

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETMELERDE ÜRETİM PROGRAMLARININ
HAZIRLANMASINDA LİNEER OPTİMİZASYON
MODELİNİN KULLANILMASI ve BUNA
YÖNELİK BİR UYGULAMA**

Murat ÇETİNBAĞ

**SBE İşletme Anabilim Dalı İşletme Yönetimi Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Hayri BARAÇLI

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. ÜRETİM SİSTEMLERİ ve ÜRETİM YÖNETİMİ.....	1
1.1 Üretim ve Üretim Sistemi	1
1.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	3
1.2.1 Geleneksel Üretim Sistemleri.....	4
1.2.1.1 Ürüne Uygulanan Stok Politikasına Göre Sınıflandırma.....	4
1.2.1.2 Ürün Çeşidi ve Üretim Miktarına Göre Sınıflandırma	5
1.2.1.3 Üretim Sürecine Göre Sınıflandırma	10
1.2.2 Çağdaş Üretim Sistemleri	11
1.2.2.1 Hücresel Üretim Sistemi	11
1.2.2.2 Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri	13
1.2.2.3 Tam Zamanında Üretim Sistemi	13
1.2.2.4 Esnek Üretim Sistemleri	15
1.2.2.5 Optimum Üretim Teknolojisi	15
1.3 Üretim Yönetimi.....	16
2. ÜRETİM PLANLAMA ve ANA ÜRETİM PROGRAMLAMA	22
2.1 Üretim Planlama.....	22
2.1.1 Üretim Planlama Faaliyetlerinin Dönemsel Bazda Sınıflandırılması.....	22
2.1.1.1 Uzun Dönemli Planlama Faaliyetleri.....	23
2.1.1.2 Orta Dönemli Planlama Faaliyetleri	23
2.1.1.3 Kısa Dönemli Planlama Faaliyetleri.....	23
2.1.2 Üretim Planlamada Temel Yaklaşımlar.....	24
2.1.2.1 Sabit Üretim Hızına Göre Planlama	27
2.1.2.2 Değişken Üretim Hızına Göre Planlama.....	28
2.1.2.3 Karma Planlama	28
2.2 Ana Üretim Programlama	28
2.2.1 Rotalama	32
2.2.2 İş Yükleme	33
2.2.3 İş Sıralama.....	33
2.2.4 İş Programlama.....	36
3. ÜRETİM YÖNETİMİNDE KARAR PROBLEMLERİ ve KULLANILAN KARAR YÖNTEMLERİ.....	41

3.1	Karar Vermenin Yapısı	42
3.2	Karar Ölçütleri.....	44
3.2.1	Belirlilik Ortamında Karar Verme.....	45
3.2.2	Risk Ortamında Karar Verme	45
3.2.3	Belirsizlik Ortamında Karar Verme.....	45
3.2.3.1	Laplace Ölçütü	46
3.2.3.2	Minimaks Ölçütü	46
3.2.3.3	Maksimaks Ölçütü	46
3.2.3.4	Pişmanlık (Minimaks Regret) Ölçütü	46
3.3	Doğrusal Programlama	47
3.3.1	Doğrusal Programlamanın Uygulandığı Alanlar.....	48
3.3.2	Doğrusal Programlamanın Dayandığı Varsayımlar	49
3.3.3	Doğrusal Programlamanın Matematiksel Yapısı.....	50
3.3.3.1	Amaç Fonksiyonu.....	52
3.3.3.2	Kısıtlayıcı Fonksiyonlar	52
3.3.3.3	Pozitif Kısıtlama.....	53
3.4	Doğrusal Programlamanın Çözüm Teknikleri	54
3.4.1	Grafiksel Yöntem	54
3.4.2	Simpleks Yöntemi	56
3.4.2.1	Simpleks Yönteminde Kullanılan Değişkenler	57
3.4.2.2	Simpleks Yöntem Uygulamalarının Türleri.....	58
3.5	Üretim Planlamada Karşılaşılan Karar Problemleri	60
4.	ÜRETİM YÖNETİMİNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	62
4.1	Üretim Planlamada Doğrusal Programlama.....	62
4.1.1	Çok Ürünlü Sistemler	63
4.1.2	Çok Süreçli Sistemler	64
4.1.3	Çok Tesisli Sistemler	64
4.2	Üretim Programlamada Doğrusal Programlama	64
4.2.1	Doğrusal Programlama İle İş Yükleme.....	65
4.2.2	Doğrusal Programlama İle İş Sıralama.....	66
4.2.3	Doğrusal Programlama İle İş Programlama.....	66
5.	UYGULAMA.....	68
6.	SONUÇ.....	78
	KAYNAKLAR.....	81
	EKLER.....	83
	Ek 1	84
	Ek 2	85
	ÖZGEÇMİŞ.....	107

SİMGE LİSTESİ

$Z_{Max/min}$	Amaç Fonksiyonu
c_i	Birim Getiri Miktarı
x_i	Ürün Kalitesi
b_i	Kısıtlayıcı Fonksiyon
s_i	Aylak Değişken

KISALTIMA LİSTESİ

AÜP	Ana Üretim Programı
ÜPK	Üretim Planlama ve Kontrol
CPM	Critical Path Method
PERT	The Project Evaluation and Revision Technique
TZÜ	Tam Zamanında Üretim
OPT	Optimum Üretim Teknolojisi
MRP	Material Requirements Planning
MPS	Master Production Scheduling
APICS	American Production and Inventory Control Society
PERT	Program Evaluation and Review Technique
CPM	Critical Path Method
DP	Doğrusal Programlama
DNC	Direct Numeric Control

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Genel bir üretim sistemi	3
Şekil 1.2 Üretim sisteminin yönetimi	17
Şekil 2.1 Arz ve talebin dengelenmesi	30
Şekil 2.2 Ana üretim programlama süreci.....	31
Şekil 4.1 Konveks Alanlar	56
Şekil 4.2 Konveks Olmayan Alanlar	56
Şekil 5.1 Ön sipariş giriş ekranı.....	72
Şekil 5.2 Ürün bazlı üretim programlama ekranı	73
Şekil 5.3 Günlük üretim programı	74
Şekil 5.4 Sonuçlanan ön sipariş ekranı	75
Şekil 7.1 Solver bileşeni etkinleştirilmesi	84

ÖNSÖZ

Bu çalışma, günümüz yöneticilerinin karar verme anlayışlarını sezgisel olduğu kadar matematiksel olarak yönlendiren ve işletme bilimcilerinin “Yönetimin Sayısal Okulu” olarak adlandırdıkları karar verme mekanizmalarından belirsizlik altında karar verme başlığı altındaki “Doğrusal Programlama” konusunu ele almak amacıyla hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu çalışmada, ele alınan işletme içindeki günlük verilerin doğrusal programlama modeli ile modellenmesinin ardından, karı maksimize edebilmek amacıyla optimizasyonunu yapıp günlük üretim programını hazırlayan bir uygulama geliştirilmiştir.

Geliştirilen uygulamada Microsoft firmasının Excel programı ile birlikte gelen “Solver” isimli bileşeninden yararlanılmıştır.

Uygulama aşamasından önce üretim, üretim sistemleri, üretim planlama, karar teorileri ve doğrusal programlama konuları hakkında bilgilere yer verilmiştir.

ÖZET

Günümüz yöneticileri, çoğu zaman sınırlı kaynaklar ve biriken talepler karşısında gelirlerini maksimize edecek veya maliyetlerini minimize edecek yönde kararlar vermek durumunda kalmaktadırlar. Bu, özellikle üretim planlama aşamasında karşı karşıya kalınan bir durumdur. Çoğu zaman gerçek maliyetler hesaplanmadan yapılan programlar neticesinde işletmenin elde edebileceğinden daha az kar elde edilmektedir. Doğrusal programlama, gerçek maliyetler ve işletme kısıtlarının matematiksel olarak formüle edilebilirliği mümkün olduktan sonra, karı maksimize edecek veya maliyeti minimize edecek en iyi ve en optimum çözümü sunan matematiksel bir karar ölçütüdür.

Bu çalışmada; İstanbul ili Tuzla ilçesinde faaliyet gösteren Turkuaz Eşarp isimli tekstil işletmesinin karını maksimize edebilmesi amacıyla, mevcut maliyetler ve günlük sipariş talepleri ile birlikte makina ve teçhizat kısıtları göz önünde bulundurularak günlük üretim programının bir program aracılığıyla otomatik olarak hazırlanabilmesi üzerinde çalışılmıştır. Hazırlanan uygulama Microsoft firmasının ofis programları içerisinde bulunan Excel programının Solver isimli hesaplama bileşeni ile geliştirilmiştir. Bahsedilen hesaplamalar yapılırken karı maksimize edebilmek amaç fonksiyonunu, işletmenin ayrı ayrı masa ve makina kapasite kısıtları, sipariş teslim tarihleri ve günlük talep edilen ürün miktarları problemin kısıtlarını oluşturmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğrusal programlama, lineer optimizasyon, üretim, üretim planlama, üretim programlama, Excel Solver.

ABSTRACT

Managers of today are often faced with the problem of allocating limited resources between competing demands in order to maximize income. This kind of problem arises, especially in production planning area. Firms get less income instead of more because of not to calculate the real costs. Linear programming offers the best and optimum solution as a decision support tool if the real costs and constraints can formulate as mathematically.

In this study, a computer program has developed for preparing the daily production program using LP, with constraints of costs, daily demands and capacity of machines for maximizing the income of a textile company called Turkuaz Esarp in Tuzla, Istanbul. Program which is developed was coded with Solver component of Excel trademark of Microsoft company. Income maximization has become main function and capacities of machines and table printings, date of demand and daily demand amounts are constraints of mathematical model.

Keywords: Linear programming, linear optimization, production, production planning, production programming, Excel Solver.

1. ÜRETİM SİSTEMLERİ ve ÜRETİM YÖNETİMİ

En genel bakış açısı ile üretim “ekonomik değeri olan mal veya hizmetlerin oluşturulmasını sağlayan faaliyetler bütünü” olarak tanımlanabilir. Burada önemli olan üretim sonunda ortaya çıkan mal veya hizmetin ekonomik bir değerinin olması ve/veya bir yarar yaratmasıdır. Örnek vermek gerekirse bir ağacın dalını koparmak, koparılan ağaç dalının herhangi bir kişiye yararı varsa üretim olarak algılanabilir. Benzer olarak yakılan kömürden arta kalan cürufun hiç kimseye bir yararı olmadığından üretim olarak nitelendirilemez¹.

Çalışmanın bu ilk bölümünde üretim ve üretim sistemleri üzerinde durulacak, üretim yönetimi kavramına giriş yapılacaktır.

1.1 Üretim ve Üretim Sistemi

Üretim, en yalın tanımıyla “yaratılan değer”, “ekonomik bir anlamı olan herhangi bir şeyi ortaya çıkarmak için ortaya konan faaliyet” olarak da düşünülebilir. Üretim sözcüğü yalnızca bir ürünün ortaya çıkması ya da oluşturulması amacıyla yapılan faaliyetler için değil, aynı zamanda bir ürüne değer katmak, değerini artırmak amacıyla yapılan faaliyetler için de kullanılır. Bu anlamda mal ve hizmetleri ortaya koymak amacıyla yapılan her türlü çabaya üretim denir. Üretim, yarar yaratmak veya mal ve hizmetlerin yararını artırmaktır. Üretim başlıca dört yolla gerçekleştirilir²:

1. Biçim değişikliği yoluyla (ağaçtan sandalyeye, kumdan sıvaya vb.)
2. Yer değişikliği yoluyla (nakliye vb.)
3. Zaman değişikliği yoluyla (soğuk hava depoculuğu vb.)
4. El değiştirme yoluyla (ticaret)

Üretim kavramı ekonomistler ve mühendisler tarafından ayrı biçimlerde tanımlanır. Ekonomistler üretimi “yarar yaratmak” şeklinde tanımlarlar. Mühendisler ise, fiziksel bir varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapmayı veya hammadde ya da yarı ürünleri, kullanılabilir bir ürüne dönüştürmeyi üretim sayarlar. Sonuç olarak üretim; temel amacı topluma değer yaratmak olan ve insan gereksinimlerinin, doğa tarafından tam olarak

¹ Mehmet Tanyaş ve Murat Baskak, Üretim Planlama ve Kontrol (Birinci basım. İstanbul: İrfan Yayımcılık, 2003), s.15.

² Aynı.

karşılanmaması sonucu ortaya çıkan ve insanlar tarafından geliştirilen bir etkinliktir.

Sistem, amacı doğrultusunda birbirleri ve çevresi ile, süreçlere dayalı etkileşimi olan öğeler topluluğudur. Üretim sistemi açık bir sistem olup girdiler dönüştürme süreçlerinden geçirilerek çıktılar haline getirilir. Girdiler, temel olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır³:

1. Doğal kaynaklar (toprak, madenler, su, hava)
2. Emek (işgücü)
3. Sermaye

Üretim Yönetimi açısından ise girdiler beş madde halinde ifade edilebilir:

1. Malzeme
2. İşçilik
3. Sermaye (arsa, bina, donanım, demirbaşlar)
4. Enerji
5. Diğer

Çıktılar; ürün, yarı ürün, yan ürün ve hizmetlerdir. Artıklar da istenmeyen çıktı olarak tanımlanabilir. Üretim süreçleri, üretim ve hizmet çıktılarının elde edilmesi için gerçekleştirilen dönüştürme süreçleridir. Süreç; işlem, taşıma, kontrol ve stoklama gibi faaliyetlerden oluşmaktadır. Üretim sistemleri sürecinde insanlar, malzeme, enerji ve makineler kullanılarak bir dönüşüm gerçekleştirilir. Bu dönüşüm, metalin işlenmesi ya da ahşabın kesilmesi şeklinde olabileceği gibi, bilginin işlenmesi şeklinde de olabilir. Üretim sisteminin gerek öğeler arası ve gerekse çevre ile olan ilişkilerinde sürekli bir değişim yaşanacağından sistemde bir geri besleme yapısı oluşturulması ve sistemin amacı doğrultusunda gerekli önlemlerin zamanında alınması gerekmektedir.

Üretim sistemi, şirket organizasyonel yapısının bir parçasıdır ve pazarlama, satış, finansman, insan kaynakları, satınalma gibi firmanın diğer işlevsel alanlarında verilen kararlardan

³ İsmet Mucuk, Modern İşletmecilik (Onüçüncü basım. İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2001), s.201.

etkilenir. Çeşitli dış çevresel etkiler de, şirketin tüm işlevlerine etki etmektedir⁴. Şekil 1.1’de temel bir üretim sistemi görünmektedir.



Şekil 1.1 Genel bir üretim sistemi⁵

Elimizde bulunan girdilerin belirli bir transformasyon yani dönüşüm sürecinden sonra çıktılara dönüşmesiyle tamamlanan üretim sisteminin kendi içindeki sınıflandırması bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

1.2 Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sisteminin tipinin belirlenmesi üretim planlamanın ilk aşamasıdır ve üretim sisteminin tipi de işletme içindeki fabrika ve işgücü düzenlemeleriyle belirlenir. Burada üretim tipinin belirlenmesi, üretimin stoğa mı yoksa siparişe göre mi yapılacağı, satış miktarı ve siparişlerin sıklığı ile doğrudan ilişkilidir. Genel bir kural olarak yüksek üretim miktarları otomasyona ve düşük üretim hacimleri de insangücüne uygundur. Sayısal kontrollü tezgahlar aşağı yukarı eşit verimlilikle iki hacim tipinde üretimde de kullanılabilirler. Ama eğer makinalar yüksek kapasiteyle kullanılmayacaksa karşılanması zor olan ilk maliyetlere sahiptirler.

Üretim sistemleri, tarihsel gelişimi gözönüne alınırsa iki genel sınıfa ayrılabilir:

1. Geleneksel Üretim Sistemleri
2. Çağdaş Üretim Sistemleri

⁴ Tanyaş, Ön. Ver., s.17.

1.2.1 Geleneksel Üretim Sistemleri

Geleneksel üretim sistemleri içerisinde üç çeşit sınıflandırmadan söz etmek mümkündür. Bunlar, bir sonraki kısımda incelenmektedir.

1.2.1.1 Ürüne Uygulanan Stok Politikasına Göre Sınıflandırma

Ürüne uygulanan stok politikası açısından üretim üç sınıfa ayrılabilir⁶:

1. Stok için Üretim (Make-to-Stock)
2. Sipariş için Üretim (Make-to-Order)
3. Siparişe Göre Son İşlemler (Assemble-to-Order)

Firmanın ürettiği ürüne uyguladığı stok politikası, onun üretim tipini belirler. Stok politikasını bir işlev olarak ele alırsak, ürünün teslim zamanı ve müşterinin ürün üzerinde istediği özelleştirme, bu işlevin değişkenleri olacaktır. Yukarıdaki üretim tipleri de, değişkenlerin değerlerine bağlı olarak bu işlevin alacağı değere göre oluşacaktır. Burada önemle üzerinde durulması gereken bir konu da sürekli bir fonksiyonda olduğu gibi üretim sistemlerinin de bu şekilde sınıflandırılmasında bir kesikliğin sözkonusu olmamasıdır. Yani bir firmanın üretim sistemi yukarıdaki sınıflandırmalardan bir tanesine girmeyebilir, iki sınıfın arasında kalabilir veya birden çok sınıfa girebilir.

Bir ürünün üretim sürecinin toplam uzunluğu, siparişin geldiği andan itibaren şu şekilde hesaplanır:

Toplam Süre = Ön imalat Süresi + Montaj Süresi

- **Stok İçin Üretim:** Müşteri eğer alacağı ürün tipi itibariyle ön imalat süresini ve montaj süresini bekleyemeyecek durumdaysa, bu durum stok için üretime uygun bir durumdur. Çünkü ürün müşterinin sipariş talebinden bağımsız olarak daha önce üretilmiş olacak ve sipariş anından hemen sonra stoktan teslim edilecektir. Ancak böyle bir durumda müşteri, ürün üzerinde bir özelleştirmeden söz edemez. Ayrıca bu tür bir üretim tipi firmaların içinde buldukları sektör veya pazar için riskli olabilir, çünkü ürüne sürekli ve düzgün bir talebin olması gerekir. Bu tür üretimler; civata, somun gibi çok sık kullanılan parçaların üretiminde veya çimento, kömür vb.

⁵ Aynı.

⁶ Aynı, s.23.

ürünlerin üretiminde görülmektedir.

- **Sipariş İçin Üretim:** Bazen müşteri ürün üzerinde mutlaka bir özelleştirmeye gereksinim duyuyor olabilir ve üretim için geçecek toplam süreyi beklemeyi göze alabilir. Bu durumda yapılabilecek üretim, sipariş için üretim olup, bu üretim tipinde elde salt hammadde stoğu bulunur ve ilk önce bunlar işlenir. Daha sonra bu parçalar birleştirilerek veya bir şekilde biraraya getirilerek üretim tamamlanır. Sonuçta tam anlamıyla müşterinin gereksinimi olan ürün üretilmiş olur. Bu tür üretim için verilebilecek örnek terzilik olabilir. Müşteriden gelen istek doğrultusunda, istenilen renkte ve kalınlıkta kumaş kesilir ve daha sonra bunlar dikilir. Ürünün son şekli müşterinin tam olarak istediği görünümde ve bedenine uygun tipte olur.
- **Siparişe Göre Son İşlemler:** Yukarıdaki iki stok politikasının karışımı gibidir. Bu üretim tipinde ana parçalar, alt montaj grupları (özellikle farklı ürünlerde kullanılabilir olanlar) ve opsiyonel (isteğe bağlı) parçalar üretilir veya satın alınarak stoklanır. Bu sayede bir sipariş geldiğinde müşterinin bekleme süresi, montaj süresi ile sınırlanmış olur ve müşterinin siparişine daha erken yanıt verilmiş olur. Bu stok politikası standart ürünleri veya model farklılığı olan benzer ürünleri sipariş üzerine yapan firmalarda kullanılır. Aksesuarları ve isteğe bağlı parçaları ile yüzden fazla çeşit yaratan bilgisayar üretimi, bu tip için iyi bir örnek oluşturabilir. Müşteriden gelen konfigürasyona göre bilgisayar toplanmaya başlanır. Her parçanın çeşidi çoktur (ekran kartları, anakartlar, harddisk kapasitesi, RAM kapasitesi vb.). Ancak tüm çeşitler stokta vardır ve parçalar stoktan alınarak monte edilir⁷.

Yukarıda tanımlanmış olan stok politikalarından birini seçmek durumunda olan bir firma, yapmış olduğu ürünün veya ürünlerin, üretim çeşitleri içindeki konumunu da belirlemiş olmaktadır. Bu nedenle verilen bu karar “Ürün Konumlandırma Stratejisi” (Product Positioning Strategy) olarak adlandırılmaktadır.

1.2.1.2 Ürün Çeşidi ve Üretim Miktarına Göre Sınıflandırma

Üretim, ürünün çeşit ve miktarına göre aşağıdaki şekilde dört farklı grupta sınıflandırılabilir:

1. Proses Tipi Üretim (Process Type Production)

⁷ Mucuk, Ön. Ver., s.213.

2. Kitle Üretimi (Mass Production)
3. Parti Üretimi (Lot Production)
4. Proje Tipi Üretim (Project Type Production)

Ürünün çeşit ve miktarına göre yapılan sınıflandırmaların ayrıntılı açıklamaları aşağıda yer almaktadır:

- **Proses Tipi Üretim:** İmalat sürecini oluşturan malzemenin akışkan olduğu üretim şeklidir. Bu üretim tipi için kimya sanayi (örneğin deterjanlar) ve sıvı ürünlerin imalatı (örneğin meşrubat) birer örnektir. Bu tür üretim yapan firmalarda genelde üretim planlama bölümü bulunmaz, çünkü talep oldukça düzgündür ve çeşit azdır. Çimento, bira, zeytinyağı gibi ürünlerin talep miktarları çok yüksektir ve sürekli olarak fazla miktarlarda üretilirler. Standart ürünler olduklarından, üretim stok için yapılır ve müşteri istekleri stoktan karşılanır. Birkaç çeşit benzer ürünün büyük miktarlarda üretildiği proses tipi üretim, ürün çeşidi çok az ve üretim hacmi yüksek olduğunda kullanılan bir üretim tipidir. Tipik örnekler olarak kimyasal ürünlerin ve sıvıların üretimi ya da kağıt veya tel üretimi verilebilir. Hızlı olması amacıyla özelleşmiş ve bu nedenle yatırımı yüksek olan donanım kullanılır. İşler küçük öğelerine ayrılarak işçilere atanmış olduklarından, takımlar ve yöntemler işe özel olduğundan verimlilik yüksektir. Genelde nitelikli işgücü gerekli değildir⁸.
- **Kitle Üretimi:** Üretilen ürünler için üretim hatlarının kurulduğu, aynı tip ürünün kitleler halinde çok büyük miktarlarda üretildiği üretim şeklidir. Buradaki üretim hatlarındaki makinalar ve tezgahlar özel amaçlıdır ve üretimin amacı hızlı ve çok sayıda ürün üretmektir. Otomobil veya beyaz eşya üretimini, bu tip üretime örnek olarak verebiliriz. ÜPK (Üretim Planlama ve Kontrol) son derece önemlidir. Otomobil, buzdolabı, araba lastiği gibi ürünler, yüksek talebi olan standart ürünler olmasına rağmen, farklı müşteri beğenisi, kullanım boyutları ve özellikleri nedeni ile her farklı tip için kitleler halinde üretilirler. Kitle üretiminde ürün çeşidi, proses tipi üretime göre artmıştır. Ürünler tek tek birimler halinde, birbirini izleyen iş istasyonlarından -genellikle otomasyon kullanılan bir transfer sistemiyle- geçerler ve bunlara akış hatları adı verilir. Her iş istasyonunda iş bir diğerinden bağımsız olarak

⁸ Tanyaş, Ön. Ver., s.19.

yürütülür ve aynı sürede (çevrim süresi) tamamlanır. Bu tür üretim genellikle yüksek talep hacmi olan standart ürünler için geçerlidir. Bu ürünlerin yıl içindeki talep miktarları süreklidir ve kestirilebilir. Önceden planlama evresi büyük önem taşır, çünkü öncelikle donanım yatırım maliyetleri, parti üretimine ve proje tipi üretime göre oldukça yüksektir. Bunun nedeni belirli işleri yüksek verimlilik ve hızla yapabilecek özel donanımlar kullanılmasıdır. Örneğin bir parçayı işi biten istasyondan alıp bir sonraki istasyona uygun şekilde besleyen bir transfer donanımı gibi. Bu nedenle üretim hatlarının esnekliği ileride sözedilecek diğer yöntemlere göre düşüktür. Diğer özelliklerinin arasında; sabit ve esnek olmayan malzeme taşınması, yüksek donanım yatırımı, görece düşük hammadde ve süreç içi stok ile özel amaçlı donanım sayılabilir. Kitle üretiminin kritik sorunları şunlardır⁹:

- Üretim hattının iyi dengelenmesi
 - Hat tezgahlarının güvenilirliği ve bakımı
 - Zamanında hammadde gelmesi
 - Uygun ara stok miktarının belirlenmesi
- **Parti Üretimi:** Kısıtlı miktarlarda üretim sözkonusudur ancak çok çeşit veya aynı malın farklı seçenekleri vardır. Bu durumda her partide aynı tür mal üretilir; ürün tipi değiştiği zaman başka bir partinin üretimine geçilmiş olur. Böylece üretim hattı sıra ile farklı ürünlere ayrılmış olur. Bu tür üretim tipinde üretim planlama bölümü önemlidir. Otomotiv sanayi için radyatör fanı üretmek bu üretim tipi için bir örnek oluşturabilir. Üretilen sadece radyatör fanıdır ancak her partide farklı özelliklerde ve farklı firmalara farklı radyatör fanı üretilmektedir. Üretilen ürün çeşidi arttıkça ve üretim miktarları azaldıkça, üretim partiler halinde yapılacaktır. Döküm ve dövme parçalar, pompalar, redüktörler gibi ürünler, yapılan anlaşmalara, siparişlere göre üretilirler. Sözkonusu ürünlerden standart olanlar için bir miktar üretim stoğa yönelik yapılır. Bu tip üretime Parti Üretimi denilmektedir. Üretilen miktar o ürüne ilişkin bir seri üretim hattının geliştirilmesine yol açacak büyüklükte değildir. Bu nedenle genel amaçlı donanımdan ve bunları kullanabilecek nitelikli işgücünden yararlanılarak değişik ürünler üretilir. Bu durumda operasyon ve hazırlık maliyetleri artacak ancak ürüne özel donanım

⁹ Aynı, s.20.

alımından kurtulunacaktır. Parti hacmi büyüdükçe parti üretiminden kitle üretimine geçiş sözkonusudur. Bu üretim tipinde parti miktarını belirlemek önemlidir ve parti miktarının belirlenmesinde hazırlık süresi ve maliyetleri önemli rol oynar. Önce işlerin değişik bölüm veya tezgahlara atanarak yüklenmesi, sonra da işçilere ve tezgahlara yüklenen işlerin öncelikleri belirlenerek iş sıralaması yapılması gereklidir. Bunun için; belirli bir parti üretimi yapmak için gerekli olacak bölümler, bu bölümlerde çalıştırılacak tezgahlar ve bunların alternatifleri, malzeme ve takımlar, her işlemin operasyon ve hazırlık süreleri ve son olarak da ekonomik parti miktarı belirlenir. Her partinin ayrı teslim zamanları olabileceğinden bunların öncelik sırasının da belirlenmesi gereklidir. Parti üretiminde malzeme taşıma yüksektir ve zaman zaman partiler, üretimin farklı evrelerinde aynı bölümden yeniden geçebilirler. Tezgahlar arasındaki bu geliş-gidişin yüksek olması, ara stokların da yüksek olmasına yol açar. Bu nedenle stoğa ayrılan alan büyüktür. İşletmede otomasyon çok düşük olmasına rağmen esneklik yüksektir ve piyasadaki dalgalanmalara daha kolay ayak uydurulabilir. Hazırlık sürelerinin yüksek olması, malzeme ve yarı ürün taşımalarının bolluğu nedeniyle parti üretiminde verimlilik yani katma değer ekleyen üretimde harcanan zaman yüzdesi düşüktür¹⁰.

