

Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Y.2005, C.10, S.1 s.329-348.

ÜRETİM KAYNAKLARI PLANLAMA (ÜKP) SİSTEMİNİN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

FACTORS EFFECTING THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING RESOURCES PLANNING SYSTEM

Cenk ÇALIŞKAN

ÖZET

Üretim Kaynakları Planlama (ÜKP) sisteminin tasarım ve yönetimi, rekabetin yoğun olduğu pazarlarda bulunan üretim firmaları için giderek önem kazanmaktadır. Etkin bir ÜKP sistemi, firmaya kendi pazarında sağlam rekabet avantajları verebilir. Bununla birlikte pazarlar, rekabet baskısı ve teknoloji hızla değişmektedir. Bu çalışmada, ÜKP sistem performansını etkileyen yedi önemli parametre incelenerek bu konudaki literatür gözden geçirilmiştir.

ABSTRACT

The design and management of manufacturing resources planning (MRP II) systems is becoming more and more important for manufacturing firms especially in this ever-increasing competitive marketplace. An effective MRP II system can give substantial competitive advantages to a company in its markets. However, markets, competitive pressure, and technology all change over time. In this study, important parameters which affect the effectiveness of MRP II systems are reviewed. The limitations of previous research and future research directions will also be discussed.

Üretim Kaynakları Planlaması, Malzeme İhtiyaç Planlaması
Manufacturing resources planning, material demand planning

1. GİRİŞ

Malzeme İhtiyaç Planlama (MİP) sistemi tasarımı ve yönetimi üzerine yapılan çalışmalar 1970'lerden önce fazla ilgi görmemekteydi. Yapılan çalışmaların çoğu MİP sistemlerini belirli talep ortamında incelemiştir. 1980'lerin başında dijital bilgisayarların kullanımının artmasıyla birlikte, MİP üzerine birçok çalışma yapılmaya başlanmıştır. MİP çalışma sahalarının genişletilmesiyle birlikte daha fazla üretim faaliyetleri, bu

yöntem içine dahil olmuştur. Bunlar; işletme planlaması, üretim planlama ve kapasite planlama gibi alanlardır. Genişletilmiş bu MİP sisteminin yeni ismi üretim kaynakları planlama (ÜKP) sistemi olmuştur. ÜKP sistemleri üzerine yapılan son araştırmalar gerçek üretim ortamına giderek daha yakın olmaya başlamış ve birçok çalışmada belirsiz talep düşünölmeye başlanmıştır. Bu çalışmada, MİP sistemlerinin etkinliğini etkileyen faktörler üzerinde durulacak ve bu konudaki literatür ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2. ÜKP SİSTEMİ YAPISI

Modern bilgisayarların artan gücü ve işletmelerdeki farklı fonksiyonların koordine edilmesi ihtiyacı ile birlikte ÜKP sistemi hızlı bir şekilde gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Tipik bir ÜKP sistemi üç parçaya bölünebilmektedir. Bunlar; ön sistem, ana sistem ve arka sistem olarak adlandırılabilir (Vollmann ve arkadaşları, 1992). Şekil 1' de her bölüm için başlıca faaliyetler gösterilmektedir.

ÜKP' nin ilk bölümü olan ön sistem, tüm yönetimi içeren faaliyetler kümesidir. Bu aşamada, şirketin üretim planlama ve kontrol amaçları belirlenmiştir. Bu aşama; talep yönetimi, üretim planlama ve AÜÇ' yi içerir. AÜÇ, son ürünler için üretim çizelgesidir. Gelecekte hangi son ürünlerin üretileceğini belirler. AÜÇ, talep yönetiminden, üretim planından ve atölye çizelgeleme kapasitesinden talep verisini alır. İlk olarak AÜÇ geliştirilir ve ÜKP sistemini yönetici durumundadır.

ÜKP sisteminin ikinci bölümü olan ana sistem, ayrıntılı malzeme ihtiyaç planlamasını ve kapasite planlamasını tamamlayan sistemler kümesidir. ÜKP'nin malzeme ve kapasite planı ÜKP sisteminin üçüncü bölümü olan arka sistemi besler. Arka sistem, satınalma sistemi ve atölye çizelgeleme sisteminden ibarettir. Satınalma sistemi, bileşen parçaların, alt montaj parçaların ve son ürünlerin malzeme planlarına göre üretimini desteklemek için gerekli hammadde siparişini verir. Atölye çizelgeleme kontrol sistemi ise her iş istasyonundaki tüm istasyon siparişlerini önceliğe göre çizelgeler.

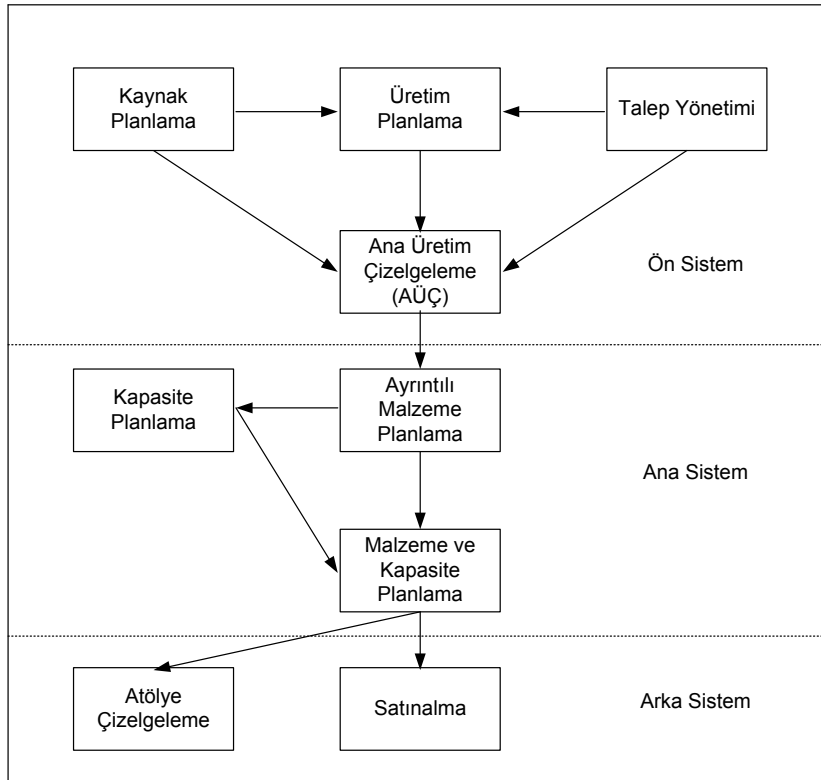
ÜKP sistemleri, üretim aşamalarını planlama ve kontrolle ilgilenir ve pazar ihtiyaçlarını karşılamak ve şirket stratejilerini belirlemek üzere tasarlanmıştır. Bu yüzden, etkin bir ÜKP sistemi, bir şirketin rekabetçi pazarda güçlü olmasını sağlar.

ÜKP sisteminin MİP faaliyetleri açısından diğer yönetim araçlarına göre avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. ÜKP, üretim planının planlama ve uygulama fazlarında avantajlar sağlamaktadır. Planlama fazındaki en büyük avantajı, farklı üretim planlarının yapılabirliği ve ihtiyaçlarının değerlendirilmesi ve belirlenmesindeki becerisidir. Uygulama fazı boyunca, ÜKP stok kontrolü ve stoğu en aza indirmede büyük rol oynar. ÜKP sistemlerinin büyük avantajlarından biri geleceğe ait kıt ya da aşırı

stoğu belirleyip bunlara karşı önlemler alabilmesidir (Sipper ve Bulfin, 1997).

