

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME ZEKİ KARAR DESTEK  
SİSTEMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Volkan KEMALBAY**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**HAZİRAN 2012**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME ZEKİ KARAR DESTEK  
SİSTEMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Volkan KEMALBAY  
(507101122)**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ufuk CEBECİ**

**HAZİRAN 2012**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507101122 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Volkan KEMALBAY**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Doç. Dr. Ufuk CEBECİ**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Ali Fuat GÜNERİ**      .....

Yıldız Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **04 Mayıs 2012**

**Savunma Tarihi :**      **06 Haziran 2012**



## ÖNSÖZ

Yenilikçi anlayışın önem kazandığı günümüzde, fark yaratmak için öncelikle işletme içindeki kayıpların yok edilmesi gerekir. Bu fikirden yola çıkarak SMED uygulaması yapılarak işletmelerde kayıp zamanların nasıl geri kazanıldığı ve verimliliğin nasıl arttırıldığı gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca SMED tekniği zeki karar destek sistemine entegre edilerek mevcut olan duruma yapay zeka etkisi kazandırılabilir. Bunun sonucunda yeni oluşan üretim sistemi sorunlara insan gibi davranma yeteneği elde edebilir.

Tez süresince manevi olarak desteğini eksik etmeyen aileme, arkadaşım Sayın Mehmet ÖZDEMİR'e ve katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Ufuk CEBECİ hocama teşekkür ederim.

Mayıs 2012

Volkan KEMALBAY  
(Endüstri Mühendisi)





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	1
1.2 Literatür Araştırması .....	2
<b>2. YALIN ÜRETİM SİSTEMİ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi.....	3
2.2 Yalın Üretim Sisteminin Tanımı .....	4
2.3 Yalın Üretim Sisteminin Amacı .....	5
2.4 Yalın Üretim Sisteminin Faydaları .....	5
2.5 Bazı Yalın Üretim Sisteminin Araçları .....	6
2.5.1 Tam zamanında üretim (JIT).....	6
2.5.2 Kanban sistemi .....	7
2.5.3 5 S tekniği .....	13
<b>3. SMED – TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME .....</b>	<b>17</b>
3.1 SMED’in Doğuşu .....	17
3.2 SMED Nedir? .....	18
3.3 Hazırlık İşlemi Aşamaları .....	22
3.4 Temel SMED İlkeleri .....	22
3.5 SMED Uygulamasının Aşamaları .....	23
3.5.1 1. Aşama: içsel ve dışsal hazırlıkların birbirinden ayrılması .....	23
3.5.2 2. Aşama: içsel hazırlıkların dışsal hazırlıklara dönüştürülmesi.....	24
3.5.3 3. Aşama: içsel ve dışsal hazırlık operasyonlarının her açıdan incelenmesi.....	24
3.6 SMED Uygulama Aşamalarının Detayları.....	25
3.6.1 İçsel ve dışsal hazırlıkların birbirinden ayrılması .....	25
3.6.1.1 Kontrol listesinin kullanımı.....	25
3.6.1.2 Fonksiyonel kontrollerin yapılması.....	26
3.6.1.3 Kalıpları ve diğer parçaları taşıma işlemlerinin iyileştirilmesi .....	26
3.6.2 İçsel hazırlıkların dışsal hazırlıklara dönüştürülmesi.....	26
3.6.2.1 İşlem koşullarının önceden hazırlanması .....	27
3.6.2.2 Fonksiyonların standartlaştırılması .....	27
3.6.2.3 Çok fonksiyonlu jigler.....	28
3.6.3 İçsel ve dışsal hazırlık operasyonlarının her açıdan incelenmesi.....	28
3.6.3.1 Paralel operasyonların uygulanması.....	28

3.6.3.2	Fonksiyonel kelepçe kullanımı.....	29
3.6.3.3	Ayar işlemlerin yok edilmesi .....	30
3.6.3.4	Mekanizasyon.....	30
3.6.3.5	Kalıpların hazır vaziyette tutulması.....	31
3.6.3.6	Renk faktörünün kullanılması .....	31
<b>4.</b>	<b>KARAR DESTEK SİSTEMİ .....</b>	<b>33</b>
4.1	İşletmelerde Karar Vermesinin Önemi.....	33
4.2	Karar Verme Sistemi Nedir? .....	34
4.3	Karar Destek Sistemlerinin Özellikleri .....	35
4.4	KDS'nin Temel Bileşenleri .....	35
4.5	Karar Destek Sistemleri Geliştirme Süreci ve Evreleri .....	38
4.6	Karar Destek Sistemi Aşamaları .....	39
4.6.1	Ön tasarım aşaması.....	39
4.6.2	Tasarım aşaması .....	39
4.6.3	Kurma aşaması .....	40
4.6.4	Geliştirme aşaması .....	40
4.7	Karar Destek Sistemi Türleri.....	40
4.7.1	Model tabanlı KDS (model-driven DSS) .....	40
4.7.2	Veri tabanlı KDS (data-driven DSS).....	41
4.7.3	Bilgi tabanlı KDS (knowledge-driven DSS) – Zeki KDS.....	41
4.7.3.1	Uzman sistemler .....	42
4.7.3.2	Uzman sistemin temel yapıtaşları.....	43
4.7.3.3	Uzman sistem çeşitleri.....	44
4.7.3.4	Uzman sistemlerin avantajları: .....	44
4.7.3.5	Uzman sistemlerin dezavantajları: .....	45
4.7.4	İletişim tabanlı KDS (communications-driven DSS).....	45
4.7.5	Doküman tabanlı KDS (document-driven DSS).....	45
<b>5.</b>	<b>SMED İÇİN ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMİ YAKLAŞIMI .....</b>	<b>47</b>
5.1	Çalışmanın Uygulama Alanı Zeki Karar Destek Sistemi ve Yapay Zeka.....	47
5.2	Zeki Karar Destek Sistemindeki Uzman Sistem ve SMED .....	47
5.3	Zeki Karar Destek Sisteminde Uzman Sistemin Geliştirilmesi .....	50
5.4	Zeki Karar Destek Sistemi ve SMED Kuralları ile Soruları .....	52
<b>6.</b>	<b>TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENDÜSTRİYEL SMED UYGULAMASI .....</b>	<b>71</b>
6.1	İşletmenin Tanıtımı.....	71
6.2	Osmanlı Grup'taki SMED Çalışma Ekibi .....	72
6.3	Çalışma Ekibinin Amaçları .....	72
6.4	İşletmenin Yerleşim Planı .....	73
6.5	SMED Çalışmasının Uygulanacağı Enjeksiyon Hattının Tanımlanması .....	73
6.6	Üretimde Var Olan Terimler .....	74
6.6.1	Hazırlık süresi.....	74
6.6.2	Kayıp .....	75
6.6.3	Kalıp cinsleri ve işlem türleri .....	75
6.7	Kanban Hesaplamaları.....	77
6.8	Ürüne Dayalı Olan İşlemlerin Sıralanması.....	78
6.9	Elektro Manyetik Sistem Yöntemi .....	82
6.10	Osmanlı Grup'ta Uygulanan SMED Kuralları .....	84
6.11	Uygulama Sonucunda Elde Edilen Bulgular .....	100
<b>7.</b>	<b>SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER .....</b>	<b>103</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>105</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>109</b>

<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>121</b>
----------------------	------------



## **KISALTMALAR**

<b>Dk.</b>	: Dakika
<b>Doç.</b>	: Doçent
<b>Dr</b>	: Doktor
<b>DSS</b>	: Decision support system
<b>ERP</b>	: Enterprise Resource Planning
<b>JIT</b>	: Just In Time - Tam Zamanlında Üretim
<b>KDS</b>	: Karar Destek Sistemi
<b>M</b>	: Montaj
<b>P</b>	: Paketleme
<b>Prof.</b>	: Profesör
<b>SMED</b>	: Single-Minute Exchange of Die
<b>Sn.</b>	: Saniye
<b>TM</b>	: Tezgâh Başı Montaj
<b>VTYS</b>	: Veri Tabanı Yönetim Sistemi
<b>ZKDS</b>	: Zeki Karar Destek Sistemi



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : SMED öncesi hazırlık sürelerinin oranları.....	21
Çizelge 6.1 : Kalıp cinsleri ve işlem türleri .....	75
Çizelge 6.2 : P işlem türündeki kalıp cinsleri .....	77
Çizelge 6.3 : Stor ayak ürününün kanban hesabı.....	77
Çizelge 6.4 : Stor ayak ürününün üretim aşamalarındaki süreleri.....	78
Çizelge 6.5 : Stor ayak ürününün hazırlık süreleri .....	78
Çizelge A.1: Firma bilgisi .....	110
Çizelge A.2: Elektro manyetik sistem için gerekli veriler.....	110
Çizelge C.1: SMED öncesi durum .....	117





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Tipik faydalar .....	6
Şekil 2.2 : Kanban kart örneği .....	8
Şekil 2.3 : Değer akış haritalamada kullanılan kanban sembolleri.....	8
Şekil 2.4 : Bir kanban sistemi örneği.....	9
Şekil 2.5 : Çekme kanban örneği.....	10
Şekil 2.6 : Üretim kanban örneği.....	10
Şekil 2.7 : Tedarikçi kanban örneği.....	11
Şekil 2.8 : Diğer kanban çeşitleri (a) acil ihtiyaç kanbanı (b) özel kanban (c) sinyal kanbanı.....	12
Şekil 3.1 : Hazırlık işleminin anahtar elemanları .....	20
Şekil 3.2 : SMED ile kısa değişim sürelerinin faydaları .....	21
Şekil 3.3 : Mümkün olduğunca içsel işlerin dışsal işlere çevrilmesi.....	24
Şekil 3.4 : SMED'in kavramsal aşamaları ve pratik teknikleri .....	25
Şekil 3.5 : Fonksiyonel bağlama yöntemleri .....	28
Şekil 3.6 : Paralel operasyonlarda iki operatör kullanımı ile kısa hazırlık süreleri .....	29
Şekil 3.7 : Kalıpların raflara sistematik olarak yerleştirilmesi .....	31
Şekil 4.1 : Yönetim seviyelerinde karar tipleri.....	34
Şekil 4.2 : Karar destek sistemi yapısı.....	35
Şekil 4.3 : Karar destek sistemi genel çerçevesi.....	37
Şekil 4.4 : Karar destek sisteminin bileşenleri .....	38
Şekil 4.5 : KDS tasarım aşamaları.....	39
Şekil 4.6 : Uzman sisteminin genel yapısı.....	42
Şekil 4.7 : Uzman sisteminin ayrıntılı olarak yapısı.....	43
Şekil 6.1 : İşletmenin yerleşim planı .....	73
Şekil 6.2 : E23 taiwan makinesi .....	74
Şekil 6.3 : Set-up arabası .....	81
Şekil 6.4 : Su rekoru .....	81
Şekil 6.5 : Takmatik su rekoru.....	82
Şekil 6.6 : Elektro manyetik sistem öncesi.....	83
Şekil 6.7 : Elektro manyetik sistem sonrası.....	83
Şekil A.1 : Manyetik tabla teknik resim .....	110
Şekil B.1 : SMED öncesi soru kural akış diyagramı .....	112
Şekil B.2 : SMED uygulamasındaki soru kural akış diyagramı.....	116



# TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI

## ÖZET

Günümüzde sadece daha fazla yatırım yapmak ya da bir alanda yeteri kadar tecrübe sahibi olmak üretici firmalara rekabet avantajı sağlamaya yetmemektedir. Bu mücadelede ön plana çıkmanın yolu mevcut işgücü, makine, malzeme ve süreçleri optimum kontrol etmekten geçmektedir. Globalleşen dünyada bu kontrol mekanizmasını sağlam bir şekilde kurmanın yolu bilgiyi etkin bir şekilde kullanmaktan geçer.

Yalın üretim, üretime yük getiren tüm israflardan arınmayı hedef alan bir yaklaşımdır. Yalın üretim sistemi, müşteri talebini en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuza ve hatasız olarak karşılamayı hedefler. Bir diğer deyişle, sıfır hatalı, tam zamanında, küçük partiler halinde, yüksek çeşitlilikte üretim yapılmasına olanak sağlar.

Yalın üretim tekniklerinden biri olan SMED, üretim süreçlerindeki kayıpları azaltmaya yönelik kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu teknik sayesinde üretimi devam eden bir parçadan, bir diğer parçaya geçiş çok esnek bir şekilde olabilmektedir. Bu tekniğin temel amacı üretim hattında beklemelere sebep olan uzun hazırlık sürelerini tekli dakikalara düşürerek, üretimin hızlı bir şekilde başlamasını sağlayabilmektir. SMED tekniği sayesinde hızlı ve esnek bir yapıya sahip olan üretici firmalar küçük partiler halinde üretim yapma imkanına sahip olup müşteri isteklerine kısa süre içerisinde cevap verebilmektedirler.

SMED tekniğinin üretimde daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için sistemin zeki hale getirilmesi gerekir. Karar verme sürecinin zeki olabilmesi için yapay zeka ile tasarlanmış bir uzman sistem kullanılması gerekmektedir. Uzman sistemler bulanık yapay sinir ağları veya genetik algoritma kullanır. Ancak SMED tekniğinin insan gibi düşünmesi için uzman sistemin yapay sinir ağları içermesi gerekir. Çünkü mevcut olan kuralların yerine yeni kurallar gelmesi durumunda sistemin bunu öğrenmesi gerekir. SMED’te yapay zekayı ve yapay bilinci oluşturmak için çeşitli türde neronlar vardır. Bu neronlar ise bilgiyi yapay sinir ağlarının düğüm ve yolları ile uzman sistemlere aktarırlar. Böylece sistem bu düğüm ve yolları kullanarak öğrenme gerçekleştirir.

Bu çalışma 7 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde tezin amacından bahsedilmiş ve bu konu üzerinde yazılmış olan bilimsel kaynaklardan oluşan literatür araştırması hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde yalın üretim sisteminden detaylı bir şekilde bahsedilmiş ve bazı yalın üretim tekniklerinden tam zamanlı üretim, kanban sistemi ve 5S tekniğinin üretim açısından önemi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde ise yalın üretim tekniklerinden biri olan SMED detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde ise karar destek sistemleri hakkında geniş bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde bilgi türleri belirlenerek SMED için veritabanı yönetimi oluşturulmuştur. Daha sonra ise SMED zeki karar destek sistemi kurulup tekstil sektörü için kurallar çıkarttırılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde ise perde komponentleri üreten bir firmanın üretim hattında SMED teknikleri uygulanarak üretim sistemi verimli hale getirilip belirlenen kuralların bir kısmı firmaya zeki karar destek sistemi ile entegre edilmiştir.

Son bölümde ise zeki karar destek sisteminin SMED'e olan etkileri ve ileride gerçekleşmesi mümkün olacak durumlar anlatıldı.

# **SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE - INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM - APPLICATION OF SMED INTO TEXTILE INDUSTRY**

## **SUMMARY**

Today more investment or having enough experience in an area is not sufficient for companies to provide a competitive advantage. The way to come to the fore in this competition is based on optimum control of existing workforce, machine, material and processes. In the globalizing world the way of establishing this mechanism on robust mean depends on effective use of information.

Lean manufacturing is an approach aimed at cleansing all wastes that is causing burden. Lean manufacturing system aims to meet customer demands with least amount of source, in the shortest time, with the cheapest and without an error. In other words it enables just in time and high variety manufacturing in small lots with zero defects.

As one of the lean manufacturing technique SMED is an effective method to reduce losses in the manufacturing process. By virtue of this technique changeover from a piece which is in manufacturing process to other piece can be very smooth and flexible. The main purpose of the technique is to reduce set up time single minutes that causes waiting on production line and is to provide a quick way to start manufacturing. With SMED technique, manufacturers with a fast and flexible structure can be capable of producing in small lots and can be able to give quick responses to customer demands in short time.

SMED technique can be used more effectively in production it is necessary the implementation of intelligent systems. To make the decision making process intelligent an expert system designed with artificial intelligence is required to be used. However thinking of SMED technique as human being expert system must contain artificial neural network. Because in the case of replacement of existing rules with new rules, the system should be able to learn it. At this point nodes and paths of artificial neural networks take in charge.

Artificial intelligence that purpose the long-term goal of simulating the human brain in real time and describe artificial consciousness, is a structure. Using nodes and paths of artificial neural networks, this structure redound the ability of intelligent decision making for creating questions and rules of SMED. Additionally, artificial intelligence has simulating neurons, visualizing neurons and knowledge acquisition neurons. However, expert system is computer programs called artificial intelligence.

This study consists of seven chapters.

In the first chapter aim of the study is specified and literature review from published scientific works related to this topic is mentioned.

At the second chapter of the study the lean manufacturing system is mentioned in detail and as some of the lean manufacturing techniques: just in time production, kanban system and importance of 5S technique is described in terms of production.

If it is necessary to explain all these techniques, Just-in-time production is a strategy used in the production industry to reduce costs by reducing the in-process inventory level. It is driven by a series of signals that tell the production line to make the next piece for the product and when it is needed. The signals used are usually simple visual signals, such as the absence or presence of a piece that is needed in the production process. In other words, it means having right part at the right place in the right amount at the right time.

Kanban is an information system which is used to control the flow of production and material. Hereby, it could be controlled whole processes of production that are which having right part at the right place in the right amount at the right time.

5S is list describes how to organize a shop floor for efficiency and effectiveness by identifying and storing the materials used, maintaining the area and materials, and sustaining the new order.

At the third chapter as one of the lean manufacturing technique SMED is discussed in detail. It is mentioned in that part about the fundamentals of SMED, its stages and its' principles. In the first stage of SMED is separation of internal set-ups and external set-ups i.e. separation of processes while machine is not running and whilst machine is running. Certain tasks can frankly be done before machines are off for changeover. For example it could be done stand ready of operator, preparing parts and tools, making repairs, bringing the parts and tools closer to the working area by using checklists, performing functions checks and improving transport of dies and other tools. For the second stage internal set-ups are converted to external set-ups i.e. the processes when the machine is stopped could be carried out converted to the processes when the machine is operating. It is carried out with two steps, first step is to look the right functions and goals of each process in the existing internal setup. Other one is to find methods to convert these internal setup processes to external setup by several techniques such as; preparing operating conditions in advance, standardizing required functions and using intermediary jigs. For the last stage both internal and external set-ups are observed every detail via implementation of parallel operations, usage of functional clamps, elimination of adjusting procedures, mechanization, keep ready the dies and the usage of colour factor.

In the fourth chapter expanded information is given about decision support systems. In addition as one of the decision support system, knowledge-driven decision support system i.e. intelligent decision support system structure, types, advantages and disadvantages are given in detailed information.

A decision support system is a computer-based information system that supports business or organizational decisions and activities. The decision support system serve the management, operations, and planning levels of an organization and help to make decisions, which could be rapidly changing and not easily specified in advance. So the decision support system requires a hierarchic approach. Such a framework that includes people, technology, and the development approach.

Used by the decision support system, the expert system gathers and presents typical information such as inventories of information assets that include relational data sources and data warehouses.

It has technology levels for using hardware and software. The first of these is the actual application that will be used by the users. Other one is its tool that includes lower level hardware/software.

A decision support system may present information graphically and may include an expert system and artificial intelligence. These can be categorized into five types; model-driven DSS, data-driven DSS, knowledge-driven DSS, communications-driven DSS, document-driven DSS.

The model-driven DSS is used to query a database or data warehouse to seek specific answers for specific purposes. These are sent out via a client/server link or via the web. The document-driven DSS are targeted to reach broad base of user. The knowledge-driven DSS is used expert technology that has server systems, the web and software. The model-driven DSS are complex systems that help analyse decisions or choose between different options. The communications-driven DSS are targeted at internal teams, including partners. Its purpose are to help conduct a meeting or for users to collaborate.

In the fifth chapter thereby determining knowledge type database management system is created. The function of artificial intelligence is explicated at intelligent decision support system and after that expert system is used at intelligent decision support system thus the relationship with SMED is intended to show. After established system is explained with respect to how to improve. To sum up, considering relationship between SMED and intelligent decision support system, on the sector of thesis work implemented specific questions are asked. According to the received responses certain rules are created at the structure of if then. In this way the system had the ability to learn from its own experiences and became capable of making decisions based on these experiences. Thus the system became capable of giving suggestions and come up with solutions so make decisions like a human being with the ability of comparing the information it has.

At the sixth chapter of the study it is mentioned the company where the study implemented. After then this to figure out one of the most important bottlenecks in the production line SMED study was carried out towards the elimination of set-up times. In order to achieve purpose of this study a SMED study team identified. Thereafter for the machine that creates bottleneck at the existing production line which is predetermined, improvements have been completed to the most frequently changed die with the team of SMED. The results of the improvement works described in comparison to the former situation.

Also to accomplish the goal of exchange of die in single minutes, electro-magnetic system which designed according to technical specifications of existing machinery and dies thus started to the method of changeover the die. In this way targeted single minute exchange of die is accomplished. On the other hand, kanban calculations are made which is the other technique of lean manufacturing for the chosen product to define the necessary kanban amount. In this way, after the implementation of SMED and kanban technique was indicative of interaction with each other.

As a result by courtesy of decreasing set-up times, the company after the improvements of SMED have had the opportunity to make small lots of production with its degraded lower level of stocks thus the company had a new structure so with its new structure became able to give quick response to customers' requirements in an efficient way. Beside at the previous chapter SMED rules identified for the sector

to intelligent decision support system and question rule flow diagrams are created. Thus, how much of these rules could be implemented was shown in the company.

At the final chapter, it is explained results and evaluations of the thesis work clearly and is expressed the original point of the intelligence decision support system which is established in comparison with other systems. Additionally , it is given some suggestions for further research which could be used by who wants to improve this study with another aspects.



## **1. GİRİŞ**

İşletmelerin, değişen koşullar altında, pazar paylarını koruyabilmesi esnek ve hızlı olmalarına bağlıdır. Kūçūlen sipariş adetlerinden dolayı işletmeler için iki yol bulunmaktadır. Birincisinde işletme eski metotlarla üretim yapmaya devam eder ancak düşük miktarda ürün isteyen müşteri taleplerini görmezden gelir. Bu durumda işletme düşük rekabet edebilme gücüyle pazar payını kaybeder.

İkincisinde ise işletme SMED uygulayarak hazırlık sürelerini makul seviyelere çekerek müşteri isteklerine esnek ve hızlı cevap verebilir konuma gelir. Üretim maliyetlerinde ve stok durumlarında büyük oranda iyileştirme sağlar. İşte düşük adetli ve esnek üretim sisteminin kurulması ile hazırlık sürelerindeki kaybın önüne geçilmesi için uygulanması gereken teknik yalın üretim tekniklerinden SMED'tir.

SMED amaçlarının daha etkin ve verimli gerçekteşmesi için zeki karar destek sistemlerinden yararlanılması gerekir. Buna ek olarak zeki karar destek sisteminde yer alan yapay zekânın da etkin bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Böylece uzman sistem SMED kuralları için insan gibi düşünme yeteneği kazanabilir.

### **1.1 Tezin Amacı**

Kurumsallaşmanın ve rekabetin verdiği baskı ile dünyanın her yerindeki işletmeler yalın üretim felsefesini uygulamaya başlamışlardır. Bu felsefe ile eskimiş fikirlerden oluşan katı duvarlar yıkılmış ve siparişi veren kişinin istediği kalitedeki ürünü üretmeye başlayan firmalar yeni bir anlayış oluşturmaya başlamıştır. Değişen müşteri isteklerini sağlamak adına yalın üretim tekniklerinden SMED kullanılarak hazırlık süreleri tekli dakikalara düşürüldüğünde elde edilecek faydalar gösterilmeye çalışılmıştır. Bu faydalar zeki karar destek sistemi ile daha verimli hale getirilerek SMED kuralları tekstil sektöründeki üretim sistemlerine kazandırılmıştır.

## **1.2 Literatür Araştırması**

Tez konusu ile ilgili güncel kaynaklar araştırılmış olup özellikle son zamanlarda yapılmış tezler ve yazılmış makaleler titizlikle incelenmiştir. Gerek yalın üretim hakkında gerekse SMED ve zeki kadar destek sistemleri hakkında yapılmış çalışmalar bu tezin hazırlanmasında ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca Doç. Dr. Ufuk Cebeci'nin "Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard" adlı makalesi son derece faydalı olmuştur.

## **2. YALIN ÜRETİM SİSTEMİ**

### **2.1 Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi**

Toyota Motor Company 1937'de kurulmuştur. Kurucu olan ailenin soyadı Toyota pazarlama tarafından uygun görülmediği için, bir yarışma sonucunda şirket ismi Toyota olarak belirlenmiştir.

Aile bireylerinden Eiji Toyota 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya gitmiştir. Bu inceleme sonucunda kendisi ve Taiichi Ohno Ford'un uyguladığı kitle üretim sisteminin Japonya için uygun olmadığına karar vermişlerdir. Bu karar yeni bir üretim ve yönetim anlayışının doğmasındaki ilk adımdır.

1950'lerde Amerika'da kitle üretiminin yapılması bir sorun teşkil etmiyordu. Çünkü pazarda rekabet seviyesi düşüktü, farklılaşmamış ürünün çok miktarda satılabileceği doymamış bir pazar vardı. Bu nedenle, aşırı iş bölümüne dayanan ve üretim miktarı arttıkça kar düzeyi artan kitle üretim sistemiyle bu sistemin sonucu olan israf bir sorun olarak görülmüyordu. Fakat aynı yıllarda Japonya'da durum çok farklıydı. Pazar küçüktü, kişi başına düşen milli gelir düşüktü, sermaye birikimi yetersizdi. Farklı özellikte ürüne talep vardı ve rekabet fazlaydı. Toyota ve Ohno'nun kitle üretim sistemini eleştirici gözle inceleme nedenleri de tüm bu kısıtlardı.

Toyota üretim sisteminin doğduğu yıllarda Japonya, jeopolitik açıdan Amerika'nın çok yakınında ve sınırları konusunda endişeli bir ülkeydi. Sınırlı ve kapalı bir alanda yaşama zorunluluğu vardı. 1974'de dünyayı sarsan petrol krizi sonunda da dünya otomobil piyasası bazı sıkıntıların içine girmiştir. İşte bu dönemde Toyota üretim sistemi dünyanın ilgisini çekmiştir. Bu nedenle Toyota üretim sistemi için sınır kavramını yeniden keşfetmiş bir dünyanın üretim felsefesidir diyebiliriz. Petrol krizi sonunda kitle üretimi yapan endüstriler maliyetlerini düşürmek zorunda kalmışlar ve bunu da ürün çeşidini arttırıp, üretim miktarını düşürerek yapabileceklerinin farkına varmışlardır. Japon endüstrisinin petrol krizinden büyük bir başarıyla çıkması, dünyanın gözünün Japonya'ya çevrilmesine neden olmuştur. Japonya'nın başarısına ilk ilgiyi Amerika ve İngiltere göstermiştir. 1980'lerin başında da Japon tehlikesine

karşı harekete geçmişlerdir. Avrupa'da ise karşı hareket ancak 1990'ların başında, Japon tehlikesi iyice belirginleşince başlamıştır.

Toyota Motor Company 1980'li yılların başında piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobille dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmiştir. Bu aynı zamanda Japon otomobil endüstrisinin Amerikan otomobil endüstrisini geçtiği tarihi andır. Amerika'nın toplam 8 milyon adet otomobiline karşılık Japon otomobil endüstrisi 11 milyonu bulan olağanüstü bir performans sergiliyordu ve bu başarıya en büyük katkıyı sağlayan şirket Toyota Motor Company' idi.

Toyota üretim sisteminin başarısını bazı rakamlarla ifade edecek olursak: 1980'de Toyota'da bir işçi yılda 2150 saat, Amerika'da ise bir işçi yılda 1920 saat çalışıyordu. 1982'de Toyota'da bir işçi yılda 56 otomobil, Amerika'nın önde gelen otomobil firması Chrysler'da bir işçi yılda 16 otomobil üretiyordu. 1987'de Toyota'da bir otomobil montajı 16 saatte, General Motors'da bir otomobil montajı 31 saatte yapılıyordu. En önemli başarı ise kalıp değiştirme süresinin inanılmaz düzeyde azaltılmasıdır. Bu süre 8 saatten 3 dakikaya indirilmiştir.

Toyota üretim sisteminin kurucusu Taiichi Ohno'nun amacı, maliyeti arttırmadan küçük miktarlarda üretimi sağlayacak teknik örgütlenmeyi oluşturmak ve makine donanımlarının değiştirilmesi için harcanan süreyi azaltabilmektir. Bu amaçlar Toyota üretim sisteminin temel fikirleridir. Toyota üretim sistemi entegre fabrikayı oluşturmayı hedeflemektedir. Entegre fabrika teknik boyutlarıyla 6 sıfırdan oluşan bir üretim modelidir. Entegre fabrika ile sıfır stok (sıfır mal fazlası, sıfır depo), sıfır hata, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, müşteri için sıfır bekleme süresi ve en nihayetinde de sıfır kâğıt başka bir deyişle sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişim hedeflenmektedir (Ohno T. , 1996).

## **2.2 Yalın Üretim Sisteminin Tanımı**

Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, envanter, işçilik, iyileştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların minimuma indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Womack, J. P. Jones, D. T. , 1998).

Yalın üretim, üretime yük getiren tüm israflardan arınmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Yalın üretimin temel stratejisi hızı artırıp, akış süresini azaltarak kalite,

maliyet, teslimat performansını eş zamanlı olarak iyileştirmektedir. Yalın üretim, müşteri ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda malzeme veya bilgiyi dönüştüren ya da şekillendiren ve katma değer yaratan faaliyet ile zaman ve kaynak kullanan; ancak ürün üstüne müşteri ihtiyaçları doğrultusunda değer ilave etmeyen ve katma değer yaratmayan faaliyeti ayırt eden bir yaklaşımdır (Cesur, N. , 2000).

Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır. Bunlar; proje yöneticisi, takım çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle entegrasyon, eşzamanlı mühendislik ve tüketici oryantasyonudur. Bunlardan takım çalışması, proje yöneticisi ve tüketicilerle entegrasyon, yalın üretim sistemi kavramını daha az rekabetçi alternatif olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir (Corsten H. , Will T. , 1993).

### **2.3 Yalın Üretim Sisteminin Amacı**

Yalın üretimde en önemli nokta israfı ortadan kaldırmaktır. İsrif, ürüne değer kazandırmayan tüm unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Üretimin her aşamasındaki ham madde, yarı mamul ve mamul stokları ile satın alınan, üretilen parça ve mamullerde kalitesizlik en önemli israf unsurları olarak belirlenmiştir. Yalın üretimde, üretimin her aşamasındaki israfı yok edebilmek için iki temel hedef vardır (Çetinkaya K. , 2000).

Bunlar:

- Hammadde, yarı mamul ve mamul düzeyinde sıfır stok
- Satın alınan, üretilen parça ve mamullerde sıfır hata

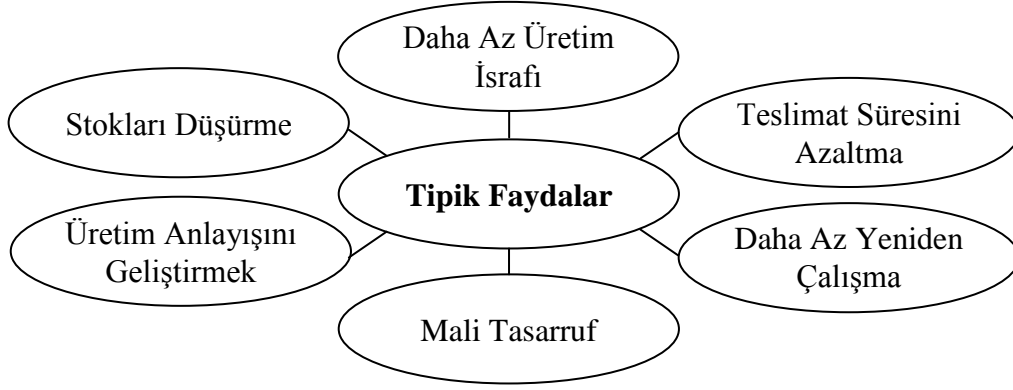
Ancak yukarıdaki iki hedef de optimize edilmiş hedefler olup ulaşılması gerçekte mümkün olmayan hedeflerdir. Burada önemli olan bu iki hedef doğrultusunda sürekli iyileştirme çabalarını arttırmak ve bu yolda israfı yok edip maliyetleri azaltabilmektir (Kadir Ardıç, Dr. Gültekin Yıldız , 2002).

### **2.4 Yalın Üretim Sisteminin Faydaları**

Otomotiv sanayisi gibi süreç odaklı olmayan endüstriler için yalın üretim sisteminin yararları dikkatlice belirtilmiştir (Melton T. , 2005).

Bu yararlar şekil 2.1’de gösterilmiştir.

- Müşteriler için kısa teslim süreleri.
- Üreticiler için azaltılmış stoklar.
- Bilgi yönetimi geliştirme.
- Daha güçlü süreçler (Melton T. , 2005).



Şekil 2.1 : Tipik faydalar (Melton T. , 2005).

## 2.5 Bazı Yalın Üretim Sisteminin Araçları

Japonya'daki Toyota fabrikasının üretiminde bir devrim yaratılmıştır. Batı'nın ancak 1980'lerde farkına varmaya başladığı bu sistem hem felsefesiyle hem de teknikleriyle sanayide yepyeni bir çığır açmıştır.

Yalın üretim araçlarının çoğu, birçok sektörde ve birçok firmada kolaylıkla uygulanabilen mühendislik çalışmalarıdır. Tekniklerin her biri, uygulandığında iyileştirme sağlamakta, sonuçta da para kazandırmaktadır (Leonardo Rivera, F. Frank Chen, 2007).

### 2.5.1 Tam zamanında üretim (JIT)

1982'de Schonberger tarafından sistem şu şekilde ifade edilmiştir; "Tam Zamanında Üretim; fabrika içinde yapılacak parçaların tam zamanında satın alınması, parçaların tam zamanında alt montajlara gönderilmesi, alt montajda işlem gören parçaların tam zamanında son montaja, son montajdan da üretimi ve dağıtımını tamamlanmış olarak müşterilere ulaştırılmasıdır (Schonberger, R.J. , 1988)."

Gottesman tarafından Tam Zamanında Üretim şöyle tanımlanmaktadır: "Tam Zamanında Üretim, sadece gerekli olan parçaların, gerekli olan miktarlarda, gerekli görülen zamanda ve yerde üretilmesidir (Gottesmann, K. , 1991)."

Yalın üretim JIT, kalite sistemleri (Quality Systems), çalışma ekipleri (Work Teams), hücreli üretim (Cellular Manufacturing), tedarikçi firma yönetimi (Supplier Management) vb. gibi tek sistem içinde bütünleştirilmiş bir sürü uygulamayı kapsayan çok boyutlu bir yaklaşımdır. Çok az ya da hiç kayıp olmaksızın müşteri talep miktarına göre yüksek kalitede ürün üretmeye yönelik bu uygulamalar yalın üretimin temel itici gücüdür (Shah, R., and Ward, P.T. , 2003).

Minimum miktarda hammadde, makine, teçhizat, çalışan ve alan kullanarak, müşterinin istediği ürünü, istenen miktarda ve zamanında sağlayan bir üretim sistemidir. JIT'in ana kavramlarını takt zamanına uyum, akan bir üretim sistemi oluşturulması ve çekme sisteminin uygulanması oluşturur (Mercedes Benz Türk A.Ş. 2001).

### **2.5.2 Kanban sistemi**

Kanban sistemi bir üretim çizelgeleme ve envanter kontrol sistemidir. Japonca dan gelen kanbanın bu dildeki anlamı "kart"tır. Kanban sistemi; bir işletmenin her prosesinde ve aynı zamanda işletmeler arasında gerekli zamanda, gerekli miktarlarda, gerekli ürünlerin üretimini uyumlu olarak kontrol eden bir bilgi sistemidir. (Özceylan, E. , 2011).

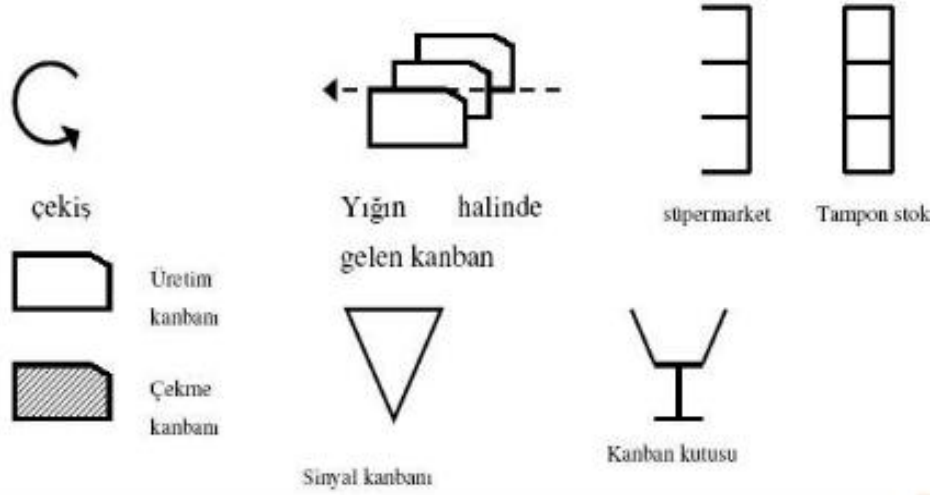
Kanban sistemi, yalın üretim sisteminin üretim kontrolde kullandığı sistemdir. JIT'i uygulama aracıdır. Çekme sistemi olarak da tanımlanan sistemin temel yapısı; bir sonraki operasyonun ihtiyaç duyduğu anda ve miktarda malzemeyi bir önceki operasyondan almasıdır. Takip edecek şekilde, bir önceki operasyonda, bir sonraki operasyonun çektiği kadar üretmektedir. Tüm istasyonların gereksiz üretim yapmalarının önlenmesi hedeflenmektedir. İtme sisteminde ise bir sonraki operasyon, bir önceki operasyondan gelen malzemeleri işlemektedir. Kısaca, talep son montajdan geriye dönük olarak yapılmaktadır [ Url-1].

Kanban sisteminde üretim hattında kullanılacak parça, çalışana mümkün olan en yakın yerde kullanılmak üzere bir kanban kutusu içinde bekler. Hatta çalışan işçi, parça - üretim süresi göz önünde bulundurularak belirlenen - minimum stok miktarının altına düştüğünde kanbanı kutudan çıkararak parçanın üretilmesi ya da tedarik edilebilmesi için gerekli başlangıç emrini vermiş olur. Bu şekilde parça gerektiği zaman, gereken miktarda üretilmeye ya da tedarik edilmeye başlanır, bir önceki iş adımı tetiklenmiş olur (Mercedes Benz Türk A.Ş. 2001).

A. Gideceği Yer	B. Parça Adı		
	C. Parça No	D. Parça Çeşidi	E. Kanban No
İş İstasyonu	F. Gideceği Yer	G. Miktar	H. Kutu No.

Şekil 2.2 : Kanban örneği (Özceylan, E. , 2011).

Kanban sisteminde kullanılan kanban kartları genellikle dikdörtgen biçiminde, plastik karton veya metal olan ve üzerinde belirli bilgileri taşıyan kartlardır Kanban kartlarının içerdiği bilgiler yukarıdaki şekil 2.2’deki gibi sıralanabilir. Kanban sembolleri şekil 2.3’de gösterilmiştir.



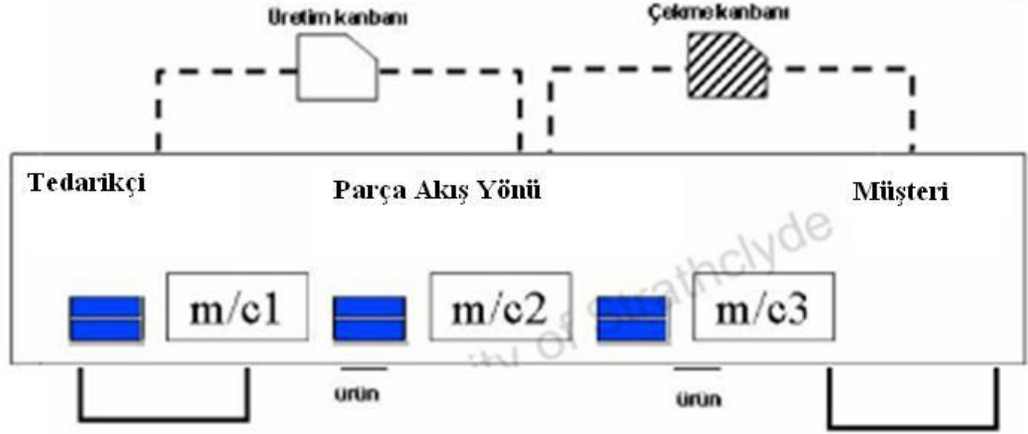
Şekil 2.3 : Değer akış haritalamada kullanılan kanban sembolleri

(Özceylan E. , 2011).

