

66597

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİYLE ÜRETİMDE OHTA VE HAA
TEKNİKLERİ UYGULAMASI İLE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Met. Müh. Burak PULATKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Haziran 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Haziran 1997

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Yılmaz TAPTIK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Kutsal TÜLBENTÇİ

Prof.Dr. Niyazi ERUSLU

HAZİRAN 1997

ÖNSÖZ

Uluslararası pazarlarda rekabetçi firmaların çoğalması ve bu firmaların müşteri kazanabilme çalışmaları kalite gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Firmalar, kaliteli ürün üretebilmek amacıyla yaptıkları çalışmalarda kalite tekniklerindeki yoğun olarak kullanmaya başlamışlardır. Türkiye’de firmalar kalite faaliyetleri çalışmalarında, kalite tekniklerini uygulamakda oldukça yenidir. Bununla birlikte, özellikle son yıllarda firmalarda kalite teknikleri kullanımı oldukça artmıştır. Bu çalışmada kalite tekniklerinden OHTEA ve HAA tekniklerinin, orta ölçekli bir basınçlı döküm işletmesinde uygulaması yapılmış ve tekniklerin nasıl yararlı olarak kullanılabileceği örnek bir çalışma ile ortaya konmuştur.

Bu çalışmamda bana, tıpkı lisans tezi çalışmamda olduğu gibi yardımlarını esirgemeyen, özellikle kalite anlayışı ve kalite güvence konusunda kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Yılmaz TAPTIK’a teşekkürü bir borç bilirim.

Kalite tekniklerinin uygulanmasını işletmelerinde gerçekleştirdiğimiz saygıdeğer ASLAR Pres Döküm A.Ş. yöneticilerine ve tüm çalışanlarına, özellikle bu fabrikada kalite güvence sorumlusu olarak bana yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım ve meslektaşım Yük. Met. Müh. Levent Kösoğlu’na teşekkürlerimi sunuyorum.

Bununla birlikte yaptıkları çalışmalardan faydalandığım ve fikirsel olarak bana destek olan olan Yük. Met. Müh. Özgül KELEŞ ve Murat ATEŞ’e teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde yaptığım çalışmalarda bana yardımcı olan Araştırma Görevlileri Uğur DEMİRLER ve Kürşat KAZMANLI’ya çok teşekkür ederim.

HAZİRAN, 1997

Burak PULATKAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
SUMMARY	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Kalite Tekniklerinin Önemi ve Gerekliliği	1
BÖLÜM 2 BASINÇLI DÖKÜM	2
2.1 Giriş	2
2.2 Başarılı Basınçlı Döküm İçin Gereksinimler	4
2.3 Basınçlı Döküm Makinaları	4
2.3.1 Plunger (Dalgıç) Makinası	5
2.3.2 Hava (Gooseneck) Makinaları	6
2.3.3 Soğuk Kamara Basınçlı Döküm Makinaları	8
2.4 Basınçlı Döküm Kalıpları	9
2.4.1 Kalıpların Klasifikasyonu	10
2.4.2 Kalıp Tasarımının Genel Detayları	11
2.4.3 Kalıp Çelikleri	13
2.4.4 Kalıbın Yağlanması	15
2.4.4.1 İdeal Bir Yağlayıcıda Aranılan Özellikler	15
2.4.4.2 Kalıp Yağlama Kuralları	16
2.5 Basınçlı Döküm Teori ve Pratiği	17
2.5.1 Dökümdeki Etkin Parametrelerin Analiz ve Kontrolü	17
2.6 Basınçlı Döküm Aşırımları	22
2.7 Basınçlı Dökümde Faz Ayarları ve Ölçümleri	27
2.7.1 Üç Fazlı Enjeksiyon Sistemi	27
2.7.2 Kapama hızı	28
2.7.3 Spesifik Döküm Basıncı	29
2.7.4 Boşluğa Dolma Zamanı	30
2.7.5 Kapama Zamanı	30
2.7.6 Takviye Zamanı	30

2.8 Basınçlı Dökümde Alaşımların Ergitme İşlemi	30
2.9 Basınçlı Döküm Parçalarının Bitirme İşlemleri	32
BÖLÜM 3 KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ	33
3.1 Kalite Anlamı ve Kalite Kontrol Olgusu	33
3.2 Kalite Güvencesi Yaklaşımı ve Kalite Organizasyonu	35
3.2.1 Kalite Güvencesinin Etkin Olduğu Parametreler	35
3.2.2 Kalite Güvencesi Temeli Olan Üretici-Müşteri İlişkileri	36
3.2.3 Prosedürler ve İş Talimatları	37
3.2.4 Oditler	37
3.2.5 Kalite Sorumluluğu ve Otoritesi	38
3.2.6 Bağımsız Kontroller	38
3.2.7 Kalite Güvence Departmanının Görevi ve Önemi	39
3.2.8 İşletmedeki Organizasyon Şekli	40
3.3 Kalite Maliyetleri	41
3.3.1 Önlem Maliyetleri	42
3.3.2 Muayene Maliyetleri	42
3.3.3 Hata Maliyetleri	43
3.4 ISO 9000 Serisi Standartları	43
3.5 Kalite Kontrol Politikası ve Hedefleri	48
BÖLÜM 4 KALİTE GÜVENCE KAPSAMINDA KULLANILAN KALİTE ARAÇ VE TEKNİKLERİ	49
4.1 Kalite Araçları	49
4.1.1 Veri Toplama	49
4.1.2 Sebep-Sonuç Diyagramları	50
4.1.3 Pareto Analizi	54
4.1.4 Çetele Diyagramları	55
4.1.5 Histogram	56
4.1.6 Dağılım Diyagramları	57
4.1.7 Proses Kontrol Diyagramları	57
4.2 Kalite Teknikleri	60
4.2.1 Kalite Fonksiyonlarının Geliştirilmesi	60
4.2.2 İstatistiksel Proses Kontrol	62
4.2.3 Deneylerin Tasarımı	64
BÖLÜM 5 OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (OHTEA)	68
5.1 Giriş	68
5.2 Olası Hata Türü ve Etki Analizinin Uygulanması	69
5.2.1 Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin Bir Sistemde Kurulması ve Yönetilmesi	71
5.2.1 OHTEA'nın İşlerliğinin Kontrolü	75
5.3 Sistem OHTEA	76
5.4 Tasarım OHTEA	80
5.5 Proses OHTEA	85

5.6 Servis OHTEA	90
5.7 OHTEA Formu ve Bölümleri	95
BÖLÜM 6 HATA AĞACI ANALİZİ (HAA)	113
6.1 Giriş	113
6.2 Hata Ağacı Analizinin Temeli Olan Kök Sebep Analizi	113
6.2.1 Kök Sebep Analizinin Yönetim Fonksiyonlarıyla İlişkisi	115
6.2.2 Kök Sebep Analizinin Avantajları	116
6.3 Hata Ağacı Analizi Diyagramlarında Kullanılan Semboller	118
6.4 Hata Ağacı Analizinin Gelişimi	124
6.4.1 Hata Ağacı Analizinde Zirve Olayın Tanımlanması	124
6.4.2 Hata Ağacı Analizinde Diyagramın Yapılandırılması	124
6.5 Hata Ağacı Analizinin Tamamlanması	128
6.5.1 Hata Ağacı Analizinin Onaylanması	128
6.5.2 Hata Ağacı Analizinin Modifiye Edilmesi	129
6.5.3 Hata Ağacı Analizinde Faktörlerin Olasılık Değerlendirmeleri	130
6.6 Hata Ağacı Analizinin Kullanıldığı Ortamlar	131
BÖLÜM 7 OLASI HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ VE HATA AĞACI ANALİZİ TEKNİKLERİNİN ORTA ÖLÇEKLİ BİR BASINÇLI DÖKÜM FABRİKASINA UYGULANMASI	133
7.1 Uygulamanın Yapıldığı Firmanın Tanıtılması	133
7.2 Firmanın Üretim Akış ve Kalite Planı	134
7.3 Basınçlı Döküm Prosesinde Yaygın Olarak Görülen Başlıca Hatalar ve Hata Sebepleri	146
7.4 Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Aşamasına Ait Sebep-Sonuç(Kılçık) Diyagramı	148
7.5 Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Kısım İçin OHTEA ve HAA Analizlerinin Uygulanması	152
7.5.1 Proses OHTEA Analizinin ‘092 Marş Motor Ön Kapak’ İçin Uygulanması	152
7.5.2 Proses OHTEA Analizinin ‘BSH03 BOSH Silecek Kolu’ İçin Uygulanması	172
7.5.3 HAA Tekniğinin Çeşitli Hatalar Üzerinde Uygulanması	193
7.5.3.1 HAA Tekniğinin Döküm Boşluğu Hatası Üzerinde Uygulanması	193
7.5.3.2 HAA Tekniğinin Sıyırma Hatası Üzerinde Uygulanması	194
7.6 Basınçlı Döküm Prosesinde Ortaya Çıkan Hataların Fotoğrafları ...	195
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	212
KAYNAKLAR	213
ÖZGEÇMİŞ	215

SEMBOL LİSTESİ

$\bar{X}, R, v_i, X$	: Kontrol diyagramı çiziminde kullanılan değişkenler
A, A_1, A_2	: Kontrol diyagramında AKL ve ÜKL için katsayılar
B_1, B_2, B_3, B_4	: Kontrol diyagramında AKL ve ÜKL için katsayılar
D_1, D_2, D_3, D_4	: Kontrol diyagramında AKL ve ÜKL için katsayılar
a_2, d_2	: Kontrol diyagramında orta çizgi için katsayılar
C_pK	: Kontrol limiti
∇	: OHTEA’da kritik karakteristikler
CNF	: Ürün hatalarının kümülatif sayısı

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Manuel olarak çalışan plunger tipi basınçlı döküm makinası [1].....	5
Şekil 2.2	Geliştirilmiş plunger tipi makina [1].....	6
Şekil 2.3	Hava (Gooseneck) makinalarının açık şekli [1].....	7
Şekil 2.4	Hava (Gooseneck) makinalarının kapanmış şekli [1].....	7
Şekil 2.5	Soğuk kamaralı basınçlı döküm makinasında parça şekilleri [1].....	8
Şekil 2.6	Basınçlı döküm kalıbının ana bileşenleri [1].....	10
Şekil 2.7	Alüminyum basınçlı döküm alaşımlarının yaklaşık ısı tutum eğrileri [2].....	18
Şekil 2.8	Çinko basınçlı döküm alaşımlarının yaklaşık ısı tutum eğrileri [2].....	18
Şekil 2.9	Sabit ısı girişi ile çalışan test kalıbında soğutma suyunun etkisi [2].....	20
Şekil 2.10	Birim zamandaki döküm sayısının boyutsal hassasiyete etkileri [2].....	20
Şekil 2.11	Üç fazlı enjeksiyon sisteminde ölçüm diyagramı.....	28
Şekil 2.12	Kapama hızı ölçümü için ölçüm noktaları.....	29
Şekil 2.13	Enjeksiyon ve spesifik döküm basıncı ölçüm cihazı.....	29
Şekil 3.1	Tüm üniteler boyunca müşteri-üretici bağlantıları [5].....	36
Şekil 3.2	Kalite güvence departmanı sorumlulukları ve görevleri [5].....	40
Şekil 3.3	İşletmelerdeki temel organizasyon şekli [5].....	41

Şekil 4.1	Hatalara neden olan temel sebepler.....	52
Şekil 4.2	İnsan gücüne etki eden sebepler.....	52
Şekil 4.3	Malzemeye etki eden sebepler.....	53
Şekil 4.4	Ölçü aletlerine etki eden sebepler.....	53
Şekil 4.5	Yönetime etki eden sebepler.....	54
Şekil 4.6	Pareto Analizi.....	54
Şekil 4.7	Basit bir histogram.....	56
Şekil 4.8	Kontrol diyagramının temel elemanları [4].....	58
Şekil 4.9	Üretimde istatistiki ölçümlere dayalı kontrolün yeri.....	63
Şekil 5.1	OHTEA Akış şeması.....	70
Şekil 5.2	Sistem OHTEA formu [12].....	79
Şekil 5.3	Tasarım OHTEA formu [12].....	84
Şekil 5.4	Proses OHTEA’da hata tanımının tekrarı.....	86
Şekil 5.5	Proses OHTEA formu [12].....	89
Şekil 5.6	Servis OHTEA’da hata tanımının tekrarı.....	90
Şekil 5.7	Servis OHTEA formu [12].....	94
Şekil 6.1	Görünen ve kök sebepler [14].....	114
Şekil 6.2	Kök sebep analizinin yönetim fonksiyonlarıyla ilişkisi [14].....	116
Şekil 6.3	HAA diyagramlarında kullanılan dikdörtgen [14].....	118
Şekil 6.4	HAA diyagramlarında kullanılan ‘VE’ kapısı [14].....	119
Şekil 6.5	HAA diyagramlarında kullanılan ‘VEYA’ kapısı [14].....	119
Şekil 6.6	HAA diyagramlarında kullanılan üçgen [14].....	120
Şekil 6.7	HAA diyagramlarında kullanılan elips [14].....	120

Şekil 6.8	HAA diyagramlarında kullanılan tarife [14].....	120
Şekil 6.9	HAA diyagramlarında kullanılan daraltılmış daire [14].....	121
Şekil 6.10	HAA diyagramlarında kullanılan karo [14].....	121
Şekil 6.11	HAA diyagramlarında kullanılan daire [14].....	121
Şekil 6.12	Hata ağacı diyagramında temel sayısal sistem [14].....	122
Şekil 6.13	Hata ağacı diyagramında transfer sayısal sistem [14].....	123
Şekil 6.14	Basit bir hata ağacı analizi diyagramında temel faktörler [14].....	125
Şekil 6.15	Hata ağacı analizinde prosedürlere bağlı üçüncü aşama faktörler [14].....	126
Şekil 6.16	Hata ağacı analizinde ekipmana bağlı üçüncü aşama faktörler [14].....	127
Şekil 6.17	Hata ağacı analizinde personele bağlı üçüncü aşama faktörler [14].....	128
Şekil 6.18	HAA’da temel olasılık değerlendirimi [15].....	130
Şekil 7.1	Üretim akış şeması ve kalite planı.....	134
Şekil 7.2	Firmada kullanılan talimat prosedür ve formlar.....	135
Şekil 7.3	Basınçlı döküm prosesi için yapılmış kılçık diyagramı.....	148
Şekil 7.4	092 Marş motor ön kapak parçasında döküm boşluğu hatalarının parçadaki yerinin gösterimi.....	152
Şekil 7.5	092 Marş motor ön kapak parçasının ürün sinoptiği.....	153
Şekil 7.6	092 Marş motor ön kapak parçasının işleme kontgamı.....	154
Şekil 7.7	092 Marş motor ön kapak parçasının döküm kontgamı.....	155
Şekil 7.8	092 Marş motor ön kapak parçasının operasyon talimatı.....	156
Şekil 7.9	Valeo marş motor ön kapak parçasının 1. Üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi.....	161

Şekil 7.10	Valeo marş motor ön kapak parçasının 1. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu.....	162
Şekil 7.11	Valeo Marş Motor Ön Kapak Parçasının 2. Üretim Sonuçlarına Göre Oluşturulmuş Pareto Analizi.....	165
Şekil 7.12	Valeo marş motor ön kapak parçasının 2. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu.....	166
Şekil 7.13	Valeo marş motor ön kapak parçasının 3. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi.....	168
Şekil 7.14	Valeo marş motor ön kapak parçasının 3. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu.....	169
Şekil 7.15	BSH03 BOSH silecek kolu parçasında yürümemezlilik hatalarının parçadaki yerinin gösterimi.....	172
Şekil 7.16	092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının ürün sinoptiği.....	173
Şekil 7.17	092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının işleme kontgamı.....	174
Şekil 7.18	092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının döküm kontgamı.....	175
Şekil 7.19	092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının operasyon talimatları.....	176
Şekil 7.20	Bosh silecek kolu (BOSH03) parçasının 1. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi.....	183
Şekil 7.21	Bosh silecek kolu (BSH03) parçasının parçasının 1. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu.....	184
Şekil 7.22	Bosh silecek kolu (BSH03) parçasının 2. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi.....	188
Şekil 7.23	Bosh Silecek Kolu (BSH03) parçasının 1. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu.....	189
Şekil 7.24	HAA tekniğinin döküm boşluğu hatası üzerinde uygulanması ile hazırlanmış HAA diyagramı.....	193
Şekil 7.25	HAA tekniğinin sıyırma hatası üzerinde uygulanması ile hazırlanmış HAA diyagramı.....	194

Şekil 7.26	Basınçlı döküm parçalarındaki sıyırma hatası.....	195
Şekil 7.27	Basınçlı döküm parçalarındaki sert noktalar.....	196
Şekil 7.28	Basınçlı döküm parçalarındaki yürümemezlik hatası.....	197
Şekil 7.29	Basınçlı döküm parçalarındaki tabakalaşma hatası.....	198
Şekil 7.30	Basınçlı döküm parçalarındaki faz ayarı hatası.....	199
Şekil 7.31	Basınçlı döküm parçalarındaki yüzeyde yağ izleri hatası.....	200
Şekil 7.32	Basınçlı döküm parçalarındaki yolluk kırılması hatası.....	201
Şekil 7.33	Basınçlı döküm parçalarındaki yüzey çöküntüleri hatası.....	202
Şekil 7.34	Basınçlı döküm parçalarındaki kalıpta çatlak izleri hatası.....	203
Şekil 7.35	Basınçlı döküm parçalarındaki pim kırılması hatası.....	204
Şekil 7.36	Basınçlı döküm parçalarındaki çekilme boşluğu hatası.....	205
Şekil 7.37	Basınçlı döküm parçalarındaki bünye içinde hava boşluğu hatası.....	206
Şekil 7.38	Basınçlı döküm parçalarındaki işlenmiş yüzeyde döküm boşluğu hatası.....	207
Şekil 7.39	Basınçlı döküm parçalarındaki ilk baskı parça örneği.....	208
Şekil 7.40	Basınçlı döküm parçalarındaki yüzeyde döküm boşluğu hatası.....	209
Şekil 7.41	Basınçlı döküm parçalarındaki yapışma hatası.....	210
Şekil 7.42	Basınçlı döküm parçalarındaki, parçayı kalıptan çıkarırken geç kalınması nedeniyle oluşan kırılma hatası.....	211
Şekil 7.43	Basınçlı döküm parçalarındaki, yolluğun patlaması sonucu parça yüzeyinde istenmeyen Alüminyum parçacıkların oluşması hatası.....	211

