

19282

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ • FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİSTEM YAKLAŞIMIYLA ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL

VE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Necla KUŞSAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Haziran 1991

Tezin Savunulduğu Tarih : 3 Temmuz 1991

Tez Danışmanı

: Prof.Dr.Ahmet F. ÖZOK

Diğer Jüri Üyeleri

: Doç.Dr.Haluk ERKUT

Doç.Dr.Mehmet TANYAŞ

TEMMUZ-1991

ÖNSÖZ

Günümüzün gelişen teknolojisi içindeki üretim sistemlerinde en önemli sorunlardan biri, kaynakların oldukça kısıtlı olmasıdır. Bu durum, gerek kamu ve gerekse özel sektör yöneticilerinin, kaynakları en etkin bir şekilde kullanabilme konusunda bazı çalışmalar yapmasına neden olmuştur. Bunun doğal bir sonucu olarak her geçen gün daha çok araştırma bu konuya yönelmekte ve üretim programlama sistemleri konusunda yeni metod ve yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır.

Üretim planlama ve kontrol sistemi, üretimde verimlilik hedefine ulaşmak için üretim faaliyetlerinin koordinasyonunu sağlayan bir araçtır. Bu araştırmada, üretim faaliyetlerinin neler olduğu ve bunlar arasındaki ilişkiler, üretim planlaması ve kontrolü çerçevesinde ayrıntılı olarak sistem yaklaşımıyla ele alınmış ve bu konuda geliştirilmiş olan yöntemler tanıtılmıştır.

Bu çalışmanın yapılmasında bana yol gösteren, çalışma süresince tüm konularda yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.Ahmet Fahri ÜZÜK'a ve çalışmanın uygulamasında yardımcı olan ERKABLO A.Ş. Genel Müdürü Sayın Ömer GÖNCÜ'ye sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Necila KUŞSAN

İstanbul, Haziran 1991

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	
SUMMARY	
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Üretim Kavramı	1
1.2. Üretim Sistemleri	3
1.3. Endüstri Mühendisliğinde ÜPK'nın Yeri	8
1.4. ÜPK'dan Önce Yapılması Gereken Endüstri Mühendisliği Çalışmaları	11
1.4.1. İş Etüdü	12
1.4.2. Zaman Etüdü	14
1.4.3. Ergonomi (İnsan Mühendisliği)	16
BÖLÜM 2. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLÜ	19
2.1. Üretim Planlama ve Kontrol Sisteminin Temel Elemanları ve Fonksiyonları	19
2.2. Üretim Planlama ve Kontrolün Amaçları	24
2.3. Üretim Planlamasının Niteliği	24
2.4. Üretim Planlama Faaliyetleri	25
BÖLÜM 3. ANA ÜRETİM PLANLAMASI	29
3.1. Ana Planlama	29
3.2. Statik Üretim Planlaması	30
3.3. Doğrusal Planlama	30
3.4. Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama Uygulamaları	31
3.4.1. Ürün Bileşimi Modelleri	32
3.4.2. Süreç (Proses) Seçimi Modelleri	34
3.4.3. Karışım Modeli	35
3.4.4. Çok Aşamalı Planlama Problemleri (Doğrusal Programlama Modelleri)	37
3.5. Dinamik Üretim Planlaması	38
3.5.1. Üretim Hızını Değiştirme Maliyeti ve Karşılanmayan Talebin Maliyeti Olan Bir Model	40

3.5.2. Sadece Üretim ve Stok Tutma Maliyetleri Olan Bir Model	42
3.5.3. Bütünleştirilmiş Planlama Problemleri	43
BÖLÜM 4. SİSTEM ANALİZİ	48
4.1. Sistem Yaklaşımının Önemi	48
4.2. Sistem Tanımı ve Öğeleri	49
4.3. Sistem Analizinin Tanımı ve Temel İlkeleri	52
4.4. Sistem Yaklaşımıyla Üretim Planlama ve Kontrol ..	54
BÖLÜM 5. UYGULAMA	57
5.1. Uygulamanın Yapıldığı İşletmenin Tanıtımı	57
5.2. İşletmedeki Üretim Faaliyetinin Tanıtımı	60
5.2.1. Kablo Üretimi	61
5.2.2. Emaye Bobin Teli Üretimi	63
5.3. İşletmedeki Mevcut Sistemin Tanıtımı	63
5.4. İşletmede Karşılaşılan Sorunlar	65
5.5. Sistem Yaklaşımıyla ÜPK Çalışması	68
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	73
EKLER	74
ÖZGEÇMİŞ	89

ŞEKİL LİSTESİ

- 1.1. Genel Bir Üretim Sistemi
- 1.2. Üretim Yönetimi Faaliyetleri
- 1.3. Üretim Sistemleri
- 1.4. İş Etüdü
- 2.1. Üretim Planlamanın Aşamaları
- 2.2. Üretim Planlama ve Kontrolü Elemanları
- 2.3. Üretim Planlama ve Kontrolü Fonksiyonları
- 2.4. Üretim Planlaması, Aşamaları ve İlişkileri
- 3.1. Normal Mesai Maliyeti
- 3.2. Fazla Mesai Maliyeti
- 3.3. Üretim Hızını Değiştirme Maliyetleri
- 4.1. Planlama Sürecinde Sistem Yaklaşımı
- 4.2. Planlama Sürecinde Gerekli Bilgiler
- 5.1. Ürün Listesi
- 5.2. Organizasyon Şeması
- 5.3. İşletmede Mevcut Sistem
- 5.4. İşletmede Mevcut Sistemler Arası İlişkiler
- 5.5. İşletmenin Fiili Satış Raporları

ÖZET

Bu çalışmada "Sistem Yaklaşımıyla Üretim Planlama ve Kontrol" kavramı ele alınmaktadır. Üretim programlama konusunda oluşabilecek problemler tanımlanmakta, bunların çözüm yolları çeşitli modelleme yöntemleri ile açıklamaya çalışılmakta, tasarımların nasıl olması gerektiği ve işletmede nasıl uygulanacağı incelenmektedir.

Birinci bölümde üretim kavramı, üretimin çeşitleri ve amaçları konusunda bilgi verilmekte ve genel hazırlık bilgileri sunulmaktadır.

İkinci bölümde, üretim planlama ve kontrol kavramı, planlama faaliyetleri ve bunların niteliği hakkında ayrıntılı bilgi verilmektedir.

Üretim programlama yaklaşımlarından "Ana Üretim Planlaması"nın detaylı olarak incelendiği üçüncü bölümde, uygulamada karşılaşılan sorunlar belirtilmekte ve belirli kriterlere bağlı olarak gözönüne alınan matematiksel çözüm yöntem ve kuralları incelenmektedir. Ayrıca, bu konularda geliştirilmiş etkin ve iyi sonuçlar verebilen belirli modellemelerden bahsedilmektedir.

Dördüncü bölümde, her disiplini sistem yaklaşımı açısından incelemenin yararı gözönünde tutularak, temel Sistem Analizi kavramları verilmeye çalışılmakta ve sistem yaklaşımıyla ÜPK kavramı üzerinde durulmaktadır.

Son bölümde ise, alçak ve orta gerilim güç kabloları, tesisat kabloları ve Emaye Bobin Teli üretimi yapan bir işletmenin Üretim Planlama ve Kontrol sistemi hakkında ayrıntılı bilgi verilmektedir.

SUMMARY

PRODUCTION PLANNING AND CONTROL WITH THE SYSTEM APPROACH

In today's economic system, firms producing items or services have a fairly wide profitable place. They produce these items in a specific management system which can realize manufacturing in the best possible ways.

Chapter one consists of production concepts, production types, the importance of production scheduling in Industrial Engineering and Industrial Engineering studies which must be done before production scheduling.

Production systems combine materials, labour and capital resources in an organized way with the objective of producing some good or service. Production systems may occur in factories, banks, offices, retail stores, hospitals, etc. In all instances, some input to the system is being processed within the system to produce a good or service as an output. In this study, we are dealing within the operations phase.

In general, manufacturing system can be divided to two basic structures as continuous systems and intermittent systems. Production planning and control techniques are used in both of the systems.

Production planning and control concept have been considered in chapter two with a general structure first objective of production planning and control system is maximize the profit, other objectives may be increasing quality levels and performing better inventory investments. Scheduling and sequencing decisions are the short-run planning and control activities. They can be realized in operations level and performed by labour force at the shop.

Scheduling and control decisions appear in two different topics. Aggregate planning and scheduling decisions which set basic production rates and employment levels in the short run and for a reasonable time horizon in the future. In the scheduling and production control, feasible schedules must be worked out which are compatible with the aggregate planning decisions already made and which make the best use of available men and equipment. Once scheduled the progress and flow of work must be controlled, through information feedback and appropriate action. We can say that the sequencing problem is only a part of the overall problem of controlling the flow of orders in a system. The production planning of required processing and routing requirements, material procurement and other planning precedes the sequencing problem and follow up or

control to insure on time completion of orders follows the sequencing problem.

Chapter three consists of Main Production Planning. In this chapter, mathematical approaches and theoretical studies which can solve problems effectively has been discussed.

Main Production Planning is a process of middle-run planning which is between 3-12 months. Scheduling theory is concerned primarily with mathematical models that relate to the scheduling function. The development of useful models and techniques has been the continuing interface between theory and practice.

The models that are used in the Main Planning can be classified into two groups :

- a) Static production planning,
- b) Dynamic production planning.

It's accepted that the demand doesn't change for the static production planning. But, demand can be different for the dynamic production planning. Mathematical methods are usually used to solve these problems. Linear programming method is very important among these methods.

Linear programming problems are related the resources that can be limited, like labour, materials, machine, etc. and using of these resources. In other meaning, linear programming problems are distribution problems. Resources are distributed different processes to maximize the profit and to minimize the cost.

Several static and dynamic programming models have been improved to solve the decision making problems in the production systems. In the last two part of third chapter, these models are explained.

In general, there are 3 decision making problems are studied in the production systems :

- i) Multiproducts systems,
- ii) Multiprocesses systems,
- iii) Multifoundation systems.

When the demand changes according to the period, dynamic production planning is used. It's accepted that the demand of every period is known. But the demand can be different in every period, in that case planning problem is called "dynamic". In this type planning, managers have to adjust the inventory level and the working capacity according to the changeable demand level.

In this study, production planning and control is explained with the system approach. So, in chapter four, there is some information about system analysis. System is a group of things or parts related or combined in such a way as to form a unified or

complex whole. The word of "system" can be used almost in every area of life, nowadays. But, its meaning is different for every part. The definition, members, importance and principles of system analysis are explained in chapter four.

Strategy can be defined as the situation that a company wants to reach in a certain time.

The process of strategic planning consists of two stages :

1. Development of the strategy
2. Description of the periods and costs of stages necessary for the realisation of the strategy.

In planning, system approach begins with the evaluation of the strategic planning as the main frame.

Strategic plans are objective but not detailed. The plan which determines long term targets does not include options to reach these targets. However, within the frame of long term targets short and medium term targets can also be determined. In other words, the strategic plan comprises main elements which are fundamental in the preparation of the two short term plans; "Development Plan" and "Operational Plan". Development plan covers expansion and growth of the business. Operational plan, on the other hand, sets the targets of operational activities for a period of one year.

When system approach within the frame work of planning process is analysed, it will be seen quite clearly that studies under taken throughout the planning process depend on the availability and assessability of critical inputs.

In no enterprise, without necessary information system and inputs derived from it, such a plan can successfully be prepared. The information used in the planning can be classified as :

1. Environmental information,
2. Information related to competition conditions,
3. Information at the level of the enterprise.

Planning starts with the acquisition and analysis of information about production resources and the products to be produced.

In order to reach the targets which are set as a result of the evaluation of these inputs, resource utilisation activities are determined in a comprehensive program. In other words, production plan sets subsequent targets for various production sections as time intervals determined previously.

Reaching these subsequent targets results in the accomplishment of the final goal which is the main target. Operations are carried out in an order and according to the details which set previously in the production plan.

On the other hand, control initiates and supervise the operations with the aid of acquired information and feedback systems. At the stage of controlling, it may be necessary to make certain changes and rearrangements in subsequent targets in order to guarantee a success in the final target.

A demand report is a prerequisite in every production planning operation, since this can have significant effects on production capacity and production scheduling.

There are three main terms according to the periods covered. Long term, medium term and short term.

Long term planning covers a period of one to five years. It basically depends on technological evaluation and has major effects on global business policy.

Long term planning is not covered in this study due to the fact that the decisions of high level management and management tendencies are the major criteria in setting long term planning.

Medium term planning (main planning), on the other hand, covers a period of one to twelve months and short term planning (detailed plan) covers operations to be carried out immediately.

The operations of the main production planning mainly establish the speed and capacity of production, necessary man power, volume of the completed products, and analyse the need for overtime and the need for subcontracting.

Three major decisions are taken in the planning of operations :

- Determination of the operations necessary,
- Determination of the job stations in which operations take place,
- Determination of the order of operation.

In the last chapter, a detailed analysis of production, planning and control of a wire producing company is made. Main products of the company are low and medium voltage power cables, installation cables and enamelled copper wires, etc.

Firstly, the basic knowledge about the company is made, in this study. Then the production activity of the company is explained. Further, the production planning and control system which is current in the company, its running and the proposition about how we can eliminate the problems caused by this system are made.

Production flow charts, computer programme and its print which are used in the company can be examined in the addition part.

In scheduling problem, two kinds of feasibility constraints are found. First, there are limits on the capacity of available resources. Second, there are technological restrictions on the order

in which tasks can be performed. For solving scheduling problem two question must be answered :

1. Which resources will be assigned to perform each other,
2. When will each order be performed.

The theory of scheduling also includes a variety of techniques that are useful in solving scheduling problems. The selection of an appropriate technique depends on the complexity of the problem, the nature of model, and the choice of a criterion as well as other factors. In many cases it might be appropriate to consider several alternative techniques.

In today's economic system, the biggest problem for companies is limited resources. These resources can be money, material, labour, etc. Managers are dealing with profit maximization and cost minimization under these conditions.

Managers benefit from these techniques in their studies. They know that production planning and control is the best concept to reach their aim.



BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. ÜRETİM KAVRAMI

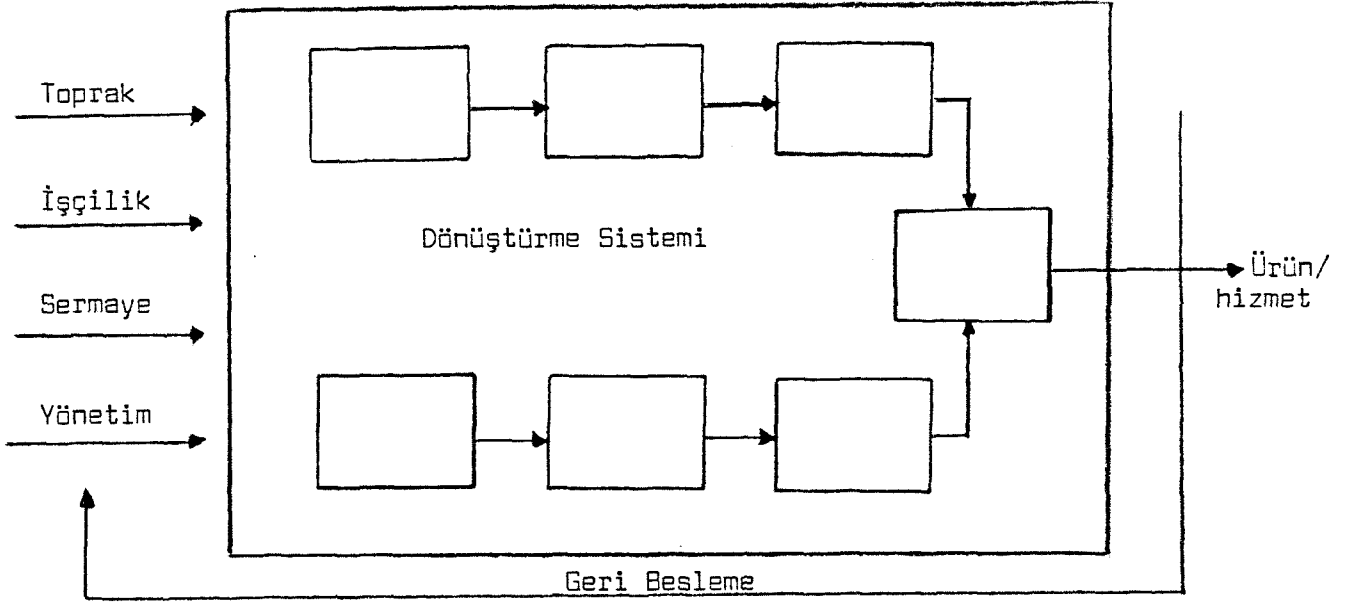
Üretim, mühendisler tarafından, bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini arttırıcı bir değişiklik yapmak veya hammadde ve yarı mamulleri mamule dönüştürmek olarak tanımlanır [1]. Ekonomistler ise, üretimi, bir fayda meydana getirilmesi şeklinde düşünürler. Bu iki tanımdan da anlaşılacağı gibi üretim, içeriği çok geniş olmasına karşın ana amacı topluma değer yaratmak olan bir fonksiyondur. Diğer bir deyişle, üretim sistemleri sadece fiziksel üretimi kapsayan sistemlerce sınırlandırılmamıştır. Hizmet üreten sistemlerde (eğitim, ulaşım, dağıtım vb.) girdilerin fiziksel veya kimyasal durumunda bir değişiklik söz konusu olmamakla beraber yine toplama bir değer yaratılmaktadır. Dolayısıyla bu sistemler de, üretim sistemi olarak tanımlanırlar.

Bütün üretim sistemlerinin ortak amaçlarına ulaşmak için uymak zorunda oldukları ortak nokta ise kaynakların verimli kullanılmasıdır. Üretim kaynakları genelde dört ana başlık altında toplanır :

- a) Toprak (veya hammadde kaynakları)
- b) İşçilik (veya insangücü kaynakları)
- c) Sermaye
- d) Yönetim

Gerek hizmet, gerekse ürün üreten üretim sistemlerinde, üretim süreci Şekil 1.1'de verilmiştir.

Temelde bütün üretim sistemleri ürün veya hizmet oluşturulması için gerekli dönüşüm süreçlerini kapsarlar ve yine temelde bu sistemlerin tasarımı, planlaması, yönetimi ve kontrolünde karşılaşılan problemler ve bunları çözmeye kullanılan yöntemler benzerlik gösterirler.

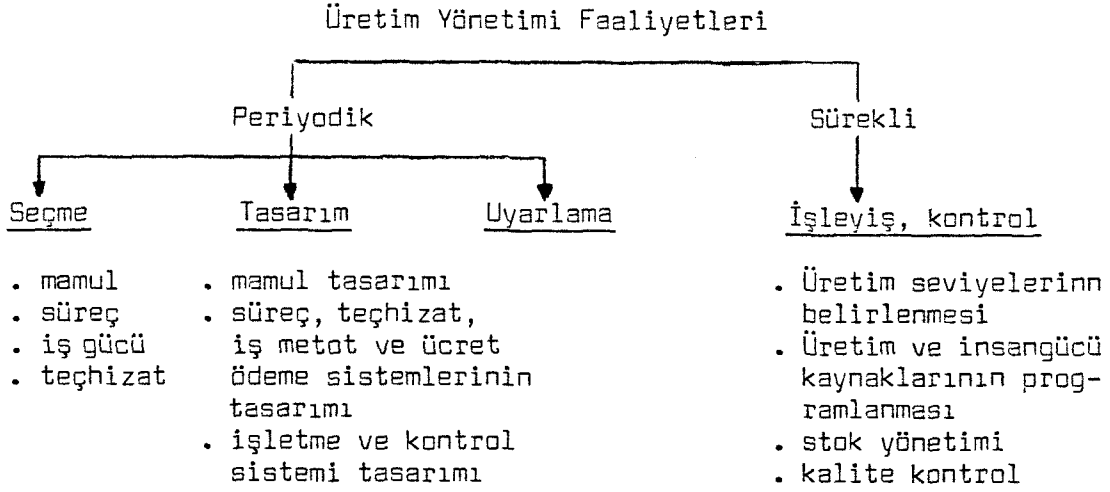


Şekil 1.1. Genel Bir Üretim Sistemi [2]

Genel olarak, üretim yönetimi, bir işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insangücü kaynaklarının belirli miktarlardaki mamulün istenilen kalitede, istenilen zamanda ve mümkünse en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirilmesidir. Diğer bir deyişle, üretim yönetimi, miktar, kalite, zaman, maliyet parametrelerini optimize etmeye çalışır.

Üretim planlaması ve kontrolü, bir üretim yönetimi faaliyeti olup, belli ürünlerin üretilebilmesi için gerekli tüm araçların tespiti, değerlendirilmesi ve düzenlenmesini içerir. Bu demektir ki, üretim planlaması, hangi ürünün üretileceğini belirtmek, teçhizat ihtiyacını ortaya koymak ve ürünlerin doğru sayılarda ve istenilen zamanlarda yapılmasını sağlayacak çizelgeleri hazırlamak için kullanılan bir önüretim faaliyetidir. Özetle üretim planlaması ve kontrolü, üretimden sorumlu yöneticinin gereken zamanda, üretim hedeflerine verimli bir şekilde ulaşabilmesi için ona yol gösteren önemli bir üretim yönetim aracıdır.

Üretim planlama ve kontrolünün hedefi, kaynak kayıplarını en aza indirmek ve üretimde en yüksek verimliliği sağlamaktır. En



Şekil 1.2. Üretim Yönetimi Faaliyetleri

yüksek verimlilik ise, istenilen miktarda ürünü, istenilen zamanda ve kalitede, en iyi ve en ucuz yöntemlerle üretmekle sağlanır.

1.2. ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretim planlaması ve kontrolü faaliyetlerinin seviyesi ve ayrıntıları, üretim sistemlerinin tiplerine göre farklılık gösterir. Bu faaliyetler, ürün miktarı arttıkça ve imal edilen ürünlerin çeşitliliği azaldıkça basitleşirler. Örneğin, sipariş tipi üretimde, özellikle eğer talep miktarlarında ve tiplerinde düzensizlik varsa, uzun zaman aralıkları hatta bir gün için bile üretimin planlanması çok karışık hale gelebilir. Parti tipi üretimde, miktarlar arttıkça ve imalat daha düzenli hale geldikçe planlama ve kontrol işlemleri daha basitleşmektedir. Diğer taraftan kitle üretimi, önemli ölçüde sermaye yatırıma ihtiyaç göstermekte fakat tesisin ve ürünlerin tasarımında çok az seçim imkanı bulunduğundan, daha az üretim yönetimine gerek olmaktadır.

Kısaca üretim planlama ve kontrol sisteminin yapısı, bu sistemin uygulanmaya konacağı üretim sisteminin tipine bağlıdır. Bu

nedenle üretim tiplerinin daha ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir :

A. Siparişe göre üretim : Küçük miktarlarda fakat yüksek düzeyde ürün çeşitliliğini kapsayan belirli siparişleri karşılamak üzere yapılan üretimdir. Doğal olarak, ürün çeşitliliği ve düşük üretim miktarları işlemlerde tekrarlılığı da en az düzeye indirmektedir. Bu sistemlerde, birçok değişik işlemi yapabilen çok işlemli tezgahlar kullanılır. Bunun sonucu ise her tezgaha bir operatör kullanmak yerine, değişik tezgahlarda çalışabilecek esnek işçi kullanımı kaçınılmazdır. Talebin yapısındaki değişkenlik nedeniyle sipariş tipi üretimin yöneticileri üretim faaliyetlerinin bütün safhalarında daha büyük sorunlarla karşılaşır. Yüksek düzeyde imalat ara stokları, düşük tezgah ve işçi kullanımı, yüksek iş akışı, denetimdeki güçlükler, ana yönetim sorunlarıdır.

Siparişe göre üretim, talep düzenliliğe bağlı olarak aşağıdaki şekillerde gerçekleşebilir :

A.1. Az sayıda mamulun bir defada üretilmesi : "Proje tipi üretim" olarak da bilinen bu sistemlerde, üretim tekniklerinin geliştirilmesine yönelik araştırma ve çalışmaların faydası çok kısıtlıdır. Ayrıca standart üretim metodlarının ve standart zamanların olmaması üretim planlamasını çok zorlaştırır.

A.2. Az sayıda mamulun talep geldikçe belirli aralıklarda üretilmesi :

A.3. Az sayıda mamulun talep geldikçe belirsiz aralıklarda üretilmesi :

A.2. ve A.3. olarak belirttiğimiz bu iki tip üretim "atölye tipi üretim" olarak da bilinir. Bu sistemlerde üretimde tekrarın getirdiği bazı kolaylıklar mevcuttur. Ürünlerin daha evvelden yapılması, bunların tanınmasını ve üretim esnasında karşılaşılabilecek zorlukların önceden görülmesini sağlar. Özellikle ürün siparişleri önceden tespit edilebilen belirli aralıklarla geliyorsa, üretim planlama ve kontrolü daha da kolaylaşır. Ayrıca tekrardan dolayı, metod geliştirme ve standard zaman bulma çalışmalarının maliyeti daha düşük olur.

B. Parti Üretimi : Bu tip 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 de sipariş tipi üretimde olduğu kadar değişken değildir. Bu sistemde iki ana sorun parti büyüklükleri ve parti adetlerinin tespiti ve partilerin çizelgelenmesidir. Parti büyüklükleri ve parti tekrarları arttıkça kazanılan deneyim, üretimin planması, planın uygulanması ve kontrolündeki en önemli zorluklardan biri olan belirsizliği azaltır. Bunun yanı sıra işlemlerin tekrarı sonucunda atölye seviyesinde beceri artar. Parça tipi üretimde, üretim planlama ve kontrol çalışmaları sipariş tipi üretime göre daha kolaydır. Bununla beraber partinin bir defalık veya belirsiz aralıklarda ya da belirli aralıklarda üretilmesi de planlama çalışmalarını kolaylaştırıp, zorlaştırabilir. Takdir edilebileceği gibi üretim planlama ve kontrolünün en kolay olduğu tip, partilerin belirli aralıklarda üretildiği sistemlerdir. Aslında,

- (i) Ürün çeşitliliği azaldıkça,
- (ii) Üretim miktarları arttıkça ve
- (iii) İşlem tekrarlılığı arttıkça,

diğer bir deyişle kesikli üretimden sürekli üretime geçildikçe üretim planlama ve kontrolü faaliyetlerinin kolaylaştığı görülecektir. Genelde sipariş tipi üretimle parti üretiminin bir kısmı (bir defalık parti üretimi ve az sayıda belirsiz aralıklarda parti üretimi kesikli üretim olarak tanımlanır. Parti üretiminde belirli aralıklarda, sık sık tekrar edilen büyük partilerin üretilmesi bu tip üretimi sürekli üretim sistemlerine yaklaştırır.

C. Sürekli Üretim (seri üretim) : Yüksek miktarlarda fakat düşük seviyede çeşitlilik gösteren birimler için uygulanan üretim şeklidir. Uzmanlaşmanın gerçekleştirildiği bu üretim sistemlerinin kuralabilmesi için talebin üretim hızından fazla olması şartı vardır. Diğer bir deyişle, üretimin tümü pazar bulabiliyorsa, bu tip bir sistemin kurulması anlam taşır. Aksi halde özel ve pahalı makine ve teçhizat gerektiren bu tip üretim sistemlerinde üretim esnekliği olmadığından, talep düşüşlerinin maliyeti çok yüksek olur.

Sürekli üretimde, birbirinden farklı operasyon sıralarına ve yardımcı üretim araçlarına ihtiyaç gösteren değişik ürünlerin imalatında ortaya çıkan karmaşıklıklar ve zorluklar yoktur. Bu tip üretim ileri bir teknolojiyi gerektirir ve karmaşık ürünleri üreten sistemlerde görülür. Ana özelliği ürün akışı (ürünün hareket halinde olması) ve tesislerin üretilecek ürüne göre tasarlanmasıdır. Bu tip üretimde ana sorunlar şunlardır :

- Sürekli üretim için iyi dengelenmiş bir üretim hattı tasarımı yapmak,
- Hat üzerindeki tezgahların güvenilirliği ve bakım onarımı sorunlarına cevap bulmak,
- Hammadde ve yarı mamul ihtiyacını zamanında sağlamak,
- Ürün tasarımı çalışmalarını etkin bir düzeyde sürdürmek,
- Üretim hattının düzgün işleyişini sağlayacak şekilde ara stok düzeylerini tespit etmek.

Seri üretimde, sistemin başlangıç noktasında başlayan hammadde, yarı mamul ve parça gibi girdiler işlem birimlerinden geçer ve son ürün haline dönüşerek sistemden çıkarlar.

Seri üretim, akışık ve kesikli seri üretim olmak üzere ikiye ayrılır. Akışık kitle üretiminde işlenen hammadde ve ürünler doğal yapıları itibarıyla kendiliğinden akarlar. Çimento, şeker, petrokimya ve gıda maddeleri üretimi, bu üretimin en önemli örnekleridir.

