

**CAM EŞYA ÜRETİMİ YAPAN BİR İŞLETMEDE ÜRETİM PROGRAMI  
GELİŞTİRME UYGULAMASI**

**Ahmet SARUCAN\* Ercüment N. DİZDAR\*\* M. Emin BAYSAL\* Tamer EREN\*\*\***

\* Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 42250, Konya

\*\* Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük, Türkiye

\*\*\* Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450 Kırıkkale

**ÖZET**

Üretim sistemlerinde talepleri karşılamak için tezgah kapasitelerinin belirlenmesi, işlerin tezgahlara atanması, ne kadar sürede bitirileceği ve teslim zamanlarının belirlenmesi karmaşık ve zor bir problemdir. Bu çalışmada, geliştirilen üretim programlama tekniği ile bir üretim sistemi için gerekli olan tezgah yükleme işleri daha kolay hale getirilmiştir. Üretim programını elde etmeye yönelik esnek bir bilgisayar kodu yazılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Üretim programlama, iş yükleme, cam imalatı

**APPLICATION OF THE DEVELOPING OF THE PRODUCTION PROGRAMME IN A FIRM  
DEALT WITH GLASSWARE PRODUCTION**

**ABSTRACT**

It is a hard and a-complex problem, to determine the machine capacities, achieve the task assignments to machinery, determine the operation time and due dates in order to meet the demands in production systems. In this study, task assignments necessary for a production system are turned into a simpler case by means of the production programming technique developed. A flexible computer code is developed to provide production programming.

**KeyWords:** Production programming, work loading, glassware manufacturing

**1. GİRİŞ**

Üretim planlaması gelecekteki imalat faaliyetlerinin düzeylerini ve limitlerini belirleyen fonksiyon olarak tanımlanabilir. Buna göre üretim planlamasında ayrıntılara inilmediği ve bu açıdan kesinlik bulunmadığı söylenebilir. Üretim planları üzerinde gerektiği zaman değişiklikler yapılabilir.

Üretim planlarının önemi üretim sistemlerinin gelişmesine paralel olarak hızla artmıştır. Modern bir imalat işletmesinde üretim planlarının kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir:

- Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı.
- İşletme içi faaliyetlerin koordinasyonu zorunluğu.
- İşletmeler arasındaki bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi.
- Tüketici kitlesinin genişlemesi ve isteklerinin değişik olması.
- Tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması.
- Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması.
- İşletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacı ile malzeme, makina zamanı ve insangücü kayıplarının minimum düzeye indirilme zorunluğu.

Hangi mamulün, ne zaman ve hangi iş istasyonlarında işlem görerek imal edileceği üretim planlarında değil, üretim programlarında belirlenir. Planların bağlayıcı olmamasına karşılık programlar bağlayıcıdır. Üretim programları mecbur kalmadıkça değiştirilemez.

Bir üretim programından, belirli bir mamulün imalinin başlangıç ve bitiş tarihlerini kesinlikle göstermesi beklenir. Programın içerdiği diğer bilgiler buna bağlı olarak ortaya çıkar. Üretim programının ana amacı planı uygulamak ve dolayısı ile talebi miktar ve zaman ölçüleri bakımından karşılamaktır [1].

Bir üretim programının hazırlanmasında gözönüne alınması gereken faktörler şöyle sıralanabilir:

- a) Değişik mamuller için hazırlanan programlar.
- b) Fabrikanın çeşitli departmanlarının kapasiteleri.
- c) Departmanların verimleri.
- d) Tamir-bakım planı.
- e) Tatil ve izinler.
- f) Devamsızlık (mazeret ve hastalık nedeni ile).
- g) Fabrikanın o ana kadar girmiş olduğu taahhütler.
- h) Malzeme tedariki.

Bu faktörleri ilgilendiren bilgiler programcının elinde eksiksiz ve duyarlı olarak hazır bulunmalıdır. Uygulanması istenen üretim planı ile bu bilgiler belirli yöntemlerle değerlendirilerek program oluşturulur. Üretim programlamada uzman sistemler [2] ve bilgiye dayalı yapay zeka araçları kullanarak üretimde iş çizelgeleme problemlerini ele alınmıştır[3]. Buna ek olarak uzman sistemlerde bazı kavram ve özellikleri düzenlemişlerdir. Ayrıca aynı yazar üretim süresini minimize etmek için uzman sistem yaklaşımı geliştirmiş ve bunu bir üretim sisteminde uygulamıştır[4]. Owen oyun teorisini kullanarak kıt kaynaklar ile çeşitli ürünlerin üretildiği ortamda doğrusal üretim programlama problemini ele almıştır. Bu problemde ürünlerin toplam satışlarından elde edilen gelirlerin maksimize edilmesi amaçlanmıştır ve problem doğrusal programlama ve bulanık doğrusal programlama modeli olarak formüle edilmiştir. Owen'ın çalışmalarına ek olarak üretim modelinin diğer optimizasyon problemleriyle ilişkisi ele alınmış ve oyun teorisiyle çözülmüştür [5-13]. Nizhizaki ve Sakawa [14] tarafından, çok amaçlı durumda çok karar vericili doğrusal üretim programlama problemi ele alınmıştır. İşletmelerde üretim planlama çalışmaları zor ve karmaşık problemlerdir. Amacımız bu problemi ortadan kaldıracak bilgisayar kodunu geliştirerek iş yükleme ve teslim zamanlarındaki belirsizliği ortadan kaldırmaktır. Bunun için takip eden bölümlerde üretim programının aşamaları, girdileri, varsayımları ve karar kurallarının neler olacağı ve iş yüklemenin nasıl yapılacağı belirtilmiştir. Verilen bu bilgiler doğrultusunda uygulama bölümünde bilgisayar kodunun nasıl hazırlandığı gösterilmiştir.