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1	Kullanım alanlarına göre kalıp çelikleri [3].....	14
Tablo 2.2	Çinko alaşımlarının kimyasal kompozisyonu [1].....	24
Tablo 2.3	Çinko alaşımlarının mekanik özellikleri [1].....	24
Tablo 2.4	Çinko alaşımlarının genel özellikleri [1].....	25
Tablo 2.5	Alüminyum alaşımlarının kimyasal kompozisyonu [1].....	26
Tablo 2.6	Alüminyum alaşımlarının fiziksel özellikleri [1].....	26
Tablo 2.7	Basınçlı döküm alüminyum alaşımlarının spesifikasyonu [1].....	27
Tablo 2.8	Alüminyum basınçlı döküm alaşımlarının döküm karakteristikleri [1].....	27
Tablo 3.1	Tipik kalite sistem standartlarının içeriği [6].....	45
Tablo 3.2	Kalite güvence standartlarının karşılaştırılması [6].....	46
Tablo 4.1	Değişkenler İçin $(\bar{X}, R, v_x, X)$ İçin Kontrol Diyagramı Çiziminde Kullanılan Formüller [4].....	59
Tablo 4.2	Özellik için Kontrol Diyagramları Çiziminde Kullanılan Formüller [4].....	60
Tablo 4.3	Sistem Tasarım Özeti [8].....	61
Tablo 5.1	Olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerinin rakamsal değerlendirilmeleri.....	74
Tablo 5.2	Sistem OHTEA'daki şiddet kılavuzu [12].....	99
Tablo 5.3	Tasarım OHTEA'daki şiddet kılavuzu [12].....	100
Tablo 5.4	Proses ve servis OHTEA'lardaki şiddet kılavuzu [12].....	101

Tablo 5.5	Sistem OHTEA'daki olasılık kılavuzu [12].....	104
Tablo 5.6	Tasarım OHTEA'daki olasılık kılavuzu [12].....	105
Tablo 5.7	Proses ve servis OHTEA'lardaki olasılık kılavuzu [12].....	106
Tablo 5.8	Sistem OHTEA'daki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].....	109
Tablo 5.9	Tasarım OHTEA'daki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].....	110
Tablo 5.10	Proses ve servis OHTEA'lardaki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].....	111
Tablo 7.1	Valeo Marş Motor Ön Kapak 1. Hata İstatistik Raporu.....	161
Tablo 7.2	Valeo Marş Motor Ön Kapak 2. Hata İstatistik Raporu.....	165
Tablo 7.3	Valeo marş motor ön kapak 3. hata istatistik raporu.....	168
Tablo 7.4	Bosh Silecek Kolu 1. Hata İstatistik Raporu.....	183
Tablo 7.5	Bosh silecek kolu 2. hata istatistik raporu.....	188

ÖZET

Bu çalışmada orta ölçekli bir basınçlı döküm fabrikasında, kalite güvence çalışmaları kapsamında kalite tekniklerinden OHTEA (Olası hata türleri ve etkileri analizi) ve HAA (Hata ağacı analizi) tekniklerinin uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Kalite tekniklerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi öncelikle o prosesin çok iyi bir şekilde bilinmesiyle sağlanabilmektedir. Bu sebepten dolayı çalışmada ilk olarak basınçlı döküm prosesi hakkında gereken bilgiler verilmiş, basınçlı döküm makinaları ve kalıpları birçok şekilde birlikte tanıtılmış, basınçlı döküm alışımları tablolar yardımıyla tüm özellikleriyle anlatılmış bununla birlikte bitirme işlemleri gibi önemli kademeler de ifade edilmiştir. Ayrıca bu bölümde döküm sırasında ki, döküm şartları, kalıp ve faz ayarları ve hata oluşumunda ki etkin parametreler değerlendirilerek uygun döküm şartları izah edilmeye çalışılmıştır.

Kalite güvencesi ve kalite anlayışının ifadesi kalite teknikleri veya tüm geliştirici faaliyetlerin de uygulanmasının gerekliliğini ortaya koyacaktır. Bununla birlikte ülkemizde kalite yaklaşımının kısmende olsa gözardı edilişi veya hakettiği önemin verilmeyişi, kalite güvence yaklaşımının bu çalışmada verilmesi gerekliliğini doğurmuş ve bu şekilde kalite tekniklerinin ifadesi kolaylaşmıştır.

Uygulanan kalite teknikleri tümüyle aynı amaca hizmet etmektedir. Genel olarak hatayı oluşturan parametrelerin durumu işaret edilerek sebeplerin dikkate alınması sağlanır ve bu etkiler doğrultusunda bir çalışma programı geliştirilerek proseste üretim bu anlayış çerçevesinde gerçekleştirilir. Kalite teknikleriyle bu faaliyet gerçekleştirilirken, kalite tekniklerinden herhangi bir tanesinin tek başına kullanılması söz konusu değildir. Herbir kalite tekniği, bir diğerinden elde edilebilecek veriye ihtiyaç duymaktadır veya bu şekilde daha etkili bir sonuç verir. Bu yaklaşım doğrultusunda tüm kalite teknikleri anlatılmış olmakla birlikte uygulaması yapılacak olan OHTEA ve HAA teknikleri oldukça geniş bir kapsam çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu iki tekniğin temel anlayışları ortaya konarak, kalite faaliyetleri çalışmalarında ki gereklilikler ifade edilmiştir.

Bu tez çalışmasında son olarak OHTEA ve HAA tekniklerinin orta ölçekli bir basınçlı döküm fabrikasında ki uygulama çalışmalarına yer verilmiştir. Bu tekniklerin uygulanmasında öncelikle proses geliştirme faaliyetleri arasında ilk olarak düşünülmesi gereken kılçık diyagramı, prosesten haberdar kişilerin katılımıyla bir beyin fırtınası şeklinde oluşturulmuştur. Bununla birlikte fabrikada ki prosesin tanımlanması ve üretim kalitesinin anlaşılması amacıyla geçmiş üretimler incelenmiş ve bu doğrultuda pareto analizleri yapılarak hata değerleri grafiklere dökülmüştür. OHTEA tekniğinin uygulanması düşünüldüğü parçalar incelenmiş ve bu parçalara ait ürün sinoptikleri, kontgamlar ve talimatlar formlar halinde verilmiştir. Bununla birlikte OHTEA tekniğinin uygulanmasıyla OHTEA formları düzenlenmiş ve bu formlara çalışmada yer verilmiştir. HAA tekniği proses bazında en çok problem yaratan hatalar üzerinde denenmiş ve bu hatalara ait HAA diyagramları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu diyagramlar, tez çalışmasında uygulama çalışmalarının gerçekleştiği son bölümünde yer almıştır.

OPTIMISING PRODUCT AND PROCESS BY FMEA AND FTA TECHNIQUES ON DIE CASTING PRODUCTION

One of the oldest methods of casting molten metal is by gravity pouring into sand molds. That method, with many refinements, is still practiced in our present so called sand foundries. In the course of time, the jewellery trade by its requirements for sharper outlines and smoother castings developed a process utilising plaster or gypsum molds. This method resulted in parts having a finer surface finish than sand castings, but the disadvantage that, as in sand casting, the mold had to be destroyed to remove the cast part. The effects of these factors caused the using of iron molds in casting. Producing of sharper, better and smoother cast parts provided by using iron molds. The next logical step was to improve accuracy and appearance of cast parts further by applying pressure to force the molten metal into strong steel molds, instead of merely relying on gravity pressure. Therefore the die casting was begun to use in 1950's.

The basic die casting alloys are zinc, magnesium, aluminium. The other die casting alloys are tin, lead and copper.

Zinc base alloys, having a slightly higher melting point than tin and lead. Zinc alloys are used for approximately 60 per cent by weight of all die cast parts, chiefly because of economies resulting from the ease and speed with which they can be cast. In many instances, speeds of up to 500 cycles/hr can be obtained. In addition, the low casting temperature of these alloys results in low fuel cost, low die cost, and low die maintenance. They have good mechanical properties and can be readily machined and economically finished.

Aluminium has increased 30 per cent in die casting. The properties of aluminium;

1. are light in weight,
2. have excellent creep resistance, electrical and thermal conductivity, and tarnish resistance,
3. are competitive in cost with cast iron and steel casting, formed steel parts, and many other types of castings,
4. can be commercially and economically finished.

Magnesium die castings are used mostly for applications where lightness, the principal advantage of the metal, is a main requirement. Such equipment as portable typewriters, stenotype and other business machine cases and housings, cameras, optical instruments, portable tools, and similar devices utilize magnesium die castings. Magnesium die castings are also used in reciprocating and moving parts in textile, conveying, and packaging machinery.

The salient properties of high strength, toughness, and corrosion and wear resistance of copper alloy die castings particularly brass make them suitable for many varied uses and open to industry a source of engineering parts having the accuracy, intricacy, stability, and economy of the die casting process. The applications of brass die castings are far too varied to give in detail, but the following partial list may suffice to indicate their potentialities: automotive gears, transmission forks, clutch

parts, shock absorber parts, pumps, bearings, electrical switch board parts, contactor parts, brush holders, refrigerator parts, steam fittings, valves, trunnion bearings, oil burner parts, general engineering fittings, and household hardware.

Tin die castings were extensively used in the past for antifriction bearings, especially for automotive use. This use, however, has greatly dwindled, and today tin alloy die castings are not being used for bearings because of the substitution of other materials and better methods for producing bearings. Tin die castings are used particularly for their corrosion resistance in such parts as soda fountain equipment, milking machines, syrup pumps, dental appliances, and surgical instruments.

Finally, lead alloys are usually applied where low cost, noncorrodible metal is required and when strength, hardness, and other mechanical properties are unimportant. Parts that must withstand the action of strong mineral acids, such as fire extinguisher parts, batteries, and chemical apparatus, are produced as lead die castings. They are used in X-ray equipment because of their resistance.

The mechanical properties of both lead and tin alloys are very low, and die casting of them therefore represent only a very small percentage of the total die casting consumption.

In order to make successful die casting, there are some requirements which must be done. These requirements;

1. A smoothly working casting mechanism, properly designed to hold and operate a die under pressure.
2. A properly designed and constructed die.
3. A suitable alloy

All three of these factors must be considered together not individually. Good castings cannot be produced if one of them is not up to standard. For instance, if a perfectly designed and constructed die is mounted on a well operating casting machine, a poor die casting will result if the alloy is inferior or not in accordance with standard specifications. Similarly good casting cannot be produced from a perfectly balanced alloy if either the die or the machine is not up to standard.

The successful production of die casting also requires, in some cases, the setup of low cost, high production, gang machining equipment; facilities for mechanical, chemical, or organic or metallic finishing of the castings; facilities for rapid but accurate inspection, both during and following the casting, machining, and finishing operations; and last but not least, a staff of trained engineers, metallurgists, and technicians to effect the coordination of all factors. Parts must first be suitably designed before they can be produced as the castings; dies must be properly designed and constructed; and alloys must be designated to meet the service requirements of the part and must be carefully prepared and rigidly controlled within the limits set by standard specifications.

Quality assurance activities are very important and have some difficulties. However it must be applied in die casting industry.

In order to assure quality, it is therefore necessary first to ensure that all the requirements for the total presentation are known. In other words, the customer's requirements must be sufficiently detailed to be fully understood by the supplier so that there are no areas of doubt as to the service requirements.

Quality assurance requires the total integration and control off all elements within a particular area of operation so that none is subservient to the other. These elements cover such aspects as administration, finance, sales, marketing, design,

procurement, manufacture, installation, commissioning and even, as we have seen, decommissioning.

Quality assurance is a management function which cannot be delegated and quality assurance is;

- Cost effective
- An aid to productivity
- A means of getting it right first time every time
- The responsibility of everyone

The background to quality assurance is the customer-supplier relationship. The ultimate purpose of any quality system is to ensure complete satisfaction by the customer with the goods or services provided by the supplier. Thus, the customer-supplier relationship is an active rather than a passive one. The first step in this relationship is to determine the customer. Depending on the nature of the product or service, either the customer will, or should, provide a full specification of requirements, or the supplier, by the market research and feedback from the market place, will produce services or goods to a presumed customer requirement. Any quality system must, therefore, involve the customer, either directly or indirectly. Although this customer-supplier relationship may be regarded, at least partly, as external to the supplier's activities, the same philosophy applies internally within a supplier's workplace at each stage of the operation. The customer becomes the user or consumer of the next stage in the operational process and so a quality system applies through the whole complex of activities within any organisation. Figure 1 typifies this internal customer-supplier relationship.

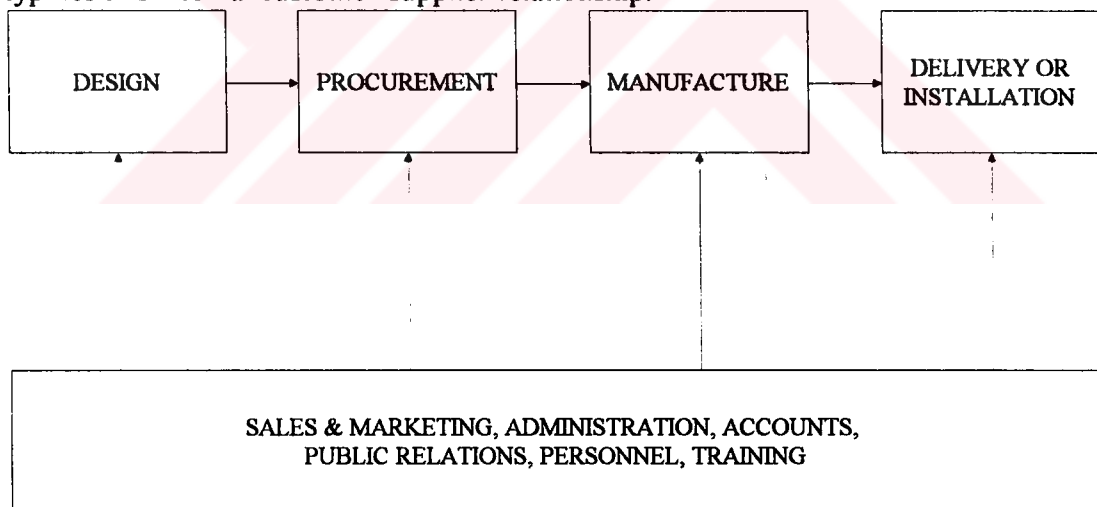


Figure 1: Internal customer-supplier relationship

Quality tools and techniques are usually applied in quality assurance activities.

The quality tools;

1. Pareto analysis,
2. Cause and effect diagram,
3. Histogram,
4. Check sheet,
5. Stratification,
6. Control chart,
7. Scatter diagram.

Quality techniques, which are used in quality assurance activities, are

1. Quality Function Development (QFD)
2. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)
3. Faulty Tree Analysis (FTA)
4. Statistical Quality Control (SPC)
5. Design of Experiment (DoE)

Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) and Faulty Tree Analysis (FTA) are important quality techniques.

A Failure Mode and Effect Analysis is an engineering technique used to define, identify and eliminate known and potential failures, problems, or errors, from the system, design, process and service before they reach the customer. The analysis of the evolution may take two courses of action. One, using historical data, similar data for similar products and or services, warranty data, customer complaints and any other appropriate information available, to define failures. Two, using inferential statistics, mathematical modeling, simulations, concurrent engineering, reliability engineering to identify and define the failures.

Using an FMEA, doesn't mean that one approach is better than the other, or that one is more accurate than the other. Both can be efficient, accurate, and correct if done properly and appropriately. Any FMEA conducted properly and appropriately will provide the user useful information that can reduce the risk load in the system, design, process and service. This is so, because it is logical and progressive potential failure analysis method which allows the task to be performed more effectively. FMEA is one of the most important early preventive action in system, design, process or service which will prevent failures and errors from occurring and reaching the customer.

Generally, it is accepted that there are four types of FMEA. The four types are;

1. System FMEA: is used to analyse system and subsystems in the early concept and design stage. A system FMEA focuses on potential failure modes between the functions of the system caused by system deficiencies. It includes the interactions between system and elements of the system.
2. Design FMEA: is used to analyse products before they are released to manufacturing. A design FMEA focuses on failure modes caused by design deficiencies.
3. Process FMEA: is used to analyse manufacturing and assembly processes. A process FMEA focuses on failure modes caused by process or assembly deficiencies.
4. Service FMEA: is used to analyse services before they reach the customer. A service FMEA focuses on failure modes (tasks, errors, mistakes) caused by process or system deficiencies.

The FMEA will identify corrective actions required to prevent failures from reaching the customer, thereby assuring the highest durability, quality and reliability possible in a product or service.

A good FMEA is one which;

- Identifies known and potential failure modes
- Identifies the causes and effects of each failure mode
- Priorities the identified failure modes according to the Risk Priority Number (RPN) the product of frequency of occurrence, severity and detection
- Provides for problem follow up and corrective action

There is a FMEA flowchart in Figure 2.

