

## **BİR DÖKÜM FABRİKASINDA MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMA ÇALIŞMASI VE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ**

Ertan GÜNER<sup>1</sup>, Haluk PAŞAOĞLU<sup>2</sup>

**ÖZET :** Bu çalışmanın amacı, bir döküm sanayinde Malzeme İhtiyaç Planlama (MİP) çalışması yaparak sistem için uygun parti büyüklüğü yöntemini belirlemektir. Literatürde, bu konuda yapılan çalışmalarda genellikle deneysel veri seti kullanılmıştır. Çalışmada ise gerçek sistem verileri dikkate alınarak 5 farklı parti büyüklüğü yönteminin performansları değerlendirilmiştir. Malzeme ihtiyaçlarının ürün ağacında genellikle tamsayı değerlerden oluşmaması ve bileşen miktarlarının diğer bileşen miktarlarına bağımlı olması nedeniyle döküm fabrikasında MİP çalışması yapmak oldukça zordur. Çalışmanın ilk aşamasında, hammaddelerin verimli kullanılmasını sağlamak için doğrusal programlama tekniği kullanılarak optimal hammadde kullanım oranları hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise yaklaşık 151 nihai ürüne ait şirketin 6 aylık üretim programı için MİP hesaplamaları yapılarak net ihtiyaçlar belirlenmiş ve yöntemlere ait sonuçlar elde edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER :** Malzeme İhtiyaç planlama, Parti Büyüklüğü

## **A MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING STUDY IN A FOUNDRY AND DEFINING LOT-SIZING**

**ABSTRACT:** In this study, Material Requirements Planning (MRP) is performed in a foundry and evaluated lot sizing methods which are appropriate for the considered system. In literature, researches are generally based on experimental data sets as comparing which lot sizing methods are better. In this study, by using industrial data, the performances of 5 different methods are evaluated, and shown which ones are appropriate for this system. An MRP implementation to a foundry is extremely difficult because bill of materials (BOM) is not generally integer and a component quantity depends on other component quantities. Firstly, in order to use raw materials efficiently, optimal percentage of raw materials usage is calculated by using the linear programming techniques. Then, MRP study has performed on approximately 151 end items used in Master Production Schedule (MPS) of the firm during 6 months for defining net requirements and lot sizing procedures results are attained.

**KEYWORDS :** Material Requirements Planning, Lot sizing

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Müh.Müm.Fak. Endüstri Müh.Bölümü 06570 Maltepe/ANKARA

<sup>2</sup>Erkunt Sanayi A.Ş. ANKARA

## ***I. GİRİŞ***

Son yıllarda pek çok işletme üretim faaliyetlerini daha iyi sürdürmek için Malzeme İhtiyaç Planlama (MİP) Sistemini uygulamaktadır. MİP sistemi alt montaj ve daha alt seviye bileşenlerin üretiminde işletmelerin ana üretim çizelgeleriyle bağlantısını sağlar. Schroeder ve arkadaşları [1] tarafından yapılan araştırmada MİP kullanıcılarının görüşleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre daha düşük envanter taşıma maliyetleri, daha kısa üretim temin süreleri ve sipariş teslimlerinde daha yüksek performans MİP uygulamalarının sağladığı avantajlar olarak tesbit edilmiştir.

