

YENİDEN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN PLANLAMASI VE KONTROLÜ İÇİN BİR YÖNTEM ÖNERİSİ

Hilmi YÜKSEL*
C. Cengiz ÇELİKOĞLU**

ÖZET

Çevreye duyarlı üretim faaliyetlerinin önem kazanması ile birlikte, işletmelerin de geri dönüşüm, tekrar kullanım ve yeniden üretim faaliyetlerine olan ilgileri artmıştır. İşletmelerde yeniden üretim amaçlı faaliyetlerin artmasına bağlı olarak, bu faaliyetlerin etkin olarak planlanabilmesi de önem kazanacaktır. Yeniden üretim tesislerinin, yeniden üretim faaliyetlerinin özellikleri gereği, oldukça karmaşık bir yapıları bulunmaktadır ve bu nedenle yeniden üretim faaliyetlerinin planlanması ve kontrolü geleneksel üretim faaliyetlerine göre çok daha güçtür.

Bu çalışmada yeniden üretim faaliyetlerinin, geleneksel üretim faaliyetlerinden farklılıkları belirtilmiş ve bu kapsamda yeniden üretim faaliyetlerinin planlanmasında ve kontrolünde öne çıkan özellikler vurgulanmıştır. Ayrıca, yeniden üretim faaliyetlerinin planlanmasında, geleneksel üretim sistemlerinde yaygın olarak kullanılan malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) sisteminden yararlanılması durumunda sistemin işleyişine ilişkin örnekler verilmiştir.

GİRİŞ

Yeniden üretim faaliyetlerinin , geleneksel üretim faaliyetlerine göre önemli ölçüde farklılıkları bulunmaktadır. Yeniden üretim faaliyetlerinde de geleneksel üretim faaliyetlerine benzer üretim ve stok kararları verilmekle birlikte, geleneksel üretim faaliyetlerinde uygulanan yöntemlerin, yeniden üretim faaliyetleri için de tamamıyla uygun olduğu belirtilememektedir. Yeniden üretim faaliyetlerinde planlama ve kontrol kararları; ürünün

* Yrd. Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi4, İİBF , İşletme Bölümü

** Yrd. Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü

karakteristiklerinin, izleyeceği rotaların ve gerekli olan işlemlerin bu ürünün sisteme gelmesinden önce belirlenmesinin güç olması nedeniyle, geleneksel üretim faaliyetlerindeki planlama ve kontrol kararlarına göre farklılıklar göstermektedir. Yeniden üretim faaliyetlerinde belirsizlik oldukça yüksektir ve bu durum da, geleneksel üretim planlama yöntemlerinin, yeniden üretim faaliyetlerinde uygulanmasını güçleştirmektedir. Yeniden üretim işlem süresinin yüksek değişkenliği ve parça çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle, planlama faaliyetleri daha karmaşık olmakta ve farklı karar verme yöntemlerine gerek duyulmaktadır.

Yeniden üretim faaliyetlerinin planlanmasında malzeme ihtiyaç planlaması sisteminden yararlanılabilmektedir. Malzeme ihtiyaç planlama sistemi, montaj faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacı ile geliştirilmiş olduğundan, ayrıştırma faaliyetleri için direkt olarak uygulanamamaktadır. Montaj ve ayrıştırma faaliyetlerinin planlanması benzer bir çok karakteristiği paylaşmakla birlikte, önemli farklılıkları da bulunmaktadır. Bu nedenle de ürünlerin yeniden üretimlerinin planlanmasında özel gerekliliklerin karşılanabilmesi için malzeme ihtiyaç planlaması sisteminde düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

1. GERİYE DOĞRU LOJİSTİK

Geleneksel üretim koşullarında, son ürün, tek bir kaynaktan bir çok merkeze ulaştırılmaktadır ki bu ileriye doğru dağıtım olarak ifade edilebilir. Kullanım fonksiyonunu tamamlayan ürünler ise, bir çok kaynaktan tek bir merkeze ulaşmaktadır ve bu da geriye doğru dağıtım olarak belirtilmektedir (Gungor ve Gupta,1999;827). İleri doğru lojistikte, bir ürüne gereksinim olduğunda, bu ürün, ilk olarak dağıtım merkezine, dağıtım merkezinden de perakende satış merkezine gönderilmektedir. Geriye doğru lojistikte ise akış, daha az görsel ve daha fazla reaktiftir. Geriye doğru lojistik faaliyetleri, genellikle, işletmedeki planlama ve karar verme faaliyetlerinin sonucu olarak başlamamakta, bu faaliyetleri başlatan müşteriler veya ağ üzerinde bulunan daha ilerideki bir nokta olmaktadır (Tibben-Lembke ve Rogers, 2002;272). Tibben–Lembke ve Rogers (2002); ileri doğru ve geriye doğru lojistiğin farklılıklarını belirtmişlerdir. Bu farklılıklar çizelge 1’de verilmiştir.

Geriye doğru lojistikte önemli bir karar noktası, ileriye ve geriye doğru kanalların nasıl bütünleştirileceğidir. Etkin bir geriye doğru lojistik kanalının tasarımında; geriye doğru lojistik kanalında hangi elemanların ve hangi fonksiyonların bulunacağı ve bu fonksiyonların nerede gerçekleşeceği, ileriye ve geriye doğru kanalların arasındaki ilişkilerin neler olacağı değerlendirilmelidir (Flesichmann vd., 1999; 4). Literatürde, genelde, geriye doğru lojistiğin, ileriye doğru lojistikten bağımsız olduğu belirtilmektedir.

