

OPTİMAL ÜRETİM PROGRAMININ PLÂNLANMASINDA KATKI PAYLARINDAN YARARLANMA

Nihat KÜÇÜKSAVAŞ*

I- GİRİŞ

Muhasebenin görevi sadece işletmenin geçmiş dönem faaliyet sonuçlarını rakamsal olarak ortaya koymak değildir. Muhasebe aynı zamanda, işletmenin gelecekteki üretim ve satış programının plânlanması için gerekli bilgileri de sağlamak zorundadır. Özellikle kârı maksimum yapacak üretim ve satış programı söz konusu olduğunda, marjinal maliyetlerin ve katkı paylarının önemi daha da artar. Eğer satış miktarı üretim kapasitesinden fazla ise, hangi ürünlerin daha çok kâr sağladığının veya en az maliyetli üretim yönteminin hangisi olduğunun tespiti edilmesi gerekir. En çok kârı sağlayan ürünlerin tespiti ile, en az maliyetli üretim yöntemlerinin tespiti sorunu birbiriyle yakından ilgilidir. Çünkü kârı maksimum yapan üretim programı ancak, en az maliyetli üretim yöntemlerinin seçimi ile mümkün olabilecektir. Buna rağmen metodolojik nedenlerden dolayı bu iki sorun ayrı ayrı incelenmektedir.

Eğer üretimle ilgili birçok sınırlayıcı şart söz konusu ise, optimal üretim miktarı ekseriyle doğrusal programlama yöntemleriyle tespit edilebilir. Doğrusal programlama ve bilgisayarlar konusundaki son gelişmeler, daha önceleri sadece teorisyenlerin uğraştığı optimal üretim programının tespitiyle ilgili sorunların, günümüzde birçok işletmenin yönetiminde pratik uygulama alanı bulmasına neden olmuştur.

Bu yazıda optimal üretim programının geleneksel ve doğrusal plânlama yöntemleriyle plânlanması, hesaplama ile ilgili teknik ayrıntılara girilmeksizin anlatılmaya çalışılacaktır.

Ayrıca bu çalışmada, belirli satış miktarlarında, satış fiyatlarının ve yarı mamul mal stoklarının değişmediği farz edilmiştir.

II- OPTİMAL ÜRETİM PROGRAMININ PLÂNLANMASI

A- Sınırlayıcı Şartın Olmadığı Durum

Sınırlayıcı şart olmadığında, optimal üretim programının, birim başına katkı payları göz önünde bulundurularak tespit edilmesi gerekir. Bir ürün birim başına pozitif katkı sağlıyorsa, o ürünün üretim ve

* Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Erzurum.

satışının teşvik edilmesi, aksi halde ise üretim ve satışının durdurulması gerekir. Ancak burada o ürünle ilgili maksimum ve minimum miktarların da göz önünde bulundurulması gerekir.

Konuyu aşağıdaki örnek yardımıyla daha açık bir şekilde izah etmek mümkündür:

Bir işletmede A, B ve C olmak üzere üç değişik ürün üretilmektedir. Dönemde her bir üründen üretilen ve satılan miktar 8.000'er birimdir. Mevcut piyasa şartlarında, her üründen ancak % 20 fazlası veya azı satılabilecektir. Bu ürünlerle ilgili gerekli diğer bilgiler ise, aşağıda görüldüğü gibidir:

Ürünler	x (Birim)	f (TL.)	m (TL.)	md (TL.)	F-m (TL.)	f-md (TL.)
A	8.000	750	800	300	- 50	450
B	8.000	600	500	250	100	350
C	8.000	400	250	200	150	200

Bu verilere göre mevcut durumda elde edilen kâr 1.600.000,- TL./Dönem olur.

Üretim programını değiştirmek suretiyle kârın artırılıp artırılamayacağını araştıralım. Görüldüğü gibi A ürünü negatif kâr sağlamaktadır. Bu nedenle hesaplamalarımızı tam maliyet esasına göre yaptığımızda, bu ürünün üretim ve satışının en az düzeye indirilmesi gerekecektir. Buna karşılık B ve C ürünlerinin, mevcut piyasa şartlarında mümkün olan en yüksek düzeyde üretilmeleri gerekir. Üretim programı bu şekilde değiştirildiğinde, faaliyet sonucunun 1.760.000,- TL./Dönem olduğu görülür.

Bu durumda kâr ilk duruma göre 160.000,- TL./Dönem artmış bulunmaktadır.