Kesikli seri üretim, birim ürün akış hattı tipi üretim olarak da bilinir. Motorlu taşıt montaj hatları bu üretim tipinin en güzel örnekleridir. Bu üretim sistemlerinde ürün, tek tek birimler halinde, birbirini takip eden iş istasyonlarındaki gerekli işlemlerin yapılmasıyla oluşur. Tesislerin, üretilecek ürünün özelliklerine göre tasarlandığı bu sistemler teknolojik açıdan en gelişmiş üretim tipini oluştururlar.

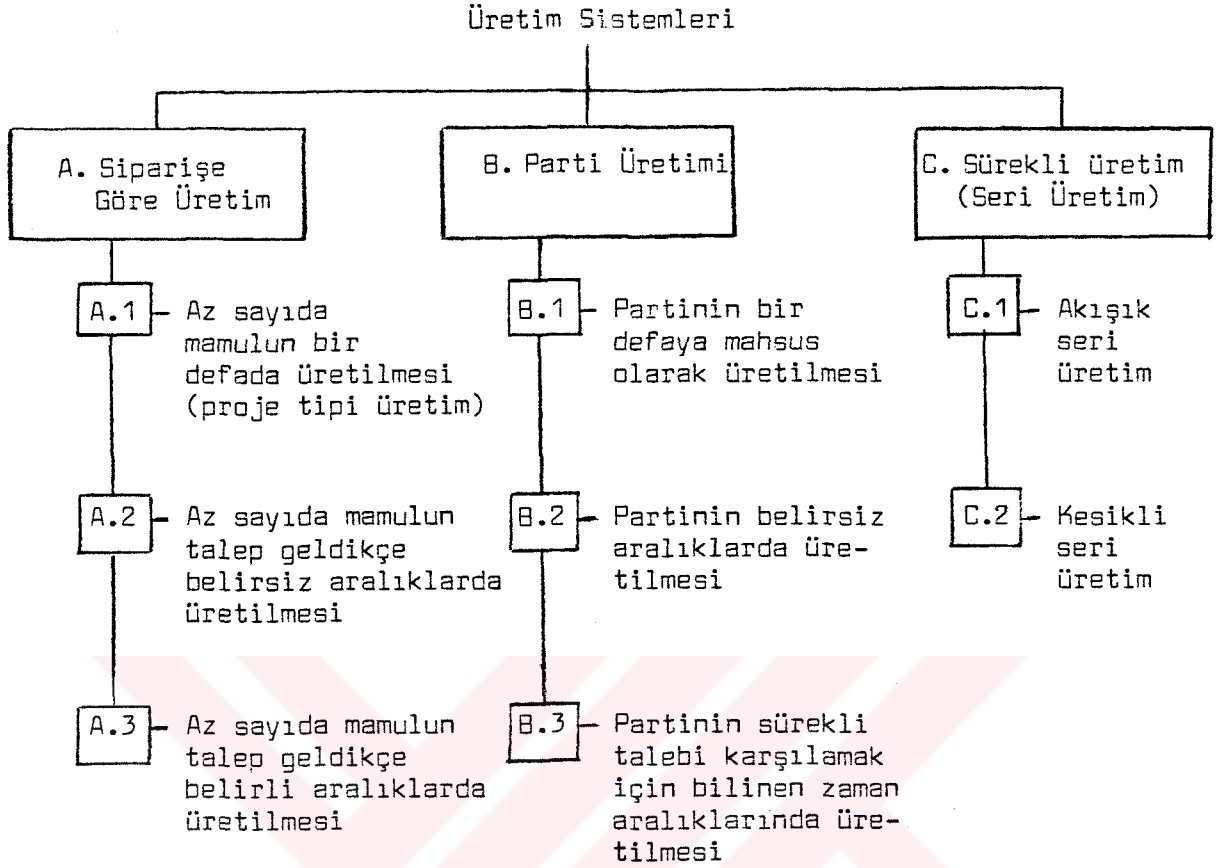
Daha önce de belirtildiği gibi sürekli üretimde, ürün çeşitliliğinin azlığı, işlemlerin tekrarlılığı ve talebin belirginliği,

planlama ve kontrol çalışmalarını daha kolaylaştırmaktadır. Kesikli üretim planlamasında karşılaşılan sorunlar bu sistemlerde görülmez.

Aşağıda kesikli ve sürekli üretim sistemlerinin karşılaştırılması verilmektedir.

	<u>Kesikli Üretim</u>	<u>Seri Üretim</u>
1. Üretim miktarı	Mamul miktarı az, çeşit fazla	Mamul miktarı fazla, çeşit az
2. Kullanılan makine ve teçhizat	Çok amaçlı üniversal tezgahlar, hız az, verimlilik düşük	Özel tezgahlar, hız yüksek, verimlilik yüksek
3. Yerleşme düzeni	Gruplanmış halde	Mamule göre seri düzenleme (üretim hattı)
4. İşyeri düzeni	Dengelemek güç, gecikmeler var	Dengelemek mümkün
5. İşçilik	Kalifiye	Vasıfsız işçilik
6. İş hazırlama faaliyetleri	Çok yoğun, ancak basit	Az, ancak karmaşık ve düzen gerektirir
7. Fabrika işçi taşıma faaliyetleri	Üniversal taşıma, tezgahları taşıma çok yoğun	Araç hızı yüksek tertibatlar
8. Tamir-bakım	Arıza etkisi az	Bakım planlaması çok önemli
9. Üretim kapasitesi	Esnek kapasite	Komple yeni yatırım

İşletmelerde, bu üretim tiplerini kesin olarak birbirinden ayırmak oldukça zordur. Genelde, bir işletme içinde birkaç üretim tipini bir arada görmek mümkündür. Ancak üretim tiplerinin doğru olarak belirlenmesi, üretim planlama ve kontrol çalışmalarının temelini oluşturur. Çünkü üretim tiplerinin yapısal çeşitliliğinden kaynaklanan değişik problemler planlama ve kontrol çalışmalarını yönlendirirler.



Şekil 1.3. Üretim Sistemleri

1.3. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ'NDE ÜPK'nın YERİ

Endüstri Mühendisliği, insan, malzeme, bilgi, makine ve teçhizatın oluşan sistemlerin tasarlanması, kurulması, geliştirilmesi ve optimize edilmesi ile uğraşır. Matematik ve fiziksel sosyal bilimlerden yararlanarak, bu sistemlerden elde edilecek sonuçları tahmin ve kontrol eder.

Endüstri Mühendisliği'nin temel amaçlarını sıralayacak olursak:

1. Maliyet kontrol metodlarının saptanması,
2. Maliyetlerin azaltılması için programlar hazırlama ve geliştirilmesi,
3. Verimliliğin arttırılması.

Endüstri Mühendisliği Departmanı geliştirdiği ve teklif ettiği programların uygulanabilirliğinden ve doğruluğundan sorumludur. Endüstri Mühendisliği bir hizmet departmanı olduğu ve icra olanakları olmadığı için öneri ve düzeltici programlarının uygulanmasında çoğu kez güçlüklerle karşılaşır. Endüstri Mühendisliği Departmanı, uygulamayı sağlamak için şu işleri yapar :

1. Örgütün tümü için doğacak yararları belirtmek,
2. Bireylere sağlanacak yararları açıklamak,
3. Uygulama programını tanıtmak,
4. Uygulama planında gelişmeyi gösterecek kontrol mekanizmalarını bulundurmaktır.

Yukarıda sıraladığımız işleri yapabilmek için şu tekniklerden yararlanılır :

1. İşlem akış şemaları,
2. Operasyon analiz şeması.

Ayrıca, bir Endüstri Mühendisi;

- a) Normal durumun ne olduğunu önceden belirleyebilmelidir.
- b) İşlerin kontrol limitleri dışında olduğunu göstermek için, işletmeye çabuk ve basit göstergeler verebilmelidir.
- c) Verimlilik ölçülerini geliştirebilmelidir.

Bununla birlikte, Endüstri Mühendisliği, yüksek seviyede yönetimin bir parçası değil, ancak onun yardımcısı, gözü ve kulağıdır.

Endüstri Mühendisliği, yapılan bütün değerlendirmelerin kaydını yapar ve ilgili yerlere rapor eder. İşletmenin standart proses şartlarına uygun çalışıp çalışmadığını tesbit eder. Standart dışı durumları ve bunların düzeltilme yollarını işletmeye haber verip uygulanmayı izler. Makine ve teçhizatın uygun şekilde kullanılıp kullanılmadığını saptar. Bütün işletme faaliyetlerini malzeme, araç, makine ve personel sayısı ve yeterliliği yönünden kontrol eder.

Kaynakların optimum şekilde kullanılması için gerekli yönetim sistemlerini seçer ve geliştirir. İş örnekleme, zaman etüdü ve mevcut performans raporlarının incelenmesi yoluyla özel çalışmalar yapar. Maliyet ve performans raporlarını analiz ederek, performansı düşük bölümleri, muhtemel problem sahalarını ve standartların geçerliliğini saptar. Yerleşim planları hazırlar. Performans standartları olmayan işler için zaman standartları tesbit eder. Üst seviye yöneticilerine yönetim sistem veya metodlarından yapılması düşünülen değişiklikler hakkında rapor verir.

Sıralanan bu işleri yaparken, Endüstri Mühendisliği Departmanı'nın en büyük yardımcıları şunlardır: Yöneylem araştırması, üretim planlama ve kontrol, istatistik, kalite kontrol, hareket ve zaman etüdü, metod geliştirme, iş güvenliği, mühendislik ekonomisi, iş değerlendirme, taşıma problemleri, maliyet ve bütçe kontrolü ve yerleşim planlaması.

Görüldüğü gibi Endüstri Mühendisliği pekçok kavramla birarada olmak ve onlarla işbirliği yapmak zorundadır. Bu kavramlardan üretim planlama ve kontrol kavramının rolünü ayrıntılı olarak inceleyelim :

Üretim, belirli amaçlara yönelik olarak girdilerin (malzeme, işgücü, makine, enerji vb.) çıktılar (mamul ve/veya hizmet) haline dönüştürülmesi faaliyetlerinin tümüdür.

Üretim sistemi, amaçları ve çeşitli üretim kaynakları ile bir bütün oluşturan ve bu öğelerin birbirleriyle belirli ilişkileri sonucu üretim fonksiyonunun gerçekleştirildiği sistemdir. Her sistemin bir çevresi, sistem ile sistemin çevresini birbirinden ayıran belirli sınırlar vardır.

Üretim yönetimi, üretim sisteminin amaç ve politikalarına göre üretim faaliyetlerini planlamak, organize etmek, koordine etmek, yönlendirmek ve denetlemektir.

Üretim planlama, üretim sisteminin amaç ve politikalarına göre üretilecek mamul ve/veya hizmetin özelliklerinin belirlenmesi, bu üretim için gerekli üretim kaynaklarının saptanması ve kullanılması ile ilgili tüm faaliyetlerin planlanmasıdır. Üretim planlama, kapsadığı zaman aralığına ve üretim tipine göre farklılıklar gösterir.

Üretim kontrol, üretim planlarının uygulanması, üretimin ve destek faaliyetlerinin (bakım-onarım kalite kontrol, malzeme ikmali vb.) plana göre izlenmesi ve gerektiğinde değişiklikler yapılması fonksiyonudur. Üretim kontrolün kapsamı içine, üretim planına göre, üretimin hemen önceki işlerin işlenme sıralarının belirlenmesi, iş istasyonlarına dağıtımı gibi kısa vadeli üretim programlama kararları da girer. Genellikle işletmelerde üretim planları, üretim planlama bölümlerince, üretim kontrolü üretim atölyeleri yöneticileri tarafından gerçekleştirilir.

Üretim programlama, üretim planlarının bir zaman skalası üzerine yansıtılmasıdır. Amaç, üretim kaynaklarının işlere ne zaman ve ne şekilde tahsis edileceğine karar vermektir. Diğer bir deyişle, her işin nerede, ne zaman ve hangi sırayla işleneceğinin belirlenmesidir.

Üretim planlama ve kontrolü ile ilgili kavramların tanımları ile Endüstri Mühendisliği Departmanı'nın üstlendiği görevler arasında bir karşılaştırma yapılarak, Endüstri Mühendisliği'nde ÜPK'nın yeri hakkında bir karara varılabilir. Öyle ki, ÜPK, Endüstri Mühendisliği'nin en büyük yardımcılardan biridir. Endüstri Mühendisliği'ndeki birçok temel problemler ÜPK'nın yardımıyla çözümlenebilmekte ve optimal çözüme ulaşılmaktadır.

1.4. ÜPK'DAN ÖNCE YAPILMASI GEREKEN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ÇALIŞMALARI

Endüstri Mühendisliği'nde ÜPK'nın rolü ve önemi hakkında bilgi sahibi olduktan sonra, şimdi de bu konuda yapılacak Endüstri Mühendisliği çalışmalarını inceleyelim:

1.4.1 İş Etüdü

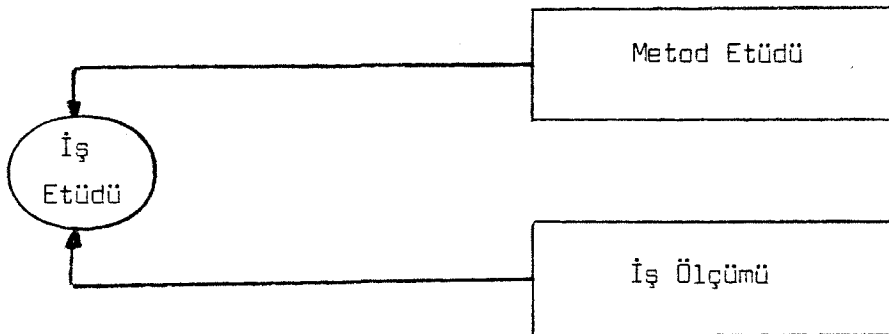
İş etüdü, gelişme olanağı yaratabilmek amacıyla, belirli bir olayı ya da etkinliği ekonomiklik ve etkinlik yönünden etkileyen tüm faktörleri araştıran ve insan çalışmasını geniş kapsamda inceleyen bir teknik olup, özellikle metod etüdü ve iş ölçümü teknikleri için kullanılan genel bir terimdir (Şekil 1.4).

Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere iş etüdü, metod etüdü ve iş ölçümünü kapsar. Bu teknikler ve bunların birbirleriyle ilişkileri şu şekilde açıklanabilir :

Metod etüdü, daha kolay ve daha etkin yöntemlerin geliştirilmesi, uygulanması ve maliyetlerin düşürülmesi amacıyla, bir işin yapılarındaki mevcut ve önerilen yolların sistematik olarak kaydedilmesi ve eleştirilerek incelenmesidir.

İş ölçümü ise, nitelikli bir işçinin belli bir işi, belli bir çalışma hızıyla yapması için gereken zamanı tespit etmek amacıyla geliştirilmiş tekniklerin uygulanmasıdır.

Metod etüdü ve iş ölçümü, birbirlerini takip eden iki çalışmadır. Metod etüdü, işlemin iş kapsamının azaltılmasıyla ilgilenir. İş ölçümü ise, metod etüdü ile belirtilen iş kapsamına dayanarak etkin olmayan sürenin incelenmesi, azaltılması ve işlem için standart zamanların konması ile ilgilenir.



Şekil 1.4. İş Etüdü

I. METOD ETÜDÜ : Metod etüdünün konuları şunlardır :

- Süreçlerin ve yöntemlerin düzeltilmesi,
- Fabrikanın, atölyenin, iş yeri düzeninin, tesisat ve donatım tasarımlarının düzeltilmesi,
- İnsangücünde artırım sağlanması ve aşırı yorgunluğun azaltılması,
- Malzeme, makine ve insangücünün kullanılmasının düzeltilmesi,
- Daha iyi çalışma koşullarının geliştirilmesi.

Tüm fabrikanın düzeninden, bir işçinin en ufak bir hareketine kadar her düzeydeki sorunları çözümlmek için birçok metod etüdü tekniği vardır. Ancak temel yöntem aynıdır ve büyük bir titizlikle uygulanması gerekmektedir.

Metod etüdü yöntemi aşağıda belirtilen aşamalardan oluşur :

- Etüdü yapılacak işin seçilmesi,
- Dolaysız gözlem yoluyla, mevcut yöntem hakkındaki bütün ilgili olayların kaydedilmesi,
- Amaca en uygun tekniği kullanarak ve olayların eleştirilerek düzenli bir sıra içinde incelenmesi,
- Bütün koşulları göz önüne alarak, en kolay, ekonomik ve etkin yöntemin geliştirilmesi,
- Yeni yöntemin standart bir uygulama olacak şekilde yerleştirilmesi,
- Bu standart uygulamanın düzenli denetimlerle sürdürülmesi.

II. İŞ ÖLÇÜMÜ : Metod etüdü, iş kapsamının azaltılmasında kullanılan temel tekniklerden biridir. Özellikle malzeme ya da işçilere ilişkin gereksiz hareketlerin yok edilmesi ve yetersiz yöntemler yerine iyi yöntemlerin konmasıyla uğraşır. İş ölçümü ise, nedeni ne olursa olsun herhangi bir işin yapılmadığı sürenin yani etkin olmayan sürenin araştırılması, azaltılması ve sonucunda da yok edilmesiyle uğraşır.

İş ölçümü, sadece etkin olmayan sürenin varlığını ortaya çıkarmaz, aynı zamanda işin yapılması için standart zamanların tesbitinde de kullanılabilir.

Zaman standartları ise şu konularda kullanılabilir :

- İş programının gerçekleştirilmesi ve mevcut kapasitenin kullanılabilmesi için fabrika ve işçilik ihtiyacı dahil, üretimin planlanması ve programlanmasında kullanılacak bilgiyi sağlamada.
- Verilecek önerilerin satış fiyatlarının ve teslim tarihlerinin tahminlerinde kullanılabilecek bilgiyi sağlamada.
- Özendirici ücret planlarına temel olarak kullanılabilecek makine kullanımı ve işçi performansı standartlarını koymada.
- İşçilik maliyetinin denetiminde ve standart maliyetleri tespitinde ve bunları sürdürmede kullanılabilecek bilgiyi sağlamada.

Diğer bir deyişle iş ölçümü, fabrika etkinliklerinin organizasyonu ve denetimi için gerekli temel bilgiyi sağlar ve planlama çalışmalarının tüm aşamalarında en önemli girdiyi oluşturur.

Bu arada dikkat edilecek bir konu da, iş ölçümünün, metod etüdünü takiben uygulanması gereğidir. Zira doğru ve etkin olmayan bir metod için standart zamanların belirlenmesi gereksiz bir çaba olacaktır.

1.4.2. Zaman Etüdü

Zaman etüdü, belirli koşullar altında yapılan bir işin öğelerinin zamanını ve derecesini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir çalışma hızında (performansta) yapılabilmesi için gereken zamanı tespitinde kullanılan bir iş ölçme tekniğidir. Diğer bir deyişle zaman etüdü, nitelikli bir işçinin normal tempoda belirli bir işi yapması için gerekli sürenin tespiti için kullanılır.

Bu tanımdaki "nitelikli işçi" ve "normal tempo" kavramlarını tanımlamak gerekmektedir.

Nitelikli işçi, elindeki işi, belirlenmiş güvenlik, nitelik ve nicelik standartlarına uygun olarak yerine getirebilmek için gerekli fiziki yeteneklere, anlayış ve eğitime, beceri ve bilgiye sahip olan bir kimsedir.

Standart performans (normal tempo), belli bir yöntemi bilmele-ri ve uygulamaları, işlerine kendilerini verebilmeleri için özendiril-miş olmaları koşuluyla, nitelikli işçilerin aşırı bir çaba göstermeksi-zin bir iş günü ya da vardiya süresince, doğal olarak erişebilecekle-ri ortalama üretim (çıktı) düzeyidir. Bu standart performans, derece-leme ve performans cetvellerinde 100 olarak gösterilir.

Zaman etüdünün aşamaları şöyle sıralanabilir :

- Etüd edilecek işin seçimi,
- İşle, işçiyle ve muhtemelen işin yapılmasını etkileyen çevre koşullarıyla ilgili bütün mevcut bilgilerin toplanıp kayde-dilmesi,
- Yöntemin tam bir tanımının kaydedilmesi ve işlenip öğelerine ayrılması,
- En etkin yöntem ve hareketlerin kullanılmasını sağlamak için ayrıntılı olarak öğelerin incelenmesi,
- Bir zamanlama aracıyla (çoğunlukla bir kronometre) ve işlemin her öğesini yapabilmek için işçinin harcadığı zamanın kayde-dilmesi,
- Aynı anda gözlemcinin, kendi standart çalışma hızı kavramına göre işçinin çalışma sırasındaki etkin hızının (performansı-nın) derecelendirilmesi (tempolama),
- Gerekli gözlem sayısının tespiti ve bu gözlem sayısında ölç-me yapılması,
- Gözlenen zamanların temel zamanlara dönüştürülmesi,

- Gerekli payların belirlenmesi,
- İşlemin temel süresine ek olarak ayrılacak payların tesbiti,
- İşlemin standart zamanının belirlenmesi.

Bu aşamalardan sonra standart zamanı hesaplamada kullanılan formül aşağıda verilmiştir :

$$\text{Standart zaman} = \frac{\text{Gözlenen zaman}}{\text{zaman}} \times \frac{\text{Tempo}}{100} \times \left(1 + \frac{\text{Toplam pay}}{100} \right)$$

1.4.3. Ergonomi (İnsan Mühendisliği)

Endüstri Mühendisliği'nin üstlendiği görevler incelendiğinde, ergonominin, bu alanların bir çoğu ile doğrudan veya dolaylı olarak ilgili olduğu görülür. Her şeyden önce insanı ön plana alması dolayısıyla ergonomi, denebilir ki, diğer alanların merkezinde ve onlara temel oluşturan bir konuma sahiptir.

Ergonomi kavramının içine aldığı konular aşağıdadır :

- Alet ve malzeme için sabit ve kesin yerin tespiti (kolayca erişilebilirliği mesafelerin kısaltılması, taşıma ve almada kolaylık, alet ve malzemenin, kullanılacağı yere göre daha önceden hazırlanması vb. amaçlara ulaşmayı sağlar),
- Elle tutma ve çalışmayı azaltıcı mekanizmaların temini,
- Malzeme beslenmesinin hızlı ve kolay olmasının sağlanması,
- Ritmik, dengeli ve devamlı el hareketlerinin temini.

Ergonomik işyeri düzenlemede genel amaç, çalışanın ve tüm iş sisteminin performansının maksimize edilmesi, fiziksel ve zihinsel olarak iyileştirmenin sağlanması; insanın güvenliği ve tatmini açısından işin gerektirdikleri ile insanın yeteneklerinin uygun şekilde bir araya getirilmesidir.

İnsan-makina sistemlerinde işyeri düzenleme iki ana görüşe göre ele alınır :

1. İş sistemlerinin dış koşullarının insana uydurulması, buna kısaca "işin insana uyumu" da denir.

2. Çalışanın, iş sisteminin var olan koşullarına uydurulması, buna da kısaca "insanın işe uyumu" denir.

Bu iki ilke birbirinin seçeneği değildir. Aksine, iş düzenleme çerçevesinde bu iki ilke sürekli olarak birlikte göz önünde bulundurulmalıdır.

İşin insana uydurulmasının temel dayanağı vücut ölçüleridir. İnsanın vücut ölçüleriyle ilgilenen bilim dalı "antropometri" dir. Antropometri, vücut ölçülerinin ampirik olarak hesaplanmasının yanı sıra bu ölçülerin çeşitli etkenler altında nasıl değiştiğini de araştırır.

Antropometrik iş düzenlemede gözönünde bulundurulacak temel ilkeler duruş şekli, kullanılan ölçü aralığı, iç ve dış ölçüler, işlem alanı vb. olarak tanımlanabilir.

Antropometrik iş düzenleme insan-iş sistemindeki boyut ölçülerinin iş yeri ölçüleri ile uyumunu ele aldığı için iş yeri düzenlemenin statik bileşeni olarak kabul edilebilir. Buna karşılık insanın fizyolojik reaksiyonları zamana bağlı olarak değiştiğinden insan alt sistemi, iş yeri düzenlemenin dinamik bileşeni olarak, fizyolojik açıdan ele alınmak zorundadır.

Fizyolojik iş düzenlemede göz önünde bulundurulacak ilkeler optimal verim, en az yorgunluk ve optimal çevre koşulları şeklinde sıralanabilir.

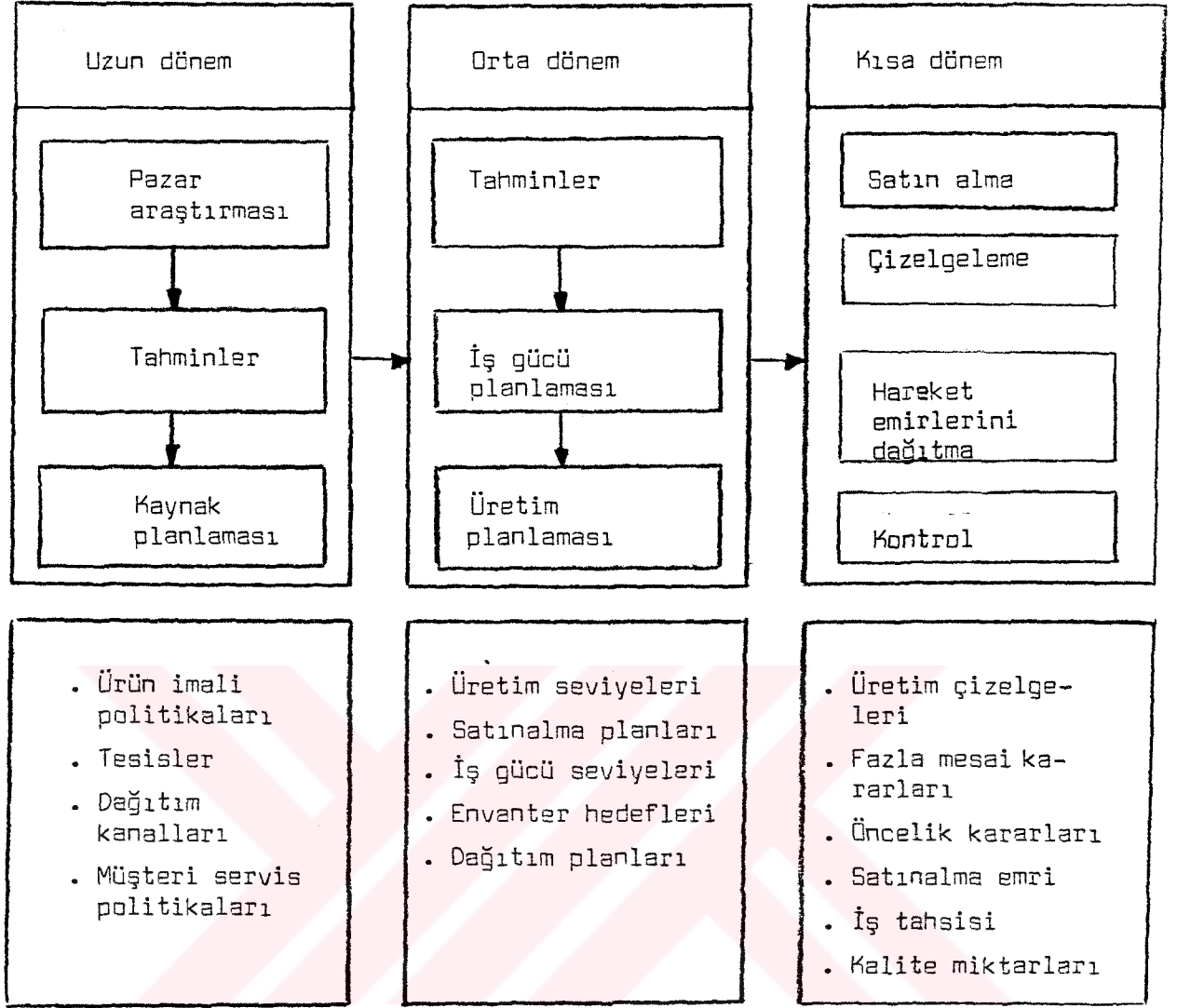
BÖLÜM 2. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLU [3]

2.1. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL SİSTEMİNİN TEMEL ELEMANLARI VE FONKSİYONLARI

Planlama, imal edilecek olan ürün ve üretim kaynakları hakkındaki verilerin analizi ile başlar. Bu veriler sayesinde belirlenmiş olan hedeflere en verimli şekilde ulaşmak üzere firma kaynaklarının kullanımı, bir program hazırlanarak ana hatları ile verilir. Başka bir anlatımla, üretim planı, çeşitli imalat kısımları için alt hedefleri, önceden tespit edilmiş zaman devreleri cinsinden ortaya koyar. Bu alt hedeflere ulaşılması da üretim sisteminin ana hedefinin gerçekleşmesini destekler. Operasyonlar sırasıyla ve üretim planında tespit edilmiş olan detaylara göre yerine getirilir. Diğer taraftan kontrol, hedeflere ulaşılması için, bilgi geri iletimi yolu ile operasyonları başlatır veya denetler. Bu kontrol aşamasında, ana hedeflere ulaşılmasını garanti altına almak için kısım hedeflerinin yeniden düzenlenmesi veya düzeltilmesi durumu gerekebilir.

