

Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Y.2000, C.5, S.2 s.105-119.

PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ PROBLEMLERİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dr. Bahar ÖZYÖRÜK*
Prof.Dr.Serpil EROL**

ÖZET

Üretim sistemlerinde parti büyüklükleri, üretim maliyetleri, hazırlık maliyetleri ve stokta tutma maliyetleri toplamından oluşan toplam maliyetin minimize edilmesi ile belirlenir. Parti büyüklüğü konusunda kapasite kısıtının olmadığı ve kapasite kısıtının söz konusu olduğu tek ve çok aşamalı sistemler için yapılan çalışmalar bu makalede detaylandırılarak incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Üretim sistemlerinde, üretim planlamanın amacı, planlama döneminde toplam üretim maliyetlerini minimize ederek, talepleri karşılayacak şekilde üretim miktarlarını belirlemektir. Üretim planlaması yapılırken karşılaşılan problemler üretim sisteminin özelliğine göre farklılıklar gösterir. Üretim sistemleri temel olarak sürekli üretim sistemi, kesikli üretim sistemi olarak iki sınıfta, daha sonra ürün çeşitliliği, işlem tekrarlılığına göre bu iki sınıf arasında detaylandırılarak incelenmektedir.

Kesikli üretim sistemi bir çok ürünün partiler halinde üretildiği bir sistemdir. Herhangi bir ürünün üretiminden diğer bir ürünün üretimine geçildiği zaman makinaların yeniden ayarlanması, yeni ürüne ait iş çizelgelerinin yapılması, döneminden önce üretilen ürünlerin stoklarda bekletilmesi gibi çalışmaları içerir. Bu tür çalışmalar büyük hazırlık zamanları gerektirdiği için, kesikli üretim sistemlerinde her dönemdeki parti büyüklüklerinin belirlenmesi çalışmaları hazırlık maliyetlerinin ve stokta tutma maliyetlerinin minimize edilmesi ile olur. Toplam maliyetler incelendiğinde parti büyüklüklerindeki artış, birim başına düşen hazırlık maliyetlerini azaltmaktadır. Stokta tutma maliyetleri ise parti büyüklüğü ile doğru orantılı artmaktadır. Klasik parti büyüklüğü problemleri işte bu iki maliyet unsurunu minimum yapan noktadaki parti büyüklüklerini bulmaya çalışır.

* Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanı.

** Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

2. PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ PROBLEMLERİ

Parti büyüklüğü problemleri kapasite kısıtsız ve üretim kapasitesinin dikkate alındığı kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemleri olarak ikiye ayrılırlar. Literatürde parti büyüklüğü problemlerinin matematiksel programlama teknikleri ile çözümü zor problemler olarak bilinirler. Özellikle büyük boyutlu, kısıtlandırılmış problemlerde çözüm oldukça güç olup çok fazla hesaplama zamanı alır. Kısıtlandırılmamış parti büyüklüğü problemlerinde 2^{T-1} adet baskın üretim seçeneği elde edilir. Örneğin 3 dönemli bir planlama probleminde $2^{3-1} = 2^2 = 4$ adet alternatif ortaya çıkacaktır. Problem boyutu büyüdükçe her dönemdeki üretim seçeneği sayısı artacak, problem çözümü güçleşecektir. Kapasite kısıtlı problemlerde bu güçlük daha da artacaktır. Bunun için bu problemler çözümü güç NP zor problemler olarak isimlendirilirler. Çözüm güçlüğünden dolayı parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için matematiksel çözüm yöntemlerinin yanısıra bir çok sezgisel metodlar geliştirilmiştir. (Hax and Candeo, 1984)

Parti büyüklüğü problemlerinin yapısını anlayabilmek için kısıtlandırılmamış ve kısıtlandırılmış parti büyüklüğü modellerinin matematiksel ifadesi sırasıyla aşağıdaki gibi verilebilir.

2.1. Kısıtlandırılmamış Parti Büyüklüğü Modeli

Kısıtlandırılmamış parti büyüklüğü problemi standart ekonomik sipariş modeline benzer, çok dönemli planlama aralığında değişken talep altında üretim planlama problemini tanımlar. Problemden stokta taşıma maliyetleri ve hazırlık maliyetleri toplamı minimize edilmeye çalışılır. Her dönemdeki talep miktarının bilindiği, kapasite için herhangi bir kısıtlamanın olmadığı varsayımı altında modelleme yapılır. Kısıtlandırılmamış parti büyüklüğü modelinin basit yapısı aşağıda verildiği gibidir.

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } Z = \sum_{t=1}^T (S_t \delta(X_t) + h_t I_t) \\ & X_t + I_{t-1} - I_t = d_t \\ & X_t \geq 0 \\ & I_t \geq 0 \\ & \delta(X_t) = \begin{cases} 0, & X_t = 0 \text{ için} \\ 1, & X_t > 0 \text{ için} \end{cases} \end{aligned}$$

(Tüm modelde $t=1,2,\dots,T$)

Burada ;

X_t : t dönemindeki üretim miktarını
 I_t : t dönemindeki i stok seviyesini
 S_t : t dönemindeki hazırlık maliyetini
 h_t : t dönemindeki stok taşıma maliyetini
 d_t : t dönemindeki talep miktarını gösterir.