Örneğimizde üç üründen pozitif katkı sağlamaktadır. Bu nedenle; üretim programının katkı payı esasına göre değiştirdiğimizde, her üç üründen de mevcut piyasa şartlarında mümkün olan maksimum miktarları üretmemiz gerekecektir. Bu durumda kâr 3.200.000,- TL./Dönem olur.

Görüldüğü gibi, üç değişik alternatif programa göre, üç farklı kâr rakamı hesaplanmaktadır. Bu da göstermektedir ki, maksimum kâr ancak, üretim programının katkı payı esasına göre değiştirilmesi durumunda elde edilebilmektedir. Örneğimizde, birim başına kâr esasına göre alınan karar sonucu öncelik sırası C, B, A şeklinde ve dönem kârı 1.600.000,- TL. dir. Birim katkılara göre alınan kararda; öncelik sırası A, B, C şeklinde olmakta ve dönem kârı 3.200.000,- TL. sına yükselmektedir.

-
- 1 **Maksimum miktar**, hiçbir sınırlayıcı şart olmasa dahi, aşılmaması gereken üretim ve satış miktarıdır. Çünkü bu sınır aşıldığında, ürünlerin satış fiyatı azalacak ve buna bağlı olarak kârlı olan bir ürün zararlı bir duruma geçebilecektir. **Minimum miktar** ise, bir ürün negatif katkı sağlasa da, değişik nedenlerle o üründen asgari bir miktarın üretilmesi ve satılması zorunlu olabilir. Buda asgari üretim ve satış miktarı olarak ifade edilir.

B- Tek Bir Sınırlayıcı Şartın Olduğu Durum

Bundan önceki kısımda, işletmenin hiçbir bölümünde, sınırlayıcı bir şartın olmadığını farz ettik. Bu çok nadir olacak bir durumdur. Genellikle işletmenin muhtelif bölümlerinde, sınırlayıcı şartlar ortaya çıkarlar. Bunlara örnek olarak makina ile ilgili sınırlamalar, hammadde ile ilgili sınırlamalar, personelle ilgili sınırlamalar ve yer ile ilgili sınırlamalar verilebilir. İşte bu ve benzer nedenler, işletmenin üretimini istenilen miktarda gerçekleştirmesini mümkün kılmıyacaktır². Konuyu aşağıdaki örnek yardımıyla izah etmek mümkündür:

Bir işletmede A, B ve C olmak üzere üç ürünün M1, M2, M3 ve M4 makinalarında üretildiğini farz edelim. ürünlerle ilgili ön işlemler bir iki ve üç nolu makinalarda yapılmakta ve bu makinalarda ve bu makinalarda kapasite sınırlaması söz konusu değildir. Bütün ürünlerle ilgili son işlemler dört nolu makina da gerçekleştirilmektedir. Söz konusu makinanın toplam aylık kapasitesi 640 saatle sınırlıdır. Dolayısıyla ürünlerin üretim miktarları dördüncü makinanın kapasitesi ile sınırlı olacaktır.

Sınırlayıcı şart söz konusu olduğunda; üretimin en uygun bir şekilde planlanabilmesi için, sınırlayıcı şartla ilgili bazı teknik bilgilerinde bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle örnek işletmemizde ilgili üretim planlaması nedeniyle gerekli olan teknik ve ekonomik bilgiler aşağıda toplu olarak gösterilmiştir.

Ekonomik Bilgiler					Teknik Bilgiler	
Ürünler	x (Birim)	f (TL.)	md (TL.)	k (TL.)	t (Saat/Birim)	T Saat
	1	2	3	4= 2-3	5	6 = 1x5
A	80	560.000	520.000	40.000	1	80
B	80	480.000	360.000	120.000	2	160
C	80	400.000	240.000	160.000	5	400
Sabit maliyetler = Ms = 16.000.000,- TL./Ay					Mevcut kapasite saat/Ay 640	
İlk duruma göre kâr: $P1 = 80(40.000+120.000+160.000)-16.000.000 = 9.600.000,- TL./Ay$						

İlk durumda her üründen 80 er birim üretilmektedir ve sınırlayıcı şartın ortaya çıktığı dördüncü makinanın toplam çalışma saatleri tümüyle kullanılmış olmaktadır. Burada üretim bileşimi değiştirilmek suretiyle kârın artırılıp artırılmayacağını incelemek isitiyoruz. Mevcut piyasa şartlarında üretilmesi gereken asgari ve azami imktarlar ise, aşağıdaki gibidir:

2 Klaus-Dieter Däumler ve Jürgen Grabe, Kostenrechnung 2. Deckungsbeitragsrechnung, Herne/Berlin: Verlag neue Wirtschafts-Briefe, 1984, s. 51 vd.