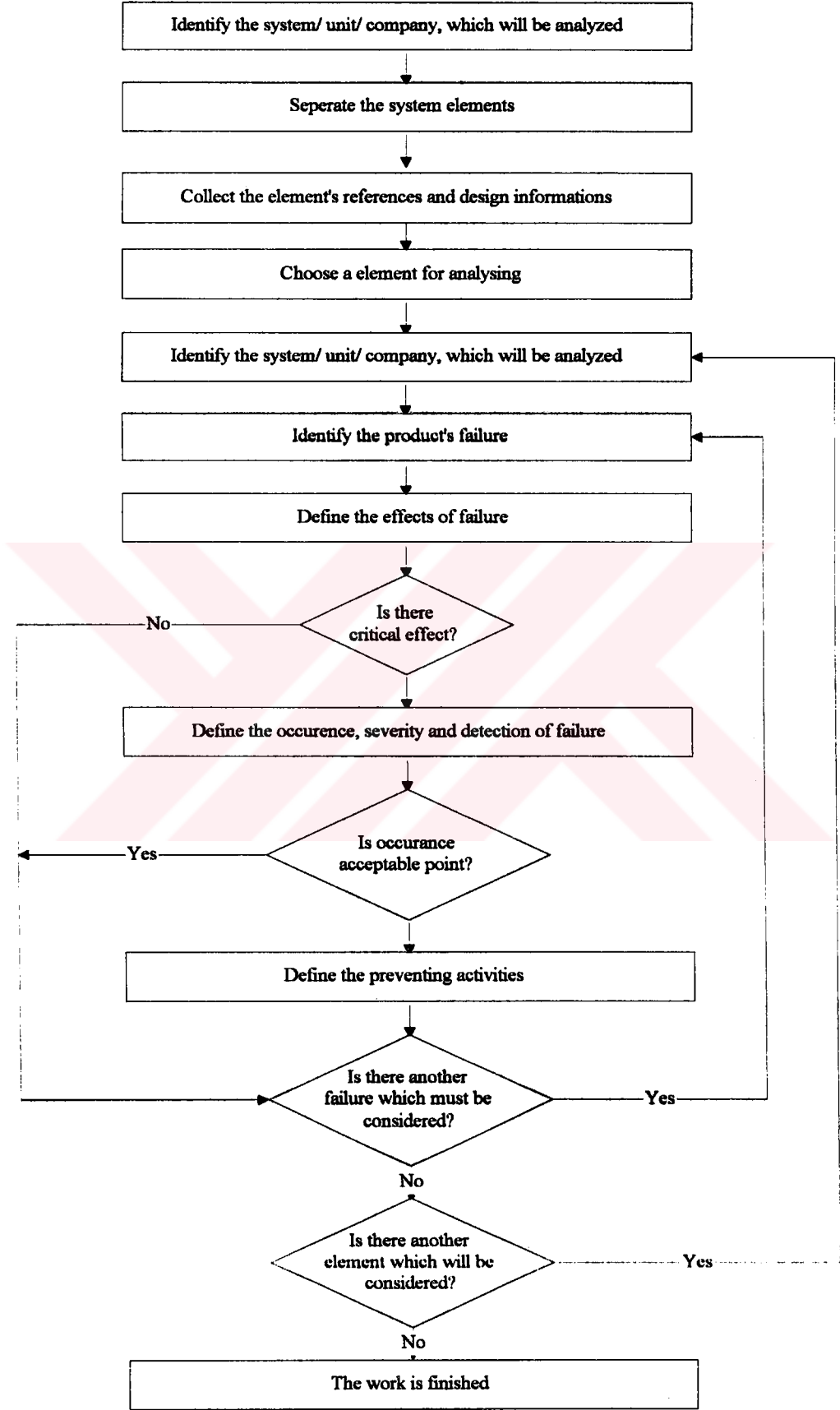
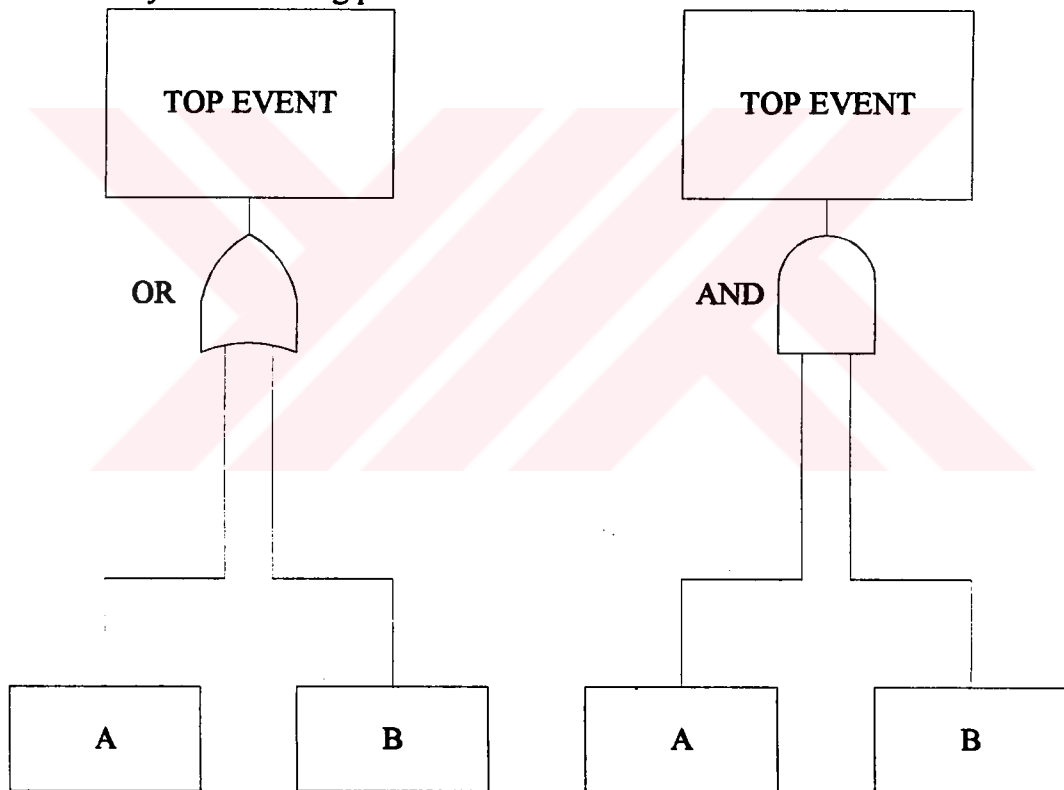


Figure 2: FMEA flowchart

Faulty tree analysis is a systematic way of identifying all possible faults that could lead to system fail danger failure. It is a top down method starting from the fail danger failure as the top event, a logic diagram is constructed showing all possible combinations of faults and conditions that could cause the top event. This logic diagram is built up from a number of AND and OR gates.

Tree diagrams are extremely useful in helping visualise and analyse more complex systems or problem situations. Tree diagrams can be used as either reactive or prospective analysis tools. When used reactively to investigate accidents and events, they are called fault or root cause trees. Tree diagrams may also be used prospectively to systematically plan and organise requirements for organisations, programs and projects, or future improvements to current plant operations. Used for goal attainment, they are called positive trees. Tree diagrams can also be used to analyse the probability of an event happening, used in this fashion, they are termed risk or probability trees.

Figure 3 shows the use of AND and OR gate symbols to represent two different ways of combining probabilities.



$$P(\text{Top Event})=P(A \text{ or } B)=P(A)+P(B)$$

$$P(\text{Top Event})=P(A \text{ and } B)=P(A)\times P(B)$$

Figure 3: The Basic FTA diagrams

Finally, those results were gained in this thesis.

- 1) These techniques can not be used alone. All of them need the others. Primarily fishbone diagram was prepared by brainstorming in this work. The fishbone diagram has the basic information about process. Therefore making of fishbone diagram before FMEA and FTA is very useful.
- 2) FMEA and FTA are applied before process. These techniques determine the probable failures and search reasons of these failures.

- 3) During the using of FMEA and FTA in this work, old productions were considered and by making of pareto analysis, results of old productions were utilized. Than which failures were serious was decided.
- 4) Another important problem is selection of quality techniques. Quality techniques have some advantages and disadvantages. For instance one of them can be useful in die casting process, but another one may have disadvantages in the same process. Therefore selection of quality techniques is very important.
- 5) The quality techniques are practiced successfully. The pareto analysis and the fishbone diagram supported FMEA and FTA techniques. FMEA and FTA techniques were started, after the selection of failure had been made by considering of their results.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 KALİTE TEKNİKLERİNİN ÖNEMİ VE GEREKLİLİĞİ

Günümüzde özellikle Avrupa’da gümrük kapılarının kalkması ticaret ve alışverişin serbestliği, değişen ve giderek sertleşen rekabet koşullarını da beraberinde getirmiştir.

İşletmeler kalitenin ön plana çıktığı bu pazarda müşteri tatminine önem vererek ürünlerini geliştirmek zorundadır. Ürünlerin gelişimi ve bu şekilde pazarda isim yapmaları müşterilerin o ürüne ilgi duymasına sebep olur. Böylece işletmeler ürettikleri ürünlerin pazarda talep görmesiyle kazanç ve karlılıklarını arttırırlar. Ürünlerinde kaliteyi sağlayamayan ve bu şekilde ürünleri müşteri tarafından tatmin edici bulunmayan işletmeler pazarın sert rekabet koşulları altında ezilmeye ve yokolup gitmeye mahkumdurlar.

Kalitenin böylesine gerekli ve vazgeçilmez olduğu bir ortamda işletmeler, ürünlerinde yüksek kaliteyle birlikte düşük maliyet sağlamak amacıyla önleyici kalite tekniklerini ve araçlarını yoğun olarak kullanmaktadırlar. Bu doğrultuda en fazla kullanılan kalite teknikleri OHTEA, HAA, KFG, DT ve İPK olup , tek başlarına ve geniş kapsamlı olarak bütünleştirilerek kullanılmaktadırlar.

Bu kalite teknikleri, metodlarına göre ürünler üzerinde yüksek kaliteyi engelleyici hata ve problemleri ortaya koyarak, bu hata ve problemlerin sebeplerini araştırır. Genel olarak bu çalışmalarda ürün üzerinde kötü oluşumlara meydan vermeyecek tüm faaliyetler belirlenerek, yeni üretimlerde uygulanması yoluna gidilir.

Kalite teknikleri, uygun amaç doğrultusunda ve doğru bir şekilde kullanıldıkları zaman daima faydalı bir teknik olarak en az hatanın elde edimi konusunda kullanılırlar.

BÖLÜM 2

BASINÇLI DÖKÜM

2.1 GİRİŞ

Metal dökümünün en eski metotlarından biri erimiş metalin kendi ağırlığıyla kum kalıba dökülmesine dayanır ve bu sistem günümüzdede devam etmektedir. Ancak zamanla mücevher endüstrisinin gelişmesi daha keskin ve düz kenarlı ürünlerin dökümünü gerektirmiş ve plaster veya alçıtaşı kalıplar kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu sistemde daha düzgün yüzeyli dökümler elde edilsede kum kalıba dökümün dezavantajları yine devam etmiştir.

Kum kalıbın ürünün alınması için kırılmak zorunda oluşu, 1800’lü yıllarda demir kalıpların hafif metallerin dökümlerinde kullanılmasına sebep olmuştur. Özellikle kurşun dökümü yüksek miktarlarda yapılmış, yine bu teknikle parmak askerlerin üretimi gözlenmiştir. Bu üretimler açılıp kapanabilir demir kalıplarda gerçekleşmiştir.

Bundan sonraki gelişim daha kaliteli dökümler elde edebilmek amacıyla sıvı metalin sert çelik kalıba basınç altında sokmak yöntemiyle olmuştur. Manuel olarak çalışan basınçlı döküm makinaları 1849’da Sturges, 1852’de Barr, 1856’da Pelize, 1877’de Dusenbury tarafından geliştirilmiştir. Bu arada Ottmar Magenthaler otomatik olarak pistonla sıvı metali kalıba iten basınçlı döküm makinasını geliştirmiştir [1].

İlk basınçlı döküm makinası olarak Amerika Birleşik Devletleri’nin Washington şehrindeki Smithsonian Enstitüsü’nde sergilenen basınçlı döküm makinası prensipte Magenthaler’inkinin aynısıdır, bu makinanın sıvı metali kalıba itmek için bir silindir dalgıç ve pompası vardır [1].

Basınçlı döküm makinalarının gelişimiyle birlikte, ilk ticari basınçlı dökümler otomotiv sektöründe mil ve destek parçalarının üretiminde kullanılmak üzere, kalay ve kurşun temel esaslı alaşımlarda başarıyla gerçekleşmiştir. Ancak şuda açıkça bellidirki

prosesin hayatta kalışı ve gelişimi onun, daha iyi mekanik özellikleri ve daha yüksek erime noktası bulunan alaşımlara adaptasyonuna bağlıdır.

Çinko bazlı alaşımlar, kalay ve kurşuna göre daha iyi mekanik özelliklere sahip, aynı zamanda erime noktasıda daha yüksek alaşımlardır. Bu özelliklerinden dolayı ikinci denenen alaşımlar olmuşlardır.

İlk ticari alüminyum bazlı basınçlı döküm alaşımı, 1915 yılında Doehler Die Casting Company tarafından üretilmiştir. 1. Dünya savaşı sırasında gaz maskelerinin üretiminde, dürbün ve teleskoplarda, silah parçalarında kullanılmak üzere alüminyum basınçlı döküm prosesi daha da geliştirilmiştir. Bugün alüminyumun basınçlı dökümle üretimi metalurjide vazgeçilmez bir üretim tekniğidir [1].

Magnezyum alaşımları, alüminyum alaşımları gibi basınçlı döküm alaşımlarının en önemlilerindendir. Metalurjik gelişmeler basınçlı döküm konusunda son 10 yılda magnezyumu alüminyumun karşısına bir rakip olarak çıkarmıştır. Bununla birlikte hiç şüphe yoktur ki magnezyum basınçlı dökümde geniş alanlar bulmaya devam edecektir.

Alüminyum ve magnezyum alaşımları, yaklaşık olarak 649 °C civarında benzer ergime sıcaklığına sahiptirler. Aynı şekilde bakır-çinko alaşımlarında 871 °C'nin biraz üzerinde ergime sıcaklıklarına sahiptirler. 222 °C'lik farklılık çok büyük bir sıcaklık farklılığı gibi gözükmesede, basınçlı dökümde ergime sıcaklığının bu noktada (649 °C civarında) artmasıyla birlikte çeşitli sorunlar meydana gelmeye başlar. Özellikle 927 °C sıcaklığındaki basınç altında, çelik kalıpta henüz çözilemeyen çeşitli problemler meydana gelmektedir. Aynı şekilde çinkonun ticari operasyonlarında ve yüksek miktarlardaki dökümlerinde, sürekli hacim artması meydana gelebilmektedir [1].

Basınçlı dökümde; metal, döküm sıcaklığı, basınç ve darbe sıcaklığı, kontrol edilebilir önemli mekanizmalardır. Kullanılan çelik döküm kalıplarının temizlenmesi hem kalıp ömrü hemde ürün özellikleri açısından önemli ve gereklidir [2].

Basınçlı döküm tekniğinde 1900'lü yılların ilk yarısında birçok proses gerçekleştirilmiştir. Basınçlı dökümdeki dikkate alınabilir en önemli gelişme makinaların otomatik hale gelmesi ve eskiden 3 veya 4 kişinin kontrolünde döküm gerçekleştirilirken günümüzde sadece 1 kişinin kontrolüyle saatte 300-500 dökümün gerçekleştirilmesidir [1].

2.2 BAŞARILI BASINÇLI DÖKÜM İÇİN GEREKSİNİMLER

Basınçlı dökümde dökümün başarısını gösteren en önemli delil ürünün kalitesidir. Döküm öncesi belirli parametrelerin uygun olarak ayarlanması, basınçlı dökümün hem kalitesi hemde ekonomikliğı açısından önemlidir. Bu parametreler 3 grupta toplanabilir.

1. Basınç altında, uygunca sıkıştırma ve bırakma olaylarının gerçekleştirilebilmesi için düzgün bir döküm mekanizması
2. Uygun şekilde tasarlanmış ve imal edilmiş bir kalıp
3. Uygun bir alaşım

Basınçlı dökümün başarısı için öncelikle bu 3 faktör tek tek olarak değil birlikte göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer bunlardan herhangi bir tanesi standart dışı ise iyi bir döküm yapılamaz. Örnek olarak mükemmel şekilde tasarlanmış bir basınçlı döküm makinasında kötü özellikte veya standart dışı bir alaşım kullanılıyorsa dökümün kalitesi şüphesiz düşük olacaktır. Benzer şekilde çok iyi özellikteki bir alaşım eğer uygunca tasarlanmamış ve doğru imal edilmemiş bir kalıpta başarılı olarak dökülemez [1].

Basınçlı dökümde başarılı bir üretimin değerlendirilmesinde gözönünde bulundurulması gereken iki önemli etken daha vardır. Yüksek kalitedeki ürünün üretimiyle sağlanan başarı, dökümde düşük maliyet ve yüksek üretim gücünün de elde edilmesiyle daha da anlam kazanır. Bununla birlikte dökümde ekipmanların birbirleriyle uyumu, dökümün mekaniksel, kimyasal ve organiksel açıdan kolaylığı, sıkıştırma ve bırakma işlemlerinin düzgünce yapılabilirliği döküm kalitesi açısından dikkat edilmesi gereken ana etkenlerle ilişkili diğer faktörlerdir [1].

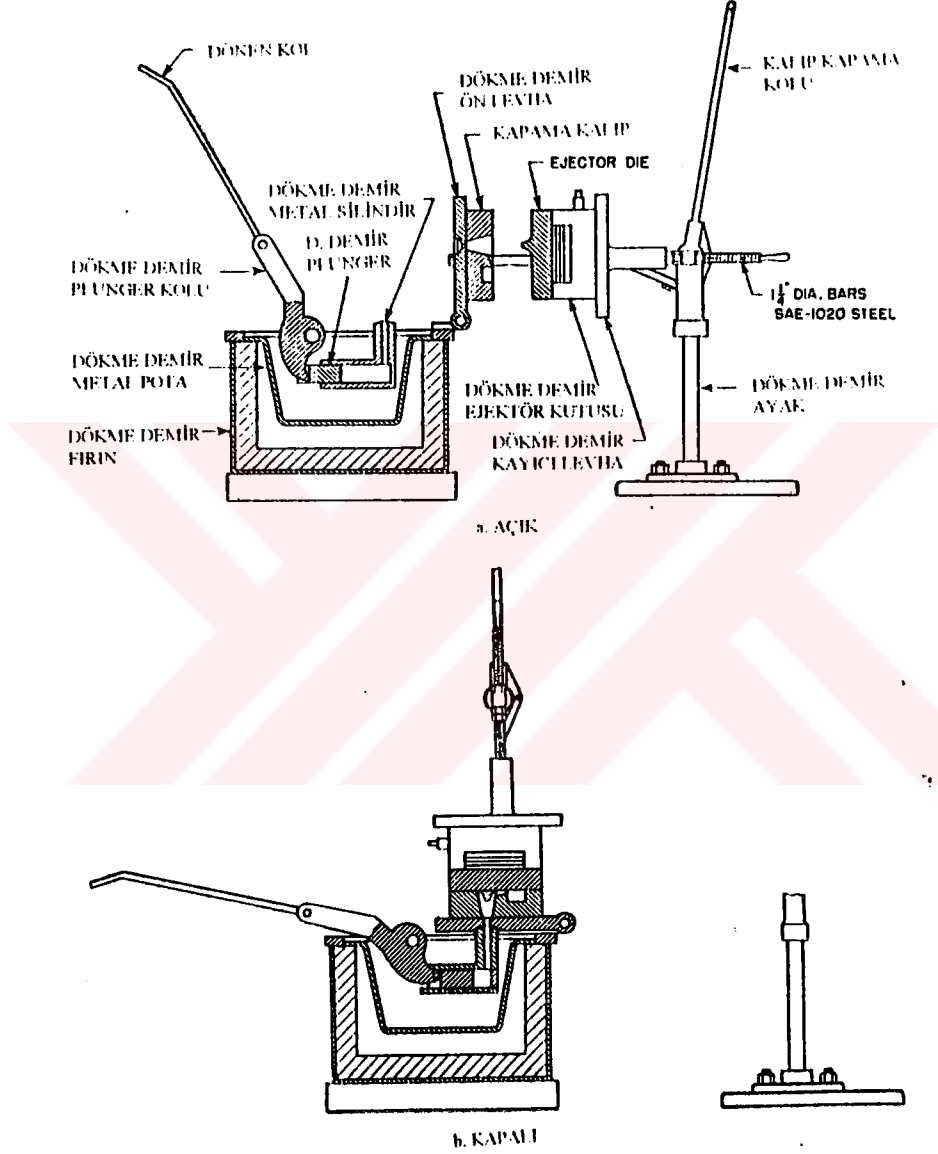
Metalurjistler, teknisyenler veya diğer döküm uzmanları tüm parametreleri gözönünde bulundurarak dökümün koordinasyonunu sağlamalıdır.

2.3 BASINÇLI DÖKÜM MAKİNALARI

Basınçlı döküm sektörünün gelişimiyle birlikte farklı tipte basınçlı döküm makinalarıda geliştirilmiştir. Bunlar plunger (dalgıç) makinaları, hava (gooseneck) makinaları ve soğuk kamaralı tipte olan basınçlı döküm makinalarıdır .