2.2. Kısıtlandırılmış Parti Büyüklüğü Problemi

Kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemi, kısıtlandırılmamış parti büyüklüğü problemine benzer diğer modelden farklı olarak burada ürün hazırlık zamanları da dikkate alınmıştır ve üretim kapasitesi için bir kısıtlama getirilmiştir. Problemde hazırlık maliyetleri, üretim maliyetleri ve stok maliyetleri toplamı minimize edilmeye çalışılır. Bu modelin basit yapısı aşağıda verildiği gibidir.

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (S_{it} \delta(X_{it}) + V_{it} X_{it} + h_{it} I_{it}) \\
 & X_{it} + I_{it-1} - I_{it} = d_{it} \\
 & \sum_{i=1}^N (ST_i \delta(X_{it}) + RT_{it} X_{it}) \leq K_t \\
 & X_{it} \geq 0 \\
 & I_{it} \geq 0 \\
 & \delta(X_{it}) = \begin{cases} 0, & X_{it} = 0 \text{ için} \\ 1, & X_{it} > 0 \text{ için} \end{cases}
 \end{aligned}$$

(Tüm modelde $i=1,2,\dots,N$, $t=1,2,\dots,T$)

Burada;

ST_i : bir birim i ürünü için gerekli hazırlık zamanını

RT_{it} : t döneminde bir birim i ürününü üretmek için gerekli işlem zamanı

K_t : t döneminde üretim kapasitesini (saat cinsinden)

V_{it} : t döneminde i ürününün üretim maliyetini gösterir.

S_{it} : t periyodunda i ürünü için hazırlık maliyeti

Kısıtlandırılmış parti büyüklüğü modeli iş gücü seviyeleri, fazla mesai imkanları gibi durumları da içerecek şekilde modellenebilir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için pek çok çalışma yapılmıştır.1958 yılından başlayıp günümüze kadar uzanan bu çalışmalar, kapasite kısıtının dikkate alınıp alınmama durumuna göre kapasite kısıtsız yada kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemleri olarak iki ana başlık altında toplanarak incelenebilir. Bu durum, üretim sisteminin tek ve çok aşamalı olmasına göre;

1. Kısıtlandırılmamış - tek aşamalı,
- çok aşamalı,
2. Kısıtlandırılmış - tek aşamalı,
- çok aşamalı,

parti büyüklüğü problemleri ile ilgili çalışmalar olarak sınıflandırılabilir. Bu başlıklar altında sınıflandırılan çalışmalar Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2. ile sunulmakta, daha sonra detayları açıklanmaktadır.

Çizelge 1.1. Kısıtlandırılmamış parti büyüklüğü ile ilgili çalışmalar

Tek Aşamalı	Çok Aşamalı
Wagner ve Whitin (1958)	Zangwill (1966) *
Zangwill (1966) *	Love (1972) *
Silver ve Meal (1973)	Crowston vd. (1972)
Erol ve Erol (1993) *	Crowston vd. (1973)
Denizel vd.(1997) +	Crowston ve Wagner (1974) *
	Graves (1981) •
	Blackburn ve Millen (1982) •
	Afentakis vd. (1984 *)
	Afentakis ve Gravish (1986 *)
	Rosling (1985) *
	Iyogun (1991 • , 1992 •)
	Gencer vd. (1999) *

Çizelge 1.2. Kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri ile ilgili çalışmalar

Tek Aşamalı	Çok Aşamalı
Florian ve Klein (1971)	Steinberg ve Napier (1980)
Jagonathan ve Rao (1973)	Billington vd.(1983 • , 1986 •)
Swoveland (1975) •	Zahorik vd. (1984)
Newson (1975 a, 1975 b) ⁺	Blackburn ve Millen (1985)
Lambrecht ve Van der Eecken (1978)	Axsater (1986)
Baker vd. (1978)*	Billington vd. (1988 , 1994)
Doğramacı vd. (1981) •	Gupta ve Keung (1990)
Dixon ve Silver (1981) •	Cattrysse vd.(1990)
Bitran ve Yanasse (1982)	Maes ve Wassenhove (1991)
Karni ve Roll (1982)	Maes vd. (1991)
Bahl ve Ritzman (1984)	Roll ve Karni (1991)
Barany vd. (1984) • *	Toklu ve Wilson (1992,1995) • ⁺
Eppen ve Martin (1985) • *	
Thizy ve Wassenhove (1985)	
Gelder vd. (1986) •	
Maes ve Wassenhove (1986)	
Thomas ve Weiss (1986) ⁺	
Chung ve Lin (1988) *	
Thrigerio vd. (1989) ⁺ •	
Kırca (1990)	
Kırca ve Kökten (1992) •	
Heady ve Zhu (1994)	
Ganas ve Papachristos (1997)	
Özyörük (2000)*	
Özyörük ve Erol (2000) *	

• : Çok ürünli sistemleri, * : Optimal çözüm veren algoritmaları, +: Hazırlık zamanlı çalışmaları , gösterir

3.1. Kapasite Kısıtsız Parti Büyüklüğü Problemleri ile İlgili Çalışmalar

Kapasite kısıtsız parti büyüklüğü problemleri ile ilgili çalışmalar, üretim sisteminin tek aşamalı veya çok aşamalı olma durumuna göre gruplandırılarak incelenmiştir.