## 2. ÜRETİM PROGRAMININ AŞAMALARI

Bir üretim programının hazırlanması için izlenecek aşamalar aşağıdaki gibi olmalıdır [1].

1. Bilgi toplama:
  - İşlem sıraları, tezgahlar ve diğer araç gereç.
  - Tahmin edilen veya hesaplanan zaman standartları.
2. Sistem kurulması:
  - Çalışma takviminin düzenlenmesi.
  - Programlama kurallarının belirlenmesi.
3. Programlama yönteminin seçimi:
  - İleri yönlü programlama.
  - Geri yönlü programlama.
4. Programın hazırlanması:
  - İşlem sürelerinin belirlenmesi.
  - Üniteler arası geçiş sürelerinin eklenmesi.
  - Toleransların eklenmesi.

Programlama esnasında uygulanacak kurallar işletmenin yapısına ve üretim tipine bağlı olarak tespit edilir. Örneğin programlamada uygulanacak kurallar şöyle belirlenmiş olabilir [1]:

- İşlem süreleri, aksi belirtilmedikçe 100 adetlik gruplar için hesaplanır.
- Öğleden sonra tatil olan günlere sıra numarası verilmez.
- İşin bitiş zamanı işgününün en yoğun 2 saatine kadar uzanıyorsa bu süre elimine edilir.
- Stoktan malzeme çekimi ve iş istasyonuna getirilmesi için 3 gün ayrılır.

- Aynı departmandaki ardışık işlemler arasına transit süresi olarak birer gün boşluk koyulur.
- Kalite kontrol noktalarındaki muayeneler için birer gün ayrılır.
- Boyanacak parçalar için bir hafta ek süre ayrılır.

Kuralların seçiminden sonra uygun yükleme yönteminin seçimine geçilir. Prensip açısından iki yükleme yöntemi vardır:

- İleri yönlü programlama (forward scheduling): İmalata derhal veya ileride seçilecek bir gün başlanacağı kabul edilerek, işler bu tarihten itibaren sıra ile yapılır ve işin bitiş tarihi ortaya çıkarılır.
- Geri yönlü programlama (backward scheduling): Siparişin mamül ambarına teslimi istenen tarihten geriye doğru gidilerek yükleme yapılır. Son işlemden ilk işleme doğru, tersine sıraya göre işler hesaplanarak imalatın başlama tarihi bulunur.

### 3. GİRDİLER

Üretim programlama fonksiyonu değişik kaynaklardan bilgi sağlanmasını gerektirmektedir. İstenilen bilgi parametre ve değişken olmak üzere iki temel tür halinde sunulabilir [2]. Programlama için parametreler:

- Fazla mesai, üretimi tatil etme, diğer tatiller vb. gibi hususlarla ilgili sendika ve yönetim arasındaki sözleşme.
- Zaman aşamalı üretim planı.
- Her sipariş için malzeme fişi.
- İmalat tesislerinden siparişlerin standart ve seçenekli olarak yollanması. Üretim hızları ve çevrim zamanlarıyla ilgili mevcut hat dengeleri dahil edilmektedir.
- İmal edilecek bütün bileşenler ve seçenekli yollar için süreç ve düzenleme zamanları.
- Tüm tesislerin kapasite ve yeterlilikleri.
- Tüm çalışanların üretim hızları ve becerileri.
- Bütün öncelik kararları ve öncelik atamaları.
- Tatiller veya herhangi bir özel durum da dahil olmak üzere programlama dönemi için ayrıntılı firma takvimi.
- Ekonomik üretim miktarı.

Programlama için değişkenler:

- Prosesteki üretim siparişlerinin gelişimi. Tamamlanan yüzde oranı, tamamlanan birimlerin sayısı, kalite kayıtları, gerçek tamamlama zamanları, malzeme noksanları, bitirme tarihi ve kalan proses zamanı.
- Üretim tesislerinin durumu. Birikmeler, araç ve gereçlerdeki arızalar, boş insangücü ve makine zamanı, müsvette kayıtlar.
- Operatör performansı. İşyerinde bulunmaması, tatildeki işçilerin sayısı, özel becerilerinin olup olmadığı ve verimlilik kayıtları.

### 4. PROGRAMLAMA VARSAYIMLARI

Programlama tekniğinin çoğunluğunda uygulanan bazı varsayımlar bulunmaktadır. Meydana getirilen programın yararlılığının bu varsayımlar tarafından hangi noktaya kadar kısıtlandığı farklı imalat sistemlerine göre farklılık göstermektedir. Bir çok durumda varsayımlara rağmen faydalı bir program elde edilmektedir. Her halükarda bu varsayımların bilinmesi önemlidir. Bu varsayımların en önemlileri şunlardır [15].

