ve WONG, K. (1998), "Implementing JIT/MRP in a PCB Manufacturing", *Production and Inventory Management Journal*, First Quarter, pp. 11-16.
- RAJPUT, Sushil ve BENNET, D. (1989), "Modular System Design and Control for Flexible Assembly", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol:9, No:7, pp. 17-29.
- SILLINCE, J.A.A. ve SYKES, G.M.H. (1993), "Integrating MRPII and JIT: A Management Rather Than a Technical Challenge" *International Journal of Operations and Production Management*, Vol: 13 No: 4 pp. 18-31.
- WANG, Dingwei, CHEN, X. ve LI, Y. (1996), "Experimental Push/Pull Production Planning and Control System" *Production Planning and Control*, Vol.7, NO.3, pp. 36-241.
- WANG, Dingwei ve XU, C. (1997), "Hybrid Push/Pull Production Control Strategy Simulation and its Applications" *Production Planning and Control*, Vol.8, NO.2, pp. 142-151.