Kanban sistemi, iki ana gruba ayrılır. Bunların ikisi de Toyota Şirketi tarafından geliştirilmiştir. Bunlar:

- Çift Kart Sistemi
- Tek Kart Sistemi





**Şekil 2.4 :** Bir kanban sistemi örneği (Özceylan, E. , 2011).

Tek kartlı kanban, teslimatları çok sıkı kontrol eder. Bundan dolayı, kullanılan iş merkezinde iki parçadan veya bir kaptan daha fazlası bulunamaz ve bu iş merkezine hizmet eden stok noktası elimine edilir. Bu şekilde kullanım noktaları etrafındaki karışıklık ve düzensizliği önlemek tek kartlı kanbana bir avantaj sağlar.

Çift kartlı kanban iki kat daha etkindir. Problemleri çözmek ve göstermek için kanban verimliliğini geliştirme özelliğine sahiptir (Şekil 2.4). Tek kartlı kanban bu özelliği taşımaz. Çünkü verilen bir parça adedinin dolu kaplarının sayısı üzerinde kontrol yoktur. Bu sebeple, tek kartlı kanban kullanan firmalar, verimlilik gelişimlerini diğer yollarla ölçmek zorundadırlar.

Uygulamada genellikle iki tip kanban vardır:

- Çekme Kanbanı ( Withdrawal Kanban )
- Üretim – Sipariş Kanbanı ( Product - Ordering Kanban )

Bunların dışında yaygın olmasa da kullanılan kanban çeşitleri:

- Tedarikçi Kanbanı
- Acil İhtiyaç Kanbanı
- Özel Kanban
- İşaret ( Sinyal ) Kanbanı
- Malzeme Kanbanı

**Çekme kanbanı:** Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça / malzeme çekmek amacı ile kullanılan karttır.

Raf No:A61				Önceki İşlem
Parça No: P 447				
Parça İsmi İskemle Çerçeve B				Çerçeve Hazırlama
				Sonraki İşlem
Kutu	Kapasitesi	Kutu	Çıkarılan	Montaj
10		Tipi : A	No	

**Şekil 2.5 :** Çekme kanban örneği (Özceylan, E. , 2011).

Çekme kanbanı, daha önceden belirlenmiş miktarı önceki istasyonun tampon bölgesinden sonraki istasyonun giriş tampon bölgesine çekilmesi için kullanılır (Şekil 2.5).

Üretim kanbanı: Bu kanban üretim aşamasının üretmesi gereken parçanın cins ve miktarını gösterir. Üretim kanbanının ana fonksiyonu, önceki sürece kartta belirtilen miktar kadarlık bir parçanın üretilmesi için sipariş bırakmaktır. Bu yüzden, bir üretim kanbanı, bir çekme kanbanındaki gibi mevcut parça bilgilerini de içermelidir (Şekil 2.6).

Stok Raf No: F26-18 Parça Arka No:A5-34	Operasyon Talaşlı imalat SB-8
No: 56790-321	
Parça Adı:	
Araba Tipi:Sx50BC	

**Şekil 2.6 :** Üretim kanban örneği (Özceylan, E. , 2011).

Tedarikçi Kanban: Dışarıdan tedarik edilecek parçaların teslimi konusunda taşıeron firmalardan istenen talimatları içeren bir çeşit çekme kanbanıdır (Şekil 2.7). Tedarikçi kanbanında teslim süreleri açık olarak yazılmalıdır. Bazen teslim süresi yerine örneğin, 1.8.2 gibi işaretler konulabilir. Bunun anlamı şudur: Bir günde 8 teslim yapılması gereklidir ve iki kanban gönderildikten sonra ilk hücrede üretim başlatılabilir (Özceylan, E. , 2011).

Diğer kaban çeşitleri ise şekil 2.8'de gösterilmektedir.

Teslim Zamanı	Teslim edilecek depo rafı		Teslim alan firmanın adı
	Parça No.	Araba tipi	
Taşeron firmanın adı	Parça Adı.	Kapı tipi	
Taşeron depo raf no.	Nihai ürün No.	Kapasite	Teslim alan kapı
	Satın alınan parça Kanbanı		

Şekil 2.7 : Tedarikçi kanban örneği (Özceylan, E. , 2011).

Öretim Kanbanı			Hücre ( PROSES)
Depo	Nihai ürün No:		
Parça No.			
Parça Adı:			
Araba Tipi	Kap kapasitesi	Dağıtım No:	

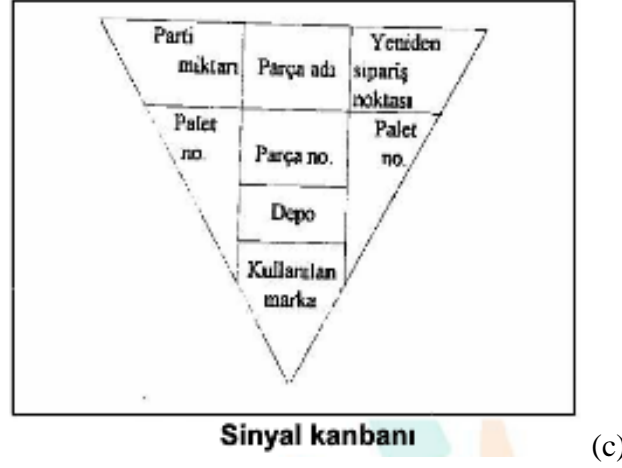
**Acil ihtiyaç kanbanı**

(a)

Öretim Kanbanı			Hücre
Depo	Nihai ürün No:		
Parça No:			
Parça Adı:			
Araba Tipi	Kap Kapasitesi	Dağıtım No:	

**Özel kanban**

(b)



**Şekil 2.8 :** Diğer kanban çeşitleri (a) Acil ihtiyaç kanban (b) Özel kanban (c) sinyal kanban (Özceylan, E. , 2011).

#### Kanban Kuralları:

1. Bir süreç kendinden önceki süreçten gerekli parçaları doğru zamanda ve gerekli miktarda çekmelidir. Ürün üzerine daima kanban yapıştırılmış olmalı, kanban olmadan ve fazla miktarda malzeme çekimine izin verilmemelidir.
2. Önceki proses, sonraki prosesin çekeceği kadar üretim yapmalıdır. Kanban her süreçte günlük üretimi belirleyen bir araçtır ve üretim günlük olarak değiştiğinden üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi şarttır.
3. Süreçler arasındaki stokun sıfırlanması için kanban sayısından fazla üretim yapılmamalı, farklı parçaların üretimi söz konusuysa üretimleri kanbanların geliş sırasına uygun yapılmalıdır.
4. Kusurlu ürün bir sonraki aşamaya geçmemelidir. Ara stoklar çok büyük ölçüde azaltılmış olacağından, hat üzerindeki herhangi bir noktada hatalı ürün olması akışı durduracak ve geri dönüşlere sebep olacaktır. Ancak sıfır hataya ulaşmanın tek yolu budur ve hata tespit edildiğinde derhal müdahale bu amaç için kaçınılmazdır.
5. Kanban sayısı, bir parçanın maksimum stokunu gösterdiğinden minimize edilmeli ve sabit sayıda tutulmalıdır. Talep arttığında kanban sayısının sabit kalması için bekleme zamanlarının azaltılması yani çevrim zamanlarının kısaltılması gerekmektedir (Suzaki, K. 2001).

Kanban sisteminin avantajları;

1. Basit ve anlaşılabilir bir süreç sağlar.
2. Hızlı ve kesin bilgi sağlar.
3. Bilgi iletimi sayesinde düşük maliyetler sağlanır.
4. Değişikliklere hızlı karşılık verme sağlanır.
5. Süreçlerde kapasite fazlası belirlenir.
6. Problemler, hatalar hemen fark edilebilir.
7. Üretim şeffaflaşır.
8. Aşırı üretimi engeller.
9. İsrafi azaltır.
10. Stoklar üzerinde kontrol sağlanır.
11. İstenildiği zaman stok miktarları artırılabilir veya azaltılabilir.
12. Çalışanlara yetki ve sorumluluk verilir (Özceylan, E. , 2011).

Kanban sisteminin dezavantajları;

1. Bazen üretimde uzun süreli duraksamalara neden olur (her ne kadar problemin çözülmesi için durulduğu sanılsa da gereksiz beklemelemlere neden olabilir).
2. Büyük oranda sabittir (değiştirmeniz gerekecek durumlar oluşabilir ya da çevre faktörü değişken olabilir).
3. Yeniden sipariş verme sistemi işletmek için çok pahalı bir sistemdir. Aşırı yanlış parça envanteri üretebilir (Özceylan, E. , 2011).

### **2.5.3 5 S tekniği**

5S; çalışma alanını temiz, düzenli ve amaca uygun biçime sokulması için uygulanan bir toplam kalite tekniğidir. 5S; işletmelerdeki düzen ve disiplini sağlamak için kullanılan hem basit, hem de işletmenin en küçük ayrıntılarının denetimini sağlayan ve diğer iyileştirme çalışmalarının temelini oluşturan bir sistemdir. 5S sistemi iş yerini organize ve standardize eden, sistematik bir yaklaşımdır. 5S teknikleri uygulandığında normalden sapmaları çok hızlı tespit etme yeteneğine kavuşabiliriz ve zaman içinde süreçlerimizdeki gelişmeler devamlılık kazanır. Görsel ve açık bir

şekilde neyin normal olduğunu ortaya koyduğumuzda artık herkes anormal koşulları daha iyi saptayabilecek demektir (Cebeci, U. , 2012).

5S in üreticiye yararları:

1. Azalan makine arızaları
2. Artan verimlilik
3. Azalan israf
4. Azalan ayar zamanları
5. Artan iş güvenliği
6. Yükselen motivasyon
7. Artan kar

5S in müşteriye yararları:

1. Tam zamanında performans
2. Artan dağıtım performansı
3. Düşen fiyat
4. Düşen döngü zamanı
5. İyileşen üretici-müşteri ilişkisi
6. İsteklere karşı hızlanan tepki
7. Artan müşteri taleplerinin karşılanması

5S, iş görenler için yararları:

1. Yaratıcılıklarını sergilemelerine
2. Bakış açılarını genişletmelerine
3. Kendilerini yönetmelerine
4. Alışkanlıklarını gözden geçirmelerine fırsat sağlayan önemli ve güçlü bir araçtır

Diğer faydaları:

1. Sorunlar erken teşhis edilir
2. Keyifle çalışılan ortamlar yaratılır

3. Katılım ve paylaşımı artırır
4. Etkin zaman yönetimine katkı sağlar (Cebeci, U. , 2012).

Japonya’da yanlışlara, kusurlara ve iş yerlerinde yaralanmalara yol açan israfları ortadan kaldıracak bir dizi faaliyeti içeren bir “5 S programı” uygulanır. Bunlar Seiri (sınıflandırma), Seiton (Düzenle), Seiso (Sil), Seiketsu (Standartlaştır) ve Shitsuke (Sürdür) 5S’i oluşturan işlemlerdir (Çapan S. , 1993).

1. Seiri (Sınıflandır) : İşyeri düzenini sağlamak için gerekli gereksiz ayrımı yaptıktan sonra sınıflandırma ve kaynağında müdahale yolu ile artıkların ortadan kaldırılması sağlanır ve genel temizlik uygulanır.
2. Seiton (Stabilize et) : “Her şeyin bir yeri olmalı ve her şey yerli yerinde durmalıdır. Mevcut malzemelerin stoklama amacını içerir. Neyi, nereye ve ne kadar koymalı sorularına yanıt arar. Mevcut durum belirlenir, stokların yerine karar verilir, stoklama metodu tespit edilir, stok yerleri isimlendirilir, malzemelerin üzerine stok yeri işlenir, uygun malzeme çıkarma ve uygulama kuralları belirlenir, stok kayıtları tutulur (Çapan S. , 1993).
3. Seiso (Sil) : Temizlik işlemi çoğu kez kaliteye zarar verebilecek ya da makinede hasara yol açabilecek anormal koşulları ve hata öncesi durumları açığa çıkaracak bir denetleme biçimi olarak işler (Suzaki K. , 2005). Temizlik; sürekli bir dikkat ve kontrol ile iş alanında bulunması gerekmeyen şeyleri ortadan kaldırmaktır. (Selami Çapan, 1993). Düzensizlikler ancak temiz ve düzenli bir ortamda görülebilir (Özçelikel H. , 1994).
4. Seiketsu (Standartlaştır ve Kural koy) : İlk üç S’yi koruyup sürdürmek için sistemler ve prosedürler geliştirir. Standartlaştırma; iş yerindeki görünürlüğü, gözlem ve kontrol kolaylığını ve gerekli faaliyetlerin en hızlı şekilde yapılmasını sağlayarak, iş verimliliğinin sahip olduğu yüksek standartları korumak ve devam ettirmek için elimizde tuttuğumuz bir anahtardır. (Suzaki K. , 2005).

Shitsuke (Sürdür. Öz disiplin geliştir): İstikrarlı bir işyeri sağlamak sürekli bir iyileştirme prosesidir. Eğitim ve disiplin amacıyla yeni alışkanlıklar geliştirmek ve geliştirilen alışkanlıkları korumaktır. Devamlılık sağlanırken yapılan kontrollerde dikkatli olmak gerekir. Çünkü amaç kontrol etmektir. Kontrol etme işlemi bir iş haline dönüştürmek değildir. Dolayısıyla kontrol kısa, kesin ve direkt sonuca ulaşacak şekilde olmalıdır. (Suzaki K. , 2005).





### **3. SMED – TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME**

#### **3.1 SMED'in Doğuşu**

SMED felsefesinin doğuşu 1950 yıllarında olmuştur. Toyo Kogyo'nun Mazda fabrikasında Shingo'nun verimlilik geliştirme çalışmaları sırasında karşılaştığı bir problemin çözümü esnasında bu felsefenin ilk adımları ortaya çıkmıştır. Toyo Kogyo, fabrikada 350 ton, 750 ton ve 800 tonluk preslerde oluşan darboğazların giderilmesini ister. Bunun üzerine Shingo imalattan sorumlu yöneticiyi üretim hattında inceleme yapmak için ikna etmeye uğraşır ve uzun uğraşlar sonunda bunu başarır. Araştırmasının üçüncü gününde 800 tonluk preste kalıp değişim işlemi olduğu esnada eski kalıp yerinden çıkarılmış fakat yeni kalıba uygun olan montaj çubuklarından birinin kayıp olduğu fark edilmiştir. Fakat gerekli montaj çubuğu uzun süre bulunamamıştır. Bulunan metal çubuğun diğer makineye ait çubuk olduğu ve boyunun yeni makineye göre kesildiğini tespit etmiştir. Shingo bunun üzere hazırlık işlerinin iki farklı kısıma ayrılması gerektiğini düşünmüştür. Bunlar:

**İçsel Hazırlık:** Kalıpların bağlanması ve sökülmesi gibi sadece makine durduğunda gerçekleştirilebilen işler.

**Dışsal Hazırlık:** Eski kalıpların depoya götürülmesi veya yeni kalıpların makineye taşınması gibi makine çalışırken yapılabilecek işler.

Shingo daha sonra buna benzer bir hazırlık problemiyle 1957 yazında Hiroşima'da faaliyet gösteren Mitsubishi ağır sanayi tersanesinde karşılaşmıştır. Sorunun dizel motor yatağı planyalayıcısının kapasitesinin altında çalıştığını öğrenmiştir. Yapılan analizler ve görüşmeler doğrultusunda hazırlık işlemlerinin birbirinden ayrılmasına ve yeni bir planya tezgâhının alınmasına karar verilmiştir. Fabrikaya bir sonraki ziyaretinde verimliliğin %40 arttığını ve problemin çözüldüğünü görmüştür.

Shingo, 1969 yılında Toyota Motor İşletmeleri'nin ana fabrikasını ziyaret eder. Burada bölüm yöneticisi olan Sagiura kendisine bin tonluk preslerinin her hazırlık işi için 4 saate ihtiyaçları olduğunu diğer taraftan aynı tür presler için Almanya'nın Volkswagen fabrikasında 2 saatlik kalıp değiştirme süresinin yeterli olduğunu

söylemiştir. Bunun üzerine Shingo, bölüm yöneticileri ve ustabaşlarıyla birlikte önce yaptığı çalışmalardaki gibi içsel hazırlıklarla dışsal hazırlıkları tamamen birbirinden ayırmıştır. 6 ay sonra hazırlık süresini 4 saatten 90 dakikaya indirmeyi başarmıştır. Shingo, daha sonra aynı fabrikayı ziyaret ettiğinde üst yönetiminin Sagiura'ya hazırlık sürelerinin 3 dakikadan az seviyelere düşürülmesini istediğini söyler. Shingo bir süreliğine şaşırır, fakat daha sonra içsel hazırlıkları dışsal hazırlıklara dönüştürmeye karar verir. Böylece hazırlık sırasında makinenin üretken olduğu süre daha fazla olacaktır. Zaten azaltılması istenen hazırlık süresi içsel hazırlık süresidir. Shingo bunun gibi kafasındaki birçok düşünce ile beraber konferans odasına gider ve tahtaya hazırlık sürelerini düşürmek için gereken 8 teknik sıralar. Yeni teknikleri kullanarak 3 aylık özenli çalışma sonunda, 3 dakikalık hedefe ulaşmayı başarmışlardır. Shingo, listelediği tekniklerin bütünü oluşturduğu bu kavrama SMED, "Single Minute Exchange of Dies" Türkçesi, TDKD, "tekli dakikalarda kalıp değiştirme" adını vermiştir. Sonrasında bu kavram bütün Toyota fabrikalarında uygulanmaya başlanmış ve Toyota üretim sisteminin değişmez tekniklerinden biri olmuştur. Günümüzde Japonya'dan dünya çapına kadar uzanmış yaygın bir teknik olmuştur (Shingo, 1985).

### **3.2 SMED Nedir?**

SMED' nin İngilizce açılımı 'Single Minute Exchange of Die' olup Türkçe olarak da 'Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme' anlamına gelmektedir. SMED sistemi teorik olarak hazırlık sürelerini 10 dk.'nın altına düşürmeyi diğer bir deyişle tek haneli dakikalara indirmeyi amaçlayan bir sistemdir.

Günümüzde müşteriler, yüksek kalite, uygun fiyat ve hızlı teslimat ilkelerine göre sadece ihtiyaçları olduğu miktarlar kadar ürün çeşitliliğini isterler. SMED, müşteri ihtiyaçlarının daha az israfı karşılanmasına yardımcı olur (Shingo S. , 1996).

İşletmelerde hazırlık süreleri uzun zaman almaktadır. Hazırlıkların hızlı bir şekilde yapılması işletmelerin küçük partiler halinde üretim yapmasına imkân tanır. Bu durumun birçok avantajları vardır: (Goubergen D. V. ve Landeghemb H. V. , 2002).

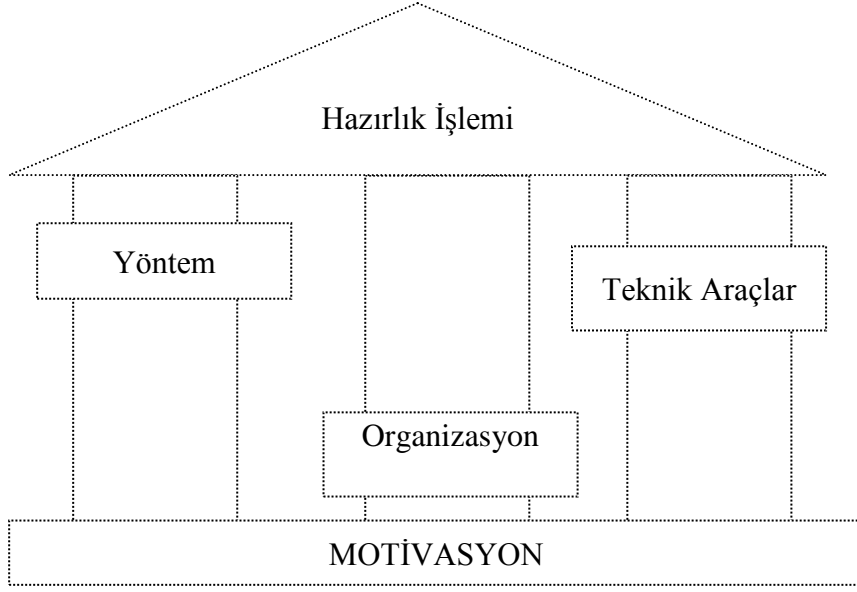
- Esneklik: işletmeler aşırı stok maliyetleri olmadan müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilirler

- Hızlı teslimat: küçük partiler halinde üretim daha kısa temin süreleri ve müşterinin daha az bekletilmesi anlamına gelmektedir.
- Daha iyi kalite: daha az stok yapmak, daha düşük depolamayla ilgili hatalı ürünler anlamına gelmektedir. SMED, hazırlık hatalarını azaltarak, daha düşük oranda hatalı ürün üretilmesine yardımcı olur.
- Yüksek verimlilik: daha kısa değişim süreleri, daha yüksek ekipman verimliliği anlamına gelir (Şekil 3.2).

Van Goubergen de kısa hazırlık sürelerinin sebeplerini üç ana gruba ayırmıştır:

- Esneklik: İşletmeler, artan ürün sayıları ve çeşitlerinden dolayı müşteri ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilmektedir. Bu yüzden eğer küçük parti üretimine ihtiyaç duyuyorsak düşük hazırlık sürelerine ihtiyaç vardır.
- Kapasite darboğazları: Özellikle her makinede kaybedilen her dakika israftır. Mevcut üretim kapasitesini maksimize etmek için hazırlık sürelerini minimize edilmelidir.
- Düşük maliyetler: Üretim maliyetleri makinelerin performansı ile ilgilidir. Toplam ekipman etkinliği (OEE) ile düşürülmüş hazırlık sürelerinin makine performansı üzerindeki etkisi kolaylıkla gösterilebilir (Goubergen D. V. ve Landeghemb H. V. , 2002).

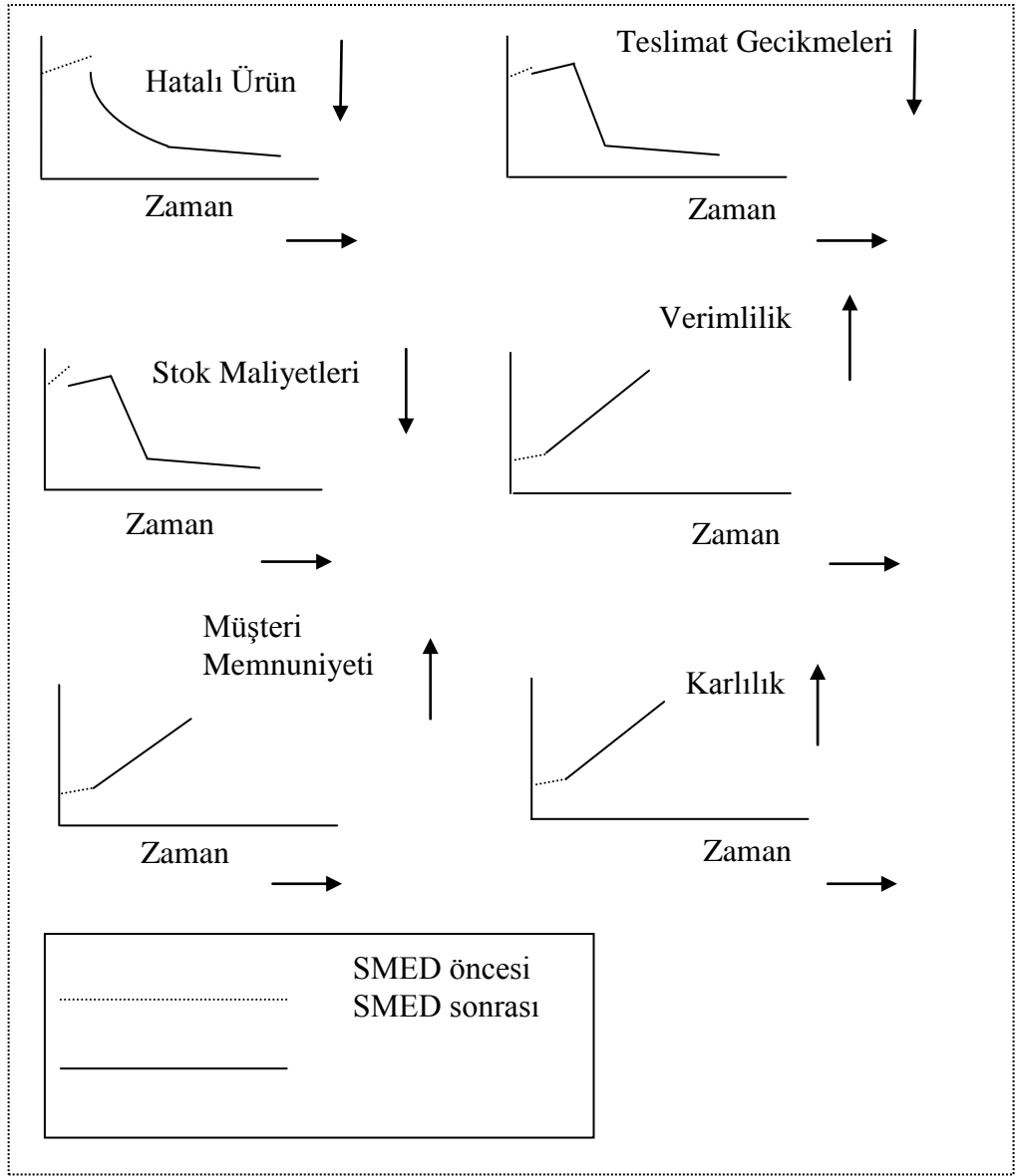
Kaliteli bir hazırlık bir işlemi üç temel faktöre dayanmaktadır. Birincisi kullanılan teknik ekipman ve araçlar, ikincisi iş organizasyonunda kimin, neyi, ne zaman yapacağını belli olması, üçüncüsü ise hangi yöntemin kullanılacağıdır. Bu üç faktörün optimize edilmesi gereklidir. Kaliteli bir hazırlık işlemi için gerekli olan son koşul hazırlık işlemini gerçekleştirecek kişilerin motivasyonunun sağlanmasıdır (Şekil 3.1). Bu kişiler genellikle üretim operatörü veya bazı zamanlarda teknik bakım departmanından gelen makine görevlileridir. Bu kişilerin motivasyonu uygun eğitimlerle sağlanmalıdır (Goubergen D. V. ve Landeghemb H. V. , 2002).



**Şekil 3.1 :** Hazırlık işleminin anahtar elemanları (Goubergen D. V. ve Landeghemb H. V. , 2002).

Hızlı hazırlıklar ile günlük üretim işlerinin daha düzgün bir şekilde gerçekleşmesi SMED'in sonuçlarından biridir. Çünkü;

- Güvenli bir değişim için de basit hazırlık işlemleri ile daha az fiziksel baskı veya yaralanma riski ortaya çıkar.
- Düşük stoklar iş yerinde daha az karmaşa anlamına gelir. Bu durum üretimi daha kolay ve güvenli hale getirir.
- Hazırlık araç ve gereçlerini standardize ve birleşik hale getirmek daha az araç-gereç kullanma anlamına gelir (Shingo S. , 1996).



Şekil 3.2 : SMED ile kısa değişim sürelerinin faydaları (Shingo S. , 1996).

Çizelge 3.1 : SMED öncesi hazırlık sürelerinin oranları (Shingo S. , 1996).

Hazırlık İşlemleri	Smed Öncesi Süre oranı
Çalışma sonrası ayarları ile ilgili hazırlık ve hammaddenin kontrolü, bıçaklar, ayar aletleri, ölçü aletleri vs.	%30
Bıçakların yerleştirilmesi, kaldırılması vs.	%5
Ölçümler, yüklemeler ve kalibrasyonlar	%15
Deneme çalışması ve ayar işlemleri	%50

### 3.3 Hazırlık İşlemi Aşamaları

SMED yaklaşımında amaç, yukarıdaki adımlarda geçen süreleri minimuma indirmektir. Bunu başarabilmek için hazırlık aşamasında, tüm parça ve aletlerin yerli yerinde ve kullanıma hazır olduğundan emin olunmalıdır. Bunu sağlayabilmek için de kullanılmış ve işi bitmiş alet ya da cihazların, tanımlanan yerlerine, temizlenmiş ve kullanılabilir bir şekilde bırakılması gerekmektedir. Bu işlemler makine açıkken yapılabilen işlemlerdir. Parçaların ve aletlerin takılması olan ikinci aşama, makineler kapalıyken gerçekleştirilmektedir. Bu işlem toplam ayar zamanı içerisinde en düşük orana sahiptir, fakat pratik yollar bulunarak işlemler kısaltılabilir (Çizelge 3.1).

Ölçüm ve ayar işlemlerinde genellikle makineler kapatılır, fakat SMED sistemi bu işlemlerin makineler çalışırken yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Son ayar işlemi olan deneme ayar işlemi, yapılan tüm ayar işlemlerinin sonucunun görüldüğü ve toplam zaman içinde en çok payı alan işlemdir. Bu adımın doğru yapılmaması, ürünün doğru üretilmemesi anlamı taşımaktadır. Bu nedenle üzerinde oldukça uğraşılan bir işlemdir. SMED, makine çalıştırılır çalıştırılmaz bu aşamanın iyi ürün verecek şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır. Ayar işlemlerini kolaylaştıracak diğer öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Acar N. , 2002).

### 3.4 Temel SMED İlkeleri

Temel SMED ilkeleri şu şekilde sıralanabilir:

1. İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlemlerle makine çalışırken yapılan işleri saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30-50 arasında tasarruf sağlayabilmektedir. Bunun için; ilk olarak hali hazırdaki uygulamada hangi işler makine durduğunda, hangilerinin makine çalışırken yapıldığı saptanmalıdır. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makine çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, hali hazırda makine durduğu zaman yapılıyorlarsa, bu büyük bir zaman kaybıdır. Bu tür işlemler mutlaka makine çalışırken yapılmalıdır. İlk yapılan bu görece basit değişikliklerle de yetinmemek gerekir. Israrla daha ve daha çok işlemin makine çalışırken yapılabilmesi sağlanmalıdır. Bunun için kalıplar ve kullanılan takımlar

dahil donanımda ne gibi modifikasyon yapılabilir araştırılmalı ve çözümler geliştirilerek uygulamaya geçirilmelidir.

2. Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar kullanılmalıdır. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.
3. Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.
4. Mengene ve bağlayıcıları vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine “armut” şeklindeki deliklere oturtma yöntemini tercih etmek daha doğrudur.
5. Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarısıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta (one-touch setup) yerine oturabileceği “kaset” sistemleri, ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.
6. Kalıpları makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır (Cebeci, U. , 2012).

### **3.5 SMED Uygulamasının Aşamaları**

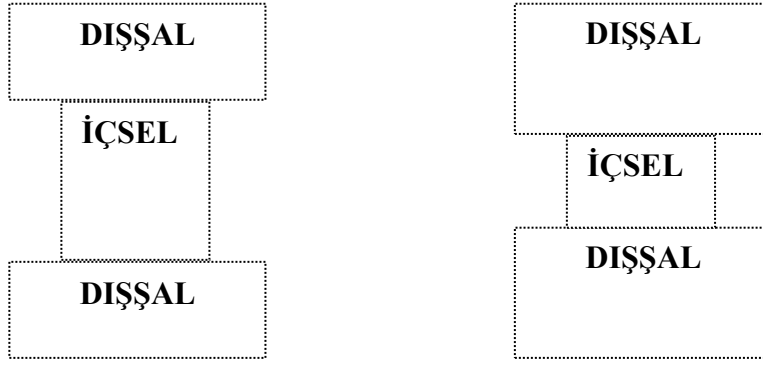
#### **3.5.1 1. Aşama: içsel ve dışsal hazırlıkların birbirinden ayrılması**

Bu aşamada sorulması gereken en önemli soru gerçekleştirilmesi gereken faaliyet için makineyi gerçekten kapamak zorunda mıyım sorusu olmalıdır. Bu soruya

vereceğimiz cevap içsel ve dışsal hazırlıkları birbirinden ayırt etmemize yardımcı olacaktır (Şekil 3.4). Böylelikle hazırlık sürelerinde %30-50 arasında düşüş sağlanabilir (Çakmakcı M. , 2008).

### 3.5.2 2. Aşama: içsel hazırlıkların dışsal hazırlıklara dönüştürülmesi

Tek haneli dakikalarda kalıp değişimi amacına ulaşılması için uygulanması gereken aşamadır (Şekil 3.4). Bu aşamada içsel hazırlık faaliyetleri dışsal hazırlık faaliyetlerine dönüştürülerek toplam çalışma süresi içinde makinenin kapalı durumda kalma süresi azaltılır (Şekil 3.3). Hazırlık aşamasının düzenlenmesi, fonksiyonların standartlaştırılması ve çok fonksiyonlu jiglerin kullanımı bu aşamayı destekleyici faaliyetlerdir (Çakmakcı M. , 2008).



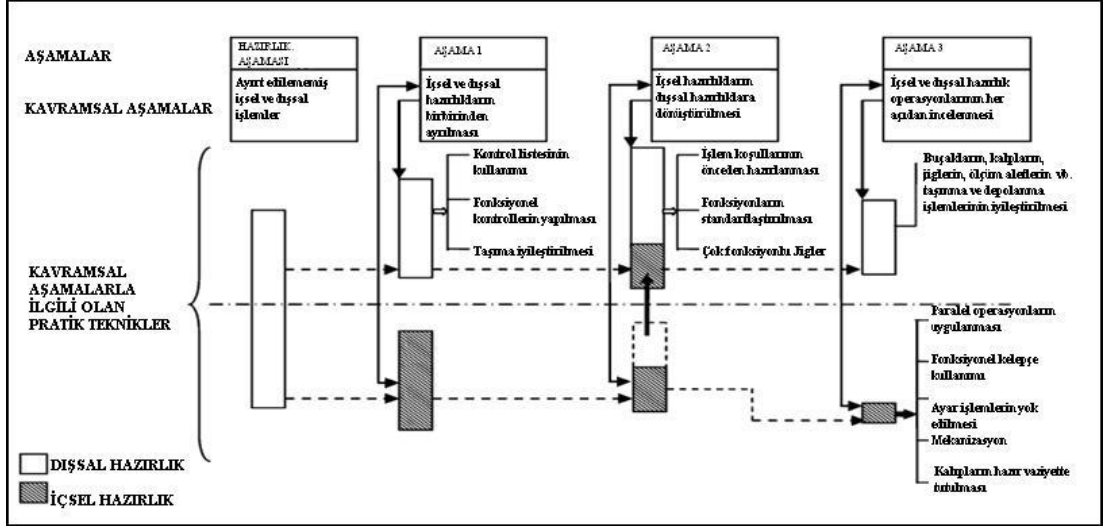
Şekil 3.3 : Mümkün olduğunca içsel işlerin dışsal işlere çevrilmesi

(Çakmakcı M. , 2008).

### 3.5.3 3. Aşama: içsel ve dışsal hazırlık operasyonlarının her açıdan incelenmesi

Bu aşamada daha kısa hazırlık sürelerine ulaşmak için uygulanması gerekli özel teknikler vardır (Şekil 3.4). Paralel operasyonların uygulanması, fonksiyonel kelepçelerin kullanımı, ayar işlemlerinin elemine edilmesi ve mekanizasyon teknikleri hazırlık sürelerini düşürmeye yönelik işlemlerdir (Çakmakcı M. , 2008).





**Şekil 3.4 : SMED'in kavramsal aşamaları ve pratik teknikleri**

(Çakmakkı M. , 2008).

### 3.6 SMED Uygulama Aşamalarının Detayları

#### 3.6.1 İçsel ve dışsal hazırlıkların birbirinden ayrılması

##### 3.6.1.1 Kontrol listesinin kullanımı

Operasyon için gereken tüm parçaları ve aşamaları içeren bir kontrol listesi hazırlanmalıdır.

Hazırlanan bu liste;

- İsimleri
- Özellikleri
- Bıçakların, kalıpların ve diğer malzemelerin sayısını
- Basınç, sıcaklık ve diğer bileşenleri
- Tüm ölçümlerin ve boyutların sayısal değerlerini içerecek şekilde olmalıdır.

Bu tarz hazırlanmış bir liste sayesinde çalışma koşulları iki kez kontrol edilebilir ve böylece çalışma koşullarında oluşabilecek hatanın önüne geçilebilir.

Kontrol tablolarının üzerinde ise hazırlık işlemi için gerekli olan tüm parçaların ve araçların çizimleri bulunmaktadır.

Operatörün bu tabloya sadece göz atması operatöre hangi parçanın eksik olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Bu yöntem son derece etkili görsel kontrol tekniğidir.

### **3.6.1.2 Fonksiyonel kontrollerin yapılması**

Kontrol listesi parçaların olmaları gereken yerde olup olmadıklarını belirlemede yararlıdır, ancak mükemmel şekilde çalışıp çalışmadıkları hakkında bilgi vermezler. Sonuç olarak dışsal hazırlık işlemleri için fonksiyon kontrol listesinin hazırlanması gereklidir.

Bu kontrollerin hatalı yapılması durumunda oluşabilecek ölçü aletlerinin doğru çalışmaması veya jiglerin hassas ölçüm gerçekleştirmemesi içsel hazırlık işlemlerinde kaçınılmaz gecikmelere sebebiyet verir.

Özellikle deneme işlemleri sırasında preslerin ve plastik kalıpların yetersiz tamir edildiği görülmektedir. Bu durumda hazırlık işlemi yapılmış olan kalıbın yeniden söküm işleminin ve tamiratının yapılması istenmeyen bir durumdur ve hazırlık sürelerini aşırı derecede yükseltmektedir.

Tamir işlemleri tam olarak bitmeden üretime geçildiğinde ve bunun sonucunda hatalı ürünler üretildiğinde kalıbın acele bir şekilde sökölüp tekrar tamir edilmesi üretimi aksatmaktadır. İçsel hazırlık işlemleri başlamadan önce tamir işlemlerini bitirmek her zaman çok önemlidir.

### **3.6.1.3 Kalıpları ve diğer parçaları taşıma işlemlerinin iyileştirilmesi**

Parçalar depodan makinenin yanına taşınmalıdır ve sonra parti üretimi bittiğinde tekrar yerine götürülmelidir. Bu işlem dışsal hazırlık işlem prosedürü olmalıdır ve operatörler parçaları makineler çalışırken otomatik olarak kendi kendilerine taşımalıdır.

### **3.6.2 İçsel hazırlıkların dışsal hazırlıklara dönüştürülmesi**

Birinci aşamada makine çalışırken gerçekleştirilebilecek işlemlerle makine kapalı iken gerçekleştirilebilecek işlemler birbirinden ayrılmalıdır. Fakat bu durum içsel hazırlık sürelerini tekli dakikalara indirmek için yeterli değildir. Bunun için içsel hazırlık işlemlerinin dışsal hazırlık işlemlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu durum iki aşamadan oluşur:

- a. Mevcut içsel hazırlık işlemlerine göz atarak her işlemin amacına uygun bir şekilde uygulanıp uygulanmadığına bakılmalıdır.
- b. Bu içsel hazırlık işlemlerinin dışsal hazırlık işlemlerine dönüştürülmesi için gerekli yollar aranmalıdır.

İçsel hazırlıkların dışsal hazırlıklara dönüştürülmesine örnek olarak, döküm kalıbının makineye bağlandıktan sonra değil makine üretime geçmeden önce ısıtılması verilebilir.

### **3.6.2.1 İşlem koşullarının önceden hazırlanması**

İçsel hazırlıklara başlamadan önce gerekli parçaların, aletlerin ve koşulların hazırlanması anlamına gelmektedir. Sıcaklık, basınç veya malzemelerin yeri gibi koşullar genellikle dışsal olarak makine çalışıyor durumda iken hazır hale getirilebilir.