- İşlemler için proses süreleri deterministik olup bilinirler.
- Ayarlama süreleri de deterministik olup bilinirler.
- İşletmeler arasındaki işlemler birbirini görmeyecek şekilde tanımlanır.
- Proses süreleri uygulandıkları sıradan bağımsızdır.
- Başlatılan her işlem tamamlanmadıkça o işletmede bir başka işlem başlatılamaz.
- İşletmelerde hiçbir zaman için arıza nedeniyle duraklama olmaz.
- Siparişlerin bitirilme tarihleri sabit olup bilinmektedir.
- İşlem sıraları sabittir.
- Bazı işletmelerdeki bekleyen siparişler için yeterli mekan bulunmaktadır.

### 5. PROGRAMLAMA İÇİN KARAR KURALLARI

Karar kuralları iyi programlar elde edilmesinde pratik bir yoldur. Ancak yinede optimal programlar vermezler. Özel karar kurallarını tartışmanın anlamlı olabilmesi için önce programlama fonksiyonunu

amaçlarını tartışmak gerekmektedir. İyi bir program nedir sorusuna ideal bir programın nasıl olması gerektiğini düşünerek yaklaşabiliriz. İdeal bir programda şu hususlar bulunmalıdır [15]:

- Tüm üretim siparişleri zamanında tamamlanmış olmalıdır.
- İşletmelerde atıl süre bulunmamalıdır.
- İşletmeler arasında proses içi envanter oluşmamalıdır.

Yukarıdaki etmenlerden her biri, istenmemekle birlikte kaçınılmaz bir maliyet doğurmaktadır. İdeal bir program meydana getiremediğimiz takdirde ideale en yakın programı yapmaya çalışırız. O halde amacımız geç kalma, proses içi envanter, boş süre gibi maliyetlerin toplamını minimum yapan bir program hazırlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmeye çalışan pek çok karar kuralı vardır. Bunların bir çoğu daha önce belirtilmiş olan üç maliyet faktöründen sadece birini minimum yapacak şekilde tasarlanırlar [15].

## 6. İŞ YÜKLEME

Üretim programlarında ne zaman, hangi makinada ve hangi işçiler tarafından yapılacağı açık ve kesin olarak belirlenen işlerin mevcut kapasitelere dağıtımına yükleme denir. İş yükünün zaman ekseninde makina, insangücü veya her ikisine birden dağıtımı söz konusu olabilir. Yükleme üretim programlarındaki çakışma ve beklemlerin engellenmesi açısından olduğu kadar verimlilik ve üretkenliğin artırılması bakımından da önem taşır. Bir makinanın kapasitesi ile yükü farklıdır. Kapasite belirli bir zaman aralığı içinde üretilebilen maksimum miktardır. Yük gelecekte yapılmak üzere belli bir üniteye verilen işin adet, zaman veya başka bir ölçü cinsinden miktardır. Örneğin, bir makinanın günde maksimum 350 parça işleyebilmesi onun kapasitesini gösterir. Makinanın 3500 parçalık yükü var deniyorsa, 10 gün süre ile yapacağı iş belirlenmiş demektir. Yani makinanın zaman cinsinden 10 günlük yükü vardır denilebilir. Belirli bir süre içinde yük kapasiteye eşit ise tam yükleme vardır. Yük kapasitesinin altında ise eksik, üstünde ise aşırı yükleme yapılmış demektir.

Yükleme ile programlama arasındaki ilişki iki yönlüdür. Biri önce diğeri sonra gelir diye bir genelleme yapılamaz. Programcı, üretim planını uygulayabilmek için makinaların yük durumunu göz önüne almak zorundadır. Yük diyagramları ise hazırlanan programlarda belirtilen işlemlerin makinalara dağıtımı sonunda oluşur. Her ikisinde de diğereinden etkilenecek ayarlamalar yapılması normal sayılır [1]. Yüklemede işlerin yapılacağı ünitelerin seçilebilmesi için aynı işi görebilecek birden fazla ünitenin mevcut olması gerekir. Diğer taraftan seçimin gelişigüzel değil, geçerli bir kritere göre yapılması istenir. Geçerli seçim kriteri işi en kısa sürede veya en düşük maliyetle yapma olabilir. Daha genel ve geçerli kriter; tüm işlerin ünitelere yüklenmesinden sonra ortaya çıkan toplam süre veya maliyetin minimum olmasıdır [16].

## 7. UYGULAMA

Bilgisayarın hayatımıza girmesiyle yaşadığımız bir çok problem çözülmeye başlanmıştır. Bu problemlerin çözülmesinde geliştirilen donanım ve yazılımların üstünlüğü tartışılmaz bir boyuttadır. Piyasada üretim planlama problemlerini çözen çok sayıda üretim programları vardır. Fakat bu programların maliyetlerinin yüksek olması işletmeler için ekonomik olarak büyük bir yük getirmektedir. Bu yüzden işletmeler kendi üretim programlarını yazabilme yoluna gitmelidirler.