Sipariş politikalarının yanlış uygulaması malzeme temininde güçlüklerle, sipariş tesliminde gecikmelere sebep olmakta veya aşırı envanter taşıma maliyetine katlanılmaktadır. Bu tür problemlerin üstesinden gelmek için uygun sipariş miktarını belirleyen çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Wagner-Whitin algoritması bu konudaki ilk çalışmalardan biri olup, algoritma gerekli koşullar sağlandığında optimal sonuçları vermektedir [2]. Daha sonra geliştirilen yöntemler veri setine bağlı olarak iyi veya yetersiz sonuçlar üreten sezgisel yaklaşımlardır. Parça dönem algoritması (PPB), IBM' in MİP yazılımının bir bölümü olarak sunulmuş ve optimal sonucu garanti etmemesine rağmen iyi çözümler üretmiştir [3]. Envanter taşıma ve hazırlık maliyetlerini dengelemeye çalışan en düşük toplam maliyet yöntemi (LTC), Groham [4] tarafından geliştirilmiştir. Groham ayrıca her parti için birim başına toplam maliyeti en küçükmeye çalışan en düşük birim maliyet yöntemini (LUC) geliştirmiştir. Berry [5], yaptığı çalışmada ekonomik parti büyüklüğü yönteminin (EOQ) performansının analiz edilen verilerin yapısına sıkı şekilde bağlı olduğunu göstermiştir. Silver-Meal [6] iyi sonuçlar üreten sezgisel bir yöntem (SM) geliştirmiştir. Mc Laren [7], Mc Laren Sipariş Anı (MOM) yöntemini geliştirmiştir. Groff [8] tarafından geliştirilen tek seviyeli parti büyüklüğü yöntemi Groff algoritması olarak bilinmektedir. Wemmerlov [9], parti büyüklüğü yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmada SM, MOM ve en düşük toplam maliyet yöntemlerinin iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Freeland ve Colley [10]'in yaptıkları çalışma ise artırımlı sipariş miktarı (FC) algoritması olarak bilinmektedir. Nydick ve Weiss [11] bir simülasyon çalışmasıyla birçok parti büyüklüğü yöntemini değerlendirmiş, sonuçta Lot-for-Lot ve EOQ yöntemlerini yetersiz bulurken Parça dönem dengelemesi, Groff algoritması, SM yöntemlerinin iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bregman [12], planlama ufku sınırlandırıldığında sipariş edilen malzemeler için hangi yöntemin uygun olacağı

konusunda bir çalışma yapmıştır. Coleman [13], değişken talep durumunda parti büyüklüğü yöntemlerini karşılaştırmıştır. Heemsbergen ve Malstrom [14], tek seviyeli sezgisel parti büyüklüğü yöntemlerini bir simülasyon çalışmasıyla değerlendirmiş, Groff sezgiselinin performansının çok iyi olduğunu göstermişlerdir. Gardiner ve Blackstone [15], parti büyüklüğü yöntemlerinin stok seviyeleri, sipariş gecikmeleri ve karlılık üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir.

Bu çalışma, bir döküm fabrikasında yapılmış ve bu çerçevede sistem için uygun parti büyüklüğü yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde bu konuda yapılan çalışmalarda genellikle deneysel veri seti temel alınarak yapıldığından gerçek sisteme ait kesin bir yargıya varmak kolay değildir. Bu nedenle bu çalışmada gerçek veriler kullanılarak, Silver – Meal, En Düşük Birim Maliyet, McLaren Sipariş Anı, Lot for-lot ve Ekonomik Sipariş Miktarı yöntemlerinin performansları değerlendirilmiştir.

## ***II. FABRİKADA MİP ÇALIŞMASI VE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ***

MİP ortamında sistem için uygun parti büyüklüğü yönteminin belirlenebilmesi için öncelikle sistemde üretilen 151 nihai ürüne (veya parçaya) ait ana üretim çizelgesini oluşturmak gerekmektedir.

### ***II.1. MİP için gerekli verilerin hazırlanması***

Döküm fabrikalarında MİP uygulaması yapmak oldukça zordur. Çünkü ürün ağacında malzeme ihtiyaçları tamsayı değerlerden oluşmamakta ve bileşen miktarları diğer bileşen miktarlarına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Yani öncelikle bir parçanın dökümünde gerekli olan tüm alaşım malzemelerini ve ne miktarda kullanılacağı hesaplanmalıdır. EK-A'da sistemdeki ürünlere ait genel bir ürün ağacı yapısı gösterilmektedir. Ürün ağacında belirtilen ergitme malzemeleri gri ve sfero alaşım olmak üzere iki sınıfta yer almaktadır. Gri alaşım; gri pik, çelik hurda ve döndü malzemesinden, sfero alaşım; sfero pik, çelik hurda, ve sfero döndü malzemelerinden oluşmaktadır. Bu malzemelerin belli oranlarda karışımı sonucunda GG20, GG25, GG30 (gri dökümle), GGG40, GGG50, GGG60 (sfero dökümle) gibi ana alaşım malzemeleri oluşturulmaktadır. Bu ana alaşım malzemelerinin en ucuz maliyetle elde edilmesini sağlayacak hammadde karışım oranlarını hesaplamak için her alaşıma ait doğrusal

