

Doğrusal Hedef Programlama İle Bir Üretim Planlama Probleminin Çözümü

İ.Figen Gülenç*

Bilge Karabulut**

Özet: Bir işletmedeki üretim planlama ve kontrol sistemi, üretimde verimlilik hedefine ulaşmak için üretim faaliyetlerinin koordinasyonunu sağlayan bir araç olmaktadır. Üretim planlama faaliyetleri için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve bilgisayarların işletmelerde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması ile bu yöntemlerden en etkin şekilde yararlanılmaya başlanılmıştır. Bu çalışmada öncelikle çok amaçlı karar verme yöntemlerinden Hedef Programlama Yöntemi tanıtılmıştır. Daha sonra ise konu ile ilgili Brisa A.Ş.'de yapılan uygulama yer verilmiştir. Burada, Brisa A.Ş.'nin bir aylık üretim döneminde TBR sınıfı lastiklerden üretmesi gereken miktarlar, kurulan Hedef Programlama Modelinin ABQM 3.0 Bilgisayar Programı yardımıyla çözülmesiyle bulunmuştur. Son olarak da, uygulama sonucunda bulunan bulgular değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: üretim planlama, hedef programlama, doğrusal programlama.

1.Giriş

Birden fazla mamulün üretildiği günümüz modern işletmelerinde üretim planlama çalışmaları, üretilen mamuller için optimal miktarların belirlenmesi amacı ile yapılmaktadır. Hangi mamulden ne kadar üretilmesi belirlenmeye çalışılırken çeşitli amaçlar içinden yalnızca birini dikkate alan yöntemlerle planlama çalışması yapmak yetersiz kalmaktadır; çünkü günümüz işletmelerinde, kapasitenin tam kullanılması, boş bekleme sürelerinin en az seviyede, stokların belirli bir seviyede tutulması, kârın maksimize edilmesi gibi birbirleriyle çelişen farklı amaçlar vardır (Bumin ve Erol, 1992). Bu nedenden dolayı, bu çalışmada farklı amaçları aynı anda karşılayabilen çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biri olan Hedef Programlama Yöntemi ele alınarak sonuca gidilmiştir.

* Yrd.Doç. Dr. İ. Figen Gülenç, Kocaeli Üniversitesi İİBF, İşletme bölümünde öğretim üyesidir.

** Bilge Karabulut, İşletme Bilim Uzmanı'dır.

Bu çalışmanın amacı; bir çok amaçlı karar verme yöntemi olan Hedef Programlama Yönteminin, Üretim Planlama çalışmalarında kullanılabilirliğini ortaya koymak ve çıkan sonuçların anlamlı olup olmadığını görmektir. Bu çalışma, Türkiye pazarı ve uluslararası pazarların gereksinimlerine uygun olarak, Lassa ve Bridgestone markalarıyla üretim yapan Brisa A.Ş.'de yapılmıştır. Çalışma, otobüs ve kamyon lastiği üretimi ile sınırlandırılmış olup, çalışmanın sonuçları, bu durum göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Bu çalışma sayesinde Hedef Programlama yönteminin Üretim Planlama çalışmalarına uygulanabilirliği görülecek ve işletme yöneticilerinin de karar vermede kullanılan sayısal yöntemlerin gerçek hayata uygulanabilirliğini görmeleri sağlanacaktır. Ayrıca çalışmanın bu tür uygulamalar için de yol gösterici olması amaçlanmaktadır.

2. Karar Teorisi Ve Hedef Programlama

Günümüzde tüm alanlarda sürekli olarak çeşitli karar verme problemleri ile karşı karşıya kalmaktayız. Verilmesi gereken kararların bazıları oldukça basit ve önemsiz iken, bazıları da oldukça karmaşık bir yapıya sahip olmaktadır ve büyük bir önem teşkil etmektedirler. Tüm bu kararları alırken, karar almada izlenen yol ve yapılan faaliyetler ise kararlardan beklenen faydalar doğrultusunda değişmektedir. Karar analizlerinin temel kullanım nedeni, karar analizlerinin potansiyel seçenek veya politikaların göreceli olasılıklarını karşılaştırılıp değerlendirilerek en iyi hareket tarzının seçimi için karar vericiye yardım edebilmesidir (Nagarur, Vrat and Duongsuwan, 1997: 160).