- **Proje Tipi Üretim:** Bu tip üretimde üretilecek ürün, genelde yer değiştirmez. Ürün tasarımı tümüyle müşterinin isteği doğrultusunda gerçekleşmiştir. Gerekli malzeme, ekipman ve tezgah, üretim alanına getirilir. Tüm malzeme ve iş akışı, sözkonusu ürün etrafında döner. Gantt Diyagramları, CPM (Critical Path Method) veya PERT (Project Evaluation and Revision Technique) tipi bir üretim planlama sözkonusudur. Örnek olarak gemi inşaatını, köprü ve diğer inşaat işlerini, yazılım programı hazırlamayı veya yeni bir ürünün tasarımı ve piyasaya sürülmesini gösterebiliriz. Proje Tipi Üretim'in temel özelliği, özellikleri belirlenen ürünün üretiminin bir veya birkaç kereye özgü olmak üzere yapılması ve talebin önceden kesin olarak bilinmekte olmasıdır. Parti ya da kitle üretimine göre üretim miktarı çok daha düşüktür ve dolayısıyla ürün başına maliyetler diğer üretim tiplerinde olana göre yükselebilir¹¹.

Proses tipi üretimden proje tipi üretime doğru bu üretim sınıflarını sırasıyla bir aşama olarak düşünebiliriz. Örneğin ürün çeşidi proje tipi üretime doğru gidildikçe daha fazladır, proses tipi

¹⁰ Nesime Acar, Malzeme İhtiyaç Planlaması (Sekizinci basım. Ankara: MPM Yayınları, 2003), s.38.

¹¹ Tanyaş, Ön. Ver., s.27.

üretimde ise daha azdır.

Bir işletmede birden fazla üretim sözkonusu olabilir. Örneğin otomobil fabrikasında otomobiller kitleler halinde üretilirken, döküm veya dövme parçalar partiler halinde üretilir.

Literatürde üretim tiplerinin sınıflandırılması konusunda düşünce birliği bulunmamasına rağmen, proses tipi üretim ve kitle üretimi ile parti üretimi ve proje tipi üretim kesinlikle birbirinden ayrılmıştır. Proses tipi üretim ile kitle üretimi sürekli üretim, parti üretimi aralıklı üretim, proje tipi üretim ise sipariş tipi üretim olarak da anılmaktadır.

Sürekli (Seri) Üretim, yüksek miktarlarda üretilen ama düşük düzeyde çeşitlilik gösteren ürünler için uygulanan üretim şeklidir. Sürekli üretimde, birbirinden farklı operasyon sıralarına ve yardımcı üretim araçlarına gereksinim duyan değişik ürünlerin üretiminde oluşan zorluklar yoktur. Ana özelliği; ürün akışı (ürünün hareket halinde olması) ve tesislerin üretilen ürüne göre tasarlanmasıdır. Sürekli üretim, proses tipi üretim ve kesikli seri üretim olmak üzere iki türdür. Proses tipi üretimde, işlenen hammadde ve ürünler, doğal yapıları itibarıyla kendiliğinden akarlar. Çimento, şeker, petrokimya ve gıda maddeleri üretimi gibi. Kesikli seri üretimde ürün, tek tek birimler halinde, birbirini izleyen iş istasyonlarındaki gerekli işlemlerin yapılmasıyla oluşur.

Aralıklı Üretim tipindeki üretim sistemlerinde belirli bir siparişi ya da sürekli talebi karşılamak için benzer veya aynı cinsten ürünler, partiler halinde üretilir. Bu sistemlerin en büyük özelliği, bir parti bitmeden diğerinin üretimine geçilmemesidir. Ayrıca talep sürekli ve sipariş tipi üretimde olduğu kadar değişken değildir. Bu sistemlerde iki ana sorun; parti büyüklükleri ve parti adetlerinin saptanması ve partilerin çizelgelenmesidir.

Parti büyüklükleri ve parti yinelenmeleri arttıkça kazanılan deneyim, üretimin planlanması, planın uygulanması ve kontrolündeki en önemli zorluklardan biri olan belirsizliği azaltır. Parti tipi üretimde stok için üretim gerçekleştirilmektedir. Üretim için gerekli etmenler, büyüklükleri yüksek partiler için hazırlanır. İşlemlerin yinelenmesi sonucunda atölye düzeyinde beceri artar. Parti tipi üretimde, ÜPK çalışmaları sipariş tipi üretime göre daha kolaydır. Partinin bir kerelik veya belirsiz aralıklarda ya da belirli aralıklarda üretilmesi de planlama çalışmalarını kolaylaştırabilir, zorlaştırabilir.

Genelde sipariş tipi üretimle parti üretiminin bir kısmı (bir kerelik parti üretimi ve az sayıda belirsiz aralıklarda parti üretimi) kesikli üretim olarak tanımlanır. Parti üretiminde belirli

aralıklarda, sık sık yinelenen büyük partilerin üretilmesi, bu tip üretimi sürekli üretim sınıfına sokar.

Küresel rekabet koşullarında yeni teknoloji sistemleri ile geleneksel seri üretimden çok işlevli parti üretimine geçiş sözkonusudur. Örneğin; otomobil fabrikalarındaki modeller gibi.

Sipariş Tipi Üretim, küçük miktarlarda üretilen ama yüksek düzeyde ürün çeşitliliğini içeren belirli siparişleri karşılamak üzere yapılan üretimdir. Ürün çeşitliliği ve düşük üretim miktarları işlemlerde yinelenmeyi en az düzeye indirmektedir. Bu sistemlerde, birçok değişik işlemi yapabilen çok işlevli tezgahlar kullanılır. Esnek üretim yapısı ile daha nitelikli elemanlara gereksinim duyulur. Talep yapısındaki değişkenlik nedeniyle üretim yönetimi çalışmalarında bazı zorluklarla karşılaşılır. Uzay ve havacılık endüstrisi, makina takım ve özel aparatları, sipariş tipi üretimin örnekleridir. Yüksek düzeyde imalat ara stokları, düşük tezgah ve işçi kullanımı, yüksek iş akışı ile denetim güçlükleri yaşanabilmektedir.

1.2.1.3 Üretim Sürecine Göre Sınıflandırma

Aşağıdaki kısımda geleneksel üretim sistemlerinin sınıflandırılmasında üretim sürecine göre yapılan sınıflandırmalar açıklanacaktır:

- ***Sipariş Tipi Atölye (Job Shop)***: Bu tip üretimde daha çok genel amaçlı takım tezgahları kullanılır. Sisteme giren farklı siparişler, seçenek makinalardan boş olanlarda veya boş yoksa makinalar arkasında kuyruğa alınmak yoluyla üretime sokulur. Sipariş tipi atölye sisteminde makinalar için sözkonusu olan bu durum yüksek makina kullanım süresi verimlerine ulaşılmasını sağlar. Karmaşık iş akışı ise, uzun üretim süresi, büyük süreç içi stoklar, yüksek taşıma değerleri ve kötü kalite şeklinde üretime yansır¹².
- ***Akış Tipi Atölye (Flow Shop)***: Bu sistemde, sisteme giren birimler ardışık olarak aynı sıradaki etkinlikler ile üretilirler. Bir yandan hammadde ve yarı ürün olarak alınan malzemeler, hattan işlemleri tamamlanmış veya ürün durumuna gelmiş olarak ayrılır. Üretim sırasında her tezgahın işlemi için belirli bir süre ayrılmıştır. Bu nedenle duraklama ve ara bekleme süreleri en aza indirilmiştir. Hat üretiminde boş bekleme, gecikmeler ve ara depolardaki yığılmalar, işlem süreleri arasındaki farklardan oluşur.

¹² Aynı, s.30.

Bu farkları gidermek için üretim hattı dengelemesi yapılır.

- **Sabit Konumlu Atölye:** Bu sistemde ürün sabit olup her türlü üretim etmeni ürünün yanına getirilir ve üretim bu noktada gerçekleştirilir. Gemi ve yol, köprü, tünel gibi inşaat işleri bu tür atölye tipine örnektir. Uçak, lokomotif, kule, büyük tank gibi ürünler de belirli üretim aşamalarından sonra sabit konumlu atölye düzeninde üretimlerini tamamlarlar.

İşletmelerde, bu üretim tiplerini kesin olarak birbirinden ayırmak zordur. İşletme içinde birkaç üretim tipini bir arada görmek olanaklıdır. Ancak üretim tiplerinin doğru olarak belirlenmesi, ÜPK çalışmalarının temelini oluşturur, çünkü üretim tiplerinin yapısal çeşitliliğinden kaynaklanan değişik sorunlar, planlama ve kontrol çalışmalarını yönlendirir.

1.2.2 Çağdaş Üretim Sistemleri

Çağdaş üretim sistemlerinde genel olarak beş sınıflandırmadan söz edilmektedir. Bunlar bir sonraki kısımda incelenmiştir.

1.2.2.1 Hücresel Üretim Sistemi

Atölye tipi üretimin işleme göre düzenleme ve akış tipi üretimin ise ürüne göre düzenleme yapılarının belli özelliklerinden yararlanılarak farklı bir sentez olan Hücresel Üretim Sistemi geliştirilmiştir. Hücresel Üretim Sistemleri, sistem içinde benzer imalat karakteristiklerine sahip belirli parça gruplarının (parça ailelerinin) ayrı yerlerde imalatı için işlem, insan ve makina gruplarının oluşturduğu sistemlerdir. Hücredeki tüm birimler hücreye giren tüm parçaları kendi kendine yeter bir düzeyde imal etmek üzere organize edilmiştir.

Bu yaklaşım küçük bir sistemin etkin ve denetlenebilir olma özelliğini büyük bir sisteme yansıtmak amacıyla taşır. Stok düzeyi doğrudan kontrol edilir. Kalite kontrol hücre içinde yapılır. Hücrelere ait tezgahların ve donanımın planlı bakımı kolaylaşır.

Grup teknolojisi, parçaların temelde birbirine benzer olduğundan hareketle, benzer parçaları bulan ve böylece elde edilen gruplar için tek çözüm arayan bir yaklaşımdır. Grup teknolojisi ile hücresel üretim, uygulamada büyük farklar içermemektedir ve birlikte anılan kavramlardır. Grup teknolojisinin en önemli üstünlüğü işlevsel düzenlemeye göre iş akışını basitleştirmesidir. Aynı zamanda akış tipi imalata, tezgah süresi ve verimlerinde büyük dengesizliklere neden olmadan izin vermektedir. Hücresel üretim sistemlerinin

uygulanmasında Şu zorluklarla karŐılaŐılabılır¹³:

1. Sistem deęiŐikliklerini uygulamanın doğasından gelen bir zorluk vardır. Tüm retim sistemini değiştirmek oldukça karmaşık ve zor bir iŐtir.
2. Őirketler, rn yenilikleri için serbestçe para harcar, ama süreç yeniliği için harcamak istemeyebilirler.
3. DeęiŐime karşı olan direnç etkilidir.
4. Karar verme için yanlıŐ ölçütler seçilebilir. Kararlar, salt çıktı veya maliyetten çok, kalite, güvenilirlik, teslim süresi, ürün değişimi veya hacim değişimi için esneklik ölçütlerindeki rekabete dayanmalıdır.
5. Çalışanların ilgisizliği sıkıntı yaratabilir.

Tüm bu sorunların üstesinden gelmenin yolu çalıŐanları eğitmek ve bir Şirket kültürü çevresinde toplayabilmektir. Geleneksel atölye tipi üretimle hücrenel üretim farkı Őudur: Geleneksel sistemde üretim yapısının temel özellikleri; genel amaçlı tezgahlar, nitelikli işgücü, yüksek miktarda malzeme taşınması, hazırlık sürelerinin uzunluğu ve esnekliktir. Bu sistemde genel amaçlı tezgahlar kullanılarak elde edilen esnekliğin bedeli düşük tezgah hızları, uzun hazırlık süreleri, yüksek yarı ürün stoğu ve bunların getirdiği maliyet olarak ödenmektedir. Oysa hücrenel üretimde benzer yapıda parçaların iŐlendięi tezgahlar biraraya toplanmakta ve böylece fabrika içinde ürün parça benzerliklerine ya da ürün ağaçlarına dayalı bir gruplandırma oluşmaktadır. Hcrenel retim getirdiği stnlkler Şu Şekilde sıralanabilir¹⁴:

1. Benzer parçaların iŐlendięi tezgahlar bir arada tutulacağından, tezgahlardaki hazırlık süreleri çok büyük farklılıklar göstermeyecek, böylece hazırlık süreleri düŐecektir.
2. Bir parçaya ilişkin tüm işlemler bir hücreye toplanıldığında, malzeme taŐınmasına harcanan zaman ve para azalacaktır.
3. Benzer tezgahların kullanımından sorumlu iŐçiler geleneksel sistemdeki kadar nitelikli olmak zorunda değildir.

¹³ Aynı, s.34

¹⁴ Aynı.

1.2.2.2 Bilgisayarla Bütünleşik Üretim Sistemleri

Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (CIM), tüm imalat işlevlerinin bilgisayar aracılığı ile bütünleştirilmesidir. CNC (Bilgisayar Sayısal Kontrol), CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım)/CAM (Bilgisayar Destekli imalat), Robot, CAE (Bilgisayar Destekli Mühendislik), CAQ (Bilgisayar Destekli Kalite) gibi birçok gelişmiş imalat teknolojisini içermesinin yanısıra, salt yeni ve gelişmiş bir teknoloji değil, tüm imalat süreci için yeni bir irdeleme yaklaşımıdır. Bilgisayarla Bütünleşik Üretimin en önemli kavramı veritabanıdır. Firma için ilişkisel, sürekli ve anında güncellenebilen hızlı bir veritabanı bilgisayarla bütünleşik üretime geçişte en önemli koşuldur. Bilgisayar Destekli Üretim (CAM), üretimde kullanılan CNC tezgahlarda işlem görecektir parçaların işleme programlarının yapılması ve bu programların sözkonusu tezgahlara aktarılması amacına yönelik donanım ve yazılım sistemidir. Hazırlanan parça işleme programları tezgahlara şerit, kaset veya disket ile gönderilebileceği gibi doğrudan da (DNC: Direct Numeric Control) gönderilebilir. CNC teknolojisi tezgahların yanısıra robotlarda, taşıma ve depolama donanımlarında, her türlü hız ve konum kontrolü yapılan makina ve donanımlarda kullanılabilir. CAM'in öğelerinden biri olan NC (Sayısal Kontrol) Programlama, NC tezgahlar için işleme programlarının hazırlanmasıdır. İlk kez 1954 yılında A.B.D.'deki M.I.T Üniversitesinde elektronik devreler kullanılarak NC tezgahı geliştirilmiştir. 1970 sonrasında ise elektronik devrelerin işlevlerini birkaç mikroişlemciye yükleyen CNC tezgahlara geçilmiştir. CNC birimleri Programlanabilir Lojik Devreler (PLC) ile bütünleştirilerek her türlü imalat ve montaj işlemleri Bilgisayar Kontrollü olarak yapılabilir duruma gelmiştir¹⁵.

Teknolojik gelişmeler, üretim sistemini etkileyen ana etmenlerdir. Gelişmeler halkasına sayısal kontrollü tezgahların girmesiyle üretim sisteminde yeni düzenlemeler gerekmiştir. İşletmelerde ürün geliştirme, ürün tasarımı, Üretim Planlama ve Kontrol, üretim ile ilgili verilerin toplanması ve bakım işlevlerinde bilgisayar destekli sistemler gelişmiş ve bilgisayarla bütünleşik üretim sistemleri kurulmuştur.

1.2.2.3 Tam Zamanında Üretim Sistemi

Tam Zamanında Üretim (TZÜ) terimi, Japon TOYOTA firmasının düzgün üretim akışı sağlamak amacıyla geliştirdiği yaklaşıma verilen addır. Bu yaklaşımda amaç, ürün ya da süreçte sürekli iyileştirmeler yapma çabasının yerleştirilmesidir. Özellikle stok düzeylerinin

¹⁵ Aynı, s.36.

azaltılması Japonlar için sürekli bir amaç olarak benimsenmiştir. Japon yöneticiler stoklarını kayalarla dolu bir göldeki suya benzetirler. Suyun kayaları sakladığı gibi, stoklar da işletmedeki sorunları gizlerler. Stoklar sistemli olarak azaltıldığında, esas problemler su yüzüne çıkmaya başlar ve böylece sorunun çözülmesi olanaklı olur¹⁶.

TZÜ'nin anlamı gerektiği zaman gerektiği kadar üretmektir. Bu sistemin temel özelliği talep çekişli (demand pull system) bir stok sistemi olması ve tampon stokla çalışma ilkesinin bırakılmasıdır. İlk kez Toyota Motor Fabrikası Başkanı Taiichi Ohno tarafından 1940 yıllarında geliştirilip uygulamaya konan TZÜ yaklaşımı, Japonların savaş sonrası içinde buldukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası, zaten kısıtlı olan kaynaklara işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği eklenince Japonya, ekonomik varlığını sürdürebilmek için kısıtlı olan kaynakları, olabilen en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek zorunda kalmıştır. TZÜ felsefesinin çıkmasında bu tür bir gereksinim yer almaktadır.

TZÜ salt belirli bir tekniğe değil daha çok bir üretim felsefesine verilen addır. Doğru malzemenin doğru miktarda, doğru zamanda ve kalitede alınıp, yine doğru zamanda ve kalitede üretim yapılması ve böylece israfların engellenmesi olarak tanımlanabilir. TZÜ üretimin getirdiği yararlar şunlardır:

- Düşük stoklar
- Yüksek esneklik
- Kısa hazırlık (setup) süreleri
- Kısa imalat (lead) süreleri
- Kısa taşıma süreleri
- Kısa arıza duruşlar
- Yüksek verimlilik
- Daha az alan gereksinimi
- Yüksek kalite

¹⁶ Nesime Acar, Tam Zamanında Üretim (Altıncı basım. Ankara: MPM Yayınları, 2003), s.93.

- Düşük maliyet

TZÜ ile kullanılan tekniklerden bazıları hücrenel üretim, hazırlık sürelerinin azaltılması, kanban sistemi, melez sistem (JIT-MRP), hat durdurma (Jidoka), grup teknolojisi olarak sayılabilir. TZÜ felsefesinde önemli bir nokta tedarikçiler ile işbirliği içinde çalışmaktır. TZÜ uygulayan bir firma, hammadde ve yarı ürün stoğundan kaçınmak isteyecektir. Bu nedenle de malzeme tedarikçilerinde gecikmeler olması durumunda üretim aksayacaktır. Yan sanayi ve tedarikçiler ile anlaşmalar yoluyla zamanında teslimler sağlanır.

TZÜ'de önemli hedeflerden bir diğeri ise yarı ürün stoğunun azaltılmasıdır. Yüksek yarı ürün stoğu, üretimdeki birçok sorunun üzerini örtmektedir.

1.2.2.4 Esnek Üretim Sistemleri

Esnek Üretim Sistemleri, bir merkezi kontrol sistemi ile birbirlerine bağlanmış bir grup sayısal kontrollü tezgah ve otomatik taşıma ve depolama donanımı ile yapılan üretim sistemidir. Değişik bir parça işlendiğinde her seferinde hazırlık süresini (setup time) en aza indirmek, esnek üretim sistemlerinin ana karakteristiğidir.

Esnek Üretim Sisteminin kullanılmasının iki temel amacı vardır¹⁷:

1. Rastlantısal sipariş üretimini sağlamak, kısaca belirli bir zaman içinde parçaların istenen bir karışımını sorunsuz üretmek.
2. Tezgah önlerindeki bekleme süresini azaltarak küçük parti üretiminde tezgahtan elde edilen yararı artırmak.

1.2.2.5 Optimum Üretim Teknolojisi

Optimum Üretim Teknolojisi, bir işletmedeki tüm iş merkezleri için öncelik ve kapasite kısıtlarını gözönüne alarak optimuma yakın iş çizelgelerini hazırlar. Bu sistemde amaç, kritik (darboğaz) tezgahların kullanımını enbüyükleyerek üretim miktarını artırmak, buna karşılık süreç içi stok düzeyleri ile tezgah hazırlık sürelerini enazlamaktır. OPT, toplam üretim miktarının darboğaz makineler tarafından kısıtlandığı görüşü üzerine geliştirilmiştir. Bu görüşe göre darboğaz tezgahların verimli kullanımı ile çıktının artırılması olanaklıdır. Bu nedenle OPT sistemi atölyedeki tezgahları, darboğaz tezgahlar ve darboğaz olmayan tezgahlar olmak üzere ikiye ayırır ve bu iki grupta işlerin çizelgelenmesi için farklı yaklaşımlar

¹⁷ Tanyaş, Ön. Ver., s.44.

kullanır¹⁸.

OPT yaklaşımında parti büyüklüklerinin hesaplanması, bugüne kadar kullanılan klasik yöntemlerden farklıdır. OPT sistemi bugüne kadar üretimde istenilen artışın elde edilememesini de bu yöntemlerdeki klasik varsayımlara bağlar. OPT sisteminde partiler transfer partisi (bir operasyondan diğerine taşınan miktar) ve süreç partisi (atölyeye çıkarılan toplam miktar) olarak tanımlanır. Ayrıca bu parti büyüklükleri değişkendir. Bir operasyondan diğerine farklı değerler alabilirler. OPT sistemi bu farklı parti miktarlarını kendi hesaplar ve darboğaz tezgahlar için zaman içinde ileriye doğru çizelgeleme yaklaşımını kullanarak üretim miktarını enbüyükler. Sistem özel bir veritabanı gerektirmeden çalışır.

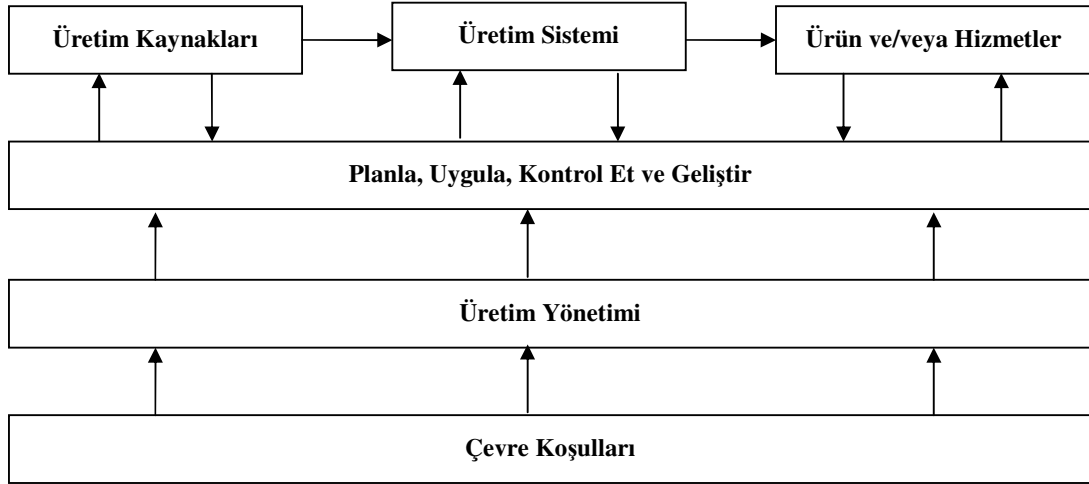
1.3 Üretim Yönetimi

Üretim yönetimi, üretim işlev sahasında yer alan çok çeşitli görev/iş sorumluluklarına sahip olan bir yönetim alanı olup, belirli amaçlara, kaynaklara ve zaman ufkuna sahiptir. Üretim yönetimi, üretim bölümünün yürüttüğü tüm faaliyetlerin yönetimidir. Ancak üretimin diğer işletme işlevleriyle olan bağımlılık ve etkileşim ağı gözönünde tutulursa, yukarıdaki ifadenin yetersiz kalacağı açıktır. Üretimi yapan, son tahlilde üretim bölümü değil, işletmenin kendisidir. Üretim, sadece fiziksel olarak üretim bölümünün yetki ve sorumluluğunda yürütülür.

Üretim yönetimi; ürünün, istenilen kalitede, istenilen miktarda, istenilen zamanda ve en düşük maliyetle üretiminin gerçekleşmesini sağlayacak biçimde bir işletmenin elinde bulunan malzeme, makina, işgücü vb. üretim kaynaklarının planlanması, üretimin gerçekleştirilmesi, kontrol edilmesi ve geliştirilmesidir. Üretim yönetimi, miktar, kalite, zaman ve maliyet parametrelerini optimize etmeye çalışır.

