

Yayın Geliş Tarihi: 12.03.2010  
Yayına Kabul Tarihi: 02.02.2011

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi  
Cilt: 12, Sayı: 3, Yıl: 2010, Sayfa:07-19  
ISSN: 1302-3284

## İZMİR'DE KURULU BİR PLASTİK İŞLETMESİNDE KARAR VERİCİNİN OPTİMAL HEDEFLERE ODAKLANMASINDA TOPLAMSAL MODEL TABANLI BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA<sup>1</sup>

Ahmet AKDENİZ\*  
Serkan ARAS\*\*

### Özet

*Bilindiği gibi; hedef programlama modeli çok amaçlı programlama modellerinin bir tipi olup doyum öncelikli olmak üzere optimizasyon düşüncesine dayanarak karar vericinin optimal bir sistemi tasarlamasına imkan vermektedir. Bu amaçla; eşanlı doyuran bir çözüm kümesi belirlenir. Bulanık hedef programlama modeli, hedeflerin öncelik yapısına göre farklı iki yapıda incelenir. Sözü edilen iki yapıdan birincisi tercihlerin önem derecesinin sayısal olarak belirlendiği sistem; ikincisi ise tercih önceliğinin sözel bilgi olarak modele katıldığı sistemsel yapıdır.*

*Bulanık hedef programlamada; sözü edilen iki sistemsel yapıya da uyarlanabilen toplamsal model; Tiwari, Dharmar ve Rao tarafından geliştirilmiştir (1987). Hedef programlamanın optimizasyondan daha çok bir doyum düşüncesine dayanması bulanık mantığın bu alan içersinde kullanılmasını çekici kılmıştır. Zaman içersinde bulanık mantık esaslı hedef programlama yaklaşımları geliştirilmiştir ve her biri bir önceki modelin eksikliğini gidermeye yöneliktir. Ancak bu bilgilerin ışığı altında; işlemsel olarak daha etkin çalışmasına imkân veren, öncelikli hedefi en yüksek üyelik derecesine ulaştıran ve tercih öncelikli bulanık hedef programlama modelinin çözümünü sistemsel olarak tek bir yapıda problem haline getiren model; Chen ve Tsai tarafından geliştirilmiştir (2001). Chen ve Tsai tarafından literatürde önerilen toplamsal model; karar vericiye her bulanık hedef için arzu edilen bir başarı derecesini belirlemesine imkân vermektedir. Böylece bu hedeflerin göreceli önemleri açık bir şekilde yansıtmaktadır.*

*Bu çalışmada; literatürde bahsedilen bulanık hedef programlamada kullanılan toplamsal model yoluyla İzmir 'de kurulu bir plastik işletmesinde, farklı önem ve önceliklere sahip hedeflerin başarıma derecelerini doyuracak çözümlerin bulanık ortamda elde edilerek sonuçların ortaya konulmasıyla; sözü edilen şirketin üretim planlama şefi olan karar vericinin hedefleri ile modelin çıktuları arasındaki ilişki net olarak değerlendirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Hedef programlama, Bulanık mantık, Toplamsal Model, Hedef tercih önceliği, Hedef önem seviyesi.

<sup>1</sup> 10.Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Erzurum 'da bildiri olarak sunulmuştur.

\* Prof.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, ahmet.akdeniz@deu.edu.tr

\*\* Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, serkan.aras@deu.edu.tr

## AN ADDITIVE MODEL BASED FUZZY GOAL PROGRAMMING ALLOWS DECISION MAKERS TO FOCUS ON OPTIMAL GOALS IN A PLASTIC FACTORY WHICH IS ESTABLISHED IN IZMIR

### *Abstract*

*As known; goal programming, which is a type of multi-objective programming that its priority is satisfaction and based on optimization, allows decision maker to design an optimal system. Hence; a solution set provides simultaneous satisfactory is determined. Fuzzy goal programming model is analyzed in two different forms with respect to objective preemptive priority structure. In the first form, an importance level of preferences is specified quantitatively. In the second form, preference priority is added to model as linguistic information.*

*In fuzzy goal programming; additive model which is adapted to mentioned two forms is developed by Tiwari, Dharmar and Rao (1987). Goal programming based on more satisfaction instead of optimization. Thus, using of fuzzy logic in this area is appealing. Goal programming approaches based on fuzzy logic is developed by the time of progress and every approach is aimed at getting better models. A model that allows preemptive priority in fuzzy goal programming in order to reach maximum membership and makes its solution to one structural problem is developed by Chen and Tsai (2001). Additive model which is proposed by Chen and Tsai allows for making desired success of level for every fuzzy goal by a decision maker. Thus, relative importance of these goals is stated clearly. In this paper, additive model used in fuzzy goal programming applied to plastic factory which is established in Izmir. The relationship between goals of production planning chief and model outputs is evaluated and presented.*