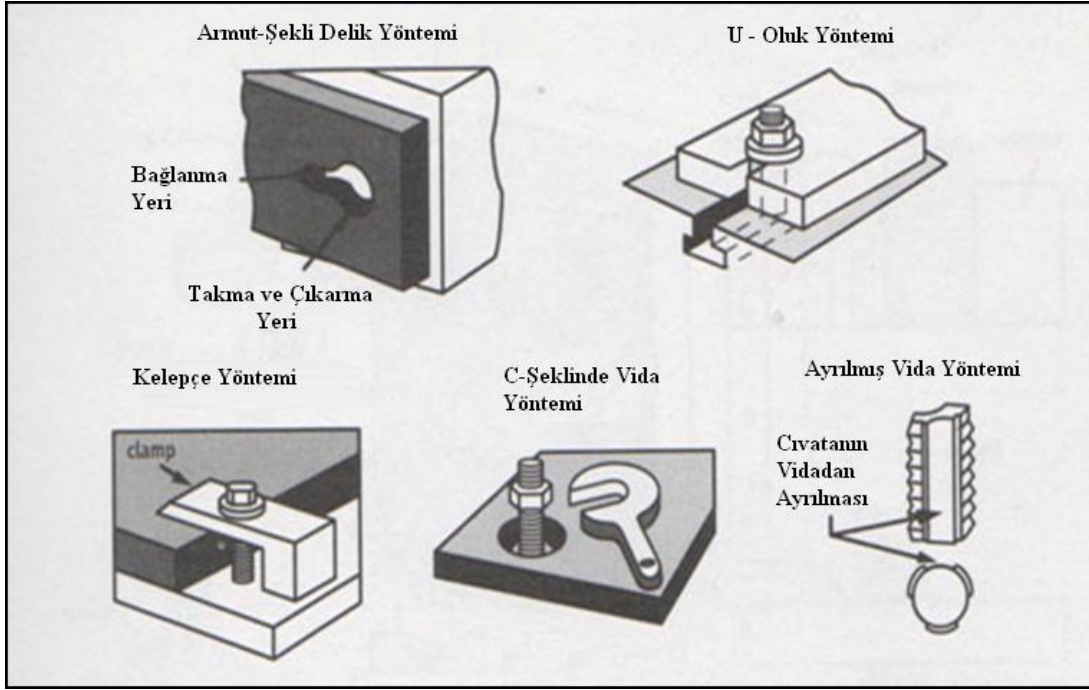
Hazırlık işlemleri için iyileştirme yapılmamış sürece bakıldığında, çalışanların en çok süreyi gerekli aletleri bulmak için harcamaktadırlar. Bu sorunu çözmek adına yalın üretim tekniklerinden 5s uygulaması yapılabilir.

Video çekimleri yapılarak hazırlık süresince var olan işlemler yeniden incelenerek, bu işlemler daha kısa sürede yapılabilecek şekilde düzenlenir.

### **3.6.2.2 Fonksiyonların standartlaştırılması**

Yeni operasyon için kullanılan alet ve makine parçaları bir önceki operasyondan farklı olduğunda operatör değişim işlemi sırasında vakit kaybetmektedir ve bu durum sık sık makinenin kapalı durumda kalmasına sebebiyet vermektedir. Bir operasyondan diğerine geçişte aynı araç gereçlerin standardizasyonuna gitmek içsel hazırlık işlemlerinden kurtulmaya yardımcı olmaktadır. Ürünün şekli ve boyutları ne olursa olsun, standart fonksiyonların bütün kalıp ölçümleri, araçlar ve parçalar için uygulanması maliyetli olmaktadır. Bu durumda hazırlık işlemi için gerekli fonksiyonların standardizasyonuna gidilmesine odaklanılmalıdır. Bu sayede kalıp değişimlerinde yapılacak işlem sayısı ve işlem süreleri düşürülmektedir.

Fonksiyonların standart hale getirilmesi ile ilgili kalıpların; boyutlarında, merkezlenmelerinde, bağlanıp sabitlenmelerinde, makineden sökölme yönlerinde, sıkma gibi özelliklerinde kullanılmaktadır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5 :** Fonksiyonel bağlama yöntemleri (Shingo S. , 1996).

### 3.6.2.3 Çok fonksiyonlu jigler

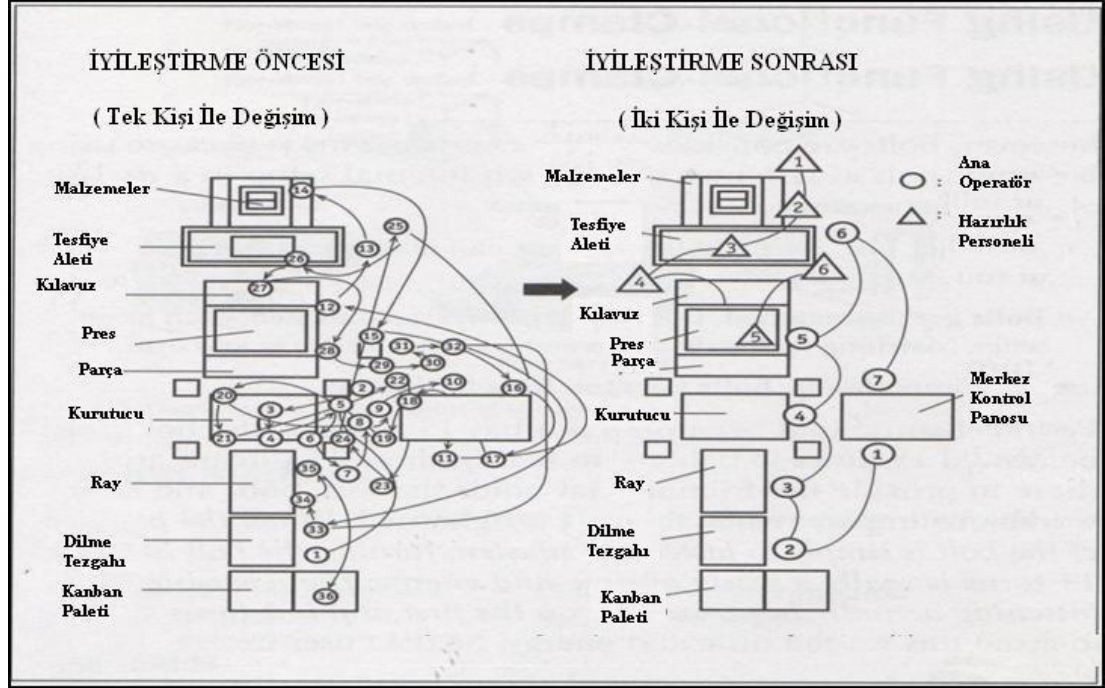
Çok fonksiyonlu jigler içsel hazırlıkları dışsal hazırlıklara dönüştürürken kullanılmaktadır. Çok fonksiyonlu jigler, standart ölçülerde olan bağlama levhaları gibi makinelerden çıkarılabilmektedir. Ayar işlemlerinde en çok kullanılan araçların, çok fonksiyonlu olmasına özen gösterilmelidir. Çok fonksiyonlu jigler birçok kalıba uyum sağlayabilecektir. İlk kalıbın işlem süresi tamamlandığında, çok fonksiyonlu jig yeni kalıba hali hazırda bağlanmış ve merkezlenmiş şekilde hazır olmaktadır. Bu sayede kalıp değişimlerinde, farklı jiglerin ya da kalıpların takılıp çıkarılması işlemi ile kaybedilen sürenin önüne geçilmiş olunacaktır.

### 3.6.3 İçsel ve dışsal hazırlık operasyonlarının her açıdan incelenmesi

#### 3.6.3.1 Paralel operasyonların uygulanması

Geniş presler, plastik kalıp makineleri ve pres dökümler gibi büyük makinelerde hazırlık işlemleri yapılırken operatör makinenin ön ve arka tarafında çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu durumda operatör iki taraf arasında sürekli gidip gelecektir ve bu da zaman kaybı diğer bir deyişle israftır. Ayrıca bu hazırlık sürelerinin de artmasına neden olmaktadır. Hazırlık işlemlerini paralel operasyonlarla her makinede 2 operatöre göre yaptığımızda 12 dakikalık bir işlemin 4 dakikaya inmekte ve gereksiz hareketin önüne geçilebilmektedir. Paralel operasyonların

gerçekleştirilebilmesi hazırlık işlemleri için oluşturulan prosedür listelerinin takip edilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu listeler her operatör için güvenli bir şekilde, bir sonraki işlemin ne olduğu, ne kadar sürede yapılması gerektiğini göstermektedir. Böylelikle herkes hazırlık süresince ne yapması gerektiğini ve bunun için ne kadar süre harcaması gerektiğini bilmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Paralel operasyonlarda iki operatör kullanımı ile kısa hazırlık süreleri

(Shingo S, 1996).

### 3.6.3.2 Fonksiyonel kelepçe kullanımı

Klasik hazırlık işlemlerinde kalıpların makineye bağlanmaları sırasında cıvatalar sık sık kullanılmaktadır. SMED sisteminde cıvatalar bizim düşmanımızdır. Bu yüzden cıvatalar ve somunlar gibi bağlantı elemanlarının kullanımı içsel hazırlık işlemlerini birçok yönden yavaşlatmaktadır. Örneğin;

- Cıvatalar kaybolabilir. Kayıp cıvata ve somunlar yuvarlanarak makinelerin altında görünmeyebilir.
- Cıvatalar doğru eşleşmeyebilir. Cıvatalar tek bir hazırlık işlemi için bile standart değildir. Doğru cıvata ve somunu aramak ve eşleştirmek için fazla zaman alabilir.
- En önemlisi cıvataların sıkılmasının çok uzun zaman almasıdır.

Gereksiz süre ve enerjinin önüne geçmek için SMED fonksiyonel kelepçe isimli aletleri kullanmaktadır. Fonksiyonel kelepçeler nesneleri minimum efor ile yerinde tutmaya yarayan bağlantı araçlarıdır.

Daha hızlı olmak için fonksiyonel kelepçelerin birçoğu makinelerin üzerine bağlı olarak bırakılabilir. Bu sayede kaybolmaların ve yanlış eşleştirmelerin önüne geçilir. Fonksiyonel kelepçe sistemleri aşağıdaki üç yöntemi içerir.

- Tek döndürüş yöntemi
- Tek hareket yöntemi
- Kilitleme yöntemi

### **3.6.3.3 Ayar işlemlerin yok edilmesi**

Daha önceden de açıkladığımız gibi hazırlık işlemlerinin %50'si ayar işlemleri oluşturmaktadır. Ayar işlemlerinin yok edilmesi makinelerin günlük çalışma sürelerinde çok büyük zaman kazancı sağlamaktadır. Deneme çalışmaları ve ayarları yanlış merkezleme, ölçü alma vs. durumlarından dolayı gereklidir. Burada en önemli nokta bağımsız olmayan operasyonların ayar işlemlerinin tanımlanmasıdır. Bunları ortadan kaldırmak için daha önceki aşamalara bakılmalı ve gerekli içsel hazırlık işlemlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Ayar işlemlerin yok edilmesi için iki teknik vardır;

- Sabit sayısal ayarlar
- Görünür merkez hatları ve referans düzlemler

### **3.6.3.4 Mekanizasyon**

Geniş pres kalıplarının, pres döküm kalıplarının ve plastik kalıpların taşınmasında gereklidir. Mekanizasyon aşağıdaki pratik teknikleri içerir;

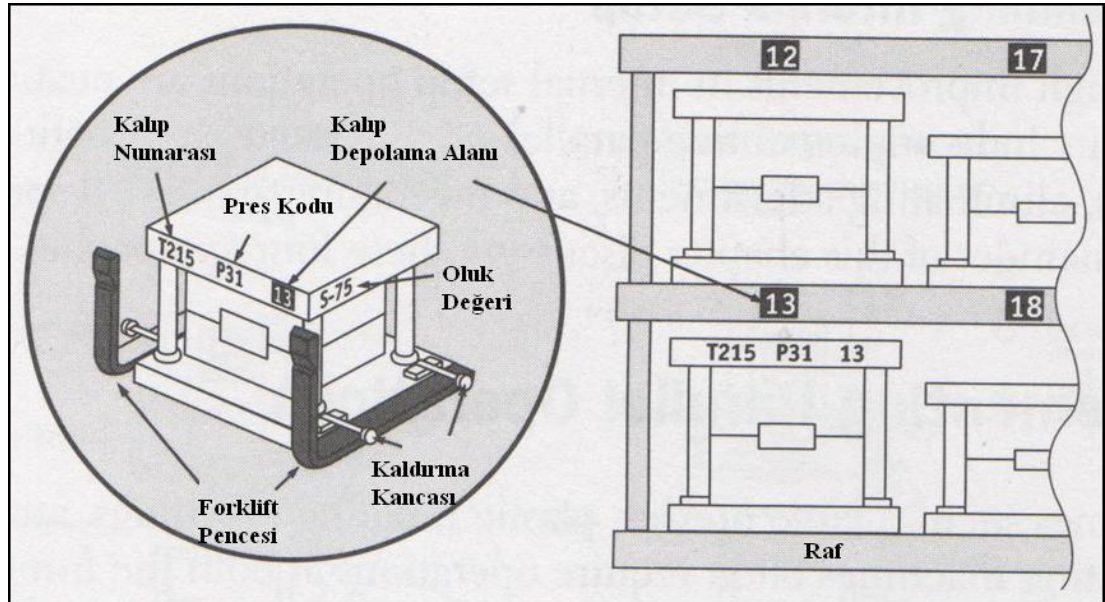
- Makine ilave etmek için forkliflerin kullanılması.
- Ağır kalıpların destek üzerinde (taşıma arabası vs.) aşınması.
- Uzaktan kontrolle kalıpların sıkılması ve gevşetilmesi.
- Sıcaklık ayarları için elektrik sürücülerinin kullanılması.
- Enerjinin preslerden kalıplara taşınması için kullanılması (Shingo, 1985).

### 3.6.3.5 Kalıpların hazır vaziyette tutulması

“Makinelere bağlanacak kalıplar veya diğer teçhizat stok bölgesinde üretime hazır vaziyette bekletilmelidir. Aksi takdirde acilen yapılacak bir hazırlık işleminde kalıp bağlandıktan sonra büyük aksaklıklar ortaya çıkabilir, kalıp üzerindeki onarımların makine dururken yapılması gerekebilir.

Ayrıca kalıplar kolay ulaşılabilir ve kolay tanımlanabilir olmalıdır. Bunun için kalıp stok raflarında ve kalıp üzerinde renk ve numaralarla çok iyi işaretleme ve adresleme yapmakta yarar vardır (Şekil 3.7).

Böyle bir düzen kurulduğunda, doğru kalıbın faal vaziyette, en kısa yoldan ve hazırlık süresine etki etmeyecek biçimde, ihtiyaç duyulan makine başına getirilebilmesi sağlanır (Ersoy A. , 2007).”



Şekil 3.7 : Kalıpların raflara sistematik olarak yerleştirilmesi (Shingo S, 1996).

### 3.6.3.6 Renk faktörünün kullanılması

“Kalıplara ve kalıpların üzerine bağlanacak elemanlara kolay ulaşım için renk faktörünü hiç çekinilmeden kullanılması tavsiye edilmektedir. Makineye bağlandıklarında, kalıplara genellikle basınçlı hava, soğutma suyu (bazı hallerde yad), hidrolik ve elektrik bağlantılarının yapılması gerekir. Bağlantıların makine üzerinde yapılması şart olduğundan, iç hazırlık zamanının önemli bir bölümünü bu tür işlemler alır. İşte bu sırada renk faktörünün hortum, kablo ve bağlanacağı kalıp

bölgelerinde kullanılması ile işi kolaylaştır. Renk faktörünün kullanımı ile yanlış bağlantı yapılması da önlenmiş olur (Ersoy A. ,2007).



## **4. KARAR DESTEK SİSTEMİ**

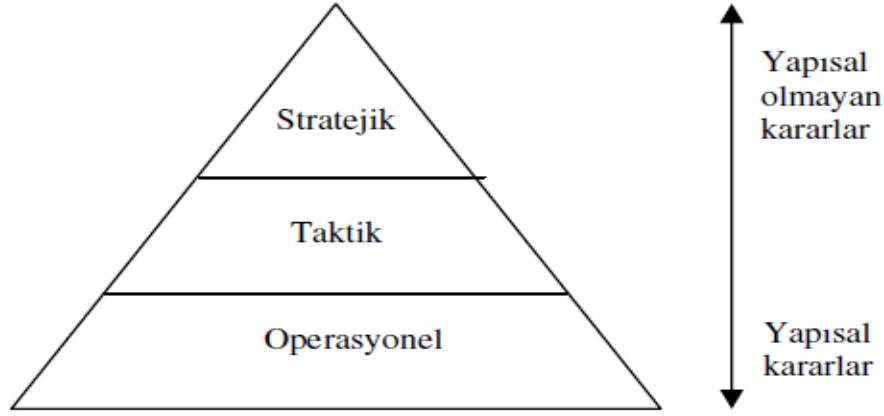
### **4.1 İşletmelerde Karar Vermesinin Önemi**

İşletmelerin başarısında, yöneticiler tarafından verilen kararların rolü çok büyük önem arz etmektedir. Yöneticilerin en önemli görevi, işletme için en doğru kararı, en kısa sürede alabilmektir. İyi bir karar, bilgilerin doğru, güncel ve zamanında üretilebilmesiyle doğru orantılıdır. Karar verme sürecinde gerekli olan tüm bilgiler, bilgi sistemlerince üretilmektedirler.

Karar verme süreci, stratejik, taktik ve operasyonel karar verme seviyeleri olarak ayrılırlar. Bu süreçte yöneticinin ihtiyaç duyduğu bilgiler, kararlar ve sorumluluklar da birbirinden olabildiğine farklıdır. Stratejik karar verme seviyesinde bulunan tepe yönetimi, geleceğe yönelik oldukça yüksek olan kararları verir. Bu kararlar, örgütün amaçlarının belirlenmesi ve bu amaçlara ulaşmak için uzun vadeli planların yapılmasını içerir. Taktik karar verme seviyesindeki yöneticilerin (orta seviye yönetim) aldığı kararlar, stratejik seviyede verilen kararların yerine getirilmesine, kaynakların etkin ve verimli olarak elde edilmesi ve kullanılmasına yöneliktir. Operasyonel karar verme seviyesinde bulunan yöneticilerin (alt seviye yönetim) verdiği kararlar ise taktik seviyede verilen kararların yürütülmesi için gerekli görevlerin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini içerir.

Yönetim seviyelerinin farklı karar tipleri bulunmaktadır. Bunlar yapısal, yarı-yapısal, ve yapısal olmayan kararlar olarak üçe ayrılır (Şekil 4.1). Yapısal kararlar, programlanmış kararlar olarak da telaffuz edilebilir. Bu tip kararlarda, problemler çok iyi tanımlanmıştır, belirlilik seviyesi yüksektir ve karar verici sübjektif bir esnekliğe sahip değildir. Bu tür kararların çoğu, kişiye ihtiyaç duymaksızın, bilgisayarlar tarafından otomatik olarak verilebilen kararlardır. Yapısal olmayan kararlar, programlanmamış kararlar olarak da bilinirler. Bu tip kararlarda, problemler çok iyi tanımlanmamıştır, belirsizlik seviyesi yüksektir ve doğru cevabı bilmenin mutlak bir yolu bulunmamaktadır. Dolayısıyla hiçbir kriter veya kuralın iyi bir çözümü garanti etmediği bu tür kararlar, karar vericinin yargı ve sezgisini kullandığı

ve sübjektif bir esnekliğe sahip olduğu kararlardır. Yarı-yapısal kararlar, yapısal ve yapısal olmayan karar tiplerinin arasında yer almaktadır. Bu tür kararlar, kısmen tanımlı ve belirli olan, kısmen de yöneticinin yargı ve sezgisine dayanan kararlardır (TBD, 2010).



**Şekil 4.1:** Yönetim seviyelerinde karar tipleri (TBD, 2010).

#### **4.2 Karar Verme Sistemi Nedir?**

Yöneticilerin, yönetsel problemlerin aşılması için kantitatif modelleri kullanma çabalarıyla ortaya çıkan karar desteği, ilk J. D. Little ait çalışmasında ortaya konulmuştur. Terim olarak KDS'nin kullanıldığı ilk çalışma ise Gorry ve Scott Morton'a aittir.

KDS'ler, verilecek kararlar ile ilgili veriyi anlayarak daha etkin karar seçenekleri oluştururlar, alternatiflerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi işlevlerine destek sağlayan ve insanların karar vermelerinde yardımcı olan bilgisayar tabanlı bilgi sistemlere denir. Böylece yöneticilerin kendi kararlarının kalitesini geliştirebilmeleri için bilgi eksikliğinin kapatılmasında etkili olurlar ve analitik modeller vasıtasıyla doğru karar verme olasılığını artırır. Karar verici, bir problemin çözümüne katkıda bulunacak kararı verirken mantığını, yargı ve sezgisini de kullanır. KDS'nin amacı, karar vericinin yerini almak ya da ona belli bir sonuç kabul ettirmek değil, çözüm alternatifleri sunabilecek ortamları sağlamaktır. KDS, kullanıcı olan kişiye yarı-yapısal ve yapısal olmayan karar verme süreçlerinde destek sağlamak amacıyla, karar verme modellerine ve verilere kolay erişimi sağlayan bir sistemdir (TBD, 2010).

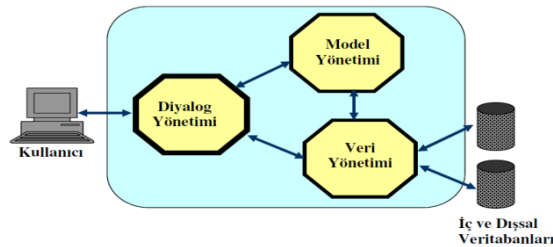
### 4.3 Karar Destek Sistemlerinin Özellikleri

KDS'nin özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

1. Geleceği planlar.
2. Yarı-yapısal ve yapısal olmayan kararın sonuçlandırılmasında kullanılır.
3. Karar vericinin yerine geçmekten ziyade, ona karar vermesinde yardımcı olur.
4. Karar verme sürecinin tüm aşamalarını destekler.
5. Kullanıcının kontrolü altındadır.
6. Veri ve model tabanlarına erişimlidir.
7. Veri inceleme ve çözüm üretmede analitik modeller kullanır.
8. Kullanıcı etkileşimlidir.
9. Yoğun olarak stratejik ve taktik düzeydeki yöneticiler için, gerektiğinde düzeyler arası bütünleşmeye de destek vererek, karar verme desteği sağlar.
10. Birden fazla bağımsız ya da birbirine bağımlı kararlar için destek sağlayabilir.
11. Bireysel, grup tabanlı karar verme desteği sağlar.
12. Kullanım kolaylığı sağlar.
13. Değişen şartlara ve karar durumlarına uyum sağlayabilecek esnekliktedir.
14. Düzensiz ve planlanmamış zaman aralıklarında kullanılabilir (TBD, 2010).

### 4.4 KDS'nin Temel Bileşenleri

Tipik bir KDS, veri yönetimi, model yönetimi ve diyalog yönetimi olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu temel bileşenler ve etkileşimleri şematik olarak şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.2 : Karar destek sistemi yapısı (TBD, 2010).

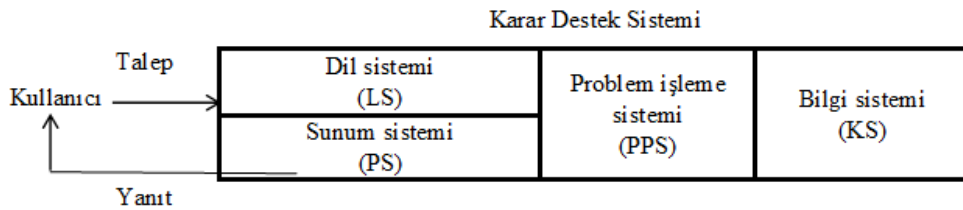
Veri yönetimi, karar vericinin belli bir kararı verebilmesi için, ilgili ve gerekli verinin getirilmesi, saklanması ve organize edilmesiyle ilgili değişik faaliyetlerin yerine getirildiği bir KDS bileşenidir. Veri yönetimi gerekli veriyi barındıran ve Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS) de denen yazılım tarafından yönetilen veritabanlarını kapsar. KDS veritabanı, bir kişisel bilgisayara yerleştirilecek kadar küçük bir veritabanı ya da çok büyük veri ambarı şeklinde olabilir. KDS veritabanı, örgütün içerisindeki birçok uygulamalardan, dışarıdan (Pazar araştırması verisi gibi) ya da kişi ya da gruplardan elde edilen geçmiş ve mevcut verilerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Veri tabanı, bütünlük halinde bulunan veriler bütünüdür ve verilerin en kolay şekilde çağırılmasını sağlayacak şekilde organize edilmiştir. Veri tabanının yapısı, işletmenin ihtiyaçlarına cevap verebilmeli ve birden çok kullanıcının aynı anda erişimine ve birden çok işlemin yapılmasına imkân sağlamalıdır. Veritabanı yönetim sistemi, dosyalar ve veri tabanlarında organize edilen çok sayıdaki verinin idare edilmesini sağlar. Kullanıcının, bir sorgulama dili vasıtasıyla veritabanıyla etkileşerek arzu ettiği verileri yakalayabilmesi, bu sistem sayesinde olmaktadır. Model yönetimi, KDS için analitik yetenek sağlayan değişik sayısal modellerin getirilmesi, saklanması ve organize edilmesiyle ilgili faaliyetlerin yerine getirildiği bir KDS bileşenidir. Bu bileşenin iki önemli alt sistemi; model tabanı ve model tabanı yönetim sistemidir. Model tabanı veritabanının modelleme bölümüdür. KDS veri tabanı KDS verilerini tutarken, model tabanı, KDS'nin değişik analizler yapması için kullandığı çeşitli istatistiksel, finansal, matematiksel ve diğer kantitatif modelleri içermektedir. Model tabanı yönetim sistemi, analitik araç gruplarının idare edilmesinde kullanılır. Bu sistem, veri ve önemli parametrelerin modellere girişini kolaylaştırdığı gibi, değişik modellere kolayca erişimi ve birden fazla modelin sıralı işlemlerini de sağlayabilir. Ayrıca, kullanıcılara belli önceliklerin gösterilmesi için modellerin değiştirmesine de izin verir. Diyalog Yönetimi/Kullanıcı Ara yüzü, kullanıcı ile KDS'nin iletişimini sağlayan KDS bileşenidir. Kullanıcının sistemle doğrudan temasta bulunduğu tek bileşendir. Kullanıcı ara yüzünün tasarımı ve hayata geçirilmesi, KDS'nin fonksiyonelliği için gerekli bir ögedir. Karar verici, verilere, modellere ve KDS'nin işlevsel bileşenlerine kolaylıkla ulaşabilmeli ve kullanabilmelidir. Kullanıcının KDS iletişiminin kolaylığının, KDS'nin kullanım başarısıyla eş anlamlı olduğu unutulmamalıdır. Kullanıcı, karar destek sistemini yöneten kişidir ve kullanıcı ara yüzü yardımıyla karar destek sistemini yönlendirmektedir. Kullanıcı, karar problemi hakkında karar verici pozisyonundadır.

Ele aldığı problemin gerekleri doğrultusunda karar destek sistemini kullanarak sonuç raporlarından veya tablo analizlerinden hareketle, alternatif çözümler içerisinde en iyiyi bulmaya çalışır. Herhangi bir karar verme süreci analiz edildiğinde, karar vericinin, karar vermekle yükümlü olduğu probleme ilişkin geçmiş deneyimleriyle ve mevcut durumu değerlendirerek seçim yapması gerektiği görülebilir. Bu süreç sonucunda probleme uygulanacak çözüm yöntemi sonucunda, kimi zaman istenmeyen sonuçlar elde edilebilir. Bunun nedeni, probleme ilişkin yeterli bilginin olmaması ya da karar verme sürecindeki yetersizlik olabilir. Karar verme süreci sonunda doğru sonuçlara ulaşabilmek için, probleme ilişkin detaylı bilgiye sahip olunması gerektiği gibi problem üzerinde de deneyime sahip olunması gerekmektedir. Kullanılacak doğru analiz modellerinin seçimi de, KDS'nin başarısı için oldukça önemlidir (TBD, 2010).

Bir karar destek sisteminin dört ana boyutu vardır.

1. Dil sistemi (Language system – LS)
2. Sunum sistemi (Presentation system – PS)
3. Bilgi sistemi (Knowledge system – KS)
4. Problem işleme sistemi (Problem processing system – PPS)

Dil sistemi, karar destek sisteminin aldığı tüm mesajları içerir. Sunum sistemi, karar destek sisteminin yayınlayabileceği tüm mesajları içerir. Bilgi sistemi ise karar destek sisteminin sakladığı ve kaydettiği tüm bilgileri içerir. Bu üç sistem kendi başlarına bir şey yapamazlar. Problem işleme sistemi, karar destek sisteminin yazılım motorudur. Bu sistem sayesinde diğer üç sistem de anlam kazanır. Bu sistem, karar destek sisteminin aktif parçasıdır (Şekil 4.3).



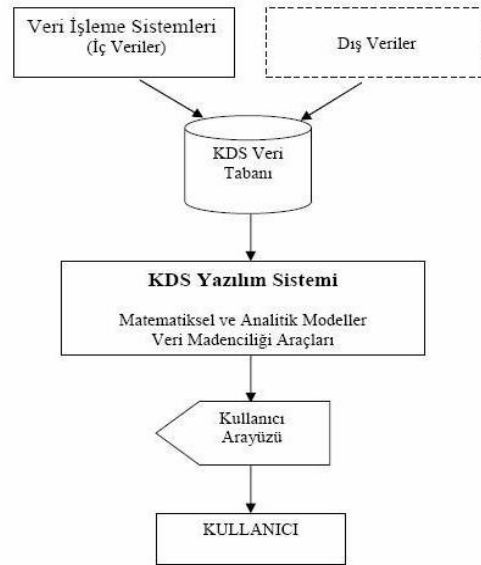
**Şekil 4.3** : Karar destek sistemi genel çerçevesi ( Bilgen, B. , 2007).

Karar destek sistemlerine gösterilen talep ve uygulama artışı aşağıdaki nedenlere bağlıdır:

1. İş dünyasındaki kararlarda karmaşıklık, çeşitlilik ve belirsizlik artığı yöneticileri karar destek sistemlerini kullanmaya zorlamaktadır.
2. Bilgisayar teknolojisindeki ilerleme ve gelişmeler, ayrıca bu yazılım ve donanım bedellerinin düşüşü karar destek sistemlerinin kullanımını kolaylaştırmaktadır.
3. Yeni nesil üst yöneticilerin teknolojik gelişmeler ve bilgisayar kullanımı konusunda daha bilinçli olması bilgi teknolojilerinin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

#### 4.5 Karar Destek Sistemleri Geliştirme Süreci ve Evreleri

Karar Destek Sistemlerinin, kurulacak sisteme uygun temel özelliklerin ve bileşenlerin göz önüne alınarak geliştirilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak üzere de belirli aşamaların adım adım gerçekleştirilmesi, sistemin başarısını etkileyen en önemli etmenler arasındadır. Aslında bu aşamalar diğer yönetim bilişim sistemlerinde de vardır. Bu nedenle KDS'nin yaratılması işleminin ilk adımını amacın, sorunun ve gereksinimlerin belirlenmesi işlemi oluşturacaktır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Karar destek sisteminin bileşenleri ( Bilgen, B. , 2007).

## 4.6 Karar Destek Sistemi Aşamaları

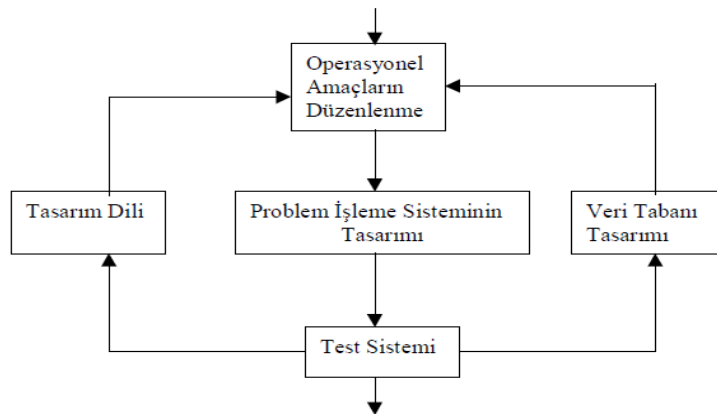
### 4.6.1 Ön tasarım aşaması

Ön tasarım aşamasında, karar destek çalışması için amaçların belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada karar destek sistemini yönlendirecek amaçlar ayrıntılı olarak tanımlanmalıdır. Zeki karar destek sisteminin kurulmasına ilişkin ön tasarım aşaması dört adımdan oluşur. Bunlar;

1. Karar destek çalışmaları için amaçların tanımı,
2. Mevcut kaynakların belirlenmesi,
3. Anahtar kararların belirlenmesi,
4. Modellerin tanımlanmasıdır ( Bilgen, B. , 2007).

### 4.6.2 Tasarım aşaması

Tasarım aşamasında bir önceki aşama olan ön tasarımda belirlenen amaçlar operasyonel özelliklerine göre düzenlenmektedir (Şekil 4.5). Sistem amaçlarının güncel şartlarla sağlanabilecek şekilde belirlenmesi önem taşımaktadır. Bir sonraki adım ise belirlenen amaçlar doğrultusunda verileri işleyecek olan problem çözme sisteminin tasarımıdır. Burada dil arabiriminin seçimi önem taşımaktadır. Seçilen dilin işlemsel olmayan bir dilden seçilmesi, tüm kullanıcılar tarafından kolayca kullanılmasını ve gerektiğinde esnek bir şekilde yönlendirilebilmesini sağlamaktadır (Tokaylı, 2005).



Şekil 4.5 : KDS tasarım aşamaları (Çetinyokuş, 2003).

### **4.6.3 Kurma aşaması**

Bu aşamada, kullanıcının sistem tasarımına aktif bir şekilde katılması, sistem kurulurken; sistemi tamamen tanıması sağlanılacaktır. Kullanıcının sistemi benimsemesi, sistemi organizasyon ve kişisel ihtiyaçları için kullanmasını sağlayacaktır. Böylelikle kullanıcı, güncel işlerinde çok fazla bir değişiklik yapmaksızın bütün işlerinde karar destek sistemini kullanmasını sağlayacaktır.

### **4.6.4 Geliştirme aşaması**

Karar destek sistemi yapısı gereği çeşitli uygulamaların geliştirilmesine açıktır. Bu yapı kullanıcının ve/veya organizasyonun istekleri doğrultusunda geliştirilebilmektedir. Gelişme, bileşenlerin tam olarak oturtulmasına bağlıdır. Bu bileşenlerin birincisi düzenlemelerin tanımlanması, ikincisi ise bu düzenlemeye karşı sistemde meydana gelen değişimlerin tanımlanmasıdır.

## **4.7 Karar Destek Sistemi Türleri**

KDS türlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz.

1. Model Tabanlı KDS (Model-driven DSS)
2. Veri tabanlı KDS (Data-driven DSS)
3. Bilgi tabanlı KDS (Knowledge-driven DSS)
4. İletişim tabanlı KDS (Communications-driven DSS)
5. Doküman tabanlı KDS (Document-driven DSS)

### **4.7.1 Model tabanlı KDS (model-driven DSS)**

Model tabanlı olarak geliştirilmiştir. “şayet ....olursa” (What....if) ve diğer farklı analizlerin yapılması için bazı modeller kullanan, kuruluş bazında bilgi sistemlerinden bağımsız ve tek başına sistemlerdir. Bu sistemler genellikle merkezi bilgi sistemi kontrolü altında olmayan, son kullanıcı bölümler ya da gruplar tarafından kullanılır ve geliştirilir.

Sistemin analiz yetenekleri, modelin kullanımını kolaylaştıracak iyi bir kullanıcı ara yüzüyle birleştirilmesine bağlıdır. Daha çok finans, istatistik, optimizasyon ve



simülasyon modellerinin işlenmesinde kullanılan bu sistemler için geniş veri tabanları gerekli değildir.

#### **4.7.2 Veri tabanlı KDS (data-driven DSS)**

Büyük kurumsal sistemlerde bulunan büyük veri havuzlarını analiz eden sistemlerdir. Bu sistemler, daha önceden büyük miktarlardaki verilerde saklı kalan faydalı bilgilerin çıkarılarak, kullanıcılara karar verme desteği sağlanır. Veri işleme sistemlerinden elde edilen veriler, bu amaç için genellikle veri deposunda veya veri ambarlarında toplanır.

#### **4.7.3 Bilgi tabanlı KDS (knowledge-driven DSS) – Zeki KDS**

Bilgi tabanlı sistemler, zeki davranış gösteren bilgisayar programlarıdır ve bilgisayar biliminin bir dalı olan yapay zekanın bir ürünüdürler. Bilgi tabanlı sistemler, özel amaçlı kullanımlar için tasarlanırlar. Bu özellikleri, bilgi tabanlı sistemlerin gerçek zamanlı ve çok zor işleri yürütmesini mümkün kılar. Bu sistemler uzman bir insanın yaptığı gibi, kullanıcıya bir takım sorular sorarak konsültasyon boyunca, gerekli bilgileri elde eder. Probleme ait tavsiyelerde bulunur ve konsültasyon sonunda karar verebilir. Ayrıca karara nasıl ulaştığını açıklayabilir. Bilgi tabanlı sistemler, iş ortamındaki talepten doğmuştur. Günümüzde birçok büyük firma, banka, sigorta şirketi ve finans kurumu bilgi tabanlı sistemleri kullanmaktadırlar. Ayrıca bir veya daha fazla uzman sistemden oluşur.

Altı çeşit bilgiden söz etmek gereklidir. Bunlar;

1. Tanımlayıcı Bilgi (Descriptive Knowledge)
2. Prosedürel Bilgi (Procedural Knowledge)
3. Muhakemeli Bilgi (Reasoning Knowledge)
4. Dilbilimsel Bilgi (Linguistic Knowledge)
5. Özümsemiş Bilgi (Assimilative Knowledge)
6. Sunulan Bilgi (Presentation Knowledge)

Tanımlayıcı bilgi, ne olduğunu bilmektir. Prosedürel bilgi, nasıl yapıldığını bilmektir. Muhakemeli bilgi ise neden olduğunu bilmektir. Bu üç bilgi türü karar verici için doğrudan ve önceliklidir. Dilbilimsel bilgi, gözlemleri yorumlamak için gereklidir. Özümsemiş bilgi, gözlemlenmiş bir bilgi deposunun içeriğinin

değiştirilmesi için gereklidir. Sunulan bilgi ise çağrı ve duyuru gibi giden mesajlar için gereklidir. Bu üç bilgi çeşidi karar verici için doğrudan etkili değildir ( Bilgen, B. , 2007).

#### 4.7.3.1 Uzman sistemler

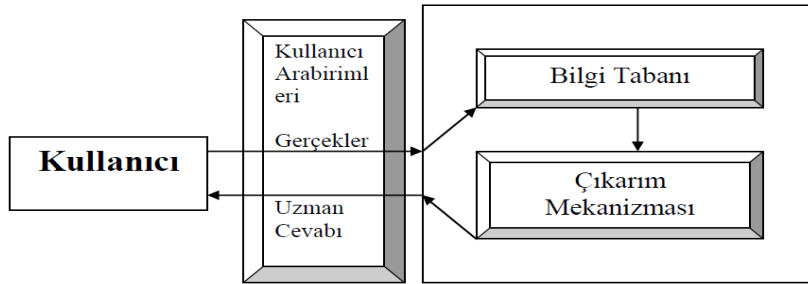
Uzman sistemler bir yapay zeka programlamadır. Genel olarak bir algoritma kullanmazlar, önemli olan veri tabanından çok bilgidir. Kodlamasında ise diğer dillerden farklı olarak Lisp ve Prolog gibi yapay zekâ için tasarlanmış kullanımı kolaylaştırılmıştır. Oysa diğer diller ile de programlanma yapılabilmektedir.

Uzman sistemde bulunması gereken bazı fonksiyonlar vardır. Bunlar problem çözme ve kullanıcıyla ilişkisi olarak adlandırılabilir.

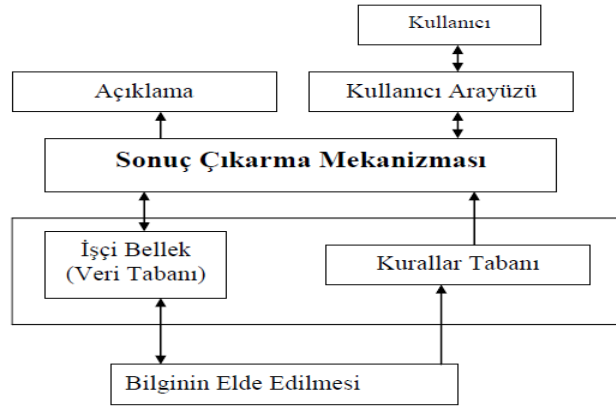
**Problem Çözme:** Belirsizliklerin olduğu ve bir konuda kesin sonuca varılması gereken yerlerde tahminden daha çok problem çözme yeteneğine sahip olmalıdır.

**Kullanıcı İlişkisi:** Kullanıcıdan alacağı bilgiyi alıp, işleme tabi tutup sonra bunu kullanıcıya geri açıklarken anlaşılır olması gerekir (Şekil 4.6).