programlama modelleri kısıtlar dikkate alınarak kurulmuştur (örneğin GG20 alaşımında % 33.5 C, % 18.5 Si, % 7.5 Mn, %1 P, % 0.8 S, %2 Cr, % 3 Ni, % 2 Cu, % 0.0.2 Sn olması istenmektedir). Model çözümleri sonucunda, gri pik, çelik hurda, ..vd için elde edilen optimum kullanım miktarları daha sonra parça bazına indirgenerek her bir parçanın dökümünde kullanılması gereken miktarlar hesaplanmıştır (model çözümleri için Microsoft Excel programı altındaki çözücü program kullanılmıştır). Kullanılan diğer maddelerin (yani supportlar, besleyici gömleği ve filitreler.. vd) her bir parçada ne oranda kullanıldığı bilinmekte olup brüt ihtiyaçlardan kolaylıkla hesaplanmıştır.

### *Ana üretim çizelgesinin oluşturulması*

Ana üretim çizelgesi, sipariş miktarları, stok seviyesi, fabrika içi kapasite durumu, İş gücü seviyesi, her bir parçanın üretim hattı, yönetim politikası gibi konular dikkate alınarak 151 parçaya ait 6 aylık üretim planı oluşturulmuştur. Excel altında yapılan çalışmada, ana üretim planı modülü, ürün ağaç bilgileri, stok durum bilgileri,...,v.b modüllerde verilerle ilgili herhangi bir değişikliği anında dinamik güncelleme ile düzeltmek mümkündür. Her bir ürün için hammadde ihtiyaçları belirlendikten sonra ana üretim çizelgesindeki miktarlarla kademe, kademe çarparak brüt malzeme ihtiyaçları hesaplanmaktadır. Ayrıca beklenen siparişler planlandıysa programda o hücreye girilerek gerekli işlemler yapılabilmektedir. Stok sistemine ait program modülünde her malzemeye ait stok bilgileri vardır . Stok miktarının kontrolü dönemler itibariyle şöyle hesaplanmıştır:

$$\text{Eldeki miktar} + \text{sipariş edilmiş miktar} - \text{brüt ihtiyaç}$$

Buradan ortaya çıkan pozitif değerler ihtiyaçların karşılandığını ve o miktarda stok olduğunu, negatif değerler ise o miktarda ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Net ihtiyaçların hesaplanması ise şöyle yapılmıştır:

$$\text{Net ihtiyaçlar} = \text{Brüt ihtiyaçlar} - \text{Beklenen Siparişler} - \text{eldeki stok miktarı}$$

Bu hesaplamalar dönem dönem yapılmıştır.

## *II.2. MİP ortamında uygun parti büyüklüğünün belirlenmesi*

MİP sisteminde parti büyüklüğü yöntemleri üzerinde yapılan araştırmalarda genellikle deneysel veriler temel alınmıştır. Bu çalışmada ise gerçek veriler kullanılarak uygun yöntemin bulunması amaçlanmıştır. Çalışmada değerlendirilen yöntemler: Silver- Meal (yada dönem başına minimum maliyet, MCP), en düşük birim maliyet, EBM (veya LUC), Mc Laren Sipariş Anı, MOM, pek çok şirketin uyguladığı sabit sipariş miktarı, Lot-For-Lot, ve araştırma sonuçlarında genellikle iyi performans göstermeyen ekonomik sipariş miktarı, EOQ yöntemleridir. Uygulamada 6 aylık üretim programı çerçevesinde 151 nihai ürünün (parça) üretiminde kullanılan 28 bileşen maddenin satın alınmasında uygun yöntemin belirlenmesi araştırılmıştır. Bunun için MİP'den elde edilen sonuçlar dikkate alınmıştır. Yani sipariş miktarı verileri MİP'deki net ihtiyaçlardan gelmektedir. Bu değerler hesaplanırken değerlendirilen beş yöntemin Microsoft Excel üzerinde makro destekli programı yapılmıştır. Yani bir değişiklik olduğunda otomatik olarak sipariş miktarı ve sipariş tarihleride değişmektedir. 5 yönteme ait hesaplanan toplam maliyet değerleri yirmisekiz bileşen madde için hesaplanmıştır. Her bir yönteme ait maliyet- bileşen sonuçlarının grafik gösterimleri EK-B'de Şekil B.1 ile Şekil B.5 arasında verilmektedir.