**Key Words:** *Goal programming, fuzzy logic, additive model, preemptive priority; goal importance level.*

### 1. GİRİŞ

Hedef programlama modeli, karar vericinin çoklu amacının eşanlı çözüm kümesinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Amacın hedef değerlerinin belirlenmesinde; gerekli problemin parametrelerinde oluşturulmasında kesinlik olmaması nedeniyle olasılık dağılımı, ceza fonksiyonu, bulanık sayılar ve bunun gibi yaklaşımlardan yararlanılabilmektedir. Burada bulanık sayılardan yararlanılarak bu problemin üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede literatürde; Zimmermann 'ın bulanık doğrusal programlamada yaptığı çalışma baz alınarak hedef programlamada bulanık mantığın uygulaması ilk olarak Narasimhan (1980) tarafından önermiştir. Minimum operatörünü kullanan Narasimhan ve diğerlerinin çalışmasını takiben Tiwari, Dharmar, Rao; daha etkin kullanım sağlayan toplamsal modeli geliştirmişlerdir. Minimum operatörü kısıtları ve amaçları eşanlı tek bir düzeyde diğer bir deyişle eşit doyururken toplamsal model bundan farklı olarak kısıtları ve amaçları eşanlı farklı doyum düzeylerinde

gerçekleştirebilmektedir. Böylece toplamsal model farklı doyum düzeylerinin toplamını maksimize etmektedir.

Bu çalışmada; literatürdeki bahis konusu araştırmaya dayanarak toplamsal modelin optimizasyon yönüyle uygulanabilirliğini etkinliği açıkça ortada olduğundan toplamsal model esas alınarak İzmir 'de kurulu bir plastik işletmesinde karar vericinin optimal hedeflere odaklanmasında toplamsal model tabanlı bulanık hedef programlama çalışması gerçekleştirilecektir. Burada literatürde yer alan Tiwari, Dharmar, Rao 'un önerdiği toplamsal modelin yanı sıra Chen ve Tsai 'nin ortaya koyduğu toplamsal model baz alınarak alternatifli çözüm ortaya konulacaktır.

## 2. ESEN PLASTİK TOPLAMSAL YAPILI BULANIK HEDEF MODELİ

Bulanık Hedef Programlama formülasyonunda Tiwari, Dharmar, Rao 'dan önceki araştırmacıların çoğu bulanık kısıt ve amaçları eşanlı olarak sağlayan bulanık kararı bulmak amacıyla minimum operatörünü kullanmışlardır (Narasimhan, 1980; Hannan, 1981; Yang vd, 1991; Chen, 1994; Kim vd, 1998). Bu yaklaşım hesaplamada etkinse de uygulamada bazı hedeflerin başarıma düzeyi daha zorunluyken bulanık hedeflerin tek düze üyelik derecelerine sahip olmasına yol açabilmektedir. Bunun yerine, Tiwari vd bir bulanık hedef programlama problemini formüle etmek için basit bir toplamsal model sunmuşlardır. Kullandıkları notasyonun uyarlanmasıyla, m bulanık hedef  $G_i(\mathbf{x})$  içeren aşağıdaki bulanık hedef programlama problemi için bir x çözüm seti bulunur:

$$G_i(\mathbf{x}) \underset{\infty}{>} g_i \text{ (veya } G_i(\mathbf{x}) \underset{\infty}{<} g_i); \quad i = 1, \dots, m$$

Kısıtlar

$$\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}; \quad \mathbf{x} \geq 0 \quad (1)$$

Burada;  $G_i(\mathbf{x}) \underset{\infty}{>} (<) g_i$ , i 'inci bulanık hedefin arzu edilen  $g_i$  düzeyine yaklaşık olarak eşit veya büyük olması (yaklaşık olarak küçük veya eşit olması) durumunu göstermektedir. Zimmermann 'a dayanarak i 'inci bulanık hedef için  $\mu_i$  doğrusal üyelik fonksiyonu şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\mu_i = \begin{cases} G_i(\mathbf{x}) \geq g_i & ise, & 1 \\ L_i \leq G_i(\mathbf{x}) \leq g_i & ise, & \frac{G_i(\mathbf{x}) - L_i}{g_i - L_i} \\ G_i(\mathbf{x}) \leq L_i & ise, & 0 \end{cases} \quad (2)$$

veya

$$\mu_i = \begin{cases} G_i(\mathbf{x}) \leq g_i & \text{ise,} & 1 \\ g_i \leq G_i(\mathbf{x}) \leq U_i & \text{ise,} & \frac{U_i - G_i(\mathbf{x})}{U_i - g_i} \\ G_i(\mathbf{x}) \geq U_i & \text{ise,} & 0 \end{cases} \quad (3)$$

Burada;  $L_i$  (veya  $U_i$ ),  $i$  'inci bulanık hedef  $G_i(\mathbf{x}) >_\infty g_i$  ( $G_i(\mathbf{x}) <_\infty g_i$ ) için alt (üst) tolerans limitidir. Basit toplamsal model ise şöyle formüle edilir:

$$\begin{aligned} \text{Mak} \quad & f(\mu) = \sum_{k=1}^n \mu_k \\ \text{Kısıtlar} \quad & \mu_i = \frac{G_i(\mathbf{x}) - L_i}{g_i - L_i} \\ & \mu_j = \frac{U_i - G_i(\mathbf{x})}{U_i - g_i} \quad i \neq j \\ & \mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}, \\ & \mu_i, \mu_j \leq 1, \\ & \mathbf{x}, \mu_i, \mu_j \geq 0; \quad i, j \in \{1, \dots, n\} \end{aligned} \quad (4)$$