Ürünler	A (Birim/Ay)	B (Birim/Ay)	C (Birim/Ay)
Minimum miktar	16	20	24
Maksimum miktar	100	120	100

1- Problemin Çözümü İçin Kapasite Birimi Başına Katkı Paylarının Hesaplanması

Örneğimizde C ürünü 160.000,- TL. sı ile birim başına en çok katkıyı sağlamaktadır. Bu nedenle öncelikle C ürününün teşvik edilmesi gerektiğini düşünebiliriz. Bir birim C ürünü üretilmesi için , ürünün dördüncü makinada beş saat işleme tabi tutulması gerekmektedir. bu nedenle sadece C ürünü üretilse dahi, bu üründen maksimum 140 birim üretilebilecektir. Bu ürünlerin tümünün satıldığını farzettığımızda kâr 6.400.000,- TL./Ay olacaktır. Diğer bir ifadeyle kâr ilk duruma göre 3.200.000,- TL. azalmaktadır. C ürünü diğerlerine göre birim başına daha yüksek katkı sağlamaktadır. Ancak C'nin üretimi için gerekli olan zaman çok fazladır. Bu durum C ürününün istenildiği miktarda üretimini mümkün kılmamaktadır. Bu nedenle sadece üretim için en az zaman gerektiren A ürününün üretilmesini farz edelim. Bu durumda aylık maksimum 560 birim A ürünü üretilebilecektir. Ancak aylık kâr 6.400.000,- TL. olacaktır. Yine ilk duruma göre aylık kârda 3.200.000,- TL. lık bir azalma söz konusudur.

Bütün bu durumlar göstermektedir ki; kapasite sınırlaması olduğu durumda, sadece birim başına katkılara göre yapılan hesaplamalar en uygun sonucu vermemektedir. Bu nedenle hesaplamalarda; birim başına katkılar yanında, sınırlayıcı şartın ortaya çıktığı makinenin kapasite saatlerinin de gözönünde bulundurulması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle; kapasite sınırlaması söz konusu olduğunda, kapasite birimi başına (makina saati vs.) en çok katkıyı sağlayan ürünlere öncelik verilmesi gerekir. Bunun için her bir ürünün ayrı ayrı, saat başına sağladıkları katkıların hesaplanması gerekir³. Kapasite birimi başına katkı paylarını aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplamak mümkündür:

$$kt = \frac{k}{t} = \frac{f - md}{t}$$

3 Wolfgang Kilger, Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung, Wiesbaden: Verlag Gabler, 1981, ss. 748 - 752.

Wolfgang Kilger, Einführung in die Kostenrechnung, Opladen: Westdeutscher Verlag GmbH, 1980, ss. 398 - 401.

2- Problemin Kapasite Birimi Başına Katkı Payları Yardımıyla Çözümü

Örneğimizde kapasite birimi başına katkı paylarının hesabı ve bunlara göre ürünlerin öncelik sıraları aşağıdaki gibi olacaktır:

Ürünler	k (TL.)	t (Saat)	kt = k/t (TL.)	Öncelik Sırası
	1	2	3 = 1/2	4
A	40.000	1	40.000/ 1 = 40.000	2
B	120.000	2	120.000/2 = 60.000	1
C	160.000	5	160.000/5 = 32.000	3

Ürünlerin öncelik sırası; mevcut piyasa şartlarına göre üretilmesi gereken asgari ve azami miktarlar da gözönünde bulundurularak, öncelikle B ürününün, daha sonra A'nın ve bunu mütakiben de C'nin üretim ve satışının teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu duruma göre problemi üç aşamada çözmek mümkündür.

Birinci aşamada; asgari üretimler için gerekli olan makina saatleri hesaplanır. Asgari üretimler için gerekli olan makina saatleri A için 16 saat, B için 40 saat ve C için 120 saat olarak hesaplanmıştır. Bu duruma göre asgari toplam üretim için gerekli olan zaman 176 makina saati olur.