Bunlara rağmen ticari ÜKP sistemlerinin çoğu sınırsız üretim kapasitesi olduğunu varsayar. Burada eksik olan üretim planının sınırlı kapasite kısıtlarına göre sık sık ayarlamalara gereksiniminin olmasıdır. Sistemdeki bazı elemanlar da doğru belirlenmedikçe problemlere yolaçabilir. Bunlar; belirsizlik, üretim ve tedarik zamanı, teslim kalitesi, sistem gerginliği ve veri doğruluğudur (Sipper ve Bulfin, 1997).

Şekil 1. Üretim kaynakları planlaması sistemi (Vollmann ve arkadaşları, 1992)



3. ÜKP SİSTEMİNİN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

AÜÇ, bir ÜKP sisteminin ön aşamasıdır. Bu sebepten AÜÇ’deki başlıca parametreler ÜKP sisteminin performansını etkiler. ÜKP sistemlerinin performansı üzerine yapılan birçok araştırmada AÜÇ’deki başlıca üç parametreye dikkati çeker. Bunlar; dondurulmuş aralık, tekrar planlama aralığı ve planlama ufku. Bunlardan başka yapılan araştırmalar, ürün yapısı, tahmin hatası, güvenlik stoğu ve parti büyüklüğü belirleme kurallarının kullanımının ÜKP performansını belirlemede önemli parametreler olduğunu göstermektedir. Bu yüzden literatürü ÜKP performansı üzerindeki etkisine göre yedi gruba ayırabiliriz (Yeung ve arkadaşları, 1998):

- (1) AÜÇ dondurulmuş aralığı,
- (2) AÜÇ tekrar planlama sıklığı,
- (3) AÜÇ planlama ufku,
- (4) Ürün yapısı,
- (5) Tahmin hatası,
- (6) Güvenlik stoğu,
- (7) Parti büyüklüğü belirleme kuralları.

3.1. AÜÇ Dondurulmuş Aralığın ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

AÜÇ dondurulmuş aralığının ÜKP performansı üzerindeki etkisi, son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Sridharan ve arkadaşları (1987), belirli talep ortamında ve tek kalemlili ÜKP sisteminde, planlama ufkunun %50’ sine kadarını dondurmanın hazırlık ve stok maliyetinde ufak bir etkisinin olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte Zhao ve Lee (1993, 1996), tek son ürünlü çok seviyeli ÜKP sisteminde farklı parti büyüklüğü belirleme kurallarını kullanarak, daha düşük toplam maliyetli planlama ufkunu, daha yüksek dondurma oranı ile bulmuştur. Belirsiz talep ortamında dondurulmuş aralığın, ÜKP sistemi üzerindeki etkisi daha karmaşıktır. Dondurulmuş aralığın uzunluğunu seçerken, toplam maliyet, hizmet seviyesi ve AÜÇ kararsızlığı boyunca bir ödünleşim ortaya çıkmaktadır (Zhao ve Lee, 1993).

Dondurulmuş aralığın uzunluğu, kullanılmış dondurma metoduna bağlı olarak sipariş yada dönem sayısı boyunca ifade edilebilir. Yani AÜÇ’yi dondurmak için iki metod bulunmaktadır: sipariş bazlı metod ve dönem bazlı metod. Dönem bazlı metotta, planlama ufkundaki belirli sayıda dönem için siparişler orjinal plana göre uygulanır. Sipariş bazlı metotta, planlama

ufkündeki belirli sayıdaki verilen siparişler orjinal olarak çizelgelendiği gibi uygulanır.

Sridharan ve arkadaşları (1987), dondurma metodunun etkisini incelemek için belirli talepli, tek kalemlü ÜKP sisteminde dondurulmuş aralığın uzunluğu üzerine çalışmıştır. Wagner-Whitin parti büyüklüğü belirleme kuralını kullanmış ve benzetim deneylerinin sonucunda planlama ufkunu % 50' ye kadar dondurmanın üretim ve stok maliyeti üzerinde bir miktar etkisi olduğunu göstermiştir. Yaptıkları regresyon analizleri sonucu, dönem bazlı metod ile dondurmanın, sipariş bazlı metodla dondurmaya göre çok daha yüksek maliyetli olduğunu göstermiştir.

Sridharan ve Berry (1990a), belirli talepli ve tek kalemlü ortamda çalışmıştır. Yaptığı benzetim çalışması sipariş bazlı dondurma metodunun dönem bazlı dondurma metoduna toplam maliyet açısından üstün geldiğini göstermiştir. Sridharan ve Berry (1990b), son çalışmalarında belirsiz talep ortamında da sipariş bazlı dondurma metodunun üstün olduğunu bulmuştur. Ayrıca daha uzun dondurulmuş aralığın daha yüksek maliyet ürettiğini belirlemişler.

Lin ve Kreajewski (1992), tek son ürünlü, çok seviyeli ve belirsiz talepli ÜKP sisteminde toplam maliyeti tahmin etmek için analitik bir yaklaşım ortaya koydular. Dondurulmuş aralığın, tekrar planlama aralığının ve planlama ufkunun (tahmin penceresi) bulunmasında en iyi kombinasyonu kendi modelleriyle sağlamışlardır. Bu model ışığında Lin ve arkadaşları (1994), dondurulmuş aralığın toplam maliyeti üzerindeki etkisine ait bir başka çalışma yapmıştır. Benzetim çalışması sonuçları, dondurulmuş aralığın uzunluğunun toplam sistem maliyetini etkilediğini göstermektedir.

Zhao ve Lee (1993), tek son ürünlü ve çok seviyeli ÜKP sisteminde çalışmışlardır. Dondurulmuş aralığın toplam maliyet üzerindeki etkisi ile ilgili araştırmalar yapmışlardır. Belirli talep ortamında Silver-Meal parti büyüklüğü metodunu kullanarak yaptıkları benzetim çalışmaları, daha uzun dondurulmuş aralığın daha düşük toplam maliyete sebep olduğu ve hizmet seviyesinde bir etkisi olmadığını göstermiştir. Bu yüzden tüm planlama ufkunu dondurmak genelde optimal stratejidir. Zhao ve arkadaşları (1995) ve Zhao ve Lee (1996), belirli talep ortamında yaptıkları daha sonraki çalışmaları da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Sridharan ve LaForge (1994a), AÜÇ' nin bir bölümü dondurulduğunda, müşteri hizmet seviyesindeki beklenen kaybı tahmin etmek üzere analitik bir model ortaya koymuşlardır. Bu modelde tahminlerin ortalama talebe eşit olduğu, normal dağılım talepli, tek kalemlü üretim sisteminde çalışılmıştır.

Sridharan ve LaForge (1994b), belirsiz talepli tek ürünlü ÜKP sisteminde dondurulmuş aralığın etkisini incelemişler. Benzetim sonuçları dondurulmuş aralığın artan uzunluğunun müşteri hizmet seviyesinde büyük

kayıplara yolaçmadığını ancak daha yüksek stok seviyesine sebep olduğunu göstermektedir.

Kadıpaşaoğlu' nun yaptığı (1995) bir benzetim deneyinde, tek son ürünlü ve üç seviyeli ÜKP sisteminde, belirsiz talep ortamında AÜÇ' yi birikimli temin zamanını kapsayacak şekilde dondurmanın atölye çizelgeleme işlemlerinde aksamayı önlemek için en iyi strateji olduğu belirlenmiştir.