3.1.1. Kapasite Kısıtsız Tek Aşamalı Parti Büyüklüğü Problemleri İle İlgili Çalışmalar

Parti büyüklüğü probleminin çözümü için ilk çalışma 1958 de Wagner ve Whitin tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada T dönemli tek ürünli tek aşamalı dinamik parti büyüklüğü problemleri için bir optimal çözüm algoritması geliştirilmiştir. Söz konusu çalışmada talepler deterministik üretim kapasitesi kısıtlandırılmamış, her dönem için üretim maliyetleri, hazırlık maliyetleri ve stok tutma maliyetleri sabit alınmıştır. (Wagner and Whitin , 1958)

1966 yılında Zangwill, Wagner ve Whitin'in prosedürüne benzer ancak yok satma durumunun da söz konusu olduğu çözümün baştan sona veya sondan başa doğru yapılabildiği deterministik üretim planlaması modeli geliştirmiştir. (Zangwill, 1966)

Silver ve Meal kısıtlandırılmamış, T dönemli parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için sezgisel bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde talepler deterministik, üretim maliyetleri, hazırlık maliyetleri, stok tutma maliyetleri her dönemde sabit kabul edilmiştir. (Silver and Meal, 1973)

Erol ve Erol 1993 yılında tek aşamalı dinamik parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için bir karar şebekesi algoritması geliştirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında algoritmalarının aynı tip problemlere uygulanan diğer algoritmalarından daha kolay, çözüme daha kısa zamanda ulaşan ve gözle takip edilebilmesi nedeniyle karar vericiye çabuk karar verme olanağı sağladığını belirtmişlerdir. (Erol and Erol, 1993)

Denizel, Erengüç ve Benson hazırlık maliyetlerini azaltmayı amaçlayan parti büyüklüğü problemini, bir enkısa yol problemi olarak çözmüşlerdir. (Denizel et al., 1997)

3.1.2. Kapasite Kısıtsız Çok Aşamalı Parti Büyüklüğü İle İlgili Çalışmalar

Zangwill çok aşamalı, kısıtlandırılmamış parti büyüklüğünün belirlenmesi için, yok satma durumunu da dikkate alan, optimal çözüm veren bir algoritma geliştirmiştir. (Zangwill, 1966)

Love 1972'de üretilecek ve stokta tutulacak miktarlar için alt ve üst sınırların olduğu, kapasite için herhangi bir kısıtlamanın olmadığı durum için parti büyüklüğünü hesaplayan, optimal çözüm veren bir algoritma geliştirmiştir. (Love, 1972)

Crowston, Wagner ve Henshow yapmış oldukları çalışmada çok aşamalı sistemlerde parti büyüklüklerinin belirlenmesi için, bilinen sezgisel ve optimal çözüm veren teknikleri inceleyerek bunların karşılaştırmasını yapmışlardır. (Crowston et al., 1972)

Crowston ve Wagner 1973 yılında yapmış oldukları çalışmada bazı sezgisel metodların optimale yakın sonuçlar verdiklerini göstermişlerdir. (Crowston and Wagner, 1973)

1974 yılında Crowston ve Wagner optimal parti büyüklüğünü dal - sınır tekniği ile bulan bir algoritma geliştirmişlerdir. (Crowston and Wagner, 1974)

Graves 1981'de yapmış olduğu bir çalışmada çok aşamalı kısıtlandırılmamış, sadece üretim ve stoklamaya izin verilen bir sistemde parti büyüklüğünün bulunmasında iteratif bir çözüm yöntemi izleyen prosedür geliştirmiştir. (Graves, 1981)

1982 yılında Blackburn ve Millen, kısıtlandırılmamış çok aşamalı parti büyüklüğü problemini analiz etmişler, mevcut tek aşamalı parti büyüklüğü algoritmalarını değişik maliyet parametreleri ile incelemişlerdir. (Blackburn and Millen , 1982)

1984 yılında Afentakis , Gavis ve Karmarkar'ın yapmış oldukları çalışmada çok aşamalı montaj tipindeki sistemlerde optimal parti büyüklüğünün belirlenmesi için yeni bir algoritma geliştirilmiştir. (Afentakis et al., 1984)

Rosling 1985 yılında kısıtlandırılmamış, çok aşamalı montaj tipindeki sistemlerde optimal parti büyüklüğünün belirlenmesi için bir algoritma geliştirmiştir. (Rosling, 1985)