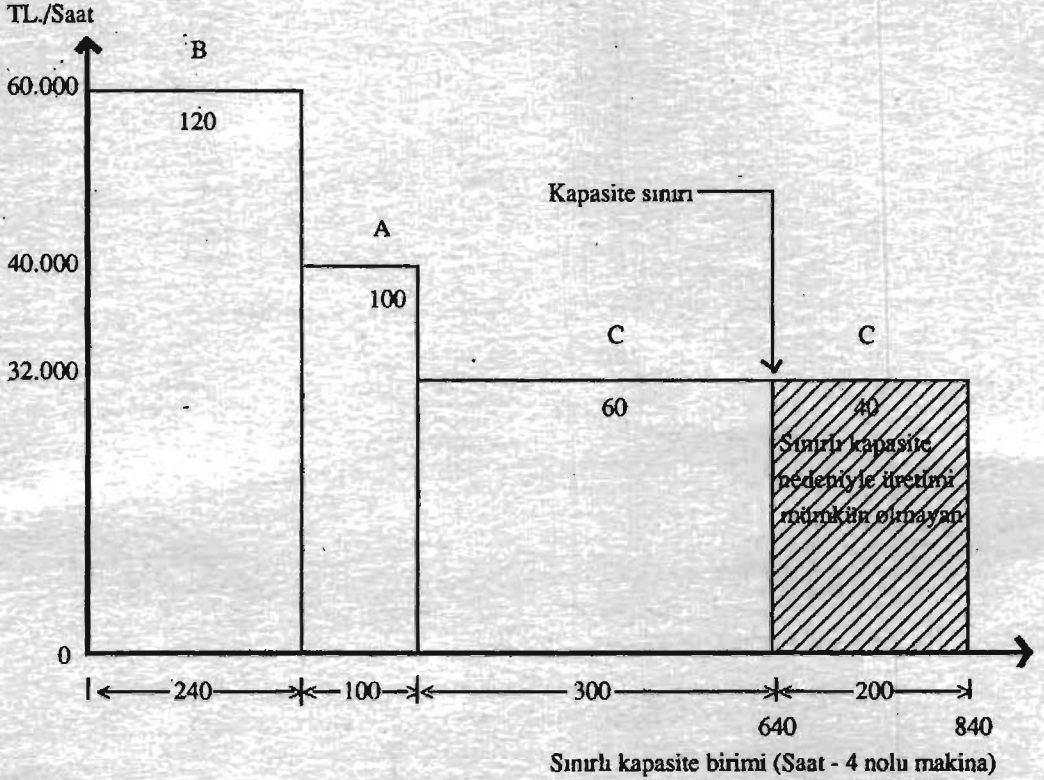
İkinci aşamada; toplam kapasite biriminden asgari üretim için gerekli olan zaman çıkarılarak bakiye kapasite hesaplanır. Örneğimizde bakiye kapasite (640 - 176 =) 464 saat/Ay (olarak hesaplanmıştır).

Üçüncü aşamada; aşağıda görüldüğü gibi, bakiye kapasitenin kapasite birimi başına katkı paylarına göre kullanımı hesaplanır:

Öncelik Sırası	Üretim Miktarı (Birim)	Kullanılan Zaman (Saat)	Artan Zaman (Saat)	Yeni Program (Birim)
1 (B)	100	200	264	120
2 (A)	84	84	180	100
3 (C)	36	180	0	60
Yeni programa göre kâr		: 12.000.000,- TL./Ay		

Görüldüğü gibi, kapasite birimi başına katkı paylarına göre üretim bileşimi değiştirildiğinde, kâr 12.000.000,- TL. sına yükselmektedir. Bu anlattığımız durumu bir grafik üzerinde aşağıdaki gibi göstermek mümkündür.

Kapasite Birimi Başına Katkı Payları Sütun Diyagramı



C- Birden Çok Sınırlayıcı Şartın Olduğu Durum

1- Birden Çok Sınırlayıcı Şartın Olduğu Durumda Karşılaşılan Sorunlar

Bir fabrikada iki farklı ürünün A, B ve C bölümlerinde işlemeye tabi tutularak üretildiklerini farz edelim. Bu ürünlerle ilgili gerekli bilgiler aşağıda görüldüğü gibi olsun:

Bölümler	Kapasite (Saat)	Üretim İçin Gerekli Zaman (Saat)	
		1 Nolu Ürün	2 Nolu Ürün
A	540	4	8
B	540	6	6
C	600	10	2
Ürünlerin Katkı Payları (TL./Birim)		150	200

Örneğimizde, mevcut piyasa şartlarında üretilecek tüm ürünlerin satılabileceğini farz ediyoruz. Bu duruma göre aylık maksimum katkısı sağlayabilmek için her üründen ne kadar üretilmesi gerekir?

En çok katkıyı 2 nolu ürün sağlamaktadır. Bu nedenle sadece 2 nolu ürünün üretimi teşvik edilebilir. Bu durumda A bölümündeki kapasite sınırlaması nedeniyle 2 nolu üründen maksimum 67 birim üretilir. Bu durumda $(67 \times 200 =)$ 13.400,- TL. lık katkı sağlanır.