Burada  $\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$ , kesin (crisp) sistemin kısıtlarıdır. Problem (4) 'de her hedefin başarıma derecelerinin  $\mu_i$  (ve/veya  $\mu_j$ ) toplamının maksimize edilmesiyle optimum yapılmaya çalışıldığına dikkat edilmelidir. Bu toplamsal modelin kullanılmasıyla hedef başarıma derecelerinin maksimum toplamı elde edilebilir. Daha önemlisi belirli bir hedefin başarımasının zor olmasından dolayı bazı hedeflerin başarı dereceleri düşmeyecektir. Bununla birlikte aynı durum için min-operatörü kullanılırsa tüm hedeflerin başarıma dereceleri daha düşük olacağı literatürde yapılan çalışmalar da gösterilmiştir (Chen ve Tsai, 2001).

Ayrıca karar verici yerine getirilecek hedeflerin tercih önceliğine göre bir sıralamasına sahip olabilir böylece bazı hedeflerin diğerlerinden önce başarıması beklenmektedir. Başka bir deyişle, bazı hedefler sistem kısıtları altında başarıma isteği olarak diğerlerine göre daha yüksek önceliğe sahiptir. Bu problemin üstesinden gelmek amacıyla literatürde var olan yaklaşımlar bulanık hedefleri k öncelik düzeyinde kategorilere ayırmaktadır (Tiwari vd, 1986). Buradaki k sayısının bulanık hedef sayısından küçük olması gerekmektedir. İlk olarak birinci öncelik düzeyine ait olan bulanık hedeflerin istenilen başarı dereceleri karşılanır. Daha sonra ikinci öncelik düzeyli bulanık hedefleri içeren alt problemlerin çözümünde, birinci öncelik düzeyine sahip hedeflerin başarıma dereceleri ek bir kısıt olarak modele eklenir. Böylece k alt problem öncelik düzeyinin sırasıyla çözülür. Her ne kadar bu şekilde elde edilen sonuç karar vericinin tercih öncelik

yapısını karşılayabilse de açıkça görüldüğü gibi öncelik düzey sayısı arttıkça hesaplamadaki etkinlik azalacaktır. Bu çalışmada Chen ve Tsai tarafından önerilen öncelik düzeyi sayısından bağımsız çözülmesi gereken sadece tek bir problem formülasyonu kullanılmıştır. Bu formülasyon aşağıda özetlenmiştir:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Mak} & \sum_{i=1}^5 \mu_i \\
 \text{Kısıtlar} & \text{Üyelik fonksiyonları} \\
 & \text{Sistem kısıtları} \\
 & \mu_1 \geq \mu_2, \\
 \text{Ek kısıtlar} & \mu_3 \geq \mu_2, \\
 & \mu_2 \geq \mu_4, \\
 & \mu_2 \geq \mu_5,
 \end{array} \quad (5)$$

Böylece istenilen öncelik yapısının korunmasının yanı sıra tek bir problemin çözülmesiyle sonuçlara daha etkin olarak ulaşılmış olunacaktır. Bu çalışmada Chen ve Tsai tarafından önerilen öncelik düzeyi sayısından bağımsız çözülmesi gereken sadece tek bir problem formülasyonu kullanılmıştır. Başka bir deyişle çalışma Tiwari, Dharmar, Rao (1987) 'nun toplamsal modelini kullanırken Chen ve Tsai tarafından önerilen öncelik düzeyi yaklaşımını kullanmaktadır.

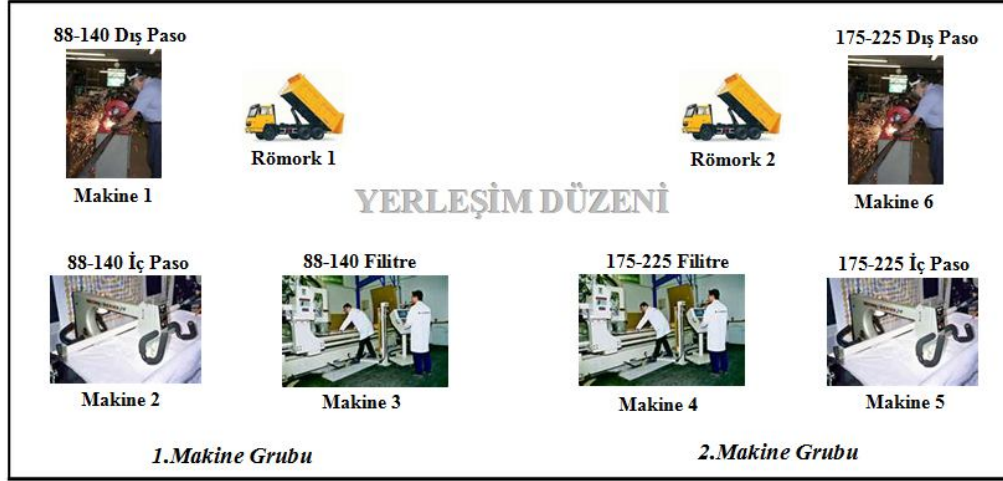
Uygulama alanı olarak İzmir 'de kurulu Esen plastik şirketi seçilmiştir. Çalışmanın amacı; tüm bulanık hedeflerin başarıma dereceleri toplamını maksimize etmeyi amaçlayan toplamsal modelin kullanılmasıyla Esen plastik işletmesinde üretim sürecinde yer alan derin kuyu paso ve filtreleme kısmında paralel iki makine sisteminin kapasite hedefleri belirlenerek sipariş miktarı hedeflerine ulaşmanın mümkün olup olmadığı incelenmiştir. İzleyen bölümde Esen plastikte incelenen bölümün işleyişi hakkında daha ayrıntılı bilgi verilmiştir.