Afentakis ve Gavis kompleks üretim yapısına sahip olan sistemler için, parti büyüklüklerinin belirlenmesinde optimal çözüm veren bir algoritma geliştirmişlerdir.Çalışmada problemin klasik formülasyonu ilave kısıtlar konarak genişletilmiş ve problem dal-sınır tekniği ile çözülmüştür. (Afentakis and Gavis, 1986)

1991 yılında Iyogun yapmış olduğu çalışmada, dinamik çok ürünli parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için geliştirilen sezgisel metotlarla elde edilen maliyetleri, optimal maliyetler ile karşılaştırmıştır. (Iyogun, 1991)

Iyogun 1992 yılında, çok ürünli, dinamik parti büyüklüğü problemi için Silver Meal 'ın algoritmasına benzer bir algoritma geliştirmiştir. (Iyogun, 1992)

Gencer, Erol ve Erol, 1993 yılında Erol ve Erol'un geliştirmiş olduğu karar şebekesi algoritmasını çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri için genişletmişlerdir. (Gencer et al., 1999)

3.2. Kapasite Kısıtlı Parti Büyüklüğü Problemleri İle İlgili Çalışmalar

Kısıtlı parti büyüklüğü problemleri konusunda yapılan çalışmalar da üretim sisteminin tek aşamalı yada çok aşamalı olma durumuna göre incelenmiştir

3.2.1. Kapasite Kısıtlı Tek Aşamalı Parti Büyüklüğü Problemleri İle İlgili Çalışmalar

Florian ve Klein 1971 yılında Wagner ve Whitin'in prosedürüne benzer her dönemde üretim kapasitesinin değişmediği, yok satmanın söz konusu olduğu durumda tek aşamalı üretim sistemlerinde parti büyüklüğünün belirlenmesi için bir Algoritma geliştirmişlerdir. (Florian and Klein, 1971)

1973 yılında Jagonathan ve Rao, Florian ve Klein'in modellerini konveks ve konkav maliyet fonksiyonları için genişletmişlerdir. (Maes et al., 1991)

Swoveland 1975'de yapmış olduğu çalışmada Florian ve Klein'in sonuçlarını ele alarak üretim ve stok maliyetlerinin konkav olduğu problemler için bir en kısa yol algoritması geliştirmiştir. (Maes et al., 1991)

1975 yılında Newson tek aşamalı, çok ürünlü, kısıtlandırılmış dinamik parti büyüklüğü probleminin çözümü için ilk olarak sabit daha sonra değişken kapasite kısıtlı durum için sezgisel bir algoritma geliştirmiştir. İkinci çalışmada kısıtlandırılmış çok ürünlü problem, hazırlık, üretim, stok, işgücü değişimi, normal mesai ve fazla mesai maliyetleri toplamını minimize edecek şekilde matematiksel olarak ifade edilmiştir. Daha sonra maliyet fonksiyonu ayrıştırılarak hazırlık zamanları ve üretim zamanları toplamı minimize edilmeye çalışılırken her t dönemi için bir üretim hızı hesaplanmıştır. İkinci aşamada işgücü değişimi, normal ve fazla mesai maliyetleri toplamı, birinci aşamada hesaplanan üretim hızı değerinin normal mesai ve fazla mesai kapasitelerinin toplamı ile kısıtlandırılarak problem çözülmüş parti büyüklükleri bulunmuştur. (Newson, 1975a, 1975b)

Lambrech ve Van der Eecken 1978 yılında tek aşamalı, tek ürünlü kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için sezgisel bir metod geliştirmişlerdir. (Maes et al., 1991)

1978 yılında Baker, Dixon, Magazine, ve Silver, üretim kapasitesinin zaman içinde değiştiği dinamik parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için dal-sınır algoritması geliştirmişlerdir. Burada amaç toplam hazırlık ve stok maliyetlerini minimum yapan optimal parti büyüklüklerini belirlemektir. (Baker et al., 1978)

Doğramacı, Ponoyiotopoulos ve Adam 1981 yılında kısıtlandırılmış tek aşamalı çok ürünlü sistemler için bir dinamik programlama algoritması geliştirmişlerdir. (Doğramacı et al., 1981)

1981 yılında Dixon ve Silver tek aşamalı, çok ürünlü kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri için bir sezgisel metod geliştirmişlerdir. Her t dönemi için bir kapasite kısıtının olduğu durum için algoritmalarını geliştirmişlerdir. (Maes et al., 1991)

1982 yılında Bitran ve Yanasse doğrusal üretim ve stok maliyetli, tek ürünlü dinamik parti büyüklüğü problemleri için Florian ve Klein'in çalışmasını genişleterek yeni bir sezgisel algoritma geliştirmişlerdir. (Bitran and Yanasse, 1982)

Karni ve Roll 1982 yılında çok ürünlü, tek aşamalı kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri için sezgisel bir metod geliştirmişlerdir. (Karni ve Roll, 1982)