Karar verme sürecine analitik olarak yaklaşabilmek için bir kararı oluşturan temel öğelerin belirlenmesi gerekmektedir (Deckro and Hebert, 1984: 309). Genel olarak karar, belirli bir hareket tarzını benimsemeye yönelten seçim süreci olarak tanımlanabilir. Karar, başlıca beş temel öğeden meydana gelmektedir. Bunlar (Evren ve Ülengin, 1992a: 3):

- Karar sürecinde dikkate alınacak hareket tarzı seçenekleri,
- Belirtilen her hareket tarzına ilişkin olası çıktılar,
- Olası hareket ve çıktı bileşimlerinin sonuçlarına ilişkin veriler,
- Çıktıların gerçekleşme olasılıkları,
- ve son olarak da, karar vericiyi yönlendirecek bir karar kriteridir.

Genel olarak, bir karar analizinde bulunması gereken adımlar ise şu şekilde sıralanabilir (Halaç, 1991: 9):

- Karar probleminin belirlenmesi,
- Problemin formüle edilmesi,
- Modelin kurulması,

- Bilgi derlenmesi,
- Modelin çözümü,
- Modelin geçerliliğinin araştırılması ve duyarlılık analizleri,
- Sonuçların yorumu,
- Kararın verilmesi, uygulanması ve kontrol edilmesi

2.1. Hedef Programlama

Üretim planlama problemleri doğası gereği genellikle doğrusaldır ve bu doğrusal programlamayı uygun bir optimizasyon yaklaşımı haline getirir. Ancak ne yazık ki, geleneksel doğrusal programlama ve beraberindeki amaç fonksiyonu çatışan amaçları ele almada yetersiz esnekliktedir ve genellikle çok sınırlayıcı olarak kabul edilirler (Maria et al., 2003: 21).

Modern karar analizinde de öncelikli güçlük, çok sayıda çatışan amacın ele alınmasıdır (Nagarur, Vrat and Duongsuwan, 1997: 157). Karar alıcılar da her zaman gerçek hayattaki durumu çoklu amaçlarla ele alabilen bir model geliştirmeyi isterler (Baykasoğlu, 2001: 3686). Önceliklerin kullanılması yoluyla çoklu çatışan amaçları ele almayı sağlayan formal bir karar analizi yönetim biliminin yeni ufku olabilir (Chowdary and Slomp, 2004, <http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/a/02A12/02A12.pdf>). Charles, Cooper ve çok sayıda başka araştırmacı hedef programlamanın gelişmesine önemli katkılar yapmışlardır. Hedef programlamanın gücü onun hedef bir değer hakkında çift yönlü tercihler şeklinde kullanılmasında yatar (Maria et al., 2003: 22).

Hedef Programlama, çok sayıda hedef veya amaçların bulunduğu doğrusal programlama problemlerine uygulanan bir yöntemdir. Doğrudan amaçları optimize eden doğrusal programlamanın aksine, hedef programlama, hedef değerler ve gerçekleşmiş sonuçlar arasındaki sapmaları minimize ederek, çatışan amaçları yönetmek amacıyla kullanılır (Leung et al., 2001: 427).

Doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonu birim açısından TL, kâr, verimlilik, maliyet vb. gibi yalnız bir ölçekle ölçülendirilir. Çok boyutlu bir ölçek kümesi ile ifade edilebilen çok amaçlı bir doğrusal programlama problemini yazmak mümkün değildir (Halaç, 1992: 503). Bu yüzden dolayı da çok amaçlı problemlerin çözümünde Hedef Programlama yöntemine ihtiyaç duyulmuştur.

Bütün işletmelerin bir takım hedefleri vardır. Bu hedefler işletmeden işletmeye değişebileceği gibi bazı işletmeler için haftalık minimum veya maksimum üretim miktarı ve üretim maliyeti gibi basit hedefler olabileceği gibi bazı işletmeler için de birbirinden bağımsız birden fazla hedefin birleşmesinden meydana gelebilecek karmaşık hedefler de olabilmektedir (Churchman, 1968: 74-75).

İşin içine karmaşık hedefler girdiği zaman, problemin çözümünde doğrusal programlama yöntemi yetersiz kalmaktadır. Bu noktadan itibaren karar problemlerini çözmeye Hedef Programlama Yönteminden yararlanılmaya başlanır.

Bu yöntemde karar vericiden her bir amaç için erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlenmesi istenir. Bu yöntemde göre tercih edilen çözüm, bu hedef değerlerden sapmaları en küçükleyen çözüm olmaktadır (Evren ve Ülengin, 1992b: 54).