Bu çalışmada hizmet ve mal üreten işletmeler için özellikle cam imalatı yapan bir işletmede üretim planlarının bilgisayar ortamında takip edilmesi amaçlanmıştır. Böylece üretim programlama adımları dikkate alınarak işletmeye gelen siparişe göre uygun tezgahlar seçilmekte, iş yüklemesi yapılmakta, siparişin başlama-bitiş zamanı ve işlem süresi belirlenmektedir. Ayrıca iş yüklemesi yapılan tezgahın iş yükü ve verimliliği de görülebilmektedir.

### 7.1. Programlamada Kullanılan Sayfa ve Makrolar

Programda 5 ayrı sayfa, 48 makro ve 11 form kullanılmıştır. Makrolar, 42 tanesi mamül kalıp numarası girildikten sonra bütün tezgahlar içinde bu mamüle uygun tezgahların süzülmesi ve bunlar arasından da işyüklerine göre siparişin atanacağı tezgahın seçilmesi işleminde çalıştırılmaktadır. Diğer makrolar siparişin işlem süresi ve başlama bitiş zamanlarının hesaplanmasında çalıştırılır.

Sayfalardan ikisi program için gerekli olan verileri oluşturmaktadır. “Kalıp” ve “tezgah” adlı sayfalardan veriler alınmakta, “süz” ve “işyükü” adlı sayfalara program sonuçları işlenmektedir.

## 7.2. Kalıp Sayfası

Kalıp numaraları sayfası 8 sütun ve 2530 satırdan oluşmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü gibi 1.sütun A sütununda her mamül için gerekli kalıp numaraları vardır. Bütün mamüller kalıp numaralarına göre takip edilmektedir. Yani kalıp numarası bir bakıma mamül kod numarası demektir. Her mamül için en az iki kalıp numarası vardır. Bunlardan biri piyasa (yurtiçi) müşterileri için kullanılmakta diğeri ihraç (yurtdışı) müşterileri için kullanılmaktadır. Aynı mamülün piyasa ve ihracat için üretilmesinde tezgah ustaları değişebilmektedir. Bundan dolayı iki ayrı numara kullanılmaktadır. İhraç için üretilen ürünlerin kalıp numaralarının sonuna -1 ilave edilmiştir. Örneğin 103420 ile 103420-1 nolu kalıp aynı mamül için kullanılır. 103420 piyasa 103420-1 ihraç için üretilen demektir.

	A	B	C	D	F	G	H	I	J
	ürün kalıp no	müşteri	renk butik	makas kesme	sıcak kesme	üfleme grubu	akort sayısı	saatlik	mamül adı
4									
5	103420-1	İHRAÇ		MK		BU	380	48	VAZO
6	103420	PIYASA		MK		BU	380	48	
7	103445-1	İHRAÇ				BU	400	50	KANA
8	103445	PIYASA				BU	400	50	
9	103720-1	İHRAÇ		MK		BU	190	24	VAZO
10	103720	PIYASA		MK		BU	190	24	
11	109445-1	İHRAÇ				BU	330	42	KANA
12	109445	PIYASA				BU	330	42	
13	110033-1	İHRAÇ				BU	520	65	SİRKELİK
14	110033	PIYASA				BU	520	65	
15	110233-1	İHRAÇ				BU	525	66	SİRKELİK
16	110233	PIYASA				BU	525	66	
17	110245-1	İHRAÇ				BU	300	38	KANA
18	110245	PIYASA				BU	300	38	
19	111120 OSC-1	İHRAÇ	DIŞA AÇIK MAKAS KESME	MK		BU	230	29	VAZO
20	111120 OSC	PIYASA	DIŞA AÇIK MAKAS KESME	MK		BU	230	29	

Şekil 1: Kalıp numaraları sayfası

İkinci sütun B sütununda müşteriler vardır. Burada A sütunundaki kalıp numaralarına göre bir mamül piyasa için üretiliyorsa bu sütundaki karşısına PİYASA, ihraç için üretiliyorsa bu sütundaki karşısına İHRAÇ yazılmıştır. Üçüncü sütun C sütununda ürünler için istenen renkli butik özellikleri yer almaktadır. Ürünler fazladan herhangi bir işleme tabi alacaksa burada adı belirtilmektedir. Dördüncü sütun D sütununda 1250 adet kalıptan üfleme grubuyla beraber makas kesme işlemine girecek ürünler belirtilmektedir. Eğer bir ürünün imalatı için makas kesme yöntemi gerekiyorsa bu sütunda A sütunundaki dengine MK yazılmıştır. Beşinci sütun F sütununda sıcak kesme işlemi gereken mamül kalıpları burada SK ile belirtilmiştir. G sütununda bütün kalıpların üfleme grubu belirtilmiştir. Büyük üfleme girecek kalıplar BÜ, orta üfleme girecek kalıplar GÜ, küçük üfleme kalıpları KÜ, fiskalı küçük üfleme kalıpları FÜ, presler PRS, sıvama tezgahından geçecekler SIV, kulplu bardak KB, takma ayak TA, çekme ayak ÇA ve kapak tezgahında üretilen mamüller için KAP.TEZ. ile belirtilmiştir. H sütununda mamüllerin akortları verilmiştir. Akort, üretilen herhangi bir mamülün sadece bir vardiyada normal şartlarda üretilmesi gereken minimum mamül adedidir. 8 saatlik çalışma süresince üretililecek miktarlar bu sütunda verilmektedir. I sütununda 1 saatte üretililecek miktarlar hesaplanmıştır. J sütununda üretimi gerçekleşen mamülün adı görülmektedir.