Bununla birlikte, yeni ürünlerin ve kullanım fonksiyonunu tamamlamış ürünlerin, ileriye ve geriye doğru akışlarını birleştirmek için bütünleşik bir modelin geliştirilmesi gerekmektedir (Gungor ve Gupta,1999; 827).

Çizelge 1: İleriye doğru ve Geriye Doğru Lojistiğin Farklılıkları

| İleriye Doğru | Geriye Doğru |
|--|--|
| Tahmin yapılması çok daha kolaydır. | Tahmin yapılması daha güçtür. |
| Bir noktadan çok merkeze. | Bir çok merkezden tek bir noktaya. |
| Ürün kalitesi sabittir. | Ürün kalitesi değişkendir. |
| Ürün ambalajı sabittir. | Ürün ambalajı genellikler tahrip olmuştur. |
| İzlenecek rota nettir | İzlenecek rota net değildir. |
| Dağıtım seçenekleri nettir. | Dağıtım seçenekleri net değildir. |
| Fiyatlandırma sabittir. | Fiyatlandırmada çok fazla sayıda faktör etkilidir. |
| Hız önemli bir faktördür. | Hız, genellikle, bir öncelik değildir. |
| Dağıtım maliyetleri sıkı takip edilir. | Geriye doğru maliyetlerin belirlenmesi daha güçtür. |
| Stok yönetimi sabittir. | Stok yönetimi sabit değildir. |
| Ürün yaşam eğrisi yönetilebilir. | Ürün yaşam eğrileri daha karmaşıktır. |
| Taraflar arasında görüşmeler açıktır. | Üyeler ile görüşmeler daha karmaşıktır. |
| Pazarlama yöntemleri net olarak bilinmektedir. | Pazarlama yöntemleri çeşitli faktörlerden dolayı daha karmaşıktır. |
| Ürünü izlemek için zamanında bilgi sağlanabilmektedir. | Sürecin görselliği çok daha azdır. |

Kaynak: Tibben-Lembke ve Rogers,2002; 276.

Üreticilere geriye gelen ürünlerin oranlarına ilişkin bilgi elde edebilmek için, bu ürünlerin, parçaların ve malzemelerin hangi amaçla işletmelere geriye döndüğünün belirlenmesi gerekmektedir. Thierry vd.(1995); geri dönüş akışlarını dört türde belirtmişlerdir. Birinci tür, işletmelerin, kullanılan ürünleri yasalar veya anlaşmalar ile geri almaya zorlanmalarıdır. Bunların geri dönüş oranlarının tahmini güç olmaktadır. İkinci tür, işletmelerle müşteriler arasında ürünlerin geri alınacağına ilişkin yapılan belirli kontratların sonucunda geriye dönen ürünlerdir. İşletmeler, bunların miktarını ve geri dönüş zamanlarını tahmin edebilirken, ürünlerin kalitesine ilişkin tahminlerin yapılması ise oldukça güç olmaktadır. Üçüncü tür ise, ürünlerdeki teknik sorunlar nedeniyle geri dönüşler olmaktadır. Bu ürünlerin geri dönüş miktarları, kontrattaki maddelere, ürün garantilerine ve müşterinin buldukları yerlerde bu ürünlerin

tamir edilebilme olanaklarına bağlıdır. Bu geri dönüşlerin tahmin olanakları, ürünün yapısına bağlı olmaktadır. Dördüncü tür ise, üreticilerin, kullanılan ürünleri ve parçaları geriye satın almasıdır. Bu tür geri dönüş oranlarının tahmin olanağı, üreticinin geriye satın aldığı ürünler için doğru fiyatlandırmayı yapabilmesine büyük ölçüde bağlıdır.

2. YENİDEN ÜRETİM

Yeniden üretim, fayda sağlama özelliklerini tamamen veya kısmen kaybetmiş olan ürünlerin, ayrıştırma, tamir etme ve yenisi ile değiştirme gibi gerekli faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sonucunda yeni ürün özelliklerine ulaştırılması sürecidir (Fleischman vd,1997;3). Yeniden üretim süreci, kullanım fonksiyonunun sonuna gelen ürünlerin veya parçaların toplanması, kırılmış, eksik, bozuk olan parçaların yenisi ile veya tamir edilmiş parçalar ile değiştirilmesi süreçlerini kapsamaktadır. Kullanım fonksiyonlarını tam olarak gerçekleştiremeyen ürünler, tamamıyla ayrıştırılmakta ve tüm modüller ve parçalar kapsamlı bir biçimde muayene edilmekte, arızalı ve kullanım dışı parçalar ve modüller yenisi ile değiştirilmektedir. Tamir edilebilir parçalar, tamir edilmekte ve kapsamlı bir biçimde muayeneye tabi tutulmaktadır. Uygun parçaların, modüller içerisine alt montajı yapıldıktan sonra yeniden üretilecek olan ürünlere montajı gerçekleştirilmektedir (Guide, 2000; 470; Thierry vd, 1995; 119; Krupp, 1993; 46).