1984 yılında Bahl ve Ritzman kapasite kısıtlı parti büyüklükleri için bir sezgisel geliştirmişlerdir. (Maes et al., 1991)

Barany, Van Ray ve Wolsey 1984'te çok ürünlü kısıtlandırılmış, parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için optimal çözüm veren yeni bir algoritma geliştirmişlerdir. Kısıtlandırılmış tek aşamalı parti büyüklüğü problemi, üretim ve stok miktarını gösteren karar değişkenleri kullanılarak yeniden formüle edilmiştir. Çalışmada 20 ürünlü, 13 dönemli bir sistem ele alınarak model kurulmuş ve dal sınır tekniği kullanılarak optimal çözüm elde edilmiştir. (Barany, 1984)

1985 yılında Eppen ve Martin yapmış oldukları çalışmada çok ürünli, tek aşamalı kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemlerinin optimal çözümünü, yeniden değişken tanımlayarak bulan bir algoritma geliştirmişlerdir. (Eppen and Martin, 1985)

1985 yılında Thizy ve Wassenhove parti büyüklüğü problemleri için Lagrange tekniğine dayanan bir sezgisel geliştirmişlerdir. Bu sezgiselin matematiksel ifadesinin karmaşık olmasına rağmen, çözümün kolay anlaşılır olduğunu belirtmişlerdir. (Thizy and Wassenhove, 1985)

Gelder, Maes ve Wassenhove 1986 yılında yapmış oldukları çalışmada çok ürünli, tek aşamalı kısıtlandırılmış dinamik parti büyüklüğü probleminin çözümü için dal- sınırlama tekniğine dayanan bir algoritma kullanmışlardır. (Maes et al., 1991)

Maes ve Maessenhove 1986'da kısıtlandırılmış, çok ürünli, tek aşamalı parti büyüklüğü problemi için sezgisel bir metod geliştirmişlerdir. Bu çalışmada her periyotta bütün ürünler için kısıtlandırılmış kapasite kısıtı dikkate alınarak maliyetler hesaplanmıştır. Geliştirdikleri sezgiselin diğer sezgisellerden farkının daha basit ve hızlı olduğunu belirtmişlerdir. (Maes and Wassenhove, 1986)

1986 yılında Thomas ve Weiss hazırlık zamanlarının gerçek üretim sistemlerinin önemli parçaları olduğunu belirterek bu zamanların %25 oranında azaltılabileceğini göstermişlerdir. Daha düşük hazırlık zamanları ile çalışan sistemlerin davranışını incelemişlerdir. (Trigerio et al., 1989)

1988 yılında Chung ve Lin, Bitran ve Yanesse'nin tek ürünli doğrusal üretim ve stok tutma maliyetli modelini geliştirerek parti büyüklüğünün belirlenmesi için optimal çözüm veren bir algoritma geliştirmişlerdir. (Chun and Lin, 1988)

Trigerio, Thomas ve McClain 1989'da hazırlık zamanlarını da dikkate alan kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri için bir algoritma geliştirmişlerdir. Çalışmada hazırlık zamanlarının parti büyüklükleri üzerindeki etkisini taleplerin, maliyetlerin ve hazırlık zamanlarının değişken olduğu durum için incelemişlerdir. Bu algoritmanın büyük boyutlu problemlerin çözümünde küçük boyutlu problemlere göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir. (Trigerio et al., 1989)

1990 yılında Kırca tek ürünli kısıtlandırılmış dinamik parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için dinamik programlama temeline dayanan, dönem başı ve dönem sonu stoklarının sıfır olduğu varsayımı ile bir algoritma geliştirmiştir. (Kırca, 1990)

Kırca ve Kökten 1992 yılında kısıtlandırılmış çok ürünli, tek aşamalı parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için yeni bir sezgisel metod geliştirmişlerdir. Çalışmada her dönemde her ürün için talebin bilindiği, yok satma durumunun söz konusu olmadığı ve kısıtlı üretim kapasitesi bulunduğu durum dikkate alınmıştır. (Kırca and Kökten, 1992)

1994 yılında Heady ve Zhu, Wagner Whittin'in çözüm prosedürüne benzer, optimal sipariş politikasını belirleyen bir algoritma geliştirmişlerdir. (Heady and Zhu, 1994)

1997 yılında Ganas ve Papachristos kısıtlı talep altında tek aşamalı parti büyüklüğü problemi için bazı sezgisel tekniklerin performanslarını değerlendiren bir çalışma yapmışlardır. (Ganas and Papachristos, 1997)

Kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için çok amaçlı karar verme tekniklerinden birisi olan hedef programlamanın kullanılabileceği ve hangi boyutlu problemlerde, hangi amaç düzeyinde ne gibi sonuçların elde edilebileceği bu çalışmada gösterilmiştir. (Özyörük, 2000)

Üç amacın gerçekleştirilmeye çalışıldığı kapasite kısıtlı bir system tasarımı yapılarak hedef programlama modeli ile çözümün yapılabileceği gösterilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. (Özyörük ve Erol, 2000)