Eğer sadece 1 nolu ürün üretilecek olursa, C bölümündeki kapasite sınırlaması nedeniyle 1 nolu üründen sadece 60 birim üretilir. Bu durumda sağlanan katkı $(60 \times 150 =)$ 9.000,- TL. olur.

İki üründen hangisi üretilirse üretilsin; sadece bir bölümün tüm kapasitesi tam olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle ürünlerin değişik oranlarda üretilmesiyle kapasitenin daha etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağı ve aynı zamanda daha yüksek bir katkı sağlanıp sağlanamayacağı araştırılabilir.

Mesela 1 nolu üründen 15 birim ve 2 nolu üründen 60 birim üretildiğinde; A bölümünün tüm kapasitesinin, B bölümünden ise 450 saatlik kapasitenin ve C'den ise 270 saatlik kapasitenin kullanıldığı görülecektir. Bu durumda sağlanan toplam katkı $(15 \times 150 + 60 \times 200 =)$ 14.250,- TL. sına yükselmiş olacaktır. Görüldüğü gibi ilk iki alternatif duruma göre elde edilen katkı daha yüksektir. Acaba, üretim bileşimini yinede değiştirmek suretiyle, daha çok katkı sağlamak mümkün müdür?

Örneğimiz nispeten basit olmasına rağmen, en uygun çözümü deneme yanılma yöntemiyle bulmak oldukça zor olacaktır. Sistematik bir çözüm ancak, matematiksel yöntemlerle mümkün olur.

2- Doğrusal Optimizasyon İçin Matematiksel yaklaşım

Amaç, en çok katkıyı sağlayan üretim programını tespit etmektir. Bunun için 1 nolu üründen üretilen miktarı x_1 , 2 nolu üründen üretilecek miktarı da x_2 olarak gösteriyoruz. Bu miktarlar sağlayacakları katkı paylarıyla çarpıldığında; elde edilecek sonucun maksimum olması gerekir. Matematiksel olarak bu amaç aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\text{Amaç fonksiyonu Maksimum } z = 150 x_1 + 200 x_2$$

1 ve 2 nolu ürünlerden üretilen miktarlar ilgili bölümlerin kapasiteleri ile sınırlı olacaktır. Başka bir ifadeyle, her ürünle ilgili gerekli zaman üretim miktarlarıyla çarpıldığında bulunacak zaman o bölümün mevcut kapasitesinden fazla olamaz. Bu yan şartlarda matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\begin{array}{l} \text{Yan şartlar} \\ 4 x_1 + 8 x_2 \leq 540 \\ 6 x_1 + 6 x_2 \leq 540 \\ 10 x_1 + 2 x_2 \leq 600 \end{array}$$

Diğer taraftan her iki üründende negatif miktarların üretimi söz konusu olamayacağından; aşağıdaki negatif olmama şartlarının da yazılması mümkün olur.

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

Amaç fonksiyonu ve yan şartlardan matematik modelin kurulması mümkündür. Bunun için, yukarıdaki denklem sisteminde, her denkleme, kullanılmayan kapasiteyi temsil eden boş (aylak) değişkenler eklenir. Bunları da v ile gösteriyoruz. Kullanılmayan kapasitelerin katkı payına bir etkisi olmaz. Bu nedenle amaç fonksiyonunda bir değişiklik olmayacaktır. Yukarıdaki eşitsizliklere, kullanılmayan kapasiteyi temsil eden boş değişkenler eklendiğinde, problemin çözümü için gerekli olan aşağıdaki denklem sistemi elde edilir.

$$4x_1 + 8x_2 + v_1 = 540$$

$$6x_1 + 6x_2 + v_2 = 540$$

$$10x_1 + 2x_2 + v_3 = 600$$

Bu gibi doğrusal optimizasyon problemleri simpleks yöntemiyle çözümlenir. Ancak, değişken sayısı çok olduğunda, yöntemin çözümü için bilgisayarların kullanılması gerekir. Bu nedenle burada eşitliğin simpleks yöntemiyle çözümü anlatılmayacak sadece çözüm değerleri verilecektir.

Örneğimizle ilgili çözüm değerleri aşağıdaki gibidir.

$$x_1 = 45, x_2 = 45, v_1 = 0, v_2 = 0, v_3 = 60, z = 15.750,- \text{ TL.}$$

1 nolu üründen 45 birim, 2 nolu üründen de 45 birim üretildiğinde mümkün olan en çok katkı olan 15.750,- TL. elde edilecektir.

Boş değişken olan v_1 ve v_2 nin 0 olması A ve B bölümlerinin kapasitelerinin tümüyle kullanıldığını, boş değişken v_3 'ün 60 olması C bölümündeki 60 birimlik kapasitenin kullanılmadığını gösterir.