Sonuçlara göre 5 yöntem arasında Silver Meal (SM) yöntemi 26 bileşen madde için düşük maliyeti verirken, Mc Laren Sipariş Anı (MOM) yöntemi 23, En düşük birim maliyet (LUC) yöntemi 14, sabit sipariş miktarı (LFL) yöntemi 11 bileşen için iyi çözüm sağlamıştır. EOQ yöntemi ise incelenen yöntemler arasında hiçbir bileşen için iyi çözümü vermemiştir.

Yöntemleri farklı açılardan değerlendirmek de mümkündür: ilk olarak Silver Meal yöntemine göre diğer yöntemlerin maliyet performansı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme şöyle yapılmıştır: SM maliyeti – Diğer yöntem maliyeti. Bu değerlendirmeye ait sonuçlar Çizelge 2.2'de özetlenmiştir. Çizelge 2.2'deki pozitif sonuçlar ilgili yöntemin SM yönteminden daha düşük maliyet verdiğini ifade ederken, negatif sonuçlar ilgili yöntemin SM yönteminden daha yüksek maliyet verdiğini ifade etmektedir. Çizelge 2.2'den de görüleceği üzere MOM yöntemi diğer 3 yönteme göre daha iyi bir performans göstermiştir.

Çizelge 2.2. Silver- Meal yöntemine göre diğer yöntemlerin karşılaştırılması

Yöntem	Pozitif sonuç	Yüzdesi	Negatif sonuç	Yüzdesi	Eşit
MOM	2	7.14	6	21.42	20
LUC	2	7.14	14	50.00	12
LFL	0	0.00	27	96.42	1
EOQ	0	0.00	28	100	0

Diğer bir karşılaştırma ise 5 farklı yöntemle göre her bir bileşen için bulunan en düşük maliyet değerleri diğer yöntemlere ait maliyet değerleri ile karşılaştırılarak sapma oranları belirlenmiştir. Formülle şöyle ifade etmek mümkündür:

$$\frac{(\text{X Yöntemine Göre Maliyet} - \text{En Düşük Maliyet}) \times 100}{\text{En Düşük Maliyet}}$$

Sapma oranlarına göre elde edilen sonuçlar Çizelge 2.3'de verilmektedir. Çizelge 2.3'e göre MOM yönteminin ortalama yüzde sapması 1.96, SM yönteminin 2.14, LUC yönteminin 6.99, LFL yönteminin 31.71 ve EOQ yönteminin ise 56.36'dır. Yöntemlerin sapma oranlarına ait grafiksel gösterim Şekil 2.1'de verilmektedir.

Sonuç olarak incelenen iki yaklaşıma göre SM ve MOM yöntemleri, diğer 3 yöntemle göre daha iyi performans göstermiştir. İki yöntem arasında ise SM yöntemi daha çok bileşen madde (26) için düşük maliyeti verirken, MOM yönteminde ise ortalama sapma oranı daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle şirketin MOM yöntemini kullanması daha avantajlı görülmektedir.

Ancak, seçilen yöntemle göre elde edilen sipariş parti büyüklüklerinin şirketin kapasite planı ile uyumlu olması gerekir. Aksi takdirde bazı dönemlerde kapasite aşılarak üretim tedarik süresi uzar ve sonuçta da gerçek üretim çizelgesi MİP çizelgesinden farklı olur. Yani kapalı çevrim MİP sistemini uygulamak gerekir. Yani, MİP'in çıktıları kapasite planlama modülüne aktarılır, sonuçlar kapasite planı ile tutarlı ise uygulamaya geçilir, aksi takdirde kapasite planını olurlu yapacak şekilde ana çizelgede veya MİP'de gerekli düzenlemeler gerçekleştirilir. Sonuç olarak, parti büyüklüğü yöntemleri incelenirken imalat kaynak planlarının dikkate alınması ve aralarındaki koordinasyonun sağlanması gerekir.