## 7.3. Tezgah Sayfası

Usta, kalfa, fiskacı ve çubukçulardan oluşan imalat ekiplerine tezgah denilir. Cam imalatı aşağıda adları verilen 29 adet tezgahtan oluşmaktadır (Tablo 1).

Tezgah sayfası 31 satır ve 16 sütundan oluşmuştur. Bu tabloda tezgah özellikleri belirtilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi satırlarda tezgah isimleri; sütunlarda ise fabrikadaki bütün imalat yöntemleri ve mamül özellikleri yer almaktadır. Birinci sütun A sütununda 27 adet tezgah isimlerinden bazıları vardır. İkinci sütunda bu tezgahlardan ihraç mamül yapabilen isimlerin karşısına İHRAÇ yazılarak ayrılmıştır. Üçüncü sütunda piyasa mamülü yapabilenler ki bütün tezgahlar piyasa mamülü yapabilmektedir, isimlerinin karşısına PİYASA yazılmıştır. “Renk Butik” isimli sütunda Şekil 1’de C sütunundaki ürün özellikleri belirtilmektedir. Kalıp numaraları tablosunda ürüne yapılması istenen dışa açık makas kesme, yeşil sıcak sarma, ağız mavi kenarlı, fiska mavi, kobalt mavi, ince çatlatmalı, mavi sıcak sarma, sıcak kesme, kugle glass, habbeli, benekli kobalt mavi, sprin sarma, ayak taşı mavi, tabla mavi gibi özellikleri yapabilen tezgahların karşısına RB yazılarak belirtilmiştir.

E. sütununda sıcak kesme yapabilen tezgahların karşısına SK yazılmıştır. Diğer sütunlarda burada belirtildiği gibi her birine, eğer tezgah o işlemi yapıyorsa işlemin kısa adı tezgah adının karşısına yazılmıştır.

Örneğin 19, 20 ve 21. tezgahlar satırındaki FKÜ bu tezgahların Fıskalı Küçük Üfleme yapabildiğini göstermektedir.

Tablo 1. Tezgahlara Göre Çalışanların Sayısı

Tezgah Adı	Tezgah Sayısı(Adet)	Çalışan Personel Sayısı(Kişi)
Büyük Üfleme	2	9
Orta Üfleme	10	7
Fıskalı Küçük Üfleme	5	7
Takma Ayak	2	10
Pres	3	4
Sıvama	1	4
Kulplu Bardak	2	8
Kapak	1	4
Eğitim	3	7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Tezgah	İhraç	Piyasa	Renk Butik	Sıcak Kesim	Makas Kesme	Büyük Üfleme	Orta Üfleme	Küçük Üfleme	Fıskalı Üfleme	Kulplu Bardak	Pres	Sıvama	Kapak Tezgah	Takma Ayak	Çekme Ayak	
4 Zekai KAYAN		PIYASA	RB		SK	BU										
6 Halit YILMAZ	İHRAÇ	PIYASA	RB	SK	SK	BU										
7 B.Ali AKARSU	İHRAÇ	PIYASA		SK										TA	ÇA	
8 Orbay TUNCER	İHRAÇ	PIYASA	RB	SK										TA	ÇA	
9 Aygün PEHLİVAN	İHRAÇ	PIYASA					00									
10 Fethi UMMAN	İHRAÇ	PIYASA					00									
11 Ramazan ÇINLAR	İHRAÇ	PIYASA					00									
12 Osman ÇAKIR	İHRAÇ	PIYASA					00									
13 Velaattin SAATÇİ	İHRAÇ	PIYASA					00									
14 Sadık DİZDAROĞLU	İHRAÇ	PIYASA					00									
15 Mustafa ERSOY	İHRAÇ	PIYASA					00									
16 Yılmaz BAŞ	İHRAÇ	PIYASA					00									
17 Ahmet SARI	İHRAÇ	PIYASA					00									
18 Sami DEMİREL	İHRAÇ	PIYASA	RB				00									
19 Orhan AKILLI	İHRAÇ	PIYASA		SK					FKÜ							
20 Hürşit KARAASLAN	İHRAÇ	PIYASA		SK					FKÜ							
21 Aydın KAPTAN	İHRAÇ	PIYASA	RB	SK					FKÜ							