Geri dönüşüm sürecinin sonucunda, orijinal ürünün niteliği ve fonksiyonelliği değişmekte iken, yeniden üretim sürecinin sonucunda, orijinal ürünün niteliği ve fonksiyonelliği korunmaktadır (Beamon,1999; 337). Yeniden üretim faaliyetleri, tüm ürünlerin tamamıyla ayrıştırılması ve tüm parçaların, yeni koşullara uygun olacak biçime dönüştürülmesi süreci ile tamir işlemlerinden farklılıklar göstermektedir (Guide,1997;188). Yeniden üretilen ürünler, yeni ürünlerde olduğu gibi montaj aşamasından geçmekte, muayene edilmekte, ambalajlanmakta ve dağıtılmaktadır. Yeniden üretilen ürünler de, yeni ürünlerde olduğu biçimde aynı dağıtım olanaklarından yararlanılarak aynı dağıtım kanalları aracılığıyla dağıtılmaktadır.

Yeniden üretim faaliyetlerinde, geleneksel üretim faaliyetlerine benzer olarak, üretim, stok, dağıtım ve pazarlama kararları verilmektedir. Bununla birlikte, geleneksel üretim faaliyetleri için mevcut olan yöntemler, direkt olarak yeniden üretim faaliyetleri için kullanılamamaktadır (Gungor ve Gupta, 1999; 827).

2.1. Yeniden Üretim Faaliyetlerinin Özellikleri

Yeniden üretim tesislerinin, stokastik ürün dönüşlerinin, ayrıştırma işlemlerinin ve değişkenliği yüksek malzeme işlem sürelerinin fonksiyonu

olarak, planlanması, kontrolü ve yönetilmesi oldukça karmaşık olan bir yapıları bulunmaktadır (Guide, 2000;470). Yeniden üretim tesislerine gelen görevler, özdeş birimleri kapsayabilmekle birlikte, her bir parça için uygulanacak işlemler, bu parçaların farklı kullanım süresine ve farklı kullanım koşullarına maruz kalmalarından dolayı farklılıklar gösterecektir. Bu nedenle aynı parçaların işleme sürelerinde önemli farklılıklar görülmektedir (Guide vd., 1997; 189).

Yeniden üretim tesisi; 3 bağımlı atölyeden oluşmaktadır. Bu atölyelerin koordinasyonu başarılı bir üretim planlama ve kontrolü için anahtar noktadır. Bu atölyeler; (Guide vd., 1997; 189).

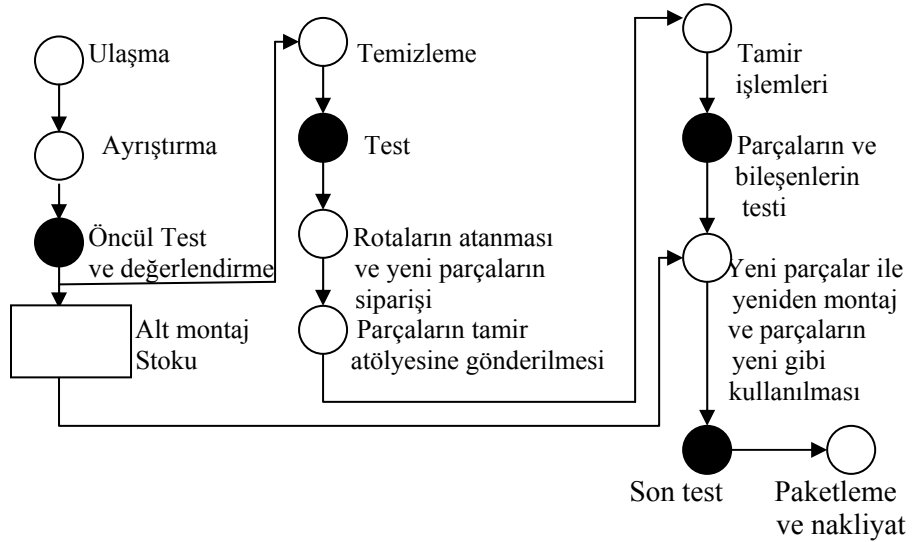
- Ayrıştırma atölyesi: m farklı türde birimin n türde bileşene ayrılmasının gerçekleştirildiği atölyelerdir.

Yeniden üretim atölyesi: Ürünlerin ve parçaların yeni ürüne benzer koşullara ulaştırmak için gerekli olan işlemlerin gerçekleştirildiği atölyelerdir.

Yeniden montaj atölyesi: Yeniden üretilen ve gerekli ise yeni parçaların, müşterilerin kullanımına hazır birimler içerisine yeniden montajının gerçekleştirildiği atölyelerdir.

Yeniden üretim faaliyetlerinin akışı şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1 : Yeniden Üretim Faaliyetlerinin Akışı



Kaynak : Guide vd.,1997; 69

2.2. Yeniden Üretimde Ayırıştırma Aşaması

Ayırıştırma aşaması, kullanım fonksiyonunu tamamıyla veya kısmen kaybetmiş olan ürünlerin, en alt düzeylerine kadar bileşenlerine ayrıldığı yeniden üretim sürecinin ilk aşamasıdır (Guide vd., 1999;760). Ayırıştırma aşaması, montaj aşamasının tersi gibi değerlendirilebilmekle birlikte, ayırıştırma işlemleri ve montaj işlemleri farklı karakteristikler taşımaktadır ve ayırıştırma işlemleri, montaj işlemlerine göre çok daha karmaşık olmaktadır. Brennan vd. (1994); tarafından belirtilen montaj ve ayırıştırma sistemlerinin karşılaştırılması çizelge 2’de verilmiştir