Şekil 1.2’de bir üretim sistemi tüm öğeleriyle birlikte görülmektedir. Buradaki en önemli öğelerden biri geri beslemedir. Üretim süresince oluşan verilerin işlenmemesi veya üretimin planlama kısmına bu verilerin aktarılmaması; yani geri beslemenin çalışmaması, zaman içinde üretimin fiziksel kısmının kontrol altına alınamaması sonucunu doğuracaktır. Üretim sistemlerinin karşı karşıya olduğu en önemli sorun geri besleme mekanizmasının aksamasıdır.

¹⁸ Aynı, s.46.



Şekil 1.2 Üretim sisteminin yönetimi ¹⁹

Yönetimin en önemli işlevleri; planlama, uygulama ve kontrol etmedir. Bu süreçler sonrasında sağlanan geri besleme ile de gerekli önlemler alınır. Geri beslemenin aksaması şirketin en önemli damarlarından birinin kesilmesi demektir. Çünkü sistemin geliştirilmesi olanaklı olmaz. Tüm üretim sistemlerinin ortak amaçlarına ulaşmak için uymak zorunda oldukları ortak nokta ise kaynakların verimli kullanılmasıdır. Temelde tüm üretim sistemleri, ürün veya hizmet oluşturulması için gerekli dönüşüm süreçlerini içerirler ve bu sistemlerin tasarımı, planlanması, yönetimi ve kontrolünde karşılaşılan sorunlar ve bunları çözmeye kullanılan yöntemler benzerlik gösterirler.

Genel olarak üretim yönetiminin amacını, şirketin hedefleri çerçevesinde, uygun miktarda kar sağlayacak (veya öngörülen başka amaçları gerçekleştirecek) şekilde işletmenin içine, içinde ve dışında olan kaynak akışını planlamak, gerçekleştirmek ve kontrol etmek olarak ifade edebiliriz. Bu nedenle üretim yönetimi; müşteri talebini, sermaye durumunu, üretim kapasitesini, insan ve makina gücünü ve diğer üretim kaynaklarını sürekli olarak ölçen ve kontrol altında tutan bir işlemdir.

Üretim yönetiminin birincil amaçları aşağıda sıralanmıştır:

1. Tüketici taleplerinin fiyat, zaman, miktar ve kalite açısından en iyi şekilde karşılanması
2. Stok düzeyinin olabildiğince düşük tutulması veya stok devrinin artırılması

3. İşletmenin insangücü ve makina kaynaklarından yararlanma derecesinin yükseltilmesi

Üretim yönetimi, örgütlü çalışmanın tüm biçimlerine uygulanabilir. Üretim yalnızca imalat ile sınırlı değildir. Mal ve hizmetlerin üretilebilmesi için gerekli tüm faaliyet sistemleri, üretim yönetiminin bir parçasıdır. Çağdaş üretim yönetiminde ilgi ve dikkat tek tek işlemlere yöneltilmemekte ve bunlar bağımsız birer bütün olarak ele alınmamakta; işleme yönelik etkinlik ölçülerinin yanısıra sürece yönelik olan ve sistem niteliğine ağırlık veren etkinlik ölçüleri de kullanılmaktadır. Üretim Yönetimi faaliyetleri, her firmanın yapısına, üretim sistemine ve hatta ürünlere bağlıdır. Bununla birlikte üretim yönetiminin temel işlevleri şunlardır:

1. Ürünün pazardaki yeri ve ürünlere olan toplu talebin belirlenmesi
2. Yatırım analizi
3. Ürün bazında talep planlama
4. Ana üretim planlaması ve üretim olanaklarının planlanması
5. İşgücü planlama
6. Malzeme gereksinim planlaması ve stok planlama
7. Operasyon planlama (rotalama)
8. Satınalma (tedarik)
9. Tezgah yükleme ve çizelgeleme
10. İşlerin dağıtımı
11. İş takibi
12. Depolama ve sevkiyat
13. Kalite kontrol
14. Bakım-Onarım
15. Girdi ve çıktıların izlenmesi (kontrol)

¹⁹ Aynı, s.48.

Üretim yönetiminin uğraşları, birbirini tamamlayan başlıca iki ana sahada toplanabilirler. Bunlar;

1. Üretim sisteminin kurulmasına ve
2. Kurulan üretim sisteminin işletilmesine

ilişkin kararlardır. Üretim sisteminin kurulmasına dair kararlar uzun dönemli stratejik kararlardır. Sistemin işletilmesine dair kararlar da, kısa dönemli operatif kararlardır. Taktik kararlar ise, stratejik kararlar ile operatif kararlar arasında köprü kuran orta dönemli kararlardır.

Üretim sisteminin kurulmasına ilişkin kararlar, düzen kuran yapısal kararlardır ve doğrudan işletmenin tasarımı, kuruluşu ve yatırımlarıyla ilgilidir. Bu kararlar sayesinde işletmenin üretim coğrafyasındaki yeri (kuruluş yeri), ürün seçimi (ürün-pazar kombinasyonu); sektördeki pozisyonu, kaba kapasite planlaması, süreç tasarımı ve işyeri yerleşim düzeni tercihi; iş tasarımı konularında kalıcı tercihler yapılır. Bu tür yapısal kararlar, işletme için uzun dönemli etkili olan, çerçeve çizen, düzen kuran, geri dönüşü ve telafisi zor olan temel ve kalıcı tercihlerdir.

İşletmenin üretim olanakları ve kısıtları ile uzun dönemli amaçları yan yana getirilerek, bunlar arasında uygunluk sağlanmaya çalışılır. Bu kararların hareket noktasında, talep tahminleri yer alır.

Üretim sisteminin işletilmesi ise, kurulan üretim sistemin (üretim düzeninin) işletimi ile ilgili kısa dönemli programlara yansır. Bu programların hazırlanmasındaki hareket noktası da, üretim proses tipine göre, anonim piyasadaki satış tahminleri ve/veya beklenen müşteri siparişleridir.

Üretim yönetiminin ilgi, uğraş ve görev konuları, üretim sisteminin tasarımını, kuruluşunu ve işletimini kapsamaktadır. Ancak bu konular, hem farklı zaman ufkuna ve farklı yatırım ihtiyacına sahiptirler, hem de yönetim hiyerarşisindeki farklı kademelerin yetki ve sorumluluğunda alınan kararların konusunu teşkil ederler. Bu nedenle, üretim yönetiminin uğraş sahalarını stratejik, taktik ve operatif çerçevelerde ele almak ve incelemek gerekli olmaktadır.

Üretim sisteminin tasarım ve kuruluşuna ilişkin tercihler, işletim sistemini doğrudan etkiler ve sınırlandırılır. Üretim sisteminin işletimi için alınan süreç (proses) kararları, özellikle üretimin

planlaması, organizasyonu, kumandası ve kontrolleriyle ilgili kararları kapsarlar. Bu kararların hareket noktasında talep tahminleri ve talep tahminlerine bağılı olarak yapılan fiili (aktüel) üretim programlarıdır. Üretim programı, belli bir üretim döneminde gerçekleştirilecek olan üretimi ürün cinsi, miktarı ve terminler itibari ile belirleyip boyutlandırır; bu özelliği ile de, daha sonraki aşamalarda alınacak olan süreç kararları için de karar girdisi teşkil eder.

Üretim sisteminin işletimiyle ilgili olarak alınan başlıca kararlar şunlardır:

1. Üretim programı: İşletme, hangi üründen ne kadar ve ne zaman üretecektir?
2. Tedarik programı: Üretimde kullanılacak malzemelerin tedariki hangi ilke ve yöntemlerle sağlanacaktır.
3. Stok kontrolü: Hangi malzeme türleri ne ölçüde stokta tutulacaklardır?
4. Kalite kontrolü: Kalite üretmek için sonuca mı, sürece mi müdahale edilecektir?
5. Tesis bakım programı: Kesintisiz üretim için önleyici bakım nasıl sağlanacaktır?

Kararlaştırılan (seçilen) üretim programının yapısı ve karmaşıklık derecesi ile programın hitap edeceği piyasanın (talebin) değişebilirlik derecesine göre, üretim ile ilgili olarak başlıca dört alan ortaya çıkar. Bu alanlar, birer üretim tipi teşkil ederler. Her tip, kendine özgü enformasyon, organizasyon (iletişim/koordinasyon), planlama yöntemi ve esneklik ihtiyacına sahiptir. Örneğin talebin değişkenlik göstermesi işletmenin teknik donanımına ve üretim programına meydan okur. Bu durumda, teknik donanım ve üretim programının daha önceden esnek biçimde tasarımı gerekli olur.

Üretim faktörleri ile üretim amaçları arasındaki niceliksel ve niteliksel ilişkileri kurmak ve denetlemek de üretim yönetiminin görev alanında yer alır.

Yukarıdaki çeşitli iş ve görev sahalarının üretim yönetimine konu olan iş(lev)ler ile üretim bölümünün iş(lev)leri birbirine karıştırılmamalıdır. Örneğin Ar&Ge, aslında ayrı ve bağımsız bir Ar&Ge bölümünün; tedarik/stok yönetimi ayrı bir tedarik bölümünün işidir; kalite kontrolü bağımsız ve ayrı bir bölümdür; üretimin planlanması ve kalite kontrolü de üretimin dışındaki bağımsız bölümlerce yerine getirilir. Üretim dışında kalan işlevler, üretim yönetimini de doğrudan ilgilendiren, üretime dönük tamamlayıcı-destekleyici işlevler olmakla birlikte, üretim bölümünün görev alanı dışında kalırlar.

Çalışmanın birinci bölümünde genel anlamda üretim kavramının tanımı, üretim sistemleri ve teknolojileri üzerinde durulmuştur. Bir sonraki bölümde üretim ve üretim sistemlerinin

planlanması, ana üretim programları üzerinde durulacaktır.

2. ÜRETİM PLANLAMA ve ANA ÜRETİM PROGRAMLAMA

Birinci bölümde anlatımı yapılan üretim, üretim sistemi ve üretim yönetimi kavramlarının ardından ikinci bölümde üretim planlama ve üretim programlama kavramları üzerinde durulacak ve açıklanacaktır.

2.1 Üretim Planlama

Üretim yönetimi, farklı zaman ufkuna sahip olan çeşitli karar problemleriyle uğraşır. Karar problemleri, doğrudan veya dolaylı biçimde üretim planlamasıyla ilgili konulardır. Üretim planlaması düşünsel düzeydeki ön çalışmaları ve karar problemlerini kapsar. Burada ürün ve kaynaklarla ilgili verilere dayanılarak, üretimin zaman, mekan, kaynak boyutları ortaya konulmaya çalışılır.

Üretim planlaması, -genel olarak- belli bir plan döneminde hangi ürünlerden ne kadar, nerede, hangi kaynak ve imkanlarla, nasıl (hangi teknoloji ve araçlarla), ne zaman, hangi sürede, hangi maliyet ve kalite düzeyinde üretileceğinin önceden belirlenmesidir. Üretim/operasyon kontrolü (denetimi) ise, üretim sisteminin bir alt sistemi olarak, üretim planlamasını tamamlayan görev, çaba ve işlemleri kapsar ve belli bir “öğrenme etkisi” kazandırır. Üretim kontrolü en önemli yönetsel enformasyon kaynaklarından biri olarak görülmelidir. “Kontrol” terimi de düzeltici ve önleyici rehberlik olarak anlaşılmalıdır²⁰.

Üretim yapmak önemlidir, ancak yapılan üretimin maliyet, kalite ve hız açısından kabul edilebilir bir üretim olması; üretim performansının kendi maliyetini haklı gösterir düzeyde olması da gerekmektedir. Bunu anlayabilmek için, üretimin kontrolüne, yani sistem çıktısının miktar, maliyet, kalite, zaman, hız açılarından izlenmesine ve değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Plandaki sapmalar ve hatalar, ancak kontrol sayesinde anlaşılacak ve tekrar etmemesi için sebepleriyle birlikte ortadan kaldırılması gerekecektir.

2.1.1 Üretim Planlama Faaliyetlerinin Dönemsel Bazda Sınıflandırılması

Üretim planlaması, işletmenin gerçekleştireceği üretimle ilgili olarak düşünsel düzeydeki ön çalışmalar bütünüdür. Üretim yönetimi, uzun, orta ve kısa dönemli zaman ufkuna sahip olan, doğrudan veya dolaylı biçimde üretim planlamasıyla ilgili karar problemleriyle uğraşır. Planlama yapılırken, talep, ürün ve kaynaklarla ilgili veriler hareket noktası teşkil eder ve

²⁰ Sevinç Üreten, Planlama - Denetim Kararları, Karar Modelleri ve İyileştirme Yaklaşımı (Dördüncü basım. Ankara: Gazi Kitabevi, 1998), s.4.

üretimin hacmi, zamanlaması, mekanı ve kaynakları ortaya konulmaya çalışılır.

Üretim açısından uzun, orta ve kısa vadeli üretim planları arasında ayırım yapılır. Her planlama aşaması, kendinden sonraki aşamadaki karar ve eylemleri harekete geçirir. Başka bir ifadeyle, her aşama kendinden önceki aşamada alınan kararları uygulamaya sokar.

2.1.1.1 Uzun Dönemli Planlama Faaliyetleri

Uzun vadeli üretim planları üst düzeyde yapılır. Planlama dönemi uzadıkça belirsizlikler ve riskler artar; hesap yapmak zorlaşır. Hesap yapılmayan yerde ise tahmin yapmakla yetinilir. Program yapabilmek için hesap yapabilmek, hesap yapabilmek için de ölçebilmek gerekir. Planlama dönemi kısaldıkça da, belirsizlik ve riskler azalır, ama bu defa ayrıntıların ve ayrıntıdaki operasyonların yönetimi daha önemli hale gelir. Uzun dönem için, satış (talep) tahminlerinden yola çıkılarak kaba/genel bir kaynak planlaması yapılır; olanaklar ve kısıtlar kabaca belirlenir, işletmenin faaliyet sahası seçilir; mamul, tesis ve kapasite tasarımı yapılır; lojistik düzeni kurulur; kaynakların nereden ve nasıl temin edileceği belirlenir.

Uzun vadeli stratejik kararlar ile orta vadeli taktik kararlar “yaklaşık”, “öncü” ve “riski yüksek” olan kararlardır, çünkü planlama dönemi için çeşitli belirsizlikler vardır. Stratejik kararlar, kurulan sistemde yer alan unsurlar arasında uyum sağlamaya yönelik kararlardır. Bu aşamada optimizasyon üzerinde değil, uyumlaştırma üzerinde durulur. Uzun dönemli üretim planlamasıyla, işletmenin genel stratejisi ve üretim kısıtları ortaya konulmuş olur. Bu kısıtlar, daha sonraki AÜP (Ana Üretim Programı) için veri (girdi) teşkil ederler.

2.1.1.2 Orta Dönemli Planlama Faaliyetleri

Orta dönem için toplam plan ve ana üretim planı ortaya konulur. Orta dönemli taktik kararlarla toplu üretim miktarları planlanır; kaynak tahsisi ve kaynak kullanımı hakkında kararlar alınır ve belli tercihler yapılır; neyin nasıl nerede üretileceği belirlenerek, kaynak kapasiteleri ile programdaki ürünler arasında ilişkilendirme kurulur. Ürün seçimi ve tasarımı ile süreç seçimi ve tasarımı bu taktik kararlarla birlikte gerçekleştirilir. Yatırımlar yoluyla kapasiteler kurulur ve tesisler üretime hazır hale getirilir. Seçilmiş olan sürekli veya kesikli üretim sistemine bağlı kalınarak da, işletme kendine özgü lojistik düzenini (malzeme tedarik ve stoklama düzenini) kurar.

2.1.1.3 Kısa Dönemli Planlama Faaliyetleri

Kısa dönemli (operatif) üretim planlamasında, uzun ve orta vadeli planlara göre kurulan potansiyel yapı çerçevesinde hangi ürünlerin ne kadar, nasıl ve ne zaman üretilecekleri

soruları üzerinde durulur.

Kısa dönemli üretim planlaması, birkaç ayı kapsayan üretim programlamasıdır. Toplam üretim planının verilerinden, mevcut üretim siparişlerinden ve/veya kısa dönemli talep tahminlerinden yola çıkılarak, kısa dönemli üretim programları yapılır. Her bir üretim programında hangi ürünün hangi iş merkezlerinde miktar ve zaman itibarıyla üretileceği somutlaştırılır. Üretim programı ile malzeme temin programı ve atölye kapasite programı arasında somut ilişkiler kurulur ve ince ayarlı bir üretim programlaması yapılır.

İşletmenin genel hedeflerine ve mevcut potansiyeline, imkan ve yeteneklerine, yapılara ve proseslere bağlı kalınarak, ürün programının gerçekleştirilmesine, yani operasyon yönetimine geçme aşamasına gelinmiştir. Başka bir ifadeyle, sıra artık kısa dönemli operasyonların yönetimine gelmiştir. Burada alınan kararlar üretim sisteminin işletilmesine ilişkin kararlardır. Bu aşamada yine üretim planlaması ve kontrolü ile ilgili kısa dönemli, hatta günlük operasyon kararları alınacaktır.

2.1.2 Üretim Planlamada Temel Yaklaşımlar

Üretim planı hazırlama çalışması; hammadde temin durumu, rakiplerin durumu, talep, siparişler, fason üretim olanakları, ekonomik koşullar gibi çevresel etmenler ile varolan fiziksel kapasite, varolan işgücü düzeyi, stok düzeyleri ve üretim için gereken diğer eylemler gibi işletme içi etmenlerden etkilenmektedir. Üretim planlama eyleminden beklenenler ise, her üründen dönemlere göre üretilecek miktarlar, seçenек üretim süreçleri, her atölyede ve tezgahta hangi ürünün ne zaman üretileceği, stok düzeyleri, bekleyen sipariş miktarları, fason üretime verilen miktarlar, fazla mesai ve ek vardiya kullanımı, kullanılmayan (atıl) kapasite durumları, işgücü düzeyi ve bu düzeydeki değişimler, malzeme tedarik programı, tezgah ve donanım gereksinimleri “üret” veya “dışarıdan satın al” kararları vb.’dir. Etmen sayısının çokluğu, tek çözüm yöntemi ile sonuç elde etmeyi olanaksızlaştırmaktadır²¹.

Toplu üretim planının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerde (Toplu Üretim Planlama Yöntemleri); işgücü düzeyini değiştirme, fazla mesai veya vardiya sayısını değiştirme, fason üretim olanağını kullanma, stok düzeyini değiştirme, bekleyen sipariş düzeyini değiştirme gibi stratejiler kullanılarak talepteki dalgalanmaları karşılayan en az maliyetli ana üretim programı elde edilmeye çalışılmaktadır. Hangi yöntemin daha etkin çözümler vereceği,

²¹ Tanyaş, Ön. Ver., s.120.

problemin yapısı ile yöntemin özellikleri arasındaki uyuma bağlı olacaktır.

Üretim planlarında öncelikle ele alınan bilgi taleptir. Bunu doğal karşılamak gerekir. Çünkü asıl amaç; tüketicinin istediği ürünü, istenilen zamanda ve miktarda hazır bulundurmaktır. Talep tahminlerinin duyarlılığını etkileyen iki etmen vardır²²:

- a. Zaman: Tahminlerin içerdiği zaman aralığı uzadıkça duyarlık azalır.
- b. Ayrıntıya İnme Derecesi: Talebi tahmin edilecek ürün sayısı arttıkça duyarlık azalır. Uygun biçimde oluşturulan ürün grupları için yapılan talep tahminleri daha duyarlıdır.

Bu iki özellik gözönüne alınırsa, üretim planlarının uygun bir zaman aralığını içerecek biçimde ve ayrıntıya fazla inilmeden düzenlenmesinin yerinde olacağı söylenebilir. Ürünlerin gruplandırılması, üretim araçları ve üretim yöntemleri hakkında köklü bilgiye sahip olmayı gerektirir. Teknolojik olanakların, makina ve insangücü kapasitesinin ve diğer etmenlerin kısıtlayıcı etkilerinin hesaba katılması, ancak bu konuda bilgili olmakla olanaklıdır. O halde, bir üretim planının hazırlanmasında uyulması gereken ilkeler şu şekilde ifade edilebilir:

- a. Uygun planlama periyodunun seçimi
- b. Uygun ürün gruplarının oluşturulması
- c. Kısıtlayıcı etmenlerin bilinçli olarak hesaba katılması

Üretim planlarının yönetici ve uygulayıcılara daha fazla yararlı olmasını sağlamak için basit ve kolay anlaşılır biçimde tasarlanması şarttır. Planlama yordamının yanısıra, sonuç olarak ortaya çıkan tablo, diyagram ve ölçülerde basitliğe özen gösterilmelidir. Özellikle ölçme birimlerinin parça sayısı, işçilik saati gibi üretimde kullanılan birimler arasından seçilmesine dikkat edilmelidir.

Sürekli üretim yapan, ürün çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeniyle stok bulundurma zorunluğu olan bir üretim işletmesinde üretim planlarının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir²³:

1. Üretim planının içereceği zaman aralığı saptanır: Genellikle birer aylık dilimler halinde bir yıllık dönem alınır. Stok düzeylerini, üretim hızını ve kapasite durumunu

²² Aynı, s.121.

²³ Bülent Kobu, Üretim Yönetimi (Dördüncü basım. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1999), s.38.

kontrola yarayan bu plan, daha sonra üçer aylık dönemleri içeren haftalık üretim programlarına dönüştürülür. İşletmenin özellikleri gerektirdiği takdirde, daha kısa veya uzun zaman aralıkları seçilebilir.

2. Ekonomik stok düzeyleri hesaplanır: Stok politikalarına ve talep değişim özelliklerine göre maliyetleri en küçükleyen miktarlara güvenlik stokları eklenerek bulunur.
3. Talep tahminleri yapılır: Planlama dönemi içinde talebin aylara veya uygun bir zaman aralığına göre değişimi ve “en az - en çok” düzeyleri belirlenir.
4. Planlama dönemi başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir: Dönem başında ambarda bulunan ve henüz ambara sevkedilmemiş bulunan ürünler ve dönem sonunda güvenlik stoğuna ek olarak bulundurulması istenen ürünlerdir.
5. Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur.
6. Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur: Dönem içindeki satış tahmini değeri ile beşinci maddede elde edilen fark değerinin toplamından ibarettir.
7. Üretilmesi istenen miktar dönem dilimlerine dağıtılır: Dağıtım; stok düzeyleri, üretim hızının değişkenliği, dinlence kayıpları, tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları gözönüne alınarak yapılır.

Haftalık ürün üretim planında verilen değerlere göre, her hafta için, uygulanacak parça üretim programları düzenlenir. Bunun için, ürünü oluşturan parçalar ve işlenecek malzemeler saptandıktan sonra iş istasyonlarına, yapılması gereken işler ve süreleri belirlenir. İşçilerin günlük faaliyetlerini ayrıntılı olarak belirleyen iş emirleri bu programlardan yararlanarak hazırlanır.

Satış, üretim ve stok fonksiyonlarını bütünleştiren bir yaklaşımla planlama yapılır. Bir üretim planının hazırlanmasında üç temel stratejiden biri seçilir²⁴:

1. Talebi İzleme Stratejisi: Üretim hızı, talepteki değişimleri çok yakından izler ve bu nedenle stok düzeyi sifıra yakındır. Buna karşılık üretim hızı değişimlerinde yapılan işe alma ve işten çıkarma, fazla mesai, vardiya sayısını değiştirme ve diğer işlemlerin maliyeti yüksektir.

²⁴ Tanyaş, Ön. Ver., s.123.

2. Sabit Parametre Stratejisi: Planlama dönemi boyunca üretim hızı, işgücü düzeyi, stok düzeyi vb. parametreler sabit tutularak, talep karşılanmaya çalışılır.
3. Karma Strateji: İlk iki stratejinin sakıncalarını dengelemek amacıyla her iki strateji de duruma göre karma bir şekilde uygulanır.

Belirli bir ürün için üretim planının hazırlanmasında hangi stratejinin seçileceği, her stratejinin kağıt üzerinde ayrı ayrı değerlendirilmesi sonunda olanaklı olur. Karma stratejide alternatif sayısı çok fazla olabileceğinden hesaplamaların, uygun çözüm yöntemleri ve bilgisayar programları kullanarak yapılması yerinde olur.

Üretim işletmeleri için hazırlanan üretim planları genellikle bir yıllık, üç aylık veya aylık dönemlerde haftalık üretim miktarlarını belirler. Üretim programları için esas alınan değerler haftalık üretim miktarlarıdır. Üretim planlamasında çok sık karşılaşılan bir soru planların ne zaman veya ne kadar sık değiştirileceğidir. Tanımından anımsanacağı üzere plan bağlayıcı değildir ve değiştirilebilir. Önemli olan sorun bu değişikliklerin nasıl yapılacağıdır. Sürekli üretim yapan bir üretim işletmesinde benzer ürün gruplarının her biri için üretim planlama yapılır. Ürünlerin benzerliği, uygulanan işlemlerde kullanılan tezgahlar açısından ele alınır. Bu gruplar içinde değişik üretim hızlarında olan ürünler biraraya getirilerek alt gruplar oluşturulabilir. Birbirlerinden görece bağımsız üretim bölümleri için ayrı planlar düzenlenebilir. Örneğin alt montaj ve montaj bölümleri için ayrı üretim planları yapılması yararlı olabilir²⁵.

2.1.2.1 Sabit Üretim Hızına Göre Planlama

Bu yönetime göre üretimi planlarken, sabit üretim hızının tutturulacağı, değişen talebin stoklardan karşılanacağı düşünülür.

Yöntemin yararı, üretim hızını değiştirmekten kaynaklanan sorunlarla karşılaşılmasındadır. Bir başka deyişle; fazla mesai, ek vardiya, yeni işgücü ve donanım sağlanması ya da onlara yol verilmesi gibi önemli sorunlarla karşılaşılmaz. Yöntemin sakıncası ise, stoklama maliyetlerini arttırmasıdır²⁶.

²⁵ Tanyaş, Ön. Ver., s.124.

²⁶ Aynı, s.125.

2.1.2.2 Değişken Üretim Hızına Göre Planlama

Bu yönteme göre üretimi planlarken, stokların sabit tutularak, değişen talep miktarının, üretim hızının değiştirilmesiyle karşılanacağı düşünülür.

Yöntemin yararı, stoklama maliyetlerinin düşürülerek belirli bir düzeyde kalmasına olanak vermesidir. Sakıncası ise, üretim hızını değiştirmekten kaynaklanan sorunlarla yüzyüze kalınmasıdır. Üretim hızını talep miktarına ayarlayabilmek için fazla mesai, ikinci vardiya, iş alma ve işten çıkarma gibi yollara başvurulur. Bunların her birinin yaratacağı parasal, hukuki ve vicdani sorunların göğüslenmesi gerekir.