### 3. ESEN PLASTİĞİN DERİN KUYU PASO VE FİLTRE BÖLÜMÜNÜN ÇALIŞMA SİSTEMİ

Bulanık hedef programlamayı uygulamak amacıyla seçilmiş Esen Plastik şirketi birkaç farklı bölümden oluşmaktadır. Her bölümün yaptığı iş kapsamında birçok hedefi bulunmaktadır. Ürün yöneticisiyle tartışıldıktan sonra uygulama alanı olarak uygun olacağı düşünülen Derin Kuyu Paso ve Filtreleme Bölümü üzerinde karar kılınmıştır. Derin Kuyu Paso ve Filtreleme Bölümüne diğer bölümlerde üretilmiş olan ham borulara gelmekte ve bu bölüm içersinde ham borular işlenmektedir. Genel olarak imalat anlamında üç işlem bulunmaktadır. Bunlar; iç paso, dış paso ve filtre açılma işlemleridir ve eş zamanlı olarak iki makine grubu bulunmaktadır (Şekil 1). Makine gruplarında birer kişi ve 3 vardiya olarak

çalışmaktadırlar. Şekil 2 'de Derin Kuyu Paso ve Filtreleme Bölümünde yapılan işlerin akış diyagramı, ayrıntılı olarak verilmiştir.

**Şekil 1.** Derin Kuyu Paso ve Filtreleme Bölümü Makine Yerleşim Düzeni



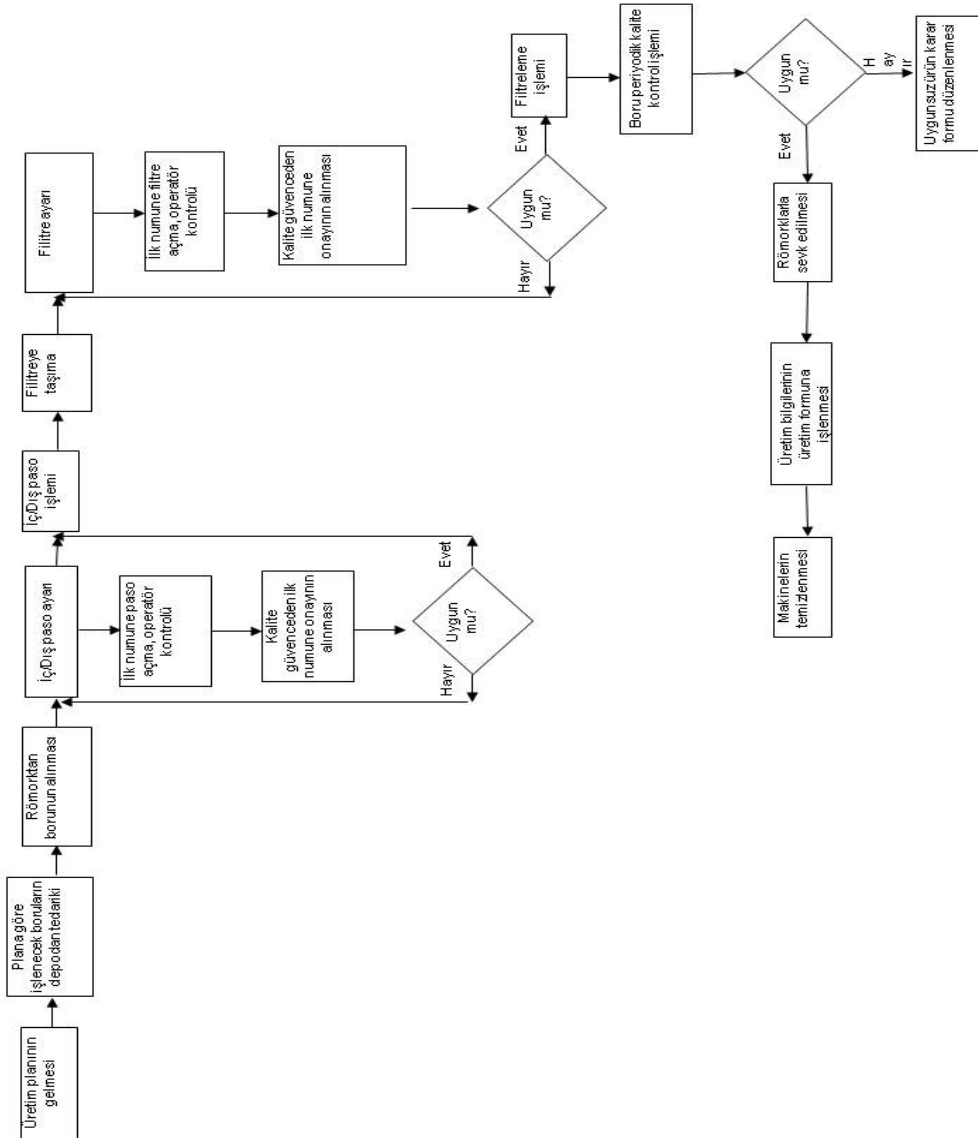
Çizelge 1 'de işlenen ürün gamı verilmiştir. Ürünler boruların çapı ve kaç metre derinlikte kullanılacaklarına göre farklılaşmaktadır. Çizelgede ayrıca her ürünün maruz kaldığı sırasıyla iç paso, dış paso ve filtre işlemlerindeki ortalama süreleri ve toplam süreleri de verilmiştir. Ürünler, bu işlemlerden geçtikten sonra tekrar römorklara konularak ilgili bölümlere gönderilmektedir.