Şekil 2: Tezgahlar sayfası

#### 7.4. Süz Sayfası

Programda basit hesaplama işlemleri için kullanıldığı tablodur. A sütununda tüm tezgahlar sıralanmıştır. Karşılarında mevcut şu andaki işyükleri vardır. Program çalıştırıldığında girilen bir mamül için uygun tezgahlar bu sayfada E sütununa getirilmekte, sol taraflarında da işyükleri B sütunundan hesaplanmaktadır. G sütununda uygun tezgahlardan en az işyükü hesaplanmıştır. Hemen yanında bu işyüküne sahip tezgah ismi yazılıdır. Böylece siparişin hangi tezgaha atanacağı burada bulunmuş olur. Program çalıştırıldığında sipariş adedi bir saatlik miktara bölünerek işyükü bulunur. Burada işyükü tezgahların boş ve dolu saatlerini belirtmektedir. Örneğin aşağıdaki tabloda tezgahlardan Halit YILMAZ'ın işyükünün 5 olması o tezgahın elinde şu anda 5 saatlik iş var demektir. İşyükünün 0 olması o tezgahın şu anda boş olduğunu gösterir. Bir işin atandığı tezgah ve işyükü aynı zamanda J ve K sütunlarına da yazdırılarak buradan o tezgaha gelen işler hep mevcut işyüküyle toplatılır. En son işyükü B sütununa yeniden yazdırılır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
3													Üretime alınan işler
4	Tezgahlar	Toplam İşyükü	İşyükleri	Uygun Tezgahlar	İşyükü	Atanacak Tezgah				Tezgahı	Süresi	Tarihi	Kalıp Numarası
5	Zekai KAYAN	3	4	Aygün PEHLİVAN	0	Velaattin SAATÇİ				B.Ali AKARSU	3	01.07.2003	103420
6	Halit YILMAZ	5	5	Fethi UMMAN						Aygün PEHLİVAN	4	01.07.2003	103420-1
7	B.Ali AKARSU	3	8	Ramazan ÇINLAR						Mustafa ERSOY	5	01.07.2003	103720-1
8	Orbay TUNCER	2	3	Osman ÇAKIR						Zekai KAYAN	3	01.07.2003	103720
9	Aygün PEHLİVAN	4	0	Velaattin SAATÇİ						Halit YILMAZ	5	01.07.2003	109445-1
10	Fethi UMMAN	5	5	Sadık DİZDAROĞLU						Yılmaz BAŞ	10	01.07.2003	109445
11	Ramazan ÇINLAR	8	5	Mustafa ERSOY						Orbay TUNCER	2	01.07.2003	112120
12	Osman ÇAKIR	3	10	Yılmaz BAŞ						Fethi UMMAN	5	01.07.2003	112120-1
13	Velaattin SAATÇİ	0	0	Ahmet SARI						Ramazan ÇINLAR	8	01.07.2003	110245
14	Sadık DİZDAROĞLU	0	0	Sami DEMİREL						Osman ÇAKIR	3	01.07.2003	110233
15	Mustafa ERSOY	5											
16	Yılmaz BAŞ	10											
17	Ahmet SARI	0											

Şekil 3: Süz sayfası

### 7.5. İşyükü sayfası

Bu sayfada tezgahlann temmuz ayındaki çalışma çizelgeleri oluşturulmuştur. Burada örnek olarak 30 günlük yükleme yapılmıştır. İstenirse bu süre artırılabilir. Her tezgahın dolu olduğu tarihler tezgah sırasındaki satırlarda görülmektedir. Yine ilk sütun da tezgah adları ve yanında da işyükleri vardır. 4.satıra günler 8 saate bölünüp 1'den 30'a kadar girilmiştir. Program çalıştırıldığında tezgahın dolu olduğu saatler renkli olarak gösterilmektedir. Tatil günleri de T ile gösterilmektedir. Bir tezgaha bir iş geldiğinde eğer tezgahın tatil gününe gelirse o gün atlanır bir sonraki gün devam eder. Her tezgah sahip olduğu işyükü kadar doludur ve her bir saat geçtiğinde işyükü 1 azalır. Sıfıra ulaştığında tezgah boşalmış demektir. Sıfırlar tezgahın henüz o saatlerde boş olduğunu gösterir. Herhangi bir tezgaha gelen bir iş emri bu tabloda iş emri gelen tezgah satırına programın bir sonucu olarak işlem süresi kadar renkle işlenmektedir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL		
4			01.07.2003				02.07.2003				03.07.2003				04.07.2003				05.07.2003																					
5			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4		
6	Tezgah	İşyükü																																						
7	Zekai KAYAN	18	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	6	5	4	3	T	T	T	T	T	T	T	T	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	Halit YILMAZ	18	9	8	7	6	5	4	3	2	T	T	T	T	T	T	T	T	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	B.Ali AKARSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Orbay TUNCER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Aygün PEHLİVAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Fethi UMMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Ramazan ÇINLAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Osman ÇAKIR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Şekil 4: İşyükü sayfası