Tasarlanmış bir uzman sistemde algoritma yoktur. Her zaman bilgiye dayalı işlem yapılır. Bilgi tabanından bilgi çağırılır, işlem yapıp arama gerçekleştikten sonra sonuca varılıp bilgi dahilinde açıklaması yapılır. Daha önceden tasarlanmış bir akış diyagramları, algoritmaları yoktur. İhtiyacı olduğu bilgiye ulaşır ve kullanabilir. Sistem doğru şekilde tasarlanırsa kendini geliştirebilir. Öğrenme yeteneği kazandırılabilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.6 : Uzman sisteminin genel yapısı (Üstkan, S. , 2007 ).



Şekil 4.7 : Uzman sisteminin ayrıntılı olarak yapısı (Üstkan, S. , 2007 ).

#### 4.7.3.2 Uzman sistemin temel yapıtaşları

**Kurallar Belleği:** Uzman sistemin bir sonuca varabilmesi için bilgiyi kullandığı, bilgiyi çağırdığı hafızaya “kurallar belleği” denir. Kurallar genel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Birincisi varsayım, eğer cümlesi ile başlayan ve veya ile kuralları belirten bir cümle yapısıdır. İkincisi ise çıkarım, o halde kelimesi ile başlayarak kuralların oluşturulduğu kısımdır.

**İşçi Bellek:** İşçi belleği veri tabanı olarak da adlandırmamız mümkündür. O ana kadar elde edilmiş bilgi ve özellikleri depolanabilir. İşçi bellek sürekli değişen bilgileri de almaktadır. Bu şekilde dinamik bir yapı oluşturulur. Alt yapısı veri tabanı ile bağlantılıdır.

**Çıkarım Mekanizması:** Elde edilen bilgilerden yeni bilgiler edinmek ve sonuca ulaşmak için çıkarım mekanizması kullanılabilir. Kullanılan yöntemlerden başlıcaları: tümünden gelim, genelden özele, özelden genele, sezgisel, güdüsel, içgüdüsel, deneye dayalı, benzerlik vs. gibi yöntemler kullanılmaktadır.

**Bilginin Elde Edilme Alt Sistemi:** Yeni kurallar bilgi tabanına eklendikçe ve mevcut kurallar güncellenebilmesi için alt sistemlere gerek duyulmaktadır. Bilginin elde edilebileceği çeşitli kaynaklar şu şekildedir:

1. İnsan uzmanlar
2. Genel veri tabanları
3. Matematik modeller
4. Simülasyon programları

## 5. Kullanıcılar ve yaşanan olaylar.

Doğal Dilde Etkileşim Araçları: Bilgiye dayalı sistemlerin çoğunda ilkel bir dil kullanılmaktadır. Hazırlıksız bir kullanıcının sistemde zorluk çekmesi gibi bilgisayar ile iletişim kurmasını da engelleyecektir. Bu durumda bilgisayarda sistemlerin iyi tasarlanması ve dilbilgisi yapısının çok iyi incelenmesi gerekmektedir.

Açıklama Sistemi: Uzman sistem tasarlamanın ya da bir uzman sistemin en büyük avantajlarından biri sonuca vardığı şeyin bir sebebi olması ve bunu açıklayabilmesidir. Nasıl, niçin, neden gibi sorulara mantıklı cevaplar vermesi beklenir.

Arama Yöntemleri: Aranacak bilginin bilgi tabanından çağırılması, çıkarım mekanizması ile etkileşim halinde olmasından dolayı sistemin yavaşlamasına sebep olabilir. Bunlar düşünüldüğü takdirde en uygun yöntem seçilerek programa dahil edilir.

### **4.7.3.3 Uzman sistem çeşitleri**

Bulanık uzman sistemler: Veriler üzerinde akıl yürütme yapan ve kesin bir sonuca varmayan bilgisayar programlarıdır.

Yapay sinir ağları: Giriş ve çıkışları olan birbirleri ile sıkı bir şekilde ilişkilendirilmiş işlem elemanları olup insan beynindeki hücrelerin çalışma prensibini modelleyen bir bilgisayar sistemidir.

Genetik Algoritmalar: Geniş, karmaşık, sayılamayan, çok boyutlu vs problemlerin özellikleri ve ihtimale dayanan arama yapısında bir sistemdir (Üstkan, S. , 2007 ).

### **4.7.3.4 Uzman sistemlerin avantajları:**

1. Üretim Artışı
2. Süreklilik
3. Maliyet Tasarrufu
4. Kalite Düzeyinin Yükselmesi
5. Eğitim Verme
6. Güvenilirlik
7. Tam ve Kesin Olmayan Bilgi ile Çalışabilme

8. Ara Sonuçları Gösterebilme
9. Sonuçlardan Yararlanma (Üstkan, S. , 2007 ).

#### **4.7.3.5 Uzman sistemlerin dezavantajları:**

1. Uzmanlık Bilgisinin Olmayışı
2. Uzmanlardan Bilgi Edilmesindeki Güçlükler
3. Aynı Konuya Uzmanların Farklı Bakış Açıları
4. Dar Alana Yönelik Olması
5. Üst Düzey Yöneticilerin Tutuculuğu
6. Uzmanların Objektif ve Bağımsız Denetim Mekanizmalarının Olmayışı
7. Ortak Terminoloji Olmayışı
8. Maliyet Yüksekliği ve Zaman Fazlalığı
9. Yaratıcılık
10. Öğrenme (Üstkan, S. , 2007 ).

#### **4.7.4 İletişim tabanlı KDS (communications-driven DSS)**

İnsan grupları arasında iletişime olanak sağlar. Bilgi paylaşımını kolaylaştırır. İnsanlar arasında işbirliği ve koordinasyonu destekler. Kullanıcı arabirimi; grup içi iletişim, koordinasyon, paylaşılan bilgi, bağımlı destek, kullanıcı başvuruları ile oluşmuş açık bir çevreden meydana gelmektedir.

#### **4.7.5 Doküman tabanlı KDS (document-driven DSS)**

Kullanılan dokümanlar pek çok formdan oluşabilmektedir. Fakat bunları üç kategoride sınıflandırabiliriz. Yazılı, görsel ve işitsel (Seslendirilmiş). Seslendirilmiş dokümanlara örnek olarak karşılıklı görüşmeler gösterilebilir. Görsel dokümanlar ise, haber klipleri veya televizyon reklamları olabilir. Yazılı raporlar, kataloglar ve müşteriden gelen mektup ya da elektronik postalar yazılı doküman kategorisine girmektedir (Çelik, 2006).



## **5. SMED İÇİN ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMİ YAKLAŞIMI**

### **5.1 Çalışmanın Uygulama Alanı Zeki Karar Destek Sistemi ve Yapay Zeka**

Bir makinenin veya sistemin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneğidir. Başka bir deyişle insanın düşünme yöntemlerini analiz ederek bunların benzeri yapay yönergeleri geliştirmeye çalışmaktır. Zeki karar destek sistemi uzman sistemler aracılığıyla yapay zekâ kullanılırsa insanlar gibi düşünen, insanlar gibi davranan, mantıklı/zeki düşünen sistemler ve mantıklı/zeki davranan bir sistem ortaya çıkar.

Sistem üç ana kategoride inceleme yapar:

**Arama:** Ağaç ve çizge yapıları üzerinden gerçekleşir. Aranılan şey, bir düğüm ya da bir yol olabilir.

**Makine Öğrenmesi:** Ezberleme olgusuyla birlikte gözlem ve araştırma sonuçlarına, gerçeklere ulaşılır ve sisteme öğretilir.

**Bilgi Temsili ve Çıkarsama:** Bir konuyu sembolik olarak ifade etmenin yollarıdır ( Özgöbek Ö. 2010).

### **5.2 Zeki Karar Destek Sistemindeki Uzman Sistem ve SMED**

Zeki karar destek sisteminin SMED için üç ana unsuru söz konusudur.

1. Gerekli verilerin elde edilmesi için sorulması gereken sorular.
2. Verilerin işlenmesi için kullanılacak kurallar .
3. Toplanan verileri kurallar çerçevesinde kullanarak karar verme .

Bu unsunlar öğrenildikten sonra sistemin veritabanına SMED ile ilgili kurallar yüklenir. Hemen sonra bilgisayar üzerinden öğrenime geçilir. İlk önce gerekli program dilinde yazılım gerçekleştirilir ve öğrenme başlatılır. Bundan sonraki safhada problem ile ilgili sorular sorulur. Uzman kişinin verdiği cevap ile sistemin cevabı alınır. İyileştirme durumu göz önüne alınır. Bunun için ise uzman kişinin

cevabı ile sistemin cevabı karşılaştırılır. Geribildirim elde edilip evetse veya hayırsa durumlarında kurallar düzeltilir ( Yılmaz, M.B. , 2008).

Zeki karar destek sistemi problemi aynen bir uzman insan gibi düşünerek çözmeye ve çözdüğü hatayı öğrenerek veri tabanında depolayıp daha önceden öğrendiklerinin bir sonucu olan bilgileri de her hangi bir yapısal değişikliğe uğratmadan, uzman sistemin yapısında bir değişime gereksinim ihtiyaç duyulmamasını sağlamaktadır

Zeki karar destek sistemi, içinde yer alan uzman sistemin alt sistemler ile veritabanına girilmiş bilgi yardımı ve akıl yürütme yöntemleri ile problemleri çözer. Böylece zeki karar destek sistemi herhangi bir problem karşısında karar verirken kullanıcıya yön gösterecek şekilde bilgiler üreten sistem haline gelmiş olur.

Uzman sistemin ana modüllerinden biri olan bilgi tabanı, bilgi mühendisleri ya da endüstri mühendisleri tarafından oluşturulur ve gerçek uzman insanın bilgisini SMED metodunda olduğu gibi kurallara ve stratejilere dönüştürür.

SMED için kurulan bilgi tabanının bileşenleri kurallardan ve gerçekleşen problemlerin ve gerçekleşme ihtimali yüksek olan problemlerin sorularından oluşur. Sistem yapısı aynı kalmak koşulu ile konu kapsamı genişletilebilir ve güncellemeler için eklemeler yapılabilir olmalıdır.

Çalışan belleğinden ve çıkarım mekanizması olarak adlandırılan çıkarım motorundan oluşan ikinci modülü çıkarımı yani evet , hayır yada bilmiyorum için verilecek cevabı gerçekleştirirken hem ileri hem de geriye doğru sonuca varabilen mekanizmadır. Bir başka deyişle geçmişteki olaylardan öğrendiklerini geleceğe uyarlamaya çalışan bir modüldür (Baykal, N. ve Beyan T. 2004).

Zeki karar destek sisteminde yer alan uzman sistemin çıkardığı çıkarımlar açısından değerlendirmelerden kesin sonuç istenirse yapılması gereken tek şey, uzman sistemlerin kalitesi ve kullanılabilirliğinde en etkin rol oynayan bilgi tabanının kalitesini mümkün olduğunca yükseltmektir.

Oluşturulan işçi belliği yani veritabanı değişik tiplerde bilgi barındırabilmelidir. Bu şekilde dinamik bir yapı oluşturulur ve uzman sistemin alt yapısı veri tabanı ile bağlantılı hale gelmiş olur. (Kastal, A. ve Köse, A. O. , 2009) .

Veritabanı düzenlenmiş ve gruplandırılmış bilgiler topluluğudur. Veritabanı yazılımı ise verileri sistematik bir biçimde depolayan yazılımlar olarak adlandırılabilir.



Veritabanının bu bilgiyi verimli ve hızlı bir şekilde yönetme imkânı sunmasının yanında bu bilgileri değiştirme olanağını kullanıcılara sağlamaktadır. Veritabanı, bilgiye dayalı sistemlerin en can alıcı noktasıdır ve etkili kullanmakla değer kazanır. Bilgiye gerekli olduğu zaman ulaşabilmek esastır. Bundan dolayı ilişkisel veritabanı yönetim sistemleri (Relational Database Management Systems) büyük miktarlardaki verilerin güvenli bir şekilde tutulabildiği, bilgilere hızlı erişim imkânlarının sağlandığı, bilgilerin bütünlük içerisinde tutulabildiği ve birden fazla kullanıcıya aynı anda bilgiye erişim imkânının sağlandığı programlardır. Oracle veritabanı da bir ilişkisel veri tabanı yönetim sistemine örnek olarak verilebilir [Url-3].

Veri tabanı yönetimi sistemi ise veri tabanı sistemlerini tanımlamak, yaratmak, kullanmak, değiştirmek ve veri tabanı sistemleri ile ilgili her türlü işletimsel gereksinimleri karşılamak için kullanılan geniş kapsamlı yazılım sistemidir. VTYS, birbirleri ile ilişkili bir veritabanı ve o veri tabanını yöneten programlar topluluğundan oluşmaktadır. VTYS yaklaşımında veri girişi ve depolanması veriye erişen uygulama programlarından bağımsızdır.

Klasik dosya kullanımında ise, kayıt desenleri ve dosya yapılarında ortaya çıkabilecek en ufak bir değişiklik bile uygulama programlarının değiştirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle SMED kurallarından yapılacak bir değişimin sistemde de otomatik ve doğru olarak değişmesi gerekir.

SMED için gerekli olan zeki karar destek sistemlerinde veri tabanı yönetim sistemi kullanılırsa;

1. Gereksiz veri tekrarı önlenir. Tüm uygulamaların gereksinim duyduğu veriler birbirleri ile bütünleşik yapıda olur. Böylece veri kaynağı tek olarak tasarlanmış olunur.
2. Verilerin güvenliği sağlanır. Tüm verilere her kullanıcının kolayca erişebilmesi çoğu zaman istenmeyen bir durumdur. Her kullanıcıya çeşitli yetkiler atanarak, bu kullanıcının erişebileceği, değiştirebileceği ve silebileceği veriler ayrı ayrı tanımlanır.
3. Veri bütünlüğü sağlanır. Burada veri bütünlüğü, verinin doğruluğunu ve tutarlılığını anlatmaktadır.
4. Aynı zamanda yapılan erişimlerde tutarsızlıkların ortaya çıkması önlenir. Yani veri tabanı, iki veya daha fazla kullanıcı aynı anda aynı SMED kuralları veya

soruları üzerinde değişiklik yapmak istediğinde, yetkiye kimin önce eriştiğine bakarak, birine önceliği verir, diğerlerini bekletir.

5. Veriler üzerinde merkezi denetim sağlanır. Kullanıcılar işletim sistemi komutları ya da genel amaçlı programlama dilleri ile yazılmış uygulama programlarını kullanarak doğrudan veri tabanındaki verilere erişemezler ve bu verileri değiştirezemezler. Böylece SMED'teki kuralları ve soruları oluşturan kişi veya kişiler zeki karar destek sistemine bir denetim getirmiş olur ( Altan M. , 2009).

Zeki karar destek sisteminin etkin olabilmesi için bilginin kaynağından alınması gerekir. Bilginin elde edilmesi için kullanılacak birçok yöntem vardır, bunlardan bazıları şunlardan oluşur:

- İşlemsel problemin çözümlü için gereken o anlık bilgi.
- Uzmanın bilemeyeceği ama nerede bulabileceğini bildiği bilgi.
- Tek başına çözümlü olmayan yardımcı unsurlarla desteklenen bilgi.

SMED için uygulanacak zeki karar destek sistemi, bilgilere dayanarak oluşturulan, komplike problemleri çözmek için öğrenme yoluyla karar veren bir bilgisayar programı olarak karşımıza çıkar (Baykal, N. ve Beyan T. 2004).

### **5.3 Zeki Karar Destek Sisteminde Uzman Sistemin Geliştirilmesi**

Bir uzman sistemin yazılması ve geliştirilmesi çok maliyetli ve bir o kadar da zaman alan bir süreçtir. Bu nedenle mümkün olduğu kadar hatalardan kaçınmak için uygun bir uzman sistem çözümlü belirlenmelidir. Çözümlü belirlenmesi bazı aşamalara tabidir. Çözümlü belirlenmesi büyük oranda maliyete bağlıdır ve buradan hareketle maliyet/fayda değerlemesi gerçekçi bir şekilde yapılmalıdır. Oluşabilecek tüm durumlarda bir uzmana ulaşılması mümkün değildir. Eğer, uzman bilgisi her an erişilebilecek bir durumu arz ediyorsa bunun bir uzman sisteme dönüştürülmesi veya uzman sistemin geliştirilmesi uygun değildir (Baykal, N. ve Beyan T. 2004).

Bilgi farklı alanlarda karşılıkları olan bir kavramdır. Bilgi teorisinde veri herhangi bir anlam değeri olmayan bilgi taşıyıcısı ve bilginin temel parçası olarak kabul edilir.

Bilgi kavramının iki farklı anlamı bulunmaktadır. İlk olarak bilgi(information) verilerin işlenip anlam içerecek şekle sokulması olarak açıklanabilir. İkincil olarak ise bilgi kavramı, bilgi/bilinen(knowledge) olarak ifade edilen işlenmiş bilgi içeren

gerçekliğin organize modeli olarak tanımlayabileceğimiz bu kavram öznelik içermektedir.

Bilgi(information) = veri + anlam şeklinde gösterilirken bilinen(knowledge) = bilgi(information) + anlayan şeklinde ortaya konulur. Bu nedenle uzman sistemin geliştirilmesinde öncelikle yeni eklenecek bilgilerin türleri belirlenmelidir. Bilgi türleri belirlendikten sonra bilginin kaynakları da titizlikle seçilmesi gerekir. Bu kaynaklar;

1. Aktif İnsan Uzmanlığı: Problem alanında aktif olarak problem çözümü yapan uzmandan bilgi ediniminin mümkün olmasıdır.
2. Gizli Uzmanlık: Bilgiyi basılı malzeme şeklinde edinmenin mümkün olmasıdır.

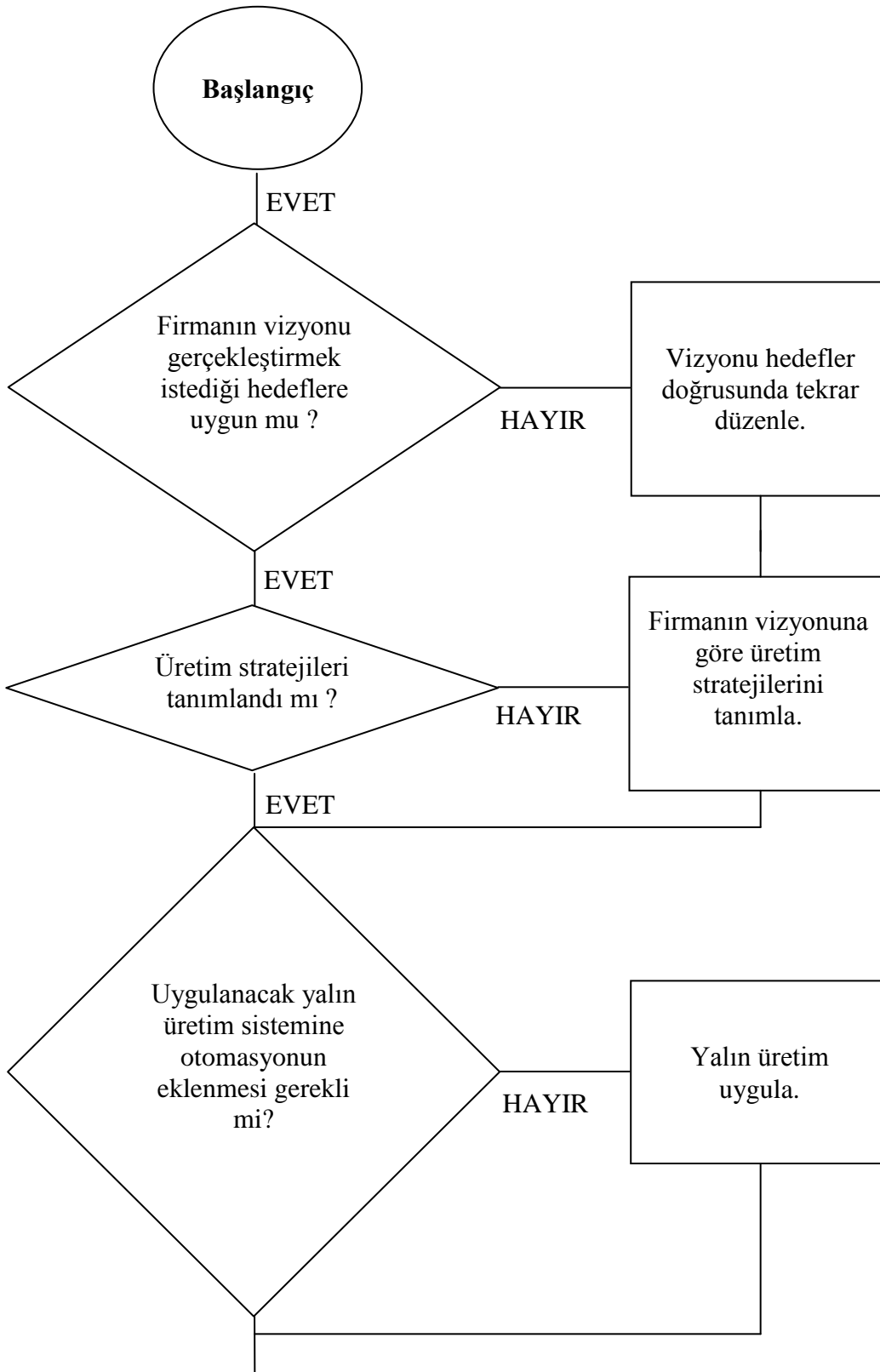
Amaç uzmanlık hakkındaki bilgi yani en üst bilgi olan meta-bilgiye ulaşmaktır. Böylece uzman sistemindeki eski bilgiler güncellenerek gelişim sağlanılır. Bilgi entegrasyonu başarılı bir şekilde gerçekleştirildikten sonra zeki karar destek sisteminin SMED tekniğindeki uygulama durumuna göre uzman sistemin artırılıp arttırılmayacağına bakılır. Bulanık uzman sistemler, yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar çeşitleri göz önüne alınarak mevcut durumun gelişimine dikkat edilir. (Kastal, A. ve Köse, A. O. , 2009) .

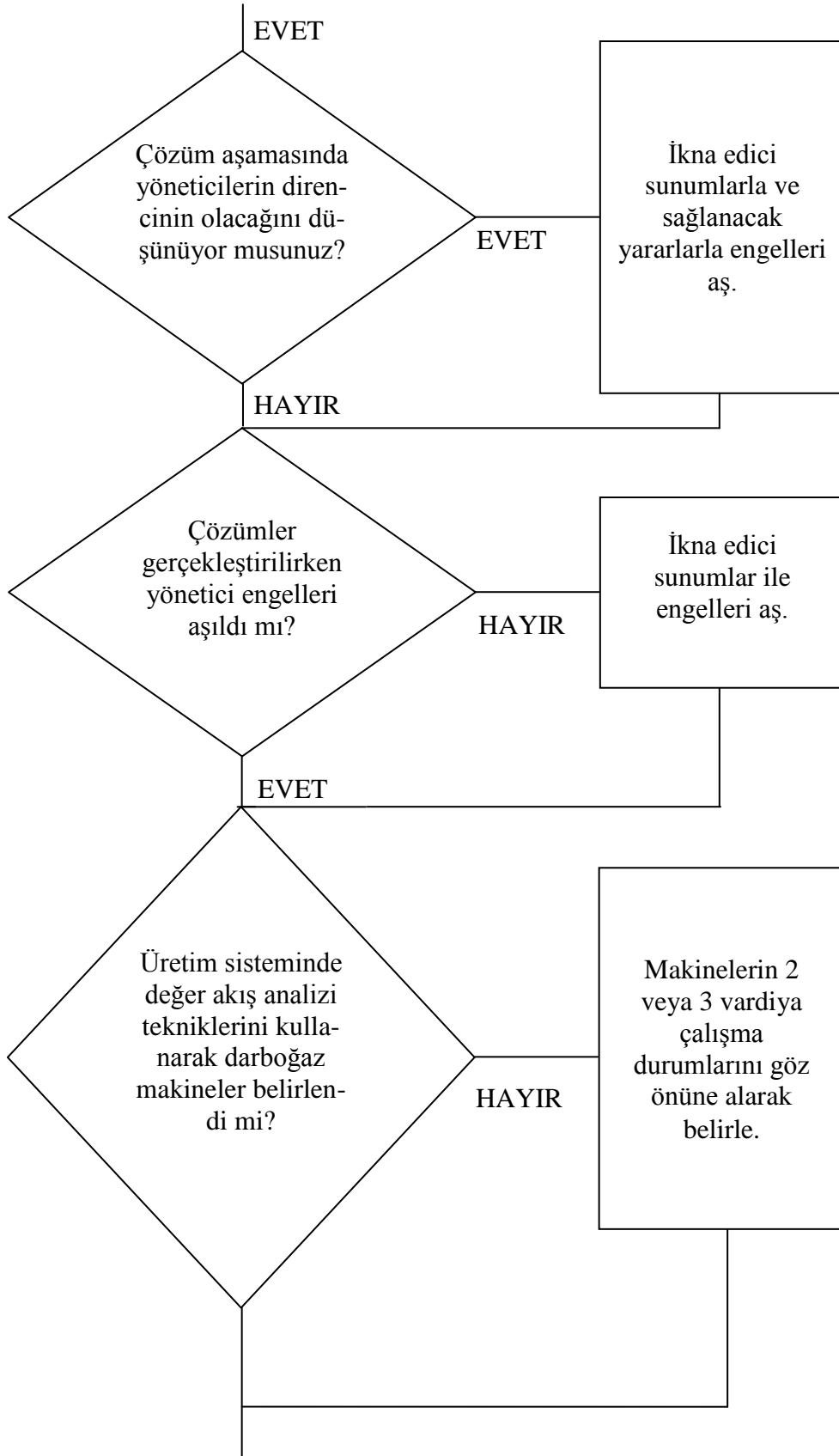
Bulanık Mantık (Fuzzy Logic), sonucun sadece 0 veya 1 değil, 0'la 1 arasındaki diğer sayıların da olabileceğini anlatır. Normal program: Temel girdiler → Program → Sabit bir sonuç ortaya koyarken bulanık mantık, sayısı belli olmayan veri yığını → Program → Girdilere ve varsayıma göre değişken bir veya birden fazla sonuç çıkarır.

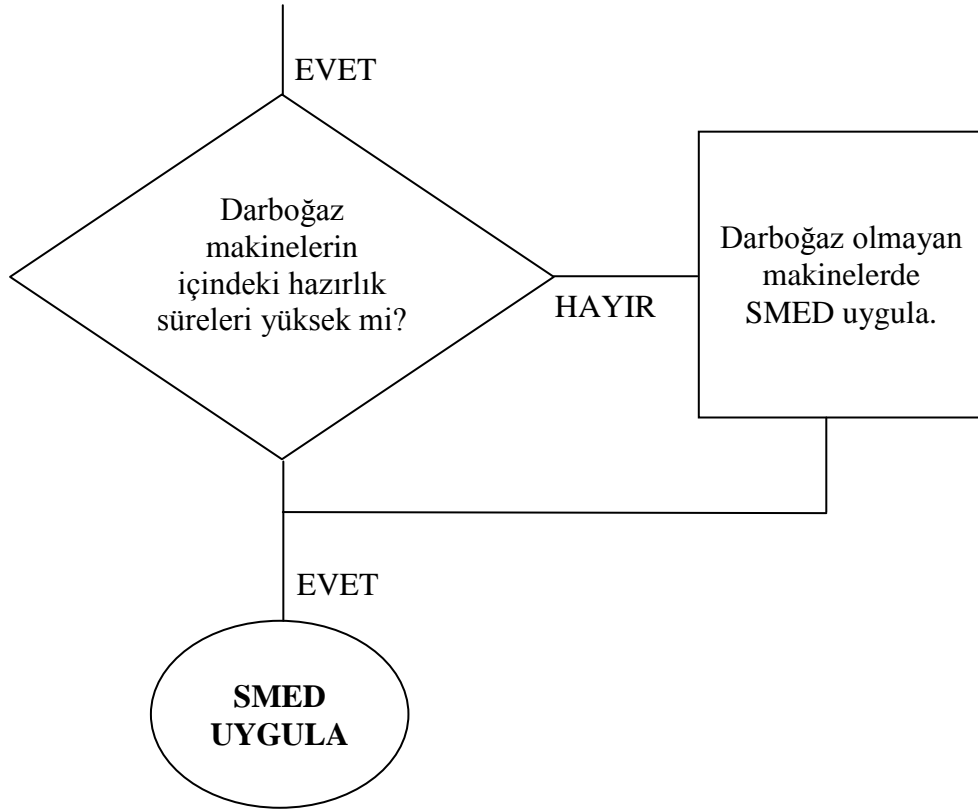
Yapay Sinir Ağları, insan beynindeki sinir hücrelerinin işleme mantığından yola çıkılarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Biyolojik sinir ağlarını daha iyi anlamak ya da problem çözmek için kullanılabilir. Tahminleme, sınıflama, optimizasyon ya da kontrol teorisinde kullanılabilir.

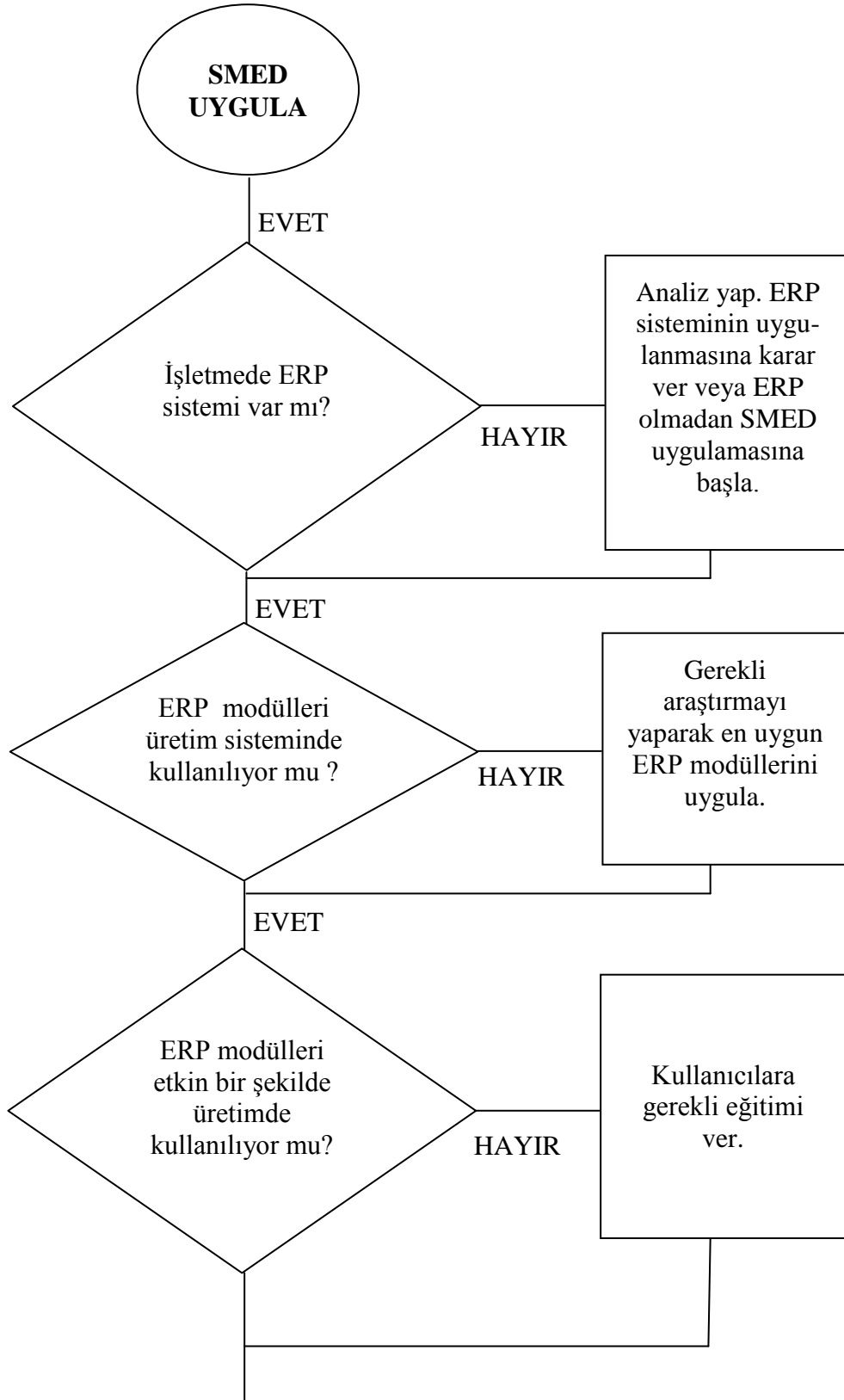
Genetik Algoritmalar, problemlerin çözümü için evrimsel süreci bilgisayar ortamında taklit ederler. Genetik algoritmalar problemlerin çözümünü parametrelerin değerleriyle değil, kodlarıyla arar. Parametreler kodlanabildiği sürece çözüm üretilebilir. Bu sebeple genetik algoritmalar ne yaptığı konusunda bilgi içermez, nasıl yaptığını bilir ( Özgöbek Ö. 2010).

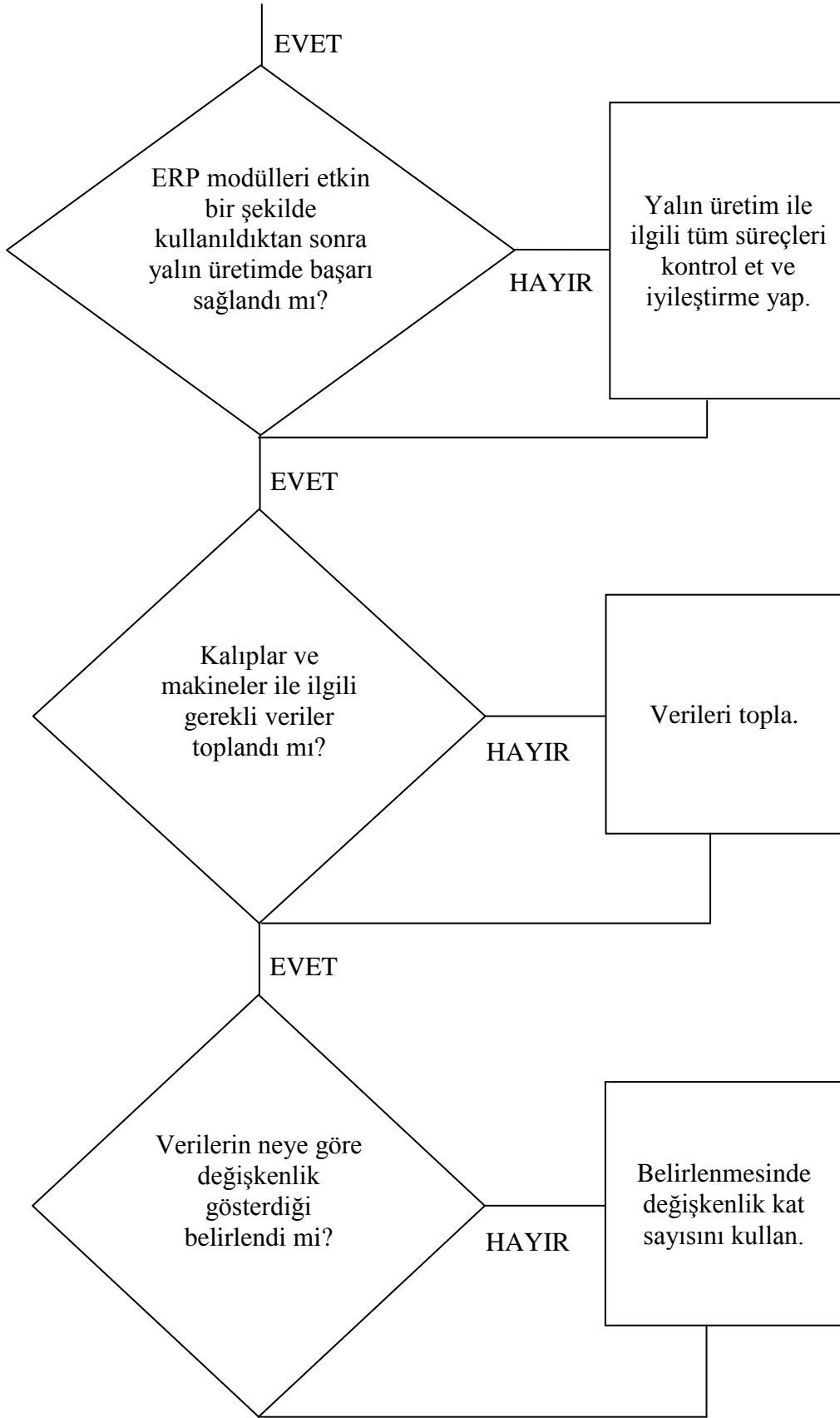
#### 5.4 Zeki Karar Destek Sistemi ve SMED Kuralları ile Soruları