İşletme yönetiminde karmaşık ve birden fazla çok sayıda hedef olduğu zaman, karar vericinin gözünde kazandıkları önem derecesine göre, bu hedefler bir öncelik sırası edinir. Bir çok hedef programlama probleminde bir hedef diğer hedeflere göre daha önemli olmaktadır, buna öncelikli hedef denilmektedir (Render ve Stair, 1988: 525).

Bu öncelik sırası verilmiş olan hedefleri gerçekleştirmek artık yönetimin görevi olmaktadır. Sonuçta hedeflerden sapmalar, yani bir hedefin üzerinde gerçekleşmesi (+) pozitif sapma ve hedefin altında kalınması (-) negatif sapma değerleri toplamının minimize edilmesi bir tek amaç olarak ortaya konulur (Halaç, 1992: 503).

2.2. Hedef Programlamanın Formülasyonu

Hedef Programlamanın basit formülasyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min} \left[\sum_{i=1}^m (s_i^- + s_i^+)^a \right]^{1/a}$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} g_k(x) &\leq 0, & k &= 1, 2, \dots, p \\ f_i(x) + s_i^- - s_i^+ &= b_i, & i &= 1, 2, \dots, m \\ s_i^-, s_i^+ &\geq 0, & \forall i \\ s_i^-, s_i^+ &= 0, & \forall i \end{aligned}$$

Burada b_i , $i=1, 2, \dots, m$ karar verici tarafından amaçlar için belirlenmiş hedef değerlerdir, s_i^- ve s_i^+ ler i . hedeften eksi ve artı sapmaları göstermektedir, a 'nın değeri, karar vericinin değer fonksiyonuna bağlıdır.

Hedef programlamanın en yaygın kullanılan formülasyon şekli, karar vericinin, amaçlar için bir takım hedef değerler belirlemesine ilave olarak amaçların önem derecelerine göre sıralanması ile ilgili bilgiyi de verebileceğini kabul eder. Bu haliyle hedef programlamanın formülasyonu şu şekli alır:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } [P_1h_1(d^-,d^+), P_2h_2(d^-,d^+), \dots, P_lh_l(d^-,d^+)]$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} g_k(x) &\leq 0, & k &= 1, 2, \dots, p \\ f_i(x) + d_i^- - d_i^+ &= b_i, & i &= 1, 2, \dots, m \\ d_i^-, d_i^+ &\geq 0, & \forall i \\ d_i^-, d_i^+ &= 0, & \forall i \end{aligned}$$

Burada, $h_j(d^-,d^+)$, $j = 1, 2, \dots, l$ sapma değişkenlerinin lineer fonksiyonları olup, başarıma fonksiyonları olarak adlandırılmaktadır. Burada P_j 'ler gölge ağırlıklardır ve $P_j \gg P_{j+1}$ 'dir. Bunun anlamı, P_j, P_{j+1} 'den çok daha büyük olup, $W + P_{j+1} > P_j$ yapacak, hiçbir büyük W sayısının olmadığı kabul edilir.

Bu yöntemle çözüme ulaşmada ilk olarak $h_1(d^-,d^+)$ en küçüklenir. Bu işlem sonucunda en küçük değer $h_1 = h_1^*$ olur. Daha sonra $h_2(d^-,d^+)$ en küçüklenir. Ancak herhangi bir aşamada h_1, h_1^* 'den büyük olamaz. Böylece, daha az önemli olan başarıma fonksiyonu $h_2(d^-,d^+)$, daha önemli olan başarıma fonksiyonu $h_1(d^-,d^+)$ 'in zararını karşılayamaz. Bu süreç $h_j(d^-,d^+)$ en küçüklenene kadar devam eder.

3. Uygulama

Bu çalışma çerçevesinde, Brisa A.Ş.'de, bir aylık üretim döneminde, işletme hedefleri doğrultusunda TBR sınıfı lastiklerden üretilmesi gereken optimum miktarlar Hedef Programlama yaklaşımıyla hesaplanmıştır.

3.1. Problemin Tanımlanması

Brisa A.Ş.'nin, Tablo 1.'de gösterilen TBR sınıfı lastikleri üretmesi için ihtiyaç duyduğu makineler Tablo 2.'de gösterilmiştir ve her bir ürünün, her bir makinedeki işlem süreleri de Tablo 3.'de gösterilmiştir. TBR sınıfı lastiklerin depolanmasında kullanılan paletlerin toplam sayıları ve özellikleri Tablo 4.'de ve her bir lastiğin depolanması için kullanılan paletler ise Tablo 5.'de gösterilmiştir. Her bir ürünün üretim maliyeti de Tablo 6.'da ve son olarak da bir aylık üretim dönemindeki satış tahminleri Tablo 7.'de verilmiştir.