Çizelge 2: Montaj ve Ayırıştırma Sistemlerinin Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

| <i>Sistem karakteristikleri</i> | <i>Montaj</i> | <i>Ayırıştırma</i> |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Talep | Bağımlı | Bağımlı |
| Talep Kaynakları | Tek | Çoklu |
| Tahmin gereklilikleri | Tek son ürün | Çoklu parça |
| Planlama uzayı | Ürün yaşam süreci | Belirsiz |
| Tasarım | Montaj için | Ayırıştırma için |
| Olanaklar ve kapasite planlama | Belirgin | Belirsiz |
| Üretim Sistemi | Dinamik ve kısıtlı | Dinamik ve kısıtlı |
| İşlemlerin Karmaşıklığı | Orta | Yüksek |
| Süreç akışı | Birbirine yakın | Birbirine karşıt |
| Malzeme akışının yönü | İleri | Geri |
| Yan ürünlerin stoku | Mevcut değil | Oldukça fazla |
| Çizelgeleme araçlarının durumu | Çeşitli | Mevcut değil |

Kaynak: Brennan vd,1994; 64.

Montaj ve ayırıştırma sistemleri arasındaki işlemsel ve fiziksel farklılıklardan dolayı montaj sisteminin planlaması için kullanılan yöntemlerin, ayırıştırma sisteminin planlanması için de aynı biçimde kullanılamayacağı belirtilebilir. Bu nedenle de ayırıştırma için yeni yöntemlerin ve tekniklerin geliştirilmesi gerekmektedir (Gungor ve Gupta, 1999, 829).

3. YENİDEN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN PLANLANMASI

Tekrar kullanımda, geriye dönen parçaların, sadece, temizlenmesi ve çok küçük çapta tamir işlemine tabi olmalarından dolayı, odaklanılan nokta bu

parçaların toplanması üzerinde olmaktadır. Geri dönüşüm sisteminde de geriye dönen parçalar ve ürünler çeşitli işlemlerden geçirilerek hammaddelere dönüştürülmektedir. Bu nedenle, geri dönüşüm sisteminde de yeni üretim süreçleri gerekmemektedir ve geleneksel üretim planlama yöntemleri, geri dönüşüm faaliyetlerinin planlanmasında ve kontrolünde yeterli olmaktadır. Yeniden üretim faaliyetlerinde ise ayrıştırma aşamasının gerekliliğinden ve gerekli olan işlemlere ve işlem sürelerine ilişkin belirsizliklerden dolayı, üretim planlama ve kontrolü çok daha karmaşık olmaktadır (Fleischmann vd.,1997; 12). Yeniden üretim faaliyetlerinde planlama ve kontrol problemleri, parçaların durumu, rotalar ve gerekli olan işgücü düzeyine ilişkin bilgilerin parçaların, sisteme gelmesinden sonra elde edilebilmesinden dolayı benzersizdir. Geleneksel üretim sistemleri için üretim planlama, parçaların rotaları ve işlem sürelerine ilişkin standartların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu standartlar, yeniden üretim faaliyetlerinde iş düzeyinin ve bir parçanın yeniden elde edilmesi için gerekli olan rotaların stokastik doğası gereği mevcut olmamaktadır. Bir parça ayrıştırılıp test edilmediği sürece, hangi parçaların tamire gereksinimi olduğuna ve tamirin boyutuna ilişkin bilgi sağlanamamaktadır (Guide, 1996; 1081).

Yeniden üretim faaliyetlerinde üretim ve planlama faaliyetlerinin karmaşıklığının artmasına neden olan yeniden üretim faaliyetlerinin özellikleri olarak şunlar belirtilmektedir; (Guide, 2000; 472-476)

- i) Geriye dönen parçaların, dönüş sürelerinin ve miktarlarındaki belirsizlikler,
- ii) Parçaların geri dönüşü ile yeniden üretilecek parçalar arasındaki talebin dengelenmesi gerekliliği,
- iii) Geriye dönen ürünlerin ayrıştırılması,
- iv) Geriye dönen parçalardan elde edilecek parçaların belirsizliği,
- v) Geriye doğru lojistik ağ tasarımının gerekliliği,
- vi) Malzemeleri eşleme koşullarındaki güçlükler,
- vii) Yeniden üretim faaliyetleri için malzemelerin stokastik rotalarındaki problemler ve yüksek değişkenli işleme süreleri

Parçaların, farklı işletim koşullarına bağlı kalmaları ve farklı kullanım sürelerinde olmalarına bağlı olarak, parçalar için gerekli olan işlemler farklılıklar gösterebilmektedir. Yeniden üretim faaliyetlerinde, temizleme gibi bazı görevler kesin olarak bilinmekle birlikte, diğer rotalar stokastik bir durum gösterebilmektedir ve parçanın yaşına ve koşullarına büyük ölçüde bağlılık göstermektedir. Parçaların yeniden üretimi için gerekli olan işlem süreleri de parçaların koşullarına bağlı olarak stokastik bir özellik göstermektedir ve yeniden üretim faaliyetlerinin özellikleri gereği yüksek değişkenlik gösterebilmektedir (Guide vd. 1997; 3181, Guide vd., 1999; 761). Ayrıca,

yeniden üretim faaliyetlerinde daha fazla oranda kapasite problemleri ile karşılaşılabilir. Geri dönen bir parçanın ayrıştırılması sonucunda eş zamanlı olarak farklı bir çok parça elde edilmektedir. Elde edilen bu parçalar, aynı tamir işlemlerini gerektirdiğinde kapasite problemleri oluşabilmektedir (Fleischmann vd., 1997; 12).