2.1.2.3 Karma Planlama

Bu yöntem, ilk iki seçeneğin bir karışımı olup; yerine göre üretim hızında değişiklik yapılmasını, yerine göre de talebin stoklardan karşılanmasını gerektirir. İlk iki seçeneği dengeleyen bir yaklaşım olduğundan, genellikle maliyetler üzerinde ilk iki seçeneğe göre azalma sağlar²⁷.

2.2 Ana Üretim Programlama

Toplu üretim planı, ürün aileleri bazında ve toplu talep tahmini esas alınarak yapılan uzun vadeli planlardır. Orta vadede, ürün ailesi yerine ürün bazında yapılan ana üretim programlarına gereksinim vardır. Malzeme gereksinim planlamaları, genellikle ana üretim programı üzerine yapılır. Dolayısıyla toplu üretim planının ürün bazında yapılan ana üretim programına ayrıştırılması gerekir.

Toplu üretim planı genel olarak, stok ve üretim hızını değiştirme maliyetlerine odaklanır. Buna karşılık ana üretim programı, bir ürünün üretiminden, diğer ürünün üretimine geçişte söz konusu olan hazırlık maliyetlerini de gözönüne alır. Sadece iki ürünün üretimi söz konusu olduğunda, hazırlık maliyetlerini enküçükleme için basit bir yaklaşım, programlama evresinde programlanmış hazırlık sayıları toplamını enküçüklemeektir. Bunu elde etmenin yolu, şu basit karar kuralını uygulamaktır: Bir ürünün üretimine başla ve diğer ürünün stoğu tükenene kadar bu ürünü üret. Daha sonra ikinci ürünün üretimine başla ve onu birinci ürünün stoğu tükenene kadar üret. Böylece birbiri ardına yapılan bu üretim ile ana üretim programı elde edilir.

²⁷ Aynı, s.129.

Amerika’da radikal değişikliklerin yaşandığı 1960’lar, üretimde de birtakım değişimlerin gerçekteğiği yıllar olmuştur. Geleneksel üretim ve stok kontrol, Twin Disc .ve J.I. Case gibi şirketlerin MRP (Malzeme Gereksinim Planlaması)’nın etkin kullanımını gerçekteşirmesiyle önemini yitirmiştir.

şirketler MRP’yi ilk kullanmaya başladıklarında, tahminler ve/veya müşteri siparişleri (talep) ile hareket etmişlerdir. Bu yaklaşım, bir ürünü yeterli miktarlarda (satıldığı miktarda) üretmek için kaynakların varolacağını kabul etmektedir. Ancak üretim bunu nadiren gerçekteşirebilmiştir. Zamanla talep miktarları kaçınılmaz olarak değişince MRP de değişmiş, bilgisayar destekli araçlarla değişiklikler, fabrikaların ve tedarikçilerin başa çıkamadığı programlara aktarılmıştır. Bu da, sistemdeki bilginin bir karmaşa içinde olduğunu göstermiştir. Aynı durumun üretim hattı için de geçerli olması, çok yüklü bir üretim programı ya da etkin kullanılmayan kaynaklar ya da bunların her ikisiyle sonuçlanmıştır.

Bazı MRP öncülerinin, bilgisayara çok fazla karar verme gücü yüklediklerini, sürecin hiçbir yerinde arz ve talep arasındaki gerçekte dengeyi sağlayacak olan insan etmeninin bulunmadığını fark etmesiyle Ana Üretim Programlama (MPS: Master Production Scheduling) geliřtirilmiřtir²⁸.

Pazardan gelen talep, şirketin ve tedarikçilerin yeterlilikleri ile dengelendiğinden, ana üretim programlama üretimde çok önemli bir noktadır. Ürün ve ürün seçenekleri ačíısından çağdaş üretimin çok daha karmaşık duruma gelmesi ve rekabetin gerektirdikleri (kaliteli ve hızlı dağıtım, düşük fiyat) ačíısından talebin daha artması ile ana üretim programlama mekanizması, birçok kademedeki yönetim için temel bir araç olmuştur. Ana üretim programı ayrıntılı bir şekilde řu soruların yanıtını vermektedir: şirketin; kapasitesinin yeterli olacağından, malzemenin gereksinim duyulduğunda elde bulunacağından ve müşteri isteklerinin müşteri tarafından belirlenen tarihlerde karşılanacağından emin olması için hangi ürünü üretmelidir.

Ana Üretim Programı (MPS), toplu üretim planının bir alt kümesidir. Satış, pazarlama, mühendislik, finans ve üretimle bütünleşik, operasyonel bir plandır. APICS (American Production and Inventory Control Society) Sözlüğü’nde MPS aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

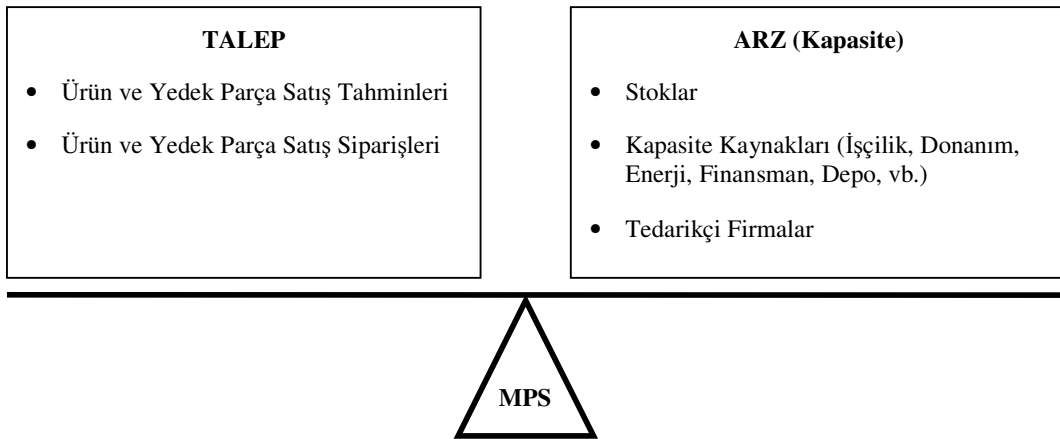
“Ana üretim programı, şirketin üretim yapmak için ne tür beklentilerinin olduğunun ifadesidir. Belirli konfigürasyonlar, miktarlar ve tarihlerle ifade edilecek şekilde şirketin ne

²⁸ Aynı, s.183.

üretmeyi planladığını göstermektedir. MPS bir satış tahmini değildir. MPS, satış tahminini, üretim planını, kapasiteyi, malzeme elde bulunabilirliğini, müşteri bekleme durumunu, yönetim politikalarını ve amaçlarını dikkate almaktadır. Ana Programlama (Master Scheduling) sürecinin sonucudur. Ana programlama; talep, tahmin, müşteri bekleme, MPS, elde olması planlanan stok ve söz verilebilir stok miktarının bir göstergesidir.”

MPS ile ilgili diğer bir tanım da şöyledir: “Satış Tahmini, Üretim Tahmini, Müşteri Siparişleri, Yönetim Politikaları, Malzeme ve Kapasite Yeterliliği, Yan Sanayi Kapasitesi ölçütleri çerçevesinde şirketin hangi ürünü, hangi miktarda ve hangi tarihte üreteceğinin belirlendiği üretim programıdır.”

Ana üretim programının temel hedefi, arz ve talebi dengelemektir. Buna ilişkin bir gösterim Şekil 2.1.’de verilmiştir:

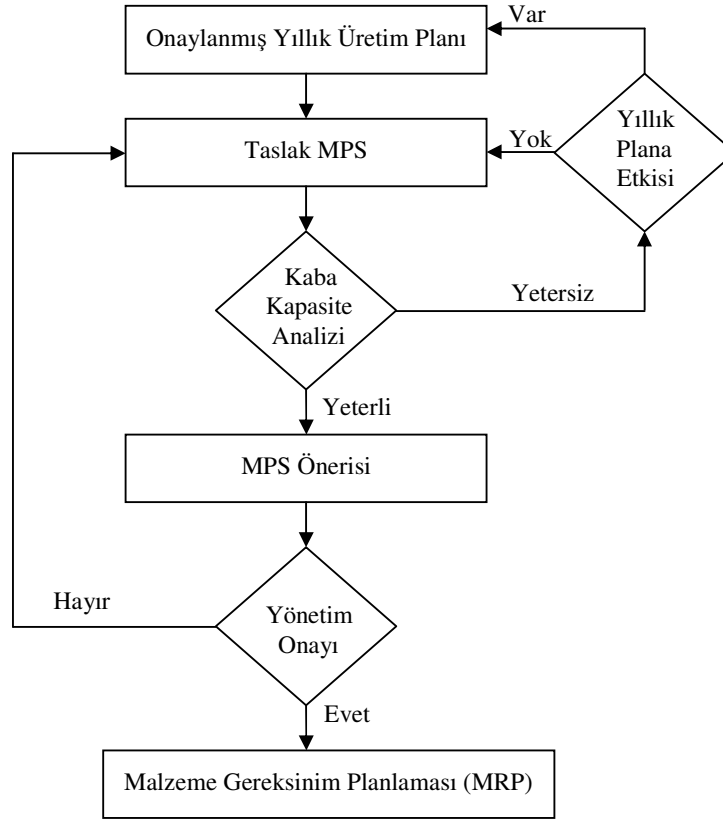


Şekil 2.1 Arz ve talebin dengelenmesi ²⁹

Ana üretim programlama süreci, onaylanmış üretim planıyla başlamaktadır (Şekil 2.2). Onaylanmış üretim planından yola çıkılarak olası bir ana üretim programı oluşturulmaktadır. Bu olası program, operasyonların, üretim planında belirtilen kaynaklarla, programı karşılayıp karşılamadığına ilişkin bir deneme niteliği taşımaktadır. Bu çalışmaya Kaba Kapasite Analizi (Rough-Cut Capacity Analysis) adı verilir. Ana üretim programının gözden geçirilmesi ve yenilenmesi, tüm kaynak kısıtlamaları karşılanıncaya kadar ya da hiçbir uygulanabilir program olmadığı belirleninceye kadar sürmektedir. Uygulanabilir hiçbir program olmaması

²⁹ Aynı, s.185

durumunda kaynaklar artırılarak ya da üretim gereksinimlerinde gerekli ayarlamalar yapılarak üretim planı güncelleştirilmelidir. Bunların sonucunda kabul edilebilir bir MPS ortaya çıkacaktır. Onaylanan MPS, Malzeme Gereksinim Planlaması için girdi oluşturmaktadır.



Şekil 2.2 Ana üretim programlama süreci³⁰

Olası ana üretim programının geliştirilmesi süreci; elde olması planlanan stok miktarının hesaplanması, MPS miktarlarının zamanlama ve büyüklüğünün belirlenmesi, satılabilir stok miktarının hesaplanması, üretim planı ve MPS'in ilişkilendirilmesi, MPS'in dondurulması aşamalarını içermektedir.

Bunların yanısıra, kabul edilebilir bir ana üretim programı geliştirilmesi için ana üretim programının üretim planı ile ilişkilendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu, MPS değerlerinin belirlenmesinde tahminler yerine üretim

³⁰ Aynı, s.186.

gereksinimlerinin kullanılmasıdır. Üretim gereksinimi ile belirli bir son ürünün, istenen üretim miktarı kastedilmektedir. İşte bunun elde edilmesi de daha önceden sözedilen ayrıştırma işlemi ile olanaklıdır. Sonuç olarak, üretim gereksinimlerini karşılayacak bir MPS, şirket amaçlarını gerçekleştirmede en önemli araçlardan biri haline gelecektir.

Ana üretim programlarının hazırlanmasında takip edilen belirli adımlar mevcuttur. Bu adımlar bir sonraki bölümde incelenecektir.

2.2.1 Rotalama

İşin hangi işlemlerden, hangi sürelerde geçerek bitirileceğini belirleme işlemine rotalama denir. Burada ürünün, üretim süreci sırasında izleyeceği yol belirlenmektedir.

Bir üretim işletmesinde, iş akış şemalarına dayanılarak oluşturulan bir rota formunda bulunması gereken temel bilgiler şunlardır:

1. Malzeme kodu ve adı
2. İşlemlerin sırası, kodu ve adları
3. İşlemlerin uygulanacağı bölüm/iş istasyonu ve tezgah kodu ve adları
4. Hazırlık ve işlem süreleri
5. Gerekli alet ve ekipman

Sipariş tipi üretim yapan işletmelerde bazı durumlarda rota formu üzerine sipariş numarası, üretilmesi istenen miktar ve sipariş teslim tarihi yazılabilmektedir.

İşlemin yapılacağı tezgahın adı rota formlarında yer almakla birlikte, aynı işlemi yapan değişik performansta birkaç tezgah varsa, seçilecek tezgahın adı yükleme işlevi sırasında belirlenir.

Rota formları, üretim programlarının hazırlanması için gerekli bilgileri sağlamanın yanısıra kontrol amacıyla da kullanılırlar. İşlemlerin uygulanmasındaki sıra hatalarının ve programdan sapmaların nedenlerinin araştırılmasında rota formlarına başvurulur.

Rota formlarında işlemlerin sırası belirlenir, ancak bunların uygulanması sırasındaki çakışmalar gözönüne alınmaz. İşlemlerin çakışmadan veya çok beklemeden birbirini izlemesi, üretim programı ile yapılan düzenleme yardımıyla sağlanır.

2.2.2 İş Yükleme

Bir üretim sisteminde, işlerin yapılacağı iş istasyonu, tezgah veya işi yapacak işgörenin seçimine; diğer bir deyişle işlerin hangi tezgahlarda, kimler tarafından yapılacağının belirlenmesi işlemine iş yükleme denir.

Yükleme, üretim programlarındaki çakışma ve beklemelerin engellenmesi açısından olduğu kadar, etkinlik ve verimliliğin artırılması bakımından da önem taşır.

İşlemleri yapmak üzere, aynı yetenek ve kapasiteye sahip birden çok tezgah ve işgören varsa, o takdirde işlemlerin tezgahlar ve işgörenler arasında dağıtılmasında sorunla karşılaşılmaz. Bu durumda yükleme işlemi, işlerin, eşit kapasiteli tezgahlar ve işgörelere paylaşılması sorununa dönüşür. Ancak işlerin yapılacağı birimlerin seçilebilmesi için, aynı işi görebilecek birden fazla birimin de varolması gerekir.

Kapasite, birim süredeki maksimum üretim miktarıdır. İş yükü ise, bölüm, tezgah ya da işgörene yapılmak üzere verilen işin adet, zaman ya da başka bir ölçü cinsinden miktarıdır. İş yükü kapasiteye bölünerek, bir olanağın (tezgah, makina, iş istasyonu vb. kaynaklar) bir işe ayrılacağı süre bulunur ve bu süre yükleme diyagramına geçirilir (İleride olanak terimi yerine tümünü içermek üzere tezgah sözcüğü kullanılacaktır). Örneğın, bir tezgahın günde en çok 350 parça işleyebilmesi onun kapasitesini gösterir. Eğer “tezgahın 3.500 parçalık yükü var” deniyorsa, $(3.500/350=)$ 10 gün süre ile yapacağı iş belirlenmiş demektir. Yani “tezgahın zaman cinsinden 10 günlük iş yükü vardır” denilebilir. Belirli bir süre içinde iş yükü kapasiteye eşit ise tam yükleme vardır. Yük kapasitenin altında ise eksik, üstünde ise aşırı yükleme yapılmış demektir.

Öte yandan, yüklemenin olabildiğince ileri bir tarihe uzanması istenir. Böylece tezgah ve işgörenin uzunca bir süre ne yapacağını önceden bilinmesi sağlanır.

2.2.3 İş Sıralama

Aynı tezgahtan/tezgahlardan geçecek birden çok iş olduğu takdirde, bu işlerin yapılma sırasının belirlenmesi işlemine iş sıralama denir.

Bir planlama işlevi olan sıralama, yükmeden sonra, üretim programının hazırlanmasından önce gerçekleştirilmelidir. Öte yandan, günlük yaşantımızda birçok sıralama işlemiyle karşılaşırız, çeşitli yerlerde sıraya sokuluruz. Örneğın hastalar test ve muayene işlemleri için hastanelerde, uçaklar iniş ve kalkış için havaalanlarında, müşteriler işlem ya da alışveriş için bankalarda, mağazalarda, postanelerde sıraya girerler ya da sıraya sokulurlar. Genellikle bu

tür sıralamalarda, “ilk giren ilk işlem görür” kuralı uygulanır. Ancak işletmelerde, belirlenen bir etkinlik ölçüsü açısından sıralama yapmak, işlerde verimlilik ve rasyonellik sağlamak bakımından kaçınılmazdır.

Sıralama kavramı, çizelgeleme kavramını da beraberinde getirir. Bu iki kavramı ilişkilendirecek tanımları, konunun başında verdiğimiz iş sıralama tanımını da dikkate alarak şöyle yapabiliriz: İşlerin, hesaplanan öncelik değerlerine göre sıraya sokulması çalışmalarına iş sıralama denir. Böylece, bir tezgah boşaldığı zaman tezgaha yüklenecek iş, daha önceden yapılan iş sıralamasına göre seçilir. İşlerin her tezgahta hangi zamanda başlaması ve bitmesi gerektiğinin planlanıp gösterildiği çizelgelere iş çizelgesi, bu planlama çalışmasına, yani elde edilen iş sıralarına zaman boyutunun katılması işlemine iş çizelgeleme denir.

Sıralama için kullanılan öncelik kurallarından bazıları, açıklamalarıyla birlikte aşağıda verilmiştir³¹:

1. İlk Gelen İlk Yapılır: İşlemler, işletmeye gelişlerine göre sıraya dizilirler ve bu sıra ile işlenirler.
2. Son Gelen İlk Yapılır: En son gelen iş/sipariş, ilk işleme alınır.
3. İşlem Süresi En Kısa Olan İlk Yapılır (KİSÖ: Kısa İşlem Süresi Önce): Bir işletmede işlenmek üzere bekleyen işler arasından en kısa süreli olan ilk işlem görür. Bu kural, özellikle işletmelerde iş akışı bulunmaması durumunda, işletmelerdeki boş süreyi enküçüklemeye çalışmaktadır.
4. İşlem Süresi En Uzun Olan İlk Yapılır (UİSÖ: Uzun İşlem Süresi Önce): Bir işletmede işlenmek üzere bekleyen işler arasından en uzun süreli olan ilk işlem görür.
5. Teslim Tarihi En Önce Olan İlk Yapılır (ETZÖ: Erken Teslim Zamanı Önce): Planlanan teslim tarihi en yakın olan işlem, en önce yapılır.
6. Gevşek Süresi En Az Olan İlk Yapılır (KGSÖ: Küçük Gevşek Süre Önce): İşletmede işlenmek üzere bekleyen her iş için, planlanan teslim tarihinden, işlem süresi çıkartılır. Bu fark değeri daha küçük olan iş, daha önce yapılır.
7. Rastgele Seçim: İşletmedeki bir sonraki işlem, bekleyenler arasından rastgele

³¹ Aynı, s.407.

seçilir.

8. Akış Süresi En Uzun Olan İlk Yapılır: Akış süresi (tezgah kullanımı bakımından toplam işlem süresi), ürünlerin sistem içindeki üretim ve hazırlık sürelerini içermektedir. Bu kurala göre, akış süresi en uzun olan iş en önce işlem görür.
9. Bekleme Süresi En Uzun Olan İlk Yapılır: Bu ölçüt, en fazla beklemeye neden olacak işin en önce üretime alınmasını sağlamaktadır.
10. Kalan İşlem Süresi En Uzun Olan İlk Yapılır: Sonraki işlemlerinin süresi en uzun olan iş en önce yapılır.
11. Kalan İşlem Sayısı En Fazla Olan İlk Yapılır: Sonraki işlemlerinin sayısı en fazla olan iş en önce yapılır.
12. En Yüksek Maliyetli Olan İlk Yapılır: Maliyet değeri en fazla olan iş en önce yapılır

İş sıralama kuralları, endüstride yaygın olarak kullanılmakta olup; işleri sıralamanın etkinliği, büyük ölçüde tüm üretimin etkinliğini belirler.

Öte yandan sıralama işlevinin çözümü, bazı varsayımlar yapılmasını gerektirir³²:

1. Sıralanacak işler başlangıçta tümüyle bilinmektedir.
2. İşlem süreleri belirlidir ve uygulandıkları sıradan bağımsızdır.
3. Bir işlem tamamlanmadıkça o tezgahta başka bir işlem başlatılamaz.
4. Bir tezgahta başlatılan bir işlem, bitinceye dek aralıksız sürdürülür.
5. Tezgahlarda arıza vb. bir nedenle durma sözkonusu değildir.
6. Tezgahlar arası taşıma süreleri, işlem süreleri içinde düşünülür ve bu süreler taşıma şeklinden bağımsızdır.
7. Her işin rotası belirlidir.
8. İşlerin bitirilmesi için belirlenmiş olan tarih, sonradan değiştirilemez.
9. Her tip tezgahtan salt bir tane vardır.

³² Aynı.

10. Her bir iş, bir tezgahta salt bir kez işlenebilir.

Bu varsayımların bazıları, model kurmanın yeteneklerinden yararlanılarak ortadan kaldırılabılır. Örneğin gözardı edilen taşıma süreleri, işlem sürelerine eklenebilir. Örnek olarak verilen varsayımlara ek olarak işletmelerin özel koşullarından kaynaklanan yeni varsayımlar olabileceği gibi, bu varsayımların gözönüne alınmadığı modeller de kurulabilir ve çözümler aranabilir. Örneğin aynı işi yapabilecek birden fazla tezgahın bulunması durumunda (paralel tezgah durumu) değişik yöntemler kullanarak problemi çözmek olanaklıdır. Veya işlem sürelerinin sıraya bağlı olması durumu gözönünde tutulabilir.

Üretim sistemlerinde sıralama problemi, belli bir performans ölçütünü eniyileyecek iş akış sırasını (tezgahlara gelen işlerin yapılma sırasını) belirlemek olarak bilinir.

2.2.4 İş Programlama

Ana üretim programı temel alınarak rotalama, yükleme ve sıralama işlemleri bitirildikten sonra; tüm işlerin ne zaman başlayıp, ne -zaman tamamlanacağını; işlerin hangi tezgahlarda, kimler tarafından, hangi sırayla yapılacağını açıkça belirleyen bir üretim programı hazırlanır. Dolayısıyla programlama; her bir parça, ürün, iş ya da işlemin ne zaman başlayıp ne zaman tamamlanacağını; işlemlerin hangi bölüm ve tezgahlarda, kimler tarafından, hangi sırayla yapılacağını belirleme işlemidir.

Üretim programı, üretim planının ayrıntılandırılmış bir biçimidir. Üretim programında; yapılacak işler, yapacak kişiler ve tezgahlar, yapılma aşamaları ve zamanları belirgin bir biçimde ortaya konur. Programlama çalışmalarlarıyla rotalama, yükleme ve sıralama işlemleri sonucunda elde edilen bilgiler ile ana üretim programındaki zaman ve miktar bilgileri, sistematik bir biçimde birleştirilerek üretim programları ortaya çıkarılmış olur.

Yalnızca bir ya da birkaç ürün ve parçanın üretildiği bir işletmede, programlama pek sorun yaratmaz. Ancak ürün çeşidi arttıkça, işlemlerin çakışması ve karışması, tezgahların boşta kalması da artar. İşte, böylesine işletmelerde programlama, karmaşık bir işlev durumunu alır. Karmaşık bir programlama sorununu çözmek için şunların olması gerekir³³:

- Programı etkileyen tüm etmenlerin bilinmesi
- Programlamayı kolaylaştıracak önlemlerin alınması

³³ Aynı, s.455.

- Etkin programlama tekniklerinin kullanılması

Üretim programlamadaki belli başlı amaçlar şunlardır:

1. Üretim olanaklarının (tezgahlar ve işgörenler) en etkin şekilde kullanımı
2. Müşteri taleplerinin, olabildiğince çabuk karşılanması
3. İşlerin, teslim tarihlerinde gecikmeye neden olunmadan tamamlanması
4. Yarı ürün stoklarının enazlanması
5. Fazla mesai çalışmalarının enazlanması

Bu amaçlar, kapasite kısıtları ve teknolojik kısıtlar dahilinde uygun yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmeye çalışılır. Ayrıca problemin statik veya dinamik yapıda olması, parametrelerle ilgili deterministik, probabilistik veya stokastik özellikler, kullanılacak yöntemin seçimini etkiler.

Üretim programlama çalışmaları ile, sipariş kontrolü ve genel atölye kontrolü sağlanmakta, işler etkin şekilde programlanmakta, iş dağıtımları kontrol altına alınmakta ve istenilen raporlar üretilebilmektedir.

Üretim programlama eylemleri, çeşitli kaynaklardan bilgi sağlanmasını gerektirmekte ve bu bilgiler işlenerek, etkin programlar ve tezgah yüklemeleri gerçekleştirilmektedir. İş ve tezgah sayısının çokluğu karşısında sözkonusu eylemlerin bilgisayar destekli duruma getirilmesi, etkinlik ve verimliliği artıracaktır. Bilgisayar destekli çalışmalar, bilgilerin depolanması için dosyaları, bilgilerin işlenmesi için ekran görüntülerini ve raporlarını gerektirmektedir. Sözkonusu dosyalarda bulunabilecek başlıca bilgiler şunlardır³⁴:

1. Fazla mesai, vardiya, izin ve dinlenceler ile ilgili yasal maddeler ve sendika ile yapılan sözleşme esasları, firma çalışma takvimi ve şekli
2. Belirli bir döneme yönelik üretim planı, varolan sipariş bağlantıları
3. Üretilecek tüm parça ve ürünler ve bunlara ilişkin ürün ağaçları ve malzeme gereksinim planı
4. Üretilecek ürün ve parçaları “içeride yap”, “dışarıdan satın al” veya “dışarıda yaptır”

³⁴ Aynı.

ilkeleri, taşeron kullanma olanakları, malzeme tedarik olanakları

5. Üretilecek ürün ve parçalara ilişkin standart veya seçenekli üretim rotaları (teknolojik işlem sırası)
6. Varolan tesislerin ve tezgahların üretim kapasiteleri ve verimlilikleri, montaj hatlarının hızları, çevrim süreleri
7. Ekonomik üretim hacimleri
8. Çalışanların durumları, iş temposu, becerileri, verimlilikleri, devamsızlık oranları
9. İşleri sıralamadaki başlatma kuralları
10. İşlem gören siparişlerle ilgili bilgiler, tamamlanma oranı ve sayısı, kalite kayıtları, malzeme eksiklikleri, işlerin bitirilme tarihleri
11. Tezgahların bakım durumu, arızaların nitelik ve nicelikleri, dönemsel (periyodik) bakım-onarım tarihleri ve süreleri

Uygun bir veritabanı yaklaşımı ile depolanacak bu bilgilerin, oluşan değişiklikler karşısında hızla güncelleştirilmeleri de gerekmektedir. Üretim programlama çalışmalarının tamamlanması ile işi başlatma (dispatching) işlevi uygulanarak, iş istasyonunda işin yapılabilmesi ile ilgili her türlü bilgi, yönerge, malzeme, takım vb. hazır duruma getirilmektedir. Son aşama, iş emirlerinin izlenmesi ve işin tamamlanması ile maliyetlendirme işlevine geçilmesidir. Üretim planlama, satış tahminleri ile başlayıp, iş emri kapama ile son bulan bir çevrimdir.