Bir üretim döneminde Brisa A.Ş. aşağıdaki önem sıralarına göre sıralanan hedefleri gerçekleştirmek istemektedir:

60 Figen Gülenç, Bilge Karabulut

1. Brisa A.Ş. bir üretim döneminde, elindeki stokların talebin minimum 2 haftalık kısmını karşılayabilmesini istemektedir ve ayrıca elindeki stokların 5 haftalık talepten de fazla olmamasını istemektedir.
2. TBR sınıfı lastiklerden bir üretim döneminde 50.000 adetten fazla üretilmesini istemektedir.
3. TBR sınıfı lastiklerin depolanması için ambarda ayrılan yer %25'dir ve bu oranın aşılmamasını istemektedir.
4. Bir üretim döneminde TBR sınıfı lastikler için ayrılan üretim bütçesi 7.500.000\$'dır ve bu oranın aşılmamasını istemektedir.
5. İşletme kapasitesinin tam kullanılmasını ve fazla mesai olmamasını istemektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda, verileri Brisa A.Ş.'den alınarak düzenlenen aşağıdaki tablolardan yararlanarak, Brisa A.Ş.'nin bir aylık üretim döneminde, her bir TBR sınıfı lastikten üretilmesi gereken miktarlar aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir.

Tablo 1. TBR Sınıfı Lastikler

Problem Notasyonu	Ürün No	Ürün Grubu	Ürün Kodu	Satış Kanalı	Versiyon	Lastik Ağırlığı
x ₁	1	TBR	B1001	OE	01	65,41
	2	TBR	B1001	RP	01	65,41
x ₂	3	TBR	B2001	OE	01	67,85
	4	TBR	B2001	RP	01	67,85
	5	TBR	B2001	OT	01	67,85
x ₃	6	TBR	B3001	OE	02	73,23
	7	TBR	B3001	RP	02	73,23
x ₄	8	TBR	B4001	OE	01	69,14
	9	TBR	B4001	RP	01	69,14
x ₅	10	TBR	B5001	OE	02	81,92
	11	TBR	B5001	RP	02	81,92
x ₆	12	TBR	B6001	OE	01	66,28
	13	TBR	B6001	RP	01	66,28
x ₇	14	TBR	B7001	OE	02	76,49
	15	TBR	B7001	RP	02	76,49
	16	TBR	B7001	OT	02	76,49
x ₈	17	TBR	B8001	OE	04	80,44
	18	TBR	B8001	RP	04	80,44
x ₉	19	TBR	B9001	OE	03	75,68
	20	TBR	B9001	RP	03	75,68

Tablo 2. TBR Sınıfı Lastikler İçin Üretim Makineleri

Makine (İşlem)	Adet	Net Operasyon Süresi (dakika/vardiya)	Operatör Sayısı
Mixer	7	315	1
Extruder	2	290	5
LX (Lastik İmal)	8	295	2
TX (Boyama)	2	300	1
M62 (Pişirme)	34	320	2
X-Ray	1	290	1
Inspection	2	300	1

Tablo 3. TBR Sınıfı Lastikler İçin İşlem Süreleri (dakika/lastik)

İşlem Sırası	Makine	Problem Notasyonu / Ürün Numarası								
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
1	Mixer	70	79	83	81	90	75	87	88	85
2	Extruder	75	84	88	86	95	80	92	93	90
3	LX	125	134	138	136	145	130	142	143	140
4	TX	25	28	30	29	32	27	31	31	30
5	M62	95	104	108	106	115	100	113	114	110
6	X-Ray	45	50	53	51	57	48	55	56	54
7	Inspection	65	73	77	75	83	69	80	82	79

Not: Değerler 100 lastik için verilmiştir.

Tablo 4. Palet Özellikleri

Palet No	Palet Tipi	Mevcut Adet	Hedef Kullanım Yüzdesi	Ambar İşgal Yüzdesi
1	A	5.800	85	0,000028
2	B	1.800	80	0,000030
3	C	2.000	80	0,000025
4	D	2.400	60	0,000035

Tablo 5. TBR Sınıfı Lastikler İçin Paletler

Problem Notasyonu	Ürün No	Lastik/Palet	Palet No
x ₁	1-2	5	1
x ₂	3-4-5	6	2
x ₃	6-7	6	1
x ₄	8-9	5	3
x ₅	10-11	7	2
x ₆	12-13	6	1
x ₇	14-15-16	8	4
x ₈	17-18	7	4
x ₉	19-20	5	1