3.2. AÜÇ Tekrar Planlama Sıklığının ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Bu konuda birçok araştırma yapılmıştır. Çoğu araştırma sonucu sık tekrar planlamanın ilgilenilen toplam maliyet üzerinde çok istenilen bir durum olmadığını göstermiştir. Ayrıca Chung ve Krajewski (1986) tarafından yapılan bir çalışma daha az sıklıktaki tekrar planlamanın, belirli ortamda her dönemin tekrar planlanmasına göre daha çok maliyetli olmadığını bulmuşlardır. Lin ve arkadaşları (1994), tekrar planlama aralığı üzerine geniş bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, tekrar planlama seçiminin karmaşık bir yapıya sahip olduğu, ürün maliyet yapısı, AÜÇ birim değişim maliyeti, birikimli temin zamanı ve dondurulmuş aralığın uzunluğuna bağlı olduğu belirlenmiştir.

Chung ve Krajewski (1986), belirli talepli 4 ürünlü 4 seviyeli bir ÜKP sisteminde, tekrar planlama sıklığının etkisi üzerine çalışmışlardır. Tekrar planlama sıklığının düşürülüp düşürülmeyeceğine karar vermede, maliyet yapısının önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Yano ve Carlson (1987), tekrar planlama sıklığının toplam maliyet ve hizmet seviyesi açısından güvenlik stoğunu nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Benzetim çalışması belirsiz talep ortamında tek son ürün ve iki seviyeli ÜKP sistemi için yapılmıştır. Bu deneyin sonucunda daha az tekrar planlamanın ve talep belirsizliğinden korunmak için tampon olarak bir miktar güvenlik stoğu kullanmanın daha verimli olabileceği görülmüştür.

Sridharan ve Berry (1990a), belirli talep ortamında ve tek ürünlü bir sistemde, tekrar planlama aralığını değerlendirmişlerdir. Benzetim çalışmasında, toplam maliyete göre sık tekrar planlamanın etkin bir yol olmadığını belirlemişler. Ayrıca tekrar planlama sıklığının toplam maliyet üzerinde büyük etkisi olduğunu görmüşlerdir. Bir başka makalede (1990b), belirsiz talep ortamında aynı parametreler üzerine çalışmışlar ve sipariş bazlı dondurma ve tekrar planlama sıklığının yararları hakkında belirli talep ortamındaki benzer birçok sonuç bulmuşlardır.

Barrett ve LaForge (1991), çok seviyeli ÜKP sisteminde farklı tekrar planlama sıklıklarının etkileri üzerinde çalışabilmek için bir benzetim modeli kullanmışlar. Teslim zamanı serbest aralıkta değişebilirken miktarı da değişebilmektedir. Tekrar planlama sıklıkları günlük, iki günlük, haftalık, iki

haftalık, aylık, iki aylık olarak denenmiştir. Sistemin performansı, zamanında tamamlanan son ürünlerin yüzdesi, bitmiş kalemlerin stok değeri, istasyondaki işler ve parçalar, açık sipariş emirlerine ilişkin değişiklik bildirimlerine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca stok yatırımının etkinliğini ölçmek için 'yarar ölçüsü' kavramını kullanmışlardır.

Lin ve Krajewski (1992), tarafından geliştirilmiş analitik model, belirsiz talep ortamında tek ürünlü ve çok seviyeli sistemde planlama ufku, tekrar planlama aralığı ve dondurulmuş aralığın seçiminde, her dönem için toplam maliyeti tahmin etme yeteneğine sahiptir. Lin ve arkadaşları (1994), bu modeli kullanarak tekrar planlamanın toplam maliyet üzerindeki etkisi üzerine çalışmış ve tekrar planlama aralığı seçiminin karmaşık olduğunu belirlemiştir.

Zhao ve Lee (1993), tek son ürünlü çok seviyeli ÜKP sisteminde ve belirsiz talep ortamında daha az sıklıktaki tekrar planlamanın daha düşük maliyet, çizelgeleme kararsızlığı ve daha yüksek hizmet seviyesi oluşturacağını belirtmektedir. İkinci çalışmalarında (1996), belirli talep ortamında tekrar planlama aralığı ile dondurulmuş aralık uzunlukları eşit olduğunda, en düşük maliyete ulaşıldığını bulmuşlardır.

3.3. AÜÇ Planlama Ufkunun ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Yapılan çalışmalar belirli talep ortamında planlama ufkunun, doğal çevrimin tam katı olması gerektiğini belirlemiştir (doğal çevrimin uzunluğu ekonomik sipariş miktarı kuralı ile belirlenen siparişler arası zamana eşittir). Planlama ufkunun uzunluğu doğal çevrimin tam katına eşit olmazsa planlama ufkunu genişletmek, maliyeti (stok maliyeti açısından) kötüleştirir (Baker, 1977; Carlson ve arkadaşları, 1982). Bununla birlikte Russel ve Urban (1993), belirli şartlarda planlama ufkunu genişletmenin yararlı olduğunu, Zhao ve Lee (1993) yaptıkları benzetim çalışmasında belirsiz talep ortamında planlama ufkunun genişletilmesinin toplam maliyeti artırdığını belirlemiştir.

Baker (1977), Blackburn ve Millen (1980), Carlson ve arkadaşları (1982), Lundin ve Morton (1975) ve Schwarz (1977), belirli talep ortamında planlama ufku uzunluğunun parti büyüklüğü maliyetleri üzerine etkisini incelemiştir. Sonuçlar kayan çizelge ortamında doğal çevrimin beş katına kadar uzun planlama ufku kullanıldığında, parti büyüklüğü maliyetinin düşürülebildiğini göstermiştir. Sridharan ve arkadaşları (1989), planlama ufku uzunluğu artırıldığında çizelge kararsızlığının arttığını belirlemiştir.

Kunreuther ve Morton (1973), belirli talepli AÜÇ probleminde, tek ürün için planlama ufku uzunluğunu bulan bir algoritma geliştirmişler. İleriye doğru ve marjinal maliyet dengeleme adımı verdikleri yöntemi kullanarak üretim kombinasyonu, üretim düzgünlüğü ve yoksatma açısından planlama ve tahmin ufkunu belirlemek için çalışmışlar. Daha sonra algoritmalarını

fazla mesai, yoksatma, yan sanayi, az mesai ve gecikmeleri düşünerek geliştirdiler (Kunreuther ve Morton, 1974).

Baker (1977), belirli talep ortamında tek ürünli ÜKP sistemi için Wagner-Whitin parti büyüklüğü belirleme kuralını kullanmıştır. Benzetim çalışmasında planlama ufkunun sistemin toplam maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Birçok durumda, daha az bilginin çok bilgiden daha iyi olduğunu iddia etmiştir (Yani daha az sıklıkta tekrar planlama). Bu insanların inançları ile çelişkilidir. Ayrıca talep şablonunun, kayan çizelgenin performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemiş, mevsimsel şablonlar için en iyi planlama ufkunun doğal çevrim olmadığını fakat etkin olduğunu, mevsimsel etki olmayan şablonlarda ise en iyi planlama ufkunun doğal çevrim olduğunu belirlemiştir.