Tüm bu etmenlere ilişkin bilgiler eksiksiz olarak sağlansa bile, yine de programlamayı kolaylaştırmak üzere birtakım önlemlerin alınması gerekebilir. Programlamayı kolaylaştıran önlemlerden başlıcaları şunlardır:

1. Ürün ve parça çeşidi sayısı azaltılır. ABC analizi yardımıyla, az gelir getiren çeşitler elenir.
2. Eldeki tezgahlar tek tipe dönüştürülmeye çalışılır.
3. İşgücü kapasitesinin esnek bir yapıya kavuşturulması için işgörenlerin teknik eğitimine önem verilir. Birkaç çeşit iş görme yetenek ve bilgisine kavuşturulan görevlilerin kapasitelerinden yararlanma oranı artar.

4. Bazı işlerin dışarıda yaptırılma olanakları araştırılır. İş yükünün ağırlaştığı dönemlerde bir bölüm iş dışarıya yaptırılarak, programı zorlayan darboğazlar giderilir.
5. Yine ABC analizi yardımıyla işçilik ve tezgah süresi bakımından ağırlığı fazla olan işler ayrılır ve bu grubun programlanmasında daha fazla titizlik gösterilir.
6. Bazı işlerin ertelenmesi ya da değiştirilmesi yoluna gidilir.

Programlamayı, kaynak kullanımını verimli kılacak, bekleme ve karışıklıkları yokedecek ve kontrole olanak verecek biçimde gerçekleştirebilmek için, etkin programlama tekniklerinden yararlanmak gerekir. Doğrusal programlama ve dinamik programlama gibi teknikler, bu amaçla kullanılacak eniyileme (optimizasyon) tekniklerinden başlıcalarıdır. Öte yandan programlama amacıyla kullanılan tekniklerden bir bölümü de çizgesel nitelikli olup, Gantt Diyagramı, PERT ve CPM, bu tekniklerden başlıcalarıdır. Bu konularla ilgili ayrıntılara bu bölümde girilmeyecek olup, ileriki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanacaklardır.

Programlamada iki tür yaklaşım kullanılır: İleriye doğru programlama ve geriye doğru programlama.

İleriye Doğru Programlama, işe başlangıç tarihi temel alınarak, yapılacak işlemlerin bu tarihten itibaren geleceğe doğru sıralanmasını ve bitiş tarihinin buna göre belirlenmesini ilke edinen bir yaklaşımdır. Kullanıcı ya da tüketici istekleri, işin kısa sürede bitirilmesini gerektiriyorsa, bu yaklaşımdan yararlanır.

Geriye Doğru Programlama, işin teslim ya da bitiriliş tarihi temel alınarak, işlemlerin yapılacak son işlemde ilk işleme doğru geriye sıralanmasını ve başlangıç tarihinin buna göre belirlenmesini ilke edinen bir yaklaşımdır. Kesin bitiş ya da teslim tarihi saptanan işler ile montaj işlemlerini içeren işlerde bu yaklaşımdan yararlanır. Montaj ve alt montaj başlangıç tarihlerinden geriye gidilerek parçaların zamanında bitmesini sağlayan başlangıç tarihleri belirlenir. Aksi durumda, bazı parçalar zamanında yetiştirilemez, bazıları da uzun süre beklemek zorunda kalır.

Bu bölümde anlatılan üretim planlama ve ana üretim programlama konularından bahsi geçen alt başlıklardaki programlama türleri, her bir işletme için farklılıklar gösterebilir. Özetle aynı kapsamda veya aynı tipteki işlerin sıralaması veya tezgah ve işçilere yüklenmesi her bir işletmede aynı olmayabilir. Bu durum, işletme şartlarındaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. En uygun programlama ve atama yöntemleri, işin akışı esnasında kendiliğinden ortaya çıkar ve işletmenin kendisine özgü bir programlama yöntemi oluşur.

Çalışmanın bu bölümünde üretim programlama, ana üretim planlama ve üretim programlama konularından bahsedilmiştir. Bir sonraki bölümde yönetimin sayısal okulu olarak adlandırılan karar yöntemleri ve üretim yönetimine etkisi konusu üzerinde durulacaktır.

3. ÜRETİM YÖNETİMİNDE KARAR PROBLEMLERİ ve KULLANILAN KARAR YÖNTEMLERİ

Her insan günlük yaşantısında, ne zaman kalkacağı, ne yiyeceği, giyeceği, ne zaman uyuyacağı üzerine karar vermek zorundadır. Bunun yanında yöneticiler ise sadece kişisel yaşantıları üzerine karar vermezler. Onlar aynı zamanda çalıştıkları kuruluşlar ile ilgili kararları da vermek zorundadır. Üretim planlamada da birçok problemle karşılaşmakta ve çeşitli karar problemleri bulunmaktadır.

Bu bölümde öncelikle kararı vermenin yapısı ve ölçütlerinden bahsedilecek, ardından üretim planlama problemlerinde kullanılabilir karar verme yöntemleri açıklanacaktır.

Yöneylem Araştırması, şimdiye dek değişik şekillerde tanımlanmaya çalışılmış olup, ortak bir tanıma varılamamıştır. Yapılan tüm tanımlamalar kişilerin deneyimlerinin sonucudur. Bunlardan en yaygın olanları şunlardır³⁵:

- Yöneylem Araştırması, rakama dökülmüş akli selimdir.
- Yöneylem Araştırması, elde olan olanaklardan enbüyük (maksimum) yararlanmayı sağlamak için girişilen bilimsel çalışmalar ve teknikler cümlesidir.
- Yöneylem Araştırması, karar organlarının, karar vermelerinde kontrolleri altında bulunan her türlü olanağı, süre unsuru içinde işletmeyi istenilen amaca en uygun biçimde yöneltebilmeleri için kantitatif esaslara dayanarak yapılan bilimsel araştırmaların tümüne denir.

Bu tanımların en sonuncularından biri "British Operational Society" tarafından yapılandır.

“Operational Research is the attack of modern science on complex problems arising in the direction of modern science of large systems of men, machines, materials and money in industry business goverment and defence. Its distinctive approach is to develop a scientific model of the system, incorporating measurements of factors such as change and risk, with which to predict and compare the outcomes of alternative decisions, strategies or controls. The purpose is to help management determine its poliexplained actions scientifically.”

³⁵ Alptekin Esin, Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri (Dördüncü basım. Ankara: Gazi Kitabevi, 2003), s.2.

Dilimize, şöyle çevrilmiştir³⁶:

“Yöneylem Araştırması, insan, makine, para ve malzemedan oluşan, endüstriyel, ticari, resmi ve askeri sistemlerin yönetiminde karşılaşılan problemlere, modern bilimin saldırışıdır. Belirgin yaklaşımı, sistemin şans ve risk ölçüsünü de içeren ve alternatif karar, strateji ve kontrollerin sonuçlarını tahmin ve karşılaştırmaya yarayan bilimsel bir model geliştirmektir. Amacı yönetimin politika ve eylemlerinin, bilimsel olarak saptanmasına yardımcı olmaktır.”

Yöneylem Araştırmasının amacı karar organının karar vermesine yardımcı olmakla beraber, iki grupta toplanabilir³⁷:

1. İnsan - makine sistemlerinin yapısını ve davranışlarını inceler ve açıklar.
2. Bu sistemlerin amaç ve hedeflerine uygun yönetim ve kontrollerine ilişkin karar verme sorunlarını çözümlenmek veya bunun için yöntemler ve teknikler geliştirmektir

Karar verme, iş dünyasının çalışmasını sağlayan temel unsurlardandır. Tüm yöneticiler, buldukları faaliyet alanı ve kademelerinden bağımsız olarak stratejik düzeyden operasyonel düzeye kadar çeşitlenen geniş bir yelpazede kısa, orta, uzun dönemli kararlar verirler. Ancak iyi karar verebilmek kolay bir iş değildir. Klasik anlamda düşünüldüğünde, iyi kararlar verebilmek için deneyim önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Öte yandan son derece karmaşık bir yapıya dönüşmüş, rekabetin yoğun olduğu, sürekli değişimin yaşandığı, milyonlarca insanın yer aldığı, yoğun bir veri bulutunun içinde işleyen, yüksek teknoloji kullanan günümüz iş dünyası koşullarında klasik yaklaşımla sadece deneyimi kullanarak verilen kararlar işletmeler açısından çok talihsiz sonuçlar doğurabilir.

3.1 Karar Vermenin Yapısı

Karar verme durumunda olan kişiler amaçlarına göre “ekonomik kişi” ve “yönetimsel kişi” olarak ayrılır. “Ekonomik kişiler” tüm seçeneklerin sonuçlarına ve kararlara etki eden çeşitli koşulların olasılığı üzerine bilgi sahibi olan kişilerdir, ki bunlara yöneticiler de diyebiliriz. Bu kişilerin amacı doyumdan ziyade maksimizasyondur. Öte yandan “yönetimsel kişi”, tüm elverişli seçeneklerin farkında olmadığı gibi, başka seçeneklerden birisini seçmenin ne getireceğini de belki bilmiyordur. Böylece “yönetimsel kişi” sınırlı bilgilerle karar verir ve

³⁶ Aynı, s.3.

³⁷ Aynı.

amacı da maksimizasyondan ziyade doyumdur³⁸.

Yönetmel ve ekonomik kişilerin tanımlarından da ortaya çıkacağı gibi karar verme eylemi; faaliyet, seçenekler, ölçütler ve sonuç gibi öğelerden oluşur.

Karar teorisi, bir matematiksel yaklaşım olduğu kadar belli teknikleri kapsayan bir yığındır. Belli bilgi ve tekniklerden yararlanarak geleceğe ilişkin belirli bilinmezlikler altında en sıhhatli yada eniyi (optimal) karar verme ile ilgili sorunlarla uğraşır. Bu nedenle, risk ve belirsizlikler dünyasında yöneticiye “yani karar vericiye” rehberlik yapar. Yol göstericiliği; problemin yapısını ortaya koymayı, belirsizlikler ve olası sonuçların değerlendirilmesini ve en uygun stratejiyi içerir. Böylece, seçenekler arasından “en iyisini” ortaya çıkarır. Buna karşın seçilen en iyi davranış biçiminin, uygulamada en iyi olacağı gibi keşin bir garantisi yoktur³⁹.

Herhangi bir konuda “karar” kelimesinin kullanımı olası, iki ya da daha fazla davranış biçimi arasından birinin seçimidir. Eğer tek davranış biçimi varsa, seçim yoktur. Karar alma işlemi sözkonusu olamaz.

Karar verme bir amaca ulaşabilmek için eldeki olanak ve koşullara göre mümkün olabilecek çeşitli faaliyetlerden en uygun görüneni seçmektir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere, tüm karar problemlerinin bir amacı olmalıdır. Fakat en güç olanı da ele alınacak özel amacın seçimidir⁴⁰.

Her amacın verilen karar ile ulaşılacak doyum miktarına kuvvetlice etkisi olacaktır. Tek bir amaç ile bir karar değerlendirildiğinde çok doyurucu sonuçlar verebilir. Fakat diğer bir amaç ele alınarak karar değerlendirildiğinde doyurucu olmayan sonuçlar ortaya çıkabilir. Hatta kesin bilinmeyen değişkenlerin bazıları karara etki ederek problemi karmaşık kılar. Örneğin, yeni ürünün tanıtımındaki karar ile; ürün fiyatı, niteliği, paketlenmesi bilindiği halde ürüne olacak istem, kesinlikle bilinmez ve bu durumda istem belirli bir hata payı içinde en iyi şekilde tahmin edilmelidir.

Herhangi bir işletmede üretim, pazarlama, muhasebe, depolama ve reklam gibi bölümler

³⁸ Ahmet Öztürk, Yöneylem Araştırması (Sekizinci basım. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, 2002), s.4.

³⁹ Esin, Ön. Ver., s.314.

⁴⁰ Öztürk, Ön. Ver., s.5.

vardır. Her bir bölümün amacı diğer bölümün amacı ile çatışabilir⁴¹. Örneğin üretim bölümü çok miktarda seri üretimi amaçlamakta iken pazarlama bölümü ise müşteri istemine göre üretimin az miktarlarda olmasını amaçlamaktadır. Bu iki bölümün amacı çatıştığı gibi çok fazla üretilen ürün satılamaz ise işletmede stoklama problemi de doğuracaktır. Bu yüzden karar problemin amacı toplam işletme amaçlarını kapsayan tek bir amaç olmalıdır.

Günümüzde herhangi bir değeri olan kararlar verebilmek için büyük ölçekli verileri içeren problemlerle uğraşmak zorundayız. Artan etkileşim düzeyi, artık iş dünyası kararlarını büyük ölçekli platformlara taşımıştır. Karar verme sürecinde gözönünde bulunduracağımız alternatif sayısı, karmaşık ve çeşitlenmiş bir yapıdaki günümüz iş dünyasında çok artmıştır. Karar verici çok sayıda alternatifi eşanlı olarak gözönünde bulundurmak zorundadır. Sürekli olarak değişimin yaşandığı iş dünyasında, gelecekle ilgili belirsizlik çok artmıştır. Karar verici gelecekte karşılaşılabileceği farklı durumlar için farklı karar senaryoları üretmek zorundadır.

3.2 Karar Ölçütleri

Genel olarak, en uygun stratejiyi veren ölçütün seçimi pek kolay değildir. Çünkü stratejinin seçiminde kullanılan ve eniyi sonucu veren tek bir ölçüt yoktur. Bunun nedeni, eniyinin, karar vericinin politikası, gelenek ve davranışıyla yakından ilgili olmakla beraber, çevre koşullarının da etkisi altında olmasıdır⁴².

İşletmenin karşılaştığı problem, karar alma sürecinin aşamalarını izlemekle çözümlenecekse ilk olarak;

- Var olan problemler ile,
- Çok sayıda çözüm yolları geliştirmek amacıyla stratejiler saptanır.
- Stratejiler arasından en uygun olanın» seçmek amacıyla belirli bir ölçüt uygulanır.

Stratejiler arasından en uygun olanını seçerken değişik nitelikte karar ölçütlerini uygulayabiliriz.

Bu ölçütler;

- Belirlilik ortamında karar verme,

⁴¹ Aynı.

- Risk altında karar verme,
- Belirsizlik ortamında karar vermedir.

3.2.1 Belirlilik Ortamında Karar Verme

Belirlilik ortamında karar vermede, stratejilerin hangi koşullar altında gerçekleşeceği kesin olarak bilinmektedir. Bu tip bir karar alma problemi deterministik bir yapıya sahiptir. Deterministik yapıya sahip karar alma problemlerine örnek olarak doğrusal programlama verilebilir⁴³.

Bu ortamda, amaç fonksiyonunun enbüyükleme (maksimizasyon) ve enküçükleme (minimizasyon) olduğunu gözönüne alınarak, stratejilerden biri seçilir. Örneğin elimizde birkaç yatırım seçeneği var. Söz konusu yatırımların maliyetleri sağlayacak gelirleri kesin olarak bilinmektedir. Amaç, gelir maksimizasyonu ise en fazla geliri sağlayan yatırım seçilir.

3.2.2 Risk Ortamında Karar Verme

Risk ortamında karar vermede alınacak belirli bir karar ilişkin değişik sayıda koşullar söz konusudur. Her stratejinin her koşul altında elde edebileceği sonuçlar belirli bir olasılık çerçevesinde oluşur. Diğer bir ifadeyle, bu gibi durumlarda stratejilerin ne gibi sonuçlar doğuracağı önceden bilinmez. Sonuçların gerçekleşmesi belirli olasılıklara dayanmaktadır. Olasılıklar gözönünde tutularak yapılan strateji seçimine risk ortamında karar verme denilir⁴⁴.

Bu karar alma problemlerine aynı zamanda Stokastik Karar Problemleri denir. İstatistiksel karar alma teorisi, stokastik karar problemleriyle uğraşır.

Stokastik karar problemleri genel anlamda, tahmin edilebilen risk değerlerinin, muhtemel getiriler ile çarpılarının ortalamalarının alınması neticesinde oluşan değerler üzerinden hesaplanmaktadır.

3.2.3 Belirsizlik Ortamında Karar Verme

Herhangi bir faaliyetin sonucu bilinmediğinde yani kontrol edilemediğinde durum daha da farklıdır. Kontrol edilemeyen faaliyetin mümkün sonuçlarının olasılık dağılımı hakkında hiç

⁴² Esin, Ön. Ver., s.316.

⁴³ Aynı, s.317.

⁴⁴ Aynı, s.318.

bilgi yok ise belirsizlik durumu vardır. Bu durumda yöneticiler Laplace, Hurwics, Pişmanlık, Maksimax gibi karar ölçütlerini kullanarak karar verirler⁴⁵. Bununla beraber yöneticilerin genellikle belirsizlik ortamında karar verdikleri düşünüldüğünde belirsizlikleri ortadan kaldırmak için ya kişisel yargılarıyla veya karar matrisi yardımıyla bir takım karar ölçütleri saptayarak kararlarını buna göre verdikleri unutulmamalıdır.

3.2.3.1 Laplace Ölçütü

Doğa koşullarının olasılık dağılımına ilişkin hiçbir bilgi sahibi olunmadığı durumlarda Laplace ölçütü kullanılır. Laplace ölçütünde, koşullara ilişkin olasılıkların eşit olduğu varsayılır.

Laplace ölçütünde, oluşturulan karar matrisinin her satırın aritmetik ortalaması hesaplanır ve hesaplanan ortalamalar arasından en büyük ortalama seçilir.

3.2.3.2 Minimaks Ölçütü

Karamsar karakterli bir yöneticinin kullanabileceği bir ölçüttür.

Minimaks ölçütünde, karar matrisinin her satırının (yani her stratejinin;) enküçüğü bulunur ve bu en küçük değerler arasından da en büyük değer seçilir.

3.2.3.3 Maksimaks Ölçütü

Bir önceki kısımda anlatılan minimaks ölçütünün tam tersine iyimser karakterli bir yöneticinin kullanacağı bir ölçüttür. Burada her bir strateji için en iyi durumlar saptanır. Maksimaks ölçütünde, karar verici, her stratejinin enbüyük değerleri arasından gene en büyük değeri seçer. Dikkat edilirse, maksimaks ölçütü, her bir strateji için en iyi durumları gözönüne alır, diğer durumlara karşı ilgisizdir.

3.2.3.4 Pişmanlık (Minimaks Regret) Ölçütü

Eğer, gelecekte ne olacağı önceden bilinseydi, vermiş olduğumuz kararlardan dolayı pişmanlık derecemizi ölçebilirdik. Minimaks pişmanlık karar ölçütü, bu durumu gözönünde bulundurur.

Pişmanlık tablosunu meydana getirmek için şu yöntem kullanılır:

⁴⁵ Öztürk, Ön. Ver., s.7.

Karar matrisinin her sütunundaki en büyük değeri, bulunduğu sütundaki her elemandan çıkartılır ve sonra her satırın enküçüğü bulunur ve bu enküçüklerden enbüyüğü seçilir.

Yukarıda bahsedilen karar ölçütlerinde belirlilik altında karar verme bölümünde maksimizasyon veya minimizasyon modellerinin en basit anlatılabilirliği doğrusal programlama modeli ile olmaktadır. İşletmelerde üretim programlarını hazırlanmasında üretimi yapılacak ürünlerin maliyetleri ve muhtemel getirileri belirlenebildiğinden bu çalışmada doğrusal programlama modeli üzerinde durulmuştur. İşletmelerde negatif üretim yapılamaması, muhtemel getirilerin belirli olması, olası bir belirsizlik ortamını pasifize eder ve deterministik bir karar alma ölçütü seçilmesini olanaklı kılar.

3.3 Doğrusal Programlama

Günümüzde, işletme, ekonomi ve muhasebe dallarını en yakından ilgilendiren konulardan birisi olan doğrusal programlama, aynı zamanda yöneylem araştırmasında da en yaygın kullanılan araçlardan birisidir. Bilindiği gibi doğrusal programlama; kaynakların optimal dağılımının, kaynakların seçenekli dağılımının, optimal üretim bileşiminin, minimum maliyeti veren girdi bileşiminin, en uygun karın ve en az maliyetin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Bugün endüstriyel ve ekonomik analizlerde yaygınca kullanılan doğrusal programlama, tüm nicel teknikler arasında en geniş etki alanı olanıdır. Doğrusal programlama firmanın, ulaşım, üretim, finansman, dağıtım ve reklamcılık gibi pek çok faaliyetlerinde kullanılabilir. Ayrıca, firmada; karşılaşılabilecek darboğazların giderilmesinde, seçenekli üretim teknikleri kullanılmasının getirişini belirlemede, kıt kaynakların etkin kullanımı ve bunların gölge fiyatlarının belirlenmesi ile en uygun çözümlere ulaştıracak politikaları saptamada doğrusal programlama modelleri kullanılır.

Doğrusal programlama değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun (maksimum veya minimum) kılmaya çalışır. Buna göre, doğrusal programlama değişkenlere ve kısıtlayıcı şartlara bağlı kalarak amaca en iyi ulaşma tekniğidir. Temel olarak, doğrusal programlamaya verilen optimallik ölçütüne bağlı kalarak kıt kaynakların optimal şekilde dağıtımını içeren deterministik matematiksel bir tekniktir de denilebilir⁴⁶.

Doğrusal programlama (D.P.) modeli, bugünkü anlamıyla 1947 de G.B. Dantzig, tarafından ileriye sürülmüştür. Ancak konuyla ilgili asıl gelişme son 10-15 yılda olmuştur. D.P.

⁴⁶ Öztürk, Ön. Ver., s.23.

başlangıçta askeri gereksinimler için geliştirilmiş olmakla beraber, bugün endüstride kullanılmaktadır.

D.P. belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçiminde tanımlanır. Optimumlaştırmak, belli bir amaca enküçük masrafla ulaşmak veya belli kaynaklarla enbüyük ürünü sağlamak anlamına gelir⁴⁷.

Diğer bir tanımla, D.P. para - makine - zaman ve insan gücü v.b. gibi kaynakların, türlü kısıtlayıcı koşullar altında optimal faydayı sağlayacak biçimde kombine edilmelerini sağlayan tekniklerdir.

Bunların yanında DP, bilinen bütün ayrıntıları bilinen koşullar altında uygun bir karar alma aracıdır.

3.3.1 Doğrusal Programlamanın Uygulandığı Alanlar

Doğrusal programlamanın uygulama alanları sayılmayacak kadar çok olmasına rağmen, genellikle uygulamaları Endüstriyel ve Ekonomik alanlar almak üzere iki grupta toplayabiliriz⁴⁸:

Endüstriyel problemlere Doğrusal Programlamanın uygulanması:

- Standart taşıma problemlerine,
- Üretim ve Tahsis problemlerine,
- İşletmelerde görevlerin planlaması problemlerine,
- İş makinelerinin yerleşim problemlerine,
- Normal ve fazla zaman problemlerine,
- En iyi ürün karışım ve faaliyetlerinin düzenlenmesi problemlerine,
- İşletmelerin kuruluş yerlerinin tesbiti problemlerine,
- Beslenme problemlerinin çözümlenmesinde v.b. gibi

⁴⁷ Esin, Ön. Ver., s.24.

⁴⁸ Esin, Ön. Ver., s.25.

Ekonomik Teoriye Doğrusal Programlamanın uygulanması:

- Firma teorisine klasik yaklaşım problemlerine,
- Dual (ikili) doğrusal programlama problemlerinin ekonomik yorumu,
- Pratikte kullanılan girdi - çıktı modelleri ve bunların analizleri v.b. gibi problemler.

3.3.2 Doğrusal Programlamanın Dayandığı Varsayımlar

Doğrusal programlama modelinden tutarlı sonuçların elde edilmesi aşağıda ele alınacak varsayımlara bağlıdır⁴⁹.

- Doğrusallık Varsayımı:** Bu varsayım işletmenin girdileriyle çıktıları arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu gösterir. Üretim düzeyi artarken aynı oranda üretim girdileri de artar. Ayrıca amaç fonksiyonu açık bir şekilde matematik olarak ifade edilmelidir. Amaç fonksiyonunun doğrusal olabilmesi için karar değişkenleri x_j 'lerin birinci dereceden ve (c_j) katsayıları da sabit olmalıdır.
- Toplanabilirlik Varsayımı:** Bu varsayım değişik üretim faaliyetlerine kaynak olan üretim girdilerinin toplamının her bir işlem için ayrı ayrı kullanılan girdilerin toplamına eşit olduğunu gösterir. Örneğin bir iş iki saatte, diğeri üç saatte yapılıyorsa, iki işi birden yapmak için beş saate gerek vardır.
- Sınırlılık Varsayımı:** Üretimde kullanılan kaynaklar sonludur. Bu nedenle üretime giren girdiler ile üretim miktarı kısıtlanır.
- Negatif Olmama Varsayımı:** Doğrusal programlamada yer alan temel, aylak ve artık değişkenlerin değeri sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

Toplanabilirlik ve doğrusallık varsayımları çoğu kez doğrusallık aksiyomu olarak düşünülür. Bu yüzden doğrusal programlama probleminin amaç fonksiyonu da doğrusal olmalıdır.

Doğrusal programlama probleminin çözümünde kullanılan tanımları şöyle sıralayabiliriz⁵⁰:

- Uygun çözüm

⁴⁹ Öztürk, Ön. Ver., s.24.