Tablo 6. Ürünlerin Üretim Maliyeti

Problem Notasyonu	Ürün No	Üretim Maliyeti
x ₁	1-2	\$148,00
x ₂	3-4-5	\$198,00
x ₃	6-7	\$169,00
x ₄	8-9	\$207,00
x ₅	10-11	\$162,00
x ₆	12-13	\$176,00
x ₇	14-15-16	\$196,00
x ₈	17-18	\$152,00
x ₉	19-20	\$169,00

Tablo 7. Çalışma Dönemine İlişkin Satış Tahminleri

Problem Notasyonu	Ürün No	Satış Tahmini
x_1	1	2.800
	2	2.750
x_2	3	2.300
	4	1.900
	5	3.100
x_3	6	1.700
	7	2.100
x_4	8	3.000
	9	3.350
x_5	10	2.050
	11	1.900
x_6	12	2.250
	13	3.250
x_7	14	2.300
	15	3.500
	16	2.000
x_8	17	1.500
	18	1.100
x_9	19	2.800
	20	2.050
Toplam		47.700

3.2. HEDEF PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI

Problem çözümünde dönem başlangıç stoklarının sıfır olduğu, işletmedeki her bir üretim makinesinden tek bir tipin olduğu, ayrıca işletmede üçlü vardiya düzeninde çalışıldığı ve bir üretim döneminde 25 iş günü olduğu varsayılmıştır. Problemin çözümünde kullanılan notasyonlar ise verilerin bulunduğu tablolarda belirtildiği gibi kullanılmıştır. Bu verilere ve varsayımlara göre, Brisa A.Ş.'nin üretim hedeflerini gerçekleştirebilmesi için, bir aylık üretim döneminde TBR sınıfı lastiklerden üretmesi gereken miktarları Hedef Programlama Yöntemi ile bulmakta kullanılacak Hedef Programlama Modeli şu şekilde kurulmuştur:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = P_1 (s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^- + s_5^- + s_6^- + s_7^- + s_8^- + s_9^- + s_{10}^+ + s_{11}^+ + s_{12}^+ + s_{13}^+ + s_{14}^+ + s_{15}^+ + s_{16}^+ + s_{17}^+ + s_{18}^+) + P_2 (s_{19}^+) + P_3 (s_{20}^+) + P_4 (s_{21}^+) + P_5 (s_{22}^- + s_{22}^+ + s_{23}^- + s_{23}^+ + s_{24}^- + s_{24}^+ + s_{25}^- + s_{25}^+ + s_{26}^- + s_{26}^+ + s_{27}^- + s_{27}^+ + s_{28}^- + s_{28}^+ + s_{29}^- + s_{29}^+ + s_{30}^- + s_{30}^+ + s_{31}^- + s_{31}^+ + s_{32}^- + s_{32}^+)$$

Kısıtlar:

1. Hedef ile ilgili kısıtlar:

$x_1 + s_1^- - s_1^+ = 2.775$	...x ₁ için 2 haftalık stok
$x_2 + s_2^- - s_2^+ = 5.300$	...x ₂ için 2 haftalık stok
$x_3 + s_3^- - s_3^+ = 1.900$	...x ₃ için 2 haftalık stok
$x_4 + s_4^- - s_4^+ = 3.175$	...x ₄ için 2 haftalık stok
$x_5 + s_5^- - s_5^+ = 1.975$	...x ₅ için 2 haftalık stok
$x_6 + s_6^- - s_6^+ = 2.750$	...x ₆ için 2 haftalık stok
$x_7 + s_7^- - s_7^+ = 4.900$	...x ₇ için 2 haftalık stok
$x_8 + s_8^- - s_8^+ = 1.300$	...x ₈ için 2 haftalık stok
$x_9 + s_9^- - s_9^+ = 2.425$	...x ₉ için 2 haftalık stok
$x_1 + s_{10}^- - s_{10}^+ = 6.938$	...x ₁ için 5 haftalık stok
$x_2 + s_{11}^- - s_{11}^+ = 8.350$	...x ₂ için 5 haftalık stok
$x_3 + s_{12}^- - s_{12}^+ = 4.750$	...x ₃ için 5 haftalık stok
$x_4 + s_{13}^- - s_{13}^+ = 7.938$	...x ₄ için 5 haftalık stok
$x_5 + s_{14}^- - s_{14}^+ = 4.938$	...x ₅ için 5 haftalık stok
$x_6 + s_{15}^- - s_{15}^+ = 6.875$	...x ₆ için 5 haftalık stok
$x_7 + s_{16}^- - s_{16}^+ = 9.250$	...x ₇ için 5 haftalık stok
$x_8 + s_{17}^- - s_{17}^+ = 3.250$	...x ₈ için 5 haftalık stok
$x_9 + s_{18}^- - s_{18}^+ = 6.062$	...x ₉ için 5 haftalık stok