Herhangi bir üretim planlaması faaliyeti için ön şart, talep raporudur. Üretilecek ürünlere ait talep şekli planlama faaliyetini sınırlandırabilmekte ve üretim planlaması döneminin süresini etkileyebilmektedir.

Bilindiği gibi üretim planlamasının üç dönemi vardır : Uzun dönem, orta dönem ve kısa dönem. Yaklaşık bir ilâ beş yıllık planlama dönemi olan uzun dönem üretim planlaması, teknolojik tahminlere bağlıdır ve işletme toplu politikasını etkiler. Bu nedenler, üst düzey yöneticilerinin kararları ve eğilimleri tarafından belirlenen uzun dönem üretim planlaması, kapsam dışı bırakılmıştır. Diğer taraftan planlama dönemi bir ay, bir yıl arasında olan orta dönem planlama (ana planlama) ve kısa dönem üretim planlaması (detaylı planlama) derhal kullanılacak planları kapsar.



Şekil 2.1. Üretim Planlamasının Aşamaları

Ana üretim planlaması, üretim hızının ve işgücü düzeyinin tespiti ve böylece tamamlanmış mal, stok düzeyinin ve talebi karşılamak üzere fazla mesai veya dışarıya iş verme ihtiyacının belirlenmesi ile ilgilenen orta dönem bir üretim planlamasıdır. Operasyonların planlanması ana planın temelini oluşturur.

Operasyon planlamasında üç karar alınır :

- Hangi operasyonların gerekli olduğunun belirlenmesi,
- Bu operasyonların hangi iş merkezlerinde yapılacağının belirlenmesi,

- Bu operasyonların sıralarının belirlenmesi

Farklı üretim sistemlerinde, farklılık göstermesine karşın, üretim planlama ve kontrol elemanları genel olarak üç ana başlık altında incelenebilir :

A. Ön Planlama : Ön planlama aşamasındaki çalışmalar olmaksızın güvenilir bir üretim planının yapılması olanaksızdır. Ön planlama çalışmaları aşağıdaki konuları içerir :

- Tüketici araştırması, satış tahminleri,
- Mamul tasarımı ve geliştirme,
- Tesis yatırım politikası,
- İş yeri düzeni.

B. Planlama : Planlama çalışmaları iki ana konuda yapılır :

- Kaynaklara yönelik planlama : Malzeme, metot, makine, insan-gücü planlaması,
- Yapılacak işlerin planlaması : Rotalama, tahmin, programlama.

Bunları ayrıntılı olarak incelersek :

MALZEME PLANLAMASI : Üretimin çeşitli aşamalarında gerekli hammadde, yarımamul, parça gibi girdilerin istenilen miktar ve zamanda hazır olması gerekir. Malzeme planlaması çalışmaları, malzeme kalitelerinin tespiti, gerekli miktar ve tedarik şartları, standardizasyon, dışalım, muayene gibi konuların belirlenmesi işlerini kapsar.

METOT TASARIMI : Alternatif üretim metodlarının incelenmesi ve bunlardan mevcut üretim imkanları çerçevesinde en iyisinin seçilmesi ve standart hale getirilmesidir.

MAKİNE VE İNSANGÜCÜ PLANLAMASI : Üretim için gerekli makine, yardımcı alet ve teçhizatın istenilen anda ve yeterli miktarda hazır olma çalışmaları da bu planlamanın içeriğine dahildir. Aynı şekilde, yeterli

sayıda ve istenilen nitelikte işgücünün, gerektiği zaman gereken yerde bulundurulması da önemli bir kaynak planlama çalışmasıdır.

Hangi ürünün ne zaman, ne miktarda, hangi tezgahta yapılmasının belirlendiği üretime yönelik planlamanın elemanları ise şunlardır :

ROTALAMA (YÖNLENDİRME) : Rotalama çalışmaları üretim tesisi içerisindeki iş akışının belirlenmesi çalışmalarını kapsar. Bu çalışmaların sonunda, tezgâhlar bazında yapılacak işler, gerekli yardımcı aletler belirlenir ve iş pusulaları hazırlanır.

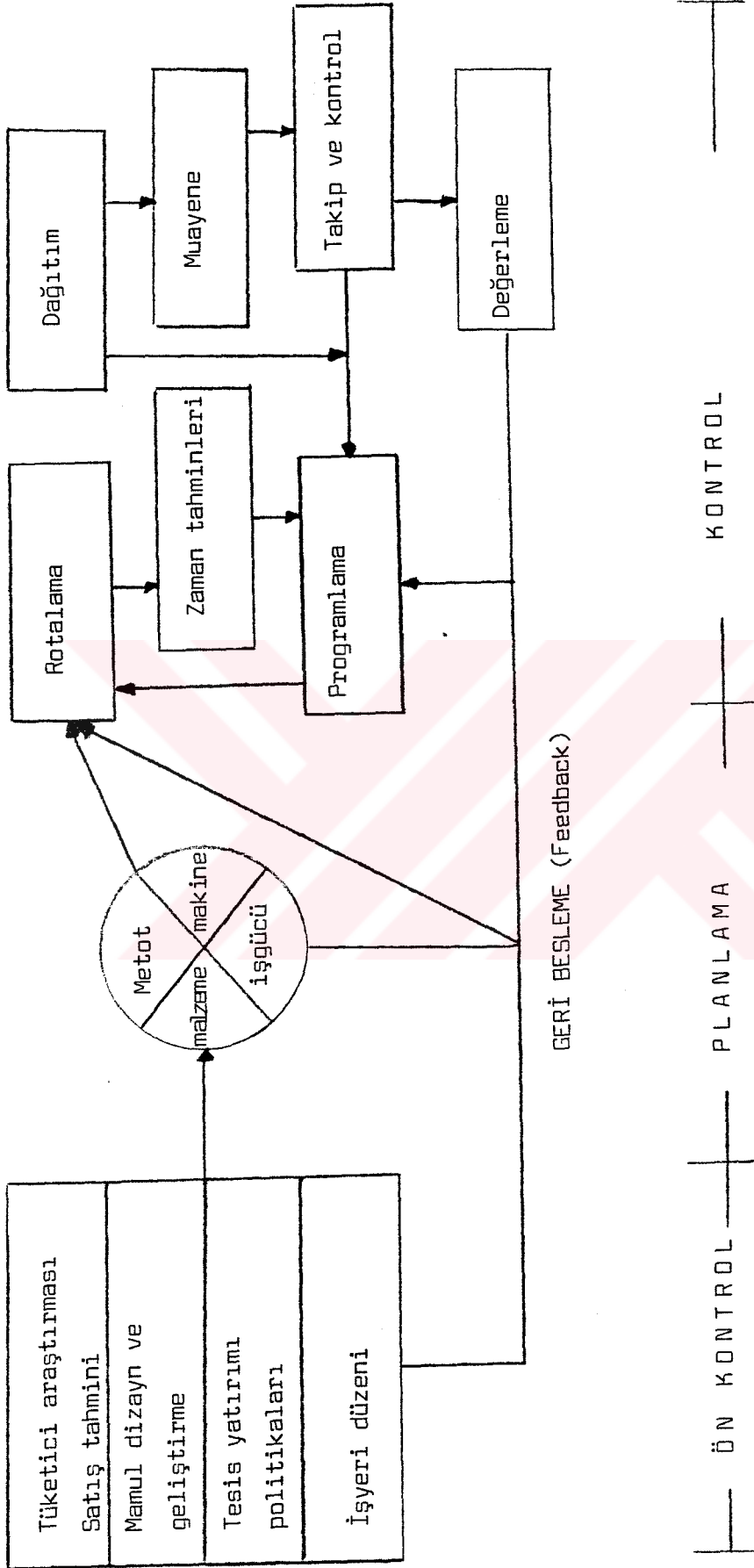
TAHMİN : Yapılacak işlerin sürelerinin tahminine yönelik çalışmaları kapsar. Zaman etüdü teknikleriyle tahmin edilen zaman standartları, üretim planının zaman boyutunu oluşturduğundan bu standartların gerçeğe yakın olması şarttır.

PROGRAMLAMA : Programlama çalışmaları yükleme ve çizelgeleme elemanlarından oluşur. Yükleme, tezgahlara iş dağıtım çalışmaları içerir.

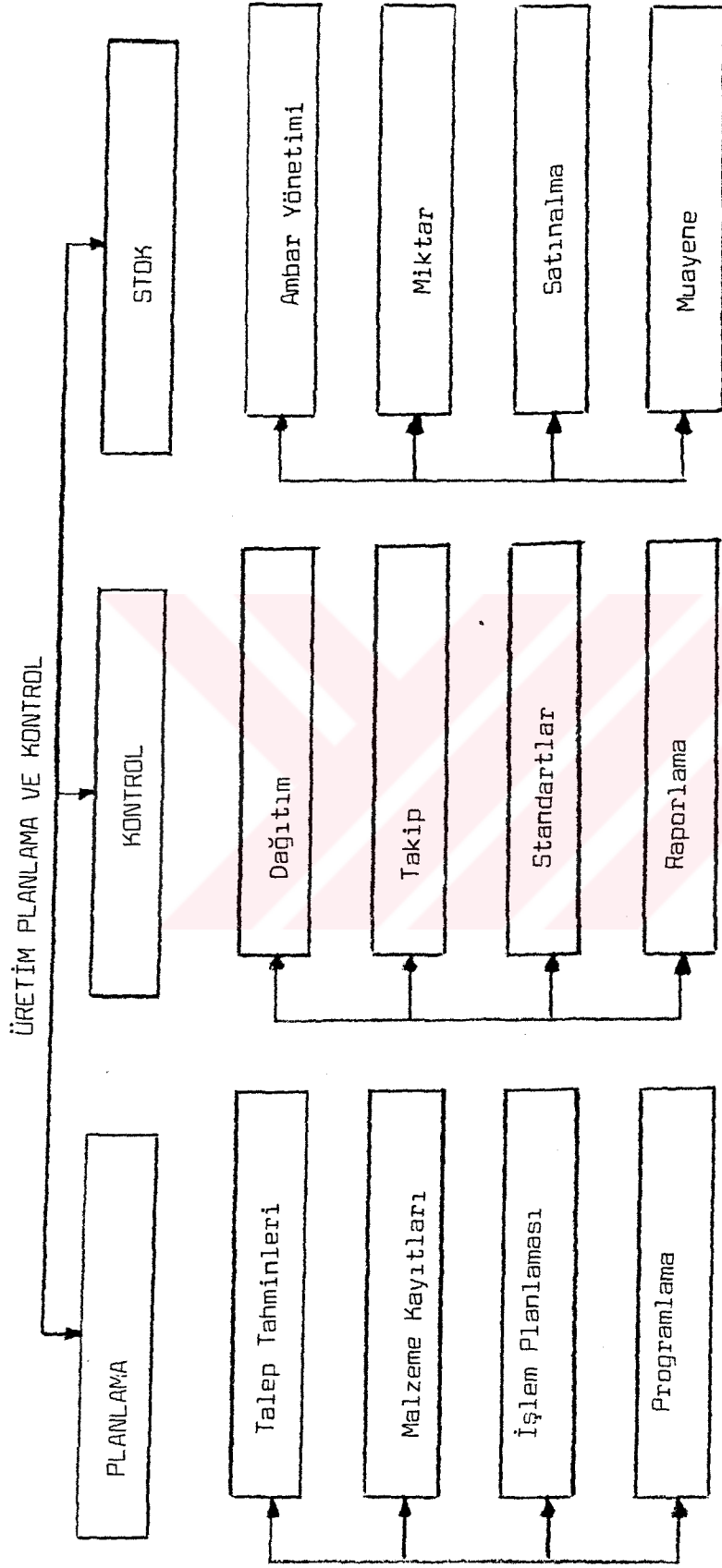
Yükleme elemanının temel amacı, iş yükünü tezgahlar arasında eşit olarak dağıtmak ve sonuçta dengeli bir iş akışı sağlamaktır. Yükleme çalışmalarını takiben çizelgeleme elemanı devreye girer ve her tezgahta işlenecek olan parçaların zaman bazında tezgahlara dağıtım çalışmaları tamamlanır. Bu çalışmalar sonunda her tezgahta hangi işin ne zaman başlayıp ne zaman biteceği ve onu takiben hangi işin devreye gireceği ayrıntılı olarak belirlenmiş olur.

C. Kontrol : Üretim kontrolü elemanları dağıtım, takip kontrol muayene ve değerlendirme olarak tanımlanır. Kontrolün en önemli fonksiyonu, üretimdeki aksamaların ve plandan sapmaların tespit edilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için bilgi geri iletiminin sağlanmasıdır.

Dağıtım, üretim planında belirlenen işlerin tezgâhlara ve iş merkezlerine dağıtılıp, gerekli malzeme, alet ve teçhizatın gerekli yerlere, istenilen zamanda ulaştırılmasıdır.



Şekil 2.2. Üretim Planlama ve Kontrolü Elemanları



Şekil 2.3. Üretim Planlama ve Kontrol Fonksiyonları

Takip - kontrol elemanı ise dağıtımı yapılan işlerin zamanında tamamlanıp, gecikmelerin önlenmesi çalışmalarını içerir.

Muayene, üretilen ürünün miktarının ve kalitesinin kontrolü olarak tanımlanır.

Değerleme, planlama ve kontrol aşamaları arasında önemli bir iletişim mekanizmasıdır. Değerleme çalışmaları sonunda, uzun veya kısa vadeli tedbirlerin neler olması gerektiği ortaya çıkar.

2.2. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLU AMAÇLARI [4]

Genel olarak üretim kontrolünün amacı, şirketin hedefleri çerçevesinde, optimum kâr sağlayacak şekilde işletmenin içine ve dışına olan malzeme akışını planlama ve kontrol etmek şeklinde tanımlanabilir. Bu nedenle üretim kontrolü, müşteri talebini, sermaye durumunu, üretim kapasitesini, insangücü vs. yi sürekli olarak tartan, kontrol altında tutan bir araç kurmalıdır. Bu, yalnız yukarıda sayılan faktörlerin mevcut durumlarını göz önüne almak şeklinde olmamalı, aynı zamanda bu faktörlerin gelecek yıl için de planlaması şeklinde olmalıdır.

İşletmelerin kâr ederken genellikle üç ana amaçları bulunmaktadır :

1. Müşteriye en fazla hizmeti sağlamak,
2. Stok yatırımlarını minimumda tutmak,
3. Verimli (düşük maliyetli) işletme faaliyeti sağlamak.

Bu amaçlar gözden geçirilirse, bunların birbirleri ile çatışma halinde oldukları görülür. Ana problem, bu amaçlar arasında bir uzlaşma sağlamaktır.

2.3. ÜRETİM PLANLAMASININ NİTELİĞİ

Üretim, satış ve finansman fonksiyonlarıyla direkt ilgilidir. Bu üç fonksiyon her zaman birbirini etkiler. Eğer işletme, satış

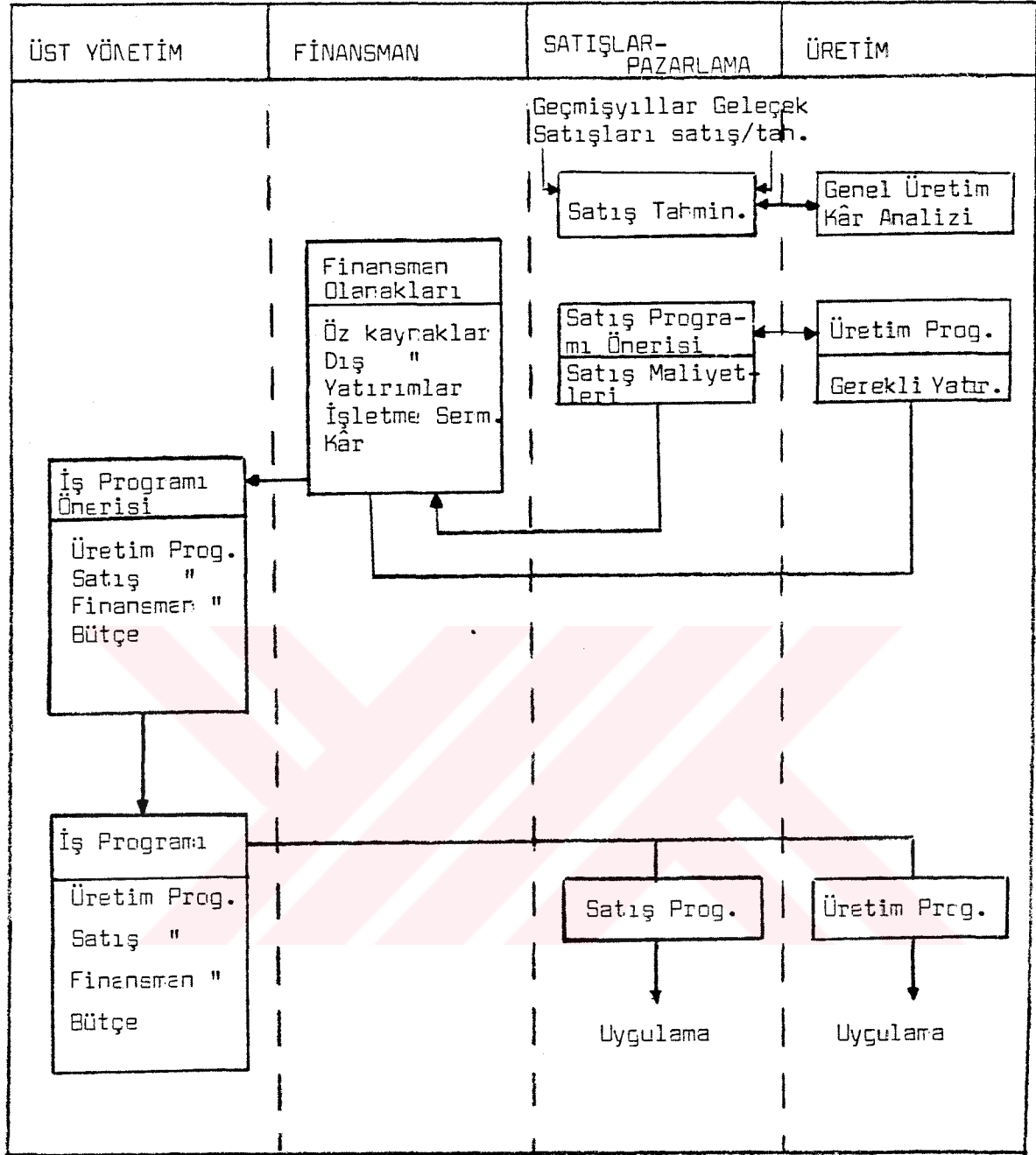
bölümünün satabileceği çeşit ve miktarda üretimde bulunmuyorsa ya da ürettiği ürünleri satamıyorsa; işletmede üretim ve satış bölümlerinden kaynaklanacak bir problem ortaya çıkar. Üretim kapasitesinin talebin üzerinde olması halinde üretim planlarını, satış tahminleri yönlendirecektir. Oysa üretim kapasitesinin talebin altında olması halinde satış planlarını, üretim programı şekillendirecektir. Üretim planlamasında, bu ilişki her zaman gözönünde bulundurulmalıdır. Şekil 2.4'de ÜPK'nın aşamaları, diğer fonksiyonlarla ilişkileri gösterilmektedir.

İşletmelerde uzun vadeli planların gerektirdiği geniş ve çok yönlü işlerin büyük bir grubunu oluşturan üretim fonksiyonu, çok sayıda yönetici ve işçinin birarada çalışarak teknik beceriler ile üretimi yürütmesini gerektirir. Üretimin çok planlı yürütülmesi standart prosedürlerin kullanılması ve koordinasyonun en üst düzeyde tutulmasını gerekir. Üretimde zaman ve malzeme kaybı işletmenin bütün stratejilerini etkisiz hale getirebilir. Üretim planları işletmeler için uzun vadeli olabilir. Bunun yanında ise günlük, haftalık, aylık üretim programları ve operasyon planları genelde daha çok yer alacaktır.

2.4. ÜRETİM PLANLAMA FAALİYETLERİ

Üretim planlamanın başka bir tanımını yapacak olursak; üretim planlaması gelecekte üretilecek bir ürün için beklenen istemi, hedef olarak ortaya konan üretim seviyesini karşılamak üzere gerekli olan bütün kaynakların belirlenmesi, temin edilmesi ve düzenlenmesi ile ilgilenen üretim işlevidir. Bunun yanında üretim kontrolü, envanter kontrolü gibi üretim sisteminin çalışması için kurulacak olan sistemlerin, ana yapısının tasarlanması da, üretim öncesi yapılan bir planlama faaliyeti olarak üretim planlama tanımı içine sokulabilir. Üretim planlama, ne yapılacak, ne kadar yapılacak, ne zaman yapılacak, nerede yapılacak sorularının cevaplarını vermeye yöneliktir.

Üretim planlamasındaki en başta gelen ihtiyaç, talep tahminleridir. Bu, bilinen veya istenen müşterilerden gelen siparişlerden edindiğimiz bilgi ya da çeşitli yöntemlerle ileriye dönük yapılmış tahminler ya da beklenen talep olabilir. Bu durumda üretim fonksiyonu, pazarlama veya satış fonksiyonu ile ilgilidir.



Şekil 2.4. Üretim Planlaması, Aşamaları ve İlişkileri

Bu ikisinin arasındaki ilişki, müşterinin üreticiden bir talepte bulunması kararı ve siparişin teslim tarihine bağlıdır. Bu da üretim kapasitesine ve şimdiki söz vermeye dayanır. Bu tip ilişkiler daha çok küçük çapta ve aralıklı üretimde daha çoktur ve daha önemlidir - kütleli ve seri üretimde daha az önemi vardır - Büyük çapta veya seri üretimde önceden tespit edilmiş tahmini talep üzerinde mal üretilir. Bundan dolayı bu tip üretim, çok belirgin ileriye dönük talep tahminini gerektirir. Bu tür tahminler, geçmişteki bilginin incelenmesini gerektirir. Bu incelemenin amacı, geçmişteki performansları ileriye yöneltmek, geçmişteki satış ve talepleri incelemek ve gelecekteki satış veya taleplerin eğrilerini düzenlemek ve tahmin etmektir.

İmal etme veya satın alma kararı, üretim planlamanın başlıca şartlarından biridir. Dışarıdan alınacak bir parçanın, teorik olacak işletme içinde üretimi de sözkonusu olabilir. Burada önemli olarak olan maliyettir. Yeni bir mamulü yapmak büyük bir yatırım gerektirecek ve bu mamul çok kullanılacak değilse satın almak en iyi yol olacaktır. Bununla birlikte, gerekli olan malların miktarı gelecekte artış gösterecekse yeni doğan kapasiteyi düşünerek kendimiz yapmak yönünde karar alınabilir. Satın almak yerine yapma kararını almış bulunuyorsak, üretim planlamadaki ilk adım, bu malın veya mamulün nasıl yapılacağını kararlaştırmaktır. Buna "çalışma planlaması" denir. Üretim planlamasında çalışma planlaması ile ilgili olarak üç karar vardır. Bunlar, hangi çalışmaların gerektiğini tespit etmek, hangi yerlerde ve departmanlarda bu gibi çalışmaların yapılacağını saptamak ve çalışmaların sırasını tespit etmektir. Bu kararlar çalışma ve yön seçme kâğıtlarına yazılarak, iş emirlerinin hazırlanmasında kullanılır.

Orta dönemli planlamalarda satış tahminleri ile hedef alınan üretim seviyesinin işletmenin üretim seviyesi ile karşılanıp karşılanmayacağı kontrol edilir. Eksik kapasiteli bölümler için fazla mesai, fason imalat, stoklama gibi seçenekler, en az üretim maliyeti verecek şekilde değerlendirir. Böylece bir ana üretim programı elde edilir. Daha sonraki aşamalarda bu program genişletilerek ve genelleştirilerek, gelecek için kapasite artırımı, genişletme projeleri gibi yatırım

gerektiren planlama kararlarına gidilebilir. Bunun yanında kaynakların etkin kullanımı ile ilgili problemler de bu planlama problemleri içine girerler. Ana üretim planı ile üretim seviyesi belirlenince, ürünlerin ürün ağaçlarından da yararlanılarak malzeme ihtiyaç listeleri de belirlenecektir. Bundan sonra üretim sistemini çalıştırmak için belli olan ihtiyaç listelerinden, malzeme siparişleri verilecektir. Çalışma programları da belli olduğundan iş atelyeleri veya diğer departmanlara iş emirleri verilmeye başlanacaktır. Böylece işletmede belli bir üretim sistemi gerçekleştirmeye başlamış olacaktır.

İş emirleri, atelyelerdeki iş departmanlarında hangi parçadan ne kadar yapılacağını ve hangi işlemlerin uygulanacağını gösteren kartlardır. Bunların içinde işlem süresi bitim ve teslim tarihlerinin de olması gerekecektir. Bu iş emirlerine, atelyelerdeki kısa dönemli planlamayı sağlayan formlar şeklinde de bakabiliriz. Atölyelere çok sayıda iş emri geldiğinden ve bu işlerin değişik makinelerde ve değişik sürelerde işlenmesi gerektiğinden her makinenin nasıl yükleneceği, işlerin hangi sıra ile akışa verileceği durumu sözkonusu olacaktır. Bu durumda karşımıza atelyelerde iş sıralama ve yükleme problemleri ve planları çıkacaktır. Kısa dönemli planlar içinde bu problemler gözönüne alınır.

Ana üretim programının belli olmasından sonra yapılan planlama faaliyetleri, daha çok kısa dönemli planlamalar olarak göze çarpar. Malzeme planlaması, ürün ağaç problemleri, atelye programlanması, tezgâh yükleme programları iş sıralama problemleri kısa dönemli üretim planlamaları olacaktır. Bu kısa dönemli planlar, üretim kontrol sisteminin tasarımı yapmaya yönelik olacaktır.

BÖLÜM 3. ANA ÜRETİM PLANLAMASI [5] [6]

3.1. ANA PLANLAMA

Planlama dönemi bir ayla bir yıl arasında olan orta dönem planlama sürecidir.

Üretim planlaması, en genel anlamıyla, gelecek bir planlama dönemi için üretim hedeflerinin tespit edilmesi olarak tanımlanabilir. Üretim planlamasının amacı, belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek ya da mevcut satış imkânlarından faydalanabilmek için kaynakların optimal kullanımını tespit etmektir.

Üretim planlaması, girdi olarak aşağıda belirtilen verileri kullanılır :

1. Envanter seviyeleri,
2. Sipariş miktarları,
3. Talep tahminleri,
4. İmalat ara stok düzeyleri,
5. İşgücü seviyeleri,
6. Her üretim merkezinin kapasitesi,
7. Malzeme temin edilebilirliği,
8. Üretim standartları,
9. Maliyet standartları ve satış fiyatları,
10. Yönetim politikaları.

Bu verilerin periyodik olarak toplanıp, analizi sonucunda üretim planları hazırlanır. Hazırlanan planlar genel olarak aşağıda belirtilen bilgileri içerir :

1. Üretilecek her ürünün üretim miktarları,
2. Her ürün için alternatif üretim süreçleri ve her üretim süreciyle üretilecek ürün miktarı,

3. Her bir departman, hat, makine vb. tarafından üretilecek ürün miktarı (her tip ürün için),
4. Ürünlerin hedeflenen envanter seviyeleri,
5. Fazla mesai, ilâve vardiyalar, kullanılmayan kapasite vb.
6. İşgücü seviyeleri,
7. Üretim sistemi içindeki alt sistemler arasında hareket edecek olan malzeme ve yarı işlenmiş ürün miktarı,
8. Yan üreticilerden, ne tip girdinin ne miktarlarda temin edileceğini belirleyen planlar,
9. Satın alınacak malzeme ihtiyaçları.

Bilindiği gibi ana planlama, orta dönemli bir planlama çalışması olup bir ay ile bir yıllık bir planlama dönemini kapsar. Uzun dönemli planlama sürecinde belirlenen, işletmenin genel politikası ve kaynak kısıtları çerçevesinde ana planlama çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan ana üretim planı, global verileri kullanarak üretim kaynaklarını ürünler ve dönemler bazında kabaca dağıtır. Bu plan sonucu ortaya çıkan bilgiler daha sonra detaylı planlamada kullanılır. Böylece tezgâh, işçi ve saat veya gün seviyesinde üretim kararları alınır.

3.2. STATİK ÜRETİM PLANLAMASI

Ana planlamada kullanılan modeller statik ve dinamik modeller olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Statik modellerde talebin zaman içerisinde değişmediği; dinamik modellerde ise talebin zaman içinde farklılaştığı kabul edilir. Bu problemlerin çözümü için genellikle matematik yöntemlerden yararlanılır. Bu yöntemler arasında doğrusal programlama önemli bir yer tutar.