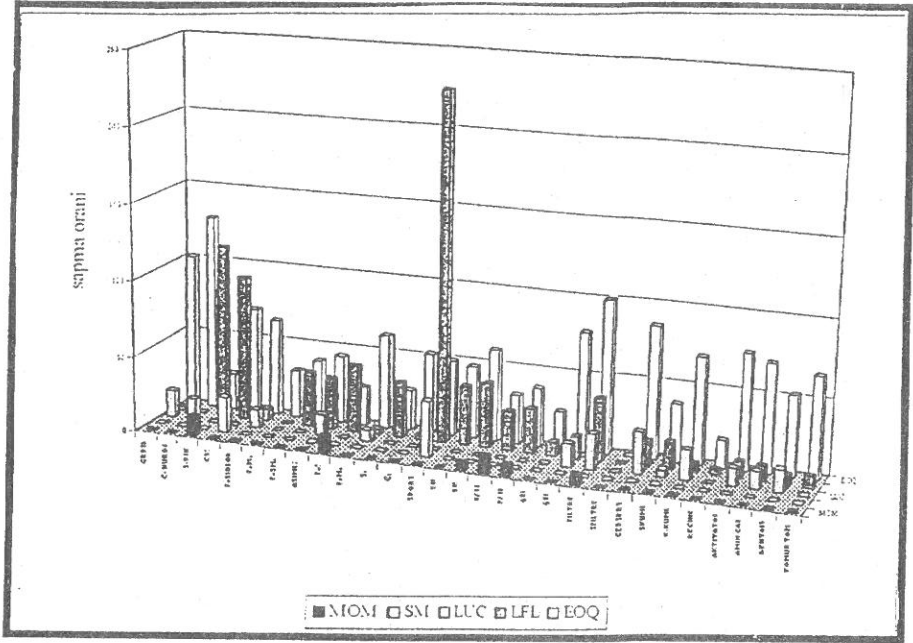
Çizelge 2.3. Yöntemlerin aralarındaki en düşük sapma oranına göre karşılaştırılması

	MOM	SM	LUC	LFL	EOQ
GRİPİK	0.00	0.00	18.38	2.90	101.03
Ç.HURDA	0.00	0.00	14.15	0.00	128.12
S.PİKİ	13.15	0.00	0.00	113.79	24.02
C99	0.00	23.03	0.00	94.62	69.89
FeSiBLOK	0.00	0.00	12.16	8.21	63.75
FeMn	0.00	0.00	0.00	0.00	31.48
FeSiMg	0.00	0.00	0.00	36.40	39.60
AŞİMALZ.	0.00	0.00	14.20	34.24	44.54
FeSi	11.07	0.00	0.00	44.23	25.75
FeMo	0.00	0.00	7.29	3.53	61.86
Sn	0.00	0.00	0.00	36.57	26.83
Cu	0.00	0.00	0.00	2.79	52.79
SPORT	0.00	36.83	0.00	228.05	49.57
S40	0.00	0.00	0.00	39.02	47.63
S19	4.95	0.00	0.00	43.11	60.44
8/11	11.23	0.00	0.00	26.15	32.25
7/10	7.62	0.00	0.00	29.44	38.87
Ø88	0.00	0.00	0.00	9.59	24.65
Ø68	0.00	0.00	15.13	15.03	78.22
FİLTRE	6.98	0.00	23.45	41.24	100.35
S.FİLTRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GERSPRT	0.00	0.00	27.67	16.03	86.30
S.KUMU	0.00	0.00	4.73	17.65	37.68
KROMİTKUMU	0.00	0.00	19.67	5.90	69.75
REÇİNE	0.00	0.00	0.00	3.77	17.67
AKTİVATÖR	0.00	0.00	11.74	11.23	75.51
AMINGAZI	0.00	0.00	11.86	10.34	70.64
BENTONİT	0.00	0.00	14.83	6.21	52.69
KÖMÜR TOZU	0.00	0.00	0.00	7.78	66.30
ORTALAMA	1.96	2.14	6.99	31.71	56.36

Uygulamanın yapıldığı şirkette siparişe göre üretim yapılmaktadır ve kaynak kullanımında bir dar boğaz oluşmamaktadır. Ayrıca şirketin finansal açıdan da bir problemi yoktur. Sonuç olarak çalışma sonucunda tesbit edilen parti büyüklüğü yönteminin ( MOM) kullanılmasında bir kısıtlama söz konusu değildir.