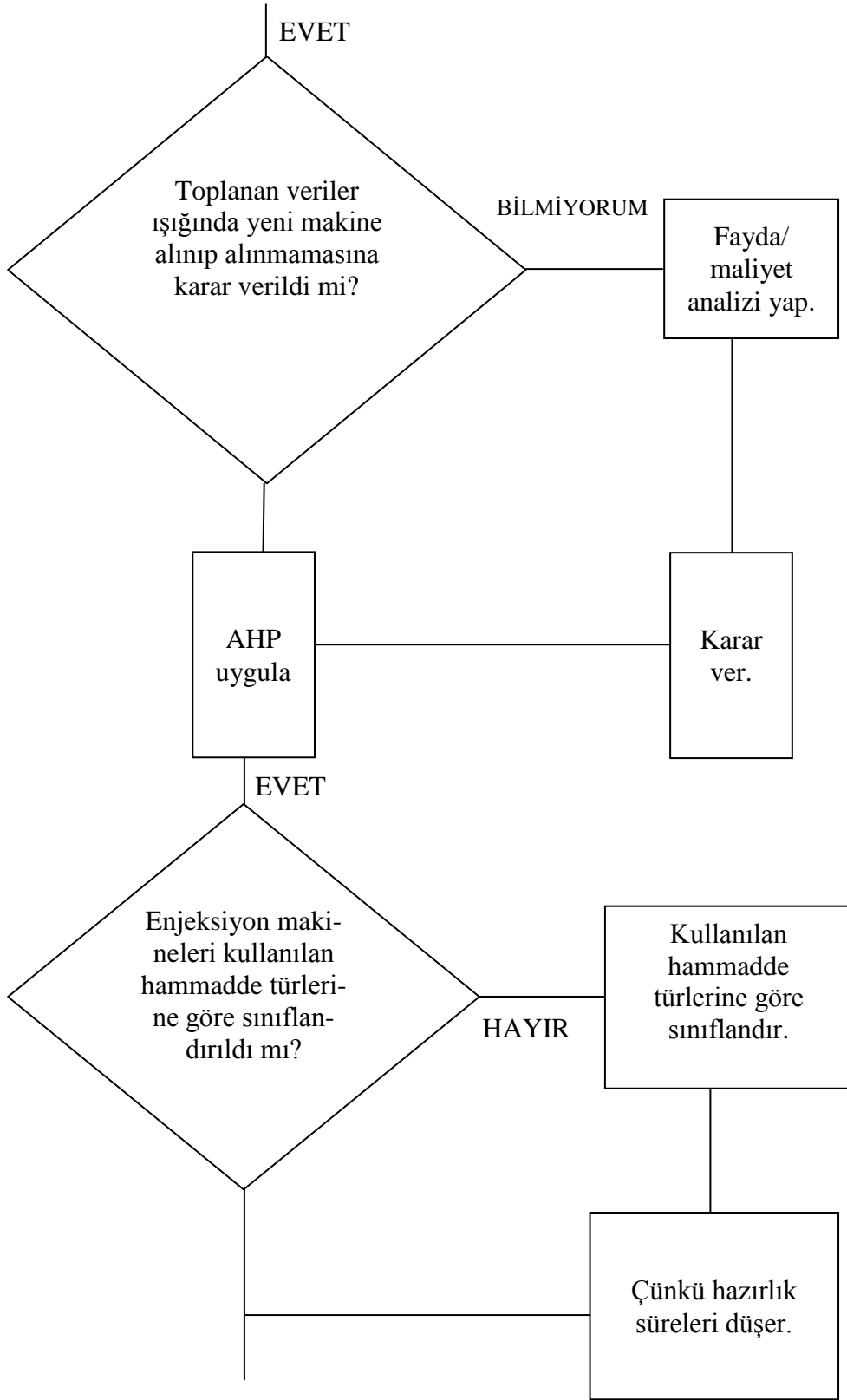


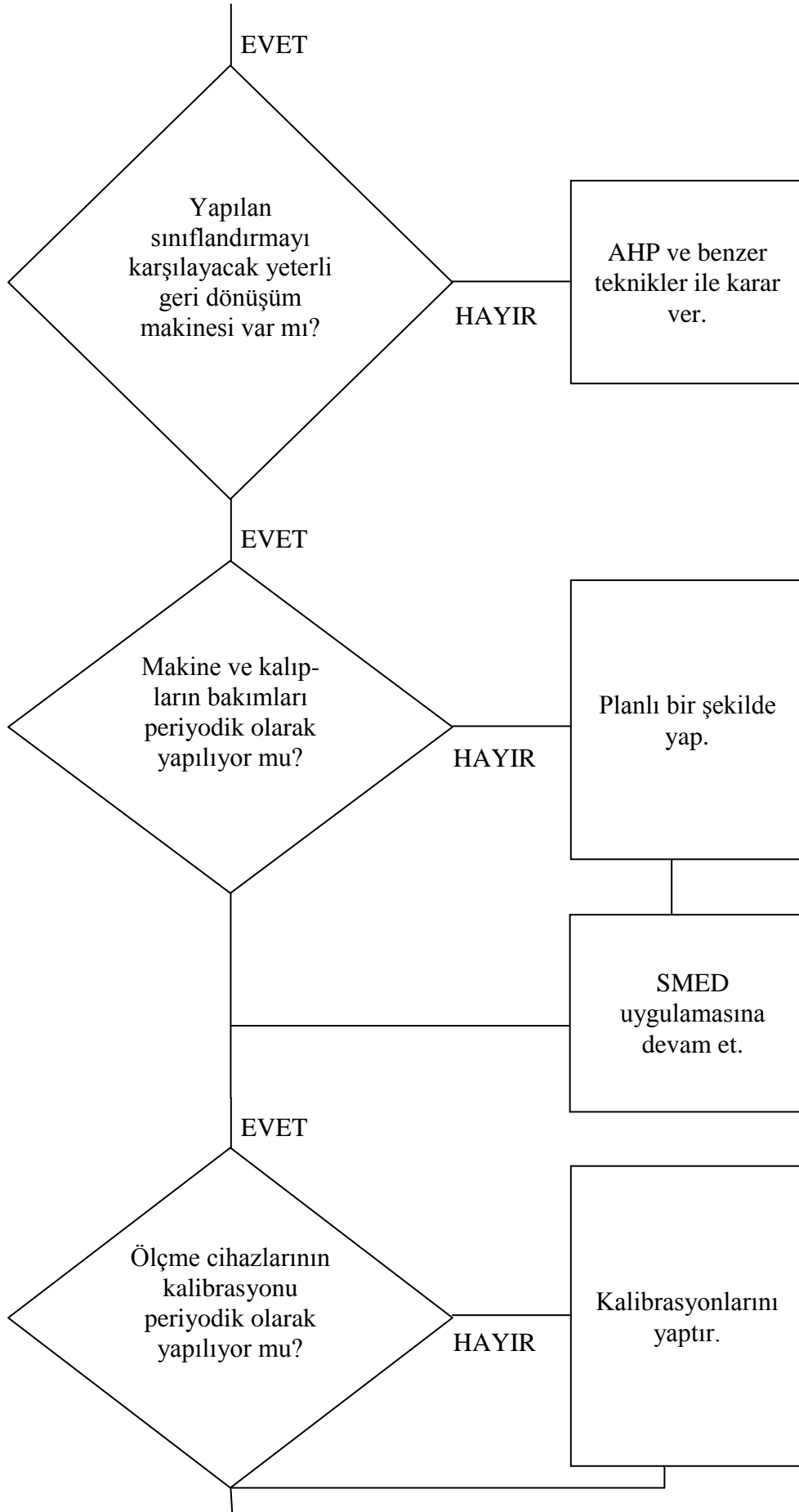


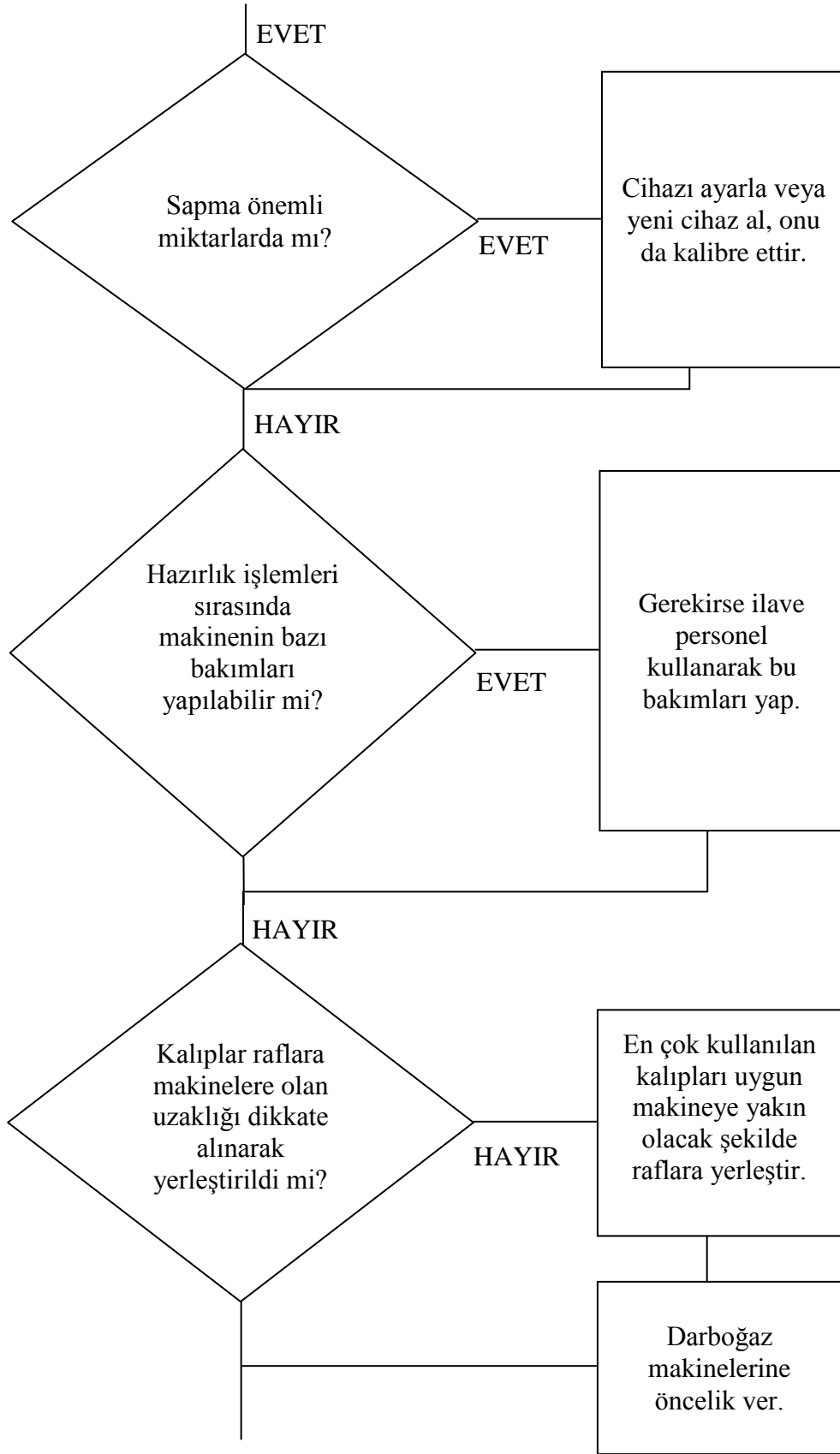


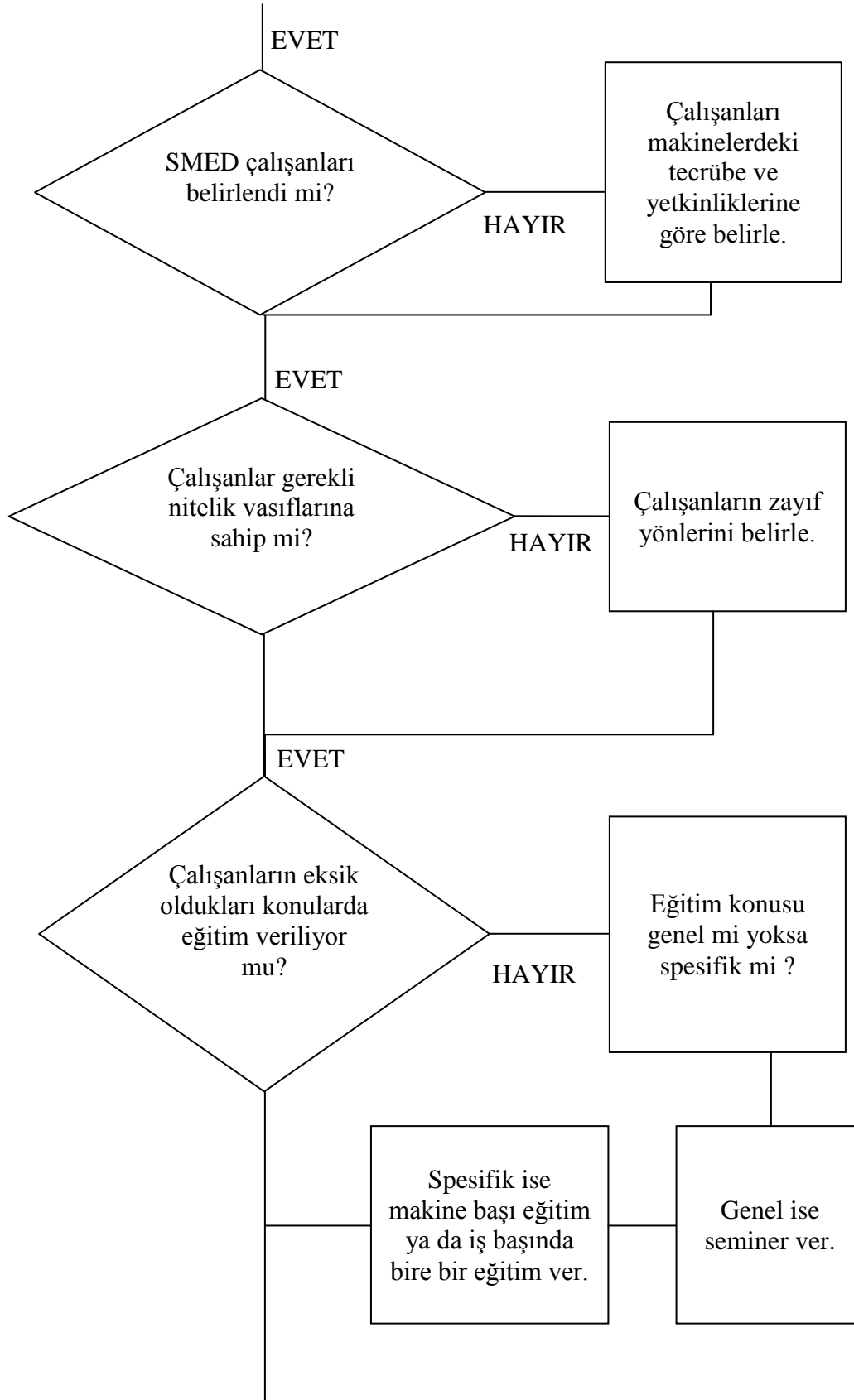


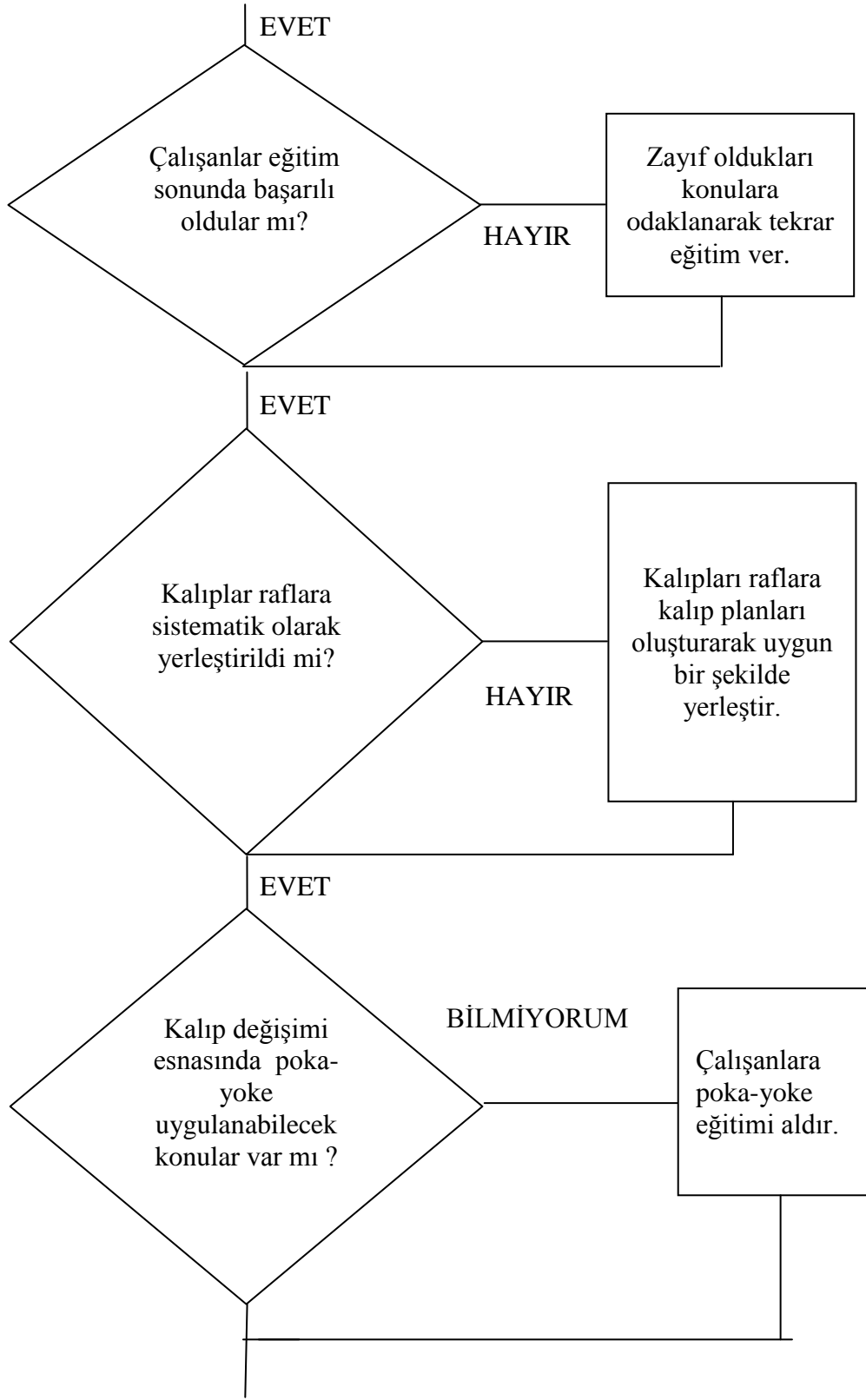


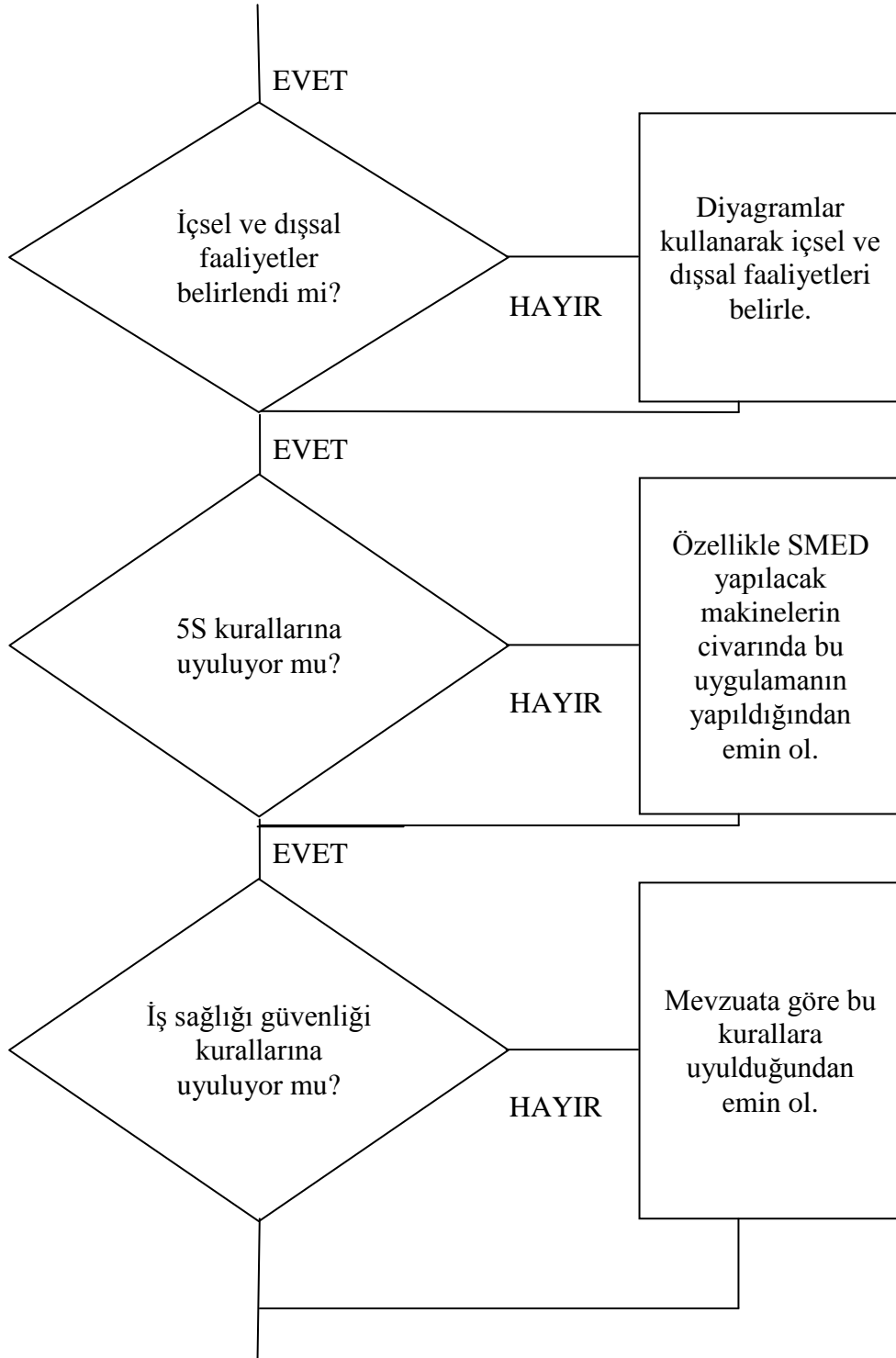


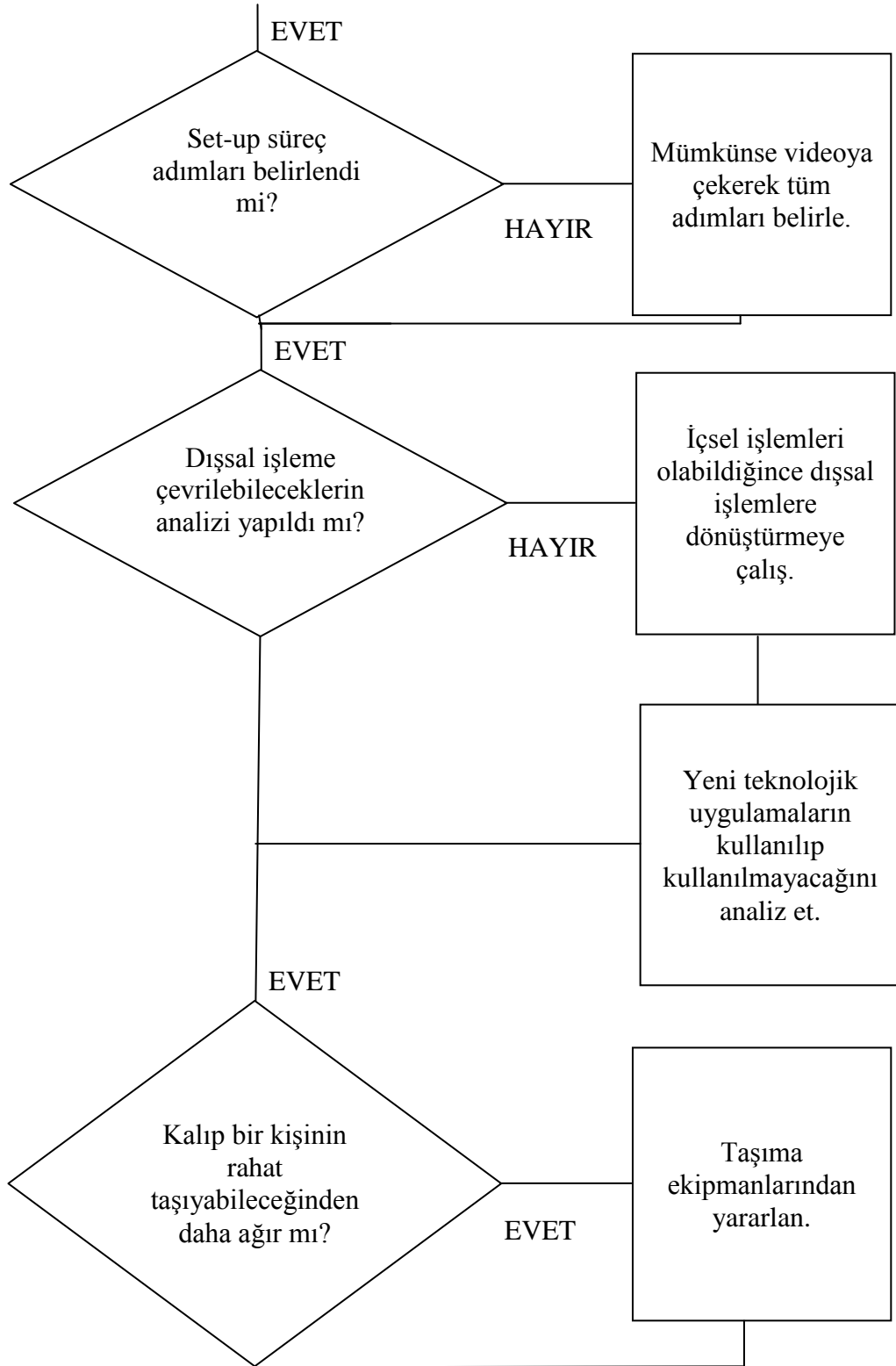


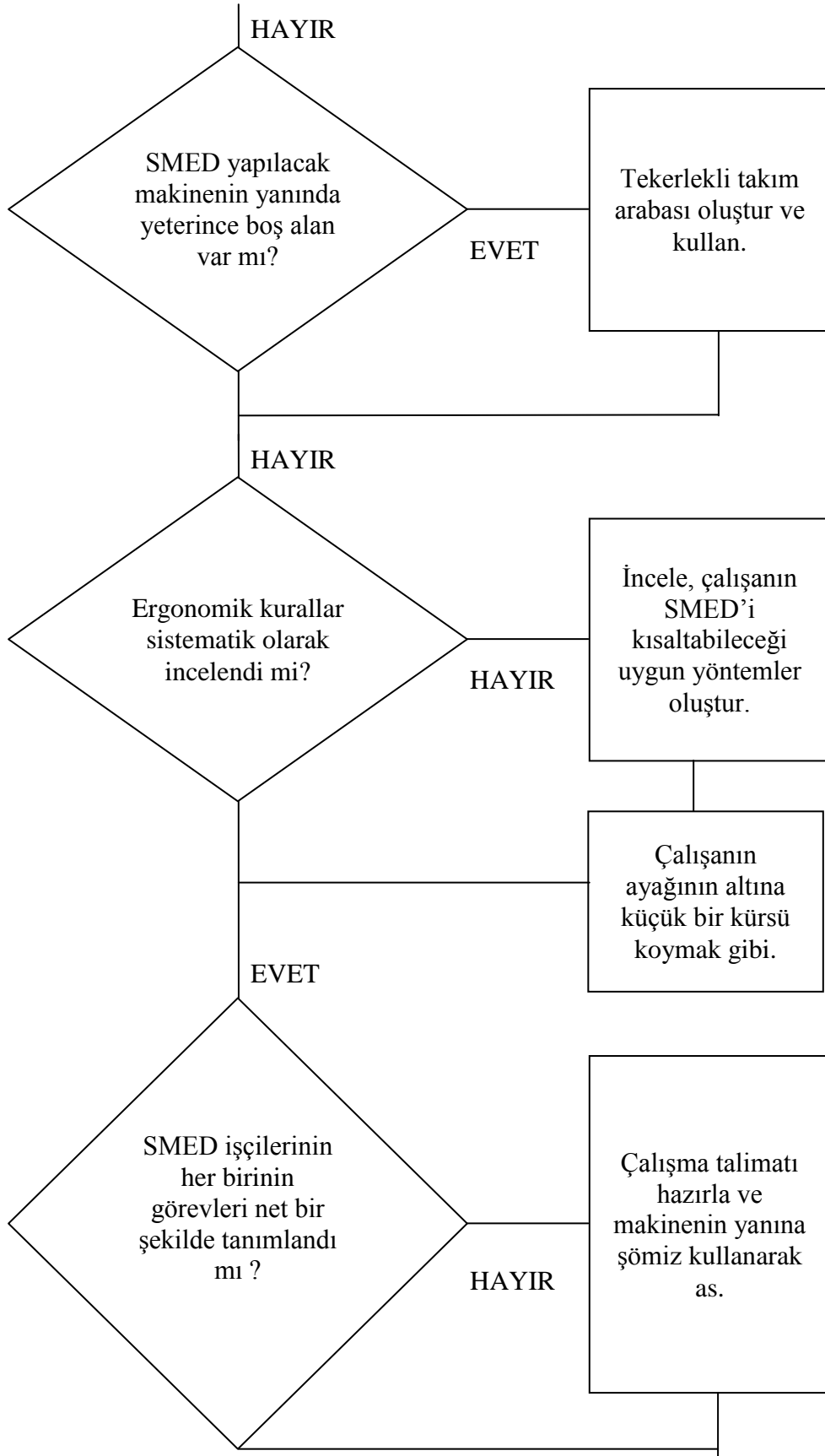




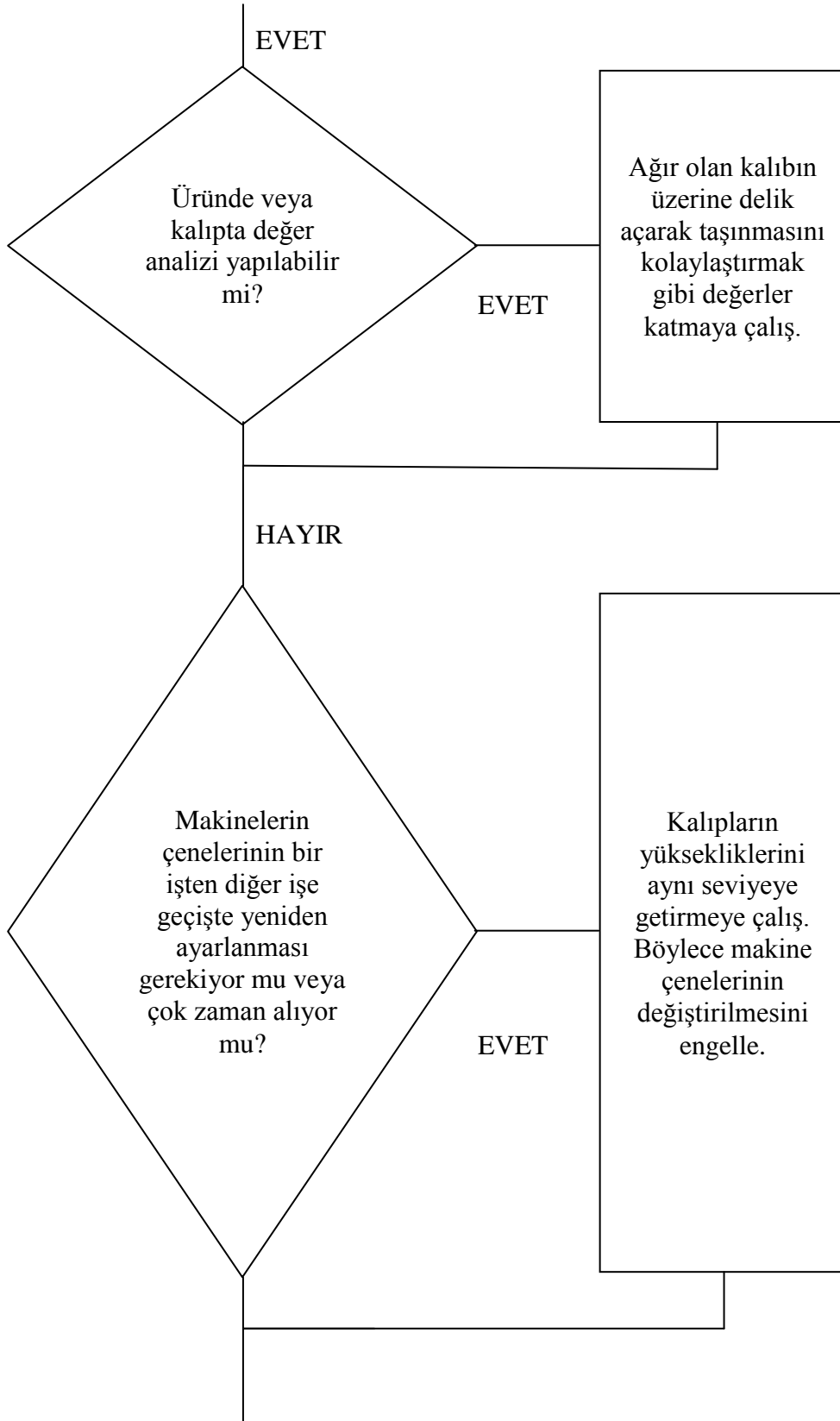


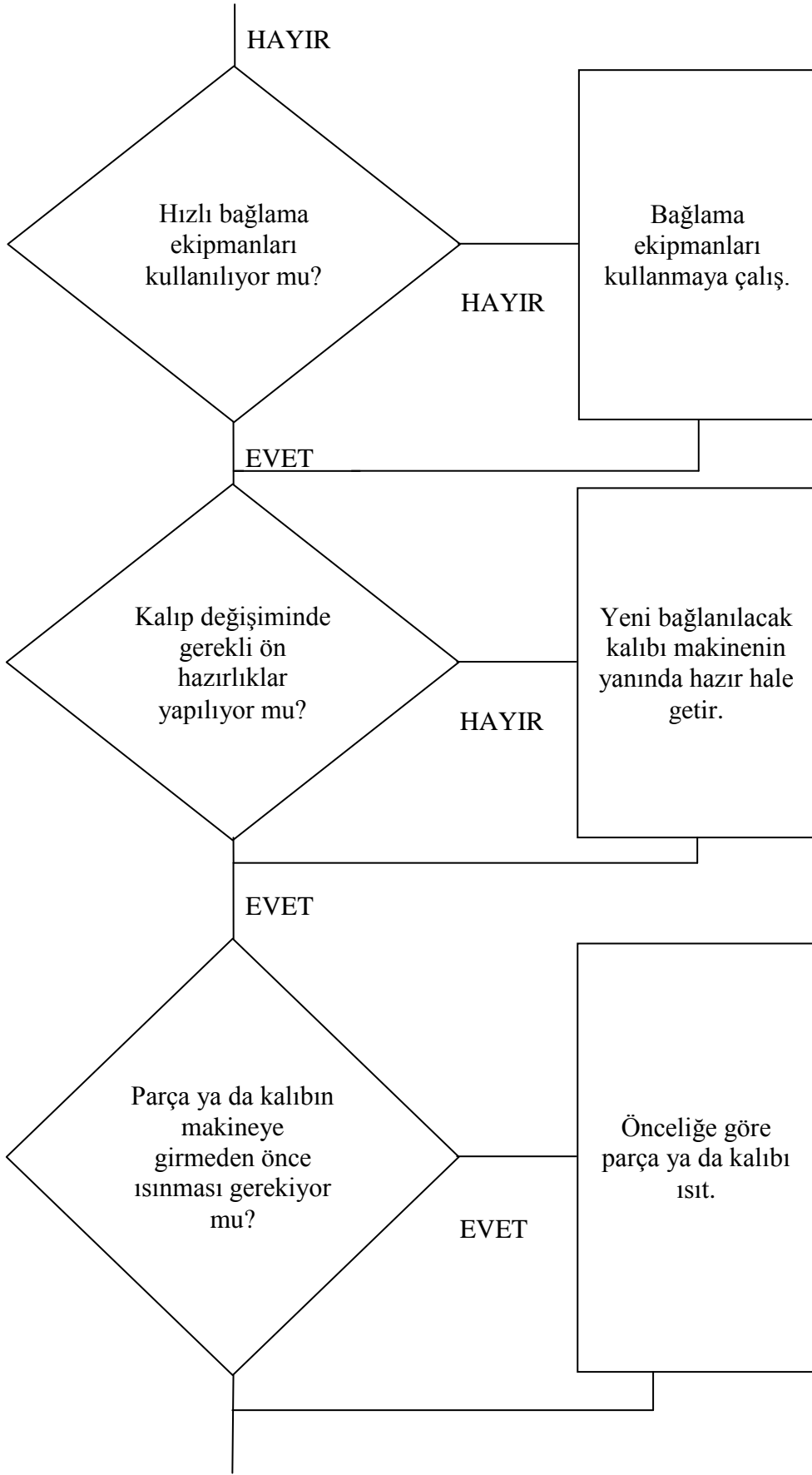


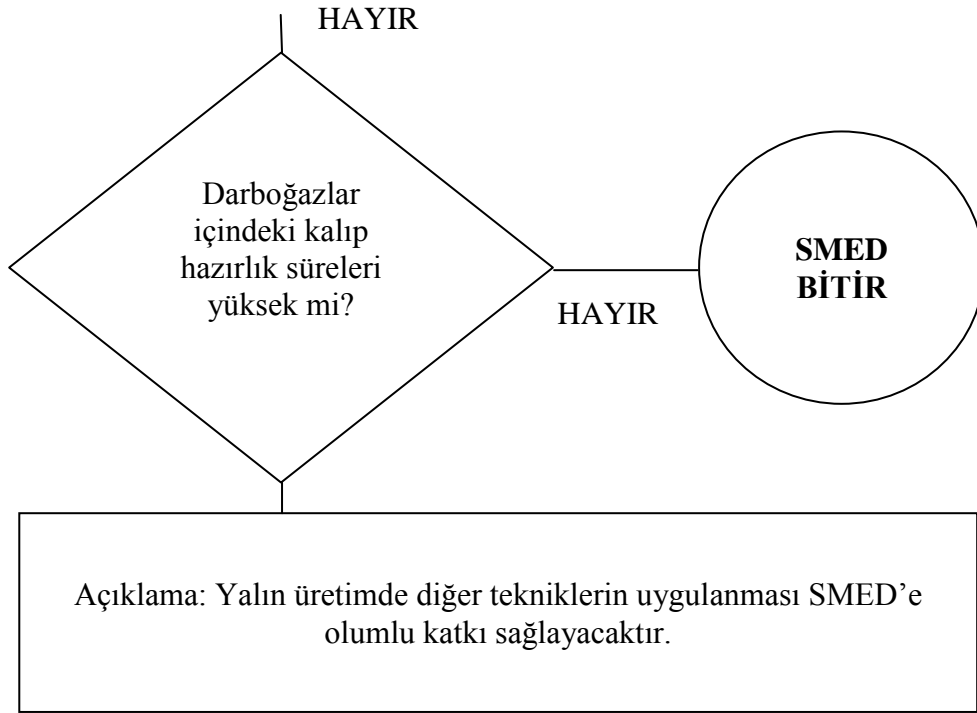












Yukarıdaki sorular ve kurallar, “Goubergen D. V. ve Landeghem H. V. (2002), Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design” makalesinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tekstil sektörü için oluşturulmuş bu kurallar “IF-THEN” yazılım koduna göre yani “EĞER...ÖYLEYSE...” şeklinde zeki karar destek sistemine aktarılabilir. Veritabanına ve bilgi alt sistemine eklenen sorular ile kurallar uzman sistemin daha doğru ve etkin öğrenmesi için aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

**KURAL 1:** Eğer firmanın vizyonu gerçekleştirmek istediği hedeflere uygun değilse, vizyonu hedefler doğrusunda tekrar düzenle.

**KURAL 2:** Eğer üretim stratejileri tanımlanmadıysa firmanın vizyonuna göre üretim stratejilerini tanımla.

**KURAL 3:** Eğer uygulanacak yalın üretim sistemine otomasyonun eklenmesi gerekli değilse, yalın üretim uygula.

**KURAL 4:** Eğer çözüm aşamasında yöneticilerin direncinin olacağını düşünüyorsanız, ikna edici sunumlarla ve sağlanacak yararlarla engelleri aş.

KURAL 5: Eğer çözümler gerçekleştirilirken yönetici engelleri aşılmadıysa, ikna edici sunumlar ile engelleri aş.

KURAL 6: Eğer üretim sisteminde değer akış analizi tekniklerini kullanarak darboğaz makineler belirlenmediyse, makinelerin 2 veya 3 vardiya çalışma durumlarını göz önüne alarak belirle.

KURAL 7: Eğer darboğaz makinelerin içindeki hazırlık süreleri yüksek değilse, darboğaz olmayan makinelerde SMED uygula.

KURAL 8: Eğer işletmede ERP sistemi yoksa, analiz yap. ERP sisteminin uygulanmasına karar ver veya ERP olmadan SMED uygulamasına başla.

KURAL 9: Eğer ERP modülleri üretim sisteminde kullanılmıyorsa, gerekli araştırmayı yaparak en uygun ERP modüllerini uygula.

KURAL 10: Eğer ERP modülleri etkin bir şekilde üretimde kullanılmıyorsa, kullanıcılara gerekli eğitimi ver.

KURAL 11: Eğer ERP modülleri etkin bir şekilde kullanıldıktan sonra yalın üretimde başarı sağlanmadıysa, yalın üretim ile ilgili tüm süreçleri kontrol et ve iyileştirme yap.

KURAL 12: Eğer kalıplar ve makineler ile ilgili gerekli veriler toplanmadıysa, verileri topla.

KURAL 13: Eğer verilerin neye göre değişkenlik gösterdiği belirlenmediyse belirlenmesinde değişkenlik kat sayısını kullan.

KURAL 14,15,16: Eğer toplanan veriler ışığında yeni makine alınıp alınmamasına karar verilmediyse, fayda/ maliyet analizi yap, karar ver, AHP uygula.

KURAL 17: Eğer enjeksiyon makineleri kullanılan hammadde türlerine göre sınıflandırılmadıysa, kullanılan hammadde türlerine göre sınıflandır.

KURAL 18: Eğer yapılan sınıflandırmayı karşılayacak yeterli geri dönüşüm makinesi yoksa, AHP ve benzer teknikler ile karar ver.

KURAL 19,20: Eğer makine ve kalıpların bakımları periyodik olarak yapılmıyorsa, planlı bir şekilde yap, SMED uygulamasına devam et.

KURAL 21: Eğer ölçme cihazlarının kalibrasyonu periyodik olarak yapılmıyorsa, kalibrasyonlarını yaptır.

KURAL 22: Eğer sapma önemli miktarlarda ise cihazı ayarla veya yeni cihaz al, onu da kalibre ettir.

KURAL 23: Eğer hazırlık işlemleri sırasında makinenin bazı bakımları yapılabilirse gerekirse ilave personel kullanarak bu bakımları yap.

KURAL 24,25: Eğer kalıplar raflara makinelere olan uzaklığı dikkate alınarak yerleştirilmediyse, en çok kullanılan kalıpları uygun makineye yakın olacak şekilde raflara yerleştir, darboğaz makinelerine öncelik ver

KURAL 26: Eğer SMED çalışanları belirlenmediyse, çalışanları makinelerdeki tecrübe ve yetkinliklerine göre belirle.

KURAL 27: Eğer çalışanlar gerekli nitelik vasıflarına sahip değilse çalışanların zayıf yönlerini belirle.

KURAL 28,29,30: Eğer çalışanların eksik oldukları konularda eğitim verilmiyorsa; genel ise seminer ver, spesifik ise makine başı eğitim ya da iş başında bire bir eğitim ver.