3- Problemin Bilgisayarlarla Çözümü

Önceki kısımda da belirtmiş olduğumuz gibi, çok bilinmeyenli denklem sistemleri ancak, bilgisayarlarla çözülebilir. Çözüm için birçok program geliştirilmiştir. Bu nedenle, her kullanıcının bu gibi eşitlikleri çözmek için özel programlar geliştirmesine gerek yoktur.

Burada sadece, optimal çözüm için katkı payları, kapasite ve diğer sınırlamaların bilgisayar programlarına nasıl uygun hale getirileceği anlatılmaya çalışılacaktır.

5 Simpleks yöntemi için bakınız:

Ahmet Öztürk, Yöneylem Araştırması, Bursa: Uludağ Üniversitesi Yayını, No: 3 - 040 - 0113, 1984.

Heiner Müller-Merbach, Operation Research Methoden und Modelle der Optimalplanung, 2. Auflage, München: Verlag Franz Vahlen, 1971, ss. 88 - 178.

Bunun için örnek işletmemizde 5 çeşit ürün üretildiğini farz ediyoruz. Bu ürünlerle ilgili aşağıdaki tablo düzenlenmiştir. Tablonun üst kısmına ürünler kaydedilmiştir. Ürünlerle ilgili katkı payları ise tablonun ikinci satırında gösterilmiştir. Bu şekilde, doğrusal optimizasyon modeli için gerekli olan amaç fonksiyonu elde edilmiş olmaktadır.

Söz konusu ürünlerin üretimi 5 bölümde gerçekleştirilmektedir. Bu bölümler ve bu bölümlerle ilgili kapasite sınırları tablonun sol kısmında gösterilmiştir. Tablonun orta kısmında ise, her üründen bir birim üretim için gerekli olan kapasite kullanımları gösterilmiştir. Bu şekilde, doğrusal programlama için gerekli olan eşitlik sisteminin katsayıları elde edilmiş olmaktadır. Tabloya boş değişkenler ilave edilmiştir. Bunun nedini, bilgisayar programlarının boş değişkenleri otomatik olarak nazarı dikkate alacak şekilde geliştirilmiş olmasıdır.

Ürünler		1	2	3	4	5	
Amaç fonksiyonu K=		420	350	460	440	380	
Kapasite Sınırlamaları	A	220.000≥	2.40	1.90	2.80	2.60	2.50
	B	170.000≥	1.60	1.40	2.20	1.80	1.30
	C	35.000≥	0.50	0.38	0.55	0.70	0.30
	D	30.000≥	0.50	-	0.40	0.75	-
	E	85.000≥	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tablodaki değerler bilgisayara aktarılmış ve maksimum katkıyı sağlayan üretim programı (bileşimi) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$1 \text{ Nolu ürün} = 11.470 \text{ Birim}$$

$$3 \text{ Nolu ürün} = 28.823 \text{ Birim}$$

$$5 \text{ Nolu ürün} = 44.705 \text{ Birim}$$

Bu üretim bileşiminde elde edilecek maksimum katkı aşağıdaki gibi olur:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Nolu ürün} & 11.470 \times 420 & = 4.817.400,- \text{ TL./Dönem} \\ 3 \text{ Nolu ürün} & 28.823 \times 460 & = 13.258.580,- \text{ TL./Dönem} \\ 5 \text{ Nolu Ürün} & 44.705 \times 380 & = 16.987.900,- \text{ TL./Dönem} \\ & & \hline & & 35.063.880,- \text{ TL./Dönem} \end{array}$$

Görüldüğü gibi söz konusu üretim bileşiminde 35.063.888,- TL. lık katkı sağlanmaktadır. Bu üretim bileşimi dışındaki tam üretim bileşimlerinde elde edilecek katkı daha az olacaktır.

Ancak buraya kadar yapılan açıklamalarda, sadece üretimle ilgili sınırlamalar nazarı dikkate alınmıştır. Pratikte üretilen ürünlerin tümünün satışı her zaman mümkün olmaz. Bu nedenle her üründen satılması mümkün olan maksimum miktarların da nazarı dikkate alınması gerekir. Örneğimizde 1 nolu üründen maksimum 8.200 birim, 3 nolu üründen de maksimum 30.000 birim ve 5 nolu üründen 46.800 birim satılabileceğini farz ettiğimizde, söz konusu maksimum miktarlarında aşağıdaki gibi göstermek mümkün olur.