3.2.2. Kapasite Kısıtlı Çok Aşamalı Parti Büyüklüğü Problemleri İle İlgili Çalışmalar

Steinberg ve Napier 1980 yılında kısıtlandırılmış tek ürünlü çok aşamalı parti büyüklüğü problemlerini şebeke problemi olarak formüle etmişlerdir. (Maes et al., 1991)

1983 yılında Billington Mc Clain ve Thomas yapmış oldukları çalışmada kısıtlandırılmış çok ürünlü, çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri için optimal çözüm veren bir algoritma geliştirmişlerdir. (Billington et al., 1983)

Zahorik, Thomas ve Trigerio, 1984 yılında hazırlık maliyetlerinin sıfır olduğu, üretim maliyetlerinin doğrusal varsayıldığı, kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemi için şebeke tekniğini uygulamışlardır. (Maes vd., 1991)

1985 yılında Blackburn ve Millen çok aşamalı dinamik parti büyüklüğü problemlerinde, parti büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan sezgisel metotları özetlemişlerdir. (Blackburn and Millen, 1985)

1986 yılında Axsater, parti büyüklüğü tekniklerini, tek aşamalı ve çok aşamalı teknikler olarak iki guruba ayırarak bir değerlendirme yapmıştır. (Axsater, 1986)

1986'da Billington, McClain ve Thomas 1983 yılında yapmış oldukları çalışmalarını temel alan, üretim ve stok maliyetleri toplamını minimum yapan hazırlık zamanlarının sıfır varsayıldığı parti büyüklüğü problemleri için dal sınır algoritmasını kullanmışlardır. (Billington et al., 1986)

1988 yılında Billington, Blackburn, Maes, Millen ve Wassenhove hazırlık ve stokta taşıma maliyetlerini minimize etmeyi amaçlayan çalışmalarında, kısıtlandırılmış çok aşamalı parti büyüklüğü problemlerinin

çözümünün çok zor olduğunu söyleyerek bir sezgisel metot geliştirmişlerdir.(Billington et al., 1988)

1990 yılında Gupta ve Keung parti büyüklüğü algoritmalarını, tek aşamalı ve çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri başlıkları altında toplayarak incelemişlerdir. (Gupta and Keung, 1990)

Cattrysse, Maes ve Wassenhove,1990 yılında kısıtlı parti büyüklüğü problemleri için küme parçalama ve sütün üretme sezgiseli geliştirmişlerdir. (Cattrysse et al., 1990)

Maes, Mc Clain ve Wassenhove 1991 yılında, çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri ile ilgili geliştirilen algoritmaları inceleyerek bunları içeren bir makale yayınlamışlardır. (Maes vd., 1991)

1991 yılında Maes ve Wassenhove kısıtlandırılmış çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri için doğrusal programlama çözümüyle başlayan sezgisel bir metot geliştirmişlerdir. (Maes and Wassenhove, 1991)

1991 yılında Roll ve Karni bütünleşik kapasiteli, çok ürünlü, çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri için bir çözüm algoritması geliştirmişlerdir. Bütün ürünlerin tek bir bütünleşik kapasite altında üretildiği, yok satmanın söz konusu olmadığı durum için bu algoritma çalıştırılmıştır. (Roll and Karni 1991)

Toklu ve Wilson 1992 yılında çok aşamalı parti büyüklüğü problemleri için sezgisel bir çözüm yöntemi geliştirmişlerdir. (Toklu and Wilson, 1992)

1994 yılında Billington, Blackburn, Maes, Millen ve Wassenhove çok aşamalı, çok ürünlü kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri için Lambrech ve Vander Eecken metodu (LV), Dixon ve Silver metodu (DS), Doğramacı, Panoyiotopulos ve Adam metodu (DPA), ve Maes ve Wassenhove metodunu (MW) etkinlik açısından değerlendirmişlerdir. Küçük boyutlu problemlerde MW metodu ile DS metodunun daha kısa zamanda optimale yakın çözümler verdiğini gözlemlemişlerdir. (Billington et al., 1994)

Toklu ve Wilson 1995 yılında yapmış oldukları çalışmada , Silver Meal sezgisel yöntemi ile EOQ modelini karşılaştırmışlar, (rolling schedule olduğu durumunda) Silver Meal yönteminin daha üstün sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. (Toklu and Wilson, 1995)

4. SONUÇ

Bu çalışma ile kapasite kısıtsız ve kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelenerek tablolar halinde kullanıcılara sunulması ile bu konuda çalışma yapmak isteyen araştırmacılar için ön bilgi sunulması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