McClain ve Thomas (1977), planlama ufkunun etkilerini benzetim deneylerinde araştırmışlar. Mevsimsel etkiye sahip olan belirli talep şablonlu ayrıntılı üretim planlama ortamında (AÜP) planlama ufkunun uzunluğunu kısaltmak için sonlandırma şartı kullanımını araştırmışlardır.

Baker ve Peterson (1979), belirsiz talep ortamında tek ürünli kayan çizelgeyi analiz etmek için genel bir yapı hazırladılar. Planlama ufku uzunluğu, tahmin belirsizliği ve talep sıklığının etkileri için karesel maliyet modeli üzerinde analitik bir çalışma yaptılar. Uç şartları kullanarak kayan çizelgenin maliyet performansının çok geliştirildiğini buldular.

Carlson ve arkadaşları (1982), belirli talepte tek ürün için planlama ufku genişletmenin etkinliği üzerine çalışmışlardır. Doğal çevrim planlama ufkuna eşit olduğunda, planlama ufku tahmin yolu ile genişletmeyi tavsiye etmemişlerdir. Ayrıca planlama ufku (N), doğal çevrimden (T) küçük olduğu durumda N ve T arasında çok fark vardır ve planlama ufku genişletildiğinde maliyette büyük azalma olabilmektedir. $N > T$ durumunda ve $N = mT$ (m bir tamsayıdır) olduğunda planlama ufkunu uzatmak faydalı olmamaktadır.

Chung ve Krajewski (1984), belirli talep ortamında AÜP ve AÜÇ'yi iki ayrı matematiksel model olarak formüle etmişler. AÜP' de benzetim kullanılmış ve bulunan sonuçlar AÜÇ modeline aktarılmıştır. AÜÇ modelindeki sonuçlar ise sonraki tekrar planlama döngüsü için yine AÜP' ye gönderilir. Benzetim sonuçları aşırı maliyet yapılarına rastlanıldığında planlama ufku etkilerinin en aza indirildiğini göstermektedir.

Russell ve Urban (1993), Wagner-Whitin algoritmasını kullanarak dondurulmuş aralık dışındaki planlama ufkunu uzatmanın etkileri üzerine çalışmışlardır. Benzetim çalışmaları belirsiz talep ortamında tek ürün için dondurulmuş aralık hariç tutularak yapılmıştır ve planlama ufkunu uzatmanın sistem performansını artırdığı durumlar görülmüştür.

Zhao ve Lee (1993), tek son ürünli çok seviyeli ÜKP sistemi üzerine çalışmışlar. Planlama ufkunu uzatmanın belirsiz talep ortamında

ÜKP sistem performansını kötüleştirdiğini belirlemişler. Bir başka çalışmada (1996), belirli talep ortamında planlama ufku uzatmanın ÜKP sistem performansını iyileştirdiğini tesbit etmişlerdir.

3.4. Ürün Yapısının ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Birçok araştırma ürün yapısının ÜKP performansı üzerindeki etkisini karmaşık olarak nitelendirmiştir. Bunun sebebi ürün yapısının, parti büyüklüğü belirleme, tahmin hatası, dondurulmuş aralık, maliyet yapısı ve temin zamanı ile etkileşimli olmasıdır. Ürün yapısının toplam maliyet üzerindeki etkisini inceleyen tüm araştırmalarda çok basit ürün yapıları kullanılmış ve bunların çoğu her ürün yapısını ayrı ayrı incelemiştir. Toplam maliyetin çok seviyeli ve çok ürünlü ortamda nasıl tepki göstereceği hala bilinmemektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Benton ve Srivastava (1985), belirli talep ortamında çok seviyeli ÜKP sistemi için birkaç parti büyüklüğü belirleme yöntemini kullanarak ürün yapısı karmaşıklığının ve maliyet politikasının etkilerini incelemiştir. Ürün karmaşıklığı, genişlik ve derinlik karmaşıklığını temsil etmektedir. Stok maliyetini belirlemek için tam değer ekleme ve marjinal değer ekleme adında iki maliyet politikası kullanılmıştır. Çalışmalarının sonucunda ürün karmaşıklığı ve parti büyüklüğü belirleme metodlarının istatistiksel olarak sistemin toplam maliyetini etkilediği görülmüştür.

Lee ve Adam' ın (1986) benzetim çalışmasında, 4 ÜKP yapısı (iki karmaşık ve iki basit ürün yapısı) araştırılmıştır. Benzetim sonuçları karmaşık ürün yapısında tahmin hatası etkisinin daha fazla olduğunu göstermiştir.

Lin ve arkadaşları (1994), 5 bileşenli çeşitli ürün yapıları üzerinde çalışmıştır. Bunlardan biri tüm bileşenleri seri ve diğerlerine göre daha uzun birikimli üretim temin zamanlarına sahip, bir diğeri tek son ürünlü ancak dört bileşene sahip olan ve diğerlerine göre daha kısa birikimli üretim temin zamanlarına sahip olan bir yapıya sahiptir. Lin ve Krajewski (1992) tarafından geliştirilen analitik model kullanılarak toplam sistem maliyeti açısından tekrar planlama ve dondurulmuş aralık seçiminin, hem ürün ağacı kısa birikimli temin zamanına sahip olduğunda hem de AÜÇ değişim maliyeti yüksek olduğunda önemli olduğunu bulmuşlardır. Ürün ağacı daha uzun temin zamanına sahip olduğunda ise yalnız dondurulmuş aralığın seçimi önemli olmaktadır.

3.5. Tahmin Hatasının ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Çoğu araştırma tahmin hatasının, ÜKP sisteminin toplam maliyetini artırdığını göstermektedir. Lee ve Adam (1986), yoksatma maliyeti düşünüldüğünde, daha yüksek tahmin hatasının daha yüksek toplam maliyete sebep olmayabileceğini belirlemiştir. Tahmin hatası olduğunda, aşırı stok oluşacak ve bu da gelecek beklenmedik taleplere karşı koruma sağlayacaktır.

Biggs ve Campion (1982), tahmin hatası yanlılığının ÜKP sistemi üzerindeki etkisini incelemişler. Sistem performansı dört kritere göre değerlendirilmiştir. Bunlar: (1) makina hazırlıkları ve satınalma siparişlerinin sayısı, (2) Toplam stok yokluğu sayısı, (3) Ortalama stok, (4) İşgücü ihtiyacıdır. Tüm performans ölçülerinde tahmin hatasının önemli bir etkisi olduğu görülmüştür.

De Bodt ve Wassenhove (1983), dört farklı parti büyüklüğü belirleme kuralını kullanarak tek kalemlili ÜKP sisteminde tahmin hatasının maliyete etkisini incelemek için bir model geliştirmişler. Benzetim deneyleri, küçük oranda olsa bile tahmin hatasının parti büyüklüğü belirleme kurallarının maliyet etkinliği üzerinde büyük bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Lee ve Adam (1986), tahmin hatasının iki boyutunu analiz etmişlerdir. Bunlar, standart sapma ve yanlılıktır. Toplam maliyet (stokta tutma maliyeti, hazırlık maliyeti, son ürün yoksatma maliyeti) boyunca etkilerini araştırmışlardır. Standart sapma nispeten daha az önemlidir. Çalışmaları sonucunda yüksek tahmin hatalarının yüksek toplam maliyete sebep olmadığını bulmuşlardır.