2.3.1 Plunger (Dalgıç) Makinası (Pb, Sn ve Zn alaşımlarında kullanılır)

Dalgıç piston sistemiyle çalışan bu makinalar ticari olarak ilk 1905 yılında Doehler Die Casting Company tarafından kullanılmıştır. Makinanın döküm prensibi Şekil 2.1’de görüldüğü gibidir [1].

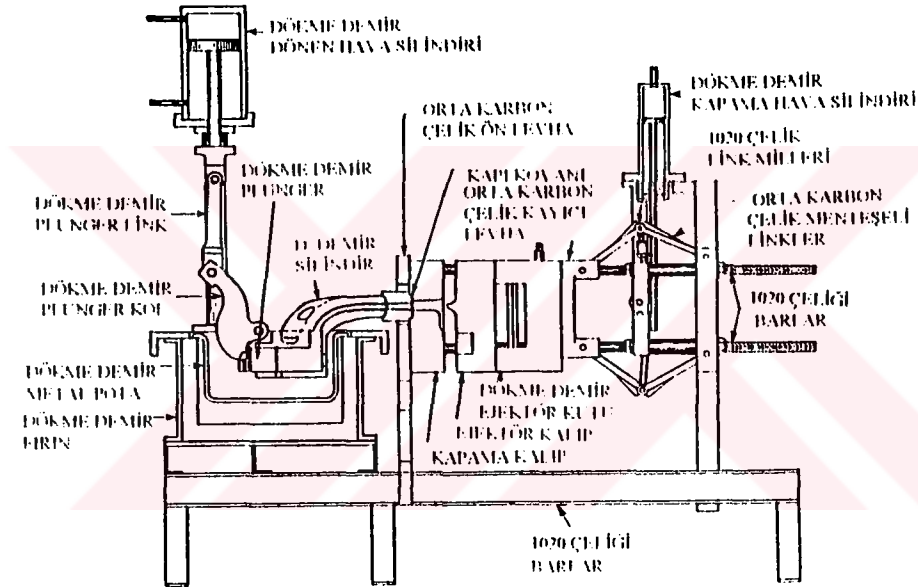


Şekil 2.1 Manuel olarak çalışan plunger tipi basınçlı döküm makinası [1].

Fırına bağlanmış dökme demir bir tutucu pota vardır, bu potaya takılı bir silindir erimiş metalin içine dalar. Potada erimiş metal yer çekimi kuvvetiyle silindirin içine dolar. Silindire giriş ve çıkış hareketi yapabilecek birde dalgıç vardır. Kalıp kapanırken, bu dalgıç erimiş metali kalıba doğru iter. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi basınç uygulanarak kalıpta erimiş metal sıkışır [1].

Normalde manuel olarak çalışan plunger tipi basınçlı döküm makinalarında 2 operatör makinayı idare eder. 1915’li yıllarda otomotiv parçalarının dökümleri manuel olarak bu tip plunger makinalarında gerçekleştirilmiştir [1].

Basınçlı döküm makinalarının gelişimiyle birlikte plunger tipi makinaların otomatik olarak çalışabileni geliştirilmiştir. Bu makinalarda pnomatik basınçla sıvı metal potadan çekildikten sonra kalıba verilebilir. Aynı şekilde bu makinadaki diğer bir gelişimde sıvı metal kalıba doldurulup sıkıştırma işlemi yapılırken kalıbın 90° döndürülmesine gerek olmayışıdır. Geliştirilmiş bir plunger tipi makina Şekil 2.2’deki gibidir [1].

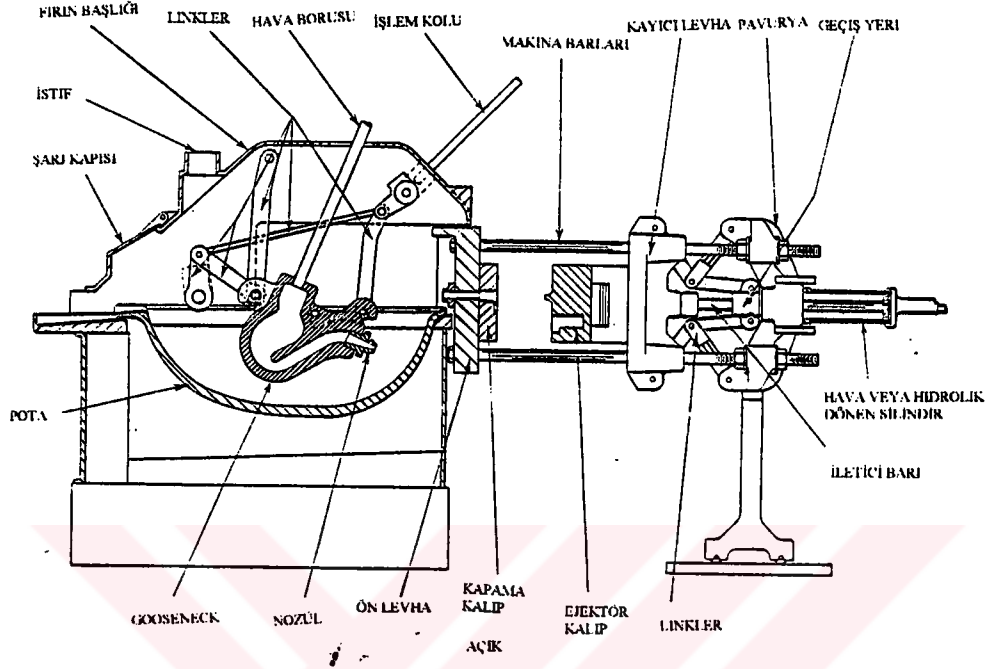


Şekil 2.2 Geliştirilmiş plunger tipi makina [1].

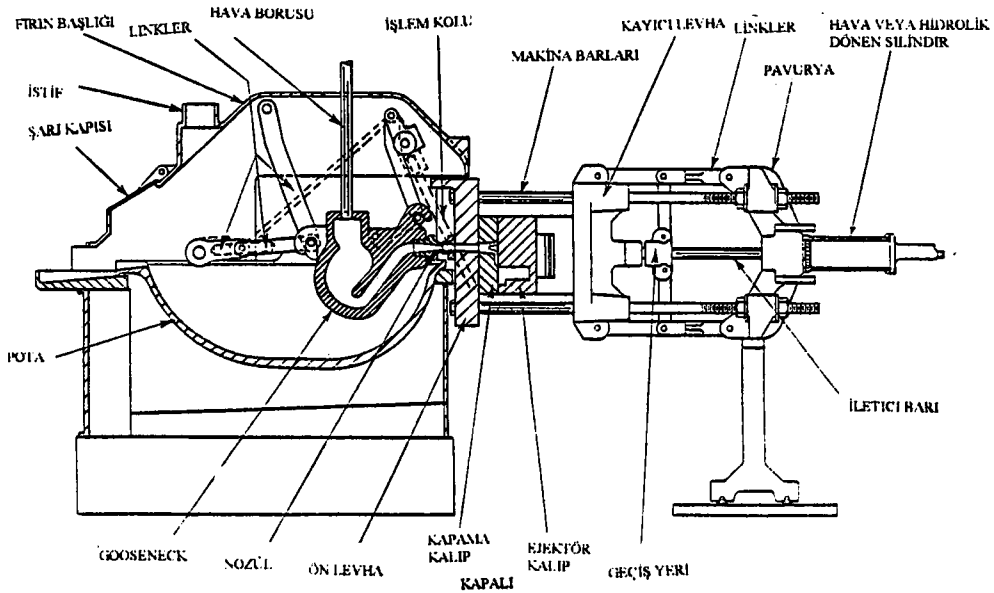
2.3.2 Hava (Gooseneck) Makinaları (Al alaşımlarında kullanılabilir)

Alüminyumun basınçlı dökümü plunger tipi makinalarda yapılamamaktadır. Sıvı alüminyum son derece atak olduğu için demir veya çelik kalıbı kolayca çözündürür. Zaten bu plunger tipi makinaların kullanımı ancak kalay, çinko ve kurşunda gerçekleşebilmektedir. Dolayısıyla bu makinalar sınırlı bir alanda kullanılabilir. Bu nedenlerden dolayı 1915 yılında ‘Gooseneck’ hava makinası geliştirilmiştir. Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’te açık ve kapalı hali görülen bu makina içinde

sıvı alüminyumı barındıran demir bir potadan ve potada sıvı metali alarak kalıba ileten gooseneck (kaz boynu şeklinde bir kol) vardır [1,2].



Şekil 2.3 Hava (Gooseneck) makinalarının açık şekli [1].

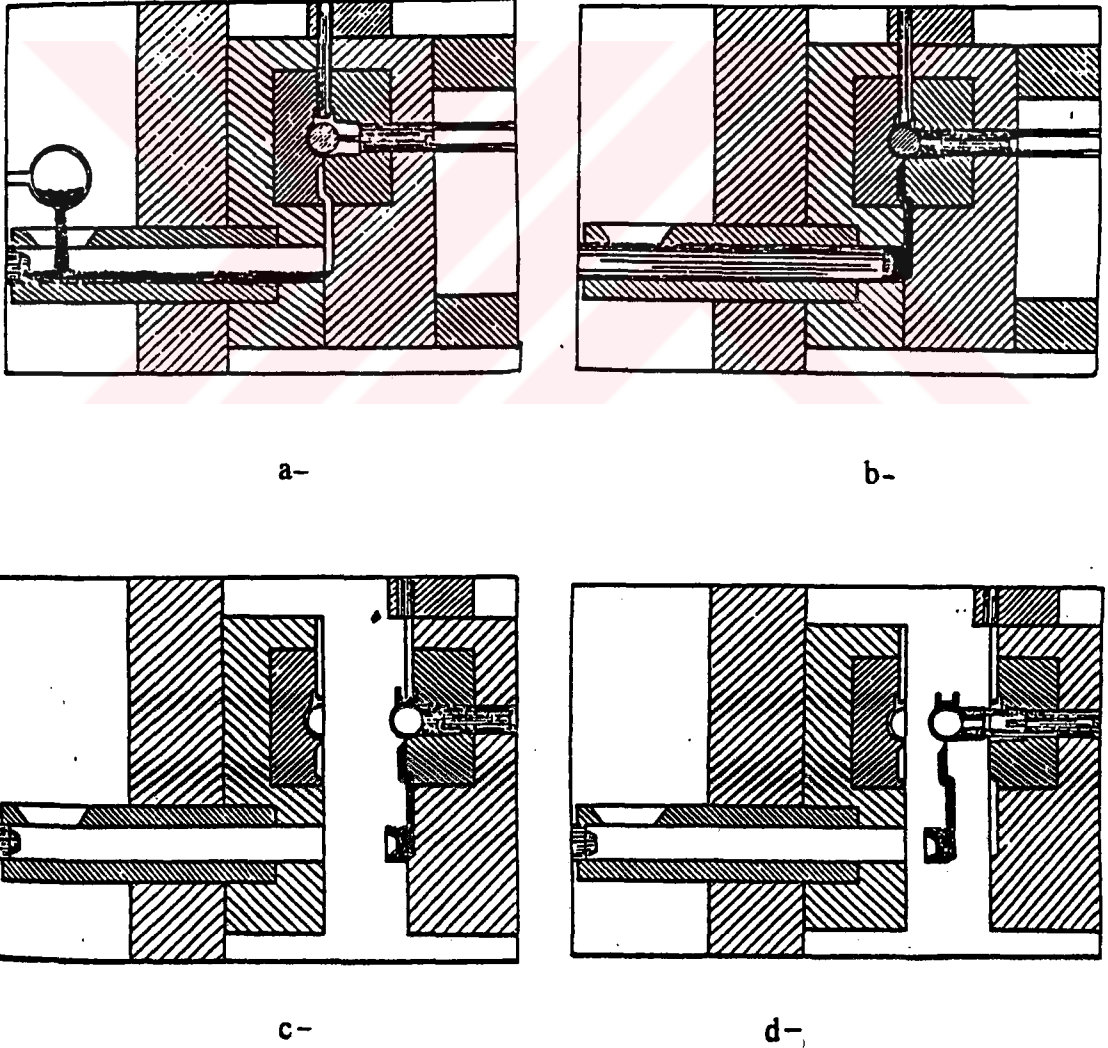


Şekil 2.4 Hava (Gooseneck) makinalarının kapanmış şekli [1].

Gooseneck sıvı metalin içine daldığında sıvı metal, gooseneck'in içindeki havanın emilmesiyle birlikte gooseneck'in içine dolar, daha sonra kalıbın kapısına kadar yükselen gooseneck hava çubuğundan yeniden hava basıncı uygulanmasıyla sıvı metali buradan kalıba verir. Bu sırada basma kalıp hava veya hidrolik darbe silindiri sayesinde kapanır ve sıvı alüminyumı sıkıştırarak dökümü gerçekleştirir. Daha sonra gooseneck tekrar sıvı metalin içine dalarak yeni bir şarj işlemini başlatır [1].

2.3.3 Soğuk Kamara Basıncı Döküm Makinaları (Al,Mg ve Cu alaşımlarında kullanılan)

Soğuk kamara basınçlı döküm makinalarında sıvı metali alıp kalıba iletmeye yarayan hidrolik olarak çalışan piston vardır.



Şekil 2.5 Soğuk kamaralı basınçlı döküm makinasında parça şekilleri [1].

Sıvı metal birkaç kalıp boşluğu hacmindeki kepçe tarafından soğuk kamaraya dökülür. Sıvı metal kalıp içine dolduktan sonra piston doldurma deliğini kapatır ve 30.000 psi'lik basınçla sıvı metali kalıpta sıkıştırır. Soğuk kamara tipteki basınçlı döküm makinasının parça sistemi Şekil 2.5 'de gösterilmektedir [1].

Makinanın çalışma prensibi aşağıda açıklanan 4 kademeli sisteme dayanmaktadır [1].

a-Kepçe sıvı metali döküm kovanına koyar

b-Piston metali kalıp içinde sıkıştırır

c-Kalıp açılır

d-Fazla metalle birlikte kalıptan çıkarılır [1].

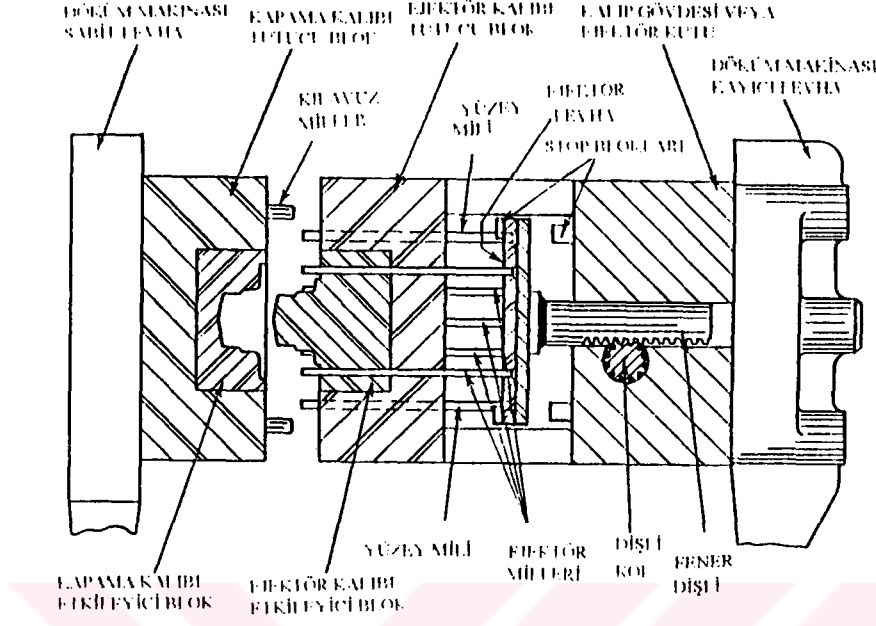
2.4 BASINÇLI DÖKÜM KALIPLARI

Basınçlı döküm kalıpları iki kısımdan oluşmaktadır, bu kısımlar kaplama kalıbı ve ejektör kalıbıdır. Kaplama kalıbı sabit levhaya sıkıca bağlanmış ve döküm çevrimi sırasında hareket etmemektedir. Ejektör kısım ise makinanın hareketli levhasında yer almaktadır. Kaplama kalıbı bünyesinde, ejektör kalıbı içine alabilecek bir tasarıma sahiptir. Gerçekte dökümün çok önemli bir bölümü, kaplama kalıbı ve ejektör kalıbında form edilmektedir [1].

Kaplama ve ejektör kalıplarının her ikisinde yüzeyi döküm kalitesi açısından düz ve pürüzsüz olmalı, aynı şekilde sıvı metalin dışarıya basınç nedeniyle kaçmaması için bu iki kalıbın iyi öpüşmesi gerekir. Kalıbın iki kısmınında kapandığında tam bir düzende olması için genelde tahta çiviler uygulanır. Bu tahta çiviler daima sabit levhaya veya kaplama kalıbı birimine yerleştirilir [1].

Basınçlı döküm kalıbının bileşenleri Şekil 2.6'de gösterilmiştir. Kalıp, şekilde görüldüğü gibi kalıp gövdesi, ejektör vidaları ve yüzey vidalarını içermektedir. Kalıp gövdesi dökme demir veya çeliktir. Kalıptaki ejektör vidaları, döküm makinası açıldıktan sonra ejektör boşluklarından ejektör kalıbını itmeye yarar. Bu vidalar ejektör levhası denilen bir vidaya bağlıdır ve ejektör yarı kalıbındaki delikler boyunca kayar. Makina açıldığı zaman bu levha, makinanın çevrimiyle bağlantılı hareket eden dişli çark (pinion) ve dişli kol (rack) tarafından ileriye itilir. Döküm makinası kapandığında ejektör vidaları ejektör kalıbından boşalır. Yüzey vidaları ve durdurma

vidaları ejektör levhanın yerleşimini düzgün olarak sağlamak amacıyla kalıpta birliktedirler [1].



Şekil 2.6 Basınçlı döküm kalıbının ana bileşenleri [1].

Bu kalıp birimlerine ek olarak, tasarımı yapan kişi tarafından metal akışını doğru bir şekilde sağlamak ve metaldeki gaz çıkışını kalıptan kolayca sağlayabilmek amacıyla uygun yolluk ve kapılar kalıpta kullanılır.

2.4.1 Kalıpların Klasifikasyonu

Basınçlı dökümde kalıplar dökümün farklı kalınlık ve genişliğine göre 5 tiptedir. Bunlar tek darbe kalıpları, çok yönlü darbe kalıpları, kombinasyon kalıpları ünite kalıpları ve ayarlanabilir kalıplardır [1,2].

Tek darbe kalıpları; basınçlı dökümde yaygın olarak en çok kullanılan kalıp çeşididir. Kalıbın oldukça basit bir yapısı vardır ve en kolay yapılabilir kalıp tipidir. Ayrıca tek darbe kalıplarında yalnız bir adet boşluk vardır. Bu kalıp ucuz olmasından dolayı ve aynı zamanda hızlı üretimler için uygunluğundan dolayı çokça kullanılmaktadır [1].