**Çizelge 1:** Normal çalışma zamanlarına dayanarak elde edilmiş işlem süreleri (sn)

İşlenecek Ürünler	İç Paso	Dış Paso	Filtre	Toplam Süre
<b>1.Makine Grubu</b>				
4MT/88 SON.BR.100 MT DR	70	63	676	809
4MT/113 SON.BR.100 MT DR	90	81	868	1039
4MT/125 SON.BR.100 MT DR	100	90	960	1150
4MT/140 SON.BR.100 MT DR	112	101	1075	1288
4MT/140 SON.BR.300 MT DR	112	101	1433	1646
<b>2.Makine Grubu</b>				
4MT/175 SON.BR.100 MT DR	140	126	1344	1610
4MT/175 SON.BR.300 MT DR	140	126	1792	2058
4MT/200 SON.BR.100 MT DR	160	144	1536	1840
4MT/200 SON.BR.300 MT DR	160	144	2048	2352
4MT/225 SON.BR.100 MT DR	180	162	1728	2070
4MT/225 SON.BR.300 MT DR	180	162	2304	2646

Ayrıca işlenmek amacıyla gönderilen römorklarda bulunan boruların bitmesinin ardından yeni boru yüklü römorkun gelmesi için işçilerin ortalama 1,5 saat beklediği gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak üretim bu süre boyunca durmaktadır. Model oluşturulurken bu kayıbdan bir şekilde model içersine sokulması önem arz etmektedir. Bu amaca yönelik olarak her bir boru çeşidi için römorkun aldığı boru sayısı ölçülmüştür ve Çizelge 2' deki veriler elde edilmiştir.

Şekil2. Esen Plastik Derin Kuyu Paso ve Filtre Bölümü İş Akış Diyagramı



Daha sonra bu gecikme süreleri her boruya dağıtılarak birim başına eklenen gecikme sürelerine ulaşılmıştır. Birim başına gecikme süreleri sanki yeni bir makine işlem süresiymiş gibi görülerek bir ürünü işlemede gereken toplam süre değerleri bulunmuştur ve tablonun son sütununda verilmiştir.

**Çizelge 2: Ürünlere göre römork kapasiteleri**

Ürün Gamı	Römork Kapasitesi	Birim Başına Eklenen Gecikme Süresi (Sn)	Toplam Süre (Sn)
4MT/88 SON.BR.100 MT DR	200	27	836
4MT/113 SON.BR.100 MT DR	156	35	1074
4MT/125 SON.BR.100 MT DR	141	38	1188
4MT/140 SON.BR.100 MT DR	126	43	1331
4MT/140 SON.BR.300 MT DR	94	57	1703
4MT/175 SON.BR.100 MT DR	101	53	1663
4MT/175 SON.BR.300 MT DR	76	71	2129
4MT/200 SON.BR.100 MT DR	88	61	1901
4MT/200 SON.BR.300 MT DR	66	82	2434
4MT/225 SON.BR.100 MT DR	78	69	2139
4MT/225 SON.BR.300 MT DR	58	93	2739

Üretim formunun incelenmesi sonucunda, kalite uygunsuzluğundan kaynaklanan fire miktarlarının oldukça düşük olması sebebiyle modele dahil edilmesine gerek duyulmamıştır. Her bir ürün çeşidi işlendikten sonra makinelere yeni işlenecek ürün için gerekli ayarlamaların yapılması gereklidir. Üretim planına göre 1.Makine grubunda 5 çeşit ürün işlenecekken 2.Makine grubunda 6 çeşit ürün işlenecektir. Makine gruplarında iç paso ve dış paso işlemleri için makine ayarı ortalama yarımşar saate mal olmaktadır. Filtreleme için ise makine ayarı 1 saat sürmektedir. Dolayısıyla her makine grubu için toplam 2 saatlik bir ayar yapılmaktadır. Makine ayarı sebebiyle 1.Makine grubu  $5\text{çeşit} \times 2\text{saat} = 10\text{ saat}$ , 2.Makine grubu  $6\text{çeşit} \times 2\text{saat} = 12\text{ saat}$  durmaktadır.