KURAL 31: Eğer çalışanlar eğitim sonunda başarılı olmadıysalar zayıf oldukları konulara odaklanarak tekrar eğitim ver.

KURAL 32: Eğer kalıplar raflara sistematik olarak yerleştirilmediyse kalıpları raflara, kalıp planları oluşturarak ona uygun bir şekilde yerleştir.

KURAL 33: Eğer kalıp değişimi esnasında poka-yoke uygulanabilecek konular varsa çalışanlara poka-yoke eğitimi aldır.

KURAL 34: Eğer içsel ve dışsal faaliyetler belirlenmediyse, diyagramlar kullanarak içsel ve dışsal faaliyetleri belirle.

KURAL 35: Eğer 5S kurallarına uyulmuyorsa özellikle SMED yapılacak makinelerin civarında bu uygulamanın yapıldığından emin ol.

KURAL 36: Eğer iş sağlığı güvenliği kurallarına uyulmuyorsa, mevzuata göre bu kurallara uyulduğundan emin ol.

KURAL 37: Eğer set-up süreç adımları belirlenmediyse mümkünse videoya çekerek tüm adımları belirle.

KURAL 38, 39: Eğer dışsal işleme evrilebileceklerin analizi yapılmadıysa içsel işlemleri olabildiğince dışsal işlemlere dönüştürmeye alış, yeni teknolojik uygulamaların kullanılıp kullanılmayacağını analiz et.

KURAL 40: Eğer kalıp bir kişinin rahat taşıyabileceğinden daha ağırsa taşıma ekipmanlarından yararlan.

KURAL 41: Eğer SMED yapılacak makinenin yanında yeterince boş alan varsa tekerlekli takım arabası oluştur ve kullan.

KURAL 42: Eğer ergonomik kurallar sistematik olarak incelenmediyse inceleyip çalışanın SMED'i kısaltabileceği uygun yöntemler oluştur.

KURAL 43: Eğer SMED işçilerinin her birinin görevleri net bir şekilde tanımlanmadıysa, çalışma talimatı hazırla ve makinenin yanına şmiz kullanarak as.

KURAL 44: Eğer üründe veya kalıpta değer analizi yapılabiliyorsa ağır olan kalıbın üzerine delik açarak taşınmasını kolaylaştırmak gibi değerler katmaya alış.

KURAL 45: Eğer makinelerin çenelerinin bir işten diğer işe geçişte yeniden ayarlanması gerekiyorsa veya çok zaman alıyorsa kalıpların yüksekliklerini aynı seviyeye getirmeye alış. Böylece makine çenelerinin değerştirilmesini engelle.

KURAL 46: Eğer hızlı bağlama ekipmanları kullanılmıyorsa bağlama ekipmanları kullanmaya alış.

KURAL 47: Eğer kalıp değeriminde gerekli ön hazırlıklar yapılmıyorsa yeni bağlanılacak kalıbı makinenin yanında hazır hale getir.

KURAL 48: Eğer parça ya da kalıbın makineye girmeden önce ısınması gerekiyorsa önceliğe göre parça ya da kalıbı ısıt.

KURAL 49 : Eğer darboğazlar içindeki kalıp hazırlık süreleri yüksek değerse SMED'i bitir ( Ek B)

## **6. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENDÜSTRİYEL SMED UYGULAMASI**

### **6.1 İşletmenin Tanıtımı**

Osmanlı Grup, 1991 yılında İstanbul Rami'deki tesislerinde makine kalıp imalatı yapan bir firma olarak kurulmuştur. Daha sonra Osmanlı Kalıp ismini alarak şirketleşen firma İkitelli Organize Sanayi Bölgesindeki 3000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip tesisindeki kendi yerinde hizmet vermeye başlamıştır. Yurt içi ve yurt dışı piyasalar için üretimini yaptığı makine kalıbı, plastik enjeksiyon kalıpları, duşa kabin malzemeleri, jaluzi perde, katlamalı perde, stor perde, japon perde, film perde, zebra perde, dikey perdenin tüm malzemeleri ile rustik, braçol, renso, boncuk ve bilumum diğer tüm perde aksesuarları imalatının yanı sıra ar-ge çalışmasına önem vererek günden güne yeni ürünler geliştirmeye son hızla devam etmektedir.

Söz konusu mamullerin tasarımından ambalajlanmasına kadarki bütün işlemler firma bünyesinde gerçekleştirilmektedir. Ülke genelindeki yerel fuarların yanı sıra yurtdışındaki fuarlarda katılımcı olarak bulunan firma ihracat portföyünde; Yunanistan, Almanya, İtalya, Polonya, Ukrayna, Romanya, Bulgaristan, Kosova, Makedonya, İran, Irak, Tunus, Libya, Mısır, Sudan, Ürdün, İsrail, Azerbaycan ve Gürcistan bulunmaktadır. Her yeni günde kalite ve müşteri memnuniyetini kendisi için vazgeçilmez bir ilke olarak belirlemiş ve 2006 yılında ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Belgesini almıştır. Mazisinden aldığı deneyimi ve geleceğin dinamizmi ile akla gelebilecek her türlü yaşam alanını daha şık ve zarif hale getirmeyi amaç edinmiştir.

Kalıpcılık sanayinde 21 yılı aşkın tecrübesi ile giderek büyüyen ve yurtiçi yurtdışı piyasası için üretimini yaptığı makine, plastik enjeksiyon kalıpları, perde ve perde aksesuarları ile duşa kabin aksesuarları imalatı ile ürün kalitesini ve ürün yelpazesini müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde, insan kaynağı ve gelişen teknolojinin tüm imkânlarından faydalanarak sürekli büyümeyi, gelişmeyi ve kalitesine güvenilen bir şirket olmayı kendisine hedef edinmiştir.

Kaliteye önem veren anlayışı ile Osmanlı Kalıp kalite anlayışının sürekliliğini ve müşteri şartlarının yerine getirilmesi amacıyla; ilgili yasalara, yapılan sözleşmelere

ve bağı olunan kuruluşların direktif ve kurallarına uyularak müşteri memnuniyetinin sağlanmasını, iş güvenliğine önem vererek çalışanların can güvenliğini ön planda tutmayı, sistemin sürekliliğini, geliştirilmesi ve etkinliğinin sağlanması için insan kaynağı, mali kaynaklar, teknolojik vb. imkânların sürekli sağlanmasını, eğitime önem vererek ve personelin sürekli öğrenmesini, gelişmesini ve çok yönlü iletişimi teşvik ederek tüm çalışanlarının katılımını sağlamayı, Osmanlı kalıp bünyesinde kurmuş olduğu, ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemini sürekli geliştirmeyi amaç edinmiştir [Url-2].

## **6.2 Osmanlı Grup'taki SMED Çalışma Ekibi**

Osmanlı Grup üretim hattındaki en önemli darboğazlardan biri olan uzun set-up sürelerinin düşürülmesine yönelik, yalın üretimin en etkin araçlardan biri olan SMED yönteminin uygulanmasına karar verilmiştir. Tez süresi boyunca hazırlık sürelerini ERP programını etkin bir şekilde kullanarak detaylı bir şekilde analiz etmek için;

1 Danışman,

1 Program Koordinatörü,

1 Program Sorumlusu,

2 Üyeden oluşan bir proje ekibi kurulmuştur.

## **6.3 Çalışma Ekibinin Amaçları**

Çalışma ekibinin üretim hattında hızlı kalıp değiştirme teknikleri kullanarak elde etmek istediği temel amaçlar;

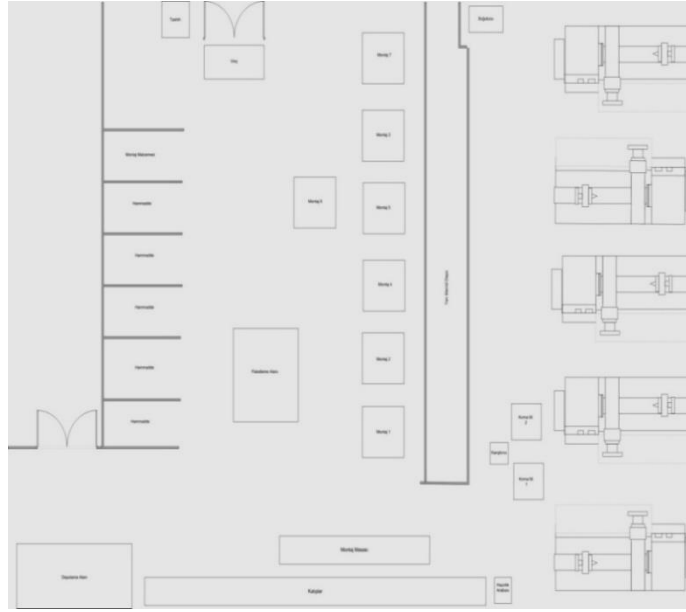
- Makine kullanım zamanının optimum seviyelere getirilmesi.
- Küçük partiler halinde üretimin mümkün hale getirilmesi.
- İmalat içi sürenin minimize edilmesi.
- Makinenin boş durma sürelerinin düşürülmesi veya yok edilmesi.
- Tek seferde yapılan makine ayarı ve hazırlık işlemleri.
- Stokların azaltılması.
- Teslimat sürelerinin düşürülmesi.
- Hatalı ürün sayılarının düşürülmesi.



- Üretim hattında yüksek verimliliğin sağlanması.
- Müşteri memnuniyetinin artırılması.
- Yalın üretim çalışmasının yapılması.
- Stok maliyetlerinin en aza indirilmesi şeklinde sıralanabilir.

#### 6.4 İşletmenin Yerleşim Planı

İşletmenin yerleşim planının en uygun şekilde çizilmesi sonucunda, genel üretim süresinde azalma ve üretimin daha dengeli, etkili yapılması gerçekleşir. Ayrıca, gerekli malzeme ve operatörün hareket alanı kolaylaşır, hareketlerin kontrolünün daha doğru yapılması sağlanır, makineler için yapılacak yatırımların daha az olması gerçekleşir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: İşletmenin yerleşim planı.

#### 6.5 SMED Çalışmasının Uygulanacağı Enjeksiyon Hattının Tanımlanması

Osmanlı Grup, enjeksiyon hattında perde sistemine yönelik komponentler üretilmektedir. Mevcut hatta beş farklı enjeksiyon makineleri bulunmaktadır. Bu makineler E23, E24, E25, E26 ve E27 isimleriyle faaliyet göstermektedir.

E23: Taiwan Makinesi, STP 130 tonluk bir makinedir (Şekil 6.2).



**Şekil 6.2 :** E23 taiwan makinesi.

E24: Yerli Makinesi, Haitian 110 tonluk bir makinedir.

E25: Yerli Makinesi, Haitian 90 tonluk bir makinedir (Özellikle küçük kalıpların bağlanması için tercih edilmektedir.)

E26: Alman Makinesi, Engel 120 tonluk bir makinedir.

E27: Alman Makinesi, Engel 120 tonluk bir makinedir.

Mevcut çalışmanın darboğazın en yüksek olduğu E23'nolu makinede yapılmasına karar verilmiştir. Tez süresince E23'nolu makineye işletmenin üretim hattında en sık değiştirilen ve en yüksek satış hacmine sahip olan ürünlerden biri olan stor perde ayağı kalıbının bağlanması planlanmıştır.

## **6.6 Üretimde Var Olan Terimler**

### **6.6.1 Hazırlık süresi**

Hazırlık süreleri, en son üretilmiş üründen, yeni hazırlıktaki ilk kabul edilebilir ürün malzemesine kadar olan süredir (Stuedel, H. J. and Desruelle, P. , 1992). Düşük hazırlık süreleri, minimum düzeyde parti üretimini mümkün kılar. Böylece süreç içindeki çevrim stoklarını azalmış olur.

İçsel hazırlık, gerçekleşmesi makinenin durmasına bağlı olan hazırlık süresidir. Dışsal hazırlık ise makine işlem yaparken gerçekleşecek üretim için hazırlık yapıldığı durumdur.

### 6.6.2 Kayıp

İşletmede gerekli incelemeler yapıldığında kayıpların fazla stoktan, fazla üretimden, fazla hatalı ürünlerden, fazla hazırlık sürelerinden ve fazla evrak işlerinden kaynaklandığı görülmektedir. Fazla evrak işleri ERP modülleri sayesinde ortadan kaldırılmıştır.

Yeni gelen malzemenin nasıl depolanacağı, hangi üretim hattının ne zaman ihtiyaç duyacağı ve kalıpların makineleri uzaklığı yüzünden taşıma kaybı gerçekleşmektedir. Ayrıca taşıma kalıpları yerleşimin kötü planlanmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda hazırlık süreleri de doğrudan etkilemektedir.

Yetersiz donanım nedeniyle makineler istenilen üretim seviyesinde değildir. Malzeme ve kalıp temin etmek için zaman harcayan operatör sanki üretim yapıyormuş gibi görünmektedir. Aksine ürünün daha kısa zamanda çıkmasına engel oluşturmaktadır. Operatörün yürümesi de bir kayıptır.

### 6.6.3 Kalıp cinsleri ve işlem türleri

Osmanlı Grup üretim departmanındaki kalıp cinsleri ve işlem türleri ERP sistemi kullanılarak veri tabanında saklanmaktadır (Çizelge 6.1). Bu güvenilirlik içinde kalıp değişimi çok sık olan ürünler proje grubu ile yapılan görüşmeler sonucunda seçilmiştir (Çizelge 6,2 ).

**Çizelge 6.1:** Kalıp cinsleri ve işlem türleri.

İŞLEM TÜRÜ	KALIP KOD	KALIP ADI	GÖZ ADEDİ
P	K-0040-1	Zebra Etek	6
P	K0062-2	Ağırlığı Tıpası 1740-1440 Serisi Borusunun Tıpası	1240 16
TM	K0062-3	1240-1440-1740- Sistemlerin Boru Kalıbı	4
M	K0062-4	Tırnak Ortak Kullanımı	20
M	K0063-2	Zincir Dişlisi	8
M	K0063-3	Dört veya Altı Köşe Mekanizma	4

M	K0063-4	Göbeği Katlama Arka	12
TM	K0066-1	Somun Küçük Tavan	8
P	K0076-2	Potrayı Elçek Demiri	1
P	K0076-Y	Yeni Elçek Kalıbı	4
M	K0079-1	Minare Stor	8
M	K0079-2	2006 Zincir Dişili	8
M	K0079-3	2006 Stor Zincir	8
M	K0079-4	Kapağı 2006 Stor Gövde	8
TM	K0079-5	2006 Stor Karşılığı	8
M	K0079-6	Gövde 2006 Stor Karşılık	16
TM	K0088-1	Pimi 1440 Makara	4
TM	K0090-1	Gövdesi 1540 Mekanizma	8
P	K0093-O	Gövde Pvc Profil Tapası	12
TM	K0094	Yeni 2006 İkili	2
P	K0094-Y	Takım Kalıbı Yeni Stor Ayak	2
P	K0117-1	Kalıbı Kornıştak	20
M	K-0208-1	208 Stor Zincir	8
P	K0209-Y	Muhafaza Yeni Stor Ayak	2
M	K0217-1	Kalıbı 32 Rediktör Artı	8
M	K0217-10	Yazılı Kapak Rediktör Plastik	12
M	K0217-11	Takım Yay Açıcı 32'lık Rediktör	8
M	K0217-2	Zincir Muhafaza 32 Rediktör Gövde	8
M	K0217-3	32 Rediktör Yay	8
M	K0217-4	Muhafaza 32 Rediktör Boru	8
M	K0217-5	Çevirme 32 Rediktör Küçük	32
		Dişli	

**Çizelge 6.2:** P işlem türündeki kalıp cinsleri.

İŞLEM TÜRÜ	KALIP KOD	KALIP ADI	GÖZ ADEDİ
P	K-0040-1	Zebra Etek	6
P	K0062-2	Ağırlığı Tıpası 1740-1440 1240	16
P	K0076-2	Serisi Borunun Tıpası	1
P	K0076-Y	Elçek Demiri	4
P	K0093-O	Yeni Elçek Kalıbı	12
P	K0094-Y	Pvc Profil Tapası	2
P	K0117-1	Yeni Stor Ayak Kalıbı	20
P	K0209-Y	Kornışak Yeni Stor Ayak Kalıbı	2

### 6.7 Kanban Hesaplamaları

Kanban Sayısı = ( Günlük Ortalama Talep Miktarı x Günlük Kanban Çevrim Süresi x ( 1+Güvenlik Katsayısı ) ) / ( Kasa Kapasitesi )

Günlük Kanban Çevrim Süresi = ( ( Günlük Ortalama Talep Miktarı x Birim İşlem süresi ) + ( Hazırlık Süresi ) ) / ( Günlük Mesai Saati\*60 )

**Çizelge 6.3:** Stor ayak ürününün kanban hesabı.

Ürün Adı	Ort. Günlük Talep	Hazırlık Süresi ( dk. )	İşlem Süresi ( sn. )	İşlem Süresi ( dk. )	Kanban Çevrim Süresi (gün)	Kasa Kapasitesi	Kanban Sayısı
Ayak Stor Beyaz	596	30	8,76	0,146	0,18570	600	0,22131
Ayak Stor Krem	3815	30	9,23	0,15383	0,97911	600	7,47014

4DST01KR-PK0094 malzeme koduna sahip ayak stor beyaz ürününden ortalama her gün yaklaşık 596 birim talep edilmektedir. Ayrıca beklenen hazırlık süresi 30 dk. olmalıdır. İşlem süresi 8,76 saniye sürerken kanban çevrim süresi 0,185706 gün sürmektedir. Kasa kapasitesi 600 birim olmasının yanında güvenlik katsayısı %20 olarak hesaplanmıştır. Yukarıdaki formüle göre;

Günlük Kanban Çevrim Süresi = ( (596 x 0,146) + (30) ) / ( 10,5 \*60 ) = 0,18570

$$\text{Kanban Sayısı} = (596 \times 0,18570) \times (1 + 1,2) / (600) = 0,22131$$

Bu durumda ayak stor beyaz kanban sayısı bir üste yuvarlanarak 1 birim olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6.3). Aynı işlemi 4DST01KR-PK0094 koldu ayak stor krem için yapmak gerekir ise;

Ortalama talep miktarı, hazırlık süresi, kanban çevrim süresi, kasa kapasitesi ve güvenlik katsayısı sırasıyla, 3815 birim, 30 dk. , 0,97911 gün , 600 birim ve %20 olarak elde edilmiştir. Tüm bu veriler ışığında;

$$\text{Günlük Kanban Çevrim Süresi} = ((596 \times 0,15383) + (30)) / (10,5 * 60) = 0,97911$$

$$\text{Kanban Sayısı} = (596 \times 0,97911) \times (1 + 1,2) / (600) = 7,47014$$

Böylece ayak stor krem kanban sayısı da bir üste yuvarlanarak 8 birim olarak hesaplanmıştır.

## 6.8 Ürüne Dayalı Olan İşlemlerin Sıralanması

Sıralamalar çizelge 6.4'e ve çizelge 6.5'de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.4 : Stor ayak ürününün üretim aşamalarındaki süreleri.**

Ürün Adı	Enjeksiyon	Presleme	Paketleme
Stor Ayak	10 saniye	2 saniye	1,2 saniye

**Çizelge 6.5 : Stor ayak ürününün hazırlık süreleri.**

Üretim Tarihi	Kod	Adı	Hazırlık Bas.Saat	Hazırlık Bit.Saat	Hazırlık Fark	Hazırlık Fiili Sure
03.01.2012	3DST01KR-0094	AYAK STOR KREM	15:00	16:05	00:35	01:05
03.02.2012	3DST01KR-0094	AYAK STOR KREM	08:15	10:00	01:15	01:40
03.03.2012	3DST01KR-0094	AYAK STOR KREM	10:00	10:30	00:00:	00:30
03.04.2012	3DST01KR-0094	AYAK STOR KREM	09:00	09:20	-00:10	00:20
04.04.2012	3DST01BY-0094	AYAK STOR BEYA Z	13:00	13:30	00:00	00:30

---

<b>06.04.2012</b>	3DST0 1BY- 0094	AYAK STOR BEYA Z	08:30	09:00	00:00	00:30
<b>07.02.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	09:15	09:50	00:05	00:35
<b>07.03.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	11:00	12:00	00:30	01:00
<b>10.02.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	08:00	08:40	00:10	00:40
<b>11.01.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	17:30	18:05	00:05	00:35
<b>15.02.2012</b>	3DST0 1BY- 0094	AYAK STOR BEYA Z	08:00	08:30	00:00:	00:30
<b>18.01.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	11:40	12:10	00:00	00:30
<b>21.01.2012</b>	3DST0 1BY- 0094	AYAK STOR BEYA Z	08:00	08:45	00:15:	00:45
<b>23.01.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	14:30	16:35	01:35	02:05
<b>23.03.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	12:30	13:15	00:15	00:45
<b>23.04.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	11:15	12:00	00:15	00:45
<b>23.04.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	11:15	12:00	00:15	00:45:
<b>25.01.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	09:35	10:05	00:00	00:30:
<b>27.03.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	08:00	10:30	02:00	02:30
<b>27.04.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	08:30	09:45	00:45	01:15
<b>28.01.2012</b>	3DST0 1KR-	AYAK STOR	08:15	09:00	00:15	00:45

---

	0094	KREM				
<b>30.01.2012</b>	3DST0 1KR- 0094	AYAK STOR KREM	15:00	15:30	00:00	00:30

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi stor ayak ürününün kalıp değiştirme süresinin 30 dakika civarında tamamlanması gerekirken tez süresince yapılan gözlemlerle sapmaların beklenenden fazla olduğu ERP sisteminden alınan verilerle belirlenmiştir. Örneğin, 27.03.2012 tarihli 3DST01KR-0094 kodlu stor ayak krem ürününün kalıp değiştirme süresi 30 dakikada tamamlanması gerekirken 2,5 saatte yani 2 saatlik bir sapma ile gerçekleşmiştir. Bu durum üretimin 2 saat geç başlamasına sebep olmuş ve mevcut kapasitemizi önemli ölçüde düşürmüştür.

SMED öncesi durumda görüldüğü gibi taşıma işlemleri zaman kaybına yol açmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için set-up arabasının alınmasına karar verilmiş olup taşımada geçen sürenin önüne geçilmiştir (Şekil 6.3). Bir diğer zaman kaybı da su rekorlarının bağlanması esnasında yaşanmaktadır. Bu durum içinde her kalıba uygun metrik su rekorlarının temin edilmesi kararlaştırılmıştır (Şekil 6.4). Böylelikle su rekorlarının montajı sırasında harcanan zaman kaybı büyük ölçüde azaltılmıştır (Şekil 6.5). Yapılan gözlemler sırasında kalıplardan su kaçaklarının meydana geldiği fark edilmiştir. Bu durumu önlemek için eski su hortumlarının değiştirilmesine ve yerlerine su kaçaklarını engelleyecek hortumların temin edilmesine karar verilmiştir. Ayrıca yalın üretim tekniklerinden hata önlemeye yönelik poka-yoke uygulaması ile bu hortumların sıcak su girişi olanlarının kırmızı renkli, soğuk su girişi olanlarının da mavi renkli olması kararlaştırılmıştır. Üretim hattında kullanılan kalıpların raflara sistematik olarak dizilmesine karar verilmiş olup en sık kullanılan kalıpları uygun makinelerin yakınında konumlandırılmasına karar verilmiştir. Bu sayede kalıp değiştirme işlemi sırasında meydana gelen kalıp taşıma sürelerinin önüne geçilmesi sağlanacaktır. Bir diğer iyileştirme ise mevcut kalıpların su yolluklarının soğuk su yolluklarından sıcak su yolluklarına dönüştürülmesi kararı alınmıştır. Kalıphane bölümünde bütün kalıpların sıcak su yolluklarına dönüştürülmesi başlamıştır. Sıcak su yolluklarına dönüştürülmüş kalıplarda yolluklardan ortaya çıkan fire miktarında %50 civarında azalma meydana gelmiştir. Bu durum kırma makinesinin daha az kullanılmasına da zemin sağlamıştır.



Bunlara ilaveten, yapılan gözlemler sırasında kalıp değişimde hammadde değişikliğinden kaynaklanan ocak temizleme işleminin kalıp hazır süreleri arttırdığı görülmüştür. Bu durumun önüne geçmek için enjeksiyon makinelerinin hammadde türlerine göre sınıflandırılması karar verilmiş olup böylece kalıp hazırlık sürelerinde gözle görülür bir iyileştirme sağlanmıştır.



**Şekil 6.3 :** Set-up arabası.



**Şekil 6.4 :** Su rekoru.



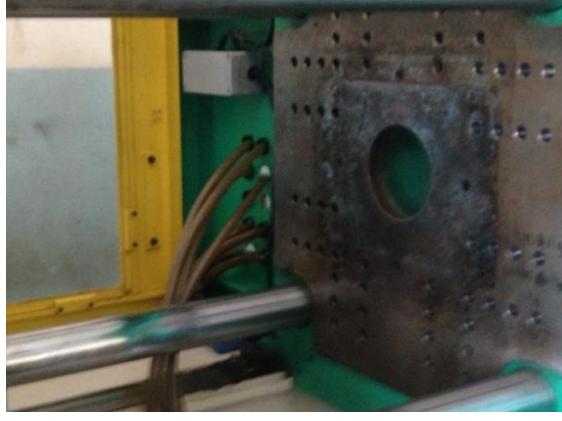
**Şekil 6.5 :** Takmatik su rekoru.

### **6.9 Elektro Manyetik Sistem Yöntemi**

Elektro manyetik sistem kurulmadan önce kalıpların ağırlıkları, yükseklikleri, genişlikleri, derinlikleri, arka yüzey sıcaklığı gibi bilgiler maksimum ve minimum değerlerde olacak şekilde ilgili üreticiye gönderilmiştir. Ayrıca elektro manyetik sisteminin uygulanacağı pilot makine hakkında sıkma kuvveti, açma kuvveti, ejektör çubuk çapı, ejektör çubuk kuvveti gibi gerekli teknik bilgiler de firmaya sunulmuştur ( Ek A).

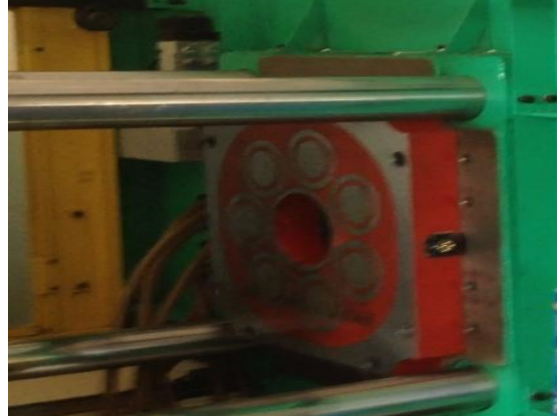
Firmaya verilen bilgiler ışığında mevcut sistemin kurulum süreci başlatılmıştır. Bu sistemin başlatılmasıyla birlikte kalıp değiştirme sürelerinde göz görülür seviye iyileştirme meydana gelmiştir. Bu sistemin temel özelliği elektro manyetik teknolojisiyle kalıp değiştirme süreçlerini kolay bir şekilde yapılmasını sağlamaktır. Operatör bu süreçte kalıp bağlama ve sökme işlemleri için gereken güvenlik adımlarının hepsini onaylar.

Sistemde güvenlik ve performans açısından üst düzey bir kontrol vardır. Manyetik yüzeylerde deformasyona karşı dayanıklılık sağlayan kovan tip tasarım mevcuttur. Kalıp değiştirme esnasında bir problem meydana gelmesi durumunda sistem bakımı sadece hasar görmüş olan manyetik modülün sökülüp değiştirilmesiyle kolayca yapılabilmektedir (Şekil 6.6).



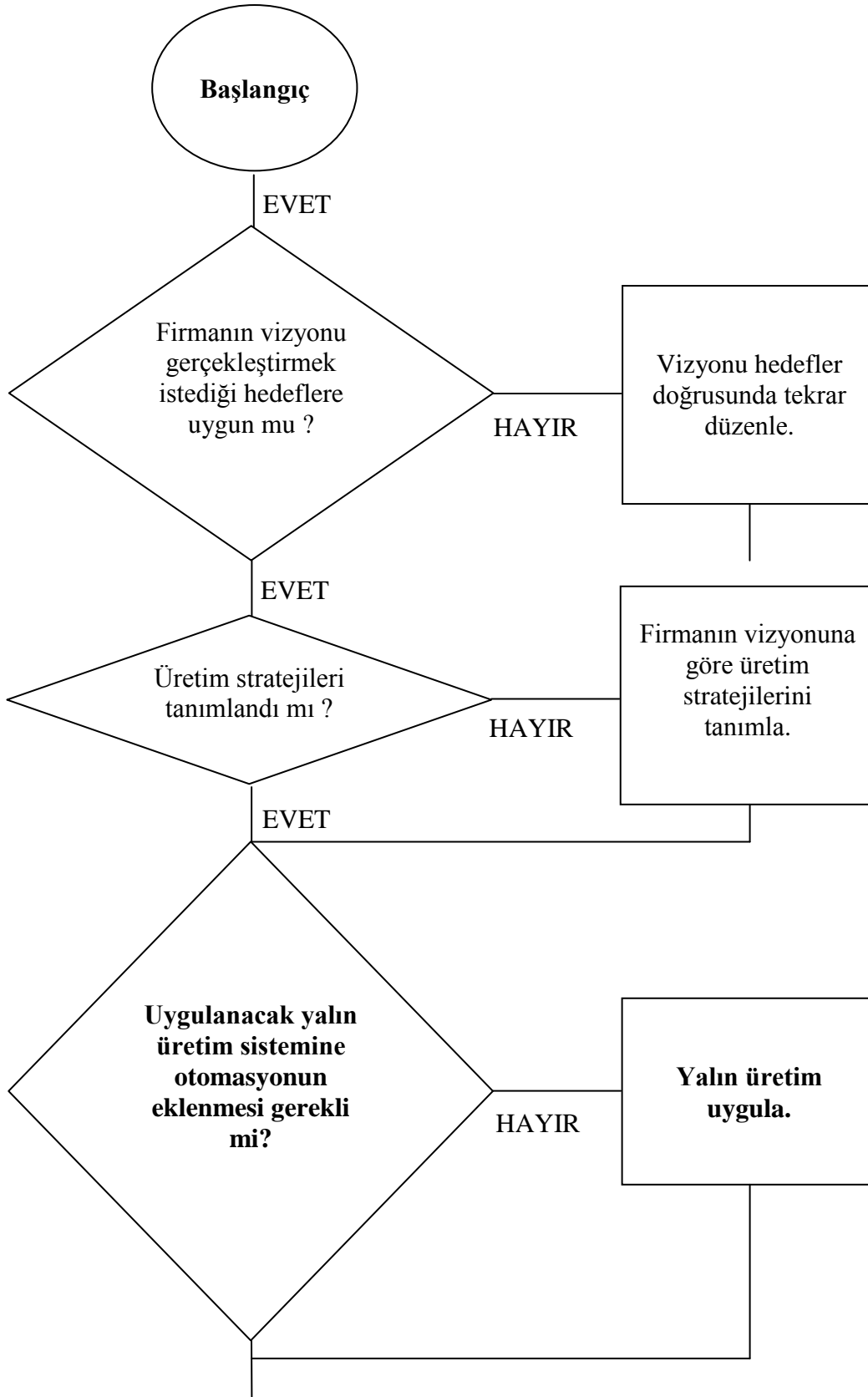
**Şekil 6.6 :** Elektro manyetik sistem öncesi.

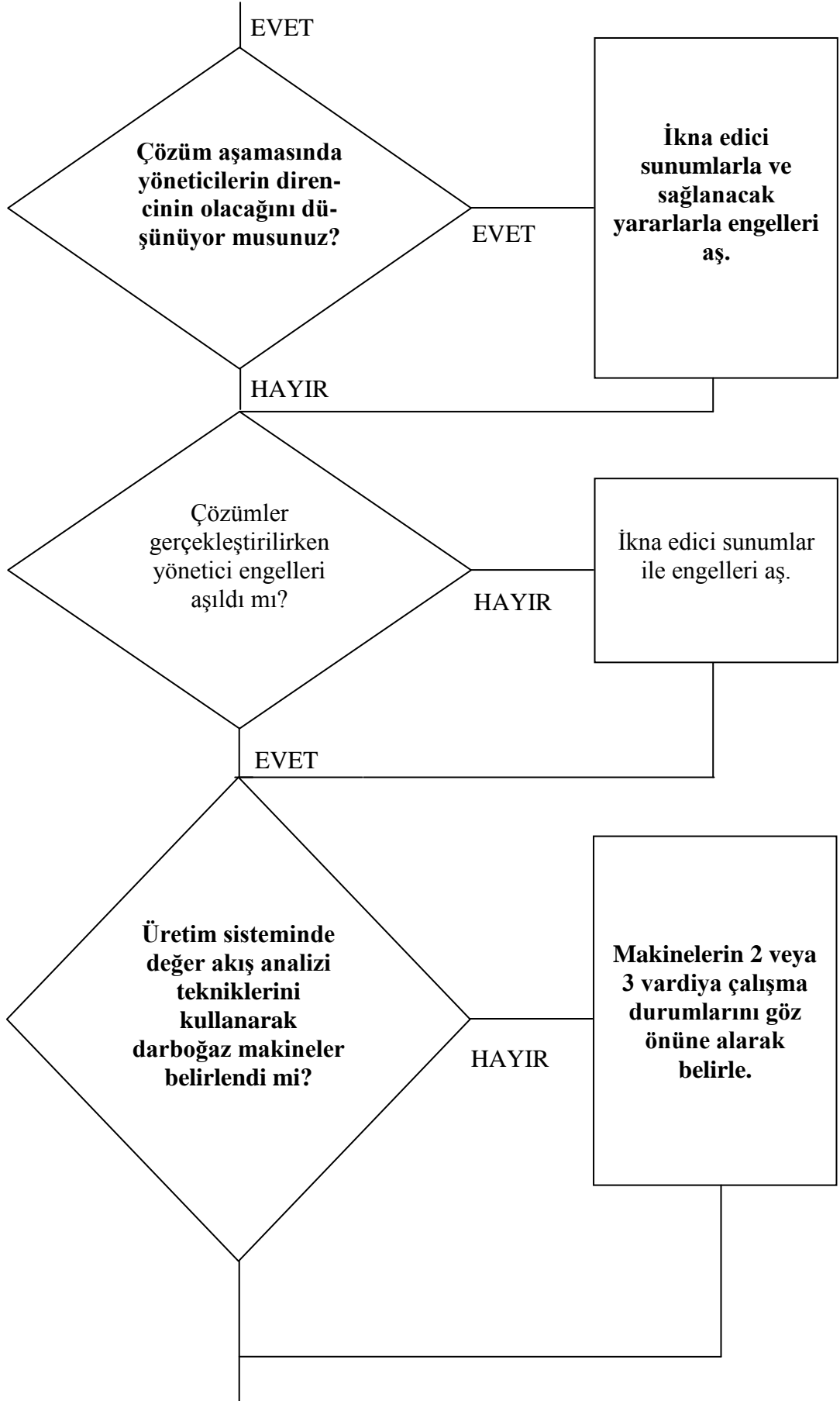
Kurulan manyetik sistem yaklaşık 600 kg. ağırlığındaki tüm kalıpları bağlayıp sökme yeteneğine sahiptir. Sistem iki ayrı manyetik (sağ ve sol) plakadan ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Kontrol ünitesi aracılığıyla mevcut kalıbın güvenli bir şekilde bağlanması ve sökülmesi işlemi gerçekleştirilir. Böylece üretim esnasında kalıp mıknatıs ile tutulduğundan düşme riski çok azdır (Şekil 6.7). SMED öncesinde 40,67 dakika olan kalıp değiştirme süresi elektro manyetik sistem kullanılarak SMED sonrasında tekli dakikalara düştüğü video çekimleri ile saptanmıştır ( Ek C). Ek olarak elektro manyetik sistemin maliyeti ise 4000 TL'dir

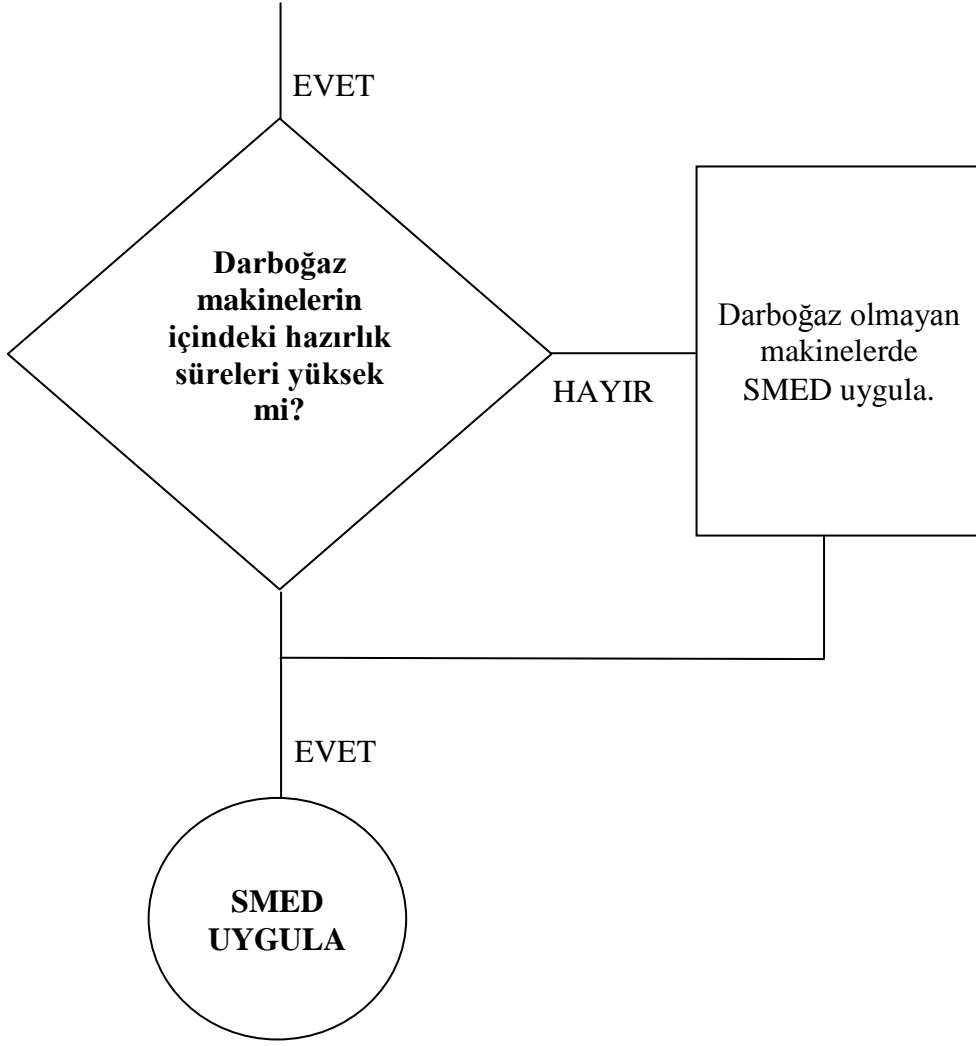


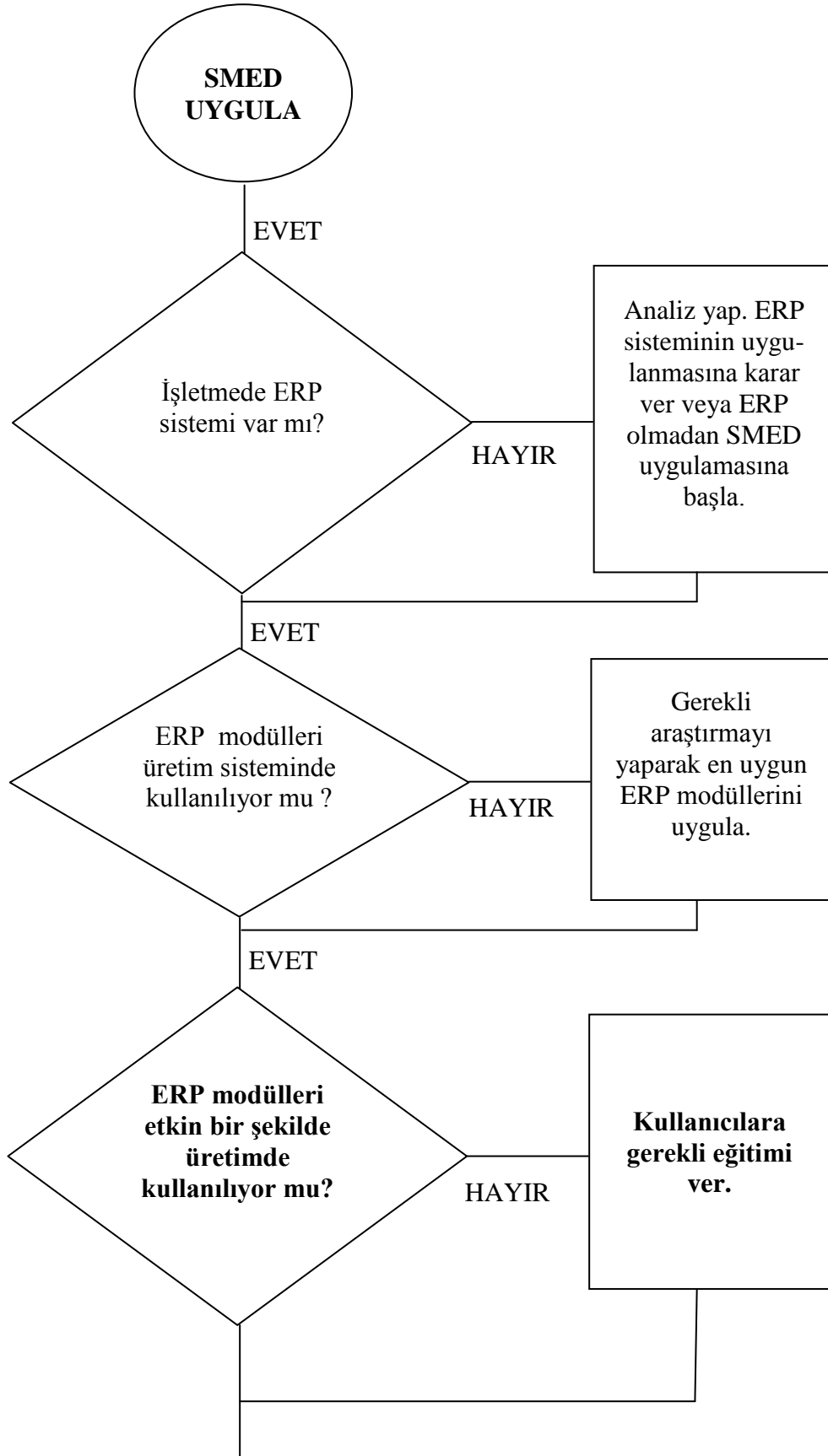
**Şekil 6.7 :** Elektro manyetik sistem sonrası.