Kombinasyon kalıpları; çok yönlü darbe kalıplarıyla birlikte aynı amaca hizmet eder. İki kalıpta aynı zamanda dökümün iki veya daha fazla kısmına izin verir. Böylece her ikisinde iki veya daha fazla kalıp boşluğuna sahiptir. Bu iki kalıp şekli arasındaki

fark çok yönlü darbe kalıbı aynı şeklin değişik parçalarının dökümünde kullanılırken, kombinasyon kalıpları benzer olmayan bir şeklin iki veya daha fazla kısmının dökümünde kullanılır. Bununla birlikte kombinasyon kalıbında boşlukların sayısı limitlenmişken, çok yönlü darbe kalıbında genellikle daha büyük miktarda boşluk kullanılır [1].

Çok yönlü darbe kalıpları; genellikle büyük çapta ve hızlı üretimin gerektiği yerlerde kullanılır. Darbenin miktarı, gerekli üretim miktarına ve dökümün şekline bağlı olarak değişir. Küçük ve basit şekilli parçalarda darbe miktarı 32-48 arasında değişir. Daha yüksek miktartlı üretimlerde daha fazla darbe kullanılmaktadır. Çok yönlü darbe kalıbında darbeler, her darbe bir diğerinden eşit aralıkta olacak şekilde simetrik ve uniform şekilde düzenlenmelidir [1].

Ünite kalıpları; orta boyutlu parçalarda ve genellikle üretimin düşük olacağı durumlarda kullanılması avantajdır. Ünite kalıpları ile çok yönlü darbe kalıpları arasındaki fark, çok yönlü darbe kalıplarında darbeler kompleks ve mekaniktir, ünite kalıplarında ise darbeler daha basittir, ayrıca ünite kalıplarında metalin girdiği boşluklar yerleştirilebilir kalıp ünitelerinde form edilmiştir. Herbir ünite, döküm darbesi şekli ve boyutları göz önüne alındığında birbirlerinden farklı olmayan çeşitli kısımlar içerir. Böylece bir ünite farklı bir ürünün farklı bir parçasının basınçlı dökümünde kullanılır [1].

2.4.2 Kalıp Tasarımının Genel Detayları

Kullanılacak olan kalıp tipinin ne olduğu göz önünde bulundurulmaksızın dikkate alınması gereken kesin prensipler vardır. Bunlardan biri belkide en önemlisi gerilim konsantrasyonunu elimine edebilmektir. Bir diğeri ise çekilme payı toleransını doğru bir şekilde hazırlayabilmektir [1].

Çoğu kalıp çelikleri düşük darbe özelliğine sahip veya çentik hassasiyetindedir. Tüm ilk önlemler gerilim yaratıcıları elimine edebilmek için tasarım yaparken alınmalıdır. Dört tane dikkat edilmesi gereken gerilim tipi vardır [1].

1. Kalıbı kapatma ve kitleme sırasında karşılaşılan mekaniksel gerilim
2. Dökümü yaparken oluşan mekaniksel şok gerilim

3. Sıvı metalin kalıp ile temasa başlamasıyla kendini gösteren termal şok gerilim
4. Sıcak kalıbın suyla soğumasından dolayı meydana gelen termal şok gerilim [1].

Mekaniksel gerilim en kolay açıklanabildiği şekliyle, kalıbın kapanması ve kitlenmesi sırasında oluşur, dolayısıyla hesaplanması kolay bir gerilim şeklidir. Bu doğru sıkıştırıcı gerilim, kalıptaki ayırma çizgisi düz olduğunda tehlikeli değildir. V şekilli ayırma çizgili dökümlerde, V'nin gövdesinde gerilim konsantrasyonu çok yüksek olabilir [1].

Bu gerilimi ortadan kaldırmak için kalıbı yaparken büyük maçalar kullanmak gereklidir. Aynı şekilde V şekilli ayırma yüzeyindeki keskin uç yuvarlatılmalıdır. Kalıpta küçük bir deformasyon veya gerilim varlığı kalıbın bu bölgelerden kırılmasına sebep olur [1].

Mekaniksel şok gerilim döküm yapılırken yaratılan darbenin hızı ve basıncına bağlı olarak değişir. Bu gerilim kalıba bir çekiçe vurmanın yarattığı gerilime benzer, sıvı metal kalıba darbe yükünü iletir. Yüksek darbe gerilimi kalıpta basıncın olumsuz etkisini azaltıcı maçalar kullanılmasını gerektirir. Eğer bu gerilim kalıp boşluğunda var ise, maksimum gerilim oradadır. Tasarım sırasında kalıp boşluğunun yerleşimi gereklice yapılırsa oluşacak bu gerilim düşük değerlere indirilebilir. Su soğutucu kanalların dikkatli yerleşimi ve maksimum derecede izin verilebilir pervaz kullanılması gerilimin düşmesinde diğer etkenler olacaktır [1].

Sıcak metalin soğuk kalıp yüzeyiyle teması sonucu oluşan termal şok gerilim kalıpta klivaj kırılmaya neden olabilir. Bu genelde kalıbın keskin köşelerinde ve sert kıvrımlarında, dökümün en kalın yerlerinde meydana gelir. Keskin köşeler daha sıcaktır ve düz yüzeylere nazaran daha fazla gerilim yüklenirler. Bu tip gerilimlerin önlenmesi çok zordur, ancak pervaz (fillet) kullanımı yararlıdır [1].

Soğutucu su tarafından sıcak kalıpta oluşturulan termal şok gerilim düzgün bir tasarım ile kısmi olarak azaltılabilir. Su kanalları kalıpta çok düzgün bir şekilde yerleştirilmelidir. Örneğin soğuk şokla kalıbın stresini yükseltebilecek bir mevkide bulunmamalıdır. Ayrıca soğuk su kanalları içi ve kanalın üstü çok düzgün bir yüzeye sahip olmalı böyle bir termal şokta çentik etkisi yaratmamalıdır. Aynı şekilde keskin köşeli bir kalıp tasarımına izin verilmemelidir [1].

2.4.3 Kalıp Çelikleri

Basınçlı dökümde kullanılan çelik malzemesi öncelikle yüksek mukavemetli, termal şoka dirençli ve şekil verilme zorunluluğundan dolayı işlenebilir özellikte olması gerekir. Bu yüzden kalıp çeliklerine önce işleme yapılarak şekil verildikten sonra ısı işleme tabi tutulur. Çinko basınçlı dökümünde yaşlandırma sertleşmesi yapılmış yaklaşık 250 Brinell Sertlik Değerinde çelik kalıp malzemesi olarak kullanılır. Kalıp çelikleri sertliklerine göre üçe ayrılır [1].

1. Düşük sertlikli kalıp çelikleri: En düşük sertlikteki basınçlı döküm kalıp çeliğidir. Sertlikleri yaklaşık olarak 85-125 Brinell Sertlik Değerindedir. Bu çelikler az karbonludur ve diğer çeliklere nazaran daha kısa ömürlü kalıp oluştururlar.

2. Ön sertleşmeli kalıp çelikleri: Düşük sertlikteki çeliklere nazaran daha uzun ömürlü kalıp kullanımı sağlarlar. Bu ömür düşük ergime sıcaklıklı basınçlı döküm alaşımları kullanılmasıyla artar.

3. Sert kalıp çelikleri: Isıl işlemlerle sertlikleri arttırılmış, yaklaşık 375-460 Brinell Sertlik Değerinde kalıp çelikleridir. En uzun ömürlü kalıp çeliğidir ve yukarıda sayılan gerilim etkileri en az görülen kalıplardır.

Basınçlı dökümde ilk olarak az karbonlu martenzitik çelik kullanılmıştır. %0.40C, %2.00Cr, %0.25V alaşımlıdır ve yağda soğutulmuştur. Basınçlı dökümdeki gelişimle birlikte hava çelikleri kullanılmaya başlanmıştır [1].

Bugün kullanılan alüminyum alaşımları için basınçlı döküm kalıp çeliğinin bileşimi tabloda da görüldüğü üzere en azından karbon dengesi açısından pek farklı değildir. Günümüzde bu ilk kullanılan alaşıma göre Mg ve Si ihtiva eden çelikler kullanılmıştır. Ayrıca günümüzde Mo ve V katkısıyla kalıbın aşınma direnci ve mekanik dayanımı arttırılmaktadır. Bu alaşım elementlerine ek olarak tungstende onların yokluğunda alternatif olarak kullanılabilir. Kullanım alanlarına göre kalıp çelikleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Kullanım alanlarına göre kalıp çelikleri [3].

KULLANIM ALANINA GÖRE KALIP ÇELİKLERİ					
Kalıp Parçası	Döküm Malzemesi	Kalıp Çeliği Çeşitleri		Dayanım N/mm	Sertlik HRC
		Numarası	DIN 17006'ya göre gösterilişi		
Kalıp plakası	Zn-Sn-Pb alaşımları	1.2323	45CrMoV67	1400-1450	43-45
		1.2341	6CrMo18		
		1.2343	X38CrMoV51		
		1.2567	X30WCrV53		
Kalıp Tertibatı	Al ve Mg alaşımları	1.2343	X38CrMoV51	1450-1600	45-48
		1.2344	X40CrMo51		
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2367	X40CrMoV53		
		1.2606	X37CrMo51	1600-1700	48-50
		1.2709	X3NiCoMoTi1895		
Maçalar	Pirinç	1.2344	X40CrMo51	1250-1350	36-42
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2581	X30WCrCo93		
		1.2662	X30WcrCoV93		
		1.2678	X45CoCrWV555		
		1.2889	X40CoCrMoV555		
Otomatik Döküm İşletmesi İçin Kalıplarda	Zn ve Al alaşımlarında	öncekiler gibi		1600-1700	48-50
Vakumlu basınçlı döküm için	Zn ve Al alaşımlarında			1700-1800	50-52
İticiler	Zn-Sn ve Pb alaşımları	1.2344	X40CrMoV51	1550-1650	47-49
		1.2606	X37CrMoW51		
	Al ve Mg alaşımları	1.2344	X40CrMoV51	1600-1700	48-50
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2367	X40CrMo53		
	Pirinç	1.2662	X30WCrCrV93	1250-1350	39-42
		1.2889	X40CoCrMoV555		

2.4.4 Kalıbın Yağlanması

Kalıbın yağlanması basınçlı dökümde ürünün kalitesini etkileyen en önemli işlemlerden birisidir. Yağlamadaki amaç ergimiş alaşım ile kalıp iç yüzeyi arasında bir yağ filmi oluşturarak, alaşımın kalıbı ergitmesine izin vermeyip demir esaslı bileşiklerin oluşmasını önlemektir. Bu sayede hem kalıp korunurken hemde metalde bileşim dengesinin bozulmasında engel olunur. Bileşimi demir tarafından bozulmuş olan basınçlı döküm alaşımı kalıptan çıkarılırken kalıba yapışır çıkarılması zor olur. Ayrıca kalıpta lehimleme denilen birikintiler bırakarak kalıbın pislmesine sebep olur. Böylece kalıbın temizlenmesi gerekerek artı bir maliyet meydana gelir [2].

Yağlayıcılar ayrıca kalıpta sürtünmeli hareketli parçalardada sıkışmayı ve aşınmayı önlemek için kullanılır. Dolayısıyla kalıbın yağlanması kalıbın ömrü açısından çok gereklidir [2].

2.4.4.1 İdeal Bir Yağlayıcıda Aranılan Özellikler

Yağlayıcılar döküm alaşımlarına göre farklılık gösterebilir iyi bir yağlayıcının temel özellikleri vardır [2].

1. Hem yüzeyde hemde kalıbın diğer bölümlerinde aynı randımanla kullanılabilir.
2. Kalıp yüzeyinde sıcak basınçlı metal alaşımından etkilenmeyecek bir tabaka oluşturmalıdır.
3. Yağlama süresini uzatıcı olmalıdır.
4. Yüzeyde kolay yayılabilir ve uniform kalınlıkta kaplamalıdır.
5. Döküm ürünü üzerinde çıkarılamayacak derecede yağ lekesi bırakmamalıdır.
6. Kalıp çeliği ile kimyasal reaksiyona girmemelidir.
7. İnsan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olmamalıdır, bununla birlikte zehirli duman ve rahatsız edici buharlar vermemelidir.
8. Katılaşmamalı ve kalıbın girift köşelerinde birikmemelidir.
9. Ekonomik olmalı, kalıp maliyetini çok fazla arttırmamalıdır [2].

Günümüzde kullanılan Molibden disülfidin yağlayıcıları genel özellikleri yüksek olmakla birlikte, sıcak metal karşısında bozulması dezavantajıdır. Doğal veya sentetik katı mumlar köşelerde birikinti yaptıklarından kalıp yüzeylerinde doğrudan doğruya kullanılamazlar, fakat emülsiyonları oldukça yararlı bulunmuştur. Bununla birlikte bu yağlayıcılar hareketli kalıplar için uygun değildir. En çok kullanılan yağlayıcılar mineral yağlardır. Bu yağlar kalıp çeliğini etkilemez ve kolay oksitlenmezler. Yüksek ergime noktalı alaşımların dökümlerinde ve hareketli kalıplarda mineral yağ-grafit veya mineral yağ-kolloidal grafit karışımları rahatlıkla kullanılabilir. Grafit-yag karışımlarının dezavantajı bol kullanıldıklarında dökümü lekelemeleridir [1,2].

2.4.4.2 Kalıp Yağlama Kuralları

Kalıplar yağlanırken gözönünde bulundurulması gereken belirli kurallar vardır. Bu kurallar şu şekilde açıklanabilir [2];

1. Kalıba uygulanacak yağ hareketli parçalarda aşınma ve sıkışmaları önleyebilmek amacıyla yeterli miktarda olmalıdır. Ancak aşırı derecede kullanılan yağ yüzey kalitesini bozar, döküm yüzeyinde gözenekliliğe sebep olur.
2. Kalıplarda gaz yağı veya benzin gibi düşük parlama noktalı maddeler uygulanmamalıdır.
3. Karbontetraklorür ve diğer klorlu hidrokarbonlar gibi ısı karşısında ayrışıp zehirli gazlar çıkartan maddeler kullanılmamalıdır.
4. Hayvansal veya bitkisel yağlar ancak yüksek sıcaklıktaki davranışları kontrol edildiğinde kullanılmalıdır.
5. Klorür ve bromür gibi kalıp yüzeyinde iyonlaşan tuzlar korozyonada sebebiyet verdiklerinden kullanılmamalıdır.
6. Kullanılacak olan yağ maddesi laboratuvar koşullarında test edilerek karşılaşacağı şartlardaki davranışları test edilmeli, yüksek sıcaklıkta çelik yüzey üzerindeki etkisi analiz edilmelidir [2].

2.5 BASINÇLI DÖKÜM TEORİ VE PRATİĞİ

Basınçlı dökümde döküm işlemi sırasında parametrelerdeki küçük değişimler dökümün kalitesini olumsuz şekilde etkilemektedir. Bununla birlikte, bu parametrelerin dar aralıktaki değişimi bile dökümü zorlaştırırken bu parametrelerin hangi değerlerde olduğuda bilinmemektedir. Genelde pratikteki değerler tecrübelerle göre edinilmiş değerlerdir [2].

2.5.1 Dökümdeki Etkin Parametrelerin Analiz ve Kontrolü

Dökümde en çok dikkat edilmesi gereken parametre, ergimiş metalin uygun zaman ve hızda kalıba dolmasıdır. Çünkü bu parametre dökümü etkileyen diğer etkenleride etkilemektedir. Sıvı metalin kalıba girme hızınıda etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler şunlardır [2];

1. Metal alaşımın gizli ergime ısısı ve özgül ısısı
2. Alaşımın ısı iletme katsayısı
3. Alaşımın katılaşma noktası
4. Kalıp sıcaklığı
5. Kalıbın ısı iletme katsayısı
6. Döküm kesitlerinin karakteri
7. Kalıp boşluğunun dolması için metalin geçmesi gereken ortalama hareket uzaklığı [2].

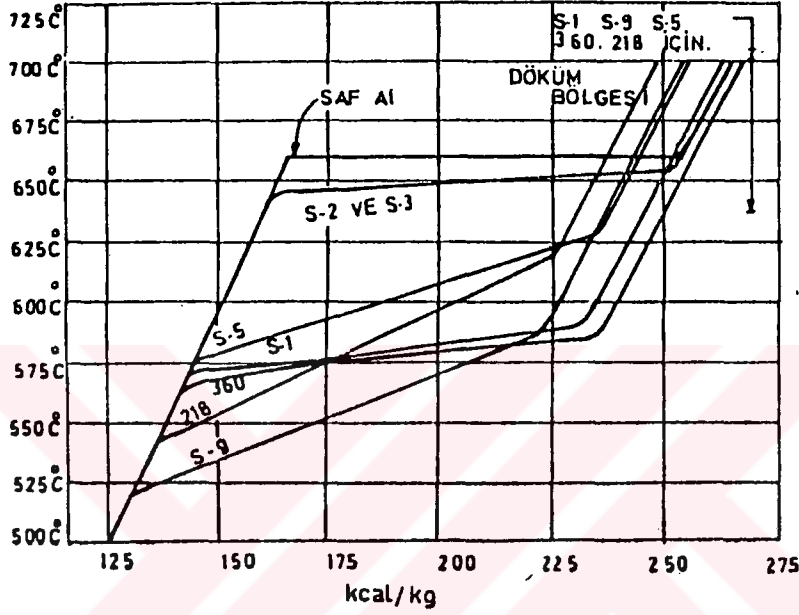
1. Metal alaşımın gizli ergime ısısı ve özgül ısısı;

Gizli ergime ve özgül ısı, alaşımların kalıba dolma hızını oldukça etkilerler. Örneğin çinko ve alüminyumda, çinkonun gizli ergime ısısı 23.8 kCal/kg, alüminyumunki ise 93.5 kCal/kg'dır. Bununla birlikte çinko ve alüminyumun özgül ısıları sıra ile 0.163 kCal/cm³ ve 0.26 kCal/cm³'dir. Buna göre çinko alüminyumdan 1.6 kez daha hızlı olarak kalıba dolmaktadır. Yani alaşımın kalıba dolma hızını belirleyen parametrelerden gizli ergime ısısı ve özgül ısı değerlerinin düşük olması alaşımın kalıba hacmen daha hızlı girmesini sağlar [2].