**Çizelge 3: Vardiyalara göre istihdam sayıları**

Vardiya	İstihdam
Gündüz	1+1
Öğle	1+1
Gece	1+1

Çizelge3 'ten görüleceği gibi bölümde işçiler günde 8 saat çalışmaktadır. Bu 8 saatlik sürenin yarım saati yemek molasına ve yarım saati de gün sonunda makinelerin temizlenmesine ayrılmıştır. Bölüm günde 3 vardiyadan ötürü 7 (Yemek+temizlik hariç)  $\times 3 = 21\text{ saat}$  günlük çalışma kapasitesine sahiptir. Üretim planının oluşturulacağı Mayıs-Ekim 2009 tarihleri arasındaki toplam 184



günlük sürede 158 iş günü bulunmaktadır. Dolayısıyla bu tarihler arasındaki toplam kapasite  $79 \times 21 = 3318$  saattir. Ancak 2 haftada bir toplam 5 saat makine bakım ve onarımına süre ayrılmaktadır. İlgilenilen süre zarfı içinde 13 bakım ve onarımın yapılması planlanmaktadır. Bu da 65 saatlik bir firenin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Son olarak makine gruplarından makine ayar sürelerinin de çıkarılmasıyla kullanılabilir toplam kapasite rakamına ulaşılabilecektir:

1.Makine grubu kullanılabilir toplam kapasitesi = $3318 - 10 - 65 = 3243$ saat =11674800sn.

2.Makine grubu kullanılabilir toplam kapasitesi = $3318 - 12 - 65 = 3241$ saat =11667600sn.

İşletme siparişe göre üretim yapmaktadır dolayısıyla da üretilecek miktarlar 6 aylık dönem için belirlenmiş durumdadır. Üretim yöneticisi Çizelge4 'ten öncelikle küçük çaplı borulara ait sipariş miktarlarını karşılamak istemektedir. Alıcılarla yapılan sözleşmeler gereği sipariş miktarlarından  $\pm\%10$  'luk bir sapmaya izin verilmektedir. Bu sapma değerleri model oluşturulurken bulanık hedeflerin tolerans değerleri olarak kullanılabilir. İzleyen bölümde toplamsal bulanık hedef programlama modelinin Paso ve Filtreleme bölümünde nasıl oluşturulduğu anlatılmıştır.

**Çizelge 4:** Mayıs-Ekim 2009 arası sipariş miktarları

Ürün Gamı	Sipariş Miktarı (Adet)	Tolerans Değerleri
4MT/88 SON.BR.100 MT DR	684	68
4MT/113 SON.BR.100 MT DR	1058	106
4MT/125 SON.BR.100 MT DR	4000	400
4MT/140 SON.BR.100 MT DR	4563	456
4MT/140 SON.BR.300 MT DR	38	4
4MT/175 SON.BR.100 MT DR	2403	240
4MT/175 SON.BR.300 MT DR	528	53
4MT/200 SON.BR.100 MT DR	1405	141
4MT/200 SON.BR.300 MT DR	837	84
4MT/225 SON.BR.100 MT DR	760	76
4MT/225 SON.BR.300 MT DR	152	15

#### 4. ESEN PLASTİĞİN ÇOKLU HEDEFLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİNDE TOPLAMSAL MODELLİ BULANIK HEDEF PROGRAMLAMANIN UYGULANMASI

Önceki bölümde anlatılan Esen Plastik'in çalışma koşulları dikkate alındıktan sonra mevcut 2 makine grubunun işlemleri birbirinden bağımsız olduğundan 2 makine grubu için ayrı ayrı bulanık hedef programlarının

oluşturulmasına karar verilmiştir. Çizelge4 'teki her bir ürüne olan sipariş miktarlarına ulaşılmaya çalışılan birer hedef gözüyle bakılmıştır ve tolerans değerleri de her bir hedef için izin verilen sapma değeri olarak alınmıştır. 1.makine grubu ilk beş ürünün sipariş miktarlarına ulaşmaya çalışacaktır. Dolayısıyla buna uygun olarak ilk beş ürünün hedef değerlerine ait üyelik derecelerinin toplamını maksimize etmeye çalışan Tiwari, Dharmar, Rao 'nun toplamsal modelinin kullanılmasıyla kullanılabilir toplam kapasite sistem kısıtını da dikkate alarak 1.Makine grubu için bulanık hedef programlama modeli aşağıdaki gibi olacaktır.