### III. SONUÇ

Bu çalışmada, bir döküm fabrikasında MİP çalışması yapılmış ve bu çerçevede uygun parti büyüklüğünün belirlenmesi üzerinde durulmuştur. MİP'in uygulaması için önce gereken malzeme listeleri oluşturulmuş, sonra 151 nihai ürüne ait şirketin 6 aylık üretim programı dikkate alınarak MİP işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1. Yöntemlerin Sapma oranlarına göre karşılaştırılması

Uygulamada 151 ürünün içinde yer alan 28 bileşen malzeme için sipariş miktarları ve sipariş maliyetleri: Silver-Meal yöntemi (SM), En düşük birim maliyet yöntemi (LUC), Mc Laren Sipariş anı yöntemi (MOM), sipariş miktarının net ihtiyaçlara eşit olduğu (Lot-for-lot) yöntemi ve Ekonomik sipariş miktarı (EOQ) yöntemine göre değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre SM yöntemi ve MOM yöntemi diğer üç yöntemle göre daha iyi performans göstermiştir. İki yöntem arasında, SM yöntemi daha çok bileşen parça (26) için düşük maliyeti sağlarken, MOM yönteminin en düşük maliyet değerinden ortalama sapması daha düşük çıkmıştır ( SM 'de 2.14 iken MOM'da 1.96). Bu sonuca göre maliyette daha fazla düşüş sağladığı için MOM yönteminin kullanılması uygun görülmüştür.



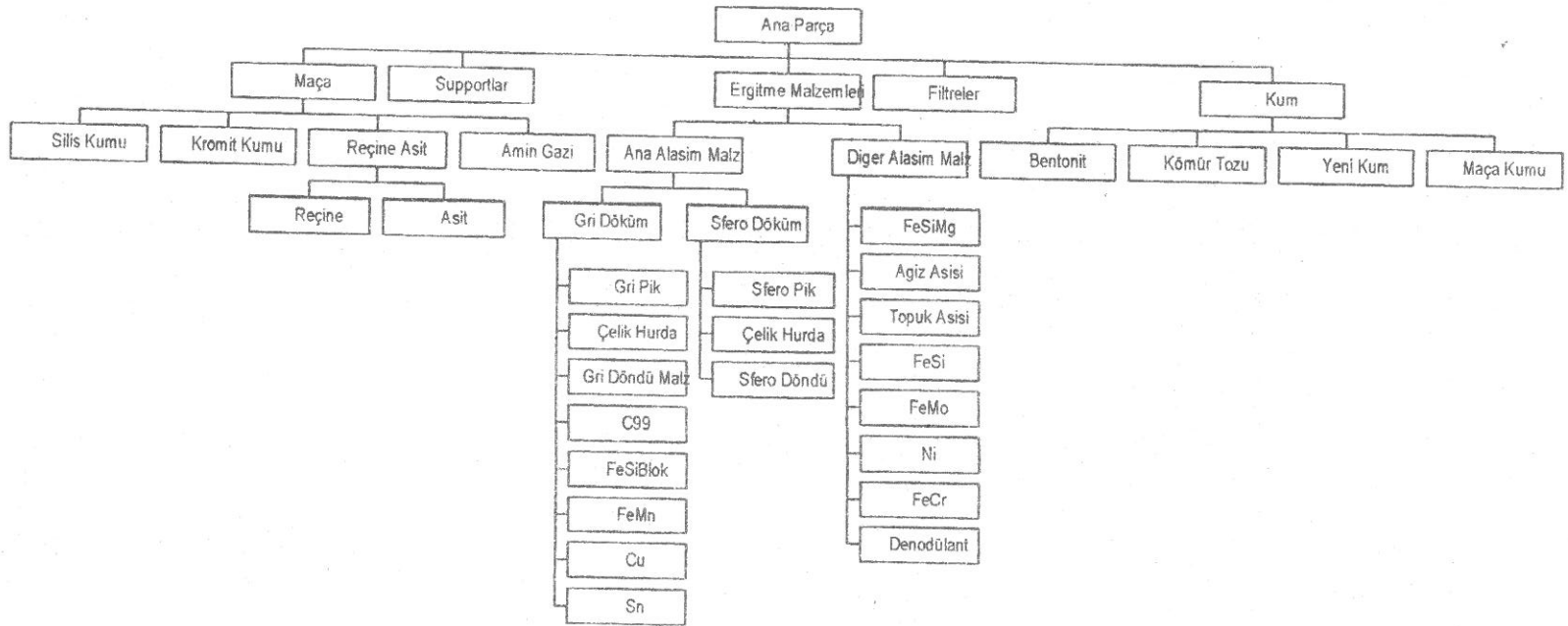
Bu konuda literatürde yapılan çalışmaların aksine, bu çalışmada gerçek sistem verileri kullanıldığı için elde edilen sonuçların MİP uygulayıcılarına fikir vereceği umulmaktadır.