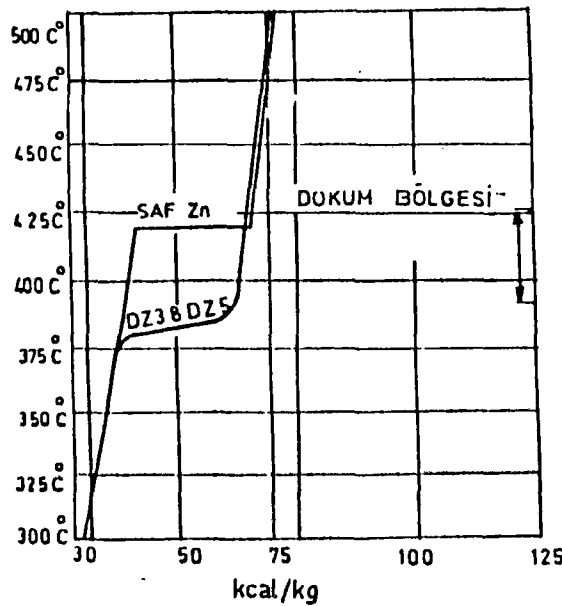
Ayrıca çeşitli gözlemler sonunda bir alaşımın ısı tutum eğrileriyle dökülebilirliği arasında bazı bağıntılar bulunmuştur. Dökülebilirlik bir alaşımın kalıbı

minumum boşlukla doldurabilme özelliğidir. Bu özellikte alaşımın ısı tutumu eğrisinde yataya yakın bir çizgi çizmesiyle doğru orantılıdır. Ergime ısı eğrileri yataya yakın olan alaşımlar en az güçlükle en iyi dokulu dökümleri verir [2].

Alüminyum ve çinko basınçlı döküm alaşımlarının yaklaşık ısı tutum eğrileri Şekil 2.7 ve Şekil 2.8'de verilmiştir. Buna göre alüminyum alaşımlarından Alcoa 218 ve ASTM SC6 alaşımları en güç dökülen alaşımlardır [2].



Şekil 2.7 Alüminyum basınçlı döküm alaşımlarının yaklaşık ısı tutum eğrileri [2].



Şekil 2.8 Çinko basınçlı döküm alaşımlarının yaklaşık ısı tutum eğrileri [2].

2. Alaşımın ısı iletkenliği:

Isı iletkenliğide alaşımın kalıba dolma hızını belirleyen diğer önemli faktördür. Örneğin S9 alaşımının iletkenlik faktörü 0.37 ve XXIII ve SC6 alaşımlarının ısı iletkenlik faktörleri 0.27'dir ve S9 alaşımı diğer iki alaşımdan 1.37 kez daha büyük bir enjeksiyon hızı ile dökülmelidir [2].

Isı iletkenlik katsayısı düşük olan bir alaşımda dökümün iç kısımlarından uzak köşelere ısı iletimi yavaştır, bu nedenle döküm katılaşırken tüm baskının ısıya maruz bırakılması gerekir [2].

3. Alaşımın katılaşma noktası:

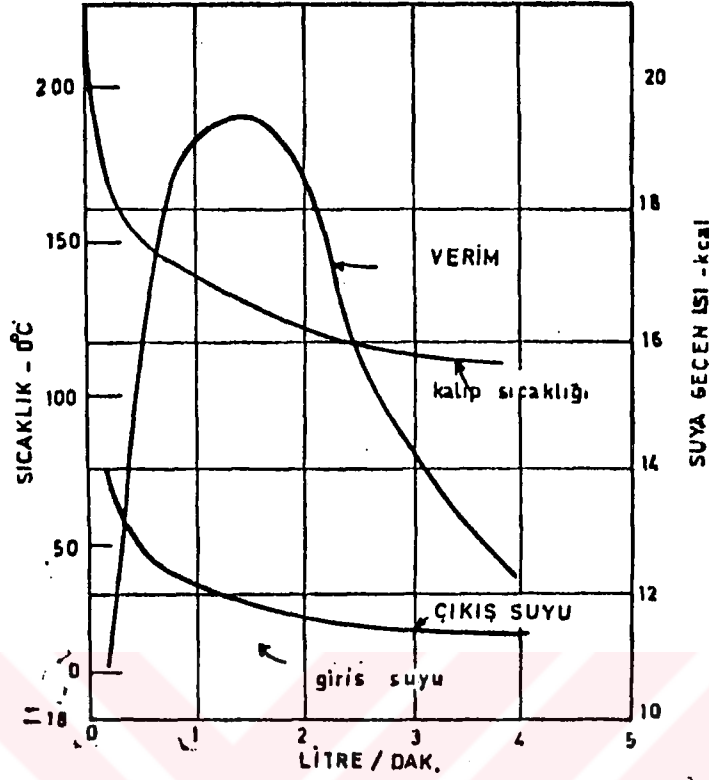
Alaşımların katılaşma sıcaklığında gizli ergime ısı ve ısı iletkenlik faktörleri gibi enjeksiyon hızında etkilidir. Sıvı metal kalıba enjekte edilirken, kalıba tam olarak enjekte edilme sağlanmadan, kalıptaki kısım asla katılaşmamalıdır. Bunu sağlayabilmek için alaşımın ergime sıcaklığının üzerindeki döküm sıcaklığının korunması gerekir. Bu faktör kalıp sıcaklığına da bağlı olarak enjeksiyon hızını etkiler [2].

4. Kalıp sıcaklığı:

Basıncılı dökümde en önemli faktörlerden biriside kalıp sıcaklığıdır. Her alaşım için ergime sıcaklıklarına göre belirlenmiş kalıp sıcaklıkları vardır. Kalıp sıcaklığı genelde düşük olduğunda yüzey kalitesi kötü ve darbe dayanımları düşük dökümler elde edilir. Bununla birlikte aşırı yüksek kalıp sıcaklıklarında mekanik özellikler açısından olumsuz etki gösterirken, yüzey kalitesi yönünden etkili değildirler [2].

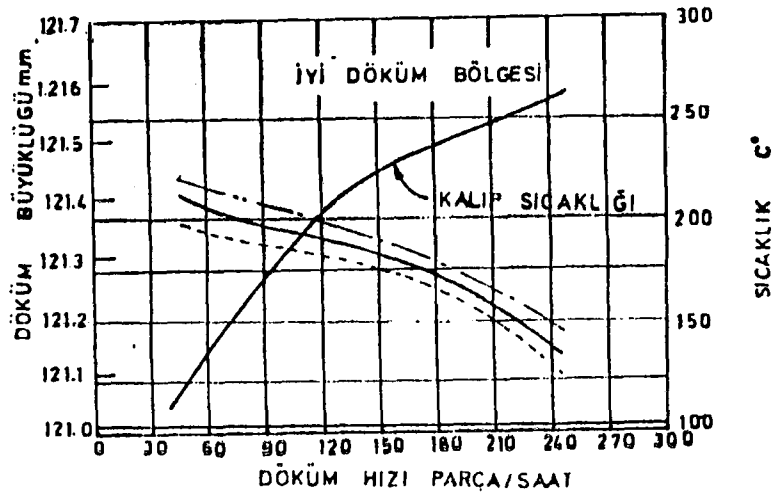
Kalıp sıcaklığı parçanın mekanik ve mikroyapısal özelliklerini etkilemekle beraber, alaşımın soğuma hızında etkilemektedir. Kalıp sıcaklığı düşük olduğu takdirde daha hızlı bir soğuma gerçekleşecektir. Aynı şekilde yüksek kalıp sıcaklıklarında enjeksiyon hızı düşürülebilir [2].

Döküm esnasında kalıbın yüzey sıcaklığı, makinanın çalışma çevriminin ayarlanmasıyla dar limitler içinde sabit tutulabilir ve böylece döküm işlemi sabit bir ısı girişi altında yer alır. Kalıp sıcaklıkları kalıpta delinen su kanallarından geçirilen su ile yeterli bir şekilde kontrol edilemez, çünkü alınan ısı toplam ısının ancak küçük bir kısmıdır. Bu tip kanallar daha çok yöresel soğutma veya hareketli parçaların sıkışmalarını önlemek için kalıbın tüm sıcaklığını genel olarak düşürmekte etkindirler. Şekil 2.9'de soğutma suyunun kalıp sıcaklığı üzerindeki etkisi gösterilmektedir [2].



Şekil 2.9 Sabit ısı girişi ile çalışan test kalıbında soğutma suyunun etkisi [2].

Kalıp sıcaklığının bir parçanın boyutundaki etkisi belirlenebilmek için, bu parçaya çeşitli kalıp sıcaklıklarında döküm yapılmıştır ve yüksek kalıp sıcaklıklarında maksimum boyutlu dökümlerin elde edildiği gözlenmiştir. Şekil 2.10 bu testin verilerinin grafiklendirilmesi ile oluşturulmuştur.



Şekil 2.10 Birim zamandaki döküm sayısının boyutsal hassasiyete etkileri [2].

Kalıp sıcaklıklarının ölçülmesi [2];

Üç çeşit araç kalıp sıcaklığının ölçülmesinde kullanılır. Bu araçlar;

a. Isıl çift:

Kalıba yerleştirilen bu ısı çift kalıpta özellikle yüzeye yakın bir yerde kör bir noktaya yerleştirilir ve ısı çiftin gümüş başının kalıbın yüzeyine yakınlığı sayesinde sıcaklığı kayıpsız olarak alarak bir sıcaklık kaydedicisine iletir [2].

b. El pirometresi:

Kalıbın çeşitli noktalarındaki sıcaklığı ölçebilmek amacıyla bir el pirometresine bağlı bir ısı çift kalıbın yüzeyine dokundurulur. Isıl çiftin bağlı olduğu el pirometresinde seramik malzemeden yapılmış bir kafa vardır [2].

c. Radyasyon pirometresi:

Radyasyon pirometresi kalıba doğrudan doğruya bağlanmaz 100-120 cm uzaklıktan bakılarak kalıp yüzeyinde 300 mm çapında dairesel bir alandan gelen radyan ısıyı ölçerek ortama alır ve elektronik bir araç yardımıyla kaydeder [2].

5. Kalıbın ısı iletkenliği:

Enjeksiyon hızını etkileyen faktörlerden biride kalıbın ısı iletkenliğidir. Bu faktör dökümde değiştirilemeyen parametrelerdendir. Çünkü kalıbın ısı iletkenliği sabittir, ancak kullanılan yağların etkisiyle bu iletkenlik artırılabilir veya azaltılabilir [2].

6. Dökümün projelendirilmesi:

Enjeksiyon hızı dikkate alındığında basınçlı döküm ikiye ayrılır. Bunlar ince kesitli dökümler ve kalın kesitli dökümlerdir. Kalıbın kesidine göre enjeksiyon hızı belirlenmelidir. İnce kesitli dökümlerde sıvı metal kalıba girdiğinde çok geniş bir alan boyunca yayılır ve böyle dökümlerde, kalın kesitli dökümlere oranla enjeksiyon hızı daha yüksek olmalıdır. Aynı şekilde plaka tipi yassı dökümlerde enjeksiyon hızı, sıvı metalin kısa bir sürede geniş bir alana yayılma zorunluluğundan dolayı yüksek olmalıdır [2].

7. Metalin hareket yolu:

Döküm parçasının ince ve uzun olduğu durumlarda sıvı metalin girişinden uzak olan uca metalin gitmesi oldukça zordur. Böyle durumlarda uç kısımların kısmi olarak ısıtılması gündeme gelebilir, aynı şekilde döküm ağzını ve kanalları arttırmak çözüm olabilir. Ancak döküm ağzını arttırmak sıvı metalin kalıpta ters akış uygulamasına

sebebe olacağı için en son olarak düşünölmelidir. Döküm ağızı ve kanalların konumu ve boyutları aşırı düşük veya yüksek enjeksiyon hızlarına sebebe olmayacak şekilde düzenlenmelidir [2].

2.6 BASINÇLI DÖKÜM ALAŞIMLARI

Basınçlı döküm alaşımları daha çok kullanım alanlarına göre farklılık gösterir. Örneğın parçanın kullanılacağı alan otomobil kapısı ise düşük maliyetli, yüksek hızda çalışabilme kabiliyetli ve yüzey özellikleri iyi olmalıdır. Fakat genelde alaşımda aranacak en önemli özellikler maliyetinin düşük olması ve üretiminin sağlıklı yapılarak ürünün kaliteli olmasıdır. Bunlar sağlandıktan sonra dikkate alınması gereken diğer özellikler şunlar olabilir [1];

1. Sertlik ve sünelik gibi yüksek mekanik özelliklere sahip olması
2. Alaşımanın boyutsal karalılık gösterebilecek olması
3. Alaşımanın basınçlı döküm prosesine dökülebirlilik bakımından uygun olması
4. Düşük ve yüksek sıcaklıklardaki mukavemet özelliklerinin iyiliğı
5. İşlenebilirlik özelliğinin olması
6. Kaplama ve boyama gibi diğer yardımcı proseslere uygun olması
7. Korozyon dayanımının yüksek olması
8. Ağırlığının ve maliyetinin düşük olması [1].

Bu faktörlerin gözönünde bulundurulmasıyla, seçilecek veya kullanılacak 6 tip alaşım tipi vardır. Bu alaşımlar çinko, alüminyum, magnezyum, bakır, kurşun ve kalaydır.

Çinko alaşımları, dökümlerinin kolay olması, ekonomik ve çabukluğundan dolayı, döküm parçalarının ağırlığının %60'ını oluşturmaktadır. Bu alaşımlar düşük sıcaklıkta dökölmeleri sebebiyle, düşük yakıt ve kalıp maliyetinde çalışabilmektedir. Ayrıca bu alaşımların mekanik özellikleri iyi, işlenebilir ve bitirme işlemlerine yatkındır [1].

Alüminyum basınçlı dökümde %30 üretim oranındadır. Alüminyumun böylesine yüksek miktarda kullanılmasının sebebi ağırlığının düşük, korozyon direncinin yüksek, yorulma dayanımının, termal ve elektrik iletkenliğı ile lekelenmeye karşı direncinin yüksek olmasıdır. Ayrıca ekonomiklik açısından çelik ürünleriyle bile

kıyaslanabilecek nitelikte, bununla birlikte yüzey bitirme işlemleri kolay ve maliyet açısından yüksek değildir [1].

Mağnezyum alaşımlarının en büyük kullanılma sebebi daha çok hafif olmasıdır. Özellikle daktilolarda, büro malzemelerinde, optik malzemelerde, kameralarda kullanılmaktadır [1].

Kalay alaşımları malzemelerde korozyon direnci gerektiği durumlarda, aynı şekilde kurşun alaşımlarında korozyona dayanım özelliklerinden dolayı kullanılırlar. Bununla birlikte dayanıklılık, mukavemet, korozyon, aşınma özelliklerinden dolayı bakır alaşımlarında endüstride kullanılmaktadır [1].

Basınçlı dökümde en fazla kullanılan Alüminyum ve çinko alaşımlarının özellikleri tablolarda verilmiştir.



A) Basınçlı dökümde kullanılan çinko alaşımları

Tablo 2.2 Çinko alaşımlarının kimyasal kompozisyonu [1].

Metal	% Kompozisyon		
	Alaşım XXI	Alaşım XXIII	Alaşım XXV
Bakır	2.5-3.5	< 0.10	0.75-1.25
Alüminyum	3.5-4.5	3.5-4.3	3.5-4.3
Magnezyum	0.02-0.10	0.03-0.08	0.03-0.08
Demir	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Kurşun	< 0.007	< 0.007	< 0.007
Kadmiyum	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Kalay	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Çinko	Kalan	Kalan	Kalan

Tablo 2.3 Çinko alaşımlarının mekanik özellikleri [1].

Özellik	Sıcaklıklar					
	-40°C	-20°C	0°C	21°C	40°C	95°C
	-40°F	-4°F	32°F	70°F	104°F	203°F
Alaşım XXIII:						
Gerilme mukavemeti, psi	44,800	43,700	41,300	41,000	35,550	28,300
Darbe mukavemeti, ft-lb	2	4	43	43	42	40
Brinell sertlik	91	87	82	82	68	43
Yüzde uzama	3	4	6	10	16	30
Alaşım XXV:						
Gerilme mukavemeti, psi	48,900	49,400	48,300	47,600	42,900	35,100
Darbe mukavemeti, ft-lb	2	4	41	48	46	43
Brinell sertlik	107	194	99	91	89	62
Yüzde uzama	2	3	6	7	13	23

Tablo 2.4 Çinko alaşımlarının genel özellikleri [1].

Özellik	Alaşım XXIII	Alaşım XXV
Brinell sertlik	82	91
Basma mukavemeti, psi	60,000	87,000
Elektrik iletkenlik mhos/cm ³ 20°C'de	157,000	153,000
Ergime sıcaklığı °C	386.6	386.1
Ergime sıcaklığı °F	727.9	727.0
Kırılma modülü, psi	95,000	105,000
Kopma mukavemeti, psi	31,000	38,000
Katılaşma noktası, °C	380,6	380.4
Katılaşma noktası, °F	717.1	716.7
Spesifik ağırlık	6.6	6.7
Spesifik sıcaklık cal/g/°C	0.10	0.10
Termal iletkenlik cal/sec/sq cm/cm/°C 18°C'de	0.27	0.26
Termal genleşme °C	0.0000274	0.0000274
Termal genleşme °F	0.0000152	0.0000152
Çapraz kayma	0.27	0.16
Ağırlık, lb/cu	0.24	0.24

B) Alüminyum Alaşımları:**Tablo 2.5** Alüminyum alaşımlarının kimyasal kompozisyonu [1].

Bakır	≤ 0.6	≤ 0.6	3-4	3-4	≤ 0.6	≤ 0.2
Silikon	4.5-6	11-13	4.5-5.5	7.5-9.5	9.10	≤ 0.5
Demir	≤ 2.0	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.8
Mağnezyum	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	0.4-0.6	7.5-8.5
Manganez	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.3	≤ 0.3
Çinko	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 0.1
Nikel	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.1
Kalay	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.1	≤ 0.1
Diğer	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.2	≤ 0.1
Alüminyum	Kalan	Kalan	Kalan	Kalan	Kalan	Kalan

Tablo 2.6 Alüminyum alaşımlarının fiziksel özellikleri [1].

Gerilme mukavemeti, psi	30,000	39,000	40,000	46,000	41,000	45,000
Akma mukavemeti, psi	16,000	21,000	24,000	25,000	23,000	27,000
Yüzde uzama	5.0	2.0	3.5	3.0	5.0	8.0
Charpy darbe mukavemeti ft-lb	4.0	2.0	3.0	3.0	5.0	7.0
Spesifik ağırlık	2.70	2.66	2.77	2.76	2.68	2.55
Ağırlık, lb	0.097	0.096	0.100	0.099	0.097	0.092
Kopma mukavemeti, psi	22,000	25,000	23,000	29,000	28,000	30,000
Ergime sıcaklığı, °F	1150	1065	1140	1085	1100	1140
Termal iletkenlik, cgs units	0.38	0.37	0.29	0.29	0.36	0.25
Termal genişleme, in/in/°F	122.10 ⁻⁶	111x10 ⁻⁷	116x10 ⁻⁷	111x10 ⁻⁷	116x10 ⁻⁷	133x10 ⁻⁷
Elektrik iletkenlik, bakır standardında yüzde olarak	41	37	28	27	37	25
Brinel sertliği	50	80	75	80	75	80
Dayanma limiti, psi	17,000	19,000	22,000	19,000	18,000	23,000

Tablo 2.7 Basınçlı döküm alüminyum alaşımlarının spesifikasyonu [1].