### 1. Makine Grubu İçin Bulanık Hedef Programlama Çözümü

$$Mak \quad \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5$$

$$\begin{aligned} \mu_1 &= 1 - \frac{(684 - x_1)}{68} & \mu_1 &= 1 - \frac{(x_1 - 684)}{68} & \mu_2 &= 1 - \frac{(1058 - x_2)}{106} & \mu_2 &= 1 - \frac{(x_2 - 1058)}{106} \\ \mu_3 &= 1 - \frac{(4000 - x_3)}{400} & \mu_3 &= 1 - \frac{(x_3 - 4000)}{400} & \mu_4 &= 1 - \frac{(4563 - x_4)}{456} \\ \mu_4 &= 1 - \frac{(x_4 - 4563)}{456} & \mu_5 &= 1 - \frac{(38 - x_5)}{4} & \mu_5 &= 1 - \frac{(x_5 - 38)}{4} \end{aligned}$$

$$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5 \leq 1 \quad \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$$

$$836x_1 + 1074x_2 + 1188x_3 + 1131x_4 + 1703x_5 \leq 11674800$$

Bu verilerden hareketle toplamsal model oluşturulmuştur:

$$Mak \quad \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5$$

$$\begin{aligned} x_1 - 68\mu_1 &= 616 & x_4 - 456\mu_4 &= 4107 \\ x_1 + 68\mu_1 &= 752 & x_4 + 456\mu_4 &= 5019 \\ x_2 - 106\mu_2 &= 952 & x_5 - 4\mu_5 &= 34 \\ x_2 + 106\mu_2 &= 1164 & x_5 + 4\mu_5 &= 42 \\ x_3 - 400\mu_3 &= 3600 \end{aligned}$$

$$836x_1 + 1074x_2 + 1188x_3 + 1131x_4 + 1703x_5 \leq 11674800$$

$$x_3 + 400\mu_3 = 4400 \quad \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5 \leq 1$$

$$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$$

Verilen toplamsal model Esen Plastiğin verileri uygulandığında sonuçlar elde edilmiştir:

$$x_1 = 684 \quad x_2 = 1058 \quad x_3 = 4000 \quad x_4 = 3874,367 \quad x_5 = 34$$

$$\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 = 3$$

Görüldüğü gibi ilk üç ürüne ait sipariş miktarları tam olarak karşılanmışken dördüncü ve beşinci ürünlere ait sipariş miktarlarına ulaşamamıştır. Üyelik derecelerinin toplamının 3 elde edilmesi bu durumun bir sonucudur. Alternatif olarak, dördüncü ve beşinci ürünlere ait sipariş miktarlarından her ikisi de karşılanamadığından bu ürünler arasında bir tercih önceliği yapılabilir. Böylece bu iki ürün arasında öncelikle birisinin bitirilmesine çalışılır ve en azından ekstradan bir siparişin daha karşılanabilinip karşılanamayacağı araştırılmış olunur. Bu noktada Chen ve Tsai tarafından önerilen öncelikli hedeflerin model içerisinde açıkça belirtilmesiyle tek bir model ile çözüme ulaşma yöntemi uygulanmıştır. Yukarıdaki kısıtlara ilaveten sadece aşağıdaki kısıtta modelin içersine yerleştirilerek şu çözümler elde edilir.

Eğer  $\mu_5 > \mu_4$  kısıtı model içersine aktarılırsa:  $x_1 = 684$   $x_2 = 1058$   
 $x_3 = 4000$   $x_4 = 3869,249$   $x_5 = 38$  ve  $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 = 4$  olur.

Böylece üyelik dereceleri toplamını ilk modelle karşılaştırdığımızda beşinci siparişinde tam olarak karşılanmasından ötürü daha iyi bir sonuç elde edilmiştir. Ayrıca aşağıda işlenecek boruları getirecek römorkların beklenmesinden kaynaklanan üretim durmalarının önüne geçilmiş olsaydı işlenebilecek boruların sayısının aşağıdaki gibi olacağı bulunmuştur.

Römork beklemeleri ortadan kaldırılırsa:  $x_1 = 684$   $x_2 = 1058$   $x_3 = 4000$   
 $x_4 = 4166$   $x_5 = 34$  olur.

1.Makine grubu için yapılan analizin aynısı 2.Makine grubu için de yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

## 2. Makine Grubu İçin Bulanık Hedef Programlama Çözümü

*Mak*  $\mu_6 + \mu_7 + \mu_8 + \mu_9 + \mu_{10} + \mu_{11}$

$$x_6 - 240\mu_6 = 2163$$

$$x_9 - 84\mu_9 = 753$$

$$x_6 + 240\mu_6 = 2803$$

$$x_9 + 84\mu_9 = 921$$

$$x_7 - 53\mu_7 = 475$$

$$x_{10} - 76\mu_{10} = 684$$

$$x_7 + 53\mu_7 = 581$$

$$x_{10} + 76\mu_{10} = 836$$

$$x_8 - 141\mu_8 = 1264$$

$$x_{11} - 15\mu_{11} = 137$$

$$x_8 + 141\mu_8 = 1546$$

$$x_{11} + 15\mu_{11} = 169$$

$$1663x_6 + 2129x_7 + 1901x_8 + 2434x_9 + 2139x_{10} + 2739x_{11} \leq 11667600$$

$$\mu_6, \mu_7, \mu_8, \mu_9, \mu_{10}, \mu_{11} \leq 1$$

$$\mu_6, \mu_7, \mu_8, \mu_9, \mu_{10}, \mu_{11}, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11} \geq 0$$

$$x_6 = 2403 \quad x_7 = 528 \quad x_8 = 1405 \quad x_9 = 837 \quad x_{10} = 760 \quad x_{11} = 77,9467$$