3.3. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Doğrusal programlama problemleri, insan, malzeme, makine vb. gibi elde sınırlı olarak bulunan kaynakların, istenen amaçları sağlamak üzere en iyi şekilde kullanılmaları ile ilgilidir. Başka bir

değişle, kaynakların, ortaya çıkacak maliyetleri veya elde edilecek kârları optimum yapacak şekilde çeşitli faaliyetlere dağıtım problem-leridir. Burada, program kelimesi belirli bir zaman süresi içinde ge-çerli olan belirli bir hareket şekli anlamına gelmektedir. Program-lama ise, en iyi programa ulaşmayı amaçlayan adımlar dizisi süreci olarak anlaşılmalıdır.

3.4. STATİK ÜRETİM PLANLAMASINDA DOĞRUSAL PROGRAMLAMA UYGULAMALARI

Üretim planlamasında karşılaşılan karar sorunlarının çözümü için, ele alınacak sistemin niteliklerine göre, çeşitli DP modelleri geliştirilmiştir. Genel olarak üretim sistemlerinde gözlenen üç ana karar problemi vardır :

- I. Çok Ürünlü Sistemler : Birden fazla değişik ürünün üretildiği ve kaynakların kısıtlı olduğu bu sistemlerde problem, eldeki kaynak-lardan (işgücü, işletme sermayesi, makine, zaman vb.) her bir ürü-ne ne kadar ayrılacağına belirlenmesidir.
- II. Çok Süreçli Sistemler : Bir ürünün üretilmesi için birden çok üre-tim sürecinin bulunduğu bu sistemlerde problem, her bir üretim sü-reciyle ne miktarda ürün üretileneğinin belirlenmesidir. Bir ürü-nün üretilmesinde söz konusu olabilecek farklı üretim süreçleri, değişik malzeme kullanımı, farklı kesme, işleme metotları, satın alma veya yerli imalat kararları, fazla mesai seçeneği, farklı iş çizelgeleri olabilir.
- III. Çok Tesisli Sistemler : Bu sistemler çok aşamalı (basamaklı) sis-temler olup, bir aşamanın çıktısı, onu takip eden aşamanın girdisini oluşturur. Basamaklar arasında sürekli bir iş akışının söz konu-su olduğu bu sistemlerde, problem, her aşamada yer alan tesisler-deki üretimin planlaması, aşamalar arası envanterlerin kontrolü ve en son aşamadaki çıktının talebi karşılayacak düzeyde olması-nın temin edilmesi şeklinde ortaya çıkar.

3.4.1. Ürün Bileşimi Modelleri

Belli bir dönemde, bir firmanın üretilip satabileceği birden fazla ürün olabilir. Bu durumda firmanın her bir tip üründen ne miktarlarda üreteceğinin planlanması, diğer bir deyişle, ürün bileşiminin belirlenmesi, firma için önemli bir problem alanı oluşturur. Ürün bileşimi kararlarında amaç, kısıtlı kaynakların en iyi kullanımını tespit ederek, tesislerde elde edilen çıktının net değerinin maksimize edilmesidir. Bu problemde göz önünde tutulması gereken diğer bir husus da, her ürünün mevcut satış imkânlarının değerlendirilmesidir. Yapılan satış tahminlerinden ürünlerin en çok satış miktarlarının önceden belirlenmesi, ayrıca her ürünün en düşük üretim seviyelerinin tespiti, problemin çözülebilmesi için gereklidir. Ürün bileşimi problemlerinde gözlenen özellikler aşağıdaki gibidir. Ayrıca bu nitelikler, problemin tanımlanmasında da yardımcı olurlar :

- i) Bu problemlerde net kârın maksimize edilmesi amaçlanır.
- ii) Kaynakların sınırlı olmasından doğan kaynak kısıtları vardır.
- iii) Planlanan üretim miktarları için sınır kısıtları belirlenmiştir.

Ürün bileşimi probleminin çözümü için tasarlanan doğrusal programlama modeli aşağıda açıklanmıştır :

Modeldeki Değişkenler :

X_i : i mamulünün planlama dönemindeki üretim miktarı.
(i : 1,2,...,n ürün indeksi)

Modelde tek bir planlama dönemi ele alınmaktadır. Aynı zamanda modelde (n) kadar, yani ürün sayısı kadar karar değişkeni yer almaktadır.

Modeldeki Parametreler:

- b_k : k kaynağının planlama dönemi süresince mevcut olan miktarı. ($k=1,2, \dots, k$)
- a_{ik} : Bir birim i ürünü elde etmek için gereken k kaynağı miktarı
- u_i : i ürününün planlama döneminde gerçekleştirilebilecek maksimum satış miktarı.
- L_i : i ürününün planlama dönemindeki gerekli minimum üretim düzeyi
- r_i : Bir birim i ürününün satışından elde edilen hasılat (değişken satış harcamaları çıkarılmış olarak)
- c_i : Bir birim i ürününün üretiminden doğan birim değişken maliyet.
- $(r_i - c_i) X_i$: Bir birim i ürününün üretim ve satışından doğan, kâra olan katkı.

Bu problemde amaç, kâra olan toplam katkıyı maksimize edecek X_i değerlerinin bulunmasıdır.

Matematiksel olarak :

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n (r_i - c_i) X_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ik} X_i \leq b_k \quad (k=1,2, \dots, k) \quad (2)$$

$$X_i \leq u_i \quad (i=1,2, \dots, n) \quad (3)$$

$$X_i \geq L_i \quad (L_i \geq 0, i=1,2, \dots, n) \quad (4)$$

$$X_i \geq 0 \quad (i=1,2, \dots, n) \quad (5)$$

Yukarıdaki modelde (1) amaç fonksiyonu, (2), (3), (4) ve (5) ise problemin kısıtlarıdır.

3.4.2. Süreç (Process) Seçimi Modelleri

Bu problemlerde, her ürünün planlanan dönem süresince üretilmesi gereken miktar, yani talep belirlenmiştir. Ayrıca ürünler birkaç değişik yolla üretilmektedir. 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 miktarlarda üretileceğinin toplam maliyeti en aza indirecek şekilde tespitidir.

Bu problemin doğrusal programlama modeli olarak tasarımı aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Modeldeki Değişkenler:

X_{ij} : j üretim süreciyle üretilen i ürününün miktarı
($j=1,2,\dots,j_1$), ($i=1,2,\dots,n$)

Modeldeki Parametreler:

D_i : Planlama dönemi içinde i ürününün üretilmesi gereken miktar ($i=1,2,\dots,n$)

b_k : k üretim kaynağının dönem içindeki mevcut kapasitesi
($k=1,2,\dots,k$)

a_{ijk} : j üretim sürecinde, bir birim i ürünü üretilmek için gereken k kaynağı miktarı ($j=1,2,\dots,j_1$; $i=1,2,\dots,n$ ve $k=1,2,\dots,k$)

c_{ij} : j üretim sürecinde bir birim i ürünü üretmenin birim değişken maliyeti ($j=1,2,\dots,j_1$; $i=1,2,\dots,n$)

Z : Dönem içinde toplam üretim maliyeti

Problemden, toplam maliyeti minimize edecek X_{ij} değerlerinin tesbiti amaçlanmaktadır.

Matematiksel olarak:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{j_i} x_{ij} = D_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} a_{ij} x_{ij} \leq b_k \quad (k=1, \dots, K) \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i=1, \dots, n, j=1, \dots, j_i) \quad (4)$$

Yukarıdaki modelde (1) amaç fonksiyonu, (2), (3) ve (4) ise problemin kısıtlarıdır.

Kısıt (2) de, i ürününün dönem içindeki toplam üretiminin talebi karşılaması şartı verilmektedir. Her bir üretim sürecinde üretilen i ürünleri toplamının talebe eşit olması gerekmektedir.

Kısıt (3) de, her bir j üretim sürecinde üretilen bütün i ürünlerinin k kaynağından kullanma miktarlarının toplamının, k kaynağının mevcut kapasitesine eşit olması şartı ifade edilmektedir. Bütün k kaynakları için geçerli olan bu şart, kaynakların mevcut kapasitelerinden fazla kullanılma ihtimalini ortadan kaldırmaktadır.

Ayrıca problemdeki tüm karar değişkenlerinin (x_{ij}) sıfırdan büyük olması şartı (dolayısıyla negatif üretim yapılmasının önlenmesi) kısıt (5) de verilmektedir.

3.4.3. Karışım Modeli

Bu problemler, belli bir ürünü üretebilmek için, birkaç malzemenin belli oranlarda karıştırılmasını gerektiren üretim süreçlerinde sıkça görülür. Bu süreçlerde son ürünün birtakım özellikleri taşıması gerekmektedir. Ayrıca kullanılan malzemelerin, istenilen nitelikteki ürünün yapılabilmesi için alternatif karışımları mevcuttur.

Kullanılan malzemelerin farklı niteliklerinin olması, ayrıca her bir malzemenin birim maliyetinin değişik olması nedeniyle problem, istenilen nitelikteki ürünün imali için gereken en düşük maliyetli karışımın tespiti şeklinde ortaya çıkmaktadır. Problemin çözümü ise, son ürünün imali için kullanılacak malzemelerin miktarını verir. Mevcut hammadde miktarları ve mamul spesifikasyonları problemin kısıtlarını oluşturur.

Böyle problemlere, genellikle, petrokimya tesislerinde (ham yağların karışımı), tekstil (yün ve pamuk ipliği karışımı) ve gıda sanayinde sıkça rastlanır. İstenilen mamulü gerçekleştiren en düşük maliyetli malzeme karışımını belirleyen bu problemin çözümü için geliştirilen doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir :

Modeldeki Değişkenler :

X_j : Bir birim ürünün yapımı için kullanılan j malzemesinin miktarı

Modeldeki Parametreler :

c_j : j malzemesinin birim maliyeti

a_{ij} : Son ürünün i'inci özelliğinin değerine, bir birim j malzemesinin yapacağı katkı. Ürünün m kadar niteliği olması gerekmektedir. ($j= 1,2,...,m$)

b_i : Ürünün i'inci niteliğinin spesifikasyonu

Z : Birim ürün başına toplam malzeme maliyeti

Problemde, toplam maliyeti minimize edecek X_j değerlerinin tespiti amaçlanmaktadır.

Matematiksel olarak :

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{cases} \leq \\ \geq \end{cases} b_i \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1 \quad (3)$$

Kısıt (2)'de ürünün i'inci niteliğinin sağlanması şartı verilmektedir. Bütün j malzemelerinin ürünün i'inci özelliğine yapacakları katkılar toplamının, daha önceden belirlenmiş spesifikasyona eşit olması gerekmektedir.

Ayrıca her j malzemesinden kullanılan miktarlar toplamının bire eşit olması gerekmektedir. Bu şart kısıt (3)'de verilmektedir.

Amaç fonksiyonunda ise, istenilen nitelikteki ürünü en az malzeme maliyetiyle üretmek için birim malzeme maliyetleri minimize edilmektedir.

DP modeli için bu problemde yapılan varsayımlar şunlardır:

- i) Her özelliğin ulaşılan düzeyi, kullanılan her malzemeye ait miktarın doğrusal fonksiyonudur.
- ii) Mamulün bir biriminin maliyeti, karşısındaki malzemelerin miktarlarının doğrusal fonksiyonudur.

3.4.4.Çok Amaçlı Planlama Problemleri (Doğrusal Programlama Modelleri)

Bu noktaya kadar üretim sistemleri tek aşamalı olarak ele alınmıştır. Ancak, pek çok kereler üretim sistemlerinin çoklu aşamalarını özel olarak modellemek gerekir. Bu durum, çoğunlukla, birden fazla atölyenin birbirinden parça ve/veya yarı mamul alışverişi-nin söz konusu olduğu, ancak her bir atölyenin bağımsız olarak çizelgelendiği durumlar için söz konusudur. Çizelgeleme aşamasında gerekli esnekliğin tanınması üretim maliyetlerini azaltır, ancak atölyeler arasında oluşturulan stoklar nedeniyle envanter taşıma maliyetleri artacaktır. Atölyeler arasında oluşturulan envanterler ya da

aşamalar arası envanterler, ardışık aşamalar arasında güvenlik stoğu vazifesi görürler. Bu tip süreç içi envanterin miktarı büyüdükçe, aşamalar arasındaki bağımsızlık artacaktır.

Çok aşamalı sistemlerin analizinde genellikle doğrusal programlama modelleri kullanılır. Bu amaçla kullanılan modellerin ortak bir özelliği modelde her envanter noktası için tanımlanan envanter denge denklemleridir. Bu denklemlerin genel formu şöyledir :

$$I_j = I_j^0 + X_j - \sum_{k \neq j} w_k^j (X_k)$$

Burada

I_j^0 : j aşamasında başlangıç envanteri

X_j : j aşamasında gerçekleştirilen üretim miktarı

$w_k^j (X_k)$: k aşamasındaki (X_k) birimlik üretimi gerçekleştirmek amacıyla j aşamasından alınan miktar

I_j : j aşamasında kapanış envanteridir.

3.5. DİNAMİK ÜRETİM PLANLAMASI

Dinamik üretim planlaması, belli bir planlama döneminde ürüne olan talebin zamana göre değişmesi halinde kullanılır. Planlama dönemi periyotlara bölünmüş olup, her periyottaki talebin bilindiği varsayılmaktadır. Ancak talep her periyotta farklılık gösterebilir ki, bu durumda planlama problemi, dinamik olarak nitelendirilir.

Dinamik problemlerde, değişken bir talebi sürekli olarak karşılamak durumunda kalan yöneticiler, aşağıda özetlenen seçeneklerden birini uygulamak zorundadırlar.

1. Talebin nisbi olarak az olduğu dönemlerde stoğa çalışarak yüksek talep dönemleri için envanteri doldurmak. Dolayısıyla sabit

bir üretim hızı tespit etmek ve talepteki dalgalanmaları envanter düzeyindeki değişikliklerle karşılamaya çalışmak.

2. Yüksek talep dönemlerinde müşteriye geri çevirme durumuna göz yummak.

3. İşgücünü sabit tutarak yüksek talep dönemlerinde fazla mesai yoluyla üretim hızını değiştirmek.

4. Yüksek talep dönemlerinde fason imalat yaptırmak.

5. Dalgalanan talep grafiğine paralel olarak işgücünün hacmini sürekli olarak ayarlamak.

Bu seçeneklerden herhangi birini uygulamaya koyması, ancak bir takım maliyet öğelerinin incelenmesi ve bu maliyetlerin birbirleriyle karşılaştırılması sonunda mümkün olacaktır. Bu maliyetler aşağıda belirtilmiştir :

1. Fason imalat maliyeti

2. Envanter taşıma maliyeti

3. Üretim hızını değiştirme maliyeti : Örneğin, makine hazırlama maliyetleri, çizelge değişikliğinden doğan kayıpların maliyeti, değişiklik sırasında bozulan düşük kalitenin getirdiği ek maliyet vb.

4. Talebi zamanında karşılayamamanın getirdiği maliyet : Örneğin, kaybedilen müşteriler ve kaybedilen satışların maliyeti,

5. İşgücü seviyelerini değiştirme maliyeti : Örneğin, yeni işçi almada işçinin eğitim ve intibak maliyeti, işçi çıkarmada ödenen tazminat ve diğer kayıplar.

6. Normal kapasiteden sapma maliyetleri : Örneğin, fazla mesai maliyetleri ya da düşük kapasitede çalışmanın getirdiği fırsat maliyeti.

Dinamik planlama problemlerinde eğer maliyetler, üretim programlarındaki değişkenlerin doğrusal fonksiyonları ise, o zaman doğrusal programlama yöntemi bu problemlerin çözümünde de rahatlıkla kullanılabilir. Ancak doğrusal programlama modelleri de problemin özelliklerine ve maliyetlerin niteliklerine göre yapısal farklılıklar gösterir.

Dinamik planlama problemlerinde kullanılan doğrusal programlama modelleri aşağıda verilmiştir :

3.5.1. Üretim Hızını Değiştirme Maliyeti ve Karşılanamayan Talebin Maliyeti Olan Bir Model

Bu modelde, T periyotluk bir üretim planlama dönemi ele alınmaktadır. Üretim hızı bir periyottan diğerine değiştirilebilmekte olup, bunun getirdiği maliyet gözönünde tutulmaktadır. Ayrıca zamanında karşılanamayan talebin de bir maliyeti olduğu varsayılmıştır. Modelin karar değişkenleri ve parametrelerini tanımlayalım :

X_t : t periyodundaki üretim ($t= 1,2,..., T$)

I_t : t periyodu sonundaki net envanter

I_{t+} : t periyodu sonunda eldeki envanter (siparişler dahil)

I_{t-} : t periyodu sonunda karşılanamayan talep

Δ_{t+} : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim seviyesinde yapılan artırma

Δ_{t-} : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken üretim seviyesine yapılan indirim

C_t : t periyodunda birim üretim maliyeti

h_t : t periyodundan t+1 periyoduna envanter taşımanın maliyeti

π_t : t periyodundan t+1 periyoduna devir edilen karşılanamayan talebin birim maliyeti

λ_t : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken birim üretim seviyesini artırma maliyeti

w_t : t-1 periyodundan t periyoduna geçerken birim üretim seviyesini azaltma maliyeti

P_t : t periyodundaki maksimum üretim seviyesi

Δ_t : t periyodunun talebi

Bu problemde amaç, modeldeki maliyet öğeleri toplamını en aza indirgeyecek (X_t) üretim değerlerini bulmaktır.

Doğrusal programlama modeli olarak :

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T (C_t X_t + h_t I_{t+} + \pi_t I_{t-} + \lambda_t \Delta_{t+} - w_t \Delta_{t-})$$

Kısıtlar:

$$I_t = I_{t-1} + X_t - \Delta_t$$

$$I_t = I_{t+} - I_{t-}$$

$$X_t = X_{t-1} + \Delta_{t+} - \Delta_{t-}$$

$$X_t \leq P_t$$

$$X_t, I_{t+}, I_{t-}, \Delta_{t+}, \Delta_{t-} \geq 0$$

$t = 1, 2, \dots, T$

Ancak bu modelin kurulması için I_0 ve X_0 değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

3.5.2. Sadece Üretim ve Stok Tutma Maliyetleri Olan Bir Model

T periyodluk bir üretim planlama dönemini ele alalım. Ürünün üretilmesi için birden fazla üretim veya satın alma kaynağı olduğunu ve ürünün bir dönemden diğerine belli bir maliyette stoklanacağını varsayalım. Ayrıca her bir kaynağın belli bir dönemde, taleple aynı cinsle ifade edilen bir kapasitesi olduğunu kabul edelim. Bu durumda sembolik olarak;

A_t : t periyodundaki talep ($t=1,2,\dots,T$)

m : Herhangi bir dönemde ürünün kaynaklarının sayısı (kaç yolla ürünün üretileceği veya kaç kaynaktan sağlanabileceği)

P_{it} : t periyodunda, i kaynağının kapasitesi (ürünün miktarı cinsinden) ($i=1,2,\dots,m$)

X_{it} : t periyodunda i kaynağından temin edilmesi planlanan ürün miktarı

C_{it} : t periyodunda i kaynağından bir birim ürün temin etmenin değişken maliyeti

h_t : t periyodundan $t+1$ periyoduna kadar bir birim ürün stoklamanın maliyeti

I_t : t periyodunun sonunda, t periyodundaki talebin karşılanmasından sonra kalan envanter düzeyi

Bu problemde amaç, planlama dönemi süresince, toplam maliyetleri minimize edecek şekilde (X_{it}) karar değişkeninin hesaplanmasıdır. Doğrusal programlama modeli olarak, problem formülasyonu aşağıda verilmiştir:

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^m C_{it} X_{it} + h_t I_t \right)$$

Kısıtlar:

$$X_{it} \leq P_{it} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (t=1,2,\dots,T)$$

$$I_t = I_{t-1} + \sum_{i=1}^m X_{it} - \Delta_t \quad (t=1,2,\dots,T)$$

$$X_{it} \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (t=1,2,\dots,T)$$

$$I_t \geq 0 \quad (t=1,2,\dots,T)$$

Ancak bu modelin çözümünde kullanılacak olan matematiksel optimizasyon teknikleri genel olarak çok fazla hesap gerektirdiğinden ve çözülecek problemin soyut yapısından dolayı zorluklar doğuracağından, böyle problemlerin çözümünde, daha kolay tekniklerin araştırılması gerekebilir.

3.5.3. Bütünleştirilmiş Planlama Problemleri

Bütünleştirilmiş planlama problemlerinde, bütün ürünlerin toplam üretim değerini temsil eden bir üretim değişkeni vardır.

Bütünleştirilmiş planlama problemlerinin çözümü her periyod için üretim kapasitesini ve toplam üretim seviyelerini belirler. Bu problemlere aynı zamanda "kaynak dengelemesi" problemleri denmesinin nedeni, bu problemlerde dalgalanan talep grafiğini en ekonomik şekilde karşılamak üzere, üretim kaynaklarının (kısa dönemde, değiştirilebilen tek kaynak işgücü düzeyi olduğu için genellikle işgücü seviyeleri dengelenir) ve üretim hızının bir dönemden diğerine değiştirilmesidir. Bunu yaparken işgücü seviyelerini ve üretim hızını değiştirme maliyetleri göz önünde tutulur ve her dönem için aşağıda verilen değerler hesaplanabilir:

- i) t döneminde işgücü düzeyi, W_t
- ii) t döneminde üretim düzeyi, P_t
- iii) t döneminde dağıtımı yapılan üretim miktarı, S_t

Bu problemlerde, genellikle 12 aylık bir dönem için eldeki talep tahminleri göz önünde tutularak, toplam maliyetin en aza indirgenmesi amaçlanır. Ele alınan maliyet kalemleri şunlardır:

- i) Normal mesai ve fazla mesai maliyetleri,
- ii) Üretim hızını bir dönemden diğerine değiştirme maliyetleri,
- iii) Envanter taşıma maliyeti,
- iv) Talebi zamanında karşılayamamaktan doğan maliyetler.

Karar değişkenleri ise şu şekilde tanımlanabilir:

W_t : t döneminde çalışan işçi saati,

P_t : t döneminde üretilen ürün miktarı,

S_t : t döneminde dağıtılan ürün miktarı.

Bu değişkenleri kullanarak her dönemdeki envanteri şöyle tanımlayabiliriz:

$$I_t = I_{t-1} + P_t - S_t$$

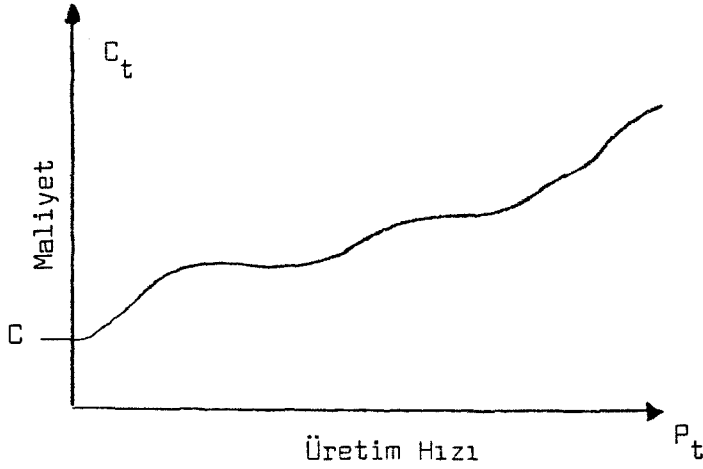
Ortalama talebin planlama dönemi boyunca sabit kalması halinde, gerek işgücü düzeyini, gerekse üretim hızını dönemden döneme değiştirmeye gerek kalmayacaktır. Bu gibi hallerde işgücü düzeyi:

$$W_t = \frac{\text{Her dönemdeki ortalama satış hızı}}{\text{İşçi başına verimlilik}}$$

Ancak bütünleştirilmiş planlama problemlerinin zorluğu, talebin bir dönemden diğerine değişmesi ve de üretim hızı ve işgücü düzeyinin bu dalgalanmalar karşısında sürekli ayarlanmasının gerekliliğidir.

Bu problemlerin çözümü için, ele alınan maliyet kalemlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi, konuya açıklık getirecektir. Bu nedenle aşağıda bu maliyet öğeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

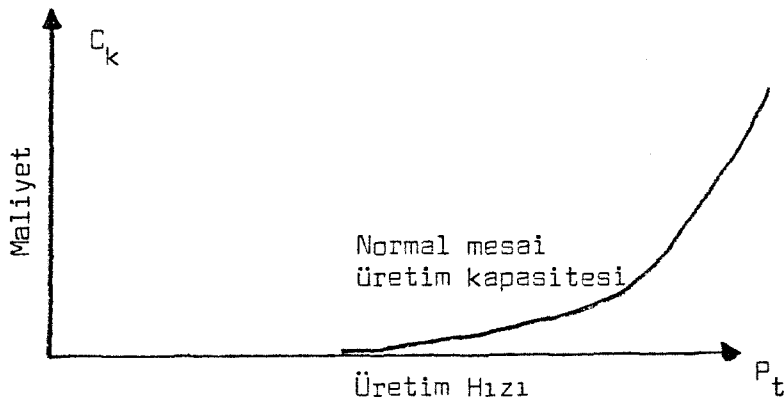
Normal Üretim Maliyetleri: Tipik bir maliyet-üretim hızı, Şekil 8'de verilmiştir. Genellikle bu ilişkide monoton artan bir eğilim olduğu varsayılmaktadır.



Şekil 3.1. Normal Mesai Maliyeti

Normal üretim maliyetlerinin önemli bir bölümünü, işgücüne ödenen normal mesai ücretleri (maaşları) oluşturmaktadır. İşgücü maliyetleri ayrıca tanımlandığında, normal üretimde (fazla mesai yapılmayan üretim) bu maliyetlerin, işgücü sayısı ile doğrusal olarak arttığı görülür. Ancak uygulamada işgücü düzeylerini sık sık değiştirmek, istenilen bir durum değildir. Bu nedenle çok mecbur kalınmadıkça işgücü seviyeleri sabit tutulur; o zaman da işgücü maliyetleri sabit maliyet şekline dönüşür.

Fazla Mesai Maliyetleri: Üretim hızı, normal mesai üretim kapasitesinin üstüne ilk çıkarılırken oldukça düşük bir maliyetle karşılaşılır, zira bu aşamada genellikle darboğaz olan işlemlerde fazla mesaiye geçilmiştir. Ancak üretim hızı sürekli olarak artırıldığında yeni yeni birtakım işlemlerde fazla mesaiye geçilir ve bunun sonucu olarak



Şekil 3.2. Fazla Mesai Maliyeti

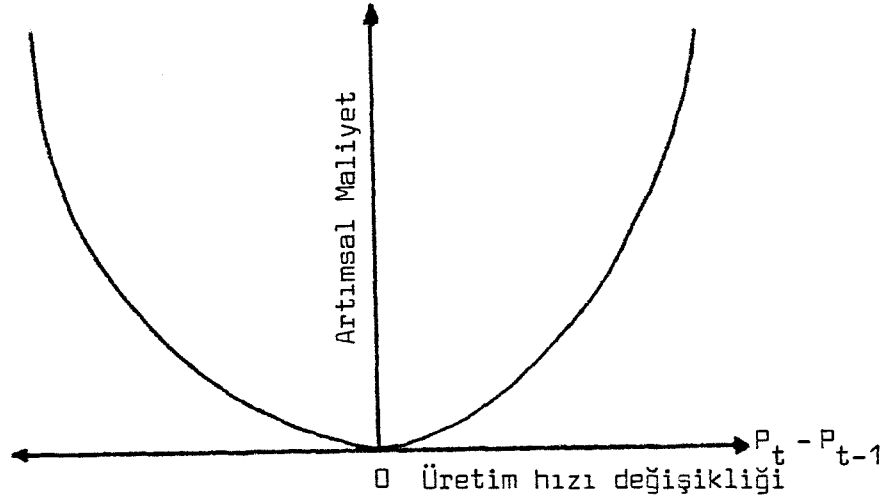
maliyet eğrisi hızlı bir artış gösterir. Bunun nedenleri arasında, işçilerin daha uzun saatler çalışmaları sonunda üretkenliğin azalması ve çalışılan işçi saat başına verimliliğin düşmesi gelmektedir.

Üretim Hızını Değiştirme Maliyetleri: İşgücü düzeyini ayarlayarak, üretim hızını değiştirmeden doğan maliyetler, genellikle aşağıda belirtilen öğelerden oluşur:

İşgücü Düzeyini Artırma Maliyetleri	İşgücü Düzeyini Azaltma Maliyetleri
- İşe alma ve eğitim - Mülakat ve seçim - Yeni personel kayıtları bordro hazırlanması - Yeni personelin eğitimi ve işe alıştırılması	- İşten çıkarmada ödenen tazminatlar - Personel transfer maliyeti - İşçi çıkarmanın toplum üzerinde yarattığı olumsuz etkiler

Maliyetlerin üretim hızındaki değişikliklerin bir fonksiyonu olarak gösterdikleri tipik özellikler Şekil 3.3'de verilmiştir. Burada da görüldüğü gibi, maliyet eğrisi dikey eksen etrafında asimetriktir. Bu ise, üretim hızını bir birim artırmanın maliyetinin, bir hızı bir birim azaltmanın maliyetinden farklı olmasından ileri gelir. Ayrıca her bir farklı başlangıç hızı P_{t-1} için farklı bir maliyet eğrisi elde edilecektir. Bunun nedeni ise, üretim kapasitesini %90'dan %95'e çıkarmanın maliyetiyle, %30'dan %35'e çıkarmanın maliyetinin (aradaki sabit %5'lik artışa rağmen) çok farklı olmasından kaynaklanır.