	Alaşım Spesifikasyonu					
Doehler-Jarvis Corporation	Alsilo 5	Alsilo 1	Alsilo 3	Alsilo 9	Alsilo10	Alsilo 8
Aluminum Company of America	43	13	85	A380	360	218
SAE	304	305				
ASTM B85-46T	S4	S9	SC5	SC6	SG2	

Tablo 2.8 Alüminyum basınçlı döküm alaşımlarının döküm karakteristikleri [1].

Alaşım, ASTM stand.	Döküm Karakteristikleri					
	Nominal komp. Yüzde	Akıcılık	Sıcak kısalık	Dökülebilirlik	Çekilme payı	Mukavemet (Yüksek sıcaklık)
S4	5 silikon	3	1	3	2	2
S9	12 silikon	1	1	1	1	1
SC5	5 silikon, 4 bakır	3	3	3	2	2
SC6	9 silikon, 4 bakır	2	2	2	2	2
SG2	10 silikon, 0.5 mag.	1	1	1	1	1
218 (Alcoa)	8 mag.	4	4	4	3	3

2.7 BASINÇLI DÖKÜMDE FAZ AYARLARI VE ÖLÇÜMLERİ

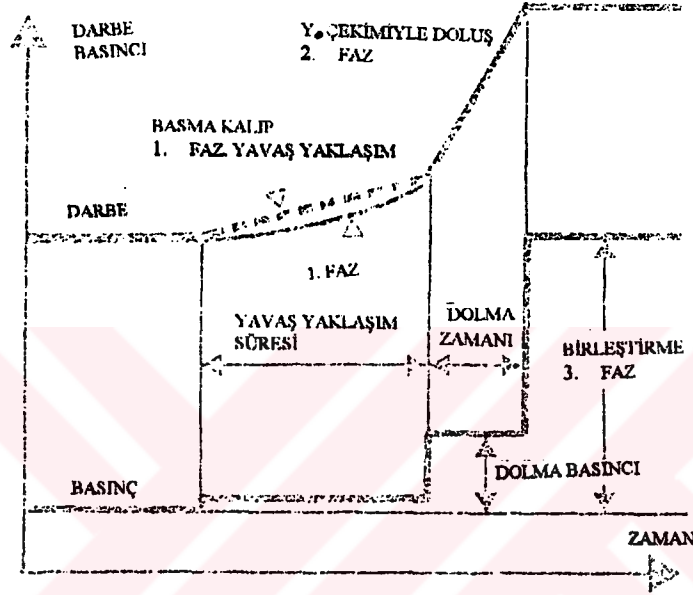
Basınçlı döküm prosesinde enjeksiyon hızı ve basınç parametrelerinin zamana göre ayarlamaları döküm kalitesinde en etkin rolü oynar. Bu parametreler kalıp tasarımı sırasında alaşıma göre dikkatle incelenerek belirlenmelidir.

2.7.1 Üç Fazlı Enjeksiyon Sistemi

Modern basınçlı döküm makinalarında enjeksiyon sistemi hakimdir. Birinci fazda yavaş akan metal kapağı gelir, ikinci fazda ise metal kalıp boşluğuna kısa bir

zamanda ve yüksek enjeksiyon hızında itilir. Üçüncü fazda döküm yüksek basınçla takviye edilir.

Bir osiloskop yardımıyla basınçlı dökümdeki enjeksiyon prosedürü anlaşılır bir şekilde çizilebilir. Plunger darbe uzunluğu ve basınç eğrisinin zamana bağlı değişimi bu grafikten gözlemlenebilir. Dolma zamanı, kapama hızı ve döküm basıncı önemli parametreler olarak Şekil 2.11'den gözlemlenebilir.



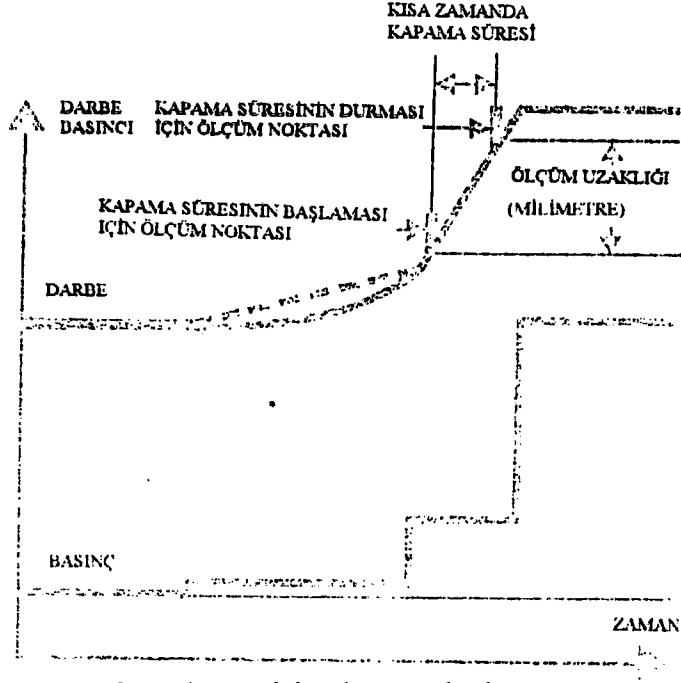
Şekil 2.11 Üç fazlı enjeksiyon sisteminde ölçüm diyagramı.

2.7.2 Kapama Hızı

Ölçme cihazıyla iki ölçme noktasının ayarlanmasıyla enjeksiyon zamanı ve sonra kapama hızı Şekil 2.12'den görüleceği gibi formüle bağlı olarak hesaplanabilir.

$$\text{Kapama Hızı} = \frac{\text{Ölçüm uzaklığı (milimetre)}}{\text{Enjeksiyon zamanı (mili saniye)}}$$

(2.1)

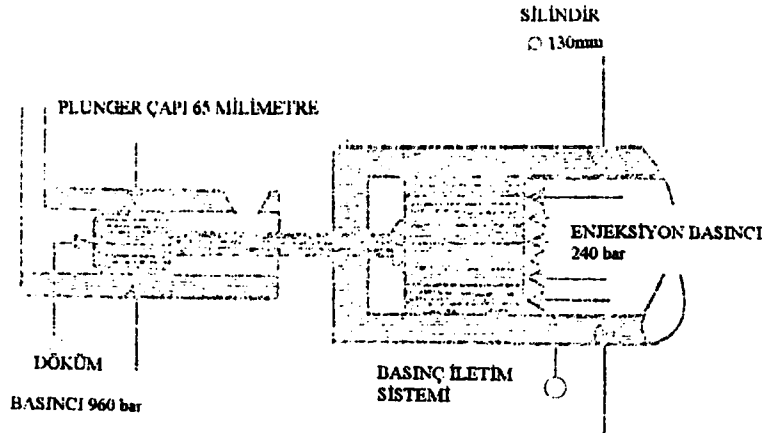


Şekil 2.12 Kapama hızı ölçümü için ölçüm noktaları.

2.7.3 Spesifik Döküm Basıncı

Kapama silindirindeki hidrolik basınç yine Şekil 2.13'den görülebileceği gibi ölçme cihazıyla ölçülebilir.

$$\text{Spesifik döküm basıncı} = \frac{(\text{Kapama silindirinin çapı})^2}{(\text{Plunger çapı})^2} \quad (2.2)$$



Şekil 2.13 Enjeksiyon ve spesifik döküm basıncı ölçüm cihazı.

2.7.4 Boşluğa Dolma Zamanı

Boşluğa dolma zamanı, sıvı metalin kalıp boşluğuna itilmesi için gerekli zamandır. Boşluğa dolma zamanı, metalin boşluktaki katılaşma zamanına eşit veya daha kısa olmalıdır ve dökümün kalıp duvarlarının kalınlığına ve katılaşma modülüne bağlı olarak değişir.

2.7.5 Kapama Zamanı

Kalıp hızının ikinci şekle bağlı olarak hesaplanması kesin bir sonuç vermemekle beraber kalıbın dolmaya başladığı noktayı belirlemek oldukça zordur. Bu yüzden birisi sürekli olarak kapama zamanını istatistiksel gözlem ve analizlerle incelemelidir.

2.7.6 Takviye Zamanı

Takviye zamanı, kalıp boşluğu dolduktan sonra üçüncü enjeksiyon fazının son basıncı sağlanana kadar olan zamanda gerekli zamandır. Kalıp boşluğu dolduktan sonra darbe hızıyla yaratılan basınç metalin takviyesi için ve iyi bir döküm kalitesi için son derece gereklidir. Basınçlı döküm makinalarının ilk modelleri takviye basıncını 10 saniyeden daha fazla bir zamanda sağlarken, modern basınçlı döküm makinalarında hızlı şiddetlendirici kontrol sistemleri yardımıyla takviye zamanının oldukça düşürülmesi mümkün olmuştur.

2.8 BASINÇLI DÖKÜMDE ALAŞIMLARIN ERGİTME İŞLEMİ

Basınçlı dökümde genel olarak alaşımların ergitilmesi için elektrik enerjisinden yararlanılır. Ancak bazen sıvı yakıt kullanılarakta ergitme yapılmaktadır. Elektrik enerjisi hem kullanım kolaylığı hemde temizlik açısından sıvı yakıt kullanılmasına nazaran avantajlıdır [1].

Ergitme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli parametre temizliğin sağlanmasıdır. Bu aşamada alaşımın gerek inklüzyonlar bakımından istenilen

saflık derecesi, gerekse yapısında bulunan gaz probleminin giderilmiş olması gereklidir [1].

Gaz gidermek için alüminyumda azot, helyum ve klor kullanılmaktadır. Ayrıca bu gaz gidericilerin alaşımla temas sıcaklığında çok önemlidir. Gaz gidericilerin en etkin olduğu sıcaklık, tatbik sıcaklığı olarak seçilmelidir. Bununla birlikte ergitilmiş ve tüm temizleme işlemleri tamamlanmış alaşım istenilen döküm kalitesinin sağlanması için bir süre dinlendirilmelidir [1].

Basıncılı dökümde ergitme işlemi potalarda veya ergitme fırınında yapılır. Ergitme fırını olarak endüksiyon fırını ve reverber fırını kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımlarında gaz yakıtlı reverber tipi fırınlar kullanılmaktadır [1].

Sıvı metaldeki sıcaklık ve basınç gaz bileşimini etkilemektedir. Basınç düşürücü olarak azot, klor gibi gazların yanında katı tuzlarda kullanılarak özellikle hidrojen gibi gazların giderilme yoluna gidilir. Kullanılan tuzların bileşimi aşağıdaki gibidir [1];

1. %50 sodyum klorid, %25 sodyum florid, %25 potasyum florid.
2. %50 sodyum klorid, %25 sodyum silikoflorid, %25 potasyum klorid.
3. %85 sodyum silikoflorid, %5 potasyum klorid, %5 sodyum klorid, %5 kriolit.
4. %40 potasyum klorid, %30 sodyum klorid, %15 kalsiyum karbonat, %15 sodyum florit, %2 kriolit(opsiyonel).
5. %50 potasyum klorid, %50 kriolit.
6. %30 potasyum klorid, %70 kriolit.
7. Potasyum fluoborat.
8. %5 Potasyum fluoborat, %95 No.310 Dow flux.
9. Çinko klorid.
10. Alüminyum klorid [1].

Katı tuzlar akıcı, kuru olmalı ve sıvı metalle kolay reaksiyona girebilmelidir. Ayrıca alüminyumdan hafif, zehirsiz ve kokusuz olmalıdır. Bununla birlikte katı tuzlar higroskopik özellikte ve ucuz olmalıdır. Tuzlar sıvı metale, sıvı metal miktarının %0.2-1 değerleri arasında ilave edilir [1].

Azot kullanmak suretiyle sıvı metaldeki hidrojenin giderilme işleminde hidrojen, bu inert gazla reaksiyona girerek sıvı metalin yüzeyine taşınır. Klor gazı

kullanımıyla 10-15 dakika sürede yapılan gaz giderme işlemindedir oksit, nitrit, sülfid ve karbürler yukarıya çıkar [1].

2.9 BASINÇLI DÖKÜM PARÇALARININ BİTİRME İŞLEMLERİ

Basınçlı döküm parçalarının bitirme işlemlerinin üç temel sebebi vardır. [1];

1. İyi bir görünüş sağlamak ve satılabilirlik özelliklerini arttırmak.
2. Metali nem veya diğer korozyon ortamlardan korumak.
3. Yüzey düzgünlüğünü ve temizliğini arttırmak [1].

Yukarıda sayılan sebepler parçanın bitirme işlemlerine tabi tutulmasındaki ana sebeplerdir. Bununla birlikte parça ışığı yansıtabilme ve ses yalıtımı konularında iyileştirmeler yapabilmek amaçlarıyla da bitirme işlemleri uygulanabilir.

Amaçlarına göre basınçlı döküm parçalarına çeşitli tiplerde bitirme işlemleri uygulanabilir. Bitirme işlemlerinin tipleri ve özellikleri şöyledir [1];

1. Mekanik bitirme işlemleri, döküm parçasının yüzeyinin mekaniksel yollarla parlatılmasıyla sağlanmaktadır.
2. Kimyasal bitirme işlemleri, basınçlı döküm parçalarının dağınık yüzeyler veya farklı özellikteki oksit kaplamalar elde etmesi amacıyla yapılır.
3. Elektrolitik bitirme işlemleri, parçanın uygun bir elektrotta, anodik oksidasyonla oksit kaplamalar oluşturulmasında kullanılır. Bununla birlikte bu oksit kaplamalara daha sonra bütünleyici ve renklendirici işlemler uygulanabilir.
4. Elektro kaplama işlemleri, bakır, nikel, krom, pirinç, altın ve gümüş gibi metallerin elektro çökmesi prensibiyle uygulanır.
5. Boya ve organik bitirme işlemleri, temiz veya renkli kaplamalı basınçlı döküm parçalarının konvansiyonel ve yeni bir hal alması için, spreyleme, daldırma veya fırçayla sürme suretiyle uygulanır.
6. Metalik bitirme işlemleri, basınçlı döküm parçasına sıvı metalin spreyleneceği veya basınçlı döküm parçasının sıvı metal banyosuna daldırılması şeklinde uygulanır.

BÖLÜM 3

KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ

3.1 KALİTE ANLAMI VE KALİTE KONTROL OLGUSU

Kalite daha çok kavram olarak ürün veya hizmetlerin, onlardan yararlanacak olan kişilere yani müşterilere verdiği tatmin derecesi olarak açıklanabilir. Bu tanımlama kalite kavramının müşterilerin beklenti anlayışına göre değişim göstereceğinin bir ifadesidir. Bununla birlikte kalite ‘Kullanıma Uygunluk’, ‘Tüketicinin Tatmini’, ‘Amaca Uygunluk’ ve ‘İsteklere Uygunluk’ değerlerini sağlayabilme yeteneği olarak da açıklanabilir. Bahsedilen bu değerler hep müşterilerin beklenti anlayışlarına bağlı oluşlarından dolayı, kalite yaklaşımı ve anlayışı zaman geçtikçe müşterilerin beklentilerinin artmasıyla birlikte doğal olarak gelişecek ve değişim gösterecektir.

Kalitenin ürün ve hizmet bazında sağlanabilmesi ve bu şekilde müşterinin tatminiyle, firmalar yalnızca belirli bir süreçte satış yapabilme ve kar edebilme başarısıyla kalmazlar. Bununla birlikte kalite, böylesi kısa dönemlik hesapların ötesinde günümüzde bütün sektörlerde faaliyet gösteren tüm firmaların müşteri nazarında iyi bir imaj elde edebilmesini sağlayabilecek yegane unsur olarak da etkisini göstermektedir. Zira son yıllarda göze çarpan ürünlerdeki marka savaşı bu etkinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu anlatılanlar kalitenin günümüz rekabet şartlarında ne denli ciddi ve vazgeçilmez oluşunu kanıtlamaktadır. Bu yüzden kalitenin sağlanabilmesi için yapılacak tüm faaliyetler desteklenmelidir. Üstün kalite sağlandığı şartlarda, maliyetin optimum derecede tutulabilmesi ve üretim hızının yavaşlamaması da dikkat edilmesi gereken diğer önemli konulardandır.

Kalitenin sağlanabilmesi için yürütülmesi gereken faaliyetler, genelde proses içersinde analize dayalı kontrol faaliyetleri olup bizzat prosesin sorumluları tarafından uygulanmalıdır.

Uygulanan kontrol tiplerinden ilk akla geleni muayene prensibine dayanmaktadır. Bu çalışmada iyi parçalar arasından kötüler ayıklanarak temizlenir, fakat bu ayıklama sonucu kötüler prosesin başına gönderilmek zorundadır. Yani tedaviye dayalı bir iyileştirme çalışması yapabilmek mümkün değildir.

İstatistiksel proses kontrol olarak bilinen çalışmada ise üretilen ürünler rastgele seçilerek analiz edilmektedir. Bu yöntem bazı diyagram ve teknikler yardımıyla desteklenir. Kullanılan diyagram ve teknikler, çetele diyagramları, histogramlar, pareto analizi, sebep-sonuç diyagramları, tabakalama, dağılım diyagramları ve kontrol şemalarıdır. İstatistiksel proses kontrolün uygulanmasında şu adımlar gerçekleştirilmelidir [4].

1. Verilerin sağlıklı toplanması,
2. Sonuçların histogram ve dağılımlarının çıkarılması,
3. Pareto analizi ile en önemli problemin tesbiti,
4. Bulunan problemde sebep-sonuç (kılçık) diyagramının uygulanması,
5. Yeniden pareto analizi, histogram ve dağılım grafikleri yardımıyla sonuçların gözlenmesi,
6. Bu işlemin, problemleri ‘tesadüfi’ nedenlere indirgenene kadar devam ettirilmesidir [4].

Bir işletmede kalite güvence sisteminin sağlanabilmesi amacıyla yapılan tüm çalışmalar, işletmedeki yönetim anlayışı, kalite çemberleri ve istatistiksel proses kontrol çalışmalarının bütünü toplam kalite kontrolü oluşturmaktadır. Kalite güvence sistemleri kalitenin sağlanabilmesi konusunda her kademedeki kalite çalışmalarını ihtiva eder ve uluslararası standartlar işletmelerin kalite konusundaki yeterliliğini onaylar. Kalite güvence sistemi aşağıdaki aşamalarda şekillenir [4];

1. Kalite güvencesi anlayışının öncelikle üst yönetimce algılanması,
2. Kalite güvence sistemini gerçekleştirecek organizasyonun oluşturulması,
3. Kalite planlaması ve yönetimi,
4. Kalitenin denetlenmesi.

Kalite güvence sisteminde kalite sağlama amacıyla tüm kademeler ve bu kademelerin sorumluları görevlerini harfiyen uygulamalı, her kademe bir sonraki kademeye kaliteli ürün vermelidir.