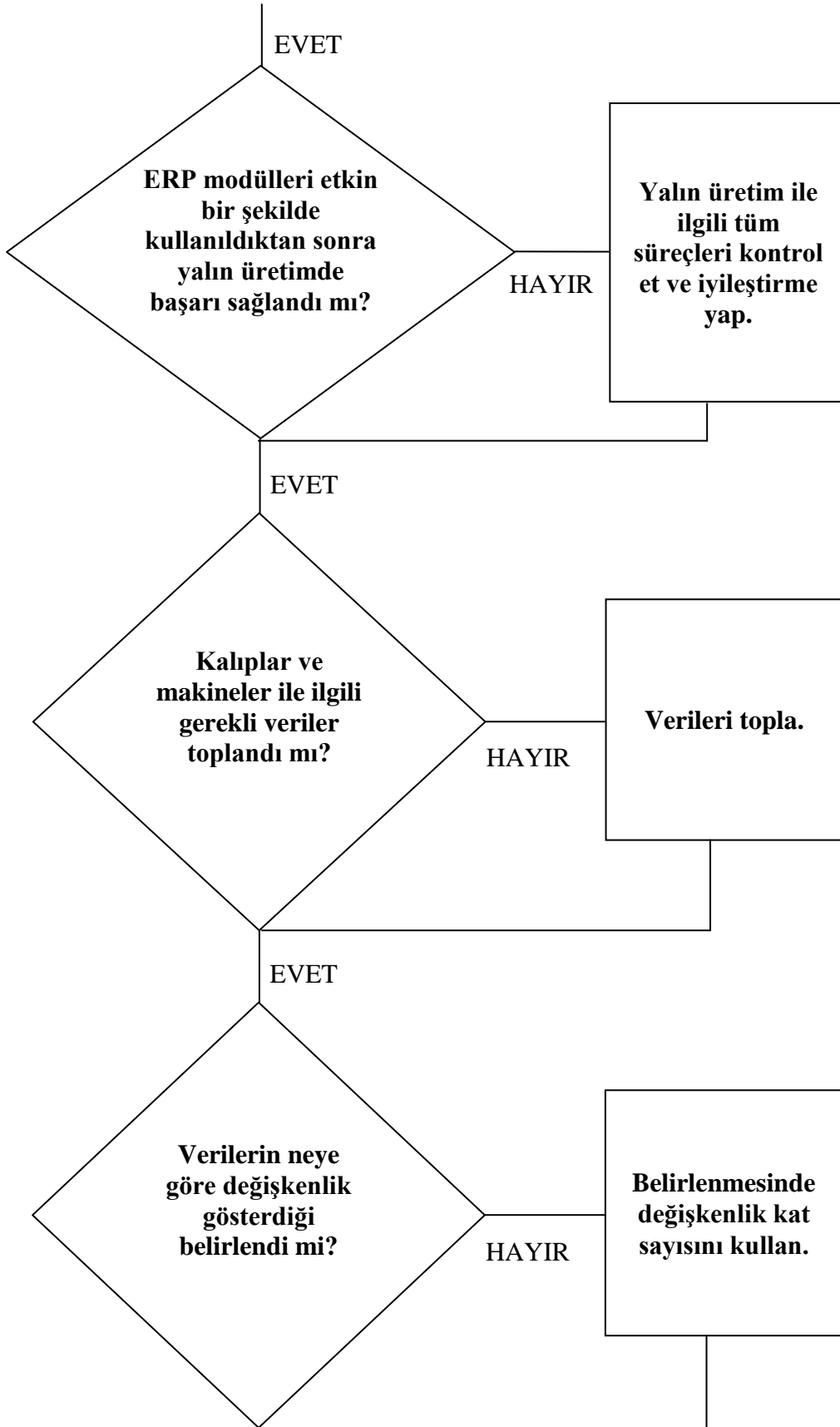
## 6.10 Osmanlı Grup'ta Uygulanan SMED Kuralları



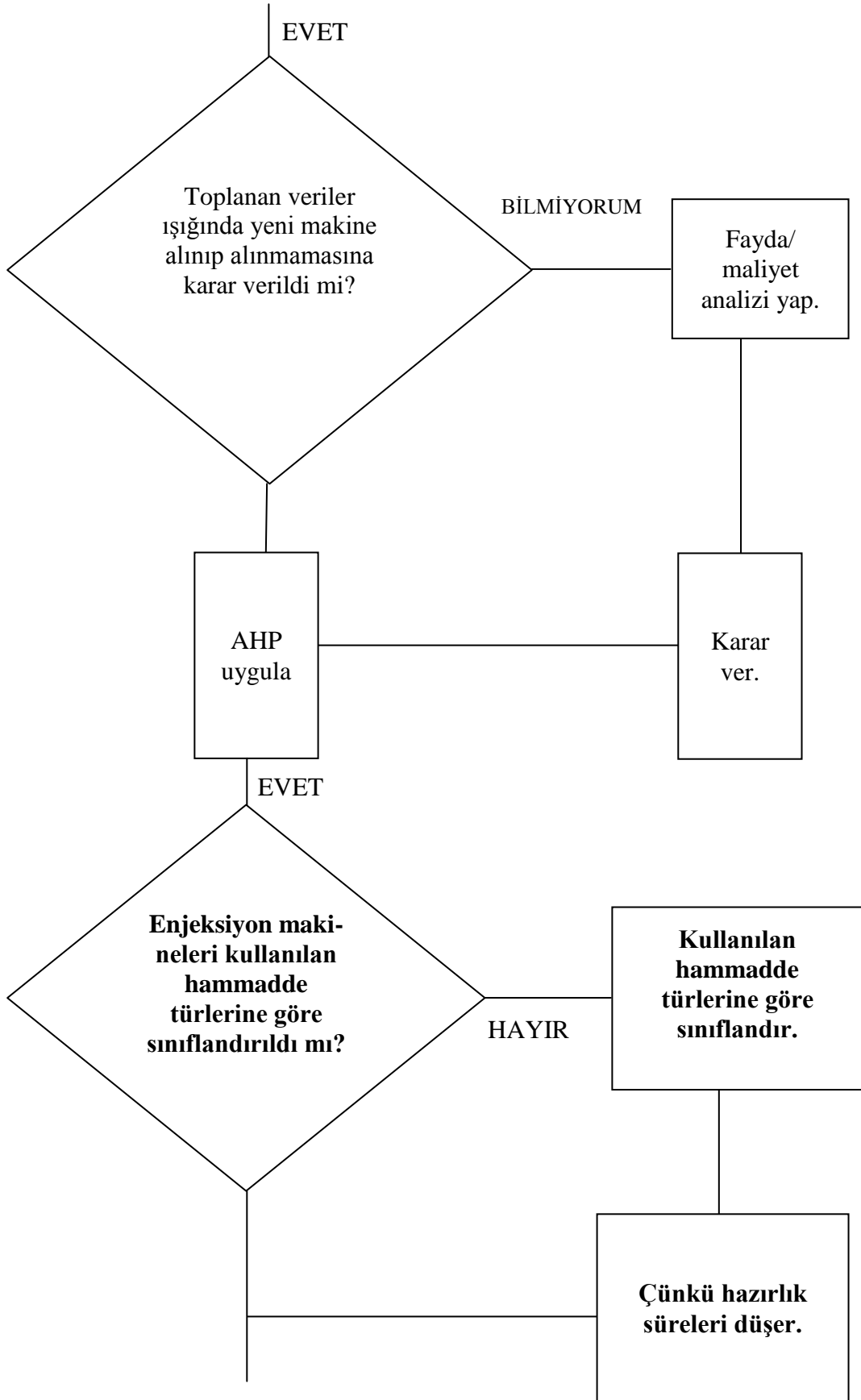


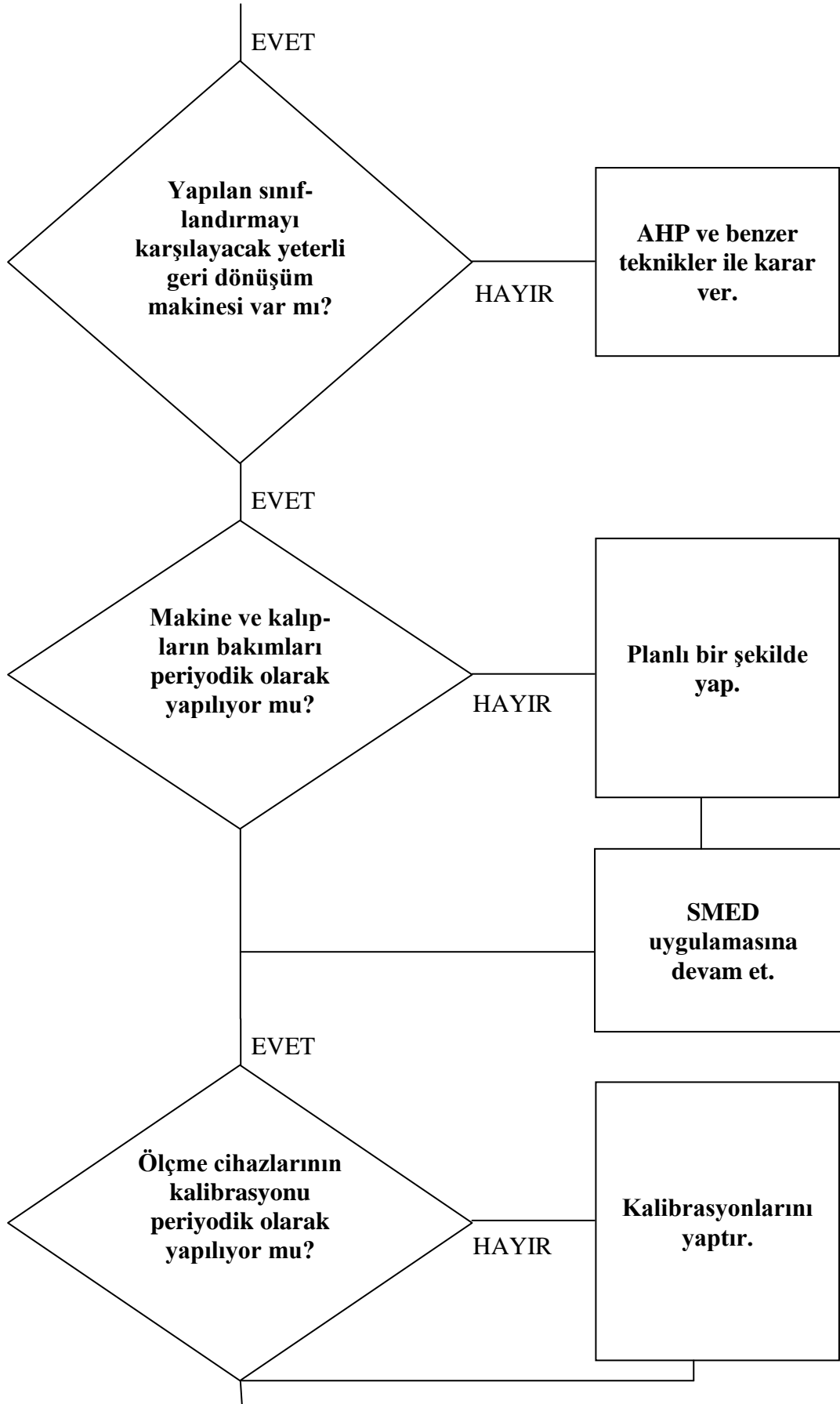


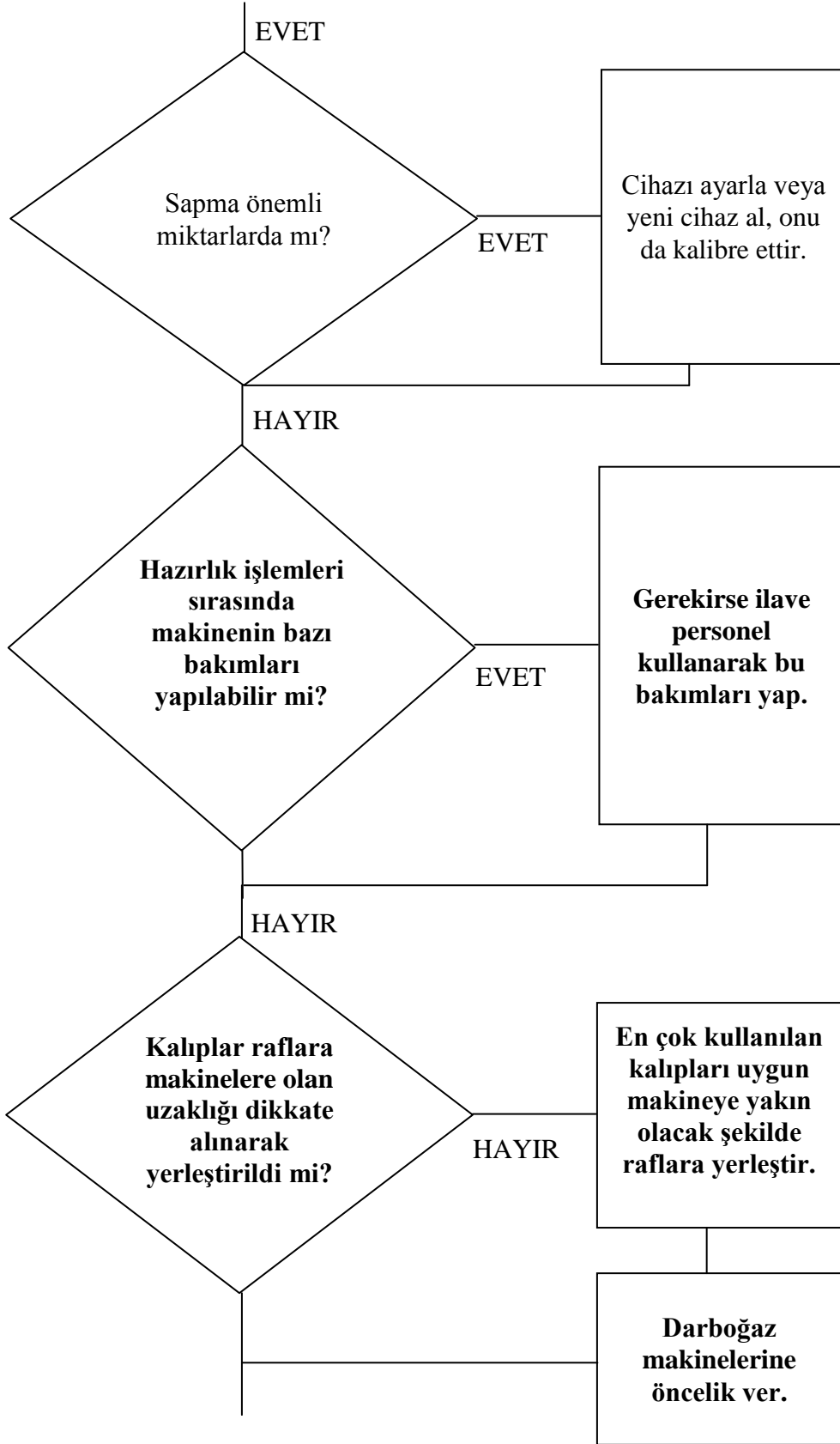


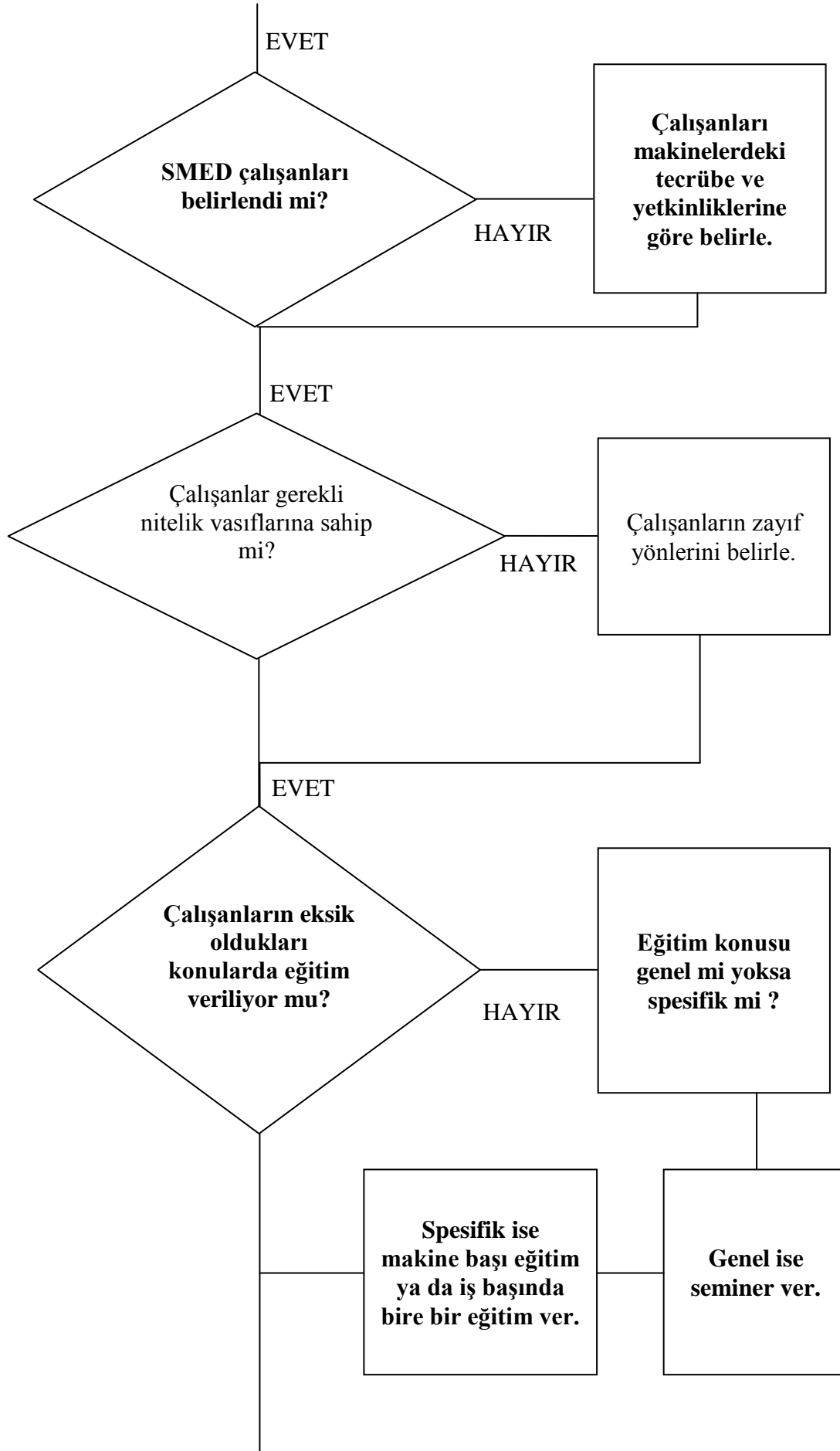


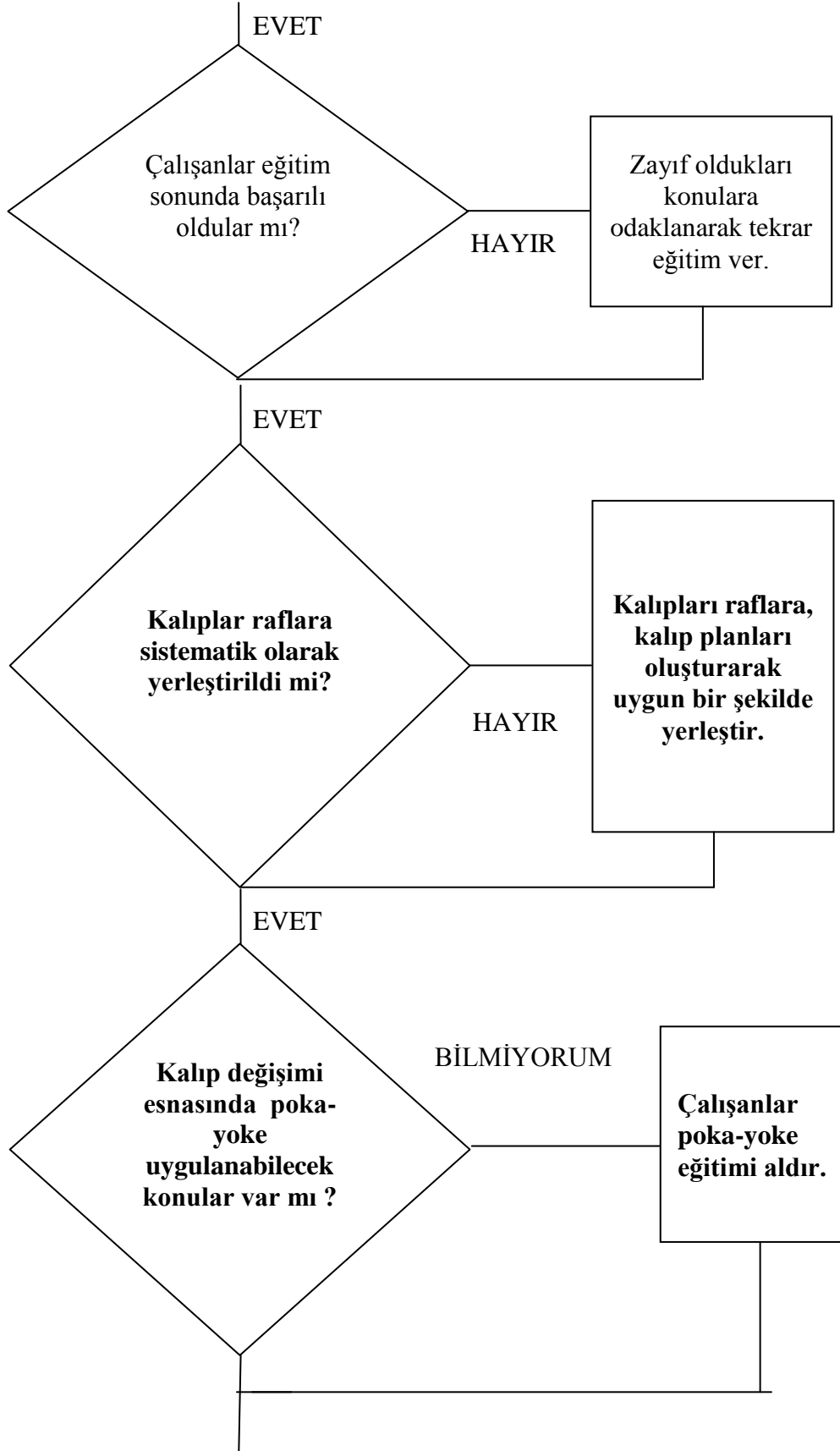


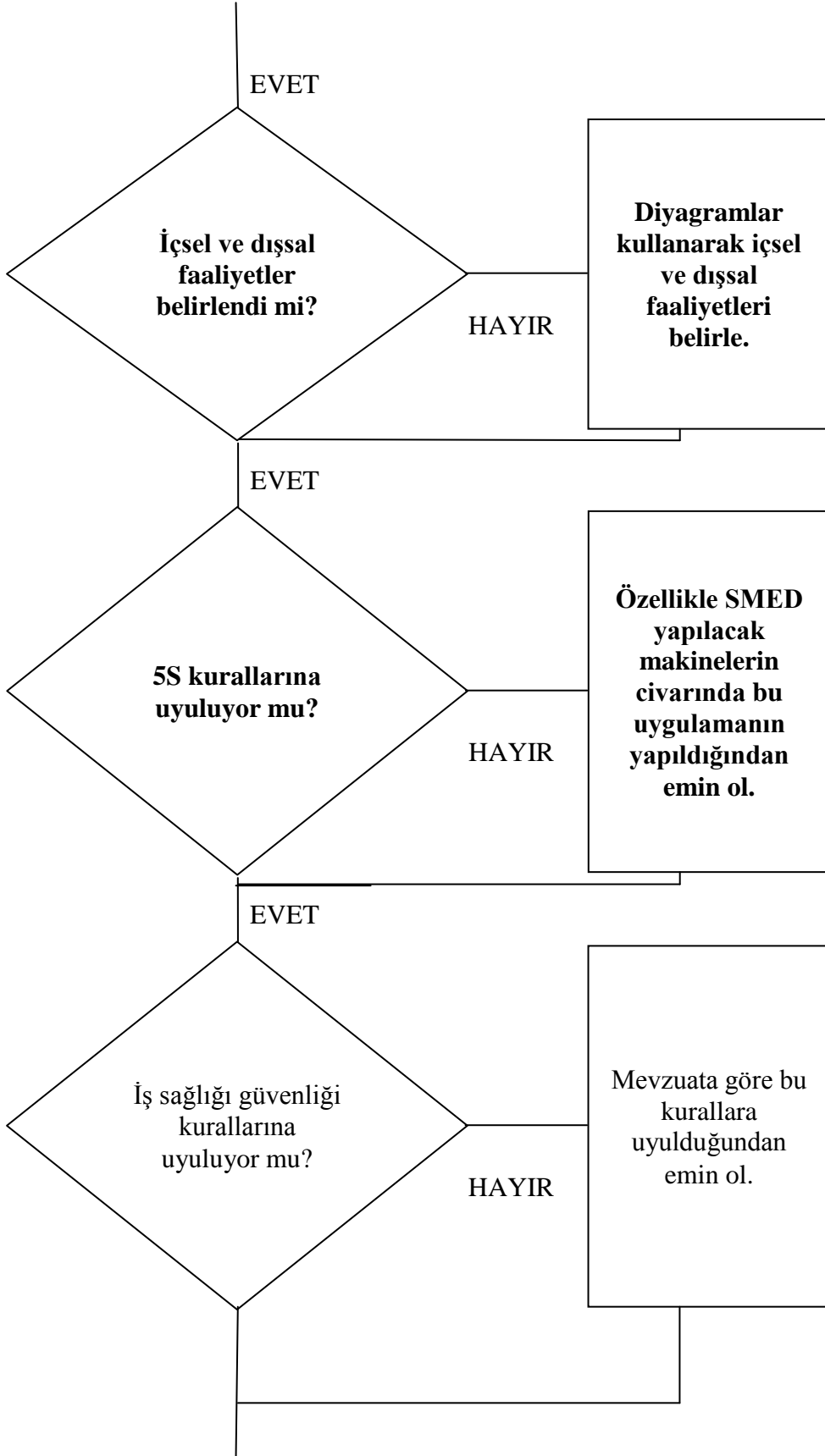


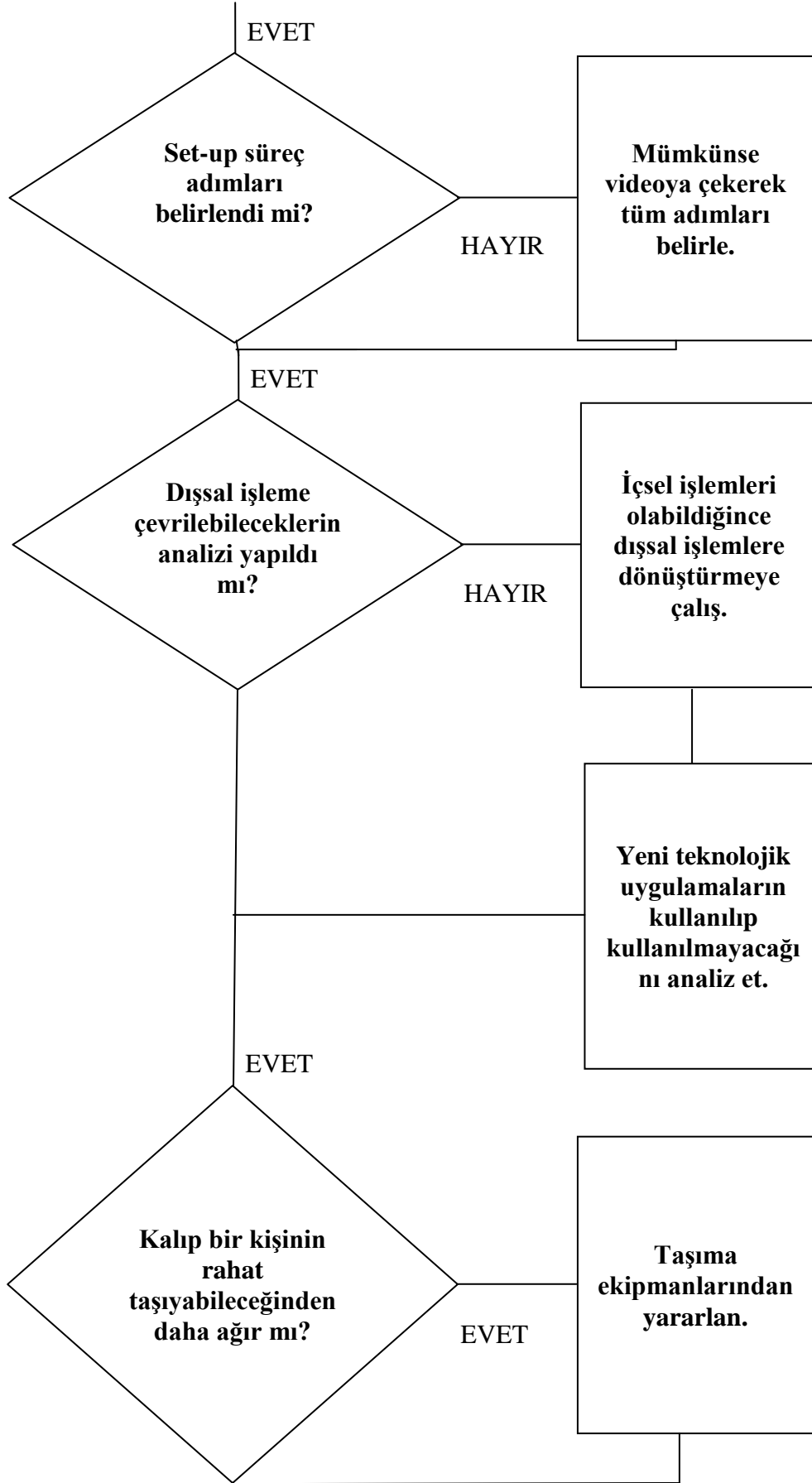


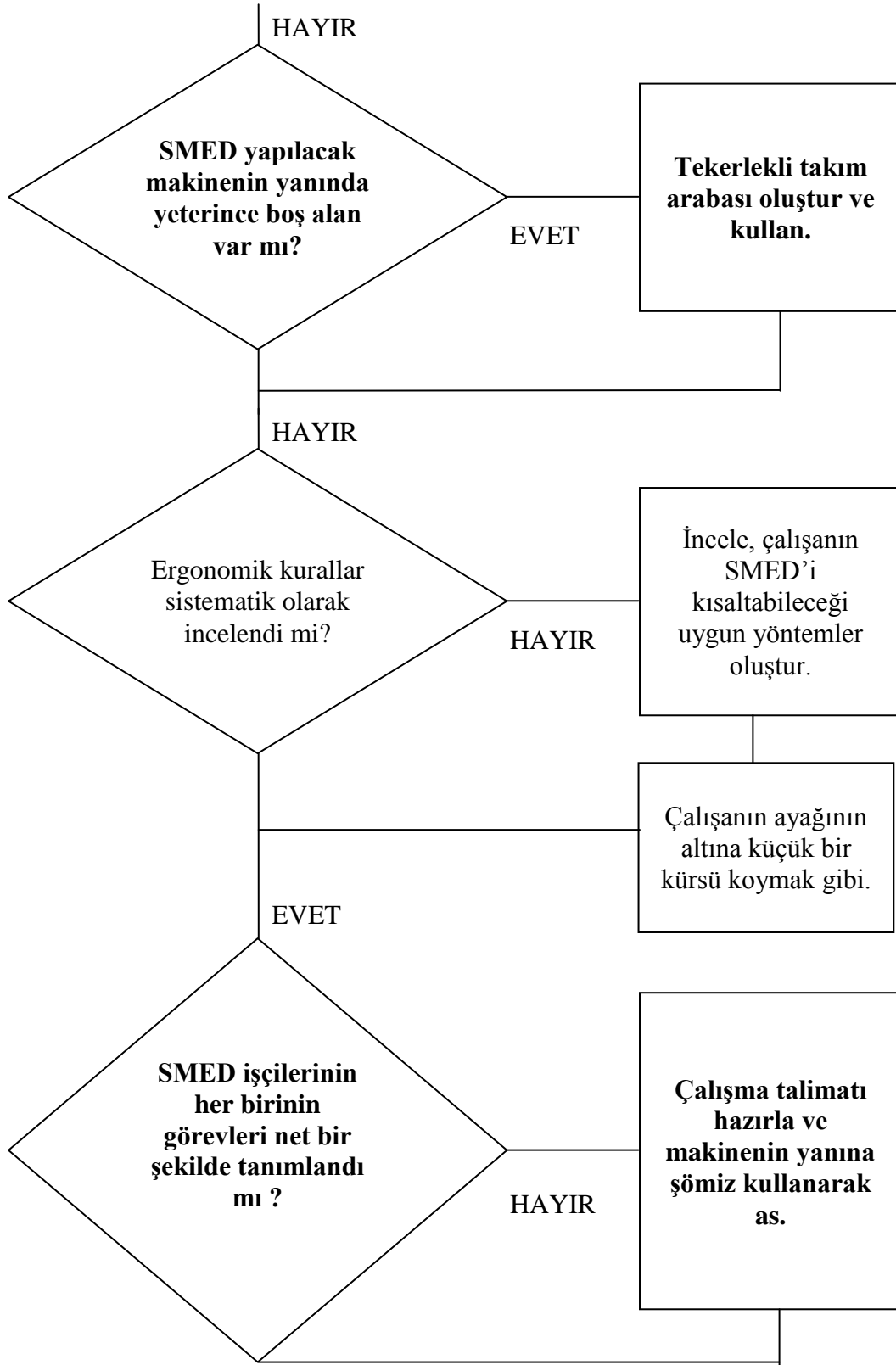




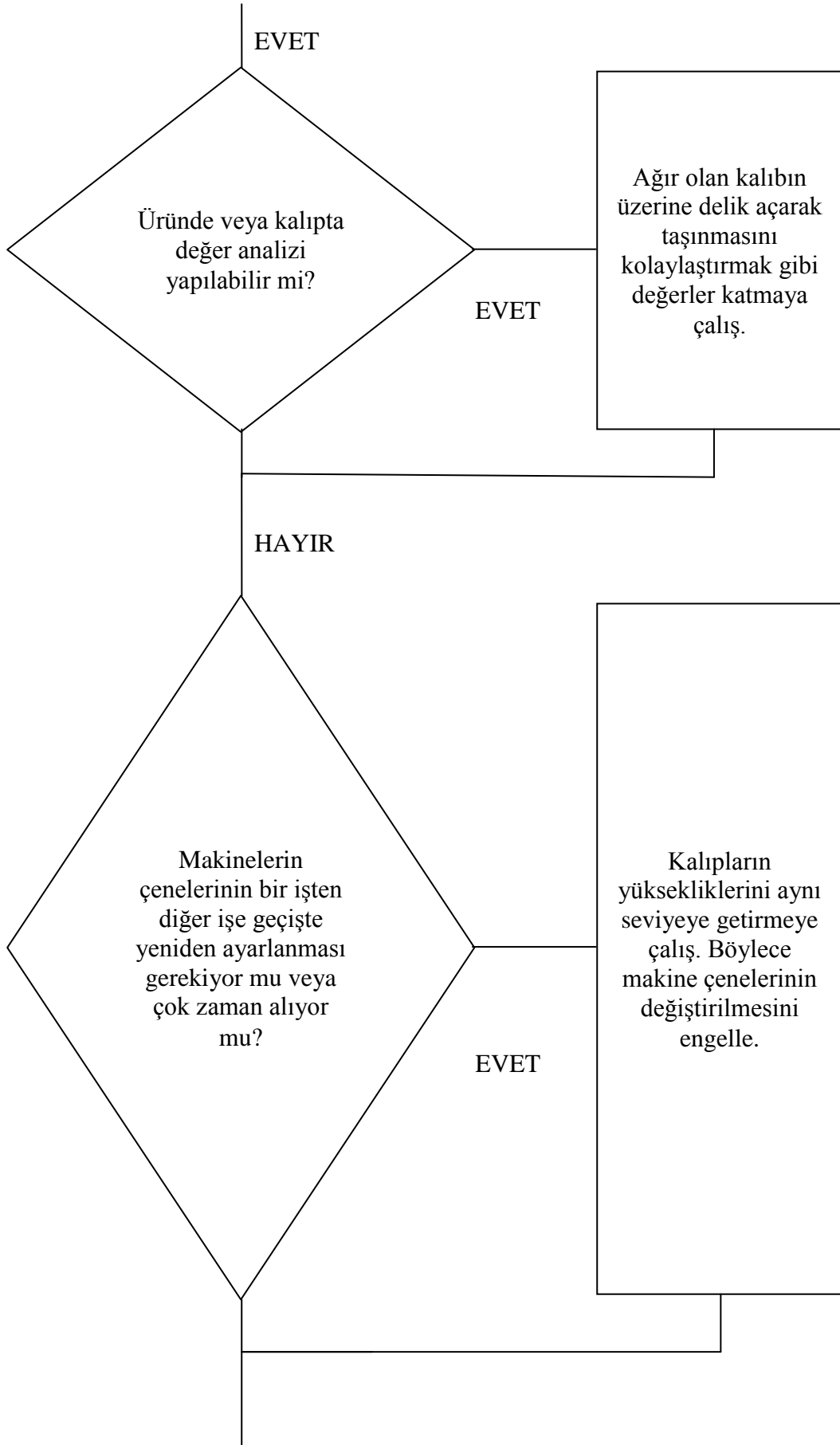


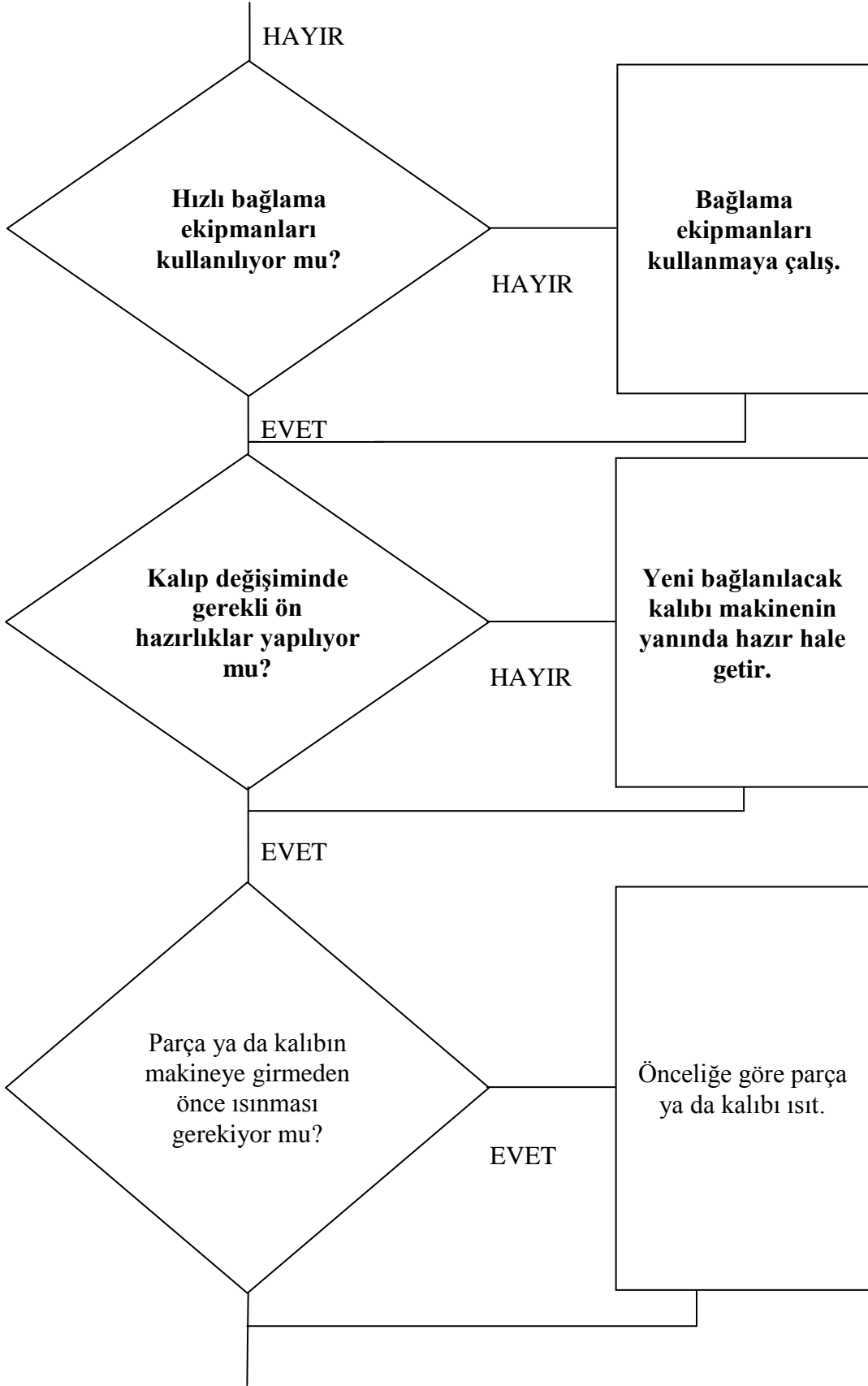


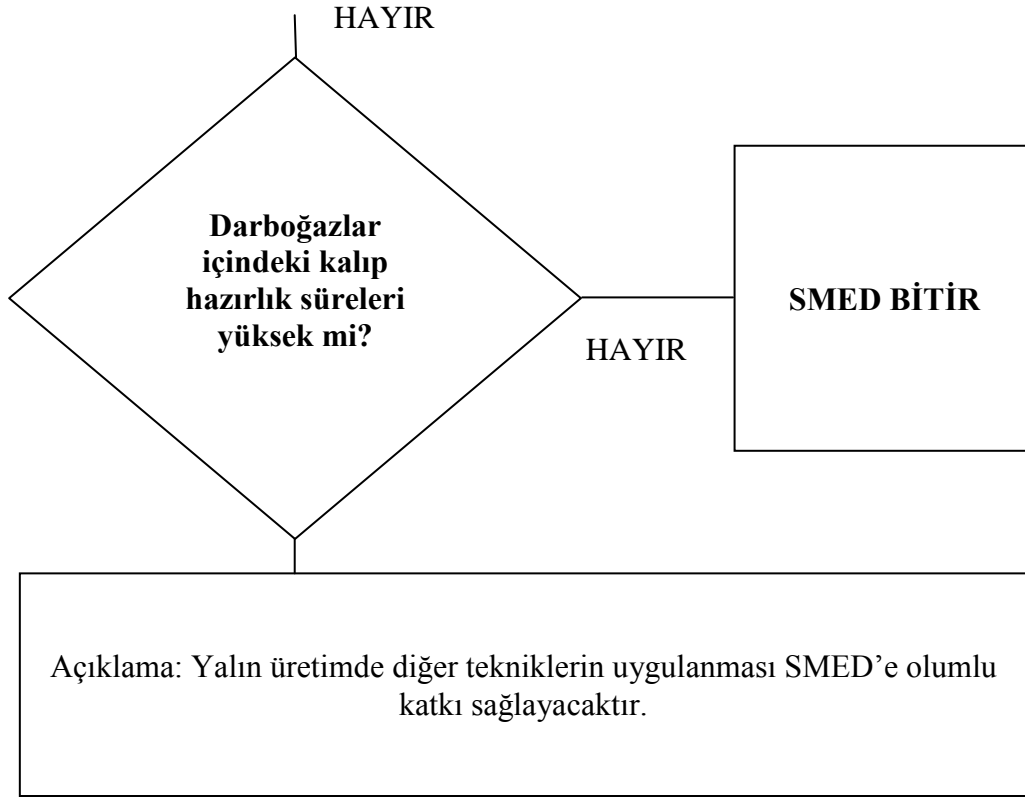












Koyu renkte yazılan kurallar ve sorular Osmanlı Grup'ta uygulanmıştır.