⁵⁰ Aynı, s.25.

- Optimal çözüm
- Temel çözüm
- Dejenere (bozulan) çözüm

Bahsi geçen çözüm tanımlamalarını ise şu şekilde açıklamak mümkündür:

- a. Uygun Çözüm: Çözüm doğrusal programlama probleminin tüm kısıtlayıcılarını doğruluyorsa uygun çözüm olur.
- b. Optimal Çözüm: Doğrusal programlama probleminin çözümünde birkaç uygun çözüm olabilir. Oysa tüm uygun çözümler arasından en iyi olanı optimal çözümdür.
- c. Temel Çözüm: Amaç fonksiyonu ve negatif olmama koşulu dışında, problem m sayıda sınırlayıcı ve (n) değişkenli ise tek bir temel çözüm vardır.
- d. Bozulan Çözüm: Cari temel çözümün bir veya birkaç temel değişkenin değeri sıfırsa, bozulan çözüm vardır. Cari temel (program) deki değişkenlere temel değişkenler adı verilir. Geriye kalan değişkenler temel olmayan değişkenler olup onların çözüm değerleri sıfırdır.

3.3.3 Doğrusal Programlamanın Matematiksel Yapısı

Matematikte n bilinmeyenli bir doğrusal model ancak n tane birbirinden bağımsız doğrusal denklemle çözülebildiği halde, doğrusal programlama ile n tane bilinmeyenli bir doğrusal model n 'den daha az denklem yardımıyla çözülebilmektedir⁵¹.

Doğrusal programlama probleminin üç önemli unsuru vardır :

1. Amaç fonksiyonu,
2. Kısıtlayıcı fonksiyonlar,
3. Pozitif kısıtlama.

Doğrusal programlamada, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcı fonksiyonların matematiksel anlatımı aşağıdaki işlemlerin yapılmasıyla başlar:

- a. Problemin Tanıtımı (Belirlenmesi): Elde edilen sayısal bilgiler (örneğin; süre, ham

⁵¹ Esin, Ön. Ver., s.26.

madde, maliyetler v.b. gibi) belirlenir. Ayrıca, kullanılacak üretim, yöntemleri ve herbirinin uygulanmasıyla üretilebilecek mamullerin birim maliyetleri veya her bir birimin satışından firmanın sağlayacağı kar saptanır.

- b. Modelin Değişkenlerinin Belirlenmesi: İşletme problemlerinde genellikle, üretim hacmi, makinelerin çalışma süreleri, üretimde kullanılan hammadde miktarları ve üretim için yapılan masraflar değişken olarak alınır.

Değişkenleri belirlerken dikkat edilmesi gereken önemli noktalar ise üretimde yapılacak herhangi bir değişikliğin modele yeni değişkenleri getireceği, ve değişkenler için kabul edilen ölçülerin aynı olacağına, dikkat edilmesi gerekliliğidir.

- c. Modelin Parametrelerinin Belirlenmesi: Modelde kullanılan parametreler aşağıdaki biçimde belirlenebilir:

- 1- Üretimde kullanılan makinelerin bir birim üretim için çalışması gereken süre ile toplam kullanılabilir makine süresi arasındaki ilişkiden yararlanarak bazı parametreler belirlenebilir.
- 2- Üretim faktörlerinin bileşim oranları olan teknik üretim katsayıları yardımıyla değişkenler arasındaki ilişkiyi kuran parametreler belirlenir.
- 3- Amaç fonksiyonundaki parametreler, problemin türüne göre değişir. Enküçükleme problemlerinde değişkenlerin katsayıları, birer birimin maliyetini enbüyükleme problemlerinde, değişkenlerin katsayıları bir birimden elde olunan kar katsayılarıdır.

- d. Modelin Genel Olarak Gösterilmesi: Modele girecek olan değişkenler, x_1, x_2, \dots, x_n ile değişkenler arasındaki ilişkileri kuran parametreler ise $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{mn}$ biçiminde gösterilir. Verilen sabit değerler (ham madde miktarları veya makine kapasiteleri v.b. gibi) b_1, b_2, \dots, b_m ile ifade edilir.

İlişkilerde kullanılan, x_1, x_2, \dots, x_n değişkenleri pozitif veya sıfır olabilirler. Fakat, negatif olmaları olanaksızdır.

Değişkenler arasındaki ilişkiler genellikle eşitlik veya eşitsizlikler sistemi halinde gösterilir.

Değişkenler arasındaki kurulan diğer bir doğrusal denklemde amaç fonksiyonudur. Modelin bütün değişkenleri bu fonksiyonda yer alır.

3.3.3.1 Amaç Fonksiyonu

Doğrusal programlama modellerinde doğrusal biçimde ifade edilen bir amaç fonksiyonu vardır.

Amaç fonksiyonu, kar için enbüyüklenme (maksimizasyon) maliyet için enküçüklenme (minimizasyon) olur.

Amaç fonksiyonu Z , değişkenler x_j ($j=1, 2, \dots, n$) ve sabit katsayılar c_j ($j=1, 2, \dots, n$) ile gösterilirse, amaç fonksiyonu:

$$Z_{\text{enb/enk}} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.1)$$

biçiminde ifade edilir.

3.3.3.2 Kısıtlayıcı Fonksiyonlar

İşletmeler faaliyetlerini bir takım kısıtlayıcılar altında sürdürürler, örneğin, kullanılan makinelerin belirli bir süre içerisindeki üretim kapasitesi sabittir. Aynı biçimde kullanılan, finansman, işgücü v.b. gibi kaynaklar da sınırlıdır. Bunun yanında, üretim kapasiteye eşit olur veya ondan az olabilir.

a_{ij} , b_i ler sabit katsayılar olmak üzere;

Enküçüklenme (minimizasyon) problemlerinde kısıtlayıcılar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3.2)$$

Enbüyüklenme (maksimizasyon) problemlerinde kısıtlayıcılar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3.3)$$

biçiminde ifade edilir.

“=” işareti hem enbüyüklenme hem de enküçüklenme problemlerinde kullanılır. Örneğin; eğer makineler tam kapasite ile çalıştınıyorsa veya üretimde bir hammadde sınırlı miktarda kullanılırsa bu gibi durumlarda değişkenler arasında;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3.4)$$

eşitliği kullanılır.

3.3.3.3 Pozitif Kısıtlama

D.P. modelleri gerçek işletme problemlerine uygulanır. Bu nedenle değişkenlerin negatif olması söz konusu olamaz. Çünkü, işletmeler ya üretimde bulunurlar veya bulunmazlar.

Matematiksel olarak:

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3.5)$$

veya

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (3.6)$$

biçiminde yazılır.

Yukarıdaki açıklamalardan sonra, amaç fonksiyonu kar enbüyükleme veya maliyet enküçükleme olan bir D.P. modelini genel olarak şu biçimde ifade etmek mümkündür:

Kar Enbüyükleme;

$$\text{Amaç fonksiyonu:} \quad Z_{enb} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.7)$$

$$\text{Kısıtlayıcılar:} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (3.8)$$

$$\text{Pozitif kısıtlama:} \quad x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3.9)$$

Maliyet Enküçükleme;

$$\text{Amaç fonksiyonu:} \quad Z_{enk} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.10)$$

$$\text{Kısıtlayıcılar:} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (3.11)$$

$$\text{Pozitif kısıtlama:} \quad x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3.12)$$

Bu ifadeler daha açık gösterilmek istenirse;

$$\text{Amaç fonksiyonu: } Z_{\text{enb/enk}} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (3.13)$$

$$\text{Kısıtlayıcılar: } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1 \quad (3.14)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_m$$

$$\text{Pozitif kısıtlama: } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (3.15)$$

şeklinde ifade edilebilir.

3.4 Doğrusal Programlamanın Çözüm Teknikleri

Bir doğrusal programlama problemi;

- Grafiksel yöntemle,
- Simpleks yöntemiyle,
- Matris yaklaşımıyla

çözülebilir⁵².

3.4.1 Grafiksel Yöntem

Grafiksel yöntemin en önemli özelliği, en uygun (optimum) çözümün, mümkün çözüm alanının köşelerinden birinde bulunmasıdır. İki değişkenli doğrusal programlama problemleri için bu noktalar grafik üzerinde rahatlıkla görülebilir.

Grafiksel çözümde, eşitsizlikle eşit olarak düşünülür. Fakat, eşitsizliğin işareti (küçük veya büyük olma) gözönünde tutulur.

Grafiksel çözüm yöntemi, koordinat eksenleri üzerinde kısıtlayıcıların oluşturduğu mümkün çözüm bölgesinden amaç fonksiyonunun en uygun değerinin saptanmasıdır⁵³. Grafiksel çözüm

⁵² Esin, Ön. Ver., s.63.

⁵³ Aynı, s.70.

yöntemi, doğrusal programlamanın biçimsel bakımdan açıklanmasında yararlı olduğu kadar, simpleks yönteminin kurallarına açıklık getirmesi bakımından da yararlıdır.

Uygulamada karşılaşılan problemlerin değişken sayıları, kısıtlayıcı sayıları genellikle çok sayıdadır. Böyle problemlerin çözümüne grafik tekniği ile ulaşmak olanak dışındadır. Çok sayıda bilinmeyenli problemlerin çözümüne simpleks yöntemi ile ulaşılabilir. Grafik çözüm tekniği en fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde bir karışıklığa neden olmadan kullanılabilir.

Grafiksel çözüm tekniğinde başvurulacak işlemler dört başlık altında sıralanabilir⁵⁴:

1. Kısıtlayıcıların grafiğini teşkil etmek,
2. Uygun çözüm alanını belirlemek,
3. Amaç fonksiyonunun grafiğini çizme,
4. En iyi veya optimum çözümü bulmadır.

Doğrusal programlama problemlerinin grafiksel yöntemle çözümünde;

- Eşitsizliklerin tutarsız olması,
- Uygun çözüm alanı olmakla beraber, pozitif kısıtlama koşulunun sağlanmaması,
- Uygun çözümün sınırsız olması,
- Tek bir çözümün bulunması,
- Birden fazla optimum çözümün bulunması

bizim, her zaman uygun çözüm alanı bulmamızı olanaksız kılmaktadır.

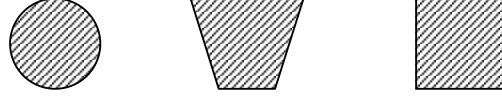
Grafiksel yöntemle çözülen D.P. problemlerinde optimal mümkün çözüm var olduğu zaman mümkün çözümler bölgesi konveks (dış bükey) bir alan olarak ortaya çıkmaktadır⁵⁵.

Geometrik anlamda konveks (dış bükey) bir alan, kenarlarında çukurlaşmalar olmayan ve içinde delikler bulunmayan bir alandır. Diğer bir ifadeyle, bir konveks alan içinde seçilen herhangi iki noktayı birleştiren doğrunun tamamı alan içinde kalır. Örneğin; bir daire, bir

⁵⁴ Öztürk, Ön. Ver., s.56.

⁵⁵ Esin, Ön. Ver., s.111.

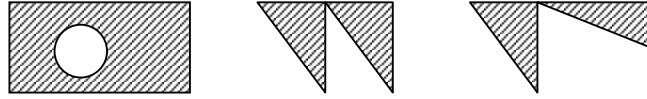
yamuk ve bir kare konveks birer alandır.



Şekil 4.1 Konveks Alanlar

Konveks alan kavramı, iki boyutlu uzay için bahis konusu olur. Üç boyutlu uzayda ise konveks hacimden bahs olunur. Bir D.P. probleminin belirlediği mümkün çözüm alanı, bir konkav (iç bükey) alan oluşturuyorsa bu problemin çözümü yoktur. Çünkü, bir konkav alan içinde seçilen herhangi iki noktayı birleştiren doğrunun tamamı alan içinde kalmamaktadır.

Örneğin; aşağıdaki alanlar konveks alan değildir:



Şekil 4.2 Konveks Olmayan Alanlar

3.4.2 Simpleks Yöntemi

Doğrusal programlama problemlerini çözmeye yaygınca kullanılan simpleks yöntemi ilk kez 1947 yılında G.B. Dantzig tarafından kullanılmıştır. Daha sonra Charnes, Cooper ve diğerleri ekonomik ve endüstriyel analizler için uygulamalı öncü çalışmalar yapmışlardır.

Grafik yöntemi en fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde elverişlidir. Uygulamada ise problemin değişkenleri çok daha fazla ve dolayısı ile gerçek doğrusal programlama problemlerinin çözümü ise simpleks yöntemi ile sağlanır. Yöntem cebirsel tekrarlar (iterasyon) işlemine dayanır. Yöntemde önce başlangıç simpleks tablosu düzenlenir sonra tekrarlayıcı işlemler ile belirli bir hesap yöntemi içinde gelişen çözümlere doğru ilerleyerek optimal çözüme ulaşıncaya kadar işlemler sürdürülür. Gelişen çözüm tablolarında amaç fonksiyonunun ve karar değişkenlerinin değişen değerleri gözlenebilir. Simpleks yöntemine başlamadan önce problemlerin doğru biçimde ifade edilmesi gerekir⁵⁶.

⁵⁶ Öztürk, Ön. Ver., s.73.

Simpleks yöntemi, amaç fonksiyonunu enbüyük veya enküçük yapacak eniyi çözüme adım - adım yaklaşan bir algoritma (hesaplama yöntemi)'dir. Bu nedenle, probleme bir uç noktasından başlayarak optimuma daha yakın bir ikincisine, oradan bir üçüncüsüne ila ... atlayarak eniyi çözümü veren uç noktasına ulaşmamızı sağlar.

Simpleks yöntemiyle, eniyi çözümü veren uç noktasını bulabilmek için grafiksel yöntemde yaptığımız gibi konveks alanın uç noktalarındaki çözümleri elde etmeye ve herbirini amaç fonksiyonunda yerlerine koyarak hangi noktanın koordinatlarının amaç fonksiyonumuzu enbüyüklediğini ya da enküçüklediğini saptamaya gerek kalmaz⁵⁷.

Simpleks yöntemi, problemin matematiksel olarak belirtilmesini zorunlu kılar. Bu nedenle kısıtlayıcıların eşitsizlikler veya eşitlik, amaç fonksiyonunun da doğrusal bir fonksiyon halinde matematiksel olarak ifade edilmesi gerekir.

3.4.2.1 Simpleks Yönteminde Kullanılan Değişkenler

Simpleks yöntemi, problemlerin çözümünde uygulanırken, eşitsizlik sistemi eşitlik haline dönüştürülür. Bunun içinde aylak değişkenlerin eklenmesi veya çıkarılması gerekir.

Aylak değişkenlerin kısıtlayıcılarda katsayıları birdir. Amaç fonksiyonunu etkilememeleri için bu değişkenlerin amaç fonksiyonunda katsayıları sıfırdır. Yani, sıfır fiyatlıdır. Bu nedenle amaç fonksiyonunda gösterilmezler.

Aylak değişkenler diğer değişkenler gibi çözüme girer, fakat bunların değerleri, kullanılmayan kapasiteleri ve hammaddelerin miktarlarını gösterirler. Eşitsizlik halinde verilmiş olan kısıtlayıcılar eşitsizliğin yönü (veya işareti) bakımından iki türdür.

Bunlar⁵⁸:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (3.16)$$

veya

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \quad (3.17)$$

dir.

⁵⁷ Esin, Ön. Ver., s.112.

⁵⁸ Aynı, s.113.

Birinci eşitsizlik eşitlik haline dönüştürülmek istenirse eşitsizliğin sol tarafına bir aylak değişken ilave edilir.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1 \quad (3.18)$$

İkinci eşitsizlik, eşitlik haline dönüştürülmek istenirse eşitsizliğin sol tarafından bir aylak değişken çıkarılır.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1 \quad (3.19)$$

Bazı kısıtlayıcılar bu iki türün dışında eşitlik halinde de verilir.

Örneğin:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \quad (3.20)$$

Eşitlik halindeki kısıtlayıcılar problemin çözümünde zorluklar çıkarır. Çünkü, kıt kaynakların tümünün kullanılması genellikle istenmez. Buna rağmen kullanılırsa, bunlara artık değişken ilave edilir. Bu değişkenler son çözüm tablosunda bulunmazlar.

Son çözüm tablosunda bulunmaması için, yani çözüm dışı bırakılmaları için bunların amaç fonksiyonundaki katsayıları, enküçükleme problemlerinde pozitif, enbüyükleme problemlerinde ise negatif değerli olan ve amaç fonksiyonundaki değişkenlerin katsayılarından büyük bir sayı olmalıdır.

3.4.2.2 Simpleks Yöntem Uygulamalarının Türleri

Doğrusal programlama problemlerinin çözümünde simpleks yönteminin kullanılmasını zorunlu kılan bazı özel durumlar bulunmaktadır. Bu durumlar genel olarak;

- Bozulma (dejenerasyon)
- Sınırsız çözümler
- Seçenekli optimal çözümler
- Uygun çözüm bulunmama
- Sınırsız uygun olan ve sınırlı optimal çözüm

şeklinde sıralanabilir.

Bozulma, doğrusal programlama problemleri simpleks yöntemi ile çözümlenirken bozulma ile

aşağıdaki şekilde karşılaşılabılır.

1. Anahtar sıranın seçiminde
2. Çözüm işlemlerinde bir veya daha fazla temel değişkenin çözüm değeri sıfır olursa
3. Simpleks iterasyon (yineleme) işlemlerinde bir döngüye girilir ki optimal çözüme ulaşmadan aynı yineleme işlemler dizisi sürer gider. Bu tip problemlere döngü adı verilir. Ancak bu tip problemler ile uygulamada çok az karşılaşılır.

Bu durumdaki çözümlere dejenerasyon çözüm denir.

Anahtar sıranın seçiminde karşılaşılan bozulmayı şu şekilde açıklayabiliriz. Anımsandığı gibi, anahtar sütun elemanları ile çözüm (miktar) sütun elemanlarını bölerek bir oran elde edilmekteydi. Sözkonusu oranlar içinde pozitif değerli en küçük değeri veren orana karşılık olan sıra anahtar sıra oluyordu. Sözkonusu en küçük pozitif değerli oranların sayısı birden fazla ise, bir bozulma ile karşılaşıldığı söylenir. Çünkü hangi sıranın anahtar sıra olacağını önceden kestirmek zordur.

Problemin çözümü optimale ulaşmadığı için işlemleri sürdürmek gerekir. Bunun için de hangi sıranın anahtar sıra olması gerektiği belirlenmelidir. Rastgele sıralardan birisi seçilerek işlem sürdürülür. Fakat böyle bir yöntem optimum sonuca ulaşmayı uzatacaktır. Onun için daha kısa zamanda çözüme ulaşmada izlenecek yöntem anahtar sütun elemanlarının her biri ile aylak değişken matrisinde (birim matris) yer alan elemanlar bölünür. Bu bölüm işleminde ilk önce eşitliğin bozulduğu en küçük değeri veren sıra anahtar sıra olur.

Sınırsız çözümler, bazı doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonunun değeri istediğimiz kadar yani belirsiz şekilde arttırılabilir. Böyle problemlerin sınırsız çözümü var denir. Herhangi bir doğrusal programlama problemini simpleks yöntemi ile çözerken çözümünün sınırsız olduğunu söyleyebilmek için maksimizasyon probleminde $c_j - z_j$ satırında işleme girecek pozitif değerli (anahtar) sütundaki elemanların hepsi negatif veya sıfır değerli olmalıdır. Minimizasyon probleminde $c_j - z_j$ satırında işleme girecek mutlak değerce en büyük negatif değerli sayı (anahtar), sütundaki tüm elemanlar negatif veya sıfır değerli olursa çözüme sınırsız çözüm denir.

Seçenekli optimal çözüm, bazı doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonunun aynı optimal değerini veren karar değişkenleri takım değeri birden fazla olabilir. Bu durum

simpleks yöntemi ve grafik çözüm yöntemi ile anlaşılabilir. Şöyleki⁵⁹:

1. Eğer optimal çözüm tablosunun temel olmayan değişkenin altındaki $c_j - z_j$ satırında sıfır katsayı var ise böyle doğrusal programlama problemlerinin seçenekli bir optimal çözüme sahip olduğu söylenir. Ayrıca seçenekli optimal çözüm söylenen temel olmayan değişkenin işleme girmesi yani tabloya temel değişken olarak girerek daha ileri simpleks işlemlerinin yapılması ile bulunabilir.
2. İki değişkenli doğrusal programlama problemlerinde, eğer seçenekli optimal çözüm varsa, eş-kar doğrusu kısıtlayıcı doğrularından birisine paraleldir

Bununla birlikte eğer herhangi bir doğrusal programlama probleminin iki seçenekli optimal çözümü varsa, seçenekli optimal çözümün kesiksiz çözümü vardır denir.

Uygun çözüm bulunmama, problemin tüm kısıtlayıcı koşulları karar değişkenleri tarafından sağlanmaz ise problemin uygun çözümü yoktur denilir. Bu durum simpleks yönteminde şu şekilde belirebilir. Optimal simpleks çözüm tablosunun temel değişken sütununda yapay değişken yer alır ve onun çözüm değeri pozitif (sıfırdan farklı) ise problemin uygun çözümü yoktur. Bu tip optimal çözüme yalancı optimal denir.

Sınırsız uygun alan ve sınırlı optimal çözüm, bu durumda problemin, uygun çözüm alanı sınırsız olmasına karşın optimal çözümü sınırlı, yani amaç fonksiyonu sonlu (belirli) optimal değerde bir sayıya sahiptir.

Sınırsız uygun alanın doğrusal programlama problemlerinde bulunup bulunmadığını anlamak için problemin $c_j - z_j$ ve z_j satırının dışındaki herhangi bir simpleks tablosuna bakmalıdır. Tablonun herhangi bir sütununda katsayılar negatif ve sıfır ise sınırsız uygun alan var demektir.

Çözümün sınırlı olması ise sadece ifade ettiğimiz koşula ek olarak sıfır ve negatif katsayılı sütuna karşılık olan $(c_j - z_j)$ satırındaki elemanın değeri maksimizasyon problemlerinde negatif, minimizasyon problemlerinde ise pozitifdir.

3.5 Üretim Planlamada Karşılaşılan Karar Problemleri

Üretim planlama, belirlilik altında karar verme problemlerinin başlığı altına alınabilir. Çünkü

⁵⁹ Öztürk, Ön. Ver., s.110.

üretilecek ürünün muhtemel maliyetleri, muhtemel getirileri belirlidir. Üretilecek ürün negatif olamaz ve ürünün çıktıları girdileri ile direk olarak ilişkilidir.

Buradan hareketle üretim planlamanın yöneticiler için belirlilik altında alınması gereken kararlar olarak ele alınabileceği söylenebilir.

Üretim planlanması için birçok değişkenin gözönünde bulundurulması gereklidir. Hammadde stokları, makina ve işçi kapasiteleri, dış kaynaklı üretim safhaları gibi birçok unsur, birbirinden bağımsız gibi görünseler bile birbirleriyle ilişkilendirilmiş bir biçimde harmonik olarak bağlıdırlar. Burada yöneticilerin verecekleri kararlar, her bir proses için ayrı ayrı maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonu şeklinde olmalıdır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde belirlilik altında karar verme yöntemlerinden olan doğrusal programlamanın üretim yönetimi konusundaki uygulamaları incelenecektir.

4. ÜRETİM YÖNETİMİNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Üretim yönetimi, yöneticilerin belirlilik altında kararlar almalarını gerektiren bir kararlar zinciridir. Gerek üretim planlama olsun, gerek hammadde temini olsun, gerekse kapasite planlaması olsun, bu alanların maddi getirilerinin tamamını matematiksel olarak ifade etmek mümkündür. Buradan hareketle alınması gereken kararları matematiksel anlamda formülize ederek çözebilmek olası hale gelmektedir. Bu işlemler belirlilik altında alınan kararlar sınıfına girdikleri için doğrusal programlama üretim yönetiminde kullanılabilecek bir model haline gelir.

Çalışmanın bu bölümünde üretim planlama ve üretim programlama alanlarında doğrusal programlamanın kullanım alanlarından bahsedilecektir.

4.1 Üretim Planlamada Doğrusal Programlama

Satış tahminleri, bize ürünlerimizden en fazla satabileceğimiz miktarları, bu ürünler ile ilgili yapılan anlaşmalar yani kesinleşen siparişler ise kesinlikle yapmamız (üretmemiz) gereken miktarları belirtir. Buna karşılık biz, üretim için sınırlı kaynaklara sahibizdir. Normal mesai, fazla mesai ve fason üretim yollarıyla yapacağımız/yaptıracağımız üretimlerde bazı kısıtlar vardır. İşte “Bu kısıtlar altında ve işletmenin amaçları çerçevesinde hangi üründen ne kadar üretelim?” sorusunu yanıtlamak gerekir. Bu noktada kullanabileceğimiz önemli bir yöntem, doğrusal programlama yöntemidir⁶⁰.

Üretim planlamada karşılaşılan karar sorunlarının çözümü için ele alınacak sistemin niteliklerine göre, çeşitli doğrusal programlama modelleri geliştirilmiştir. Genel olarak üretim sistemlerinde gözlenen dört ana karar problemi vardır⁶¹.

1. Çok Ürünlü Sistemler: İki veya daha çok farklı ürünün üretildiği ve kaynakların kısıtlı olduğu bu sistemlerde problem, eldeki kaynaklardan (işgücü, işletme sermayesi, tezgah kullanım süresi vb.) her bir ürüne ne kadar ayrılacağı belirlenmesidir.
2. Karışım Sistemleri: Bir ürünün üretilmesi için birkaç malzemenin belirli oranlarda karıştırılmasını gerektiren üretim süreçlerinde görülen bu sistemlerde problem, istenilen kalitedeki ürünün üretimi için gereken en düşük maliyetli karışımın

⁶⁰ Tanyaş, Ön. Ver., s.150.

⁶¹ Aynı.

saptanması şeklinde ortaya çıkar. Problemin çözümü ise, son ürünün üretimi için kullanılacak malzemelerin miktarını (oranını) verir.