Wemmerlov (1986), tarafından yapılan benzetim çalışması sonucunda, tahmin hataları arttığında stok artmakta ve aynı anda hizmet seviyesi de düşmektedir. Buldukları sonuçlar, tahmin hatasını karşılamak için güvenlik stoğu kullanmanın ek stok ve sipariş pahasına yoksatmalarda düşüşe sebep olacağını göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada araştırmacı belirli talep ortamında yapılan çalışmaların belirsiz talep ortamında çok fazla kabul görmeyeceğini savunmuştur.

Zhao ve Lee (1993), tek son ürünlü çok seviyeli ÜKP sisteminde dondurma parametrelerinin seçimi ve toplam maliyet üzerine tahmin hatası etkisini incelemiştir. Benzetim çalışmasında, tahmin hatasının toplam maliyeti önemli derecede artırdığı ve hizmet seviyesini düşürdüğü görülmüştür. Tahmin modelinin seçimi de sistem performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Ayrıca tahmin hatası dondurulmuş aralığın seçimini de etkilemektedir. Bir tahmin hatası olduğunda daha yüksek dondurulmuş aralık, daha düşük AÜÇ kararsızlığına sebep olur. Ancak genelde daha yüksek toplam maliyet ve daha düşük hizmet seviyesi ile sonuçlanır.

3.6. Güvenlik Stoğunun ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Güvenlik stoğu ya da güvenlik temin zamanı, tahmin hatasını önlemedeki başlıca yöntemlerden biridir. Yapılan araştırmalarda, belirli talep ortamında güvenlik stoğu kullanmakla toplam maliyetin düşürülebileceği görülmüştür. Ayrıca doğru miktarda güvenlik stoğu seçimi de önemlidir. Çünkü fazla güvenlik stoğu yüksek stok maliyetine ve tekrar çizelgeleme maliyetine sebep olur (Sridharan ve LaForge, 1989).

Whybark ve Williams (1976), tek kalemlı MİP sisteminde belirsizlik karşısındaki talebi karşılamak için tampon stok oluşturarak güvenlik stoğunun ve güvenlik temin zamanının performansını karşılaştırmışlar. Benzetim sonuçları miktar belirsizliğindeki en iyi yöntemin güvenlik stoğu kullanmak olduğunu, zaman belirsizliğinde ise güvenlik temin zamanı kullanmanın daha uygun olduğunu göstermektedir. Yano ve Carlson (1985), belirsiz talepteki iki hazır bileşene sahip olan tek son ürünlü ÜKP sisteminde araştırma yapmışlar. Sonuçlar, müşteriye hizmetin sağlanabilmesi için AÜÇ' nin sık tekrar planlamasının, güvenlik stoğu ile karşılaştırıldığında ekonomik olamayabileceğini göstermektedir. Deneylerinde, sadece hazırlık ve stokta tutma maliyetini dikkate almışlar, çizelgeyi değiştirme maliyetini gözardı etmişlerdir.

Benzer ürün yapısına sahip bir başka çalışmada, Carlson ve Yano (1986), iki seviyeli, tek son ürünlü, tahmin hatası ortalaması sıfır olan normal dağılıma sahip bir ÜKP sistemi üzerinde çalışmışlar. Hizmet seviyesine bağlı güvenlik stoğu seviyesi belirlemek için sezgisel bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri algoritmayı kullanarak toplam maliyetin %20' si kadar bir iyileşme sağlamışlar, her dönem için tekrar planlama aralığı kullanılmış çizelgelerde hazırlık maliyeti yüksek olduğunda güvenlik stoğu kullanmayı önermişlerdir.

De Bodt ve Wassenhove (1983), belirsiz talep ve tek ürünlü ÜKP sisteminde, nisbeten düşük sipariş maliyeti ya da siparişler arası kısa zaman olan ürünlerde güvenlik stoğu oluşturmanın, siparişler arasında uzun zaman olan ürünlerden daha yararlı olduğunu belirlemişlerdir. Stoklama yapmanın talep değişkenliğinin düşük olduğu durumlarda daha etkin olduğunu tesbit etmişlerdir.

Sridharan ve LaForge (1989), belirsiz talepli ve tek kalemlı ÜKP sisteminde, doğru miktarda güvenlik stoğu belirlemenin önemli olduğu kanısına varmışlardır. Küçük miktarda güvenlik stoğunun, toplam maliyeti düşürdüğünü saptamışlardır.

Benton (1991), belirsiz talepli, iki hazır bileşkenli ve tek son ürünlü ÜKP sisteminde, güvenlik stoğu ile hizmet seviyesi arasındaki ilişkiyi incelemişler. Benzetim çalışmalarında beş faktör üzerinde durmuşlardır. Bunlar, (1) ihtiyaç yığı—ihtiyaçların standart sapması ile ortalamasının oranı, (2) belirsizlik ölçüsü—tahmin ve gerçek ihtiyaçlar arasındaki farkın standart sapması, (3) siparişler arası ekonomik zaman, (4) parti büyüklüğü belirleme metodu—McLaren sipariş momenti ve en düşük birim maliyet yöntemleri kullanılmış, (5) eldeki stoktan doğrudan karşılama ile belirlenmiş hizmet faktörüdür. Belirsizlik arttığında güvenlik stoğu ihtiyacı artmaktadır. Benzetim sonuçlarına göre yüksek değişim katsayısı ve siparişler arası uzun ekonomik zaman olduğu durumlarda, güvenlik stoğunda azalma ve daha yüksek hizmet seviyesi gözlemlenmiştir.

3.7. Parti Büyüklüğü Belirleme Kurallarının ÜKP Performansı Üzerindeki Etkisi

Kullanılan parti büyüklüğü metodunun AÜÇ kararlılığı ve parti büyüklüğü belirleme maliyetleri üzerinde büyük etkisi vardır. Wagner-Whitin algoritması gibi bir optimizasyon algoritması kullanıldığında daha düşük parti büyüklüğü maliyeti ve AÜÇ' deki kararsızlığın arttığı gözlemlenmiştir. Silver-Meal algoritması gibi bir sezgisel kullanıldığında da daha kararlı bir AÜÇ oluşur ancak parti büyüklüğü maliyeti artabilmektedir. Tablo 1' de parti büyüklüğü ile ilgili yapılan çalışmaların özeti bulunmaktadır. Uygulanan parti büyüklüğü belirleme kuralları aşağıdaki gibi kısaltılmıştır:

CPPB: Düzeltilmiş parça dönem dengeleme, *ESM*: Ekonomik Sipariş Miktarı, *GH*: Groff sezgiseli, *IPPB*: Artışlı parça dönem dengeleme, *LFL*: Lot-for-lot, *LPC*: En düşük dönem maliyeti, *LUC*: En düşük birim maliyet, *PPB*: Parça Dönem Dengeleme, *SM*: Silver-Meal, *MOM*: McLaren Sipariş Momenti, *MSM*: Modifiye Silver-Meal, *MWW*: Modifiye Wagner-Whitin, *TDOQ*: Geleneksel indirim sipariş miktarı, *WW*: Wagner-Whitin.

Tablo 2' de ÜKP sistemlerinin performansına ait yukarıdaki parametreleri dikkate alan çalışmalar topluca verilmektedir. Bu tabloda; çalışmanın amacı, son ürünlerin sayısı, ürün yapısındaki seviye sayısı, talep tipi ve analiz metodu gösterilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu makalelerin incelenmesiyle belirlenmiş olan çalışmaların kısıtları ve gelecekte yapılacak çalışmaların ne yönde olması gerektiği aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Hemen hemen her üretim firması ÜKP sistemlerinde birden fazla son ürüne sahiptir. Buna rağmen yapılan araştırmaların çoğu tek son ürünlü ÜKP sistemlerini kullanmıştır. Gelecekteki araştırmalar üretici firmaların gerçekliğini yansıtarak sonuçların daha gerçekçi olmasını sağlamak için birden çok son ürünlü sistemler üzerinde yapılmalıdır.