### 7.6. Tatiller sayfası

Tezgahların temmuz ayındaki tatil günleri gösterilmektedir. Tezgahlara iş atanması, başlama ve bitiş tarihlerinin bulunması sırasında buradan tatil günleri kontrol ettirilir. Tatil gününe gelen işler bir sonraki güne atanır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD										
4	Temmuz ayı tezgah hafta tatili çizelgesi																																							
5	Günler 1.7 2.7 3.7 4.7 5.7 6.7 7.7 8.7 9.7 10.7 11.7 12.7 13.7 14.7 15.7 16.7 17.7 18.7 19.7 20.7 21.7 22.7 23.7 24.7 25.7 26.7 27.7 28.7																																							
6	Tezgah																																							
7	Zekai KAYAN	3																																						
8	Halit YILMAZ	2																																						
9	B.Ali AKARSU	7																																						
10	Orbay TUNCER	1																																						
11	Aygün PEHLİVAN	4																																						
12	Fethi UMMAN	7																																						
13	Ramazan ÇINLAR	5																																						
14	Osman ÇAKIR	6																																						
15	Velaattin SAATÇI	3																																						
16	Sadık DİZDARÖĞLÜ	1																																						
17	Mustafa ERSOY	1																																						
18	Yılmaz BAŞ	2																																						
19	Ahmet SARI	4																																						
20	Sami DEMİREL	7																																						
21	Orhan AKILLI	5																																						
22	Hürşit KARAASLAN	2																																						
23	Aydın KAPTAN	6																																						
24	Ayhan AY	4																																						
25	Muammer ÇAKIR	5																																						
26	Lütfi ERKEN	6																																						
27	Engin BAŞCAN	1																																						
28	Hüseyin ZENGİN	6																																						
29	Kamil ZENGİN	7																																						
30	Talat TOMAKIN	3																																						
31	Mevlüt YILDIZ	1																																						
32	Kemal SAKA	2																																						
33	Hüseyin YILMAZ	2																																						

Şekil 5: Tatil sayfası

### Programın Çalıştırılması

ANA MENÜ

YENİ SİPARİŞ

SİPARİŞ İPTAL

TEZGAH

GANT ÇİZELGELER

KALİPLAR

ÇIKIŞ

Şekil 6: Program ana menüsü

SİPARİŞ GİRİŞİ

ÜRÜN KALIP NUMARASI 103420

SİPARİŞ ADEDİ 400

SİPARİŞ TARİHİ 01.07.2003

TAMAM ANAMENÜ

Şekil 7: Sipariş girişi

Şekil 6'daki form programda bulunan diğer alt formların çalıştırılmasında kullanılan 5 komut düğmesi ve programdan çıkmak için kullanılan bir adet komut düğmesinden meydana gelmektedir. Yeni sipariş düğmesi gelen bir işi tezgahlara atamak için gerekli programlar çalıştırır. Bu düğmeye tıklandığında yeni form Şekil 7'deki gibidir.

ÜRETİM PLANI

TEZGAH Zekai KAYAN

İŞLEM SÜRESİ 9 saat

BAŞLAMA TARİHİ 04.07.2003 3. saat

BİTİŞ TARİHİ 05.07.2003 4. saat

TAMAM GERİ ANAMENÜ

Şekil 8: Üretim planı formu

SİPARİŞ İPTAL

ÜRÜN KALIP NUMARASI

SİPARİŞ TARİHİ

TAMAM ANAMENÜ

Şekil 9: Sipariş iptal formu

Ürün kalıp numarası kutusuna sipariş edilen mamülün kalıp numarası ve sipariş adedi kutusuna da o üründen üretilmesi istenen miktar girilir. Sipariş tarihi kutusuna siparişin o günkü tarihi girilir. Tamam düğmesi tıklandığında sipariş en uygun tezgaha atanır. İşlem süresi ve en erken başlama zamanıyla en erken bitirme zamanı Şekil 8'deki üretim planı formuyla gösterilir. Anamenü düğmesi tıklandığında anamenü formu tekrar ekrana gelir.

Geri düğmesi Şekil 7'deki giriş formuna döner. Anamenü düğmesi Şekil 6'daki anamenüye döner. Tamam düğmesi programı kapatır. Eğer kalıp numarası yanlış girilmişse veya listede olmayan bir kalıp girildiyse program bir mesaj ile uyarır.

Şekil 6'daki Anamenü formunda Sipariş iptal düğmesi daha önce girilen bir işin iptal edilmesini sağlar. Bu düğme tıklandığında yeni form Şekil 9'daki gibidir.

Ürün kalıp numarası kutusuna iptal edilecek siparişin kalıp numarası girilir. Sipariş tarihine siparişin verildiği tarih girilir. Tamam düğmesi tıklandığında sipariş iptal edilir ve başka iptal edilecek sipariş olup olmadığı sorulur.

Şekil 6'daki Anamenü formunda tezgah düğmesinden herhangi bir tezgahla ilgili şu andaki bilgilere ulaşılır. Bu düğme tıklandığında yeni form Şekil 10'daki gibidir.



Şekil 10: Tezgah formu

Şekil 11: Tezgah bilgileri formu

Kutuya sadece tezgah isminin girilmesi yeterlidir. TAMAM düğmesi tıklandığında yeni form Şekil 11'deki gibidir.

Bu formda en yukarıda tezgah ismi ve onunla ilgili bilgiler sunulmuştur. Toplam yükleme sayısı şimdiki zamana kadar bu tezgaha gelen toplam iş sayısını verir. En son yükleme zamanı tezgahın en son o tarihte iş aldığı, en erken iş bitirme zamanı da o zamana kadar dolu olduğunu belirtir. Tezgah verimliliği ayrı bir form olarak sunulmuştur. GÖSTER düğmesi tıklandığında Şekil 12'deki form ekrana gelir.