		1 Nolu ürün	3 Nolu ürün	5 Nolu ürün
1 Nolu ürün	8.200 \geq	1		
3 Nolu ürün	30.000 \geq		1	
5 Nolu ürün	46.800 \geq			1

Eşitsizliklerdeki sağdaki (1) değerleri 1, 3 ve 5 nolu ürünlerle ilgili, optimal üretim miktarları 1 ile çarpıldığında, elde edilecek tutarların eşitliğinin solundaki maksimum miktarlara eşit veya ondan küçük olması gerektiğini gösterir. Diğer bir ifadeyle 1 nolu ürünün optimal üretim miktarı en çok 8.200 birim olabilecektir.

Önceki kısımda da değindigimiz gibi, bazı ürünlerin zararlı da olsa değişik nedenlerden dolayı asgari miktarlar da üretilmesi ve satışı zorunlu olabilir. Bu gibi asgari miktarların da doğrusal programlamada nazarı dikkate alınması gerekir. Örnek olarak 2 nolu ürünün azami ve asgari miktarlarını aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

		2 Nolu ürün
2 Nolu ürün	17.600 \geq	1
	12.300 \leq	1

Yukardaki tablo, 2 nolu üründen azami 17.600 birim asgari ise 12.300 birim üretilmesi gerektiğini gösterir.

Ürünlerle ilgili piyasa sınırlamaları da nazarı dikkate alındığında aşağıdaki gibi yeni bir tablonun düzenlenmesi mümkün olur.

Ürünler			1	2	3	4	5
Amaç fonksiyonu K=			420	350	460	440	380
Kapasite Sınırlamaları	A	220.000≥	2.40	1.90	2.80	2.60	2.50
	B	170.000≥	1.60	1.40	2.20	1.80	1.30
	C	35.000≥	0.50	0.38	0.55	0.70	0.30
	D	30.000≥	0.50	-	0.40	0.75	-
	E	85.000≥	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Piyasa Sınırlamaları	1	8.200≥	1				
	2	17.600≥ 12.300≤		1 1			
	3	30.000≥			1		
	4	23.200≥ 8.400≤				1 1	
	5	46.800≥					1

Piyasa ile ilgili sınırlamalar da nazarı dikkate alınarak yeni düzenlenen tabloya göre çözüm yapıldığında yeni üretim programı aşağıdaki gibi elde edilir.

1 Nolu ürün	0
2 Nolu ürün	12.300 x 350 = 4.305.000,- TL./Dönem
3 Nolu ürün	20.624 x 460 = 9.487.040,- TL./Dönem
4 Nolu ürün	8.400 x 440 = 3.696.000,- TL./Dönem
5 Nolu ürün	43.676 x 380 = 16.596.880,- TL./Dönem
	<u>34.084.920,- TL./Dönem</u>

Yeni durumda 1 nolu ürün üretim programında yer almamaktadır. Ayrıca toplam katkı piyasa ile ilgili sınırlamalar nedeniyle 978.960,- TL. azalmış olmaktadır.

Bu yeni duruma göre kullanılan ve kullanılmayan kapasiteler aşağıdaki gibidir:

Bölümler	Toplam Kapasite	Kullanılan Kapasite	Kullanılmayan Kapasite
A	220.000	212.148	7.852
B	170.000	134.492	35.508
C	35.000	35.000	-
D	30.000	14.550	15.450
E	85.000	85.000	-

D- İlave Siparişlerin Nazarı Dikkate Alınması

Görüldüğü gibi C ve E bölümleri dışında hala kullanılmayan kapasite mevcuttur. Bu nedenle kullanılmayan kapasiteden yararlanılarak toplam katkının artırılıp artırılamayacağı araştırılabilir. Eğer alınacak ilave siparişten elde edilecek hasıla marjinal maliyetlerin üzerindeyse ve ilave sipariş sadece atıl kapasiteyi ilgilendiriyorsa, ilave siparişin alınması uygun olur. Buna karşılık ilave sipariş kullanılan kapasiteyi ilgilendiriyorsa, yeniden bir optimizasyon çözüm yapmak gerekecektir.

Mesela, birim başına 580,- TL. katkı sağlayacak yeni bir siparişin alınmış olduğunu farz edelim. Söz konusu yeni üründen de maksimum 14.000 birim satılabileceğini farz edelim. Yeni siparişin birim başına bölümlerde aşağıdaki kapasite kullanımlarına neden olacağı hesaplanmıştır.

A	3.5
B	1.2
C	0.6
D	0.4
E	1.0

İlave sipariş nazarı dikkate alınıp yeniden çözüm yapıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilecektir.