3. Çok Süreçli Sistemler: Bir ürünün üretilmesi için birden çok üretim sürecinin bulunduğu bu sistemlerde problem, her bir üretim süreciyle ne miktarda ürün üretileneğinin belirlenmesidir. Bir ürünün üretilmesinde sözkonusu olabilecek farklı üretim süreçleri değişik malzeme kullanımı, farklı kesme ve işleme yöntemleri, satınalma veya yerli üretim kararları, fazla mesai, fason üretim, stoklama, yoksatma, işgücü düzeyini değiştirme seçenekleri, farklı iş çizelgeleri vb. olabilir.
4. Çok Tesisli Sistemler: Bu sistemler çok aşamalı sistemler olup, bir aşamanın çıktısı, onu izleyen aşamanın girdisini oluşturur. Aşamalar arasında sürekli bir iş akışının sözkonusu olduğu bu sistemlerde problem, her aşamada yer alan tesislerdeki üretimin planlanması, aşamalar arası stok miktarlarının kontrolü ve en son aşamadaki çıktının talebi karşılayacak düzeyde olmasının sağlanması şeklinde ortaya çıkar.

Bu kısımda ele alınacak modeller, sabit hızlı (statik) modeller olup, belli bir ürüne olan talebin zaman içinde sabit olduğu varsayılmıştır. Değişken hızlı (dinamik) modellerde ise talep, zaman içinde değişen bir öge olarak ele alınmaktadır.

Karışım Sistemleri, Toplu Üretim Planlama ve Ana Üretim Programlama modelleri kapsamında düşünülmeyeğinden, bundan sonraki bölümlerde yer almayacaktır.

4.1.1 Çok Ürünlü Sistemler

Belirli bir dönemde, bir firmanın üretilip satabileceği birden fazla ürün olabilir. Bu durumda firmanın her tip üründen ne miktarlarda üreteceğinin planlanması, diğer bir deyişle ürün bileşiminin belirlenmesi, firma için önemli bir problem alanını oluşturur. Ürün bileşimi kararlarında amaç, kısıtlı kaynakların en iyi kullanımını saptayarak, tesislerde elde edilen çıktının net değerinin enbüyüklenmesi veya toplam maliyetin enküçüklenmesidir. Bu problemde gözönünde tutulması gereken diğer bir nokta da her ürünün varolan satış olanaklarının değerlendirilmesidir. Yapılan satış tahminlerinden, ürünlerin en yüksek satış miktarlarının önceden belirlenmesi, ayrıca her ürünün en düşük üretim düzeylerinin saptanması, problemin çözülebilmeye için gereklidir⁶².

Ürün bileşimi problemlerinde gözlenen özellikler aşağıda özetlenmiştir. Ayrıca bu nitelikler,

problemin tanımlanmasında da yardımcı olurlar.

1. Bu problemlerde net karın enbüyüklenmesi veya toplam maliyetin enküçüklenmesi amaçlanır.
2. Kaynakların sınırlı olmasından doğan kaynak kısıtları vardır.
3. Planlanan üretim miktarları için sınır kısıtları belirlenmiştir.

4.1.2 Çok Süreçli Sistemler

Bu problemlerde, her ürünün, planlanan dönem süresince üretilmesi gereken miktar, yani talep belirlenmiş durumdadır. Ayrıca ürünler birkaç değişik yolla üretilebilmektedir. Birim maliyetler, seçilen üretim sürecine göre değişmektedir ve dönem içinde her üretim kaynağının belirli bir kapasitesi vardır. Böyle problemlerde amaç, her bir üretim sürecinde, hangi üründen ne miktarda üretileceğinin, toplam maliyeti enküçükleyecek şekilde saptanmasıdır.

4.1.3 Çok Tesisli Sistemler

Yan ürün alışverişinin sözkonusu olduğu, ancak her bir atölyenin kendi içinde bağımsız olarak çizelgelendiği durumlar için sözkonusudur. Çizelgeleme aşamasında gerekli esnekliğin tanınması, üretim maliyetlerini azaltır ancak atölyeler arasında oluşturulan stoklar nedeniyle stokta tutma maliyetleri artacaktır. Atölyeler arasında oluşturulan stoklar ya da aşamalar arası stoklar, ardışık aşamalar arasında güvenlik stoğu görevi görürler. Bu tip süreç içi stok miktarı arttıkça, aşamalar arasındaki bağımsızlık artacaktır.

Çok aşamalı sistemlerin analizinde genellikle doğrusal programlama modelleri kullanılır. Bu amaçla kullanılan modellerin ortak bir özelliği, modelde her stok noktası için tanımlanan stok denge denklemleridir.

4.2 Üretim Programlamada Doğrusal Programlama

Üretim programlama, üretim planlamasının bir alt kademesi olmakla birlikte yapılacak işin, yükleme, sıralama ve programlama aşamalarının gerçekleştirildiği safhadır. Çalışmamızda belirlilik altında karar verme modellerinden doğrusal programlama modeli incelendiğinden aşağıda sözü edilen safhaların anlatımları yer almaktadır.

⁶² Aynı, s.151.

4.2.1 Doğrusal Programlama İle İş Yükleme

Bir işyerinde, belirli işleri yapacak çok sayıda tezgah olabilir. Eğer tezgahlar birbirinden farklı özelliklere sahip iseler, her birinin bu belirli işleri yapabilme süreleri de farklıdır. Amaç, yapılması gereken işleri elverişli tezgahlara yüklemenin en iyi yolunu bulmaktır.

Genel olarak $(1,2,\dots,n)$ ürünlerinin (q_1, q_2, \dots, q_n) kadar miktarlarını belirli bir üretim dönemi içinde üretmek şeklinde bir üretim problemi ile karşılaşılır. İşyerinde $(1,2,\dots, m)$ tezgahları, (k_1, k_2, \dots, k_m) üretim kapasiteleri ile üretime hazır durumda bulunsun. i ürününü j tezgahında işlemek için geçecek süre ise t_{ij} ile gösterilsin. q_{ij} de i ürününün j tezgahında işlem görecektir miktarını gösterebilir.

Bu gösterim şekline göre; i ürününün üretim miktarı (q_i) , o üründen farklı tezgahlarda işlenecek miktarlar toplamına eşit olacaktır:

$$q_i = q_{i1} + q_{i2} + \dots + q_{im} = \sum_{j=1}^m q_{ij} \quad (4.1)$$

Bir tezgahın, farklı ürünleri üretmek için kullanılacağı süre toplamı, tezgahın kapasitesini aşmamalıdır:

$$k_j \geq \sum_{i=1}^n (q_{ij} * t_{ij}) \quad (4.2)$$

Üretim miktarı negatif değere sahip olamaz:

$$q_{ij} \geq 0 \quad (4.3)$$

Eğer bir birim ürünün bir tezgahta işleme maliyeti en küçük ise, iş yüklemenin amacına uygun olarak şu ifade (amaç fonksiyonu) yazılabilir:

$$TM_{enk} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{ij} * q_{ij}) \quad (4.4)$$

Kısıt denklemlerini birarada yazalım:

$$\sum_{j=1}^m q_{ij} = q_i \quad (4.5)$$

$$\sum_{i=1}^n (q_{ij} * t_{ij}) \leq k_j \quad (4.6)$$

$$q_{ij} \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (4.7)$$

Böylece alışılmış bir doğrusal programlama probleminin çözümü ile karşı karşıya kalınır. Eğer maliyetler ilgili tezgahın çalışma süresine bağlı değilse, amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$TM_{enk} = \sum_{j=1}^n \left[c_j * \sum_{i=1}^m q_{ij} \right] \quad (4.8)$$

Bu durumda, c_j , j tezgahında bir birim ürünün işlenme maliyeti olmaktadır. Eğer üretim sürecinde fazla mesai ve fason üretim sözkonuzu ise, enküçüklenecek olan fazla mesai ve fason üretim maliyetleri amaç fonksiyonuna eklenir.

Sonuç olarak oluşturulan bu doğrusal programlama modeli, bilinen çözüm teknikleri kullanılarak çözümlenir.

4.2.2 Doğrusal Programlama İle İş Sıralama

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere iş sıralama, aynı tezgah üzerinde yapılacak üretimlerin sıralanması amacına yönelik bir fonksiyondur.

Doğrusal programlama ile iş sıralama yapılırken aynı tezgah üzerinde yapılacak farklı işlemlerin işletmeye sağlayacağı katma değerler gözönünde bulundurulmalıdır. Örneğin aynı tezgahta işlenecek farklı mallardan kar oranı yüksek olanı önce üretmek veya maliyeti düşük olanı önce üretmek mantıklıdır. Bu, bizim amaç fonksiyonumuzu oluşturan unsur olur. Kısıtlarımız ise iş sıralamada göz önünde bulundurulacak unsurlardır. Bunlar teslimat süreleri, gereken işçi sayısı olabilir.

Sonuç olarak ortaya matematiksel olarak ifade edilebilen bir doğrusal programlama modeli çıkar ve bilinen doğrusal programlama çözüm tekniklerinden herhangi birisi ile çözülebilir.

4.2.3 Doğrusal Programlama İle İş Programlama

İş programlama aşaması, üretim programlamada son aşamadır. Bu bölümde sırasıyla yapılacak işler makinalara yüklenmiş, aynı makina üzerindeki işler sıralanmış, işlerin yapılacakları tarihler ve işleri yapacak çalışanların programları belirlenmiştir. İş programlama aşamasında bu ön hazırlıkların tamamı birleştirilerek uygulamaya konulur. İş programlama, üretim programlamanın ayrıntılı bir kopyasıdır denilebilir.

Buradan hareketle üretim programlamanın diğer aşamalarında hazırlanmış olan doğrusal

programlama denklemleri –ki bunlar amaç fonksiyonları ve kısıtlardır- bu aşamaya aktarılabilirler.

Amaç fonksiyonu olarak iş sıralama içindeki kar getirisi en yüksek ürünün üretim miktarını maksimize etmek olabilir. Kısıtlara gelince ise teslimat süreleri, makina kısıtları, hammadde kısıtları yazılabilir.

5. UYGULAMA

Bu çalışmada, İstanbul ili Tuzla ilçesinde emprime üzerine pano baskı yaparak üretimini gerçekleştirmekte olan Turkuaz Eşarp San. ve Tic. A.Ş. incelenmiş ve günlük üretim programı hazırlanması amacıyla uygun bir lineer optimizasyon modeli hazırlanmıştır.

Sözü edilen model kurulurken karar değişkenlerine atanacak kontrol dışı değişkenler yani parametreler şu şekilde seçilmiştir:

- Birim kar
- Üretim kapasitesi
- Hammadde kapasitesi
- Günlük talep miktarı

Ele alınan modelde karar değişkenlerine değer verilirken gözönünde bulundurulması gereken ilişkiler, yani problemin kısıtları ise şu şekilde seçilmiştir:

- Malların günlük üretimleri en fazla kullanılabilir hammadde miktarı kadar olabilir.
- Malların günlük üretim miktarları toplamı, günlük talepten fazla olamaz.
- Karar değişkenleri, günlük üretim miktarları olduğundan, negatif değer alamazlar.
- Ürün teslim tarihleri aynı tip ürünler için birbirleri içinde sıralanmalıdır.

Yukarıda yapılan açıklamalar ve incelenen firmanın yapısı gözönüne alındığında, burada doğrusal programlama özellikleri olan doğrusallık, toplanabilirlik, negatif olmama ve sınırlılık özelliklerinin sağlandığı görülür. Buradan hareketle problemin, lineer optimizasyon modeli ile gösterimi mümkün olmaktadır.

Z_{\max} : Karı enbüyükleyen amaç fonksiyonu olmak üzere,

$$J = \{j \mid j = 1, 2, \dots, n\}$$

kalite düzeylerine göre mallar dizin kümesi olarak tanımlanırsa, karar değişkenleri,

$$c_j : j' \text{ ninci kalitenin birim kar girdisi, } j=1, 2, \dots, n$$

ve

x_j : j ' ninci kaliteden günlük üretilecek miktar, $j = 1, 2, \dots, n$

şeklinde ele alınabilir.

Sonuç olarak problemin karı enbüyükleyen amaç fonksiyonunu,

$$Z_{\max} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (5.1)$$

şeklinde veya

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^n c_jx_j$$

şeklinde göstermek mümkün olur.

Modeli oluşturan kısıtlayıcı fonksiyonlar için ise,

$$B = \{b \mid b = 1, 2, \dots, m\}$$

işletmenin elindeki kıt kaynakların miktarları dizin kümesi olarak tanımlansın.

a_{ij} : Ürünlerin seçenekli üretim yolları, $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$

ve

x_j : j ' ninci kaliteden günlük üretilecek miktar, $j = 1, 2, \dots, n$

olarak ele alalım. Buradan hareketle modelimizdeki kısıtlayıcılar,

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

şeklinde veya

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5.2)$$

şeklinde göstermek mümkün olur.

Son olarak pozitif kısıtlayıcı unsurları ele alacak olursak,

x_j : j ' ninci kaliteden günlük üretilecek miktar, $j = 1, 2, \dots, n$

olmak üzere

$$x_j \geq 0 \quad (5.3)$$

veya

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

şeklinde ifade edilir.

Yukarıda anlatılan başlıkları özetleyecek olursak genel anlamda modelimiz şu şekilde oluşmaktadır:

x_j ürün kalitesi; c_j = birim kar miktarı olmak üzere;

$$x_1 = \text{Kapri}, \quad x_2 = \text{Kapri Fason}, \quad x_3 = \text{Saten}, \quad x_4 = \text{Saten Fason}$$

$$x_5 = \text{Janjan}, \quad x_6 = \text{Janjan Fason}, \quad x_7 = \text{Krep}, \quad x_8 = \text{Krep Fason}$$

$$x_9 = \text{Örme}, \quad x_{10} = \text{Örme Fason}$$

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (5.4)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5.5)$$

Masa kapasite kısıtı;

$$x_1 + x_2 + x_5 + x_6 \leq b_1 \quad (b_1 = \text{masa kapasite})$$

Makina kapasite kısıtı;

$$x_3 + x_4 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} \leq b_2 \quad (b_2 = \text{makina kapasite})$$

Talep kısıtları;

$$\begin{aligned}
 x_1 &\leq b_3 && (b_3 = \text{kapri talebi}) \\
 x_2 &\leq b_4 && (b_4 = \text{kapri fason talebi}) \\
 x_3 &\leq b_5 && (b_5 = \text{satentalebi}) \\
 x_4 &\leq b_6 && (b_6 = \text{satentalebi}) \\
 x_5 &\leq b_7 && (b_7 = \text{janjan talebi}) \\
 x_6 &\leq b_8 && (b_8 = \text{janjan fason talebi}) \\
 x_7 &\leq b_9 && (b_9 = \text{kreptalebi}) \\
 x_8 &\leq b_{10} && (b_{10} = \text{krep fason talebi}) \\
 x_9 &\leq b_{11} && (b_{11} = \text{örme talebi}) \\
 x_{10} &\leq b_{12} && (b_{12} = \text{örme fason talebi})
 \end{aligned}$$

Pozitif kısıtlar:

$$x_j \geq 0 \quad (5.6)$$

İşletmenin günlük üretim programının lineer optimizasyon modeli ile matematiksel olarak ifade edilmesinin ardından, modelin doğrusal programlama yardımıyla çözülmesi ve günlük optimum üretim miktarlarının hesaplanması için Microsoft firmasının ürünü olan Excel yazılımından ve bu yazılımın içinde bulunan Solver bileşeninden yararlanılacaktır.

Modelin çözülmesi amacıyla kullanıcı arayüzleri oluşturulmuş ve toplam üç sayfadan oluşan bir Excel dosyası hazırlanmıştır. Hazırlanan dosyanın ilk sayfasında, günlük üretim programını oluşturabilmek için gerekli olan üretim kısıtlarının girildiği ekran yer almaktadır. Bu sayfada kullanıcı, günlük üretim kalemlerini, talep miktarlarını ve teslim tarihlerini girerek taslak bir üretim programı hazırlar.

**TURKUAZ EŞARP SANAYİ ve TİC. A.Ş.
GÜNLÜK SİPARİŞ PROGRAMI**

17.07.2005

Teslim Tar.	Kumaş Cinsi	Desen No	Varyant Uz.	Varyant Ad.	Sipariş Mik.
19.07.2005	Saten	1449	300	5	1500
19.07.2005	Kapri	1355	150	10	1500
19.07.2005	Janjan	1410	250	8	2000
	#				

Sipariş Formu

Teslim Tar. 21 01 2005

Kumaş Cinsi Orme

Desen No 213

Varyant Uz. 300

Varyant Ad. 10

Tamam İptal

Şekil 5.1 Ön sipariş giriş ekranı

Yukarıdaki şekilde gösterilen sayfa üzerinden kullanıcı ürünün teslim tarihini, kumaş cinsini, basılması istenen desen numarasını ve varyant adet ve uzunluklarını girebilmektedir. Girilen bu bilgiler otomatik olarak çalışma sayfasının sıradaki satırına aktarılırlar. Aynı zamanda bir sonraki sayfadaki talep edilen miktarlar sütununa da aktarım yapılmaktadır.

Dosyanın ikinci sayfasında birim kar katkısı, işletme kapasiteleri ve hammadde stoklarının yer aldığı bölüm bulunmaktadır. Birim kar katkısına etki eden faktörler ve işletme kapasiteleri bu sayfa üzerinden dinamik olarak değiştirilebilmektedir.

Microsoft Excel - TurkuazDailyLP20050704.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

80%

Security...

Arrial

=SUMPRODUCT(\$C\$5:\$L\$5,C6:L6)

MASA MAKINA

Turkuaz Eşarp A.Ş. Günlük Üretim Programı (ÜRÜN BAZLI)

	Kapri	Kapri (Fason)	Saten	Saten (Fason)	Janjan	Janjan (Fason)	Krep	Krep (Fason)	Örme	Örme (Fason)	
Üretim Miktarı	1200	0	0	0	0	0	0	0	2500	0	
Birim Kar Katkısı	4,15	1,50	0,88	0,15	1,58	1,50	0,48	0,15	3,40	2,20	13.480 Totlam Kar
Satış Fiyatı	12,00	2,75	4,60	0,80	6,00	2,75	4,00	0,80	8,00	3,00	
Kumaş Maliyeti	1,40	0,00	0,90	0,00	1,10	0,00	0,80	0,00	1,50	0,00	
Boya Maliyeti	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,50	0,50	
İşçilik Maliyeti	0,90	0,90	0,30	0,30	0,90	0,90	0,30	0,30	0,30	0,30	
Diğer Maliyeti	0,20	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,10	0,00	
Diğer Maliyetler	5,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,20	0,00	

Kısıtlar

	MASA	MAKINA										
Masa Kapasite	1	1										1200 ≤ 1200
Makina Kapasite			1	1	1	1	1	1	1	1	1	2500 ≤ 2500
Kapri Kumas Stogu	1											1200 ≤ 1500
Kapri Fason Kumas Stogu		1										0 ≤ 0
Saten Kumas Stogu			1									0 ≤ 1500
Saten Fason Kumas Stogu				1								0 ≤ 0
Janjan Kumas Stogu					1							0 ≤ 2000
Janjan Fason Kumas Stogu						1						0 ≤ 0
Krep Kumas Stogu							1					0 ≤ 0
Krep Fason Kumas Stogu								1				0 ≤ 0
Örme Kumas Stogu									1			0 ≤ 0
Örme Fason Kumas Stogu										1		2500 ≤ 3000
											1	0 ≤ 0

Kullanım **Kapasite**

Kullanım **Program**

1200 ≤ 1500
0 ≤ 0
0 ≤ 1500
0 ≤ 0
0 ≤ 2000
0 ≤ 0
0 ≤ 0
0 ≤ 0
2500 ≤ 3000
0 ≤ 0

Bu alana günlük baski için sipariş verilen kumaş miktarları otomatik olarak girilecektir.

Hesapla Programla

Siparis UrunBazli Program

Ready NUM

Şekil 5.2 Ürün bazlı üretim programlama ekranı

Yukarıdaki şekilde gösterildiği üzere çalışmanın ikinci sayfası üzerinden birim kar oranına etki eden maliyetleri kalem kalem listelemek, bunlar üzerinde değişiklik yapabilmek mümkündür. Bununla beraber modelimizin kısıtlarını oluşturan unsurlar bu sayfa üzerinde yer almaktadır. Kullanıcı, gerekli olması durumunda yeni kısıt eklemelerini bu sayfa aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Ayrıca ilk sayfada taslak programda girilen veriler otomatik olarak bu sayfadaki ilgili yerlere aktarılır.

İkinci sayfa üzerinde bulunan “Hesapla” tuşuna basıldığında ilk sayfada girilen taslak üretim programındaki veriler otomatik olarak ikinci sayfada bulunan hammadde kısıtlarının karşısındaki yerlere aktarılırlar. Aynı anda Solver bileşeni yardımıyla hazırlanan program çalışarak optimum üretim miktarlarını belirler. Son aşamada ise “Programla” tuşuna basıldığında dosyanın üçüncü sayfası üzerinde istenilen günün optimum üretim programı otomatik olarak hazırlanmış olur.

TURKUAZ EŞARP SANAYİ ve TİC. A.Ş. GÜNLÜK ÜRETİM PROGRAMI 17.07.2005						
<u>Masa Baskısı</u>						
Teslim Tar.	Kumaş Cinsi	Desen	Varyant Uzunluğu	Varyant Adedi	Sipariş Miktarı	Basılan Miktar
19.07.2005	Kapri	1355	150	10	1500	1200
Toplam Baskı (m)						1200
<u>Makina Baskısı</u>						
Teslim Tar.	Kumaş Cinsi	Desen	Varyant Uzunluğu	Varyant Adedi	Sipariş Miktarı	Basılan Miktar
20.07.2005	Örme	213	300	10	3000	2500
Toplam Baskı (m)						2500

Şekil 5.3 Günlük üretim programı

Hazırlanan dosyanın üçüncü sayfasında makina ve masa baskısı olmak üzere sınıflandırılmış üretim programını ve ilk sayfasında girilen ön sipariş miktarlarından kaçar metre basıldığını görmek mümkündür.

İşletme içinde dolaşacak iş emri kağıdı, direkt olarak uygulamanın üçüncü sayfasında üretilen baskı program sayfasının çıktısı olacaktır.

Hesaplanan bu değerlerin ayrıntıları ise ilk sayfada girilen taslak üretim programının son sütununda açıklanmalı olarak belirtilmektedir (Şekil 5.4).

Microsoft Excel - TurkuazDailyLP20050704.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

100% Security...

A1

TURKUAZ EŞARP SANAYİ ve TİC. A.Ş.
GÜNLÜK SİPARİŞ PROGRAMI

17.07.2005 Ekle Temizle İleri

Teslim Tar.	Kumaş Cinsi	Desen No	Varyant Uz.	Varyant Ad.	Sipariş Mik.	
19.07.2005	Saten	1449	300	5	1500	Prg.Disinda
19.07.2005	Kapri	1355	150	10	1500	300 m.Prg.Disinda
19.07.2005	Janjan	1410	250	8	2000	Prg.Disinda
20.07.2005	Orme	213	300	10	3000	600 m.Prg.Disinda
	#					

Siparis / UrunBazli / Program /

Ready NUM

Şekil 5.4 Sonuçlanan ön sipariş ekranı

Hazırlanan uygulama günlük üretim programını esas aldığından bir sonraki güne basılmayan miktarların aktarımı yapılmamaktadır. Kullanıcı basılmayan metreleri yeni günün programında belirtmek zorundadır.

Kullanıcı birim kar oranlarına etki edecek maliyetlerde değiştirme yaparak farklı üretim programlarını karşılaştırmak isterse oluşturduğu sayfayı farklı kaydettikten sonra ilk sayfa üzerindeki temizle tuşuna basması durumunda girilen bütün bilgiler temizlenecektir. Bunun ardından yeni kar oranlarıyla yeni talepleri girerek farklı bir üretim programı hazırlaması mümkün olacaktır.

Çalışma üzerinde anlatımı yapılan örnek uygulamanın matematiksel olarak ifadesi şu şekildedir:

x_i ürün kalitesi; c_i = birim kar miktarı olmak üzere;

$$x_1 = \text{Saten} = 1500m \quad c_1 = 0,88YTL$$

$$x_2 = \text{Kapri} = 1500m \quad c_2 = 4,15YTL$$

$$x_3 = \text{Janjan} = 2000m \quad c_3 = 1,58YTL$$

$$x_4 = \text{Örme} = 3000m \quad c_4 = 3,40YTL$$

Amaç fonksiyonu;

$$Z_{\max} = x_1c_1 + x_2c_2 + x_3c_3 + x_4c_4 \quad (5.7)$$

Masa kapasite kısıtı (dinamik);

$$x_2 + x_3 \leq 1200m \quad (5.8)$$

Makina kapasite kısıtı (dinamik);

$$x_1 + x_4 \leq 2500m \quad (5.8)$$

Kumaş kısıtları;

$$x_1 \leq 1500m$$

$$x_2 \leq 1500m$$

$$x_3 \leq 2000m$$

$$x_4 \leq 3000m$$

Pozitif kısıtlayıcılar;

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \quad (5.10)$$

Problemin çözümü için simpleks yöntemiyle çözümlenmede bahsedilen aylak değişkenler kullanarak fonksiyonlar yeniden yazılmak istenirse;

$$Z_{\max} = 0,88x_1 + 4,15x_2 + 1,58x_3 + 3,40x_4 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 + 0s_6$$

$$x_2 + x_3 + s_1 = 1500$$

$$x_1 + x_4 + s_2 = 2500$$

$$x_1 + s_3 = 1500$$

$$x_2 + s_4 = 1500$$

$$x_3 + s_5 = 2000$$

$$x_4 + s_6 = 3000$$

Buradan hareketle problemin çözümlü sonucunda ulaşılan değerler işletmenin karını maksimize edebilmesi için kapasite kısıtları gözönünde bulundurulursa;

$$x_1 = \text{Saten} = 0m$$

$$x_2 = \text{Kapri} = 1200m$$

$$x_3 = \text{Janjan} = 0m$$

$$x_4 = \text{Örme} = 2500m$$

şeklinde olacaktır. Bu şartlar altında işletme bir günün ardından 13.480 YTL kar edecektir.

6. SONUÇ

Hazırlanan bu çalışmada, matematiksel karar fonksiyonlarından doğrusal programlama ele alınmış ve hazırlanan modellerin Solver bileşeni ile çözülmesi sağlanmıştır. Günümüz işletmelerinde bilgisayar kullanımı gittikçe yaygınlaşmış ve bilgisayarlar, raporlamanın dışında programlama amacıyla da kullanılmaya başlamışlardır. Bu durum, üretimde standartlaşmanın ve maksimum kar elde edebilmenin başlıca unsurlarındandır.