Şekil 12: Tezgah verimliliği formu

Şekil 13: Verimson formu

Tezgah verimliliği herhangi iki zaman aralığı için hesaplandırılır. Buraya bu iki tarih girilecektir. GERİ düğmesi Şekil 11'deki tezgah bilgileri formuna geri döner. TAMAM düğmesine tıklandığında Şekil 13'deki form ekrana gelir.

Şekil 6'daki Anamenü formunda GANT ÇİZELGELER düğmesi tüm tezgahların herhangi bir aydaki çalışma çizelgelerini görmek için çalıştırılır. Her bir tezgahın hangi tarihler arasında boş kaldığı, tatil günleri ve ne zaman yeni iş geldiği bu tabloda açıkça gösterilir. GANT düğmesi tıklandığında Şekil 4'deki iş yükü sayfası gelir.

Şekil 6'daki Anamenü formunda KALIPLAR düğmesine tıklandığında şimdiye kadar yapılan tüm işlerin hangi tarihlerde hangi tezgahlar tarafından yapıldığı gösterilir. Bir kalıbın herhangi bir tarihte kim tarafından kullanıldığı, ne kadar kullanıldığı açıkça gösterilmektedir.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada geliştirilen üretim programlama tekniği ile bir üretim sistemi için gerekli olan tezgah yükleme işlemleri daha kolay hale getirildi.

Mevcut sistemde siparişlerin yerleştirilmesi hayli zor ve karmaşıktı. Gelen bir siparişin hangi tezgaha gideceği bilinmiyordu. Çünkü hangi tezgahın elinde ne kadar sürelik iş var, hangi tezgah ne zaman boşalacak, boş olan tezgahın hafta tatili hangi gün gibi kısıtlar önceden belirlenemiyordu ve bunları bütün tezgahlar için takip etmek çok zordu. En önemlisi siparişin en erken ne zaman bitirileceği ve müşteriye teslim tarihi kesin olarak belli değildi. Tezgahlar arasında işyükü dengesi kurmak zordu.

Yapılan bu programda tüm bu karmaşıklıkların ortadan kaldırılması amaçlandı. Siparişlerin en kısa sürede bitirilecek şekilde tezgahlara atanması gerçekleştirildi. Siparişlerin teslim tarihleri kesin olarak belirlendi. Tezgahlarla ilgili daha önceki bilgilere ulaşmak mümkün hale getirildi.

Hazırlanan program işletmedeki bilgisayar operatörleri ve teknik personelin rahatlıkla kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca kullanımda karşılaşılabilecek problemler düşünülerek bir yardım menüsü de oluşturulmuştur. Eğitim süresinde kısa olması (bir gün) firma yetkililerinin taktirini kazanmıştır.

Geliştirilen programın başka bir avantajı da gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra diğer üretim sistemlerinde kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde tasarlanmış olmasıdır.

## KAYNAKLAR

1. Kobu, B., **Üretim Yönetimi**, 9. Baskı, İstanbul, 1996.
2. Batanov D. N., Cheng Z., An object-oriented expert system for fault diagnosis in the ethylene distillation process, **Computers in Industry**, Volume 27, Issue 3, Pages 237-249, 1995.
3. Pereira, M. G., "Expert systems — Aspects we must consider for use in production programming", **Computers & Industrial Engineering**, Volume 31, Issues 1-2, pp. 413-415, 1996.
4. Pereira M. G. "A planning and scheduling system for manufacturing environment", **Computers & Industrial Engineering**, Volume 31, Issues 1-2, pp.189-192, 1996.
5. Owen, G., "On the core of linear production games", **Mathematical Programming**, Volume 9, pp. 358-370, 1975.
6. Bird, G.C., "Cores of nonatomic linear production games", **Mathematics of Operations Research**, Volume 6, pp. 420-423, 1981.
7. Curiel. I., **Cooperative Game Theory and Applications**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1997.
8. Dubey, P., and Shapley, L.S., "Totally balanced games arising from controlled programming problems", **Mathematical Programming**, Volume 29, pp. 245-267, 1984.
9. Engelbrecht-Wiggans R., and Granot, D., "On market prices in linear production games", **Mathematical Programming**, Volume 32, pp. 366-370, 1985.
10. Granot, D., "A generalized linear production model: A unifying model", **Mathematical Programming**, Volume 34, pp. 212-222, 1986.
11. Kalai, E., and Zemel, E., "Generalized network problems yielding totally balanced games", **Operations Research**, Volume 30, pp. 998-1008, 1982.
12. Rosenmüller, J., "L.P.-games with sufficiently many players", **International Journal of Game Theory**, Volume 11, pp. 129-149, 1982.
13. Nishizaki I., Sakawa M., Fuzzy cooperative games arising from linear production programming problems with fuzzy parameters, **Fuzzy Sets and Systems**, Volume 114, Issue 1, Pages 11-21, 2000.
14. Nishizaki, I., and Sakawa, M., "On computational methods for solutions of multiobjective linear production programming games", **European Journal of Operational Research**, Volume 129, Issue 2, pp. 386-413, 2001.
15. Mize, White, Brooks, **Üretim Planlama ve Kontrol**, Çeviren: Prof. Dr. Ayhan Toraman, İTÜ İşletme Fakültesi, İstanbul. 1984.
16. Chase, R.B., Aquilano, N.J., **Production and Operations Management**, Inwin. 1995.