Farklı ürünler, çok farklı geri dönüş oranlarına sahiptir. Müşterilerin, ürünleri geri verme kararları, ürünleri işlem kolaylığı, talimatların açıklığı, alıcının düşünce yapısı gibi bir çok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle, kullanım fonksiyonunu kısmen veya tamamen kaybetmiş olan ürünlerin geri dönüş oranlarının belirlenmesi çok güç olmaktadır (Tibben-Lembke, ve Rogers , 2002; 275).

Ürünlere olan talep ile parçaların geri dönüşleri arasındaki güçlü olmayan ilişki de, istenmeyen parçalardan aşırı stok bulundurulmasına veya bazı parçalardan stoksuzluk durumu ile karşılaşılmasına neden olabilmektedir. Kullanım fonksiyonunu tamamlayan ürünlerin, geri dönüşlerine ilişkin miktar ve süre belirsizlikleri, yeniden üretim faaliyetlerinin planlanması ve kontrolünde belirsizlikleri artırmaktadır (Guide vd., 1999; 763). Geleneksel stok yöntemleri için gerekli olan varsayımların çoğu, geriye doğru lojistik için uygun olmamaktadır. Geleneksel stok yöntemlerinde, belirsizlik, talep edilecek olan ürün miktarına ilişkin olup, ürünlerin fiyatlarının belirli olduğu varsayılmaktadır.

Geriye doğru lojistikte ise, ürünlerin geri geliş oranları rassal olmakla birlikte, ürünlerin satış fiyatları da bilinmemektedir (Tibber-Lembke ve Rogers, 2002; 279). Ayrıca, kullanım fonksiyonunu tamamlayan ürünler, pazardan geriye dönmesine rağmen ekonomik kısıtlardan dolayı veya yeniden üretim için teknik olarak uygun olmadığını belirten test sonuçlarından dolayı bertaraf alternatifini de taşımaktadır. Yeni ürünler için talep, geriye dönen ürünlerin miktarlarına göre daha az olduğu durumlarda ise, yüksek stok taşıma maliyetleri oluşabilmektedir (Van der Laan vd., 1996). Thiery vd.'de, yeniden üretim faaliyetlerinin koşullarındaki belirsizlikleri dikkate alan stok kontrol sistemlerinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

4. YENİDEN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN PLANLANMASI VE KONTROLÜNDE MRP SİSTEMİNDEN YARARLANILMASI

Ayrıştırma ile montaj arasında, her ikisinin de bağımlı talep tarafından yürütülmeleri ve kısıtlarla dolu bir çevrede dinamik bir sistemin parçası olmaları nedeniyle bir çok ortak özellik bulunmaktadır. Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) sistemine ilişkin yapılan araştırmalar, MRP sisteminin, ayrıştırma faaliyetlerinin planlanmasında da çok yararlı olacağını göstermektedir (Brennan vd, 1994; 59).

MRP sistemi, montaj faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacı ile geliştirilmiş olup, ayrıştırma faaliyetleri için direkt olarak uygulanmamaktadır. Montaj ve ayrıştırma çizelgeleme problemleri benzer bir çok karakteristiği paylaşmakla birlikte, farklı karakteristikleri de bulunmaktadır. En önemli farklılık, talep kaynaklarının sayısıdır. Montaj atölyesinde, parçalar tek bir talep kaynağına yönelmektedir, ayrıştırmada ise bir kaynaktan veya farklı kaynaklardan gelerek bu parçalar birbirinden ayrılmaktadır (Taleb ve Gupta, 1997).

Ayrıştırma aşamasının sonucunda eş zamanlı olarak elde edilebilen bileşenler arasındaki bağımlılık nedeniyle ve bir çok tedarik kaynaklarının (geriye dönen farklı ürünler) arasından seçimin yapılmasının gerekli olması nedeniyle geleneksel MRP sisteminde olduğu gibi sadece yukarıdan aşağıya doğru harekete geçen yaklaşım yeterli olmamaktadır. Bu nedenle de ürünlerin yeniden üretimlerinin planlanmasında özel gerekliliklerin karşılanabilmesi için MRP sisteminde düzenlemelerin yapılması gerekmektedir (Fleischmann vd., 1997; 13). Gupta ve Talep (1994); ayrıştırmanın planlanmasında kullanılacak geriye doğru MRP algoritması geliştirmişlerdir. Bu algoritma, bileşenleri için belirli bir talebin olduğu ürün yapılarına ve bu bileşenlerin talebinin karşılanabilmesi için ayrıştırılması gereken kök parça sayısının bilinmesi gerektiği durumlarda uygulanabilmektedir. Süreç, kök parçaya ulaşıncaya kadar daldaki parçalar için sürdürülmektedir ve en büyük gereksinime sahip olan bileşen ayrıştırılması gereken ürün sayısını belirlemektedir. Yeniden üretim faaliyetlerinin planlanmasında kullanılacak olan bu MRP sisteminin algoritmasında, tedarik sürelerinin, parti büyüklüğüne bağlı olmaksızın sabit olduğu, ayrıştırma süreçlerinin mükemmel olduğu, kusurlu parçaların oluşmadığı ve gerekli olan tüm bilgilerin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır (Gupta ve Talep; 1994).