2. Yapılan birçok çalışma belirli talep ortamında kayan çizelgedeki ÜKP performansı üzerine çalışmıştır. Kayan çizelgeyi kullanmadaki asıl amaç, en son talep tahminlerine göre AÜÇ' yi periyodik olarak güncelleyebilmektir. Belirli talep ortamında kayan çizelge üzerine yapılan araştırmalar, kayan çizelgenin kullanım amacı ile çelişki yaratır. Gerçek dünyadaki üretim ortamında kayan çizelgede kullanılan talep her zaman belirsizdir. Bu yüzden çalışmalardan elde edilen bulgular çok fazla kullanılamaz.

3. Analitik metodların çoğu çok uç koşullarda yapılmıştır. Bu da gerçek üretim ortamından çok uzak kalmaktadır.

4. Makalelelerin çoğu güvenlik stoğunu son ürün aşamasında incelemiştir. Ürün yapısının çeşitli seviyelerinde güvenlik stoğu kullanmanın etkisi iyi anlaşılammıştır. Yapılacak araştırmalar bu yönde olabilir.
5. Yapılan araştırmaların çoğu çok basit ürün yapısı ile bileşen ortaklığı dikkate alınmadan yapılmıştır. Bileşen ortaklığı ve ÜKP performansı arasındaki ilişki hala tam olarak bilinmemektedir. Yapılacak araştırmaların bileşen ortaklığı problemini dikkate alması gerekmektedir.
6. Kapasite kısıtı birçok çalışmada dikkate alınmamıştır. Kapasite kısıtı dikkate alındığında çeşitli ortam faktörleri arasındaki etkileşim de çok daha karmaşık olacaktır. Yapılacak araştırmalar için ÜKP sistem performansının kapasite kısıtı tarafından nasıl etkileneceği ilgi çekici bir konu olacaktır.
7. Sipariş bazlı dondurma metodunun tek kalemlı üretim sisteminde maliyet etkin ve daha az AÜÇ kararsızlığı yarattığı görülmüştür. Yapılan birçok çalışma sipariş bazlı metodun dönem bazlı metoda üstün geldiğini göstermiş, ancak sipariş bazlı metod ÜKP kullanıcıları tarafından genelde kullanılmamaktadır. Talep belirsizliği ve birden çok son ürünlü ortamla karşılaşıldığında sipariş bazlı metodu kullanmak her son ürün için farklı uzunluktaki dondurulmuş aralıklar üretecektir. Ayrıca her son ürün için dondurulmuş aralığın uzunluğu her tekrar planlama çevriminden sonra talep tahmininde önemli değişiklikler varsa değişebilmektedir (Örneğin, siparişler arası zaman ekonomik sipariş miktarı kuralına göre bulunmuşsa). Bu yüzden sipariş bazlı dondurma metodunu kullanmak iç (üretim planlama ve kontrol) ve dış açıdan (müşteri hizmetleri) fazla düzensizlik yaratabilir. Belirsiz talep ortamındaki çok seviyeli ÜKP sistemlerinde AÜÇ dondurma stratejileri araştırılabilir ve diğer stratejilerle karşılaştırılabilir.
8. Yapılan araştırmalar son ürün seviyesindeki tek dondurulmuş aralık üzerine yoğunlaşmıştır. Dondurulmuş aralığı ürün ağacındaki her kaleme yüklemek AÜÇ esnekliğini geliştirebilir. Araştırmacılar artık çok ürünlü çok seviyeli ÜKP sistemi için çoklu dondurulmuş aralığı kullanmanın etkinliğini araştırmaktadır.
9. Yapılan çoğu araştırma tek çeşit belirsizlik kullanmıştır (Talep belirsizliği). Gerçek hayatta ÜKP kullanıcılarının yüzleştığı birçok belirsizlik vardır. Bunlar, girdi kalitesi, teslim zamanı, proses teslim zamanları, kısıtlı üretim zamanı ve birçok diğer faktördür. Yapılacak çalışmaların çeşitli belirsizlikleri içermesi tavsiye edilebilir.
10. Parti büyüklüğü belirleme kuralının çizelge kararsızlığı ve AÜÇ dondurma parametrelerinin seçimi üzerindeki etkisi, yaygınca kullanılan diğer parti büyüklüğü kuralları ve çok seviyeli parti büyüklüğü kuralları da kullanılarak ayrıntılı bir şekilde araştırılabilir.
11. Bağımlı parçalar için doğal sipariş çevrimi ve farklı parçalar için doğal sipariş çevrimlerinin etkileşimi, çok seviyeli ÜKP sistemlerinin performansı ve AÜÇ dondurma parametrelerinin seçimini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu faktörler de incelenebilir.

Tablo 1: Parti Büyüklüğü Kuralları Üzerine Yapılan Araştırmalar

Araştırmacı(lar)	Son Ürün Sayısı	Seviye Sayısı	Talep Tipi	Kullanılan Parti Büyüklüğü Belirleme Metodları	Sonuç
Carlson ve arkadaşları (1979)	1	1	Belirli	WW	WW kuralını modifiye etmişlerdir.
Kropp ve arkadaşları (1979)	1	1	Belirli	WW, SM, PPB	WW, SM ve PPB kurallarını modifiye etmişlerdir.
Blackburn & Millen (1980)	1	1	Belirli	WW, PPB, SM, MSM	SM ve MSM kuralları, WW' ye göre daha iyi sonuçlar üretmektedir.
Chand (1982)	1	1	Belirli	MWW, SM, WW	MWW kuralı, SM ve WW' ye göre daha iyi sonuçlar üretmektedir.
Blackburn & Millen (1982)	1	2,3,4 & 5	Belirli	MWW, MSM	MSM kuralı, MWW' den daha iyi sonuçlar üretmektedir.
De Bolt & Wassenhove (1983)	1	1	Belirsiz	ESM, LUC, SM, WW	Tahmin hatası olduğunda kurallar arasında fark bulunmamaktadır.
Wemmerlov & Whybark (1984)	1	1	Belirsiz	14 kural	Tahmin hatası olduğunda kurallar arasında fark bulunmamaktadır.
Bookbinder & H'ng (1986)	1	1	Belirsiz	Kendi sezgiselleri ve SM	Aralarında kayda değer fark yoktur.
Yano & Carlson (1987)	1	2	Belirsiz	WW	Optimali bulamaz.
Haddock & Hubicki (1989)	-	-	-	LFL,WW,SM	En yaygın metod LFL ve diğer metodlar her zaman etkin olamıyor.
Ristroph (1990)	1	1	Belirli	LFL, WW, GH, LUC	WW, GH ve LUC birbirlerinden çok farklı değil ve hepsi LFL' den iyi.
Sridharan & Berry (1990a)	1	1	Belirli	WW, SM	WW optimaldir.
Sridharan & Berry (1990b)	1	1	Belirsiz	WW, SM	Parti büyüklüğü belirleme kuralları diğer maliyet parametrelerine göre daha önemlidir.
Bregman (1991a,b)	1	1	Belirsiz	LUC, LPC, MOM, CPPB, IPPB, TDQQ, MWW	LUC, MOM, TDQQ, MWW kuralları diğerlerine göre üstündür.
Lee ve arkadaşları (1993)	1	1	Belirli	LUC, MOM, IPPB, WW	LUC ve WW metodları diğerlerine göre üstündür.
Zhao ve arkadaşları (1995)	1	2 & 4	Belirsiz	14 kural	Maliyet modifiyeli kurallar olmayanlara göre üstündür.
Güner ve Paşaoğlu (1999)	151	11	Belirli	SM, LUC, MOM, LFL, ESM	SM ve MOM diğerlerinden daha iyidir.
Çalışkan ve Çelik (2000)	7	1 & 2	Belirli	IPPB, MOM	MOM yöntemi daha düşük maliyetlidir.