1. Afentakis, P. Gravish , B. and Karmarkar , H.,1984, Computational efficient optimal solution to the lot sizing problem in multi stage assembly systems.,**Mng.Sci.**Vol. 3 , No.2 , 222-239.
2. Afentakis, P. Gravish , B.,1986, Optimal lot sizing algorithms for complex product structures . **Op. Res. Vol.** 34 No. 2 ,237-247.
3. Axsater, S. ,1986,Evaluation of lot sizing techniques. **Int.J. Prod.Res.**,Vol:24, No.1, 51-57.
4. Baker, K.R. , Dixon , P. et all.,1978, An algorithm for the dynamic lot size problem with time varying production capacity constraints.. **Mng. Sci.** 24/16 , 1710-1720.
5. Barany , I. , Ray, T.J. and Wolsey , L.A., 1984,Strong formulations for multi-item capacitated lot sizing .**Mng.Sci.** 30/10, 1255-1261.
6. Blackburn , B.J.D. and Millen , A. R .1982, Improved heuristics for multi stage requirements planning systems, **Mang.Sci.**, 28, 1, 44-56.
7. Blackburn , B.J.D. and Millen , A. R .1985, An evaluation of heuristic performance in multi stage lot sizing systems . **Int. J. Prod. Res.** Vol. 23 , No .5 , 857-866.
8. Billington, P. ,Mc Clain and J. Thomas, L.J.,1983, Mathematical programming approach to capacity constrained MRP.systems;Review formulation and problem reduction, **Mang.Sci.**, 29, 10, 1126-1139
9. Billington, P. ,Mc Clain and J. Thomas, L.J.1986, Heuristic for multi level lot sizing with a bottleneck , **Mng. Sci.** Vol.32 , No.8,989-1006.
10. Billington, P. Blackburn , B. J.D. Maes,J.,Millen,R. and Wasseenhove, L. 1988, Multi product scheduling in multi -stage serial system. **The Economics of Inventory Management**, 344-355.
11. Billington, P. , Blackburn J.D. Maes,J.,Millen,R., Wasseenhove, L., 1994, Multi -item lot sizing in capacitated multi stage serial systems.**IIE Transactions** , March , 13-19.
12. Bitran,G., and Yanasse, H., 1982, Computational kompleksity of the capacitated lot size problem, **Mang. Sci.**, 28, 10, 1174-1186
13. Cattrysse, D, Maes, J. and Wassenhove, L.N.N., 1990, Set partitioning and column Generation Heuristics for Capacitated Dynamic Lot-sizing, **EJOR.**, 46, 38-47.
14. Crowston , W.B. Wagner, M.H. and Henshow , A.,1972, A comparison of exact and heuristic routines for lot size determination in multi stage assembly systems , **AIIE Transaction** , 4/4 , 313-317.
15. Crowston , W.B. Wagner , M.H. 1974, Dynamic lot sizes models for multi stage assembly systems. **Mng.Sci.**,20/1, 14-21.

16. Crowston , W.B. Wagner , M.H.and Williams,J., 1973 Economic lot size determinationsin multi stage assembly syttems, **Mang.Sci.**, Vol.19 No.5,517-527
17. Chung , C. and Lin, C.M., 1988, An $O(T^2)$ Algorithm for the NI/GNI/ND capacitated lot size problem. **Mng.Sci.** 34/3, 420-426.
18. Dixon , P.S. and Silver , E. A heuristic solution procedure for the multi item single level limited capacity lot size problem . **Jour.of Opr.Mang.**, 2/1, 1981, 294- 303.
19. Denizel, M., Erengüç, S. ve Benson, H.,1997, Dynamic Lot-sizing with setup cost reduction, **EJOR**,48,2,129-139
20. Doğramacı, A., Panayiotopulos, J.E. and Adam,N.R., 1981, The Dynamic Lotsizing problem for Multiple items under Limited Capacity, **AIIE Transactions**,13, 4, 294-303
21. Eppen , G.D. and Martin , R.K: 1987, Solving multi item capacitated lot sizing problems using variable redefinition. **Op.Res.**, 35/6, November December, 832- 846.
22. Erol , S. and Erol , Y., 1993, A decision network approach to solve single stage dynamic lot size problems. **Proceedings 2nd. International Conference on Modelling and Simulation.**,1, 569-577.
23. Florian , M. and Klein , M. 1971,Deterministic production planing with concav costs and capacity constraints. **Mng.Sci.** 18/1, 12-19.
24. Ganas, I., Papachristos, S., 1997, Analytical evaluation of heuristics performance for single level lot sizing problem for products with contant demand, **Int.Prod.Econ.**, 48, 1299-139
25. Gencer, C., Erol, S., Erol, Y. 1999, A decision network algorithm for multi-stage dynamic lot sizing problems, **Int. jour.of Prod.Econ.**, 62, 1, 281-284
26. Graves , S.C. ,1981, Multi stage lot sizing : An iterative procedure multi level production and inventory control systems : **Theory and Practice**, Capter 4 , 95-110., North-Holland ,
27. Gupta Y.P. , Keung Y.,1990, A Review of Multi-stage Lot-sizing Models **EJOPM.** 10, 9, 57-71.
28. Hax, A.C., Candea, D., 1984, Production and Invevtry Management, Prentice Hall Inc., **Englewood Cliffs**, New Jersey
29. Heady , R. and Zhu, Z.,1994, An improved implementation of the Wagner -Whitin algorithm . **Prod.and Op. Mang.** 3/1, 55-63.
30. Ignizio J.P. ,1976, Goal programming and extension, lexington Maes, Heath **Lexington Books.**
31. Ignizio J.P. ,1982, Linear programing in single and multiple objective syttems Prentice- Hall, **Englewood Cliff**, New Jersey