2. Hedef ile ilgili kısıt:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + s_{19}^+ - s_{19}^- = 50.000 \text{ ...Üretim Adedi Hedefi}$$

3. Hedef ile ilgili kısıt:

$$0.000056 x_1 + 0.000005 x_2 + 0.00000467 x_3 + 0.000005 x_4 + 0.00000429 x_5 + 0.00000467 x_6 + 0.00000455 x_7 + 0.000005 x_8 + 0.0000056 x_9 + s_{20}^- - s_{20}^+ = 0,25$$

...Ambar İşgali Hedefi

4. Hedef ile ilgili kısıt:

$$148 x_1 + 198 x_2 + 169 x_3 + 207 x_4 + 162 x_5 + 176 x_6 + 196 x_7 + 152 x_8 + 169 x_9 + s_{21}^- - s_{21}^+ = 7.500.000 \text{ ...Üretim Maliyeti Hedefi}$$

5. Hedef ile ilgili kısıtlar:

$$\begin{aligned}
&0,70 x_1 + 0,79 x_2 + 0,83 x_3 + 0,81 x_4 + 0,90 x_5 + 0,75 x_6 + 0,87 x_7 + 0,88 x_8 + 0,85 x_9 \\
&+ s_{22}^- - s_{22}^+ = 55.125 \dots \text{Karıştırıcı İle İlgili Kısıt} \\
&0,75 x_1 + 0,84 x_2 + 0,88 x_3 + 0,86 x_4 + 0,95 x_5 + 0,80 x_6 + 0,92 x_7 + 0,93 x_8 + 0,90 x_9 \\
&+ s_{23}^- - s_{23}^+ = 14.500 \dots \text{Çıkarıcı İle İlgili Kısıt} \\
&1,25 x_1 + 1,34 x_2 + 1,38 x_3 + 1,36 x_4 + 1,45 x_5 + 1,30 x_6 + 1,42 x_7 + 1,43 x_8 + 1,40 x_9 \\
&+ s_{24}^- - s_{24}^+ = 59.000 \dots \text{Lastik İmal İle İlgili Kısıt} \\
&0,25 x_1 + 0,28 x_2 + 0,30 x_3 + 0,29 x_4 + 0,32 x_5 + 0,27 x_6 + 0,31 x_7 + 0,31 x_8 + 0,30 x_9 \\
&+ s_{25}^- - s_{25}^+ = 15.000 \dots \text{Boyama İle İlgili Kısıt} \\
&0,95 x_1 + 1,04 x_2 + 1,08 x_3 + 1,06 x_4 + 1,15 x_5 + 1,00 x_6 + 1,13 x_7 + 1,14 x_8 + 1,10 x_9 \\
&+ s_{26}^- - s_{26}^+ = 272.000 \dots \text{Pişirme İle İlgili Kısıt} \\
&0,45 x_1 + 0,50 x_2 + 0,50 x_3 + 0,51 x_4 + 0,57 x_5 + 0,48 x_6 + 0,55 x_7 + 0,56 x_8 + 0,54 x_9 \\
&+ s_{27}^- - s_{27}^+ = 7.250 \dots \text{X-ray İle İlgili Kısıt} \\
&0,65 x_1 + 0,73 x_2 + 0,77 x_3 + 0,75 x_4 + 0,83 x_5 + 0,69 x_6 + 0,80 x_7 + 0,82 x_8 + 0,79 x_9 \\
&+ s_{28}^- - s_{28}^+ = 15.000 \dots \text{Muayene İle İlgili Kısıt} \\
&0,2 x_1 + 0,1667 x_3 + 0,1667 x_6 + 0,2 x_9 + s_{29}^- - s_{29}^+ = 4.930 \dots \text{Palet A İle İlgili Kısıt} \\
&0,1667 x_2 + 0,1429 x_5 + s_{30}^- - s_{30}^+ = 1.440 \dots \text{Palet B İle İlgili Kısıt} \\
&0,2000 x_4 + s_{31}^- - s_{31}^+ = 1.600 \dots \text{Palet C İle İlgili Kısıt} \\
&0,1250 x_7 + 0,1429 x_8 + s_{32}^- - s_{32}^+ = 1.440 \dots \text{Palet D İle İlgili Kısıt} \\
&x_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, 9
\end{aligned}$$