Envanter Taşıma Maliyetleri: Bilindiği gibi, işletmelerde envanterler için yapılan yatırımın bir maliyeti vardır. Bu maliyet T dönem için ($t=1,2,...,T$) şu şekilde tanımlanır:



Şekil 3.3. Üretim Hızını Değiştirme Maliyetleri

$$T \text{ dönem için maliyet} = \bar{I}_{1r} + \bar{I}_{2r} + \dots + \bar{I}_{Tr}$$

$$= r \sum_{k=1}^T \bar{I}_k$$

$\bar{I}_k$, k dönemindeki ortalama envanteri gösterir. Bu da genellikle o dönemin başında veya sonundaki stokla belirlenir. r ise, bütün envanter taşıma maliyetlerini yansıtan bir parametredir. Bu parametreyi oluşturan maliyetler, envanter vergileri, sigorta, malın zarar görmesi, malın kıymet kaybetmesi, taşıma ve depolama masrafları ve fırsat maliyetleridir.

BÖLÜM 4. SİSTEM ANALİZİ [7][8]

4.1. SİSTEM YAKLAŞIMININ ÖNEMİ

Günümüzde, güncel kavramların bir listesi yapılmak istense "Sistem" sözcüğünün bu listenin başlarında yer alacağı görülecektir. Bu kavram günümüzde hemen her bilim alanına girmiş, çağdaş düşünme biçimini etkilemiştir. Sistem kavramını esas alan düşünce biçimi endüstriyel işletmelerden en ileri bilim alanlarına kadar hemen her alanda büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle son yıllarda bu kavramı ve bununla ilgili diğer kavramları konu alan sayısız yayınlar yayımlanmakta, konferanslar, sempozyumlar, kurslar düzenlenmektedir. Sistem kavramının giderek güncelleşmesi bundan 30-40 yıl öncesine dek adları dahi bilinmeyen "Sistem Tasarımı", "Sistem Analizi", "Sistem Mühendisliği" vb. yeni kavramların doğmasına neden olmuştur.

Herhangi bir konuyla ilgili olan tüm bilgilerin sistematik bir biçimde ele alınışı olarak tanımlanabilen bilimin ve bilim adamlarının görevi ise kendi disiplinlerine ilişkin belgeleri sınıflamayı, düzenleme kavramlarını hatırlatan sistem kavramı, bilim adamlarının ve araştırmacıların amaçlarına ulaşma çabalarında, oldukça geniş kapsamlı olarak kullanılmaktadır.

Genel anlamda bir sistem teorisine ihtiyaç duyulmasının en büyük nedeni, çeşitli disiplinler arasındaki haberleşme sorunudur. Bununla birlikte günümüzdeki gereksinimler, bazı alanlarda disiplinlerarası çalışmaları zorunlu hale getirmiştir. "Sosyal-Psikoloji", "Biokimya", "Astrofizik", "Sosyal-Antropoloji", disiplinlerarası bir yaklaşım olan "Yöneylem Araştırması" ve diğer bazı ortak bilim dalları, birden fazla bilim dalının ortak çalışmasına örnek olarak verilebilir. Ancak yine de, herhangi bir bilim dalında yapılan araştırmaların sonuçlarından diğer bilim dallarının yeterince yararlandığı söylenemez. Bu durumun, disiplinler arasındaki haberleşme sorunlarından kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Genel Sistem Teorisinin amacı, deneysel dünyada genel

ilişkileri tanımlayan sistematik ve teorik bir çalışma alanı geliştirmeye yöneliktir.

4.2. SİSTEM TANIMI VE ÖĞELERİ

"Sistem" sözcüğü, günümüzde hemen her türlü alanda kullanılmaktadır. Sistem konusuna ilişkin olarak günümüzde yazılmış birçok eser vardır. Tüm bu eserlerde "Sistem Teorisi", "Sistem Analizi" vb. gibi kavramlar sistem tanımı yardımıyla ele alınırlar. Bugüne değin çeşitli amaçlar için yapılmış çeşitli sistem tanımları vardır. Bunlara göz atacak olursak, Sistem :

- Birden çok şey veya parçaların kombinasyonu veya biraraya getirilmesi sonucunda oluşan karmaşık veya bölünmez bütündür.
- Birbirleri ile etkileşimli elemanların oluşturduğu topluluktur.
- Nesneler ve bu nesneler ile özelliklerinin arasındaki ilişkilerin meydana getirdiği topluluktur.
- Aralarında ilişkiler olan parçaların oluşturduğu topluluktur.
- Plana uygun bir amacı gerçekleştirmek üzere tasarlanmış çeşitli bileşenlerin oluşturduğu bütündür.
- Bir işletmede, bir amacı gerçekleştirmek üzere tasarlanmış çeşitli bileşenlerin oluşturduğu bütündür.
- Bir işletmede bir faaliyet gerçekleştirmek amacıyla bütünleştirilmiş bir plan oluşturmak üzere birbirleri ile ilişkili çeşitli süreçlerin oluşturduğu bir şebekedir.
- Birbirleri ile ilişkili bileşenlerin oluşturduğu karmaşık bütündür.

Bu tanımları çoğaltmak mümkündür. Ancak yukarıdaki tüm tanımların, matematik veya felsefi anlamda tam bir tanım oldukları söylene-
mez. Bunun nedeni ise, gerçekte tanımın, kendisinde değil, fakat tanımlamaya çalışılan kavramın özündedir. Burada tanımlanmaya çalışılan kavram, kesin olarak tanımlı olmayan "nesneler", "özellikler" arasında, yine tanımsız olan "ilişkiler" düzenidir. Bu durumun sistem yaklaşımı

ve sistem teorisi açısından günümüzde hâlâ açıklığa kavuşmamış bir karmaşıklık yarattığı gözlenmektedir. Bu karmaşıklığa neden olarak "sistem" sözcüğünün, farklı yorumlamalarından geldiği söylenebilir. Araştırmacılar genellikle kendi problemlerine özgü bir sistem kavramını benimsemekte ve çalışmalarında bu kavramı evrensel bir anlamda bütün sistemleri kapsar bir şekilde kullanmaktadırlar. Örneğin bir matematikçi için "sistem" sözcüğü bir değişkenler ve bağıntılar takımını anımsatırken, bir işletmeci için sistem, işletme, çevresi ve aralarındaki ilişkilerin dinamiğidir. Yine bir bilgi işlemci için sistem, elektronik bilgi işlem araçları ve ona ilişkin yazılım olacaktır.

Bu çalışmada, sistem sözcüğünün kullanıldığı anlamı tanımlarsak: "Sistem, bir veya daha çok amaca veya sonuca ulaşmak üzere aralarında ilişkiler olan fiziksel veya kavramsal, birden çok bileşenin oluşturduğu bütündür".

Dikkat ettiğimizde bu tanımda 4 önemli öge olduğunu görürüz. Bunlar:

- a) Birden çok bileşen,
- b) Bileşenlerarası ilişkiler,
- c) Bileşenlerin oluşturduğu bir bütün,
- d) Bütünün bir amacının olması.

Bu 4 önemli ögeyi ayrıntılı olarak incelersek :

A) Birden Çok Bileşen : Bileşenler, bir sistemi oluşturan parçalardır. Sistemi oluşturan bu parçalar, sistemin fiziksel veya kavramsal oluşuna bağlı olarak çeşitli şekillerde olabilir. Örneğin bir otomobili oluşturan tekerlekler, pistonlar, yağ pompası gibi parçalar birer bileşendir. Yine soyut bir ekonomik modeli oluşturan gelir, yatırım, istihdam gibi kavramlar yine, birer bileşendir.

B) Bileşenlerarası İlişkiler : Sistemi, birden çok bileşenin oluşturduğu bir yığın olmaktan kurtaran ve bileşenleri birbirine bağlayan en önemli unsurdur. Bileşen çiftlerinin birbirlerine göre olan durumlarını herhangi bir bileşenlerarası ilişki olarak tanımlamak mümkündür.

Bu tanım dikkate alındığında, hiçbir sistemde bileşenler arasında bir ilişkinin olmadığı ileri sürülemez.

C) Bileşenlerin Oluşturduğu Bir Bütün : Yukarıda anlatılan iki unsurun birarada oluşu sonucunda ortaya çıkan en önemli özelliktir. Diğer bir tanımla, "Sistem" ve "Bütün" sözcükleri bu anlamda ele alındıklarında hemen hemen özdeştirler. Bu "Bütün" sözcüğü, tam olma anlamından çok, bileşenleri aracılığıyla, fonksiyonunu yerine getiren bir oluşumu tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır.

D) Bütünün Amacı : Sistemle ilgili yukarıdaki tanımlar incelendiğinde, bunların bazılarında amaçtan söz edilmediği görülecektir. Ancak daha sonra verilen genel tanımda bir amaçtan söz edilmiştir. Bunun nedeni, birden çok bileşenin oluşturduğu bütünün (sistemin) mutlaka en az bir fonksiyonu olduğu, yani bir veya daha çok amaç için varolduğunu vurgulamaktır.

Sistemi meydana getiren bu özellikler dikkate alındığında, sistem kavramıyla yakından ilişkili diğer bazı kavramları da bu aşamada tanımlamak yararlı olacaktır :

- Bileşenlerin Özellikleri : Bileşenlerin sistem açısından taşıdığı önemdir.
- Değişkenler : Bir sistemde farklı değerler alabilen bileşen ve/veya ilişkilerdir. Bu farklı değerler basit bir şekilde belirlenebileceği gibi karmaşık matematik bağlantılar aracılığı ile de belirlenebilir.
- Parametreler : Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyen bir takım sabit katsayılardır. Aynı sistemin farklı durumları için farklı değerler alabilir.

Genel tanımda sistemin, birden çok bileşenden oluştuğu belirtilmiştir. Ancak sistem kavramı daha yakından incelendiğinde sistemi oluşturan parçalar da çoğu kez alt parçalara ayrılabilir. Bu nedenle sistemi oluşturan alt bölümlerin en küçük elemanlarına "bileşen" demek daha açıklayıcıdır. Bir an için sistemin iki aşamadan oluştuğunu varsayarak sistemi oluşturan alt bölümlere "Alt sistem" veya

alt sistemleri oluşturan elemanlara "Bileşen" demek, kavramın daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte "Bileşen", "Alt sistem" sözcükleri izafidir. Çünkü herhangi bir durumda sistem olarak tanımlanan durum, olaya bir başka açıdan bakıldığında alt sistem, hatta bileşen olarak düşünülebilir.

Herhangi bir analiz sırasında ele alınan sistemin belirlenmesi için "Limitlerinin" veya "Sınırlarının" açıklığa kavuşması gerekmektedir. Ele alınan sistemin tamamen dışında kalan herşey "Sistemin çevresi" ni oluşturur. Sistemin çevresi ile olan ilişkileri sırasında sistem çevresinden sisteme doğru bir akış varsa "sisteme girdi" vardır, denir. Bunun tersi olarak, sistemden çevresine bir akış varsa "sistemden dış ortama bir çıktı" vardır, denir. Sistem zamanı içinde veya başka etkilerle belirli tanımlanabilir durumlarda olabilir. Buna "sistemin durumu" (state of the system) denir. Sistemlerin herhangi bir andaki durumunu belirleyen değişkenlere "durum değişkenleri" adı verilir.

4.3. SİSTEM ANALİZİNİN TANIMI VE TEMEL İLKELERİ

Sistem Analizine ilişkin olarak çeşitli tanımlar yapılmıştır. Konunun daha iyi anlaşılması için bu tanımların bir kısmının açıklamasını vermek faydalı olacaktır.

Sistem Analizi, bir sistem ve onun işlediği çevre hakkındaki faktörleri toplamayı, düzenlemeyi ve değerlendirmeyi kapsar. Sistem analizinin amacı, daha iyi bir sistem tasarlama ve geliştirmeye bir temel oluşturmak üzere sistemin tüm yönlerini teçhizat, personel, üretim süreci ve talep koşullarını incelemektir. Sistem analizi, sistem geliştirme çevriminin,

- Mevcut sistemin belirlenmesi,
- Daha sonraki sistemin gereksinimlerini ortaya çıkarmak ve değerlendirmek için sistemin analizi,

aşamalarını kapsamakta olup bu çalışmanın sonucu, yeni sistemin tasarımıdır.

Sistem analizi, karar vericiye mümkün seçenekler arasında iyi bir seçim yapmasına yardım etmek için tasarımlanmış bir analitik süreçtir. Sistem analizi çalışmasında bilimsel yöntem izlenir ve süreç şu adımlar dan oluşur :

- Amaçların tanımı,
- Etkinlik ölçütlerinin formülasyonu,
- Seçeneklerin belirlenmesi,
- Seçeneklerin değerlendirilmesi,
- Seçeneklerden birinin seçilmesi,

Diğer bir kaynağa göre ise sistem analizi, sistem mühendisliği süreci veya sistem yaklaşımının ilk aşamasını oluşturmakta ve kapsamı şu faaliyetlerden meydana gelmektedir :

- Problemin tanımı,
- Sistem amaçlarının belirlenmesi,
- Ölçütlerin belirlenmesi,
- Seçeneklerin belirlenmesi,
- Amaca uygun olduğu belirlenen çözüm seçeneklerinin olası-
lığının belirlenmesi,
- Olası çözüm seçeneklerinin geliştirilmesi,
- Tercih edilen çözümün seçimi,
- Tercih edilen çözüme ilişkin fonksiyonel spesifikasyonların
geliştirilmesi.

Buraya kadar anlatılanlardan, çeşitli kaynaklarda ve uygulamada "Sistem Yaklaşımı", "Sistem Mühendisliği", "Yöneylem Araştırması", "Endüstri Mühendisliği" adları ile anılan yaklaşımların ilk doğuş ve uygulamalarında hemen hemen benzer ilkeleri esas aldıkları görülmektedir.

- Sorunların birbirinden ayrı olarak değil sistem tanımından hareketle bir bütünlük içinde ele alınması,
- Çeşitli bilim dallarında yetişmiş uzmanlar grubunun disiplin-
lerarası çalışması,
- Bilimsel yöntemin izlenmesi.

4.4. SİSTEM YAKLAŞIMIYLA ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL

Bir işletme içinde farklı boyutlarda planlar sözkonusudur. Bütün bu planlar birbiriyle uyumlu olmalı ve işletmenin bütünü için belirlenen amaçlara ulaşmayı sağlamalıdır.

Strateji, bir şirketin gelecekte belli bir tarihte ulaşmak istediği konum olarak tanımlanabilir.

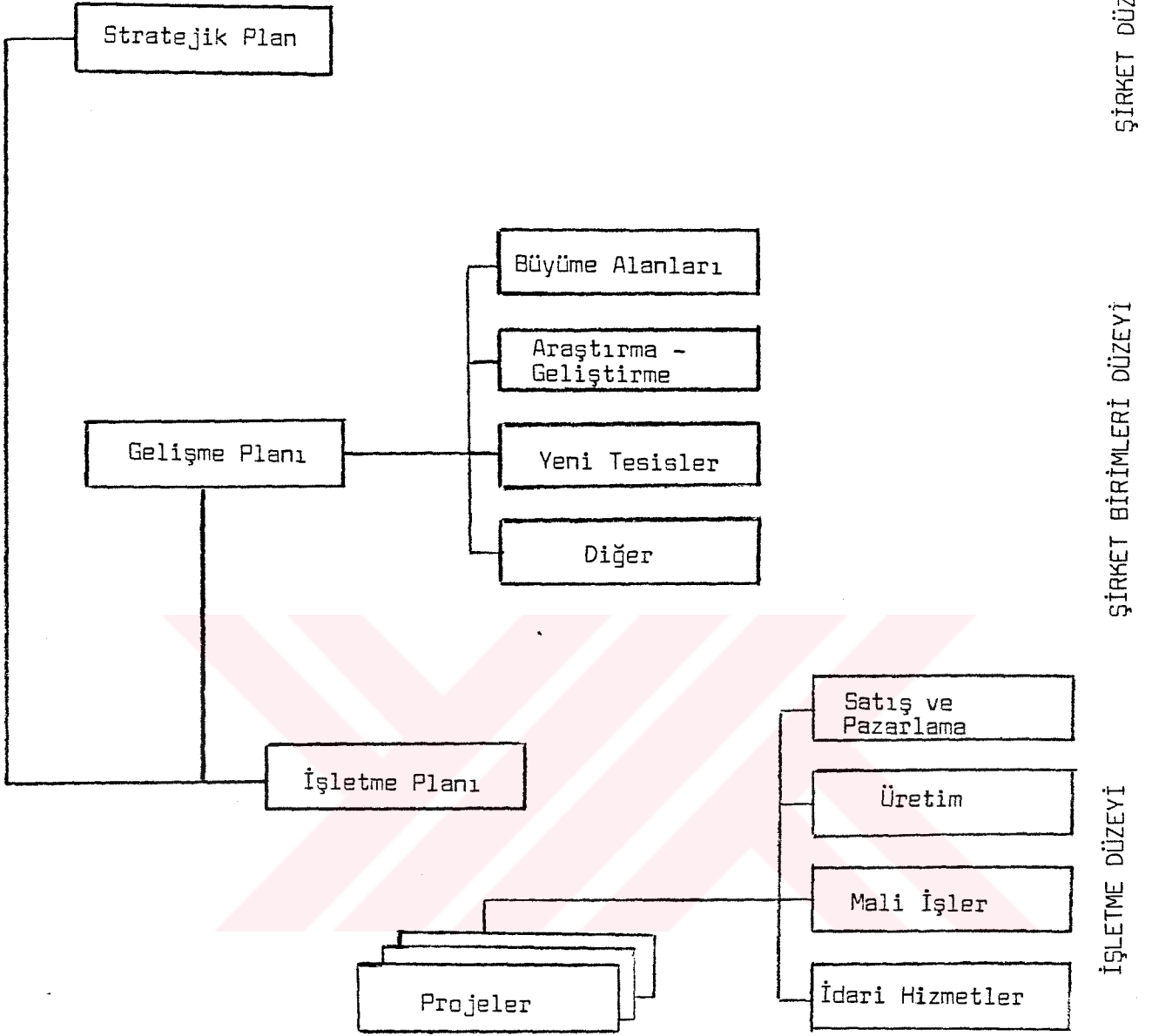
Stratejik planlama süreci ise iki aşamadan oluşur :

1. Stratejinin geliştirilmesi,
2. Bu stratejiye ulaşmak için gereken aşamaların, zamanlamanın ve maliyetlerin tanımlanması

Planlamada sistem yaklaşımı, stratejik planın ana çerçeve olarak değerlendirilmesiyle başlar.

Stratejik plan öznel, ancak ayrıntılı değildir. Uzun dönemli hedefleri belirleyen bu planda hedeflere ulaşmak için gereken seçenekler geliştirilememiştir. Ancak bu uzun dönemli hedefler çerçevesinde, orta dönemli ve kısa dönemli hedefler, tesbit edilebilir. Dolayısıyla stratejik planı "gelişme planı" ve "işletme planı" olarak adlandırılan iki kısa dönemli planın hazırlanması için ana hatları içerir. Gelişme planı, şirketin planladığı genişlemeler ve büyümeler ile ilgili olarak hazırlanan plandır. İşletme planı ise, genellikle bir yıllık bir dönem içinde işletme düzeyinde yapılacak işler ve kaynakların kullanımı ile ilgili kararları içerir. Planlama sürecinde sistem yaklaşımının ana hatları Şekil 4.1'de verilmektedir.

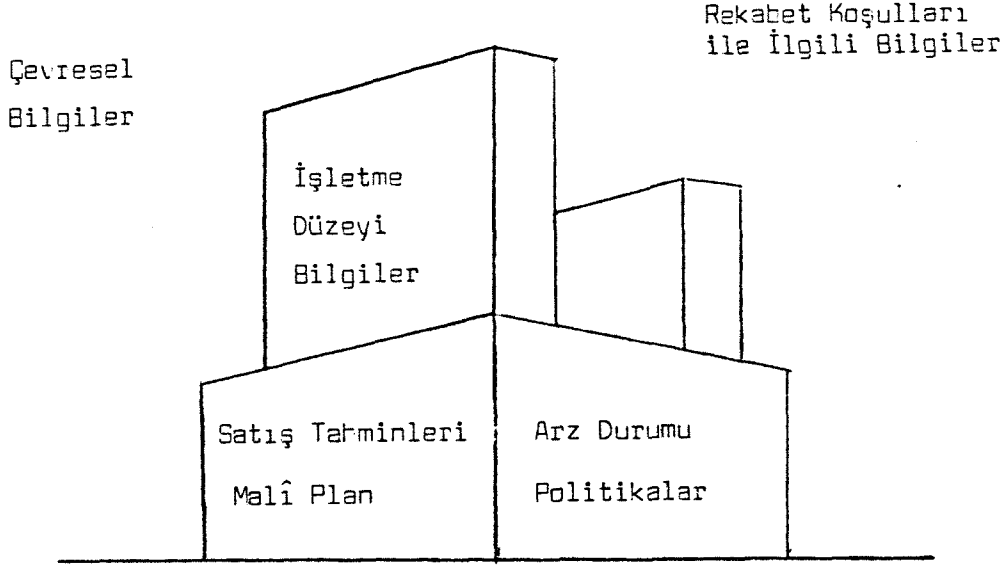
Bu yaklaşım incelendiği zaman, planlama sürecinin tüm aşamalarında yapılan çalışmaların, kritik verilerin temin edilebilirliği ve değerlendirilebilmesine bağlı olduğu görülecektir. Hiçbir işletmede, gerekli bilişim sistemi ve bu sistemden elde edilecek veriler olmaksızın böyle bir plan hazırlamak mümkün değildir.



Şekil 4.1. Planlama Sürecinde Sistem Yaklaşımı

Bir işletmenin planlama çalışmalarında kullanacağı bilgiler üç ana sınıfta incelenebilir (Şekil (4.2)) :

1. Çevresel bilgiler,
2. Rekabet koşulları ile ilgili bilgiler,
3. İşletme düzeyindeki bilgiler.



Şekil 4.2. Planlama Sürecinde Gerekli Bilgiler

1. Çevresel Bilgiler :

- Hükümet politikaları
- Sosyal eğilimler
- Ekonomik koşullar
- Teknolojik gelişmeler
- Üretim faktörleri

2. Rekabet Koşulları İle İlgili Bilgiler :

- Sektör talebi
- İşletme talebi
- Rekabet (Geçmiş çalışmalar, şimdiki faaliyetler, gelecek için planlar)

3. İşletme Düzeyindeki Bilgiler :

- Satış tahminleri
- Mali plan
- Arz faktörleri
- Politikalar

BÖLÜM 5. UYGULAMA

5.1. UYGULAMANIN YAPILDIĞI İŞLETMENİN TANITIMI

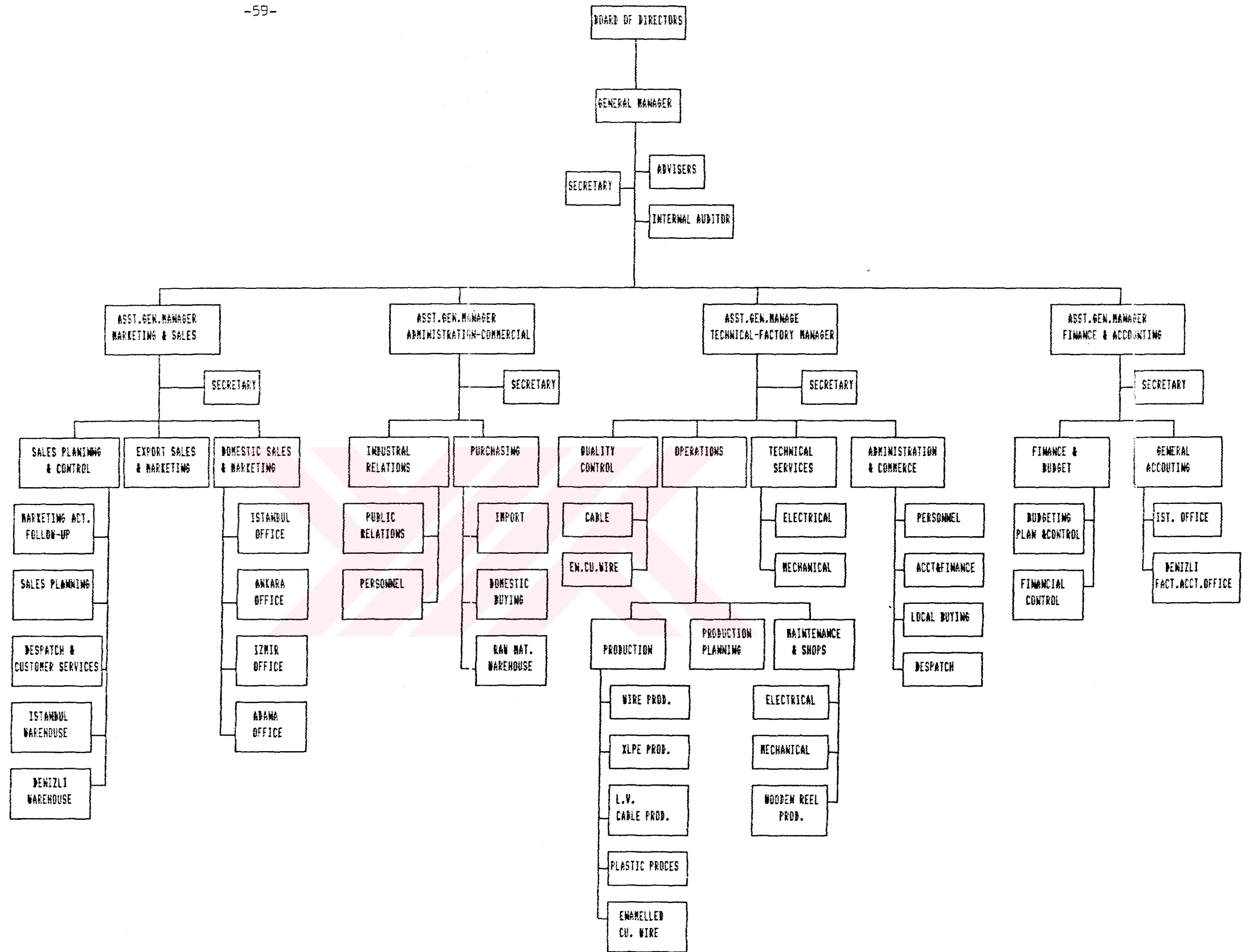
Bu bölümde ele alınan işletme, ülkemizin önde gelen kablo üreticilerinden biridir. 1963 yılında kurulan işletme, 1984 yılında yapılan yatırımlarla yeni tesislerine kavuşmuş olup yüksek teknoloji ve yılların kazandırdığı tecrübe ile üretimine devam etmektedir. İşletme, tesisat kabloları ve flexibel kablolar, 0.6/1 kV PVC izoleli alçak gerilim güç kabloları, 0.6/1 kV XLPE izoleli alçak gerilim güç kabloları, 3.5/6 kV - 8.7/15 kV PVC izoleli orta gerilim güç kabloları, 3.5/6 kV - 20.3/35 kV XLPE izoleli orta gerilim güç kabloları ve emaye bobin telleri (0.06 mm - 3.00 mm) üretimi alanlarında faaliyet göstermektedir (Şekil 5.1).

İşletmede orta gerilim kabloları Ünlü CCCC (Completely Dry Curing and Cooling System) teknolojisi kullanılarak, vulkanizasyon ve soğutma basınçlı azot gazı altında üretilmektedir. Bilgisayar denetiminde ve kapalı devre TV sistemi ile kontrol altında tutulan XLPE (Cross Linked Polyethylene) hattı, işletmenin bilgi ve tecrübesi ile uyguladığı son teknolojilerle, mamulün teknolojik güvenilirliğini sağlamaktadır. Alçak gerilimli XLPE izoleli kablolar ise, geliştirilen yeni hammaddeler ile üretilmekte olup, gün içinde puant zamanlarında ve 90°C sürekli çalışma sıcaklığının gerektirdiği ortamlarda başarı ile kullanılmaktadır.

Ayrıca işletmede, Emaye Bobin Telleri son teknolojiyi içeren makine ve teçhizat ile üretilmekte olup, 0.06 - 3.00 mm çapları arasında ulusal ve uluslararası standartlarının öngördüğü tüm koşulları sağlamaktadır.