Tablo 2.a. Kayan çizelgeli AÜÇ' de yapılan araştırmaların özeti

Araştırmacı(lar)	Araştırılan Parametreler	Son Ürün Sayısı	Seviye Sayısı	Talep Tipi	Metod
Kunreuther & Morton (1973)	Planlama Dönemi	1	1	Belirli	S ¹
Kunreuther & Morton (1974)	Planlama Dönemi	1	1	Belirli	S
Whybark & Williams (1976)	Güvenlik Stoğu	1	1	Belirsiz	B ²
Baker (1977)	Planlama Dönemi	1	1	Belirli	B
McClain & Thomas (1977)	Planlama Dönemi	1	1	Belirli	B
Carlson ve arkadaşları (1979)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	1	Belirli	S
Kropp ve arkadaşları (1979)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	1	Belirli	S
Baker & Peterson (1979)	Planlama Dönemi	1	1	Belirsiz	S
Blackburn & Millen (1980)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	1	Belirli	B
Carlson ve arkadaşları (1982)	Planlama Dönemi	1	1	Belirli	B
Chand (1982)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	1	Belirli	S
Bigg & Campion (1982)	Tahmin Hatası	10	4	Belirsiz	B
Blackburn & Millen (1982)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	2,3,4 & 5	Belirli	B
De Bolt & Wassenhove (1983)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı, Tahmin Hatası, Güvenlik Stoğu	1	1	Belirsiz	B
Wemmerlov & Whybark (1984)	Parti Büyüklüğü Belirleme Kuralı	1	1	Belirsiz	B
Chung & Krajewski (1984)	Planlama Dönemi	4	3 & 4	Belirli	S
Benton & Srivastava (1985)	Ürün Yapısı	1	3 & 5	Belirli	B
Wemmerlov (1985)	Tahmin Hatası	1	1	Belirsiz	B
Yano & Carlson (1985)	Tekrar Planlama Frekansı, Güvenlik Stoğu	1	2	Belirsiz	B
Lee ve arkadaşları (1986)	Tahmin Hatası, Ürün Yapısı	1	1	Belirsiz	B
Chung & Krajewski (1986)	Tekrar Planlama Frekansı	Ç ³	Ç	Belirli	B
Carlson & Yano (1986)	Güvenlik Stoğu	1	2	Belirsiz	S

¹S=Sezgisel; ²B=Benzetim; ³Ç=Çoklu.

Tablo 2.b. Kayan çizelgeli AÜÇ' de yapılan araştırmaların özeti

Araştırmacı(lar)	Araştırılan Parametreler	Son Ürün Sayısı	Seviye Sayısı	Talep Tipi	Metod
Wemmerlov (1986)	Tahmin Hatası	1	1	Belirsiz	B
Sridharan ve arkadaşları (1987)	Dondurulmuş Aralık	1	1	Belirli	B
Yano & Carlson (1987)	Tekrar Planlama Aralığı	1	2	Belirsiz	B
Bookbinder & H'ng (1986)	Parti Büyüklüğü	1	1	Belirsiz	B
Haddock & Hubicki (1989)	Belirleme Kuralı	-	-	-	-
Sridharan ve LaForge (1989)	Parti Büyüklüğü	1	1	Belirsiz	B
Sridharan ve Berry (1990a)	Güvenlik Stoğu	1	1	Belirli	B
Sridharan ve Berry (1990b)	Dondurulmuş Aralık, Tekrar Planlama Aralığı	1	1	Belirsiz	B
Ristroph (1990)	Dondurulmuş Aralık, Tekrar Planlama	1	1	Belirli	B
Barrett & LaForge (1991)	Parti Büyüklüğü	5	Ç	Belirsiz	B
Benton (1991)	Tekrar Planlama Frekansı	1	2	Belirsiz	S
Bregman (1991a)	Güvenlik Stoğu	1	1	Belirsiz	B
Bregman (1991b)	Parti Büyüklüğü	1	1	Belirsiz	B
Lin & Krajewski (1992)	Belirleme Kuralı	1	2 & 4	Belirsiz	B
Lee ve arkadaşları (1993)	Dondurulmuş Aralık, Tekrar Planlama	1	1	Belirli	B
Zhao & Lee (1993)	Parti Büyüklüğü	1	2 & 4	Belirsiz & Belirli	B
Rusel & Urban (1993)	Belirleme Kuralı	1	1	Belirsiz	B
Lin ve arkadaşları (1994)	Dondurulmuş Aralık, Tekrar Planlama	1	2 & 4	Belirsiz	B
Sridharan & LaForge (1994a)	Frekans, Planlama Dönemi	1	1	Belirsiz	S
Sridharan & LaForge (1994b)	Planlama Dönemi, Tekrar Planlama	1	1	Belirsiz	B
Kadıpaşaoğlu (1995)	Frekans, Ürün Yapısı	1	3	Belirsiz & Belirli	B
Zhao ve arkadaşları (1995)	Dondurulmuş Aralık	1	2 & 4	Belirsiz	B
Zhao & Lee (1996)	Dondurulmuş Aralık, Parti Büyüklüğü	1	2 & 4	Belirli	B
Güner ve Paşaoğlu (1999)	Belirleme Kuralı	151	11	Belirli	B
Çalışkan ve Çelik (2000)	Parti Büyüklüğü	7	1 & 2	Belirli	B
	Belirleme Kuralı				

KAYNAKLAR

1. Baker, K.R., 1977, An experimental study of the effectiveness of rolling schedules in production planning, **Decision Sciences**, 8(1), 19-27.
2. Baker, K.R., and Peterson, D.W., 1979, An analytical framework for evaluating rolling schedules, **Management Science**, 25(4), 341-351.
3. Barrett, R.T., and LaForge, R.L., 1991, A study of replanning frequencies in a material requirements planning system, **Computers Operations Research**, 18(6), 569-578.
4. Benton, W.C., 1991, Safety stock and service levels in periodic review inventory systems, **Journal of Operations Research Society**, 42(12), 1087-1095.
5. Benton, W.C., and Srivastava, R., 1985, Product structure complexity and multilevel lot-sizing using alternative costing policies, **Decision Sciences**, 16, 357-369.
6. Biggs, J.R., and Champion, W.M., 1982, The effect and cost of forecast error bias for multistage production-inventory systems, **Decision Sciences**, 13, 570-584.
7. Blackburn, J.D., and Millen, R.A., 1980, Heuristic lot-sizing performance in a rolling schedule environment, **Decision Sciences**, 11, 691-701.
8. Blackburn, J.D., and Millen, R.A., 1982a, Improved Heuristics for multistage requirements planning systems, **Management Science**, 28(1), 44-56.
9. Blackburn, J.D., and Millen, R.A., 1982b, The impact of a rolling schedule in a multilevel MRP system, **Journal of Operations Management**, 2(2), 125-135.
10. Bookbinder, J.H., and H'ng, B.T., 1986, Rolling horizon production planning for probabilistic time-varying demands, **International Journal of Production Research**, 24(6), 1439-1458.
11. Bregman, R.L., 1991a, Selecting among MRP lot-sizing methods for purchased components when the planning horizon is limited, **Production and Inventory Management Journal**, Q2, 32-39.
12. Bregman, R.L., 1991b, An experimental comparison of MRP purchase discount methods, **Journal of Operations Research Society**, 42(3), 235-245.