MRP sisteminde, talebin en son parça düzeyinde oluşması ile birlikte ayrıştırma da talep, ürün yapısının bileşen düzeyinde harekete geçmektedir ve ayrıştırma sürecindeki bileşenler bağımsız değildirler. Bu bileşenlerin, oluşturdukları aynı kökten elde edilmeleri gerekmektedir. Bu, MRP sisteminin karmaşıklık düzeyini artırmakta ve aynı kökten elde edilen diğer bileşene bağlı olarak daha düşük talebe sahip olan bileşenden aşırı stok oluşmasına neden olabilmektedir (Gupta ve Talep ,1994).

Malzemelerin yeniden elde edilme oranları, satınalma parti büyüklüklerinin ve yeniden üretim parti büyüklüklerinin belirlenmesinde kullanılabilir ve bu oranların, MRP sistemlerinin uygulanmasında önemli destekleri olabilir (Guide, 2000; 474). Geriye dönen her bir ürün için bileşenlerini ve işleme sürelerini de içeren geriye doğru ürün yapısı kayıtları

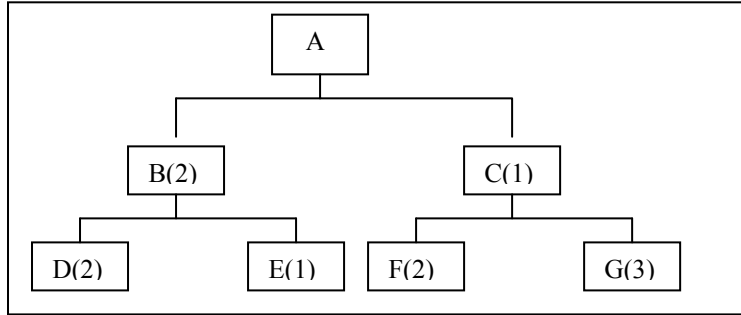
kullanılabilir. Ancak, malzemeleri yeniden elde etmedeki belirsizlikler ve iki özdeş son üründen farklı oranlarda yeniden üretilebilir parçaların elde edilmesi nedeniyle geriye doğru ürün ağaçlarının görünümü, geleneksel ürün ağaçlarının görünümünün simetriği olarak değerlendirilmemelidir (Fleischmann, 1997; 33, Guide, 2000; 473-475). Ayrıca stokastik rotalar, yeniden üretim parti büyüklüğünün, geleneksel üretim parti büyüklüğüne göre daha karmaşık bir problem olmasına neden olmaktadır. Malzeme yeniden elde etme oranlarını, satınalma sipariş hesaplamaları ile bütünleştiren işletmelerin, gereksinimlerin belirlenmesinde gereksinimleri artacaktır (Guide, 2000; 473-475).

Yeniden üretim parti büyüklüğü olarak, yeniden üretim faaliyetlerinin benzersiz olan gereksinimlerinden dolayı, genellikle, “parti için parti” yöntemi tercih edilmektedir. Yeniden montaj alanına parçaların gelişlerinin tahmin edilebilmesi için, parçaların öncelik kontrolü yeniden üretim tesisleri tarafından tercih edilmektedir. İşletmeler, ortak parçalar için emniyet büyüklüğünü kullanıp, daha pahalı olan parçalar için ise öncelik gönderme kurallarını kullanarak parçaları yeniden montaj alanına göndermekte veya yeniden montaj planı ile çekilmektedir (Guide, 2000; 475).

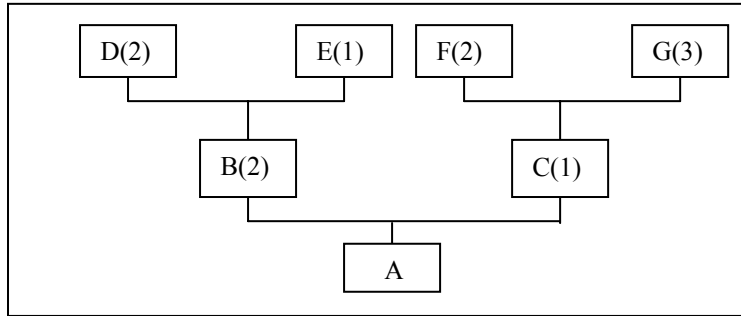
Yeniden üretim faaliyetlerinin planlamasında MRP sisteminden nasıl yararlanılabileceğinin daha anlaşılır olabilmesi amacıyla basit bir örnek üzerinde MRP sisteminin işleyişi anlatılmıştır. Yeniden üretim faaliyetlerinin planlaması için MRP sisteminden yararlanılabilmesi için ilk aşamada ürün ağaçlarının belirlenmesi gerekmektedir. Montaj ve ayrıştırma için oluşturulan ürün ağaçlarının farkı çizelge 3a ve çizelge 3b’den görülebilmektedir. Çizelge 3b’deki A ürününü ayrıştırma sürecinin, MRP sistemi kullanılarak planlanması durumunda oluşabilecek stok kayıtlarına ilişkin örnekler çizelge 4’te verilmiştir. Ayrıştırma için üretim planlaması yapılırken, G parçası, F parçası, E parçası ve D parçası için brüt gereksinim bilgileri mevcuttur ve bu bilgiler doğrultusunda son ürün olan A üründen ayrıştırma için her hafta hangi miktarda brüt gereksinime ihtiyaç olduğu belirlenebilmektedir. Ayrıştırma için MRP sistemi, önceden de belirtildiği üzere, montaj için MRP sisteminin tersi olmamaktadır. Çizelge 4’e göre, ikinci hafta için G parçasına olan net gereksinim 20 birim ve F parçasına olan gereksinim ise mevcut değildir. Ürün ağaçlarından da görülebileceği gibi, 1 birim C parçası, 2 birim F parçasından ve 3 birim G parçasından oluşmaktadır. Bu durumda ikinci hafta için 20 birim G parçası gereksinimi için 7 birim C parçası gerekmektedir. Dolayısıyla C parçasının ikinci hafta gereksinimi 7 birim olmaktadır. Bağlı olarak, ikinci hafta içerisinde F parçasından 14 birim planlanan geliş olmakta ve 29 birim stok taşınmasına katlanılması gerekmektedir. Önceden de belirtildiği üzere, en büyük gereksinime sahip olan parça ayrıştırılması gereken ürün miktarını belirlemektedir ve nispeten daha düşük talebe sahip olan parçadan aşırı stok oluşabilmektedir. Burada da F parçasından aşırı stok oluşabilmektedir. MRP