### **KAYNAKLAR**

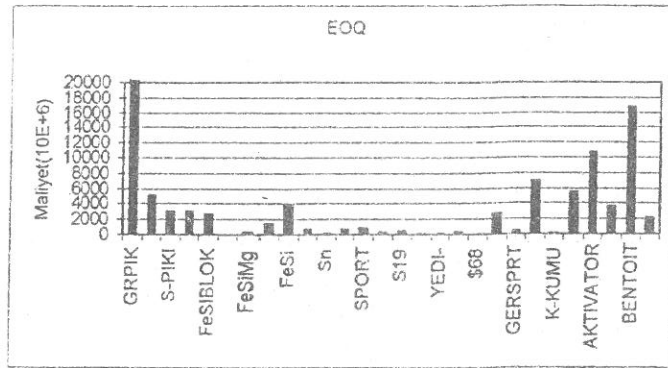
- [1] Schroeder, R. G., Anderson, J. C., Tupy, S. E., and White, E., A study of MRP benefits and costs, *Journal of Operarion Management*, Vol. 2, No. 1, 1-9, 1981.
- [2] Wagner, H., and Whitin, T. M., Dynamic version of economic lot size model, *Management Science*, Vol. 5, No. 1, 89-96, 1958.
- [3] De Matteis, J. J., An economic lot-sizing technique: I. The part period algorithm, *IBM System Journal*, Vol. 7, No. 1, 30-38, 1968.
- [4] Groham, T., Dynamic order quantities, *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 9, No. 1, 75-81, 1968.
- [5] Berry, W., Lot sizing techniques for requirements planning systems: a frame work for analysis, *Production and Inventory Management*, Vol. 13, No. 2, 1972.
- [6] Silver, E., Meal, H. 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*, Vol. 14, No. 2, 64-74, 1973.
- [7] Mc Laren, B. J., A study of multiple level lot sizing techniques for MRP systems, Unpublished Ph.D.Dissertation, Purdue University, 1977.
- [8] Groff, G. K., A lot size rule for time-phased component demand, *Production and Inventory Management*, Vol. 20, No. 1, 47-53, 1979.
- [9] Wemmerlov, U., Design factors in MRP systems: a limited survey, *Production and Inventory Management*, Vol. 20, No. 4, 15-34, 1979.
- [10] Frecland, J. R., and Colley, J. L., A simple heuristic for lot sizing in a time-phased r eorder system, *Production and Inventory Management*, Vol. 23, No. 1, 15-22, 1982.
- [11] Nydick, R. L., and Weiss, H. J., An evaluation of variable demand lot sizing tecniques, *Production and Inventory Management*, Vol. 30, No. 4, 41-44, 1989.
- [12] Bregman, R. L., Selecting among MRP lot-sizing methods for purchased components when the planning horizon is limited, *Production and Inventory Management Journal Second Quarter*, 32-38, 1991.
- [13] Coleman, B. J., A further analysis of variable demand lot-sizing techniques, *Production and Inventory Management Journal third Quarter*, 19-23, 1992.
- [14] Heemsbergen, B. L., and Malstrom, E. M., A simulation of single-level MRP lot sizing heuristics: an analysis of performance by rule, *Production Planning and Control*, Vol. 5, No. 4, 381-389, 1994.