$$\mu_6 + \mu_7 + \mu_8 + \mu_9 + \mu_{10} + \mu_{11} = 5$$

**Römork beklemleri ortadan kaldırılırsa:**  $\mu_6 + \mu_7 + \mu_8 + \mu_9 + \mu_{10} + \mu_{11} = 6$

Mevcut durumu göz önüne alındığında görüldüğü gibi işletme tüm siparişlerini sözleşmesine belirtilen tarihte karşılayamayacaktır ve ekstra maliyetlere katılmak zorunda kalacaktır. Oysaki yapılan analiz sonrası elde edilen sonuçtan römorkların beklenmesinden ötürü üretim durmalarının önüne geçilebildiği takdirde siparişlerin zamanında karşılanacağı görülmüştür.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Toplamsal modele dayalı bulanık hedef programlama ve tercih önceliklerine sahip bulanık hedef programlama; Esen Plastik Derin Kuyu Paso ve Filtreleme Bölümünde uygulanması sonucunda Çizelge4 'te görüldüğü gibi 1.Makine grubunda mevcut durum için toplamsal model içersine  $\mu_5 > \mu_4$  kısıtı aktarılırsa:  $x_1 = 684 \quad x_2 = 1058 \quad x_3 = 4000 \quad x_4 = 3869,249 \quad x_5 = 38$  elde edilir. Ancak römork beklemleri ortadan kaldırılırsa:  $x_1 = 684 \quad x_2 = 1058 \quad x_3 = 4000 \quad x_4 = 4166 \quad x_5 = 34$  olur. Aynı durum 2.Makine grubu için uygulanırsa;  $x_6 = 2403 \quad x_7 = 528 \quad x_8 = 1405 \quad x_9 = 837 \quad x_{10} = 760 \quad x_{11} = 77,9467$  sonucu elde edilmiştir. Yine 1.Makine grubunda olduğu gibi; Römork beklemleri ortadan kaldırılırsa:  $\mu_6 + \mu_7 + \mu_8 + \mu_9 + \mu_{10} + \mu_{11} = 6$  olur.

Yapılan analiz sonucunda firmanın var olan koşulları incelendiğinde işletmenin sipariş planına uyamayacağı tespit edilmiştir. Ancak römorkların beklenmesinden ötürü üretim durmalarının önüne geçilebilecektir. Buradan hareketle firmaların üretim akışı çerçevesinde zamanlama, organizasyon bozukluğu beklemlerini en aza indirmeleriyle maliyet minimize olacaktır. Bunun içinde hedeflerin gerçekleştirilmesinde ortaya çıkan üretim hattı üzerinde net görülebilmesi açısından belli dönemlerde bahsi geçen benzer tekniklerle analiz edilerek değerlendirilmesi gerektiği kaçınılmaz bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

## **KAYNAKÇA**

Chen, Huey-Kuo (1994). A Note On A Fuzzy Goal Programming Algorithm By Tiwari, Dharmar And Rao. *Fuzzy Sets And Systems*, 62 (3): 287-290.

Chen, Liang Hsuan And Feng Chou Tsai (2001). Fuzzy Goal Programming With Different Importance And Priorities. *European Journal of Operational Research*, 133 (3): 548-556.

Hannan, Edward L. (1982). Contrasting Fuzzy Goal Programming And Fuzzy Multicriteria Programming. *Decision Sciences*, 13 (2): 337-339.

Kacprzyk, Janusz And Sergei A.Orlovski (1987). *Optimization Models Using Fuzzy Sets And Possibility Theory*. Dordecht: Kluwer Academic Publishers.

Kim, Jong Soon And Kyu Seung Whang (1998). A Tolerance Approach To The Fuzzy Goal Programming Problems With Unbalanced Triangular Membership Function. *European Journal of Operation Research*, 107 (3): 614-624.

Lai, Young Jou And Ching Lai Hwang (1994). *Fuzzy Multiple Objective Decision Making: Methods And Applications*. Heidelberg: Springer-Verlag.

Lodwick, Weldon (1990). Analysis of Structure In Fuzzy Linear Programs. *Fuzzy Sets And Systems*, 38 (1): 15-26.

Narasimhan, Ram (1980). Goal Programming In A Fuzzy Environment. *Decision Sciences*, 11 (2): 325-336.

Özkan, M. (2003). *Bulanık Hedef Programlama*. Ekin Kitabevi.

Tiwari, R. N., S. Dharmar And J.R. Rao (1986). Priority Structure In Fuzzy Goal Programming. *Fuzzy Sets And Systems*, 19 (3): 251-259.

Tiwari, R. N., S. Dharmar And J.R. Rao (1987). Fuzzy Goal Programming: An Additive Model. *Fuzzy Sets And Systems*, 24 (1): 27-34.

Yang, Taeyong, James P. Ignizio And Hyun Joon Kim (1991). Fuzzy Programming With Nonlinear Membership Functions: Piecewise Linear Approximation. *Fuzzy Sets And Systems*, 41 (1): 39-53.

Zimmermann and Hans Jurgen, (1983). Fuzzy Mathematical Programming. *Computers And Operations Research*, 10 (4):291-298.