x_i 'ler için 2 haftalık ve 5 haftalık stok değerleri için kısıtlar oluşturulurken ilgili notasyona ilişkin ürünlere ait verilen bir aya ilişkin değerler toplanıp, 4 haftaya bölünüp 2 ve 5 haftaya ilişkin değerler hesaplanmıştır ve kısıttaki yerlerine konulmuştur. Bu kısıtlarda, OT (Off Take) satış kanalını içeren notasyonlarda; OT satış kanalındaki lastiklerin belirtilen talep kadar olması gerektiği için ilgili kısıtlar oluşturulurken OT'ler hesap dışı tutulup çıkan sonuç değerlerine miktarları eklenmiştir. Diğer satış kanalları olan OE (Original Equipment) ve RP (Replacement) için böyle özel bir durum söz konusu olmadığı için diğer notasyonlarla ilgili değerler yukarıda anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

3.3. MODELİNİN ÇÖZÜMÜ

Kurulan Hedef Programlama Modeli, ABQM 3.0 bilgisayar programı ile hedeflerin öncelik sırası korunarak çözüldüğünde, Tablo 8.'de verilen değerler çıkmıştır:

Tablo 8. Çalışma Dönemine İlişkin Planlanan Üretim Miktarları

Problem Notasyonu	Planlanan Üretim Miktarı
x_1	6.938
x_2	5.300
x_3	4.750
x_4	3.175
x_5	4.938
x_6	2.750
x_7	5.926
x_8	3.250
x_9	6.062
Toplam	43.089

Tablo 8.'de görülen değerler, Brisa A.Ş.'nin tüm hedeflerini optimum düzeyde gerçekleştirebilmesi için, her bir TBR sınıfı lastikten üretmesi gereken miktarları göstermektedir. Bu değerlere göre şu sonuçlar çıkmaktadır:

- Birinci hedef olan, stokların belli bir seviyede olması hedefi; modelin çözümünde bulunan stok seviyeleri kısıtlarda belirtilen miktarlara göre x_2 , x_4 , x_6 ve x_7 hariç tam olarak gerçekleştirilmiştir. x_2 , x_4 , x_6 ve x_7 'nin minimum üretim adetleri gerçekleştirilmiş, fakat 5 haftalık talebi karşılanamamıştır.
- İkinci hedef olan, toplam üretim miktarının 50.000 adet in altında olması hedefi; modelin çözümünde bulunan toplam üretim miktarı 43.089 adet olduğu için bu hedef tam olarak gerçekleştirilmiştir.
- Üçüncü hedef olan, ambar işgalinin %25'in altında olması hedefi; modelin çözümünde bulunan ambar işgal oranı % 21,45 olduğundan bu hedef tam olarak gerçekleştirilmiştir.
- Dördüncü hedef olan, toplam üretim maliyetinin 7.500.000\$'ın altında olması hedefi; modelin çözümünde bulunan toplam üretim maliyeti 7.500.129 olduğundan bu hedef, 129\$'lık bir sapma miktarı ile gerçekleştirilmiştir.
- Beşinci hedef olan, kapasitenin tam kullanılması ve fazla mesai olmaması hedefi; modelin çözümünde bulunan değerlerden x-ray hariç fazla mesaiye ihtiyaç olmaması sebebiyle sadece x-ray için 3 günlük bir fazla mesai ile bu hedef gerçekleştirilmiştir. Paletlerin yetmemesi gibi bir sorun yoktur; sadece paletlerin hedef kullanım oranlarının aşılması söz konusudur.

4. SONUÇ

Çok sayıda mamul çeşidinin üretildiği sanayi işletmelerinde, üretim planlaması çalışmaları için, birden çok amacın olabileceği günümüzde çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisi olan Hedef Programlama Yönteminden yararlanmak yerinde bir davranış olacaktır. Çünkü klasik karar verme yöntemleriyle yapılan üretim planlama çalışmalarında sadece maliyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi tek bir hedef gerçekleştirilebilirken, Hedef Programlama Yöntemi ile kapasitenin tam kullanılması, boş bekleme sürelerinin en az seviyede tutulması, fazla mesainin mümkün olduğunca azaltılması, stokların belirli bir seviyede tutulması, kârın maksimize edilmesi gibi pek çok amaç aynı anda gerçekleştirilebilmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisi olan Hedef Programlama Yöntemi ile çok sayıda mamul çeşidinin üretildiği bir sanayi işletmesi olan Brisa A.Ş.'de TBR sınıfı lastiklere ilişkin gerçekleştirilen üretim planlaması sonucunda; Brisa A.Ş.'nin bir aylık üretim döneminde her bir TBR sınıfı lastikten üretmesi gereken miktarlar, işletme hedefleri çerçevesinde optimum değerlerle belirlenmiştir.