- [15] Gardiner, C. S., and Blackstone, J. H., Setups and effective capacity: the impact of lot sizing techniques in an MRP environment, *Production Planning and Control*, Vol . 6, No. 1, 26-38, 1995.
- [16] Paşaoğlu, H., Bir Döküm Fabrikasında Malzeme İhtiyaç Planlama Çalışması ve Parti Büyüklüğünün Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat 1999.

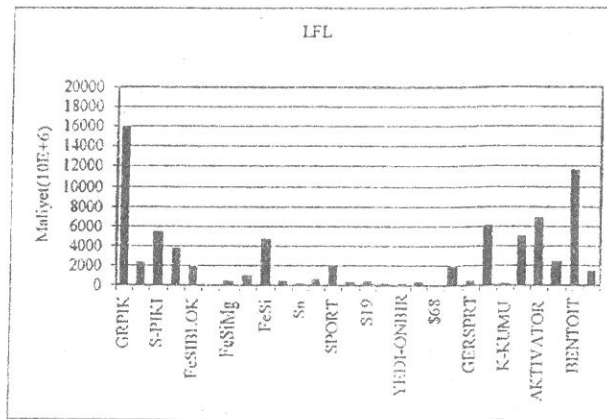
## EK A. GENEL ÜRÜN AĞACI YAPISI



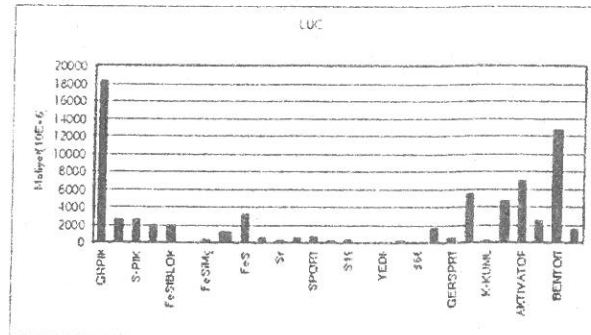
## EK- B. Parti Büyüklüğü yöntemlerine göre bileşen- maliyet grafikleri



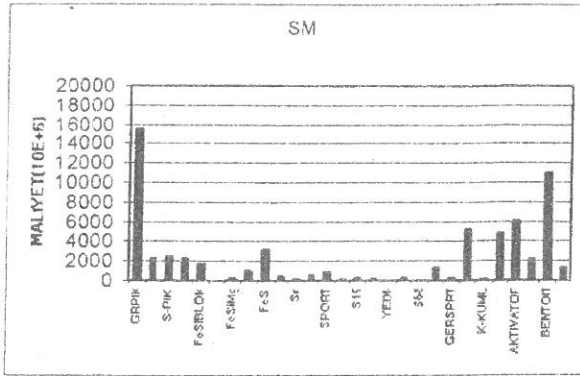
Şekil B.1. EOQ yöntemine göre hesaplanan bileşen maliyetler değerleri



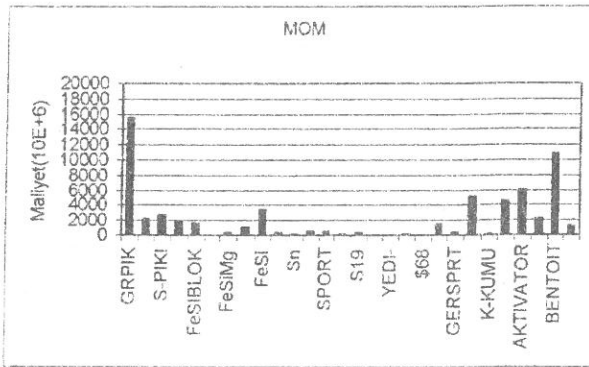
Şekil B.2. LFL yöntemine göre hesaplanan bileşen maliyetler değerleri



Şekil B.3. LUC yöntemine göre hesaplanan bileşen maliyetler değerleri



Şekil B.4 SM yöntemine göre hesaplanan bileşen maliyetler değerleri



Şekil B.5. MOM yöntemine göre hesaplanan bileşen maliyetler değerleri