Tip	Damar sayısı	İzole tipi	Çalışma gerilimi	Kesit		Yapım standartları
				min.	max.	
NV	1	PVC	1000 V	1.5	400	TS-833/VDE-0250
NV-b	1	PVC	1000 V	0.75	240	TS-833/VDE-0250
NVV	2-3-4	PVC	300/500 V	1.5	35	TS-833/VDE-0250
FVV-n	2-3-4	PVC	300/500 V	0.75	2.5	TS-936/VDE-0250
YVV	1	PVC	0.6/1 kV	4	500	TS-212/VDE-0271
YVV	2	PVC	0.6/1 kV	1.5	240	TS-212/VDE-0271
YVV	3	PVC	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/VDE-0271
YVV	3.5	PVC	0.6/1 kV	16	400	TS-212/VDE-0271
YVV	4	PVC	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/VDE-0271
YVV	5...61	PVC	0.6/1 kV	1.5	2.5	TS-212/VDE-0271
YVMV	3	PVC	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/VDE-0271
YVOV	4	PVC	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/IEC-502/BS-6346
YVŞV	3.5	PVC	0.6/1 kV	16	400	TS-212/VDE-0271
YE3V	1	XLPE	0.6/1 kV	4	500	IEC-502
YE3V	3	XLPE	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/IEC-502
YE3V	3.5	XLPE	0.6/1 kV	16	400	TS-212/IEC-502
YE3V	4	XLPE	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/IEC-502
YE3OV	3	XLPE	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/IEC-502
YE3OV	4	XLPE	0.6/1 kV	1.5	400	TS-212/IEC-502
YE3V	5...61	XLPE	0.6/1 kV	1.5	2.5	TS-212/IEC-502
YVSV	1	PVC	3.5/6 kV	25	240	TS-212/IEC-502/VDE-0271
YVŞV	3	PVC	3.5/6 kV	25	240	TS-212/IEC-502/VDE-0271
YVSV	1	PVC	5.8/10 kV	25	240	TS-212/IEC-502/VDE-0271
YVSHVŞV	3	PVC	5.8/10 kV	25	240	TS-212/IEC-502/VDE-0271
YVSV	1	PVC	8.7/15 kV	25	240	TS-1618/IEC-502
YVSHVŞV	3	PVC	8.7/15 kV	25	240	TS-1618/IEC-502
YE3SV	1	XLPE	3.5/6 kV	25	500	TS-212/IEC-502
YE3SHVŞV	3	XLPE	3.5/6 kV	25	240	TS-212/IEC-502
YE3SV	1	XLPE	5.8/10 kV	25	500	TS-212/IEC-502/VDE-0273
YE3SHVŞV	3	XLPE	5.8/10 kV	25	240	TS-212/IEC-502/VDE-0273
E3SV	1	XLPE	8.7/15 kV	25	500	IEC-502/VDE-0273
YE3SHVŞV	3	XLPE	8.7/15 kV	25	240	TS-2742/IEC-502/VDE-0273
YE3SV	1	XLPE	12/20 kV	35	500	TS-2742/IEC-502/VDE-0273
YE3SHVŞV	3	XLPE	12/20 kV	35	240	TS-2742/IEC-502/VDE-0273
YE3SV	1	XLPE	20.3/35 kV	35	500	TS-2742/IEC-502/VDE-0273
YE3SHVŞV	3	XLPE	20.3/35 kV	35	240	TS-2742/IEC-502/VDE-0273

Şekil 5.1. Ürün Listesi



Şekil 5.2. Organizasyon Şeması

Genel Müdürlüğü İstanbul'da bulunan işletme, her konuda Genel Müdürlüğe bağlı olarak çalışmaktadır. Ayrıca, İstanbul, Ankara, Adana ve İzmir bölge müdürlükleri de mevcuttur.

İşletmenin müşterilerini 5 grupta toplamak mümkündür: Satıcı firmalar, müteahhitler, resmi daireler, fabrikalar ve ihracat müşterileri. Resmi daireler ve fabrikalar tarafından açılan ihalelere, Genel Müdürlüğe bağlı Satış Koordinatörlüğü tarafından hazırlanan teklifler verilir ve olumlu sonuçlanması üzerine bu teklifler siparişe dönüşür. Piyasada bulunan satıcı firmalar ve müteahhitlerle kurulan diyaloglar ise, bölge müdürlükleri tarafından yapılır. Fiyat ve teslim süresi ile ilgili konularda Genel Müdürlüğün onayı alındıktan sonra siparişler, Genel Müdürlük bünyesinde bulunan Satış Planlama'ya iletilir. Genel Müdürlüğün kendisi, bölge müdürlükleri veya ihracat departmanının aldığı siparişler doğrultusunda bu bölüm tarafından üretim planları yapılır. Satış planlama, sipariş alındıktan müşteriye ulaşıncaya dek tüm sorumluluğu üzerine alan bir bölümdür.

İşletme, her konuda Genel Müdürlüğe bağlı olmakla birlikte, kendi içinde bağımsızdır ve Genel Md. Yrd. Teknik tarafından idare edilmektedir (Şekil 5.2).

5.2. İŞLETMEDEKİ ÜRETİM FAALİYETİNİN TANITIMI

Genel olarak tesisat kabloları, alçak ve orta gerilim enerji kabloları ve emaye bobin telleri olarak sınıflayabileceğimiz işletme ürünlerinin üretimi çeşitlilik gösterebilir. Şöyle ki, işletmede mevcut bulunan tezgahlarla yalnız beş-on değil yüzlerce farklı çeşit kablo imal edilebilir. Bu nedenle, böylesine büyük bir dağılım gösteren kablo üretiminde sabit bir proses süreç şeması çizilebilme mümkün değildir. Yani, yapılacak bir şema tüm ürünleri ihtiva etmeyebilir. Ne kadar genel çalışılırsa çalışılsın istisnai durumlarla karşılaşılması doğaldır. Bu açıklamalar ışığında kablo ve EBT üretimini en genel haliyle ele alarak inceleyelim:

5.2.1. Kablo Üretimi

I) Tel Çekme : Yapılan ilk işlem tel çekmedir. İşletmede talaşsız, soğuk tel çekme işlemi yapılmaktadır. Tel çekme, kalın, orta, ince ve süper tel çekme olarak 4 gruba ayrılabilir.

<u>Tezgah adı</u>	<u>Yaptığı iş</u>	<u>Açıklama</u>
TÇ - 11	Kaba tel çekme :	16 mm ² ve üstü kesitlerin tellerinin çekimi
TÇ - 12	Orta tel çekme :	1.5 ve 10 mm ² arası kesitlerin tellerinin çekimi (3.00 mm girer, 0.40 mm çıkar)
TÇ -13/15	İnce tel çekme :	0.75, 1, 1.5 ve 2.5 mm ² lik flex iletkenlerin tellerinin çekiminin (1.80 mm girer, 0.20 mm çıkar)
TÇ - 17	Süper tel çekme :	0.40 mm girer, 0.05 mm çıkar

İşletme 5153 ton/yıl elektrolitik bakır tel çekme kapasitesine sahiptir.

II) Tel Bükme : İlk aşamada elde edilen çekilmiş teller, ihtiyaca göre bükülerek üretimin ikinci kademesi tamamlanır. Tel büküm işlemi, işletmede 4 ayrı makinada yapılmaktadır.

<u>Tezgah adı</u>	<u>Yaptığı iş</u>	<u>Açıklama</u>
TÇ - 21	Flex büküm :	Flex kabloların iletkenleri bükülür (NYAF, NYMHY, HO3VV-F, HO5VV-F vb.)
TB - 22	Tubular büküm :	4-35 mm ² arası 7 telli iletkenler bükülür
TB - 23	Rigit büküm :	50 mm ² 'den 630 mm ² ye dek rigit tel bükümü yapılır.
TB - 24	Tel büküm :	1.5 ve 2.5 mm ² 'lik 7 telli iletkenlerin bükümü yapılır.

İşletme 11,173 ton/yıl tel büküm kapasitesine sahiptir.

III) İzole, Dolgu ve Dış Kılıf : Bükülen teller extruderde (fişkırtıcı) izole edilir, dolgusu ve dış kılıfı çekilerek, üretimin üçüncü kademesi tamamlanmış olur. Bu işlemler yapılırken PVC, PE ve muadili malzemeler için kullanılan 4 makina vardır. XLPE hattı, bunlardan ayrı tutulmuştur.

<u>Tezgah adı</u>	<u>Yaptığı iş</u>	<u>Açıklama</u>
IK - 31 (Maille fer)	90'lık extruder :	İzole, dolgu ve dış kılıfta yararlanılan bir makinadır. NYA'ların solid damarları, NYAF, NYMHY ile NYM ve NYY'ler (2x1.5 4x1.5 arası) bu makinede işlem görürler
IK - 30 (PVC-90)	90'lık extruder :	İzolede yararlanılan bir makinedir. 1.5-6 mm ² arası solid NYA'lar ile NYM ve NYY'ler -sarıyeşil damarları hariç- bu makinede işlem görürler.
IK - 34 (NOKIA-120)	120'lik extruder :	10-500 mm ² arası kesitlerdeki NYA, NYY, NYFGbY, YVSV kabloların dolgu, izole ve dış kılıflarında kullanılan bir makinadır. YE3SV kabloların yalnızca dış kılıfları bu makina ile çekilebilir.
IK - 35 (NOKIA-150)	150'lik extruder :	Kalın kesitli kabloların izole, dolgu ve dış kılıflarında yararlanılan bir makinadır. NYY 3x50 + 25 ve üstü kesitler vb.
XL - 1	XLPE hattı :	XLPE izoleli kabloların izole ve dış kılıflarının çekilmesinde kullanılan bir makinadır.

İşletme, PVC, PE ve muadili olarak 8292 ton/yıl, XLPE olarak 566 ton/yıl kablo üretim kapasitesine sahiptir.

IV) Kablonun cinsine göre kablo büküm, zırhlama, bandajlama vb. işlemler yapılabilir. Bu işlemler çeşitlilik gösterdiği için ayrıntılı olarak incelenmeyecektir.

Dış kılıfı çekilerek tamamlanan kablolar standardına uygun olarak, ya sevk makaralarına sarılır ya da kangallama makinalarına giderek 100 m.lik kangallar haline getirilir. Bu konuyla ilgili teknik bilgiler Ek 2' de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

5.2.2. Emaye Bobin Teli Üretimi

Tek çekmede elde edilen ve makaralara sarılı durumdaki 0.06 mm ile maksimum 3 mm çapındaki bakır tellerin, tamamiyle otomatik çift cidarlı katalitik fırınlı makinalara bağlanmasıyla üretime başlanır. 0.06-3 mm çapındaki bu tellerin üzerine vernik kaplanarak (emaylama) üretilen emaye bobin telleri, standardına uygun olan makaralara sarılarak sevke hazır hale gelir.

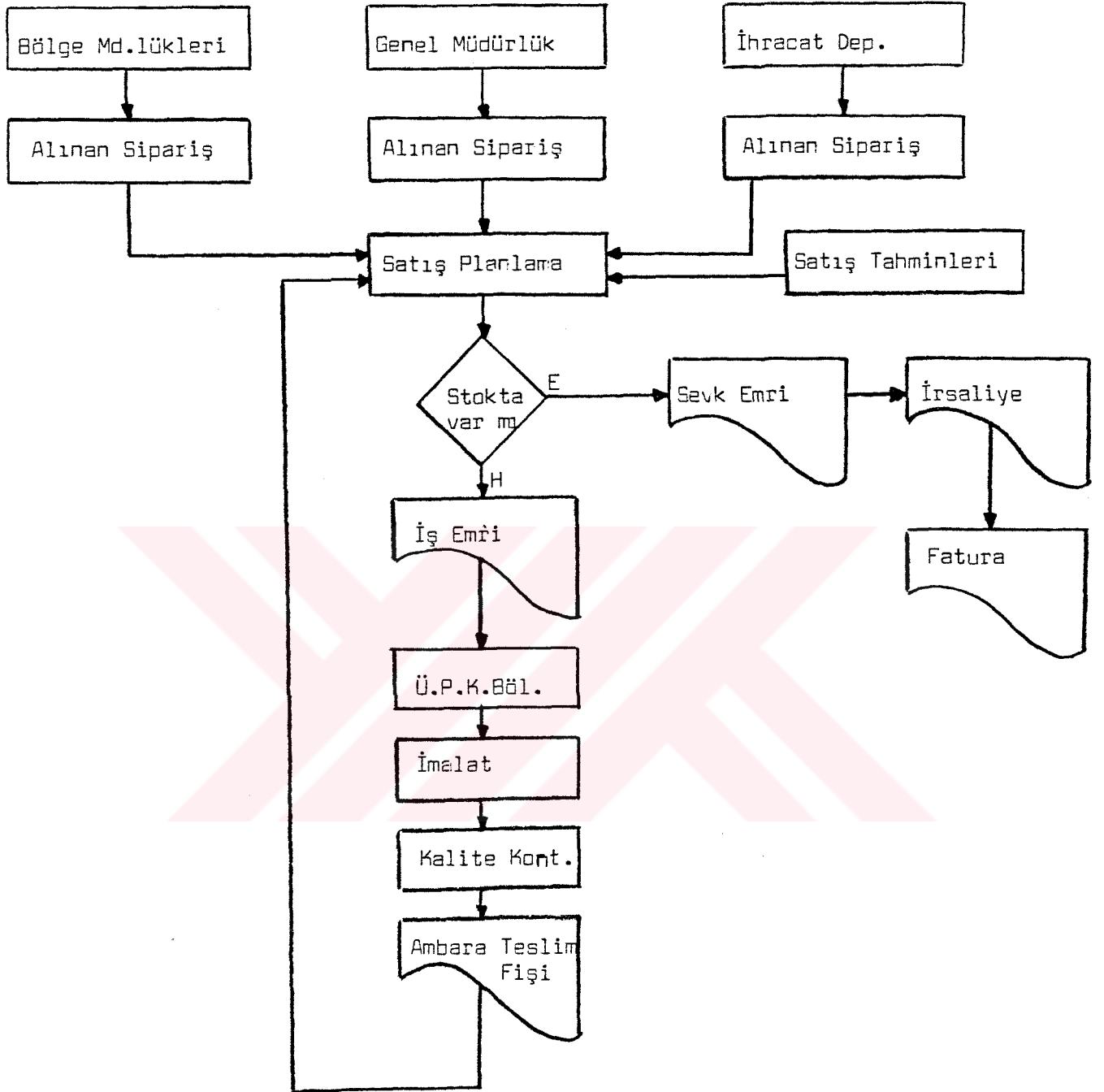
Emaye bobin teli üretiminde kullanılan 4 makina vardır.

<u>Tezgah adı</u>	<u>Yaptığı iş</u>	<u>Açıklama</u>
H2 (SÜPER MAKİNA)	Emaylama	0.06 - 0.18 mm. arası tellerle çalışılır.
H4 (ORTA MAKİNA)	Emaylama	0.20 - 0.70 mm. arası tellerle çalışılır.
H5 (YENİ MAKİNA)	Emaylama	0.30 - 1.20 mm. arası tellerle çalışılır.
F4 (DİK MAKİNA)	Emaylama	0.75 - 3.00 mm. arası tellerle çalışılır.

İşletme 2187 ton/yıl emaye tel işleme kapasitesine sahiptir.

5.3. İŞLETMEDEKİ MEVCUT SİSTEMİN TANITIMI

Daha önce de açıklandığı gibi, Genel Müdürlük bünyesinde bulunan Satış Planlama bölümü tarafından gelen siparişler doğrultusunda üretim planlaması yapılır. Bu bölümün yetki ve sorumluluk alanına giren üç ana fonksiyon bulunmaktadır:



Şekil 5.3. İşletmede Mevcut Sistem

1. Üretim planlama ve kontrol,
2. Stok kontrol,
3. Mamul sevkiyatı.

Satış planlama bölümü, esas olarak Üretimin ve sevkiyatın ayrıntılı olarak gruplanmasını ve bu plan-programların doğru ve zamanında olarak uygulanıp uygulanmadığını izler. Gerektiğinde plan ve programlarda revizyon yapılır.

Alınan siparişler direkt olarak bu bölüme bildirilir ve programa alınır. Sipariş muhteviyatı eğer mevcut stoklarda bulunuyorsa, bu bölüm tarafından ilgili müşteriye ve istenen sevk adresine sevki sağlanır. Eğer sipariş muhteviyatı özel (talebi az ve elde tutma maliyeti yüksek olduğu için stokta bulundurulmayan) kablo tiplerinden oluşuyorsa, yine Satış Planlama bölümü tarafından işletmeye bir iş emri gönderilir. Açılan iş emirlerinin Üretiminin tamamlanması ve kalite kontrolden geçmesi sonunda işletmeden Satış Planlama'ya ambara giriş teslim fişi gönderilir. Böylece satış planlama, o iş emrini hangi müşteri için açmışsa, o müşterinin arzusunun uygun yere sevk edebilir. Bu süreci Şekil 5.3'de görebiliriz.

5.4. İŞLETMEDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Satış Planlama ile Üretim Planlama Kontrol Bölümü'nün uzak olması, pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bunlardan ilki, faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli bilgi akışının kurulmasında ortaya çıkmaktadır. İşletmedeki tezgahların yük durumu, hammadde ihtiyacı vb. konularda yeterli bilgi akışı olmaması halinde, Genel Müdürlük faaliyetleri aksayacaktır. Çünkü, verilen sözlerin tam ve zamanında tutulabilmesi mümkün olmayacaktır. Bu sorunu önleyebilmek için, bilgisayarda hazırlanan bir makro programdan yararlanılmaktadır (Program detayları ve çıktıları Ek-1'de görülebilir). Bu program ile hangi makinenin kaç gün dolu olduğu, yani yük durumu hammadde stoklarında eksik olan kalemler ve ihtiyaç miktarı gibi sorulara cevap alınabilmektedir. Bu programdan alınan çıktı haftada 3 gün Satış Planlama'ya gönderilerek, işletme hakkında bir fikir sahibi olunması

sağlanmaktadır. Ancak bu çıktılar güncelliğini çok çabuk kaybetmektedir. Alınan çıktı, aynen bir fotoğraf gibi belli bir anı göstermektedir. Satış Planlama'ya gönderilen çıktı, zaten ancak ertesi gün oraya ulaşmaktadır ve örneğin o sabah işletmeye geçilen bir iş emrini ihtiva etmediği için, hatalı kararlar verilmesine de neden olabilmektedir. Bu ihtimal göz önünde tutulduğu için yine, telefon ile işletme aranarak herhangi bir talep için verilen teslim süresinin teyit edilmesi yoluna gidilmektedir. Bu da Genel Md. Yrd. Finansman tarafından ısrarla üzerinde durulan tasarruf politikasını zedelemektedir.

Talebi karşılamak ve Üretimi zamanında tamamlayabilmek için işletmede 3 vardiya çalışılmaktadır. Böylesine yoğun çalışmaya rağmen, Üretimde aksamalar ve hatta cezalı olduğu bilinen bir siparişte dahi kaçınılmaz gecikmeler olmaktadır. Bu da tezgah planlamasının yeterince dikkatli yapılmadığı konusunda şüphelere yol açmaktadır. Anlaşıldığı kadarıyla ÜPK bölümü, iş yükünü tezgahlara dağıtırken imalat emirlerinde verilen teslim tarihini 2. kriter olarak göz önüne almaktadır. Onlar için ilk etapta aynı kesitli malzemeye hep birlikte girerek, bunları tamamlamak daha avantajlı olmaktadır. Çünkü bu durumda, sürekli üretimi keserek, makine ve tezgahları ayarlamak için uğraşılmayacaktır. Halbuki araya girecek olan 500 m. bir kablo olsa dahi, teslim tarihi daha önceyse, bu kablonun üretime alınması sağlanmalıdır. Bu durumda, teslimi 30 gün olarak verilen bir kablo 15 gün önce üretilerek müşteriye gönderildiği ve tahsilatı verilen teslim süresine göre yapıldığı için şirket zarar etmektedir. Öbür tarafta ise, cezalı olmasa dahi bu nedenle üretimi geçiken bir kablo, işletmenin piyasadaki itibarını zedelemektedir.

Ayrıca, Üretim aksamaları için önemli bir etken olarak, Genel Md.lük, işletme ve bölge müdürlükleri arasında on-line olarak çalışan bir bilgisayar ağıının henüz tam olarak kurulmamış olması da eklenebilir. Bu konuda bizzat Sayın Genel Md. tarafından çok titiz bir şekilde çalışmalar yürütülmektedir. Ancak hâlâ bazı sorunlar nedeniyle bu gerçekleşmemiştir. Bu bilgisayar ağıının kurulmasıyla şu anda yaşanan bazı sorunlar tamamiyle çözülebilecektir.

5.5. SİSTEM YAKLAŞIMIYLA ÜPK ÇALIŞMASI

İşletmedeki mevcut durumu sistem yaklaşımıyla ele aldığımızda, yani üretim sistemi ile diğer sistemler arasında ilişkileri incelediğimizde Şekil 5.4'deki durum ortaya çıkar.

Burada, işletmede yapılması amaçlanan ÜPK çalışmasının, işletme bir bütün olarak ele alındığında bir alt sistem olduğu görülecektir. Bu alt sistem yalnızca imalat ve sevkiyat faaliyetlerinin planlanması aşamasındaki gerekli verileri sağlayacaktır. Üretim yapan bir işletmede günlük üretimin planlanması ve kontrolünün öncelikle yapılması gerektiği için ilk olarak bu bölüm ele alınmıştır.

İşletmedeki durumu kısaca tekrar hatırlayalım: Üretilen birden fazla mamul çeşidi var ve bu durumda karar verilecek olan mevcut iş emirlerine uygun olarak tezgah yüklemesinin ve üretim planlarının doğru olarak yapılmasıdır. Yani hangi üründen ne zaman, ne miktarda üretileceğinin planlanması, diğer bir deyişle ürün bileşiminin belirlenmesidir. Dolayısıyla işletmedeki mevcut duruma, doğrusal planlama yaklaşımlarından ürün bileşimi modelleri uygulanabilir. Bu uygulamanın yapılması için gerekli olan satış tahminleriyle, gerçekleşen satış miktarları hem kablo, hem de Emaye Bobin Telleri (EBT) için belirlenmiştir (Şekil 5.5).

Ürün bileşimi modellerinde amaç, kârâ olan toplam katkıyı maksimize edecek X_i değerlerinin bulunmasıdır.

Modeldeki Değişkenler:

X_i : i mamulünün planlama dönemindeki üretim miktarı
($i=1,2,...,n$)

Modeldeki Parametreler:

b_k : k kaynağının planlama dönemi süresince mevcut olan miktarı ($k=1,2,...,k$)

1990 YILI AYLAR İTİBARIYLA KABLO SATIŞLARI (m)

KABLO	AYLAR: OCAK	SUBAT	AYLIK ORTALAMA	YILLIK TOPLAM
NYA 1	22,000	7,000	45,493	500,418
NYA 1.5	236,800	289,053	318,036	3,816,434
NYA 2.5	411,931	248,882	372,314	4,467,769
NYA 4	67,000	53,120	55,529	666,347
NYA 6	26,482	25,935	40,800	489,598
NYFAF 2x0.75	6,000	12,100	9,856	108,419
NYFAZ 2x0.75	32,816	23,705	17,979	215,753
NYMHY 2x0.75	21,602	29,230	24,610	295,324
NY 3x16+10	8,880	3,541	10,643	127,717
NY 3x25+16	3,646	4,302	8,029	96,350
NY 3x35+16	4,120	6,989	7,651	91,812

Şekil 5.5.a. İşletmenin Fiili Satış Raporları (Kablo)

1990 YILI AYLAR İTİBARIYLA E.B.T. SATIŞLARI (kg)

E.B.T	OCAK	ŞUBAT	AYLIK ORTALAMA	YILLIK TOPLAM
0.06 mm	32.410	7.080	71	283
0.07 mm	39.850		304	2127
0.08 mm		324.880	387	3098
0.09 mm		138.190	217	1086
0.10 mm		74.220	148	741
0.65 mm	183.580	1,713.470	1414	16,963.610
0.70 mm	1,206.000	760.000	1782	21,385.870
0.75 mm	610.000	1,195.000	1467	17605
0.80 mm	929.000	1,162.000	1805	21661
0.85 mm	1,008.000	609.000	1618	19416
0.90 mm	416.000	664.000	993	11917
0.95 mm	480.000	401.000	707	8493
1.00 mm	472.000	336.000	273	11236
			936	
2.95 mm			0	.000
3.00 mm	23.000		101	506
TOPLAM	16,528.030	14,858.915	34,442.842	328,546.673

Şekil 5.5.b. İşletmenin Fıllı Satış Raporları (E.B.T)

- a_{ik} : bir birim i ürünü elde etmek için gereken k kaynağı miktarı
- u_i : i ürününün planlama döneminde gerçekleştirilebilecek maksimum satış miktarı
- L_i : i ürünün planlama dönemindeki gerekli minimum üretim düzeyi
- r_i : bir birim i ürününün satışından elde edilen hasılat (değişken satış harcamaları çıkarılmış olacak)
- c_i : bir birim i ürününün üretiminden doğan birim değişken maliyet
- $(r_i - c_i)X_i$: bir birim i ürününün üretim ve satışından doğan, kâra olan katkı

Bu modellemelerde amaç kâra olan toplam katkıyı maksimize edecek X_i değerlerinin bulunmasıdır.

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n (r_i - c_i)X_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ik}X_i \leq b_k \quad (k=1,2,\dots,k) \quad (2)$$

$$X_i \leq u_i \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

$$X_i \geq L_i \quad (L_i \geq 0, \quad i=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

$$X_i \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5)$$

Bu modelde (1) amaç fonksiyonu, (2), (3), (4) ve (5) ise modelin kısıtlarıdır.

Bu model, işletmenin ürün çeşidine göre değerlendirilerek, bir bilgisayar programı yardımıyla sonuç alınacaktır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşletmede yapılan incelemeler sonucunda, planlama ve kontrol çalışmaları konusunda yapılması gereken bazı çalışmaların tam olarak yapılmadığı görülmüştür (Standart zaman hesapları, imalat programlarının dengeli olarak hazırlanması, imalat faaliyetlerini yakından izleme ve etkin bir şekilde kontrol altında tutabilme vb.). Bu aşamada yapılması gereken, bir yönetim fonksiyonu olan planlama konusunun işletme içindeki bir kavram olarak benimsenmesi, daha sonra da bir planlama ve kontrol sisteminin kurulup işleyebilmesi için ön şart olan bilgi akış sisteminin yerleştirilmesidir.

İşletmede, daha önce de belirtildiği gibi, en büyük aksaklık, gerekli ve düzenli bir bilgi akışının olmayışı ve bundan kaynaklanan planlama ile ilgili sorunlardır. Bu genel bilgiler çerçevesinde işletmede öncelikle yapılması gereken çalışma, gerekli bilgi akış sistemini kurmak ve bu sistemi uygulamaya koymaktır. Bu konuda yapılabilecek matematiksel ve teorik çalışmalar, bazı durumlarda gerçek sorunlardan uzaklaşılmasına neden olabilmektedir. Çünkü gerçek bir işletmenin yapısı, teorik duruma göre çok farklı olabilmektedir. Dolayısıyla kendi içlerinde oluşabilecek sorunlara kendileri tarafından geliştirilmiş özgün kurallarla veya prosedürlerle yaklaşımları daha iyi sonuç verebilecektir. Kendi politikalarını geliştirme konusunda, teorik çalışmaların, işletmeler için en büyük destek olacağı da kaçınılmaz bir gerçektir.