sistemi çalıştırılarak, A parçası için brüt gereksinimler ve planlanan gelişler belirlenmektedir. Planlanan gelişler belirlendikten sonra ayrıştırma süresine ilişkin bilgiler doğrultusunda da planlanan siparişler belirlenebilmektedir. Bu örnek için ayrıştırma süreleri dikkate alınmamıştır. B parçası ve C parçası ve A ürünü için ayrıştırma süreleri de mevcut olduğunda, bu süreler de dikkate alınarak stok kayıtları oluşturulmalıdır.

Çizelge 3a: Montaj İçin Ürün Ağacı Örneği



Çizelge 3b: Ayrıştırma İçin Ürün Ağacı Örneği



Çizelge 4 : Ayrıştırma İçin MRP Sisteminden Yararlanıldığında Stok Kayıtlarına İlişkin Örnekler

| G parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Brüt Gereksinimler | | 30 | 45 | 60 | 30 | 30 | 80 | 50 | 80 | 90 |
| Programlı Gelişler | 10 | | | | | | | | | 10 |
| Elde Olması Beklenen | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 20 | 15 | 4 | 14 |
| Net Gereksinimler | | 20 | 44 | 59 | 29 | 29 | 70 | 30 | 65 | 76 |
| Planlanan Gelişler | | 21 | 45 | 60 | 30 | 39 | 90 | 45 | 69 | 90 |

| F parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Brüt Gereksinimler | | | | 70 | 50 | 30 | 60 | 50 | 45 | 60 |
| Programlı Gelişler | 10 | 5 | 5 | | | | | 20 | | |
| Elde Olması Beklenen | 10 | 29 | 64 | 34 | 4 | | | | 1 | 1 |
| Net Gereksinimler | | | | 6 | 16 | 26 | 60 | 30 | 45 | 59 |
| Planlanan Gelişler | | 14 | 30 | 40 | 20 | 26 | 60 | 30 | 46 | 60 |

Çizelge 4 : Ayrıştırma İçin MRP Sisteminden Yararlanıldığında Stok Kayıtlarına İlişkin Örnekler (Devam)

| E parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Brüt Gereksinimler | | 35 | 45 | 40 | 20 | 40 | 35 | 30 | 50 | 20 |
| Programlı Gelişler | 15 | | | | | | | | | |
| Elde Olması Beklenen | 15 | 5 | | | 5 | 5 | 5 | | | |
| Net Gereksinimler | | 20 | 40 | 40 | 20 | 35 | 30 | 25 | 50 | 20 |
| Planlanan Gelişler | | 25 | 40 | 40 | 25 | 40 | 30 | 25 | 50 | 20 |
| D parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Brüt Gereksinimler | 40 | 70 | 50 | 70 | 90 | 80 | 60 | 40 | 60 | 90 |
| Programlı Gelişler | 40 | 20 | | | | | | | | |
| Elde Olması Beklenen | | | 30 | 40 | | | | 10 | 50 | |
| Net Gereksinimler | | 50 | 50 | 40 | 50 | 80 | 60 | 40 | 50 | 40 |
| Planlanan Gelişler | | 50 | 80 | 80 | 50 | 80 | 60 | 50 | 100 | 40 |
| C parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Brüt Gereksinimler | | 7 | 15 | 20 | 10 | 13 | 30 | 15 | 23 | 30 |
| Programlı Gelişler | | | | | | | | | | |
| Elde Olması Beklenen | | 6 | 11 | 11 | 13 | 20 | 5 | 3 | 5 | |
| Net Gereksinimler | | 7 | 9 | 9 | | | 10 | 10 | 20 | 25 |
| Planlanan Gelişler | | 13 | 20 | 20 | 12 | 20 | 15 | 13 | 25 | 25 |
| B parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Brüt Gereksinimler | | 25 | 40 | 40 | 25 | 40 | 30 | 25 | 50 | 20 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Programlı Gelişler | | | | | | | | | | |
| Elde Olması Beklenen | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 30 |
| Net Gereksinimler | | 25 | 39 | 39 | 24 | 40 | 30 | 25 | 50 | 20 |
| Planlanan Gelişler | | 26 | 40 | 40 | 24 | 40 | 30 | 26 | 50 | 50 |
| A parçası | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Brüt Gereksinimler | | 13 | 20 | 20 | 12 | 20 | 15 | 13 | 25 | 25 |