Sonuç olarak görülmüştür ki; Hedef Programlama Yöntemi ile bulunan üretim miktarları, işletmenin tüm hedeflerini optimum düzeyde gerçekleştirecek miktarlardır. Bulunan bu üretim miktarlarından yararlanarak, çalışmanın yapıldığı üretim dönemine ait üretim programlarını en doğru şekilde hazırlayarak üretimi detaylandırmak mümkündür.

Ayrıca görüleceği üzere, modelin çözümünden elde edilen sonuçlardan yararlanarak, kısıt ve hedef değerlerindeki (+) ve (-) yöndeki sapma miktarları ile kapasite arttırımı, fazla mesai veya vardiya eksiltme gibi kararları verebilmek mümkün olacaktır.

Çıkan sonuçların anlamlı olması Hedef Programlama Yönteminin, Üretim Planlama çalışmalarına uygulanabilirliğini göstermesi açısından bu tür uygulamalar için yol gösterici niteliktedir ve Brisa A.Ş. için, üretim planları hazırlanırken kullanılacak bir yöntem olarak önerilebilir.

Abstract: The production planning and control system in a business has been an instrument for coordinating production activities in order to achieve productivity targets in production. Several methods for production planning activities have been developed up to now and all these methods are utilized effectively after the computers are widely used in businesses. In this paper, firstly, goal programming (GP) as one of the multi-objective decision-making methods has been introduced. Following this, this method has been applied for Brisa A.Ş. here the amount of TBR-typed tyres

which have to be produced monthly is determined by solving goal programming with the help of ABQM 3.0 computer program. Finally, the findings of the study which have been found are evaluated.

Key Words: production planning, goal programming, linear programming.

KAYNAKÇA

- Baykasoglu, A., (2001), "Moapps 1.0: Aggregate Production Planning Using The Multiple-Objective Tabu Search", *International Journal Of Production Research*, 39, 3685-3702.
- Bumin, B ve Serpil Erol (1992), "Çok Ürünlü Üretim Sistemlerinde Amaç Programlama Yaklaşımı", *Verimlilik Dergisi* (21), 4: 1992: 109-124.
- Chowdary Boppana V. and Jannes Slomp, "Production Planning under Dynamic Product Environment: A Multi-objective Goal Programming Approach" <http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/a/02A12/02A12.pdf>, (12.12.2004).
- Churchman, C. W. (1968), *Introduction to Operations Research*, Second Corrected Printing, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Deckro, Richard F., John E. Hebert, (1984), "Goal Programming Approaches To Solving Linear Decision Rule Based Aggregate Production Planning Models". *IIE Transaction*), V16, 4, p308-315.
- Evren, R ve Füsün Ülengin (1992), *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*, İstanbul: İ.T.Ü.
- Evren, R ve Füsün Ülengin (1992), *Yönetimde Karar Verme*, İstanbul: İ.T.Ü. Halaç, O (1991), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, 3.Bası; İstanbul: Evrim
- Karabulut, Bilge (2003), *Hedef Programlama ile Sanayi İşletmelerinde Üretim Planlama ve Bir Uygulama*, (yayınlanmamış yüksek lisans projesi), Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı.
- Leung, Stephen C. H., Yue Wu And K. K. Lai, (2003), "Multi-Site Aggregate Production Planning With Multiple Objectives: A Goal Programming Approach Production Planning & Control", Vol. 14, No. 5, July-August 2003, 425-436.
- Maria, Aniela, Christopher A. Mattson, Amir Ismail-Yahaya And Achille Messac, (2003), "Linear Physical Programming For Production Planning Optimization", *Engineering Optimization*, , Vol. 35(1), pp. 19-37.
- Nagarur, Nagen, Prem Vrat, Wanchai Duongsuwan, (1997), "Production Planning And Scheduling For Injection Moulding Of Pipe Fittings: A Case Study", *International Journal Of Production Economics* 53,157-170
- Render, B. and Ralph M. Stair (1988), *Quantitative Analysis for Management*, Third Edition, Boston: Allyn and Bacon Inc,