Ayrıca, mevcut sorunların kısa sürede çözümlenebilmesi için bilgisayar çalışmalarına ağırlık verilmesi ve on-line çalışan bir bilgisayar sistemi -vakit kaybetmeden - kurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] BUFFA Elwoods, "Modern Production Management", John Wiley USA, 1965.
- [2] MOORE Franklin G., "Production Control", Mc Graw Hill Book Company, USA, 1959.
- [3] MONTGOMERY D.C., JOHNSON L.A., "Operations Research in Production Planning Scheduling and Inventory Control", John Wiley and Sons, USA, 1966.
- [4] ACAR Nesime, "Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları", MPM Yayınları No: 28, Ankara, 1989.
- [5] BENSOUSSAN, CROUCHY & PROTH- "Mathematical Theory of Production Planning", North Holland, 1983.
- [6] SPITZ Edward, "Product Planning", Auerbach Publishers, USA, 1972.
- [7] KUŞSAN Necla, "Yönetim Bilişim Sistemleri", Bitirme Ödevi, İstanbul, 1988.
- [8] DICKERSON, ROBERTSHAW, "Planning and Design, the System Approach", D.C. Health and Company, USA, 1975.

```

ENERJI3~PG29:G2000~A528~/LENERJI3~PDH26:DZ27~DH526~/LENERJI3~PDI29:DZ2000~DI528
)ALC}
GOTO} DG1000~
CDH526:DH527~DG1000~{GOTO} DG1002~
H528=1~
CDG1000:DG1001~DG1004~{GOTO} DG1006~
H528=2~
CDG1000:DG1001~DG1008~{GOTO} DG1010~
H528=3~
GOTO} DH1000~
CDH526:ED527~DH1000~
CDH526:ED527~DH1500~
CDH526:ED527~DH2000~
/DIDH526:ED995~CDG1000:DG1002~QDH1000:ED1499~EQ
/DIDH526:ED995~CDG1004:DG1006~QDH1500:ED1999~EQ
/DIDH526:ED995~CDG1008:DG1010~QDH2000:ED2499~EQ
GOTO} D47~
UM(DI1000:DI1499)+DI1502~{GOTO} D49~
UM(DI1503:DI1999)+DI2002~
GOTO} F47~
UM(DJ1000:DJ1499)+DJ1502~{GOTO} F49~
UM(DJ1503:DJ1999)+DJ2002~
GOTO} H47~
UM(DK1000:DK1499)+DK1502~{GOTO} H49~
UM(DK1503:DK1999)+DK2002~
GOTO} J47~
UM(DL1000:DL1499)+DL1502~{GOTO} J49~
UM(DL1503:DL1999)+DL2002~
GOTO} L47~
UM(DM1000:DM1499)+DM1502~{GOTO} L49~
UM(DM1503:DM1999)+DM2002~
GOTO} M47~
UM(DN1000:DN1499)+DN1502~{GOTO} M49~
UM(DN1503:DN1999)+DN2002~
GOTO} R47~
UM(DO1000:DQ1499)+SUM(DO1502:DQ1502)~{GOTO} R49~
UM(DO1503:DQ1999)+SUM(DQ2002:DQ2002)~
GOTO} T47~
UM(DT1000:DL1499)+DT1502~{GOTO} T49~
UM(DR1503:DR1999)+DR2002~
GOTO} U47~
UM(DS1000:DU1499)+SUM(DS1502:DU1502)~{GOTO} U49~
UM(DS1503:DU1999)+SUM(DS2002:DU2002)~
GOTO} Z47~
UM(DV1000:DV1499)+DV1502~{GOTO} Z49~
UM(DV1503:DV1999)+DV2002~
GOTO} AA47~
UM(DW1000:DW1499)+DW1502~{GOTO} AA49~
UM(DW1503:DW1999)+DW2002~
GOTO} AC47~
UM(DX1000:DX1499)+DX1502~{GOTO} AC49~
UM(DX1503:DX1999)+DX2002~
GOTO} AK47~
UM(DY1000:DY1499)+DY1502~{GOTO} AK49~
UM(DY1503:DY1999)+DY2002~
GOTO} AL47~
UM(DZ1000:DZ1499)+DZ1502~{GOTO} AL49~
UM(DZ1503:DZ1999)+DZ2002~
CALC}/UD37:AL37~/CD37:AL57~D37:AL57,V

```

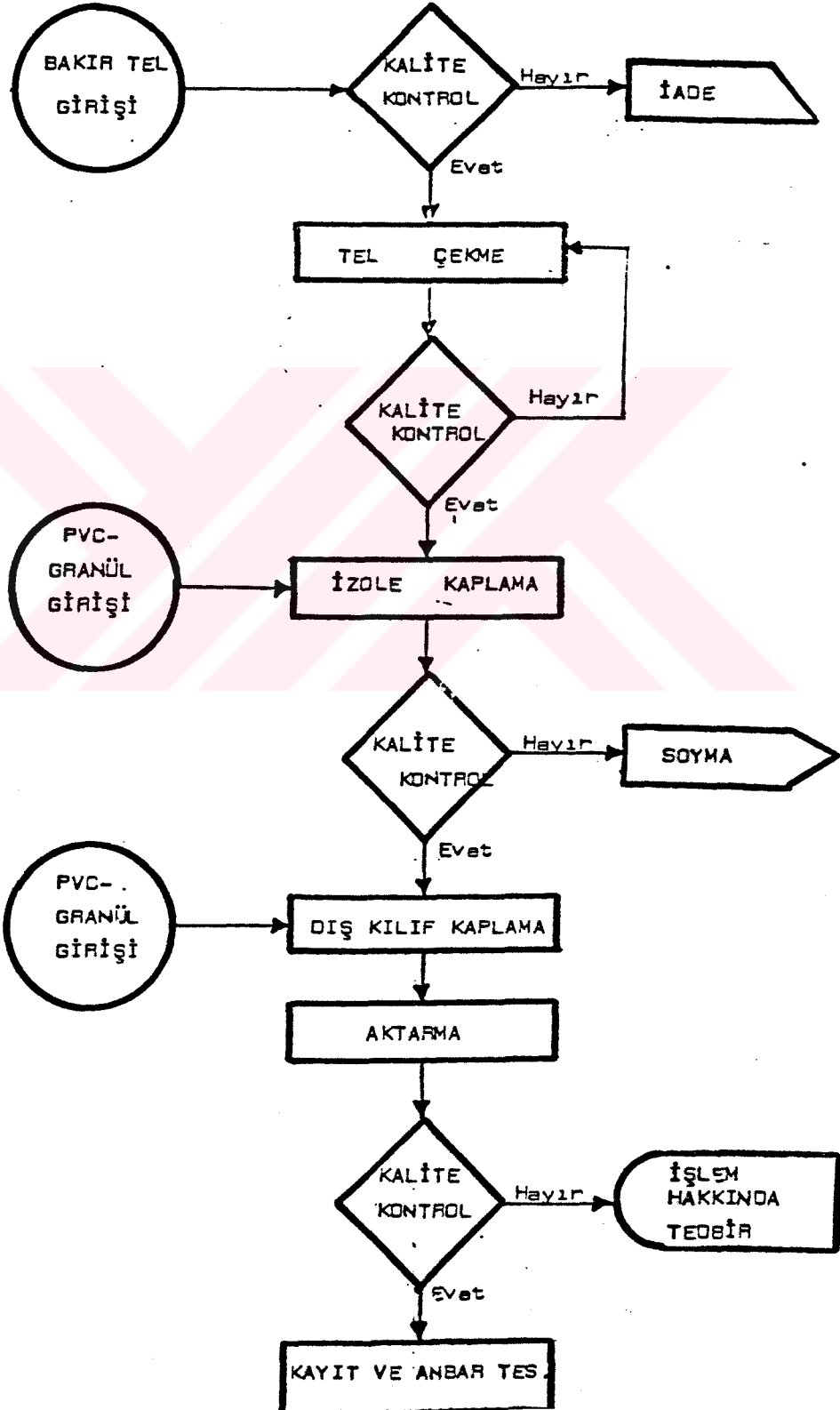
-75-

EK - 2

İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM NO : 1

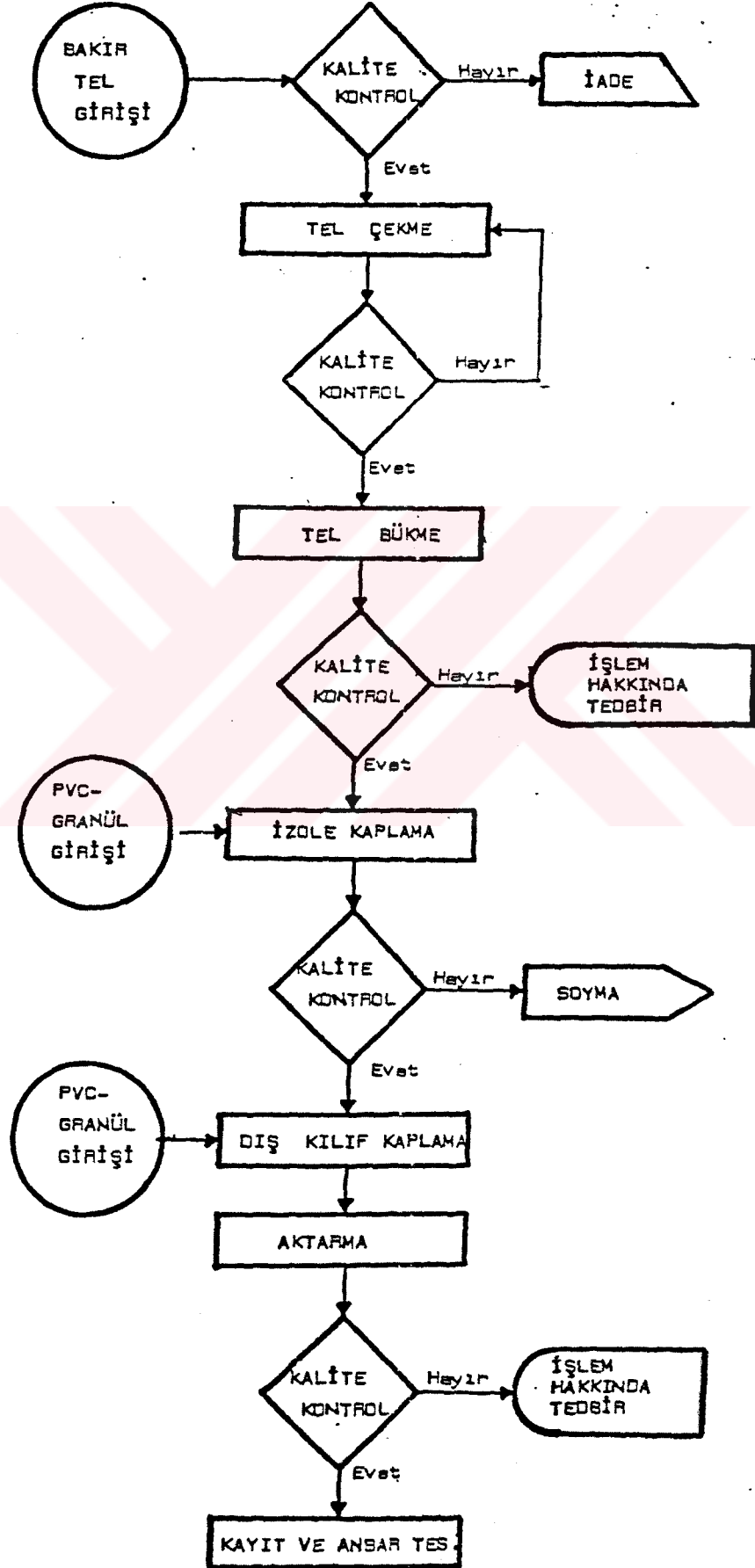
KABLO CİNSİ : TEK DAMARLI SOLİD İLETKENLİ NYY VE NYM KABLoları



İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM NO : 2

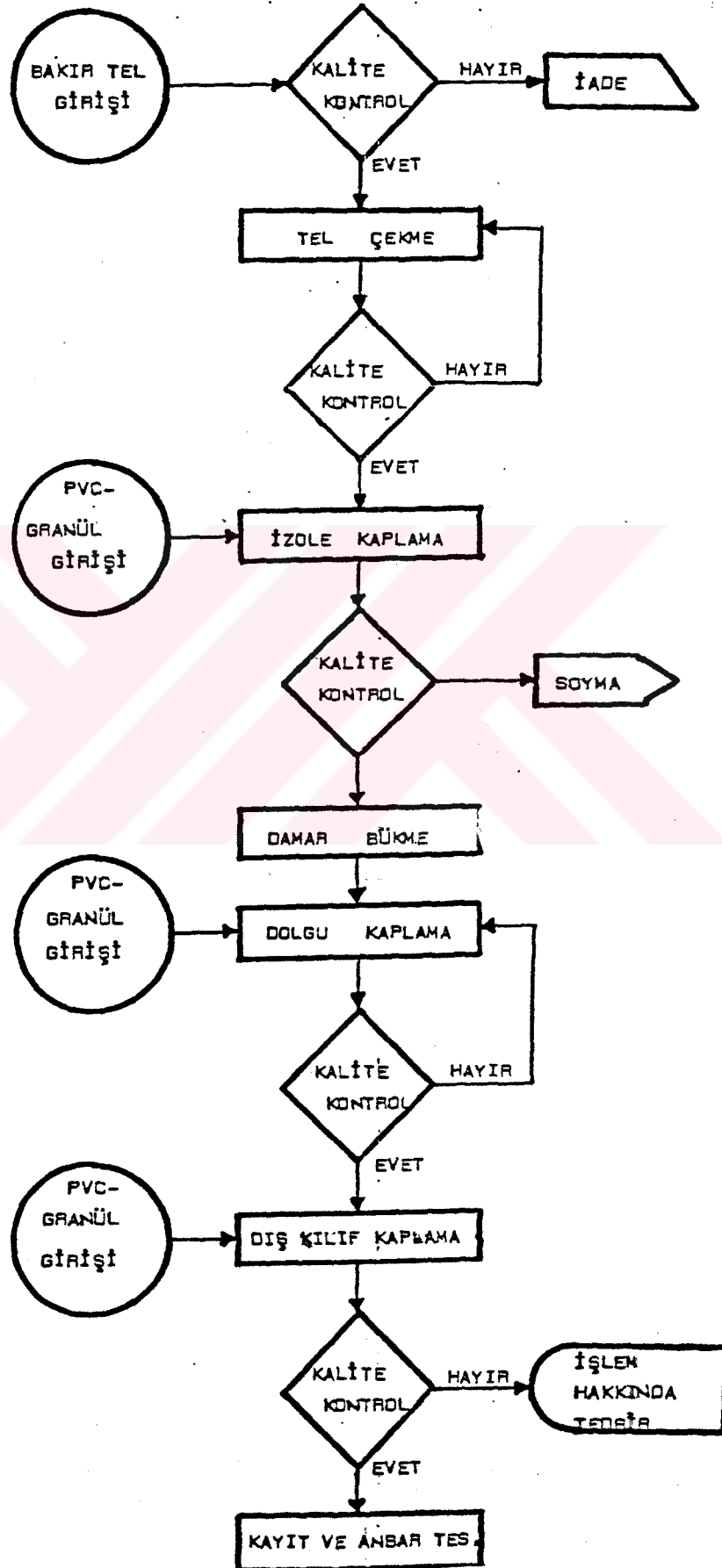
KABLO CİNSİ : TEK DAMARLI ÇOK İLETKENLİ NYY VE NYM KABLOLARI



İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM : 3

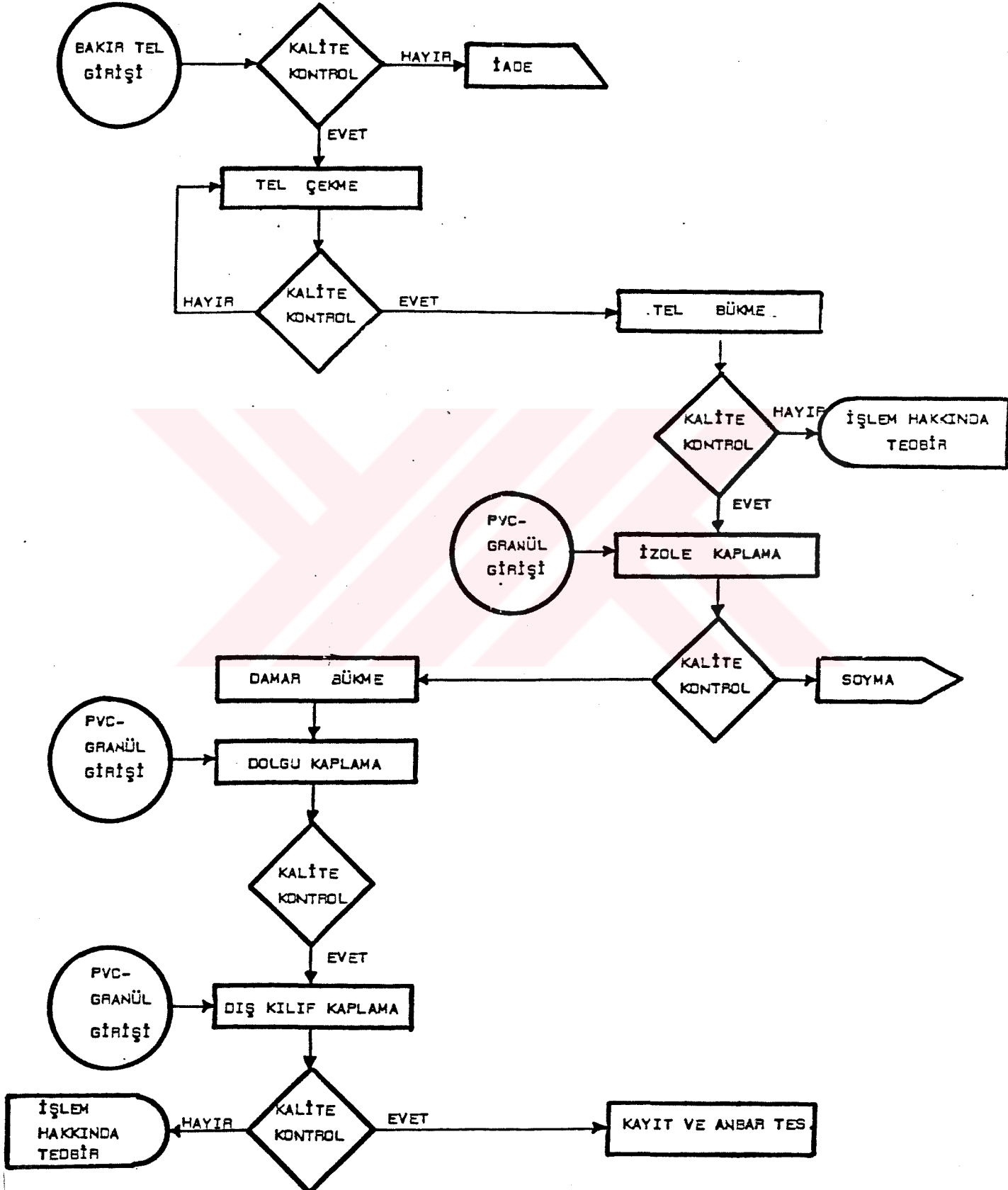
KABLO CİNSİ : ÇOK DAMARLI SOLİD İLETKENLİ NYY VE NYM KABLOLARI



İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM : 4

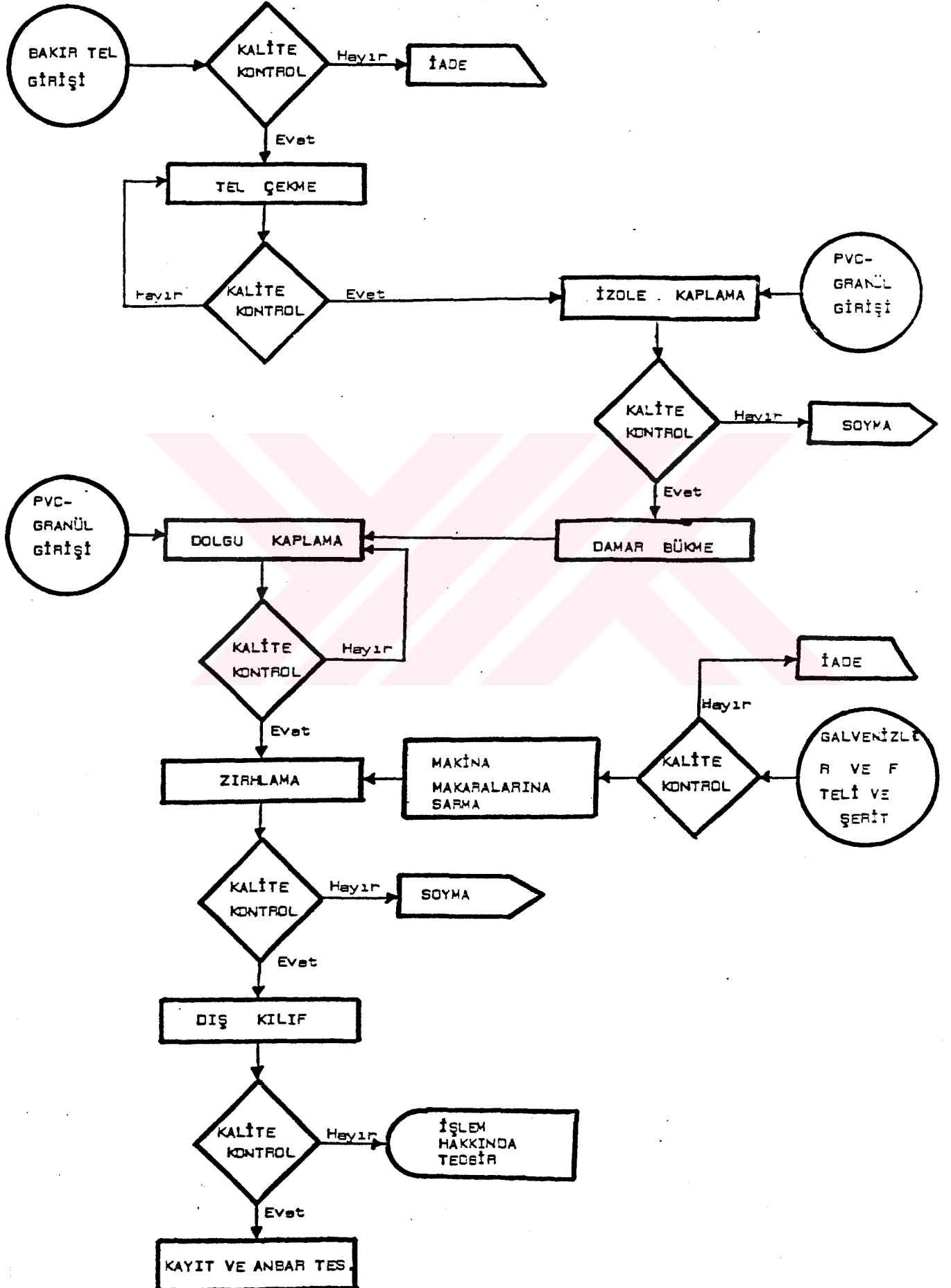
KABLO CİNSİ : ÇOK DAMARLI ÇOK İLETKENLİ NYY VE NYM KABLoları



İMALAT AKIŞ DIĞRAMI

DIĞRAM : 5

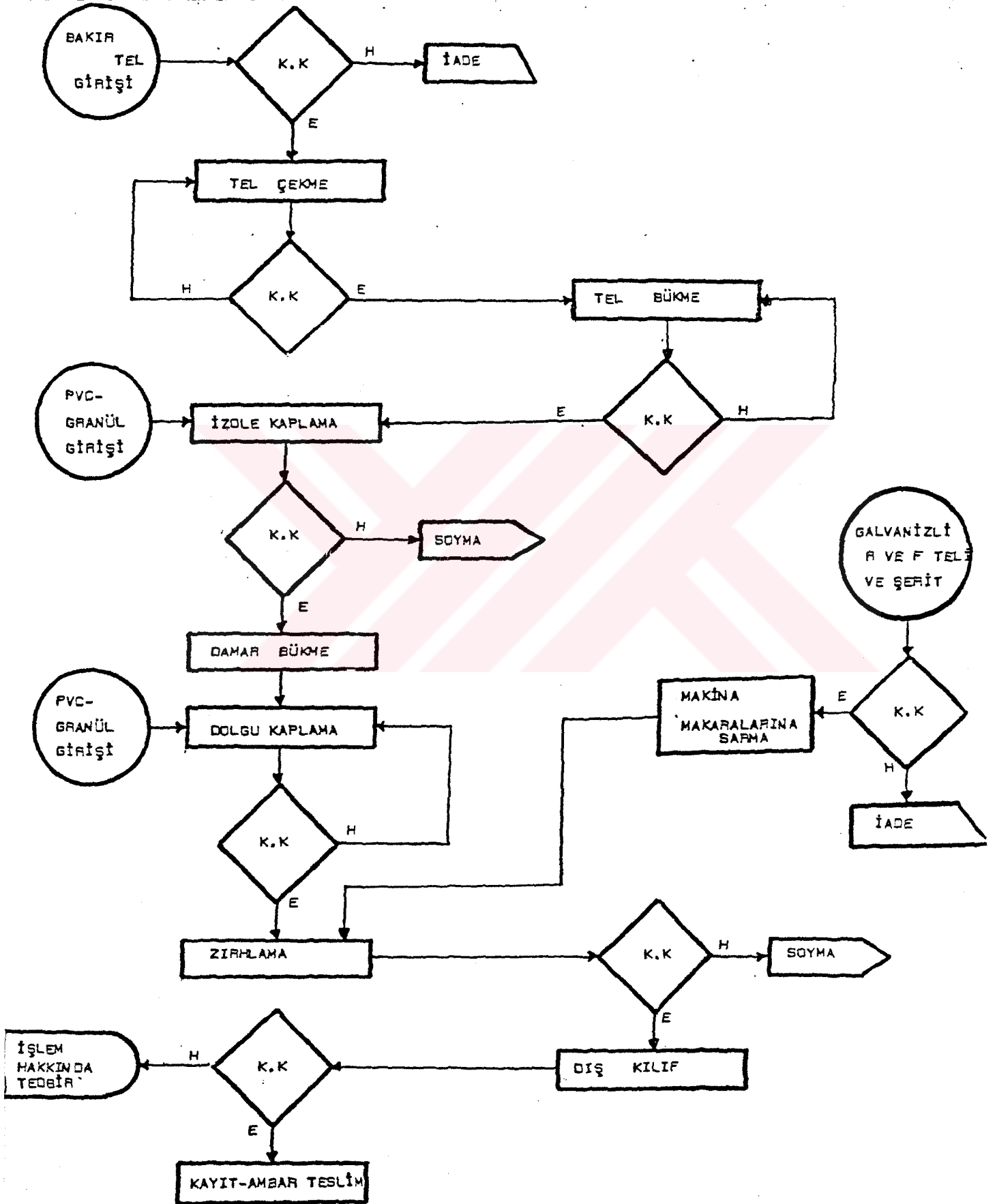
KABLO cinsi : 0.6/1 ve 3.5/6 KV SOLİD İLETKENLİ ZİRLİ KABLO (NYFGbY - NYRY)



İMALAT AKIŞ DIAGRAMI

DIAGRAM : 6

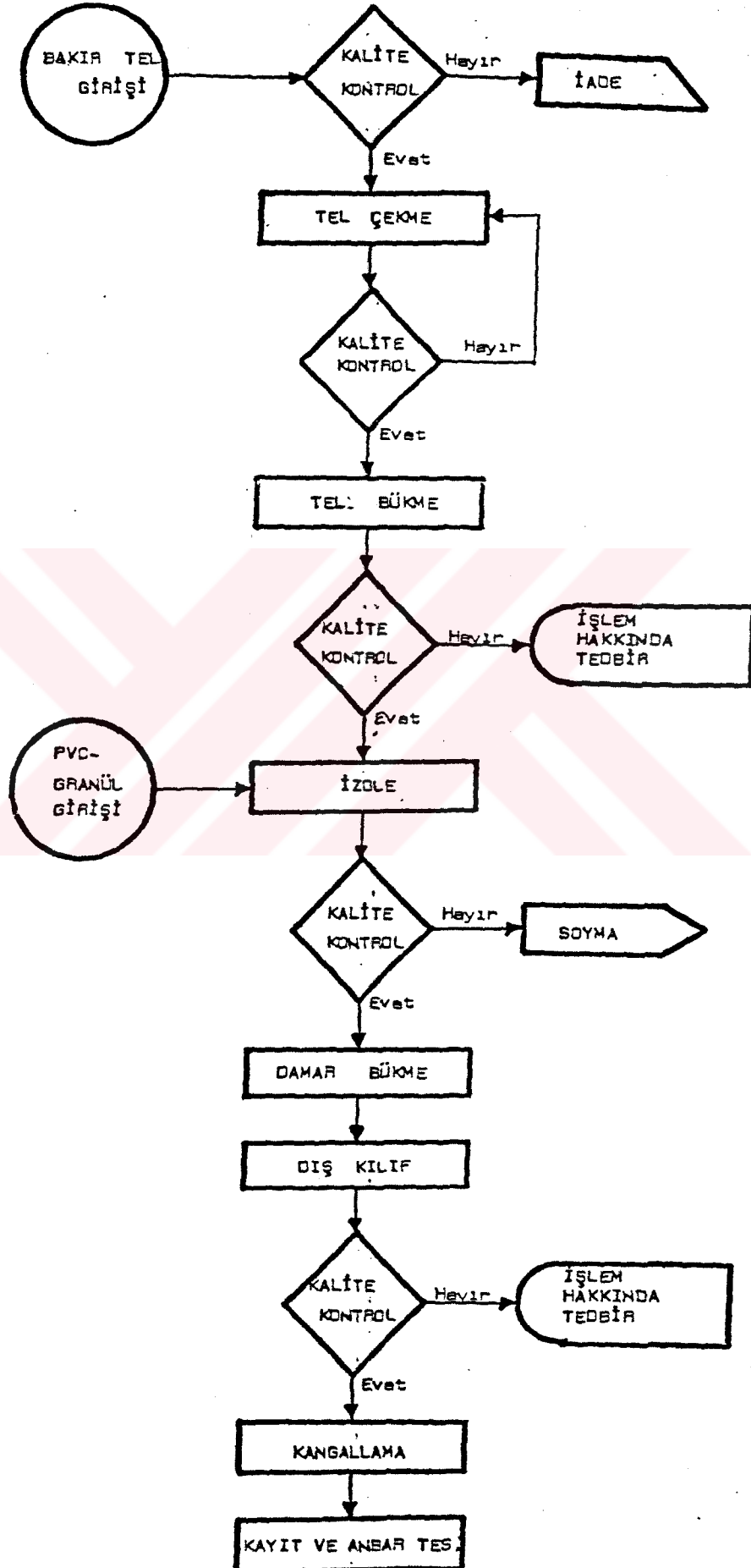
KABLO CİNSİ: 0.6/1 3.5/6 KV ÇOK İLETKENLİ ZİRLİ KABLO (NYFGBY-MYRY)