Zeki karar destek sisteminin SMED'le olan etkileşimini anlatmadan önce iyi bilinmesi gereken bir noktaya dikkatinizi çekmek isterim, bilindiği gibi klasik sistemlerde önceden tasarlanmış bir akış diyagramı algoritmaları yoktur. Bu sistemler gerekli duyduğu bilgi, veritabanına geçmişte eklenmişse ona ulaşır.

Zeki karar destek sistemi ile mevcut makine kendi tecrübelerinden öğrenme ve bu tecrübelere dayanan kararlar verme yeteneğine sahip olmuştur. Makine, uzmanlık bilgileri ve muhakeme yeteneği ile problem çözebilen ve önerilerde bulunabilen bir sistem haline geldiğinden dolayı insan gibi karar verme durumuna erişmiştir. SMED'te zeki karar destek sistemi kullanılarak üretime, problem çözümünde hiyerarşik bir yaklaşım kazandırılmıştır.

Sistem, yapay zekâya sahip olduğundan istenildiğinde kesin veya bilmiyorum gibi kesin olmayan sorulara cevap verebilir. Ayrıca zeki karar destek sistemi sayesinde karmaşık problemlere daha hızlı cevap verilebilir bir hale gelinilmiştir.

Oluşan yeni sistem, SMED uygulaması ve zeki karar destek sisteminin entegrasyonu ile bilgi tabanlı bir yapıya dönüşmüş olup, problemleri daha geniş bir perspektifte

inceleyebilmektedir. Tüm bunların gerçekleşmesi için öncelikle, bilginin kullanıldığı ve çağrıldığı bir hafıza yani kurallar belleği oluşturulup SMED kuralları bu belleğe eklendi. Burada iki varsayıma göre bilgiler düzenlendi. Birincisi varsayım, eğer cümlesi ile başlayan kuralları belirten bir bilgi yapısıdır. İkincisi varsayım ise, eğer durumunda verilen cevaba göre ( evet, hayır, bilmiyorum) sistemin vereceği bilgiler yani SMED kurallarıdır. Daha sonra çıkarım mekanizması kullanılarak elde edilen bilgilerden yeni bilgiler oluşturuldu. Burada ilaveten uzman insanların fikirlerinden, benzetim programlarından ve yaşanmış olaylardan yararlandı.

Bilgi alt sistemi de kurulmuştur. Böylece ileride oluşacak SMED veya yalın üretim ile ilgili bilgilerin sisteme rahatlıkla eklenebilmesi sağlandı. Bunun için ayrıca veritabanı oluşturuldu. Oluşturulan veritabanında kurallar, bilgi alt sisteminde ise sorular mevcuttur. Açıklama sistemi de yaratılarak problem neden oldu, niçin gerçekleşti gibi sorulara mantıklı cevaplar verilmesi sağlandı. Son olarak arama sistemi ile veritabanından istenilen bilginin kolayca elde edilme imkânı sunuldu.

### **6.11 Uygulama Sonucunda Elde Edilen Bulgular**

Yalın üretim, üretime yük getiren tüm israflardan kurtulmayı hedef alan bir yaklaşımdır. Yalın üretimin temel stratejisi üretim hızını artırıp, akış süresini azaltarak kalite, maliyet, teslimat ve performansını aynı anda iyileştirmektir. Yalın üretimin ana amaçlarından biri, sorumluluğu tepe yönetimden üretim hattındaki operatörlere kadar herkese yaymaktır. Yani sorumluluk, firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar itilir. Bu sistemi başarılı bir şekilde uygulayabilmek için SMED, kanban, tam zamanında üretim ve 5S gibi bazı yalın üretim tekniklerini verimli bir şekilde uygulamak gerekmektedir.

Çalışmaya başlamadan önce Osmanlı Grup'ta üretim hattında bazı darboğazların olduğu tespit edilmiştir. Bu darboğazların önüne geçmek için üst yönetim yalın üretim tekniklerinden faydalanılması gerektiği kararını almıştır. Daha sonra kurulan proje ekibi ile beraber üretim hattında beklemelere sebep olan uzun hazırlık sürelerinin düşürülmesine yönelik çalışma başlatılmıştır. Kurulan ekip ile mevcut enjeksiyon makinelerinden biri seçilmiş olup ve satış hacmi çok yüksek olan ürünlerden biri olan stor ayak ürününün hazırlık işlemleri gözlenmiştir. Tez süresince ERP sisteminden alınan veriler doğrultusunda mevcut makinede 22 defa stor ayak ürününün kalıp bağlama ve sökme işleminin ortalama süresinin 51,82 dk. olduğu

belirlenmiştir. Yani sadece stor ayak ürünü için 1140 dk. harcadığı görülmektedir. Tez süresince mevcut hazırlık sürelerini düşürmeye yönelik birçok iyileştirme yapılmıştır. Ancak uzun süren araştırmalar sonucunda plastik enjeksiyon makinelerinde elektro manyetik sistem yöntemi ile bu sürelerin tekli dakikalara inmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Kurulacak sistemin maliyetinin 4000 TL olduğu ve ancak yapılan deneme kalıp bağlama ve sökme işlemlerinin tekli dakikalarda gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Sadece mevcut stor ayak ürünü için, basit bir hesaplama yapacak olursak mevcut ürünün hazırlık süresinin 10 dk. seviyelerinde yapıldığında 22 defa bu işlem için 220 dk'ya ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Proje süresince sadece bu ürün için kurumun elde ettiği kazanç, süre bazlı 920 dk. olacağı saptanmıştır.

ERP sisteminden alınan verilere göre bu ürün yaklaşık 10 sn'de üretilmektedir. Bu durumda kazanç sağlanan 920 dakikadan toplam 5520 adet ürün fazladan üretme imkanına sahip olunmuştur. Mevcut ürünün birim satış fiyatı 0,25 TL. dir. Maliyetten elde edilen toplam kazanç 1380 TL olarak gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi sistemin maliyeti 4000 TL olmakla beraber çalışma süresince mevcut makineye sadece bu kalıbı bağlamadığımız için diğer ürünlerin kalıp değiştirme işlemleri ile birlikte düşündüğümüzde mevcut sistemin kendisini 4 ay kadar bir sürede amorti ettiği görülmektedir.

Mevcut firmalar kendilerine yeni kaynak edinme arayışında iken aslında öz kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmamaktadırlar. Kitle üretiminin müşteri odaklı üretim sistemine dönüştüğü günümüz dünyasında firmalar müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına yeni makine alımı, yeni işgücü temini gibi kaynak arayışına girmektedirler.

Firmada iki günde bir kalıp değiştirme işlemi gerçekleşmektedir. Dört aylık süre boyunca doksan altı defa bu işlem yapılmaktadır. ERP sisteminden alınan veriler doğrultusunda da ortalama hazırlık süresi hesaplanmıştır. Bu veri ışığında SMED uygulamasından elde edilen sonuçlar ile kıyaslandığında mevcut makinenin kapasitesi belirlenmiştir.

Çalışma süresince firmanın kapasitesini arttırma düşüncesi varken SMED uygulamaları ile kabul edilebilir seviyeye gelen hazırlık süreleri sayesinde elektro

manyetik sistemin kullanıldığı makinede %30 civarında kapasite artışı tespit edilmiştir.

Ayrıca SMED uygulaması diğer yalın üretim tekniklerinden olan kanban sayısının düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Kanban sayısı hesabında kullanılan günlük kanban çevrim süresinin bulunması içinde hazırlık sürelerinin büyüklüğü önem taşımaktadır. Düşük hazırlık süreleri sayesinde günlük kanban çevrim süresini azaltabilir bu sayede de kanban sayımızı daha düşük seviyelere getirme imkanımız olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında SMED ve kanban tekniği birbirini tetikleyen yalın üretimin önemli tekniklerindedir.

Sonuç olarak SMED projesi sonrasında işletme, düşen hazırlık süreleri sayesinde küçük partiler halinde üretim yapabilme imkânına kavuşmuş olup, daha düşük seviyelere inen stoklarıyla müşteri isteklerine hızlı bir şekilde cevap verebilecek bir yapıya sahip olmuştur.

Müşteri isteklerine hızlı cevap vermek amacıyla uzman insanlar alınan fikirler, ve onların tecrübeleri değerlendirip tekstil için SMED kuralları ve soruları oluşturulmuştur. Bu kurallar ve sorulardan 31 tanesi mevcut işletme için zeki karar destek sistemine uyarlanmıştır.

## 7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu yüksek lisans tez çalışmasında SMED tekli dakikalarda kalıp değiştirme ile ilgili zeki karar destek sistemi modeli oluşturulmuştur ve bunun doğrulanması amacı için bir şletmede uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın sonrasında zeki karar destek sistemi kurulabileceği anlaşılmıştır. Konuyla ilgili olarak 49 adet kural tanımlanmıştır. Bu kurallar "IF-THEN" dediğimiz eğer öyleyse şeklindeki kurallar olarak oluşturulmuştur ve çıkarım mekanizması ileri doğru şeklinde dir. Bu çalışmanın diğer orijinal yanlarından bir tanesi klasik zeki sistemlere göre kuruluşun vizyonundan ve yalın üretim kavramının şletmede stratejik olarak ele alınmasından başlayarak bunun SMED gibi daha spesifik konulara kadar yayılması gerektiğini anlatan bir yapıda olmasındır. Yapılan çalışmanın sonrasında oldukça faydalı bir karar destek sisteminin uygulanabileceği görölmüştür. Bundan sonra çalışma olarak yapılabilecek faaliyetler arasında kuralların bulanık mantık çerçevesinde 0-1 mantığı yerine belirli bir derecelendirmeye izin verecek yapıda olması düşünülebilir. Bu zeki karar destek sisteminin uzman sisteme dönüştürölebileceği görölmüştür. Bu çalışmayı daha ileriye götürmek isteyen araştırmacılar uzman sistem yazılımını oluşturabilir, bulanık mantığı uygulayabilir ayrıca tekstil sektörü ve belli makine grupları için yapılmış olan bu çalışmayı diğer sektörler ve makine grupları için de uygulayabilirler.





## KAYNAKLAR

- Acar N.** (2002), “Tam Zamanında Üretim”, Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları, s:85-103
- Altan M.** , (2009) “Veri Tabanı Yönetim sistemleri” Trakya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü s:3-9
- Ardıç, K. ve Yıldız, Dr. G.** (2002), “Japon İşletmecilik Uygulamaları Türk İşletme Yönetimine Bir Model Olabilir mi?” Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı 31.
- Baykal, N. ve Beyan T.** , (2004) “Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler” 1. Baskı, s: 287
- Bilgen, B.** (2007) “ İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’ne bağlı Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Mühendislik Yönetimi Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi, s: 76-84
- Cebeci , U.** (2012), “Beyaz Eşya Sektöründe ERP Kullanım Seviyesi ve Yalın Üretim Olgunluğu Analizi Projesi”, İTO.
- Cesur, N.** (2000). “İşletmelerde Yeni İlke; Yalın Üretim” Verimlilik Dergisi, 2000/4, MPM Yayınları, s: 7-16
- Corsten, H. ve Will, T.** (1993), ,”Reflection on Competitive Strategy and its Impact on Modern Production Concepts”, Management International Review, Vol.33 pp.315-334.
- Çakmakçı, M.** (2008), “Process improvement: performance analysis of the set up time reduction-SMED in the automobile industry”
- Çapan, S.** (1993) , “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları. Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S. “ s.163.
- Çapan, S.** (1993) , “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları. Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S.” , Verimlilik Dergisi. Selami Çapan (çev.). Sayı:1. s.154.
- Çapan, S.** (1993) , “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları. Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S.” , Verimlilik Dergisi. Selami Çapan (çev.). Sayı:1. s. 148-153.
- Çapan, S.** (1993), “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları, Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S” , Verimlilik Dergisi, , Sayı:1, s.146.
- Çapan, S.** (1993), “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları. Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S.”
- Çelik, Levent,** (2006) “Karar Destek Sistemlerinin Karar Verme Sürecindeki Rolü” (Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İncelenmesi), Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yönetim Organizasyon Dalı, İstanbul

- Çetinkaya, K.** (2000), “Toplam Tasarım” , Gazi Kitapevi, Ankara,
- Çetinyokuş, T. ve Gökçen, H.** (2002) “Borsada göstergelerle teknik analiz için bir karar destek sistemi”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17 (1) s: 43-58, Ankara
- Demir, Prof. Dr. M. H. ve Gümüşoğlu Prof. Dr. Ş.** (2003), “Üretim Yönetimi – İşlemler Yönetimi” , 6. Baskı s: 113-114.
- Ersoy, A.** (2007), “Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması”
- Gottesmann, K.** (1991), “JIT Manufacturing is More Than Inventory Programs and Delivery Schedules”, Industrial Engineering, 23 ( 5).
- Goubergen, D. V. ve Landeghemb H. V.** (2002), “Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design - Robotics and Computer Integrated Manufacturing” 18 (2002) 205–214.
- Kastal, A. ve Köse, A. O. ,** (2009) “Yapay Zeka” XVI. Türkiye'de İnternet Konferansı, s: 1-12
- Leonardo Rivera, F. Frank Chen,** (2007), “Measuring The Impact of Lean Tools on TheCost-TimeInvestment of a Product Using Cost-Time Profiles”, Journal of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing , vol. 23, s. 687.
- Melton, T.** (2005) “The benefits of leanmanufacturing: what lean thinking has to offer the process industries” - MIME Solutions Ltd, Chester, UK Institution of Chemical Engineers Trans IChemE, Part A, June 2005 Chemical Engineering Research and Design, 83(A6), s:662–673
- Mercedes Benz Türk A.Ş.** (2001), “Yalın Üretim Sistemi” , Kaizen Eğitim Kitabı, İstanbul.
- Ohno, T.** (1996), “Toyota Ruhu – Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi” (Çev. Canan Feyyat), Scala Yayıncılık.
- Özceylan, E.** (2011). “ Kanban Sistemi – Yalın Düşünce”, Selçuk Üniversitesi, s: 1-15
- Özçelikel, H.** (1994), “Bir Personel Yöneticisinin Gözüyle Japon Yönetim Sistemleri” , İstanbul: MESS Yayınları, s.133.
- Özgöbek Ö. ,** (2010) “Yapay Zeka” Ege Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi, s: 1-12 ve 18-22
- Schonberger, R.J.** (1988), “ThePull of Kanban”, Productionand Inventory Management Journal, 29 ( 4 ) s: 54 – 58.
- Shah, R., andWard, P.T.,** (2003), “Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance”, Journal of Operations Management 21, 129-149.
- Shingo S.** (1985) “A revolution in Manufacturing : The SMED” , s: 21 – 31
- Shingo S.** (1996) , “Quick Changeover For Operators: THE SMED SYSTEM” , Productivity Press Portland.
- Studel, H. J. and Desruelle, P.** (1992) “Manufacturing in the Nineties” , Van Nostrand Reinhold

**Suzaki ,K.** (2005), “Suzaki, Kiyoshi. İmalatta Mükemmellik Yolu Sürekli İyileştirme Teknikleri” Saadet Özkal (çev.). İstanbul: Otoyol Sanayi Yayınları, s.186.

**Suzaki, K.** (1993) , “Japon Verimlilik Enstitüsü Video Notları. Üretim Yönetiminde Yeni Bir Sistem: 5S.” Verimlilik Dergisi. Selami Çapan (çev.). Sayı:1. s.186.

**Suzaki, K.** (2001), “İmalatta Mükemmellik Yolu”, The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA.

**Suzaki, K.** (2005) , “İmalatta Mükemmellik Yolu Sürekli İyileştirme Teknikleri” Saadet Özkal (çev.). İstanbul: Otoyol Sanayi Yayınları, s.186.

**Üstkan, Suat,** (2007) , “ Uzman Sistemler, Genel: Yönlendirilmiş Çalışma”, s: 6-12

**Womack, J. P. Jones, D. T.** (1998), “Yalın Düşünce (Lean Thinking )” Sistem Yayıncılık. s. 5-11

**Yılmaz, M. B. ,** (2008) “Zeki Öğretim Sistemleri” Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Bölüm, Eğitim Bilimleri-Eğitim Programları ve Öğretim, s:1

**Url-1** < [http:// www.biymed.com/bulten/ocak06-5.htm](http://www.biymed.com/bulten/ocak06-5.htm)> , alındığı tarih: 29.04.2012

**Url-2** <[http:// www.osmanligrup.com/company.aspx?id=1](http://www.osmanligrup.com/company.aspx?id=1)> , alındığı tarih: 29.04.2012

**Url-3** <[http:// tr.wikipedia.org/wiki/Veritaban%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Veritaban%C4%B1)> , alındığı tarih: 02.05.2012



## **EKLER**

**EK A:** Elektro manyetik sistem formu

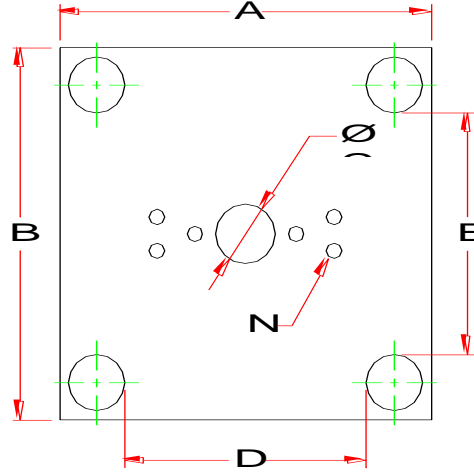
**EK B:** Soru kural akış diyagramı

**EK C:** SMED öncesi durum

## EK A

Çizelge A.1 : Firma bilgisi.

<b>Firma</b>
Adı
İlgili Kişi:
Tel:
Email:



Şekil A.1 : Manyetik tabla teknik resim.

Çizelge A.2 : Elektro manyetik sistem için gerekli veriler.

Makinanın markası	TSP	Sabitlenme Bilezik sayısı No. of Locating Rings (1 or 2)	1 ADET
Model No.		Sabitlenme Bileziği Location Ring Dia. (ØC) (fixed) Sabit Taraf	125MM
Sıkma kuvveti	1300 KN	Sabitlenme Bileziği Location Ring Dia. (ØC) (moving) Hareketli taraf	
Açma Kuvveti (Optional)	1300KN	No. Of Knock-out Holes (N)	
Nozzle kuvveti (Optional)		Ejector çubuk çapı	125MM
Plate genişlik (A)		Ejector	
Plate yükseklik (B)		Ejector Çubuk kuvveti	60BAR
Magnetic Makina arka plakasının tümüne mi entegre olacak	EVET	Kalıp Arka yüzey max sıcaklık	75C
Magnet el kontrolü gerekli mi ? (3)	EVET	Yatay veya dikey yükleme Y – D	DİKEY
Ölçü (D) mm	40CM	Kalıp arka plaka malzemesi	GENELDE İMALAT ÇELİĞİ
Ölçü (E) mm	41CM	SPI, EMAP or JIS Delik Patterni	
Bağlama Çubuk (silindir) Çapı		Arka plaka çizim var mı	

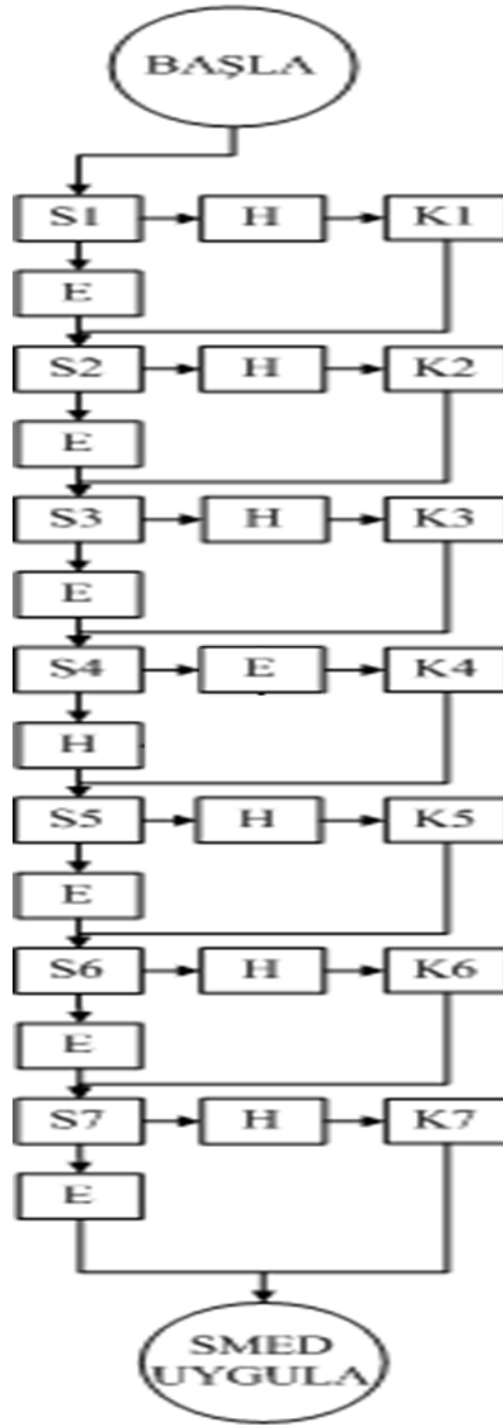
---

Tie Bar Diameter

Min. Kalıp Genişliği (F) mm	23CM	Kullanılmak Voltaj (200/230 / 400/480 VAC, 50/60Hz)	
Max. Kalıp Genişliği (F) mm	40CM	Manyetik kumanda kablo uzunluğu	
Min. Kalıp Yükseklik (G) mm	23CM	Sabit Taraf için	
Max. Kalıp Yükseklik (G) mm	40CM	Hareketli Taraf için	
Max Kalıp Derinlik (H) mm		Operator Kumanda uzunluğu	5m
Max Kalıp Ağırlık kg	450KG	Makina Kontrol nite kablo uzunluk	4m
Yatay – Dikey	Y - D	E-Stop Voltajı (24v tercih)	
Özel bilgi var mı			
Ejektör Delik izimi var mı			

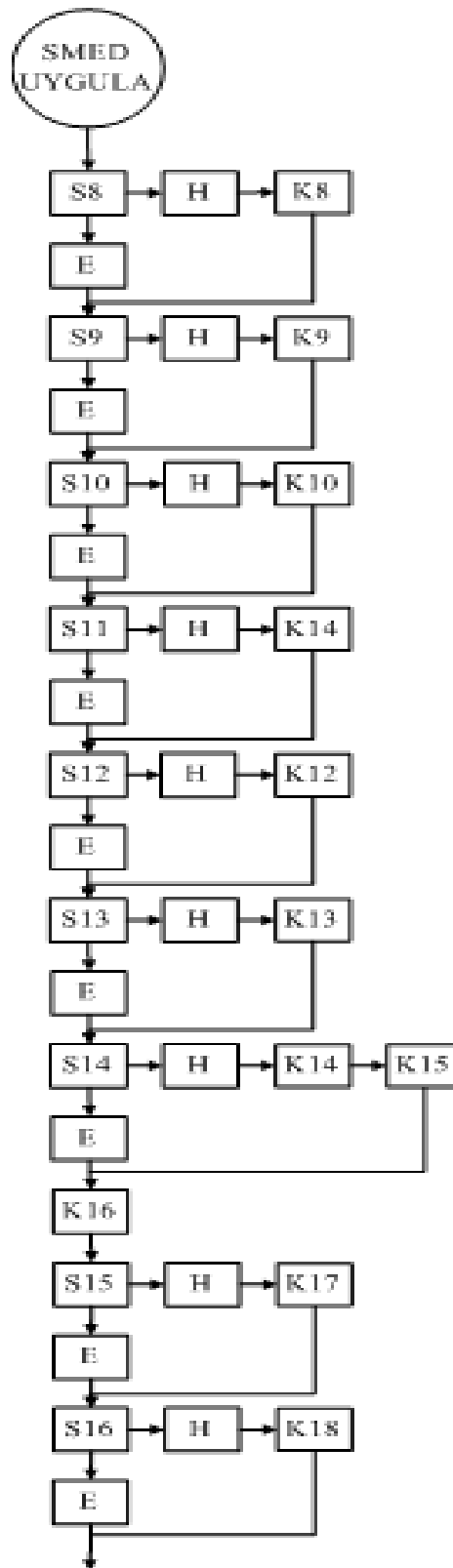
---

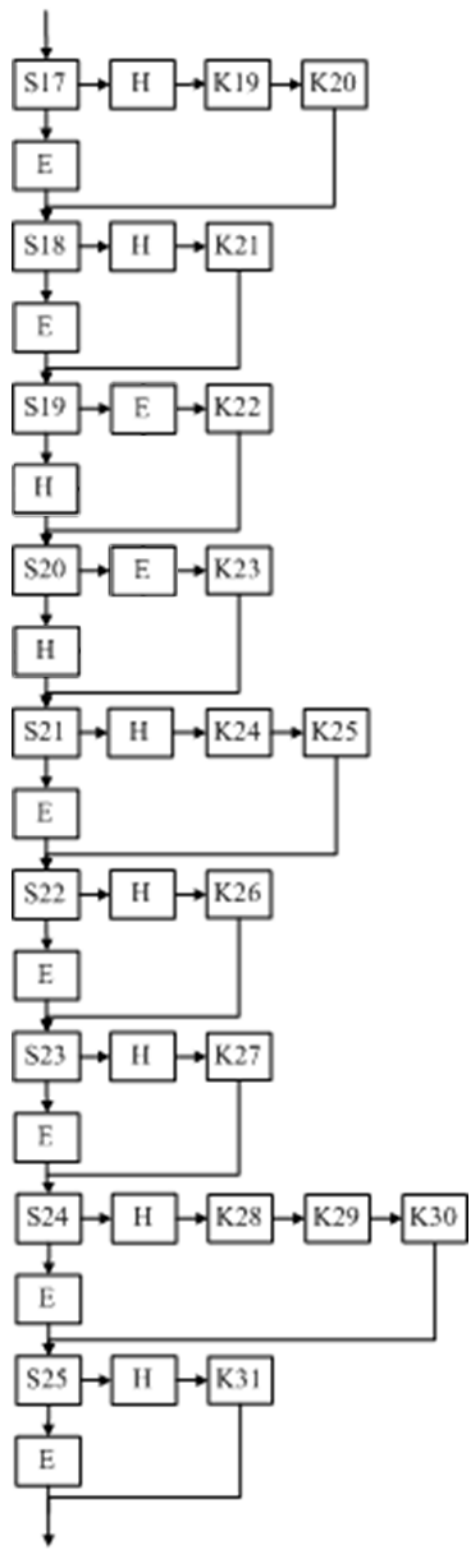
EK B

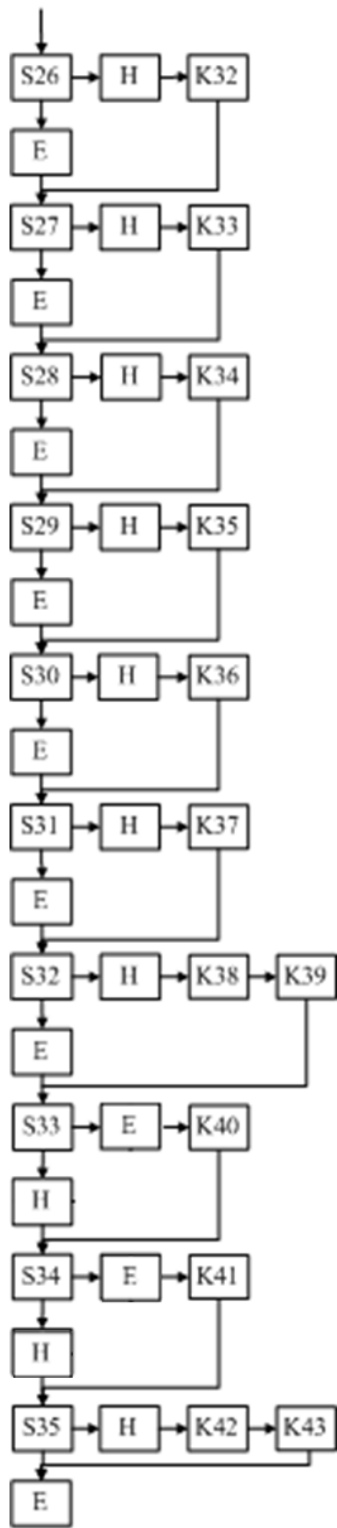


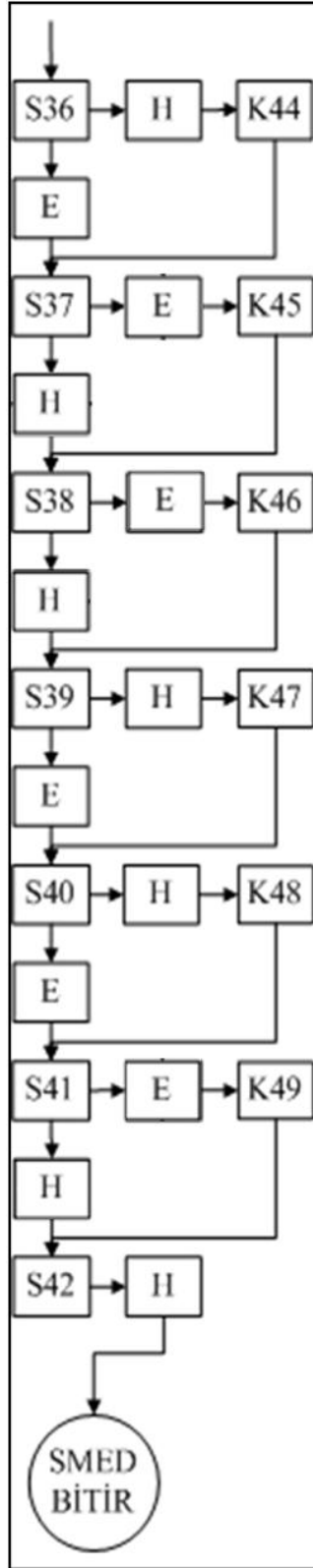
Şekil B.1 : SMED öncesi soru kural akış diyagramı.











Şekil B.2 : SMED uygulamasındaki soru kural akış diyagramı.

**EK C****Çizelge C.1 : SMED öncesi durum.**

<b>ENJEKSİYON MEVCUT DURUM</b>				
<b>Sıra No</b>	<b>Operatör1</b>	<b>Süre(sn)</b>	<b>Operatör2</b>	<b>Süre(sn)</b>
<b>KALIP TAKMA</b>				
1	Kalıba yürüme	18		
2	Bekleme	59	Taşıyıcının alınması	25
3			Taşıyıcının yükseklik ayarının yapılması	50
4	Kalıbın taşıyıcıya konulması	17	Kalıbın taşıyıcıya konulması	9
5	Bekleme	20		
6	Yürüme	14	Taşıyıcıyı makineye götürme	43
7			Bekleme	20
8	Mapanın kalıba bağlanması	34	Su rekorlarının getirilmesi	13
9	Kalıbın jalaskara bağlanması	20	Su rekorlarının ayarlanması	140
10	Yay aparatının getirilmesi	40		
11	Suyolluklarının ve yayın hava ile temizlenmesi	37		
12	Yayın kalıba takılması	68	Su rekorlarının üst montajı	145
13	Su rekorlarının alt montajı	80		
14	Makine zeminin ve kalıbın temizlenmesi	20		
15	Kalıbın yerleştirilmesi	55	Kalıbın yerleştirilmesi	60
16	Pabuçların sıkılması meme tarafı	30	Bekleme	30
17			Pabuçların sıkılması meme tarafı	30
18	Bekleme	30		
19	Sıkma ayarının yapılması ve kontrolün yapılması	40	Bekleme	40
20	Pabuç mesafe ayarlaması	40	Pabuç mesafe ayarlaması	40
21	Pabuçların sıkılması itici taraf	40	Bekleme	40

22	Jalaskarın alınması	40	Pabuçların sıkılması itici taraf	50
23	Mengenenin açılması ve sıkma ayarının yapılması	45	Bekleme	140
24	Su hortumlarının ve kelepçenin alınması	20		
25	Bekleme	50		
26	Su hortumlarının takılması	115	Kelepçenin sıkılması	195
27	Kelepçenin sıkılması			
28	Bekleme	150		
29			Su kaçağının 1. kontrolü	65
30	Su kaçağının 1. Kontrolü	20	Bekleme	115
31	Kalıbın havayla temizlenmesi	55		
32	Su kaçağının 2. kontrolü	40		
33	Redüktör ayarının yapılması	45	Takımların toplanması	100
34	Hammadde yolunun açılması	5		
35	Redüktör ayarının tekrar yapılması	100	Ürün haznesinin temizlenmesi	15
36	Kalıbın temizlenmesi	35	Bekleme	260
37	Boğazın içindeki yanık maddenin boşaltılması	85		
38	Grup ayarının yapılması	5		
39	Örnek baskıların alınması	100		
40			<b>KALIP SÖKME</b>	
41	Su vanalarının kapatılması	20	Bekleme	215
42	Hortumların sökülmesi	120		
43	Kalıp içinde kalan suyun ve su yolluklarının temizlenmesi	40		
44	Kalıbın silinmesi	15		
45	Koruyucu yağın kalıba sıkılması	20		
46	Kalıp mapasını takma	10	Jalaskarın getirilmesi	5
47	Makine mengenesinin kapatılması	5	Bekleme	5

48	Jalaskarı kalıba bağlama	10	Jalaskarı kalıba bağlama	10
49	Pabuçların sökülmesi	60	Bekleme	60
50	Bekleme	50	Pabuçların sökülmesi	50
51	Mengenenin açılması	15	Bekleme	15
52	Jalaskarla kalıbın makineden alınması	40	Jalaskarla kalıbın makineden alınması	40
53	Yay aparatının sökülmesi	20	Su rekorlarının sökülmesi	140
54	Bekleme	20		
55	Kalıbın temizlenmesi	5		
56	Jalaskar ayarı	5		
57	Su rekorlarının sökülmesi	30		
58	Kalıp yüzeyinin mazotla temizlenmesi	40		
59	Koruyucu yağla kalıbın yağlanması	25	Taşıyıcının getirilmesi	30
60	Kalıbın taşıyıcıya yüklenmesi	25	Kalıbın taşıyıcıya yüklenmesi	25
61	Bekleme	80	Taşıyıcının rafa götürülmesi	40
62			Taşıyıcı yüksekliğinin ayarlanması	40
63	Kalıbın rafa yerleştirilmesi	20	Kalıbın rafa yerleştirilmesi	20
64	Bekleme	120	Taşıyıcının yerine bırakılması	20
65			Malzemelerin yerine taşınması	70
66			Jalaskarın yerine taşınması	30
	<b>Toplam (sn)</b>	<b>2367</b>	<b>Toplam</b>	<b>2440</b>
	<b>Toplam (dk.)</b>	<b>39,45</b>	<b>Toplam (dk.)</b>	<b>40,67</b>





## **ÖZGEÇMİŞ**

**Ad Soyad:**Volkan Kemalbay

**Doğum Yeri ve Tarihi:** İstanbul 01 Ocak 1985

**Adres:** Güneştepe Mahallesi, Çavuş Sokak, No:12, Daire:3 Güngören / İstanbul

**E-Posta:** volkan\_kemalbay@hotmail.com

**Lisans:** Sakarya Üniversitesi