32. Iyogun , P., 1991, Heuristic methods for multi product dynamic lot size problem **J. Op. Res. Soc.** , 42/10 , 889-894.
33. Iyogun , P., 1992, Lot sizing algorithm for a coordinated multi item , multi source distribution problem.**Eur.J. Op. Res.** , 59, 393-404.
34. Karni , R. and Roll , Y.A., 1982, A heuristic algorithm for the multi-item lot-sizing problem with capacity constraints, **IIE Transactions**, 14/4, 249-256
35. Kırca, Ö.,1990, An efficient algorithm for the capacitated single item dynamic lot size problem . **Eur.Jour. of Op. Res.** , 45 , 15-24.
36. Kırca, Ö. and Kökten M.,1992, A new heuristic approach for the multi item dynamic lot sizing problem . **Eur.Jour. of Op. Res.** 92, 26-37
37. Lee, S.M., 1972, Goal programming for decision analysis, Auerbach **Philadelphia**,
38. Lee, S., Chung, H., Everet,1992, M.,Goal programming methods for implementation of just in time production, **Prod. Plan.and Control**, 3, 2, 175-182
39. Love, S.F. 1972, Bounded production and inventory models with piecewise concave costs,**Mng. Sci.** 20/3 , 313-318
40. Maes , J. and Van Wassenhove , L.N.,1986 A simple heuristic for the multi item single level capacitated lot sizing problem. **Op.Res. Letters** , 4/6, 265-273
41. Maes J., Van Wassenhove L.N. 1991,Capaciated dynamic lot sizing heuristics for serial systems **Int.J.Prod.Res.** , 29,6, 1235-1249
42. Maes, J., McClain, J., Van Wassenhove , L.N. ,1991, Multi level capaciated lot sizing complexity and L.P. based heuristic, **EJOR**, 53, 1991, 131-148.
43. Newson , P. P.,1975a, Multi -item lot size scheduling by heuristic part I : with fixed resourches. **Mng. Sci.** 21/10 1186-1193.
44. Newson , P. P.1975b, Multi -item lot size scheduling by heuristic part II : with variable resourches. **Mng. Sci.** 21/10 , 1194-1202
45. Özyörük,B. 2000,Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesinde Amaç Programlama yaklaşımı, Basılmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara
46. Özyörük, B. ve Erol, S. 2000, A Goal Programming Model For Determinning Lot sizes, **ICMIT2000**, The 2000 IEEE International conference on management of Innovation and Technology, 12-15 November 2000 Singapore, Soft copy CD Rom Proceedings.
47. Rosling , K.,1985, Optimal lot sizing for dynamic assembly system Working Paper , Linkoping Instutute of Technology , Sweden , 54.

48. Roll, Y., Karni, R., 1991, Multi item, multi level lot sizing with an aggregate capacity constraints, **Int.Jour.Of.Op.Res.**,51,73-87
49. Scniederjans, M.J.,1984, Linear Goal Programming, **Petracelli Books**, New Jersey
50. Silver , E. and Meal , H. 1973, A Heuristic for selecting lot size quantities for deterministic time- varying demand rate and discrete opportunities for replenishment. **Prod. and Inv. Mng. Jour.** , 4/2, 64-74.
51. Toklu, B. and Wilson, J.M.,1992, A Heuristic for multi-level lot-sizing problems with a bottleneck, **Int.J. Prod.Res.**, 30, 4, 787-798
52. Toklu, B. and Wilson, J.M.,1995, An analysis of multi-level lot-sizing problems with a bottleneck under a rolling schedule environment, **Int.J. Prod.Res.**, 33, 7, 1835-1847
53. Trigerio ,W.W., Thomas, L.J. and Mc Clain J.G.,1989, Capacitated Lot Sizing With Setup Times, **Mng.Sci.** 35, 3,
54. Thizy , J. M. and Van Wassenhove ,L.N.1985, Lagrange relation for the multi item capacitated lot sizing problem :A heuristic implementation.**IEE. Transections**, 17/4, 308 - 313.
55. Wagner H.M. , Whitin T..1958, Dynamic Version of Economic Lot Size Model ,**Mng.Sci.**, 5,1
56. Zanakis, S., Gupta, S.,1985, A categorized bibliographic survey of goal programming, **Mng.Sci.**, 13, 3, 211-222
57. Zangwill,W.J.1966, Deterministic multi product , multi facility production and inventory model , **Op. Res.** 14/3 , 486-507
58. Zangwill,W.J.1966, Deterministic multi product , multi period production scheduling model with backlogging **Mng.Sci.**, 13/1, 105-119