İMALAT AKIŞ DIAGRAMI

DIAGRAM : 7

KABLO CİNSİ: FVV-n (NYMHY-rd)

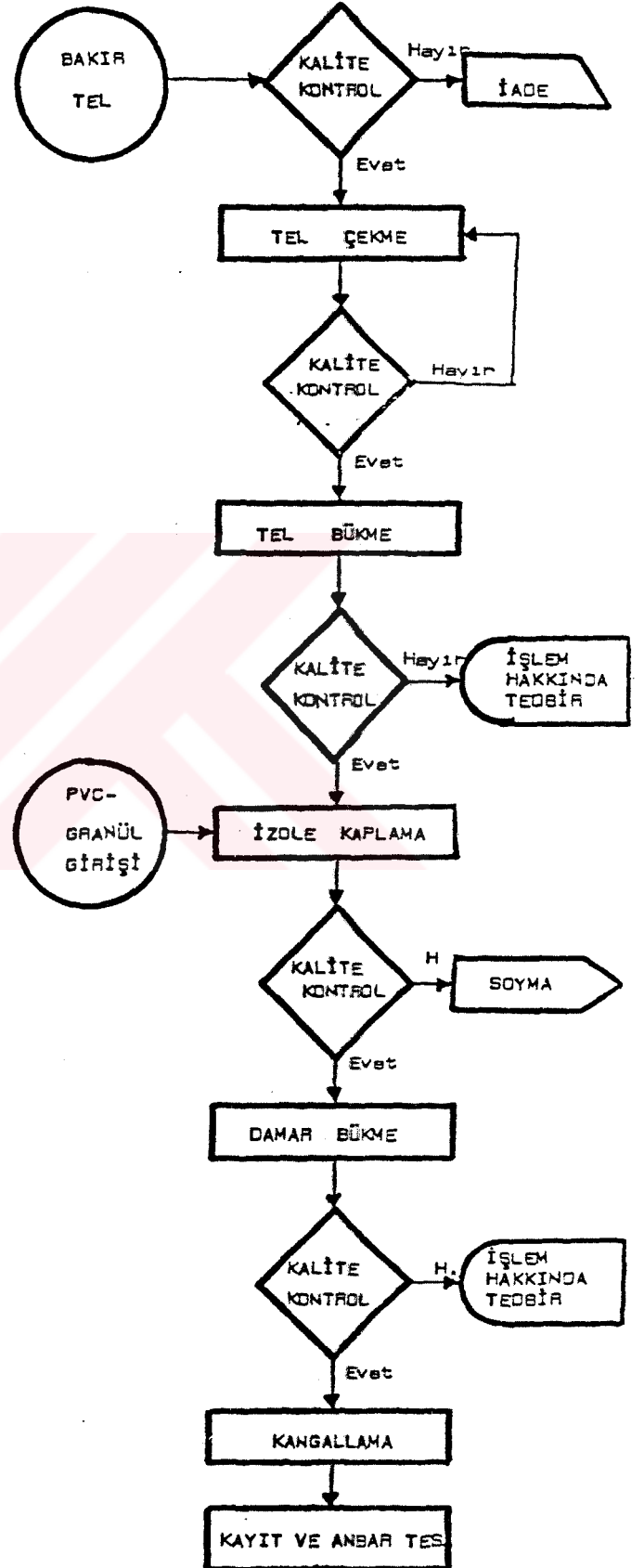
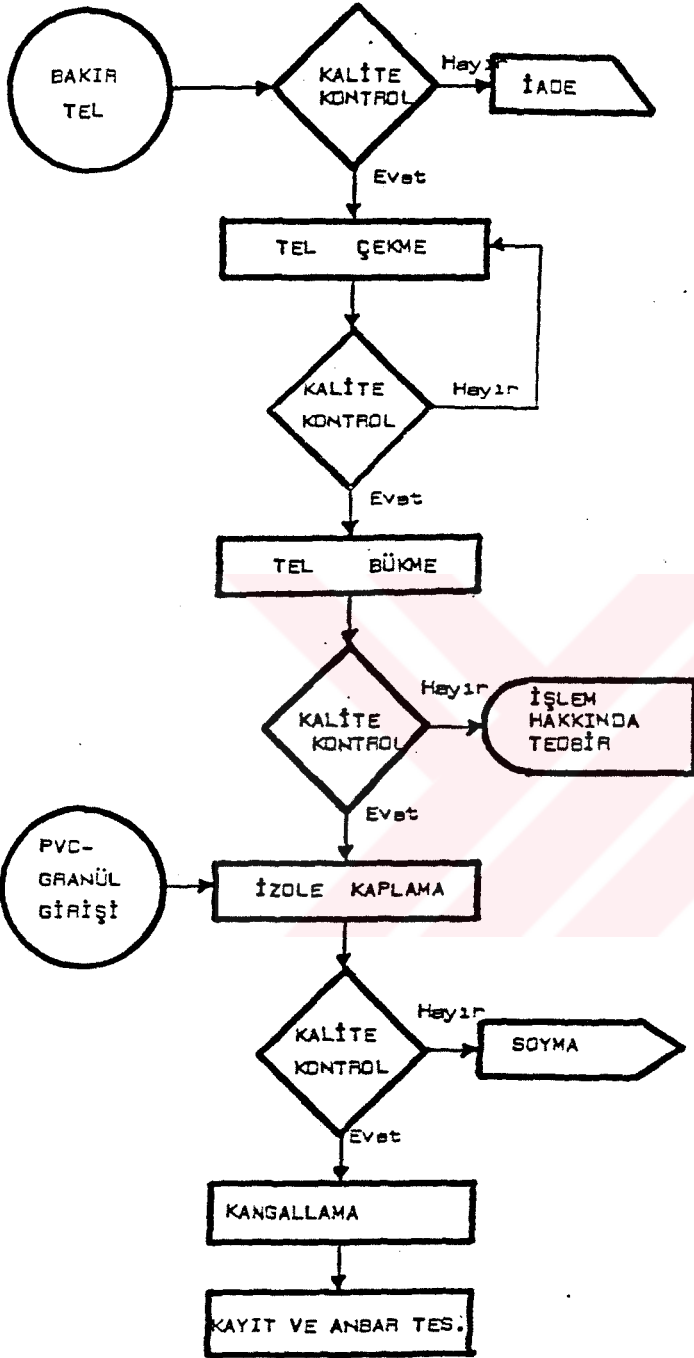


İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM NO : 8

KABLO CİNSİ : a) NYAF

b) NYAF



İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM NO : 9
KABLO CİNSİ : a) NYA (Tekli)

b) NYA (Çoklu)

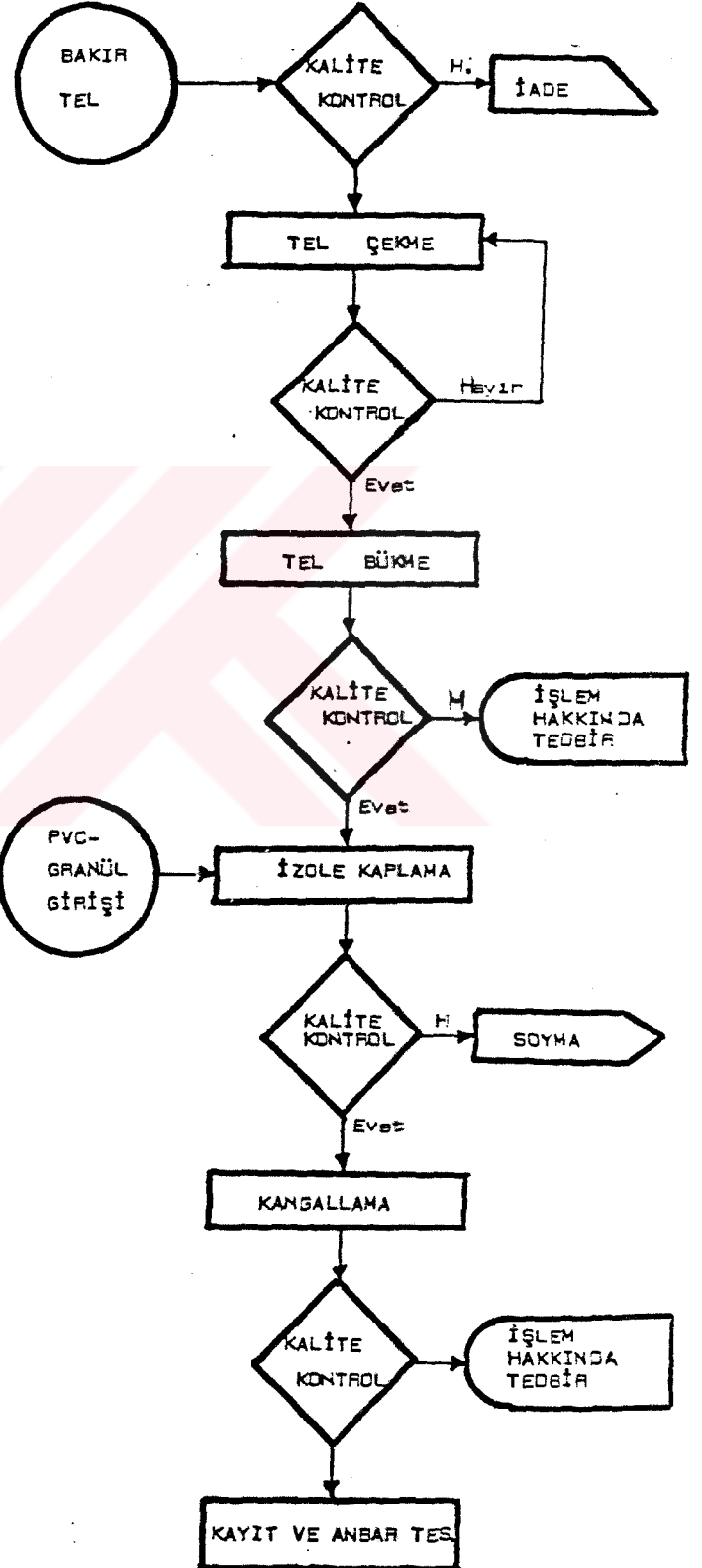
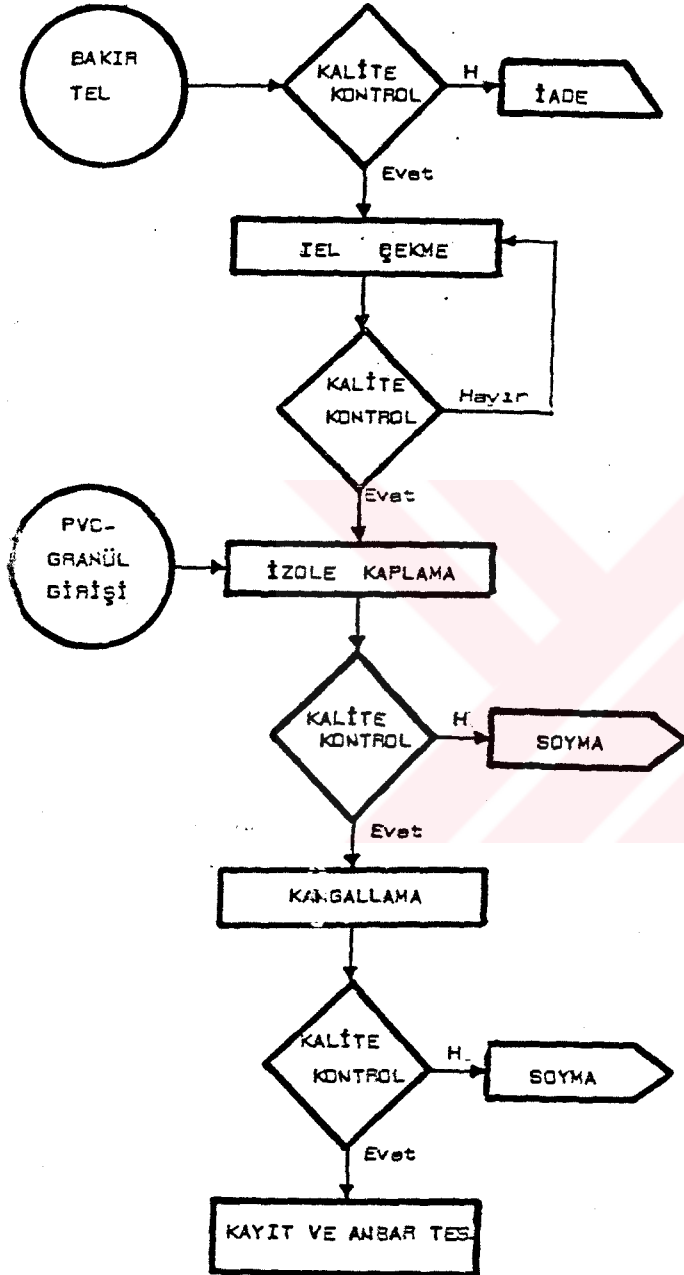
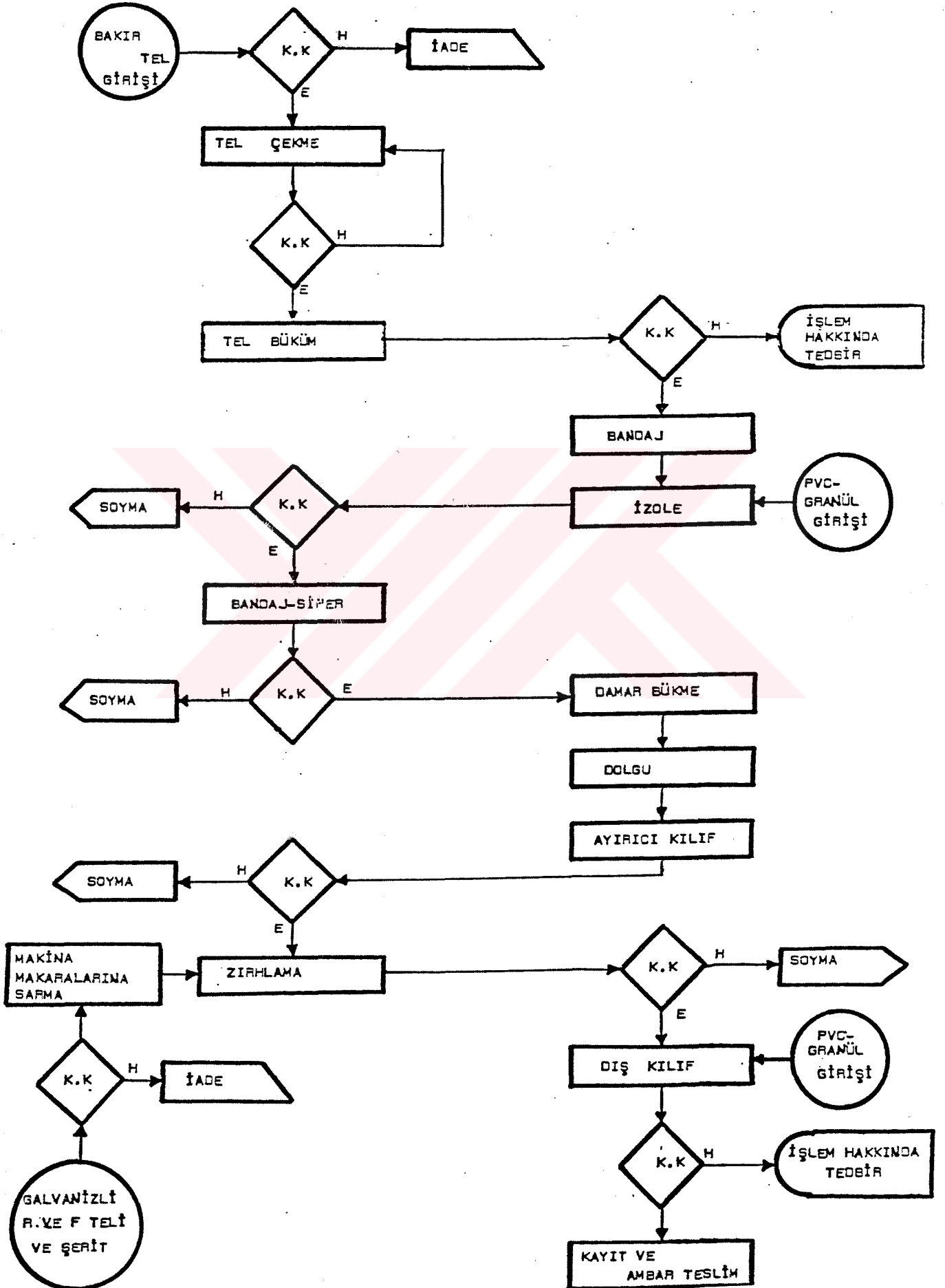


DİAGRAM : IO

KABLO CİNSTİ: YVSHVŞY-YVSHVOV 5.8/10 ve 7.8/15 kV

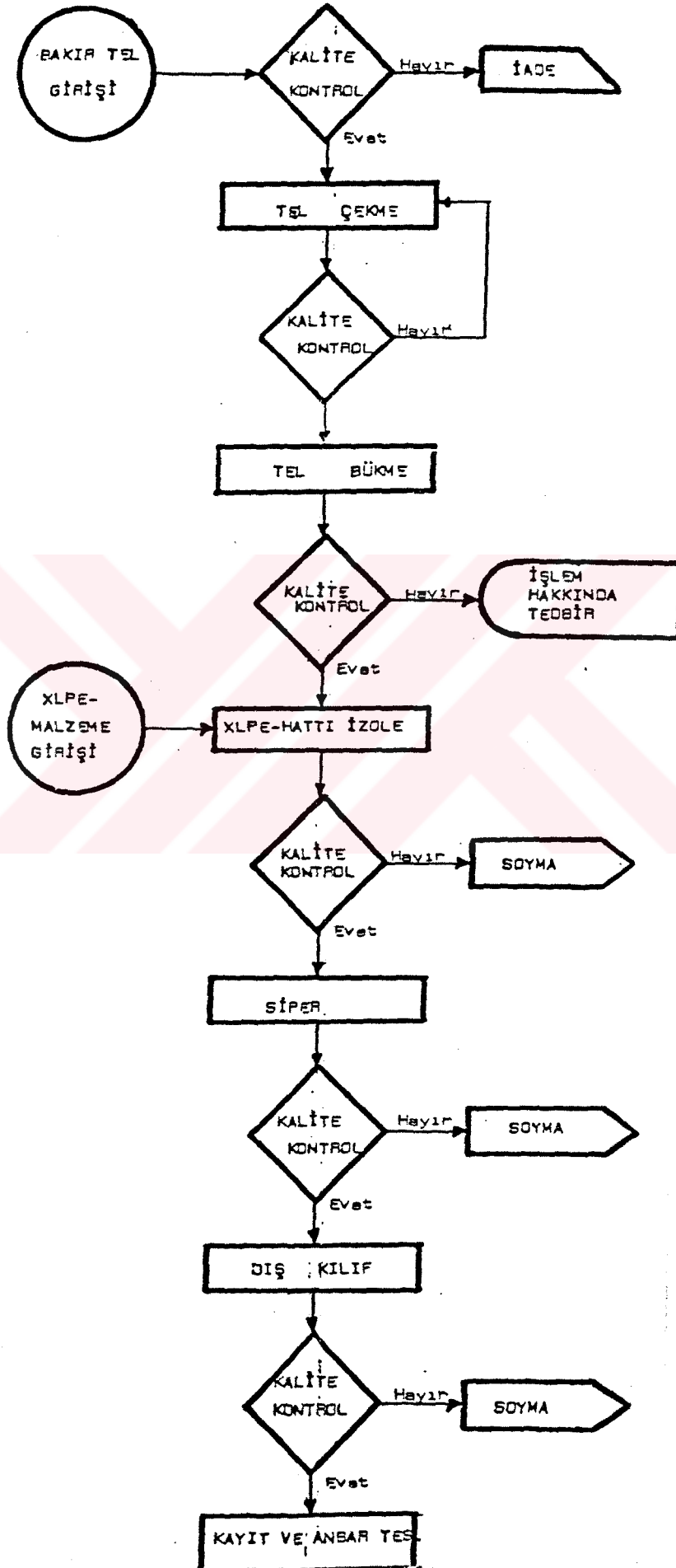


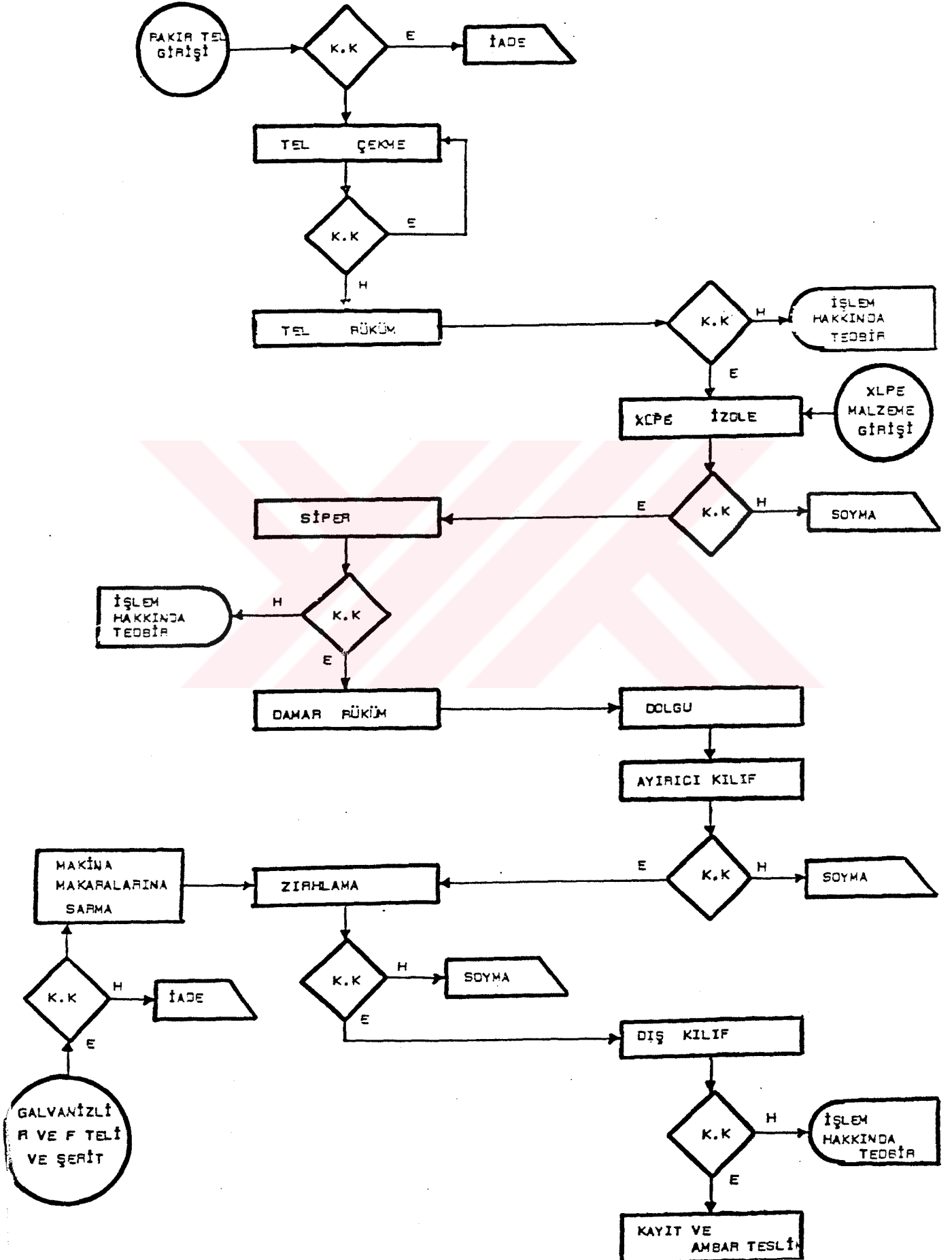
İMALAT AKIŞ DİAGRAMI

DIAGRAM NO : 11

-86-

KABLO CİNSİ : YE3SV 1 DAMARLI KABLolar

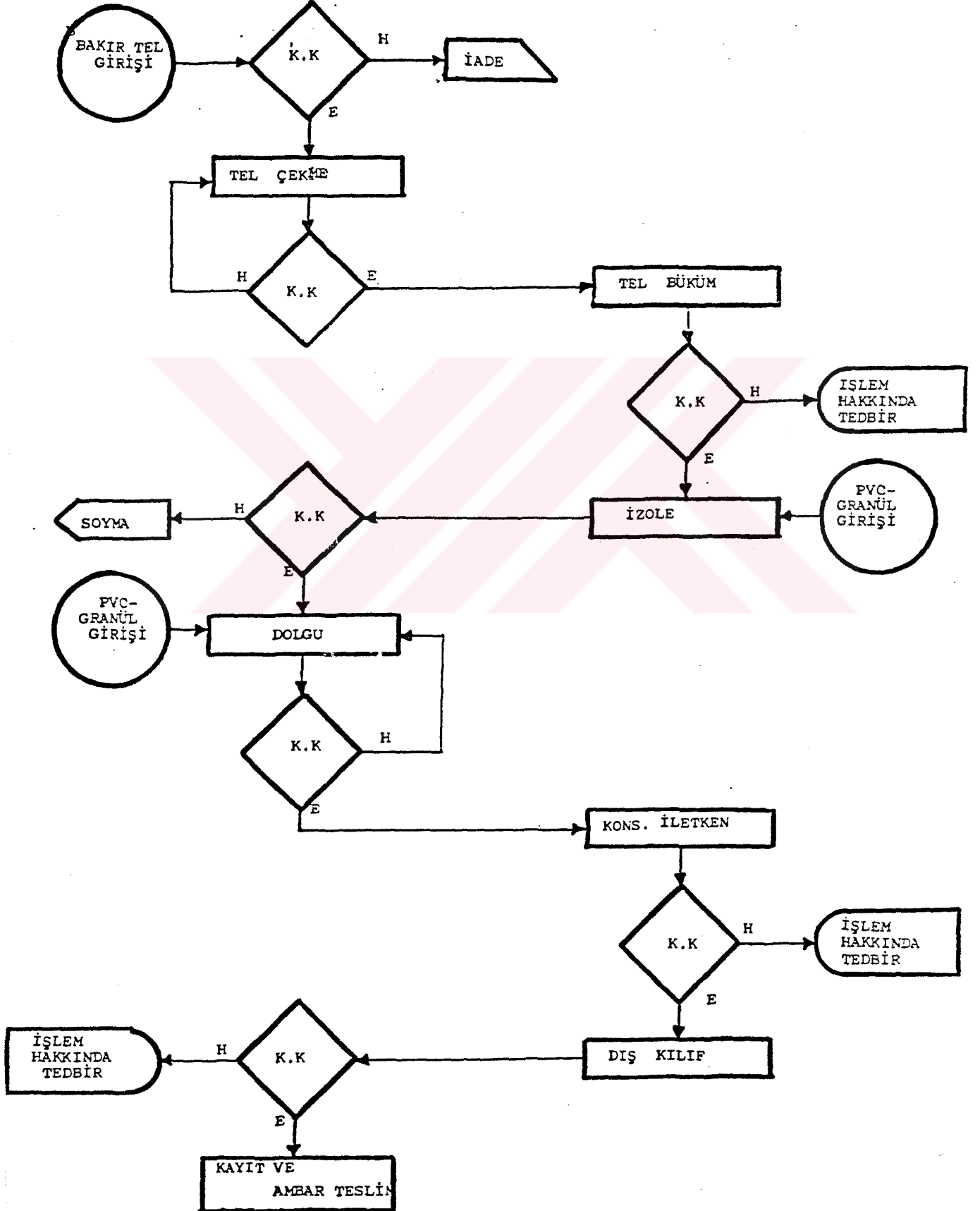




İMALAT AKIŞ DIĞRAMI

DIĞRAM : I3

KABLO CİNSİ: 0.6/1 KV NYCY ÇOK DAMARLI KABLÖLAR



ÖZGEÇMİŞ

Necla KUŞSAN, 8.8.1967 yılında Aksaray'da dünyaya geldi. İlk-öğrenimini İcadiye İlkokulu'nda (1974-1978), ortaöğrenimini Üsküdar Kız Lisesi'nde (1979-1984) tamamladı. Aynı yıl İTÜ İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği'ne girdi ve lisans öğrenimini 1988 yılında, bölüm altıncısı olarak tamamladı. Ardından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda öğrenime başlayan yazar, halen yüksek lisans öğrenimini sürdürmektedir.

Yazar, lisans eğitimi boyunca sırasıyla İTÜ Maçka atölyeleri, Profilo-TELRA ve Anadolu Endüstri Holding'e bağlı AR-GE bölümlerinde staj yaptı. Şu anda ERKABLO A.Ş. Genel Müdürlüğü Satış Planlama Bölümü'nde endüstri mühendisi olarak çalışan Necla KUŞSAN, İngilizce ve orta derecede Almanca bilmektedir.