Ürün yelpazesi dar olan işletmelerde kar oranları kolayca hesaplanabildiğinden bu tipteki uygulamalara gerek olmayabilir. Ancak geniş ürün yelpazesi olan işletmelerin her bir ürün kalitesinin maliyetlerini aklında tutmaları ve gelen taleplerden hangilerine öncelik tanımaları gerektiğini hesaplayabilmeleri zorlaşmaktadır. Bu durumda devreye bu işlem için özel olarak hazırlanmış yazılımlar girmektedir.

Bilgisayar sektöründe yazılımların en temel özelliği kullanıcı dostu olmaları gerektiğidir. Kısaca, özel bir kapsamlı eğitime ihtiyaç duymadan herhangi bir çalışan bu tipteki programı kullanabilmelidir. Ayrıca programın ürettiği sonuçlar da anlaşılabilir ve yorumlanabilir olmalıdır.

Hazırlanan çalışmada, önceden programlanmış işletme kısıtları gözönünde bulundurularak maksimum karı elde etmeye yönelik günlük üretim programının hazırlanabilmesi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla müşteriler tarafından talep edilen günlük üretim kaliteleri ve miktarları, işletmeye getirileri ve teslim tarihleri sıralamasının ardından, matematiksel olarak ifade edilmiş formüllerle ilgili tablolara aktarılmış ve hazırlanan program aracılığıyla kısıtlar ve kapasiteler gözönünde bulundurularak günlük üretim programı hazırlanmıştır.

Hazırlanan üretim programı, ilgili Excel dosyasının üçüncü sayfasında masa ve makina baskıları olmak üzere ayrı ayrı tablolar halinde listelenmiştir.

Hazırlanan örnek çalışmada ürünlerin teslim tarihleri birinci kısıtı oluşturmaktadır. Ancak bu sıralama, programlama aşamasında matematiksel olarak formüle edilmemiş, bunu yerine artan bir sıralamayla basit anlamda sıralanmıştır. Yani yapılan hesaplamada aynı kalitedeki iki ürün arasındaki teslim tarihleri baz alınmıştır. Kar oranları yüksek olan iki farklı kalitedeki ürünün teslim tarihlerinin sıralanmasında getirisi büyük olan ürün ön planda tutulmuştur. Bu çalışmanın üzerine eklemeler yapılmak istendiğinde bu durum gözönünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada sadece günlük üretim programının hazırlanması üzerinde çalışıldığından bu yönde bir tutum izlenmiştir.

İkinci olarak işletmenin baskı tipleri olan masa ve makina baskılarının üretim kapasiteleri kısıtlar olarak ele alınmıştır. Ancak bu kısıtlar program içerisinde statik olarak sabitlenmemiş, bilakis kullanıcı tarafından değiştirilmesine olanak sağlanması amacıyla dinamik olarak bırakılmıştır.

İşletme kısıtlarının dinamik olarak değiştirilebilmesinin yanında işletmenin diğer ürün maliyetlerine etki eden faktörlerin de dinamik olarak değiştirilebilmesine olanak sağlanabilmesi amacıyla hazırlanan çalışmanın ikinci sayfasında bu değerlerin girilebilmesine imkan tanınmıştır.

Bu durum, istenilen ürünün maliyetleri ile oynanabilmesi imkanı vermiş ve ürün kaliteleri ile kar miktarlarını değiştirmek sureti ile değişik üretim programları arasındaki kar miktarlarının karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır.

Bir diğer kısıt olarak masa ve makinalarda basılacak ürünlerin kapasiteleri yer almıştır. Ancak burada ürün kalitelerinden hangilerinin masalarda, hangilerinin ise makinalarda basılacakları sabit olarak tanımlanmıştır. Örneğin kapri kalitesindeki bir baskının sadece masalarda basılabileceği standart olarak ele alındığından, bu kaliteye makinalarda baskı yapılması olanaksızlaştırılmıştır. Bu uygulama üzerinde eklentiler yapılması düşünülürse, müşteri talep ekranında talep edilen ürün kalitesiyle birlikte bu ürün kalitesinin hangi ortamda basılması istenildiğinden de bahsedilmesi doğru olacaktır.

Son olarak ise matematiksel kısıt olarak müşterilerin günlük talep miktarlarına yer verilmiştir. Bu miktarlar gözönünde bulundurularak mümkün olan en fazla kar miktarı elde edilmeye çalışılmıştır.

Hazırlanan çalışmada genel olarak her türlü girdinin dinamik olarak değiştirilmesine olanak sağlanılmasına çalışılmıştır. Öyle ki ürünlerin hammaddelerinden son işlem olan dikiş fiyatlarına kadar olan kalemlerin dinamik olarak değiştirilebilmeleri mümkün olduğundan mevcut maliyetler ile oynamak mümkün kılınmıştır.

Hazırlanan çalışmada işçilik kısıtları, su ve yakıt gibi doğal kaynak kısıtları gibi hesaplamalarda kullanılmayan kısıtlar mevcuttur. Ancak bu tipteki yeni kısıtların programa eklenmesi mümkün olmakla beraber ekstra bir programlama bilgisini gerektirmemektedir.

Bunların yanında hazırlanan programda, kullanıcının bilgisayar programlama becerisinden uzak olması durumunda bile programı kullanabilmesine olanak sağlaması için kullanıcı arayüzlerinin buna yönelik tasarlanılmasına çalışılmıştır.

Ele alınan işletmede Şu an için mevcut olan sekiz farklı kalitedeki ürün kullanılarak hazırlanan çalışmada bu ürün yelpazesini geniŐletmek mümkündür. Zaten yukarıda da bahsedildiği üzere ürün yelpazesini ve günlük talep miktarları fazlalaŐtıĐı oranda bu ve benzeri programlara olan ihtiyaç artacaktır.

Sonuç olarak üretim yelpazesini geniş olan firmaların günlük üretim programlarının hazırlanmasında matematiksel karar fonksiyonlarının kullanılması, maksimum karın elde edilmesini mümkün kıldığı gibi bu işlemin bilgisayar programları aracılığıyla gerçekleştirilmesi hata oranını en asgari düzeye çekecektir.

KAYNAKLAR

- Acar, Nesime. Malzeme İhtiyaç Planlaması. Sekizinci Basım. Ankara: MPM Yayınları, 2003
- Acar, Nesime. Tam Zamanında Üretim. Altıncı Basım. Ankara: MPM Yayınları, 2003
- Cerit, Cevdet. Lineer Programlama. Birinci Basım. İstanbul: İTÜ Yayınları, 1996.
- Esin, Alptekin. Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri. Dördüncü basım. Ankara: Gazi Kitabevi, 2003
- Heizer, Jay ve Barry Render. Operations Management. Birinci Basım. New Jersey: Prentice-Hall, 2004.
- Hodgetts, Richard. Yönetim Teori, Süreç ve Uygulama. İkinci Basım. İstanbul: Beta Yayınları, 1999.
- Kara, İmdat. Doğrusal Programlama. İkinci Basım. Ankara: Bilim Teknik Yayınevi, 2000.
- Koçel, Tamer. İşletme Yöneticiliği. Dokuzuncu Basım. İstanbul: Beta Yayınları, 2003.
- Kobu, Bülent. Üretim Yönetimi. Dördüncü basım. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1999.
- Mucuk, İsmet. Modern İşletmecilik. Onüçüncü Basım. İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2001
- Özgülven, Cemal. Doğrusal Programlama ve Uzantıları. Birinci Basım. Ankara: Detay Yayınları, 2003.
- Öztürk, Ahmet. Yöneylem Araştırması. Sekizinci Basım. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, 2002.
- Rardin, Ronald. Optimization in Operations Research. Birinci Basım. New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- Sandberg, Ake. Enriching Production. Birinci Basım. Stockholm: Avebury Press, 1995.
- Sarıaslan, Halil. Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama. Üçüncü Basım. Ankara: Turhan Kitabevi, 2000.
- Taha, Hamdy. Operations Research. Altıncı Basım. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.
- Tanyaş, Mehmet ve Murat Baskak. Üretim Planlama ve Kontrol. Birinci Basım. İstanbul: İrfan Yayıncılık, 2003.
- Ulucan, Aydın. Yöneylem Araştırması, İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme. Birinci Basım. Ankara: Siyasal Kitabevi, 2004
- Üreten, Sevinç. Planlama - Denetim Kararları, Karar Modelleri ve İyileştirme Yaklaşımı. Dördüncü Basım. Ankara: Gazi Kitabevi, 1998
- Winston, Wayne. Operations Research Applications and Algorithms. Üçüncü Basım. California: Duxbury Press, 1994.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.sciencedirect.com

- [2] <http://www-2.cs.cmu.edu/afs/cs/project/pscico-guyb/realworld/www/linear.html>
- [3] <http://www.isye.gatech.edu/~spyros/LP/LP.html>
- [4] <http://mathworld.wolfram.com/LinearProgramming.html>
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_programming
- [6] <http://www-unix.mcs.anl.gov/otc/Guide/faq/linear-programming-faq.html>
- [7] <http://www.princeton.edu/~rvdb/LPbook/>
- [8] <http://carbon.cudenver.edu/~hgreenbe/courseware/LPshort/intro.html>
- [9] <http://ford.ieor.berkeley.edu/riot/Tools/InteractLP/>
- [10] <http://ssor.twi.tudelft.nl/Publications/Books/TAfLOAIPM/ipmbook.html>

EKLER

- Ek 1 Microsoft Excel Solver Bileşeni Kullanım Özellikleri
Ek 2 Uygulama İçerisinde Kullanılan Program Kodları

Ek 1

Excel, Microsoft firması tarafından geliştirilmiş bir hesap tablosu programıdır. Windows ve Macintosh ortamları için hazırlanmıştır ve şu anda dünyada en çok kullanılan programlardan birisidir. Excel mühendislere, mimarlara, muhasebecilere ve bütün mesleklerdeki insanların hesaplama gereksinimlerini gidermek için kullanılabilir. Bu gereksinimler basit toplama işlemleri olabileceği gibi yüksek matematik problemlerinin hızlı bir biçimde çözülmesine ya da mimarlık hesaplarının yapılması da olabilir.

Solver, verilen kısıtlar altında bir amaç işlevinin belirli değişkenler için çözümünü sağlar. Solver ile n. dereceden bir bilinmeyenli denklem çözülebileceği gibi n bilinmeyenli m adet denklem sistemini de çözmek olanaklıdır.

Kısacası Microsoft Excel Solver bileşeni, basit denklemlere sahip doğrusal programlama problemlerinin çözümü amacıyla yönelik hazırlanmış paket program parçasıdır.

Bir D.P. probleminin ya da bir denklem sisteminin çözümü için öncelikle Excel'in araçlar menüsünde çözücü işlevinin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer çözücü yok ise izleyen şekilde görüldüğü gibi Araçlar menüsünden Eklentilere gelinerek çözücü eklentisi onaylanmalıdır.



Şekil 7.1 Solver bileşeni etkinleştirilmesi

Eğer Araçlar menüsünde Solver işlevi var ise D.P. problemlerini ya da denklem sistemlerini çözmek olanaklı olacaktır.

Ek 2**Sheet1 (Sipariş Sayfası) Kodları:**

```
Private Sub cmdEkle_Click()
```

```
    Call LoadfrmSiparis
```

```
    frmSiparis.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Function LoadfrmSiparis()
```

```
    frmSiparis.cmbGun.Clear
```

```
    frmSiparis.cmbAy.Clear
```

```
    frmSiparis.cmbYil.Clear
```

```
    frmSiparis.cmbKumasCinsi.Clear
```

```
    frmSiparis.txtDesenNo.Value = ""
```

```
    frmSiparis.txtVaryantUz.Value = ""
```

```
    frmSiparis.txtVaryantAd.Value = ""
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "01"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "02"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "03"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "04"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "05"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "06"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "07"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "08"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "09"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "10"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "11"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "12"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "13"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "14"
```

```
    frmSiparis.cmbGun.AddItem "15"
```

frmSiparis.cmbGun.AddItem "16"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "17"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "18"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "19"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "20"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "21"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "22"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "23"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "24"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "25"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "26"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "27"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "28"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "29"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "30"
frmSiparis.cmbGun.AddItem "31"

frmSiparis.cmbAy.AddItem "01"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "02"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "03"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "04"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "05"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "06"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "07"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "08"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "09"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "10"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "11"
frmSiparis.cmbAy.AddItem "12"

For i = 2004 To 2005

 frmSiparis.cmbYil.AddItem i

Next

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Kapri"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Kapri Fason"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Saten"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Saten Fason"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Janjan"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Janjan Fason"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Krep"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Krep Fason"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Orme"

 frmSiparis.cmbKumasCinsi.AddItem "Orme Fason"

End Function

Private Sub cmdIleri_Click()

 'TOPLAM BASKI MIKTARLARI HESAPLANACAK

 myToplamKapri = 0

 myToplamKapriFason = 0

 myToplamSaten = 0

 myToplamSatenFason = 0

 myToplamJanjan = 0

 myToplamJanjanFason = 0

 myToplamKrep = 0

 myToplamKrepFason = 0

 myToplamOrme = 0

 myToplamOrmeFason = 0

 mySayac = 8

Do

```

If Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value = "#" Then
    Exit Do
Else
    Select Case Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value
        Case "Kapri":
            myToplamKapri = myToplamKapri + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Kapri Fason":
            myToplamKapriFason = myToplamKapriFason + Sheet1.Cells(mySayac,
6).Value
        Case "Saten":
            myToplamSaten = myToplamSaten + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Saten Fason":
            myToplamSatenFason = myToplamSatenFason + Sheet1.Cells(mySayac,
6).Value
        Case "Janjan":
            myToplamJanjan = myToplamJanjan + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Janjan Fason":
            myToplamJanjanFason = myToplamJanjanFason + Sheet1.Cells(mySayac,
6).Value
        Case "Krep":
            myToplamKrep = myToplamKrep + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Krep Fason":
            myToplamKrepFason = myToplamKrepFason + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Orme":
            myToplamOrme = myToplamOrme + Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
        Case "Orme Fason":
            myToplamOrmeFason = myToplamOrmeFason + Sheet1.Cells(mySayac,
6).Value
        Case Else:
            MsgBox "HATA OLUSTU.." & Sheet1.Cells(mySayac, 2)
    End Select
End If

```

```
    mySayac = mySayac + 1
Loop Until mySayac = 65536

Sheet2.Cells(18, 15).Value = myToplamKapri
Sheet2.Cells(19, 15).Value = myToplamKapriFason
Sheet2.Cells(20, 15).Value = myToplamSaten
Sheet2.Cells(21, 15).Value = myToplamSatenFason
Sheet2.Cells(22, 15).Value = myToplamJanjan
Sheet2.Cells(23, 15).Value = myToplamJanjanFason
Sheet2.Cells(24, 15).Value = myToplamKrep
Sheet2.Cells(25, 15).Value = myToplamKrepFason
Sheet2.Cells(26, 15).Value = myToplamOrme
Sheet2.Cells(27, 15).Value = myToplamOrmeFason

'URETIM MIKTARLARININ SIFIRLANMA ISLEMI
For i = 3 To 12
    Sheet2.Cells(5, i).Value = 0
Next

Sheet2.Activate
End Sub

Private Sub cmdTemizle_Click()
    mySayac = 8
    Do
        If Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value = "#" Then
            Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value = ""
        Exit Do
    End If
    Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value = ""
    Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value = ""
```

```

Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value = ""
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value = ""
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value = ""
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value = ""
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = ""
mySayac = mySayac + 1
Loop Until mySayac = 65536
Sheet1.Cells(8, 2).Value = "#"

```

```

Cells.Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 2
    .Pattern = xlSolid
End With

```

```

Cells(1, 1).Select
End Sub

```

Sheet2 (UrunBazli) Kodlari:

```

Private Sub cmdHesapla_Click()
    'URETIM MIKTARLARININ SIFIRLANMA ISLEMI
    For i = 3 To 12
        Sheet2.Cells(5, i).Value = 0
    Next

    'Maksimize Edilecek Hucrelerin Belirlenmesi
    SolverOk SetCell:="$M$6", MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="$C$5:$L$5"

    'Kisitlerin Belirlenmesi
    SolverDelete CellRef:=Range("$M$15:$M$16"), Relation:=1,
    FormulaText:="$O$15:$O$16"

```

```
SolverDelete CellRef:=Range("$M$18:$M$27"), Relation:=1,
FormulaText:="$O$18:$O$27"
```

```
SolverAdd CellRef:=Range("$M$15:$M$16"), Relation:=1,
FormulaText:="$O$15:$O$16"
```

```
SolverAdd CellRef:=Range("$M$18:$M$27"), Relation:=1,
FormulaText:="$O$18:$O$27"
```

```
'Opsiyonların Belirtilmesi
```

```
SolverOptions , , , True, , , , , , True
```

```
'SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=100, Precision:=0.000001, AssumeLinear _
':=True, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=1, SearchOption:=1, _
'IntTolerance:=5, Scaling:=False, Convergence:=0.0001, AssumeNonNeg:=True
```

```
'Çözümün Gerçekleştirilmesi ve Son Dialog Penceresinin Gizlenmesi
```

```
SolverSolve UserFinish:=True
```

```
'İşlemlerin Sonlandırılması ve Çözümün Saklanması
```

```
SolverFinish KeepFinal:=1
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdProgramla_Click()
```

```
'OPTIMUM BASKI METRELERİNİN BULUNMASI
```

```
myOptimumKapri = Sheet2.Cells(5, 3).Value
```

```
myOptimumKapriFason = Sheet2.Cells(5, 4).Value
```

```
myOptimumSaten = Sheet2.Cells(5, 5).Value
```

```
myOptimumSatenFason = Sheet2.Cells(5, 6).Value
```

```
myOptimumJanjan = Sheet2.Cells(5, 7).Value
```

```
myOptimumJanjanFason = Sheet2.Cells(5, 8).Value
```

```
myOptimumKrep = Sheet2.Cells(5, 9).Value
```

```
myOptimumKrepFason = Sheet2.Cells(5, 10).Value
```

myOptimumOrme = Sheet2.Cells(5, 11).Value

myOptimumOrmeFason = Sheet2.Cells(5, 12).Value

'OPTIMUM BASKI METRELERININ BULUNMASI

'TASLAK PROGRAMIN TESLIM TARİHİ SIRASINA DİZİLMESİ

Sheets("Siparis").Select

Sheet1.Activate

ActiveSheet.Cells(1, 1).Activate

Sheet1.Range("A8:A500").Select

Selection.NumberFormat = "dd/mm/yyyy"

Sheet1.Range("A8:F500").Select

Selection.Sort Key1:=Sheet1.Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom

'TASLAK PROGRAMIN TESLIM TARİHİ SIRASINA DİZİLMESİ

Sheet1.Activate

ActiveSheet.Cells(1, 1).Activate

Sheet3.Activate

ActiveSheet.Cells(1, 1).Activate

'PROGRAM SAYFASININ TEMİZLENMESİ

Sheets("Program").Select

Sheet3.Range("A8:G19").Clear

Sheet3.Range("I8:O19").Clear

'PROGRAM SAYFASININ TEMİZLENMESİ

'PROGRAM SAYFASININ BASLANGIC COLUMN VE ROW AYARLARI

MasaBaslangicR = 8

MasaBaslangicC = 1

MakinaBaslangicR = 8

MakinaBaslangicC = 9

'PROGRAM SAYFASININ BASLANGIC COLUMN VE ROW AYARLARI

'ANA PROGRAMI OLUSTURMA

mySayac = 8

Do

If Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value = "#" Then

Exit Do

Else

Select Case Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value

Case "Kapri":

myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value

If myTempValue <= myOptimumKapri Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN

myOptimumKapri = myOptimumKapri - myTempValue

MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumKapri > 0 Then

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumKapri & "
m.Prg.Disinda"
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumKapri 'TOPLAM BASILAN
```

```
myOptimumKapri = 0
```

```
MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1
```

```
Else
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"
```

```
End If
```

```
Case "Kapri Fason":
```

```
myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
```

```
If myTempValue <= myOptimumKapriFason Then
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN
```

```
myOptimumKapriFason = myOptimumKapriFason - myTempValue
```

```
MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1
```

```
ElseIf myOptimumKapriFason > 0 Then
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumKapriFason &
" m.Prg.Disinda"
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS
```

```
Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumKapriFason 'TOPLAM BASILAN
```

```
myOptimumKapriFason = 0
```

```
MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1
```

```
Else
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"
```

```
End If
```

```
Case "Saten":
```

```
myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
```

If myTempValue <= myOptimumSaten Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN

myOptimumSaten = myOptimumSaten - myTempValue

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumSaten > 0 Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumSaten & "
m.Prg.Disinda"

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumSaten      "TOPLAM BASILAN

```

```

myOptimumSaten = 0

```

```

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

```

```

Else

```

```

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"

```

```

End If

```

```

Case "Saten Fason":

```

```

myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value

```

```

If myTempValue <= myOptimumSatenFason Then

```

```

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value  "TESLIM TARIH

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value  "KUMAS CINSI

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value  "DESEN NO

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value  "VARYANT UZ

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value  "VARYANT AD

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value  "TOPLAM SIPARIS

```

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value  "TOPLAM BASILAN

```

```

myOptimumSatenFason = myOptimumSatenFason - myTempValue

```

```

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

```

```

ElseIf myOptimumSatenFason > 0 Then

```

```

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumSatenFason &
" m.Prg.Disinda"

```

```

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value    'TESLIM TARIH

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value    'KUMAS CINSI

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value    'DESEN NO

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value    'VARYANT UZ

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value    'VARYANT AD

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value    'TOPLAM SIPARIS

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumSatenFason    'TOPLAM BASILAN

myOptimumSatenFason = 0

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

Else

    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"

End If

Case "Janjan":

myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value

If myTempValue <= myOptimumJanjan Then

    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value    'TESLIM TARIH

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value    'KUMAS CINSI

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value    'DESEN NO

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value    'VARYANT UZ

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value    'VARYANT AD

        Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =

```

Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value "TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value "TOPLAM BASILAN

myOptimumJanjan = myOptimumJanjan - myTempValue

MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumJanjan > 0 Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumJanjan & "
m.Prg.Disinda"

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value "TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value "KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value "DESEN NO

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value "VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value "VARYANT AD

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value "TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumJanjan "TOPLAM BASILAN

myOptimumJanjan = 0

MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1

Else

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"

End If

Case "Janjan Fason":

myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value

If myTempValue <= myOptimumJanjanFason Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN

myOptimumJanjanFason = myOptimumJanjanFason - myTempValue

MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumJanjanFason > 0 Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumJanjanFason
& " m.Prg.Disinda"

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MasaBaslangicR, MasaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumJanjanFason 'TOPLAM BASILAN

```

myOptimumJanjanFason = 0
MasaBaslangicR = MasaBaslangicR + 1
Else
    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"
End If
Case "Krep":
    myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
    If myTempValue <= myOptimumKrep Then
        Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value    'TESLIM TARIH
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value    'KUMAS CINSI
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value    'DESEN NO
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value    'VARYANT UZ
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value    'VARYANT AD
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value    'TOPLAM SIPARIS
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value    'TOPLAM BASILAN

        myOptimumKrep = myOptimumKrep - myTempValue
        MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1
    ElseIf myOptimumKrep > 0 Then
        Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumKrep & "
m.Prg.Disinda"

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value    'TESLIM TARIH
        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value    'KUMAS CINSI

```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumKrep 'TOPLAM BASILAN
```

```
myOptimumKrep = 0
```

```
MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1
```

```
Else
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"
```

```
End If
```

```
Case "Krep Fason":
```

```
myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
```

```
If myTempValue <= myOptimumKrepFason Then
```

```
Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS
```

```
Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN
```

```

myOptimumKrepFason = myOptimumKrepFason - myTempValue
MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1
ElseIf myOptimumKrepFason > 0 Then
    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumKrepFason &
" m.Prg.Disinda"

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumKrepFason 'TOPLAM BASILAN

myOptimumKrepFason = 0
MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1
Else
    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"
End If
Case "Orme":
myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value
If myTempValue <= myOptimumOrme Then
    Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

    Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

```

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN

myOptimumOrme = myOptimumOrme - myTempValue

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumOrme > 0 Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumOrme & "
m.Prg.Disinda"

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
myOptimumOrme 'TOPLAM BASILAN

myOptimumOrme = 0

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

Else

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"

End If

Case "Orme Fason":

myTempValue = Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value

If myTempValue <= myOptimumOrmeFason Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg. Dahilinde"

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 6).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM BASILAN

myOptimumOrmeFason = myOptimumOrmeFason - myTempValue

MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

ElseIf myOptimumOrmeFason > 0 Then

Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = myTempValue - myOptimumOrmeFason &
" m.Prg.Disinda"

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 1).Value 'TESLIM TARIH

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 1).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 2).Value 'KUMAS CINSI

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 2).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 3).Value 'DESEN NO

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 3).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 4).Value 'VARYANT UZ

Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 4).Value =

```

Sheet1.Cells(mySayac, 5).Value 'VARYANT AD

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicC + 5).Value =
Sheet1.Cells(mySayac, 6).Value 'TOPLAM SIPARIS

        Sheet3.Cells(MakinaBaslangicR, MakinaBaslangicR + 6).Value =
myOptimumOrmeFason        'TOPLAM BASILAN

        myOptimumOrmeFason = 0

        MakinaBaslangicR = MakinaBaslangicR + 1

Else

        Sheet1.Cells(mySayac, 7).Value = "Prg.Disinda"

End If

Case Else:

        MsgBox "HATA OLUSTU..(Programlama Section)"

End Select

End If

mySayac = mySayac + 1

Loop Until mySayac = 65536

'ANA PROGRAMI OLUSTURMA

Sheets("Siparis").Select

Sheet1.Activate

Sheet1.Range("A8:G9").Select

Selection.Interior.ColorIndex = xlNone

Sheet1.Range("A1").Select

End Sub

This Workbook (Genel) Kodlari:

Private Sub Workbook_Open()

        Sheet1.Activate

End Sub

```

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 24.04.1979

Doğum yeri Kocaeli

Lise 1994-1997 S.T.F.A. Anadolu Teknik Lisesi
Bilgisayar Bölümü

Lisans 1998-2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak.
Bilgisayar ve Öğr. Tek. Eğt. Bölümü

Yüksek Lisans 2002-2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı, İşletme Yönetimi Tezli Y.L.

Çalıştığı kurum(lar)

2002-2004 YTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Araştırma Görevlisi
2004-Devam ediyor Turkuaz Eşarp San. ve Tic. A.Ş. Genel. Md. Yrd.