13. Carlson, R.C., Beckman, S.L., and Kropp, D.H., 1982, The effectiveness of extending the horizon in rolling production scheduling, **Decision Sciences**, 13, 129-146.
14. Carlson, R.C., Jucker, J.V., and Kropp, D.H., 1979, Less nervous MRP systems: a dynamic economic lot-sizing approach, **Management Science**, 25(8), 754-761.
15. Carlson, R.C., and Yano, C.A., 1986, Safety stocks in MRP—systems with emergency setups for components, **Management Science**, 32(4), 403-412.
16. Chand, S., 1982, A note on dynamic lot sizing in a rolling-horizon environment, **Decision Sciences**, 13, 113-119.
17. Chung, C., and Krajewski, L.J., 1984, Planning horizons for master production scheduling, **Journal of Operations Management**, 4(4), 389-406.
18. Chung, C., and Krajewski, L. J., 1986, Replanning frequencies for master production schedules—notes and recommendations, **Decision Sciences**, 17, 263-273.
19. Çalışkan, C. ve Çelik, C., 2000, MRP, Parti Büyüklüğü, MOM, IPPA, Bitirme Ödevi, **Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü**, Ankara.
20. De Bodt, M.A., and Wassenhove, L.N.V., 1983, Cost increases due to demand uncertainty in MRP lot sizing, **Decision Sciences**, 14, 345-361.
21. Güner, E. ve Paşaoğlu, H., 1999, Bir döküm fabrikasında malzeme ihtiyaç planlama çalışması ve parti büyüklüğünün belirlenmesi, **Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi**, XII(2), 46-58.
22. Haddock, J., and Hubicki, D.E., 1989, Which lot-sizing techniques are used in material requirements planning, **Production and Inventory Management Journal**, Q3, 53-56.
23. Kadıpaşaoğlu, S.N., 1995, The effect of freezing master production schedule on cost in multilevel MRP systems, **Production and Inventory Management Journal**, Q3, 30-36.
24. Kropp, D.H., Carlson, R.C., and Jucker, J.V., 1979, Use of dynamic lot-sizing to avoid nervousness in material requirements planning systems, **Production and Inventory Management Journal**, Q3, 49-59.
25. Kropp, D.H., and Carlson, R.C., 1984, A lot-sizing algorithm for reducing nervousness in MRP system, **Management Science**, 30(2), 240-244.

26. Kunreuther, H.C., and Morton, T.E., 1973, Planning horizons for production smoothing with deterministic demands, **Management Science**, 20(1), 110-125.
27. Kunreuther, H.C., and Morton, T.E., 1974, General planning horizons for production smoothing with deterministic demands, **Management Science**, 20(7), 1037-1047.
28. Lee, T.S., and Adam, E.,E., Jr., 1986, Forecasting error evaluation in MRP production inventory systems, **Management Science**, 39(9), 1186-1205.
29. Lin, N., and Krajewski, L.J., 1992, A model for master production scheduling in uncertain environments, **Decision Sciences**, 23, 839-861
30. Lin, N., Krajewski, L.J., Leong, G.K., and Benton, W.C., 1994, The effects of environmental factors on the design of master production scheduling systems, **Journal of Operations Management**, 11, 367-384.
31. McClain, J.O., and Thomas, J., 1977, Horizon effects in aggregate production planning with seasonal demand, **Management Science**, 23(7), 738-746.
32. Ristroph, J.H., 1990, Simulation of ordering rules for single level MRP with a rolling horizon and no forecast error, **Computers and Industrial Engineering**, 19(1-4), 155-159.
33. Russell, R.A., and Urban, T.L., 1993, Horizon extension for rolling production schedules: length and accuracy requirements, **International Journal of Production Economics**, 29, 111-122.
34. Silver, E.A., and Meal, H.C., 1973, A heuristic for selecting lot size quantities for the case of a deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment, **Production and Inventory Management**, Q2, 64-74.
35. Sipper, D., and Bulfin, R.L., 1997, **Production: Planning, Control and Integration**, Mc Graw-Hill, New York.
36. Sridharan, V., and Berry, W.L., 1990a, Master Production Scheduling make-to-stock products: a framework for analysis, **International Journal of Production Research**, 28(3), 541-558.
37. Sridharan, V., and Berry, W.L., 1990b, Freezing the MPS under demand uncertainty, **Decision Sciences**, 21, 97-120.
38. Sridharan, V., Berry, W.L., and Udayabhanu, V., 1987, Freezing the MPS under rolling planning horizons, **Management Science**, 33(9), 1137-49.

39. Sridharan, V., and LaForge, R.L., 1989, The impact of safety stock on schedule instability, cost and service, **Journal of Operations Management**, 8(4), 327- 347.
40. Sridharan, V., and LaForge, R.L., 1994a, A model to estimate service levels when a portion of the master production schedule is frozen, **Computers Operations Research**, 21(5), 477-486.
41. Sridharan, V., and LaForge, R.L., 1994b, Freezing the master production schedule: implications for fill rate, **Decision Sciences**, 25, 461-469.
42. Vollmann, T., Berry, W., and Whybark, D., 1992, **Manufacturing Planning and Control Systems**, Homewood, IL:Irwin, 5-6.
43. Wemmerlov, U., 1986, A time-phase order-point system in environments with and without demand uncertainty, **International Journal of Production Research**, 24(2), 343-358.
44. Wemmerlov, U., and Whybark, D.C., 1984, Lot-sizing under uncertainty in a rolling schedule environment, **International Journal of Production Research**, 22(3), 467-484.
45. Whybark, D.C., and Williams, J.G., 1976, Material requirements planning under uncertainty, **Decision Sciences**, 7, 595-606.
46. Yano, C.A., and Carlson, R.C., 1985, An analysis of scheduling policies in multiechelon production systems, **IIE Transactions**, 17(4), 370-377.
47. Yano, C.A., and Carlson, R.C., 1987, Interaction between frequency of rescheduling and the role of safety stock in MRP systems, **International Journal of Production Research**, 25(2), 221-232.
48. Yeung, J.H.Y., Wong, W.C.K. and Ma L., 1998, Parameters affecting the effectiveness of MRP systems: a review, **International Journal of Production Research**, Vol 36(2), 313-331.
49. Zhao, X., and Lee, T.S., 1993, Freezing the MPS for MRP systems under demand uncertainty, **Journal of Operations Management**, 11,185-205.
50. Zhao, X., Goodale, J.C., and Lee, T.S., 1995, Lot-sizing rules and freezing the MPS in material requirements planning systems under demand uncertainty, **International Journal of Production Research**, 33(8), 2241-2276.
51. Zhao, X., and Lee, T.S., 1996, Freezing the master production schedule in multilevel material requirements planning systems under deterministic demand, **Production Planning and Control**, 7(2), 144-161.