1 Nolu ürün	3.256 x 420	=	1.367.520,- TL./Dönem
2 Nolu ürün	12.300 x 350	=	4.305.000,- TL./Dönem
3 Nolu ürün	1.218 x 460	=	560.280,- TL./Dönem
4 Nolu ürün	8.400 x 440	=	3.696.000,- TL./Dönem
5 Nolu ürün	45.824 x 380	=	17.413.120,- TL./Dönem
1. İlave sipariş	14.000 x 580	=	8.120.000,- TL./Dönem
			<u>35.461.920,- TL./Dönem</u>

Görüldüğü gibi yeni siparişin alınmasıyla önceki duruma göre toplam katkı 1.377.000,- TL. artmıştır.

Yeni üretim programından sonra hala B bölümünde 53.396, D bölümünde de 15.984 birim kul-

lanılmayan kapasite vardır. Bu yeni durumdan sonra birim başına 630,- TL katkı sağlayacak ve maksimum 12.000 birim satılabilecek ikinci bir siparişin alınmasının uygun olup olmayacağı araştırılabilir. Bu ikinci siparişin bölümlerde birim başına neden olacağı kapasite kullanımları aşağıdaki gibi olsun:

A	1.20
B	6.00
C	0.30
D	0.80
E	1.00

Yeni duruma göre çözüm yapıldığında optimal üretim bileşimi aşağıdaki gibi olur.

1 Nolu ürün	0		
2 Nolu ürün	12.300	x 350	= 4.305.000,- TL./Dönem
3 Nolu ürün	3.824	x 460	= 1.759.040,- TL./Dönem
4 Nolu ürün	8.400	x 440	= 3.696.000,- TL./Dönem
5 Nolu ürün	35.406	x 380	= 13.454.280,- TL./Dönem
1 Nolu sipariş	14.000	x 580	= 8.120.000,- TL./Dönem
2 Nolu sipariş	11.069	x 630	= 6.973.470,- TL./Dönem
			<u>38.307.790,- TL./Dönem</u>

2 Nolu siparişin alınmasıyla elde edilecek toplam katkı 38.307.790,- TL. sına yükselmiş bulunmaktadır.

SONUÇ

Sanayi işletmelerinde üretim plânlaması, ürünlerin katkı paylarına göre yapıldığında optimal üretim bileşimi kolay bir şekilde hesaplanabilmektedir. Birden çok sınırlayıcı şart olmadığı durumda sorunun geleneksel yöntemlerle çözümü mümkündür. Ancak muhtelif işletme bölümlerinde sınırlayıcı şartlar ortaya çıktığında, sorun ancak bilgisayarlar yardımıyla çözülebilir.

Tek bir sınırlayıcı şart durumunda, problemin çözümü sınırlı kapasite birimi başına hesaplanacak katkı paylarına göre yapılır. Birden çok sınırlayıcı şart söz konusu olduğunda, problemin doğrusal optimizasyon yöntemleriyle çözülmesi gerekir. Bunun içinde genellikle bilgisayarların kullanılması zorunlu olur.

Bilgisayarlar ve bilgisayar programlarındaki son gelişmeler, daha önceleri genellikle teorisyenlerin uğraştığı doğrusal optimizasyon modellerinin, pratikte geniş uygulama alanı bulmasına neden olmuştur. Bu konuda en önemli sorun verilerin bilgisayar programlarına uygun bir hale getirilmesidir. Ancak verilerin uygun hale getirilmesinin de ön şartı, o işletmenin muhasebe sisteminin ürünlerle ilgili birim katkıları hesaplanabilecek şekilde organize edilmiş olmasıdır. Aksi halde, bilgisayar ve ilgili programları ne kadar gelişmiş olsa da, bunlardan üretim plânlamasında etkin bir şekilde faydalanılması mümkün olmaz.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Däumler, Klaus-Dieter ve Jurgen Grabe. Kostenrechnung 2. Deckungsbeitragsrechnung. Herne/
Berlin: Verlag neue Wirtschafts-Briefe, 1982

Kilger, Wolfgang. Einführung in die Kostenrechnung. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1980.

_____ Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung. Wiesbaden: Verlag Gabler,
1981

Müller-Merbach, Heiner. Operation Research Methoden und Modelle der Optimalplanung. 2. Auf-
lage, München: Verlag Franz Vahlen, 1971.

Öztürk, Ahmet. Yöneylem Araştırması. Bursa: Uludağ Üniversitesi Yayını, No: 3-040-0113, 1984.

Riedel, Günter. Deckungsbeitragsrechnung -wie aufbauen, wie nutzen? Stuttgart: Taylorix Fachver-
lag Stiegler und Co., 1978.