SONUÇ

Yeniden üretim faaliyetleri, işletmelerin her geçen gün daha çok önem vermek zorunda kalacakları bir konu olmaktadır. Bu nedenle yeniden üretim faaliyetlerinin planlanması da daha çok önem kazanmaktadır. Yeniden üretim faaliyetlerinin, geleneksel üretim faaliyetleri ile ortak özellikleri bulunmakla birlikte önemli farklılıkları da vardır. Bu nedenle de geleneksel üretim planlama ve stok kontrol yöntemleri yeniden üretim tesisleri için benzer bir biçimde uygulanamamaktadır.

Yeniden üretim faaliyetlerinde belirsizliğin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yeniden üretim işlem süresi ve izlenen rotalar üründen ürüne büyük değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca, ayırıştırma sürecine gelen ürün kalitesine ilişkin tahminlerin yapılabilmesi oldukça güçtür. Ürünlerin izleyebileceği rotaların farklı olması ve işlem sürelerinin de standart olmaması nedeniyle de üretim planlama ve stok kontrolünün de karmaşıklık düzeyi artmaktadır.

Yeniden üretim faaliyetlerinin planlanması ve stok kontrolünde bir çok yöntem önerilmiş olup, bu yöntemlerden birisi de malzeme ihtiyaç planlama sistemidir. Yeniden üretim faaliyetlerinin, geleneksel üretim faaliyetlerinden farklılıklar göstermesi nedeniyle, malzeme ihtiyaç planlaması sisteminde de, yeniden üretim faaliyetlerinin planlanması için uygulanmasında, bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Yeniden üretim faaliyetlerinin planlamasında malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin uygulanması sonucunda, sistemin işleyişinde bazı değişikliklerin yapılması gerektiği ve malzeme ihtiyaç planlama sisteminin, yeniden üretim faaliyetlerinde uygulanmasının olumlu yönlerinin olduğu gibi stok taşıma maliyetlerinin artması gibi bazı olumsuz yönlerinin de olabileceği gözden kaçırılmamalıdır.

KAYNAKLAR

- BEAMON B.M., 1999, "Designing the Green Supply Chain", *Logistic Information Management*, Vol:12, No:4.
- BRENNAN L., GUPTA S., TALEP K.N., 1994, "Operations Planning Issues in an Assembly/Disassembly Environment", *International Journal of Operations Management*, Vol:14, No:9.
- FLEISHMANN M., BLOEMHOF J.M., DEKKER R., LAAN E., NUNEN J., WASSENHOVE L., 1997, "Quantitative Models for Reverse Logistics: A Review", *European Journal of Operational Research*, Vol:103.
- FLEISCHMANN M., 2001, *Quantitative Models for Reverse Logistics*, Springer.
- GUIDE V.D.R., SRIVASTAVA R., SPENCER M.S., 1997, "An Evaluation of Capacity Planning Techniques In A Remanufacturing Environment", *International Journal of Production Research*, Vol:35, No:1.
- GUIDE V.D.R., 1996, "Scheduling Using Drum-Buffer-Rope in a Remanufacturing Environment", *International Journal of Production Research*, Vol:34, No:4
- GUIDE V.D.R., SRIVASTAVA R., KRAUS M.E., 1997; "Product Structure Complexity and Scheduling of Operations in Recoverable Manufacturing", *International Journal of Production Research*, Vol:35, No:11
- GUIDE V.D.R., KRAUS M.E., SRIVASTAVA R., 1997, "Scheduling Policies for Remanufacturing", *International Journal of Production Economics*, Vol:48, No:2.
- GUIDE V.D.R., JAYARAMAN V., SRIVASTAVA R., 1999, "The Effect of Lead Time Variation on the Performance of Disassembly Release Mechanisms", *Computers and Industrial Engineering*, Vol:36
- GUIDE V.D.R., 2000, "Production Planning and Control for Remanufacturing Industry Practice and Research Needs", *Journal of Operations Management*, Vol:18.
- GUPTA S.M., TALEB K.N., 1994; "Scheduling Disassembly", *International Journal of Production Research*, Vol:32.
- GUNGOR A. GUPTA S.M., 1999, "Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery: A Survey", *Computers and Industrial Engineering*, Vol:36.
- KRUPP J.A.G., 1993, "Structuring Bills of Material for Automotive Remanufacturing", *Production and Inventory Management Journal*, Fourth Quarter
- TALEB K.N., GUPTA S.M., 1997, "Disassembly of Multiple Product Structures", *Computers and Industrial Engineering*, Vol:32, No:4
- THIERRY M., SALOMON M., NUNEN J.V., WASSENHOVE L.V., 1995 , "Strategic Issues in Product Recovery Management", *California Management Review*, Vol:37, No:2

TIBBEN-LEMBKE R.S., ROGERS D.S., 2002, "Differences Between Forward and Reverse Logistics In A Retail Environment", Supply Chain Management: An International Journal Vol: 7, No:5.

VAN DER LAAN, DEKKER R., SALOMON M., 1996, "Product Remanufacturing and Disposal: A Numerical Comparison of Alternative Control Strategies", International Journal of Production Economics, Vol:45