3.2 KALİTE GÜVENCESİ YAKLAŞIMI VE KALİTE ORGANİZASYONU

Kalite güvencesi yaklaşımı ve kalite organizasyonu kalitenin güvenilirliği amacıyla, tüm gereksinimlerin sağlanmasıdır. Bir başka deyişle müşterinin talep ettiği tüm isteklerin üretici tarafından anlaşılmış olması ve bu doğrultuda yapılan tüm servis gereksinimlerinin sorunsuz olmasıdır [5].

Kalite güvencesi, operasyonun en küçük bir biriminde dahi tüm elamanların toplam entegrasyonunu ve kontrolünü gerektirir. Yani bu elamanlar arasında iletişim sürekli sağlanabilmelidir. Bu elamanlar yönetim, pazarlama, satış, finans, tasarım, satınalma ve üretim gibi birimleri kapsar. Bu yüzden kalite güvencesi temsil edilemez bir yönetim fonksiyonudur [5].

Kalite, sadece servis ve üretim hizmetlerini kapsamamaktadır. Kalite güvencesi gerekli sonuçları elde edebilme konusunda sektörün tüm entegrasyonunun bir felsefesidir [5].

Birçok durumda yönetimin sorumluluğu ve kalite güvencesinin genel felsefesi gereken değerde değildir. Yönetim tarafından yapılan tüm faaliyetler kalite ile ilgili bir departmana gereken tüm uygun koşulların sağlanması amacıyla olmalıdır. Bu departmanlara genelde kalite departmanları, kalite kontrol departmanları veya kalite güvence departmanları denilmektedir. Bu departmanlar kısa olarak QA/QC departmanları olarak adlandırılır [5].

Sonuç olarak kalite güvencesi ve kalite güvenilirliği tüm kalite oluşumlarında çok büyük önem teşkil eden kavramlardır.

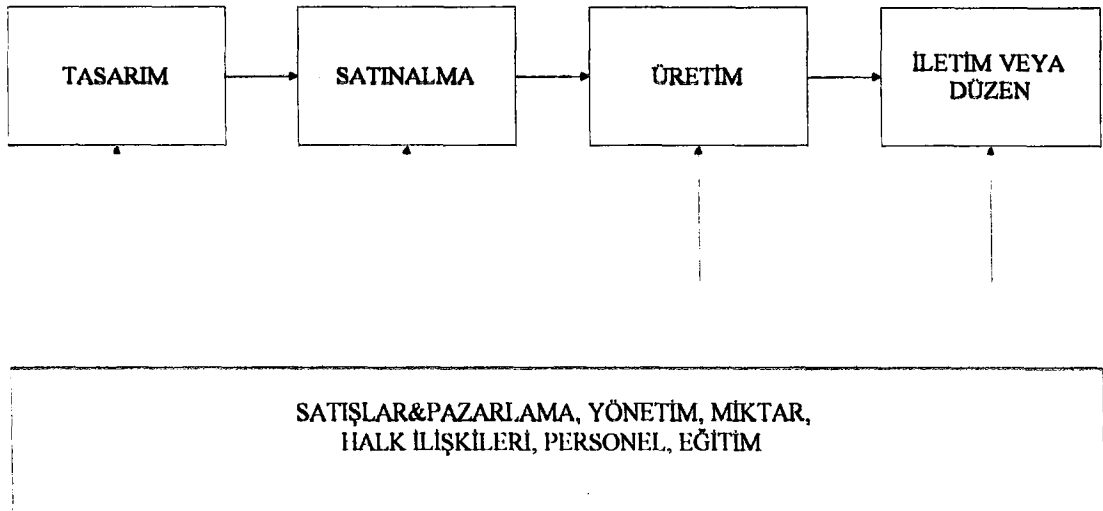
3.2.1 Kalite Güvencesinin Etkin Olduğu Parametreler

1. Kalite güvencesi, maliyet etkisidir.
2. Kalite güvencesi, üretilebilirliği sağlayan bir yardımdır.

3. Kalite güvencesi, başlangıçta ve her zaman doğruyu elde edilebilmenin anlamıdır.
4. Kalite güvencesi, en önemli ve iyi bir yönetim çalışmasıdır.
5. Kalite güvencesi, herkes için sorumluluktur [5].

3.2.2 Kalite Güvencesi Temeli Olan Üretici-Müşteri İlişkileri

Kalite güvencesinin altyapısını müşteri-üretici ilişkileri oluşturmaktadır. Herhangi bir kalite sistemindeki temel amaç, müşterinin tatmin olabileceği ölçülerde iyi ürün ve hizmetlerin üretici tarafından sağlanabilmesidir, dolayısıyla kalite sistemleri yapısında direkt veya endirekt olarak müşteriye kapsmalıdır. Bu şekilde müşteri-üretici ilişkileri pasif bir halden aktif bir hale geçer. Müşteri böylesi bir ortamda ürün veya hizmetlerdeki beklentilerini üreticiye iletmek durumundadır, üreticiler ise müşterilerden gelen talepler doğrultusunda ürün veya hizmetlerini geliştirmek zorundadır. Bu tür bir üretici-müşteri ilişkisi üreticilerin anlayışlarına kısmi olarak da yabancı gibi gözükmesine rağmen, aynı felsefe üreticinin kendi işletmesindeki tüm üretim kademeleri arasındaki ilişkiler için geçerlidir. Zira bir proses içerisinde bir ünite bir diğer ünitenin müşterisi veya üreticisi olarak kabul edilmektedir. Proseslerde müşteri bir sonraki kademenin kullanıcısıdır ve kalite sistemide organizasyonlarda tüm kompleks faaliyetler boyunca uygulanmaktadır. Şekil 3.1’de Tüm üniteler boyunca müşteri-üretici bağlantıları gösterilmektedir [5].



Şekil 3.1 Tüm üniteler boyunca müşteri-üretici bağlantıları [5].

3.2.3 Prosedürler ve İş Talimatları

Servis veya üretim proseslerinin içersindeki tanımlanmış çalışma metodların göre iş akışı sürdürülür. Bu metodlar dökümanlarda prosedürler ve iş talimatları olarak tanımlanır.

Prosedürler faaliyetlerin genel amacını açıklar, bununla birlikte nasıl, nerede, ne zaman ve kim tarafından iş akışının devam ettirildiğini tanımlar, faaliyetin sonuçlarını açıklar. Her prosesin farklı dökümanları vardır. Örneğin bir tasarım prosesi dökümanı bir spesifikasyondan, bir çizimden veya bir data kağıdından oluşabilir. Bununla birlikte bir satınalma prosesi dökümanı ise satınalma düzeni veya kontratlardan oluşabilir. Aynı şekilde bir test prosesi dökümanlarında test sertifikaları veya sıcak işlem sertifikalarından oluşabilir [5].

İş talimatları direkt olarak prosesle ilgili özel görevleri olan personelleri ilgilendirir. İş talimatları gereklice dökümantasyon üretmez ve sadece prosesle ilgili özel görevleri olan personelin izlenişi sayesinde odit edilebilir [5].

Üretimde, iş talimatları ve prosedürlerin sağlanması ve onların amaçlandığı gibi iş görebilmesiyle kalite sistemi oluşturulabilmektedir.

3.2.4 Oditler

Prosedürler oluşturulduktan sonra, prosedürlerin etkili ve verimli olmasından nasıl emin olunabilir ve eski operasyon sisteminde olan muayene çalışmalarının yerini ne alabilir? Bu soruların cevabı odittir.

Odit bir proses içersinde yapılan kalite faaliyetlerinin yararlılığını anlamak açısından etkili olabilir. Odit yalnız bir prosesin veya sistemin tüm ünitelerinin adım adım akım şemasına göre incelenmesi ve durum tatbikiyle gerçekleştiği gibi, işletmenin kendi bünyesinde ki kalite kontrol mekanizmasını deneylerin yararlılığı ve gerekliliği açısından da teftiş eder. Bununla birlikte işletmenin uyguladığı kalite faaliyetlerinin yeterliliği ve seçilen kalite tekniklerinin uygulanışı odit değerlendirmesinde etkilidir.

3.2.5 Kalite Sorumluluğu ve Otoritesi

Kalite güvence standartları kalite organizasyonunda önemli bir yer teşkil etmektedir. ISO 9004 standartları kalite sorumluluğu ve otoritesi konusunda aşağıdaki yorumları yapmaktadır. Kaliteyi etkileyen bu faaliyetler, direkt veya endirekt olarak tanımlanmalı veya dökümanite edilmelidir [5].

1. Genel ve özel kalite sorumlulukları ayrıntılı olarak tanımlanmalıdır.
2. Kaliteyi etkileyen her aktiviteyi temsil eden sorumluluk ve otorite anlaşılır bir şekilde tanımlanmalı ve otorite ve sorumluluk umulan etkinlikteki kararlaştırılmış kalite elemanlarına varmaya uygun olmalıdır.
3. Farklı faaliyetler arasındaki arayüzey kontrolleri ve koordinasyon ölçümleri tanımlanmalıdır.
4. Yönetim her nerede gerekiyorsa dahili ve harici kalite güvence sorumluluğu sağlamak amacıyla çalışacak kişiler belirlemelidir. Bu kişiler bağımsız olarak belirlenmiş faaliyetleri uygulamalıdır.
5. İyi yapılandırılmış bir organizasyonda ve etkili kalite sisteminde, güncel ve potansiyel problemler tanımlanmalı ayrıca önleyici ölçüm ve kontrollerde yer verilmelidir [5].

3.2.6 Bağımsız Kontroller

Proses içersindeki tüm çalışmalarda, çalışmaların kalitesinin doğruluğu, o çalışmaların kendi bağımsız kontrolleriyle ispatlanmaktadır. Yani çalışmanın gerçekliği, daha sonra bu aktivitenin içerisinde bulunmayan bir kişinin kontrolleri sayesinde doğrulanmaktadır [5].

Burada en önemli konu kontrollerin aktivite dışındaki kim tarafından yapılacağıdır. Bu genelde aktivite dışında, fakat çalışmaya yabancı olmayan kişi tarafından yapılmalıdır [5].

- Tasarım dökümantasyonları, tekniksel detay ve süreklilik açısından uygun bir şekilde yalnızca tasarım mühendisleri tarafından yapılabilir.
- Satınalma dökümantasyonları, satınalma dökümantasyonlarına yabancı olmayan personel tarafından uygunca kontrol edilebilir.

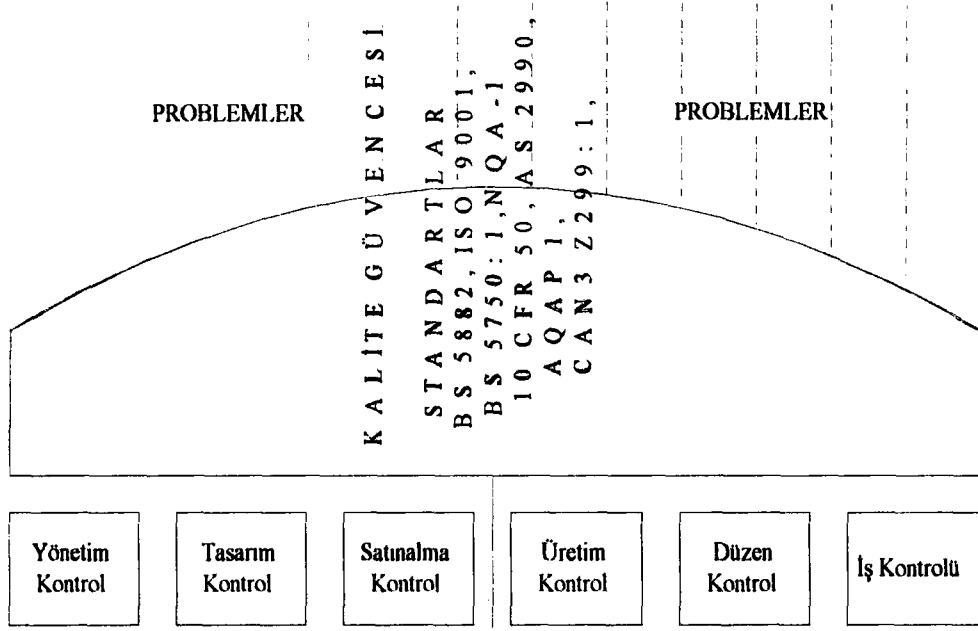
- Üretilmiş parçalar ise ancak üretim ve ürün karakterinden haberdar olan prosese yabancı olmayan kişiler tarafından uygun bir şekilde kontrol edilebilir.
- İşletme aktivitelerinin doğruluğu, işletme içerisindeki mühendisler tarafından uygun bir şekilde kontrol edilebilir [5].

Yapılan kontroller konusuna göre değişiklik gösteren kontrollerdir. Örneğin satınalma konusunda yapılan kontrol, alınan malın özellikleri yanında malın maliyetinide ilgilendirmektedir. Aynı şekilde maliyet konusu, işletmede üretim içerisindeki faaliyetlerdede dolaylı olarak etkilendiğinden bu faaliyetlerin kontrollerindedede önem arz eder.

3.2.7 Kalite Güvence Departmanının Görevi ve Önemi

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi kalite güvence departmanı, sorumlulukları ve görevleri anlamında şemsiye altındaki tüm hizmetleri dikkate almalı ve yerine getirmelidir [5].

1. Organizasyon boyunca takip edilen kalite sisteminin gereksinimlerini ve tüm departman tarafından yerine getirilen iş talimatları ve etkili prosedürlerin audit yoluyla tasdik edilmesi
2. Sistematiik bir mantıkta bir aktivitenin kontrol sorumluluğunun yerine getirilmesi ve objektif delillere dayalı tasdiklerin yapılması
3. Tüm prosedürel düzenlemelerin tasarlanması ve uygulanması
4. Gerekli çalışma metodlarının oluşturulması ile tamamen ful olarak uygulanan prosedürlerin geliştirilmesini sağlamak ve tüm departmanların bu prosedürlerden haberdar olarak, etkin bir şekilde katılımı ile çalışacakları ortamı yaratmak
5. Prosedürlerin düzgün bir şekilde yeniden incelenmesini ve güncelleştirilmesini sağlamak
6. Kalite kayıplarının ve düzensizliklerin genel sebeplerinin uygun bir şekilde açıklamasını yapmak
7. Üst yönetimle birlikte gelişimlerin gerektiği yerleri tanımlamak ve etkili faaliyetleri tavsiye etmek [5].



Şekil 3.2 Kalite güvence departmanı sorumlulukları ve görevleri [5].

3.2.8 İşletmedeki Organizasyon Şekli

Kalite güvence departmanı bütün ünitelerin üzerinde söz sahibi bir kontrol mekanizmasıdır. Bu kontrol mekanizması, altındaki diğer ünitelerin tümü hakkında bilgi sahibi olması gerekir. Çünkü üniteler yaptıkları işler hakkında kalite güvence departmanının onayını almak zorundadırlar. Bundan dolayı kalite güvence departmanında bu onayları yapabilecek bilgi düzeyinde olmalıdır [5].

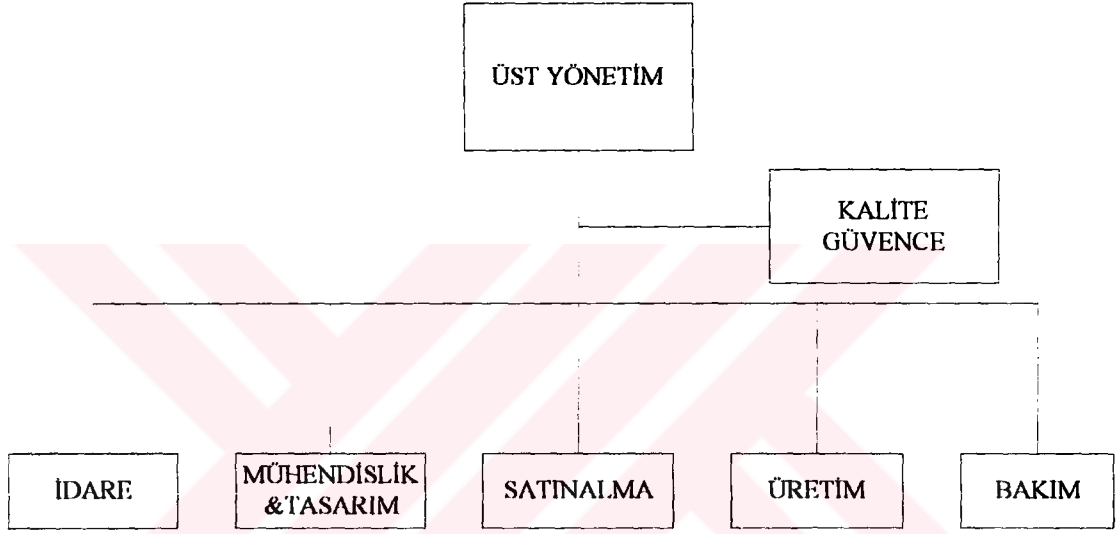
Örneğin bir işletmede satınalma departmanı aldığı bir hammadde konusunda gerek kalite, gerek maliyet, gereksede tedarik zamanı konularında kalite güvence departmanından olur almak zorundadır. Aynı şekilde üretimin her kademesinde sorumlu mühendisler kalite güvence departmanına hesap vermek zorundadır ve üretimden bu departmanı sürekli olarak haberdar edip onun yeterli bilgi almasını sağlama görevine sahiptirler [5].

Kalite güvence departmanı aynı zamanda bu ünitelerle üst yönetim arasında bir köprü vaziyetindedir. Genelde üst yönetim bu ünitelerle yaptığı olağan toplantılar

dışında, işletmenin durumu hakkında sürekli bilgiyi kalite güvence departmanından alır [5].

Bunlardan ayrı olarak kalite güvence departmanı işletme bünyesinde radikal kararlar alabilme sorumluluğunda olabilen bir departmandır. Organizasyon yapısında kalite güvence departmanını kuran bir üst yönetim, tüm bu yetkileri bu departmana vermelidir [5].

Şekil 3.3’de de görüldüğü gibi organizasyonun içersinde kalite güvence fonksiyonunun yeri yönetici-direktör şeklindedir [5].



Şekil 3.3 İşletmelerdeki temel organizasyon şekli [5].

3.3 KALİTE MALİYETLERİ

Genellikle kalite maliyetleri birçok organizasyonda çok dikkatli bir şekilde ölçülmemekteydi, ancak bu faaliyetlere finansal bir güç sağlanması gerektiğinden beri kalite maliyetlerinin hesaplanma gereği duyuldu. Kalite maliyetlerinin hesaplanmadığı bir odit sisteminde, ortaya çıkan bu fazla maliyetlerin nereden doğduğunu ve nasıl azaltılabileceğini açıklamak oldukça zor olur. Kalite maliyetleri genel olarak üç gruba ayrılmıştır, bunlar;

1. Önlem maliyetleri
2. Muayene maliyetleri
3. Hata maliyetleri

olarak açıklanabilir. Kalite maliyetleri servis hizmetleri, üretim ve malın satışı boyunca gerçekleşen toplam maliyetlerle proses boyunca herhangi bir hata meydana gelmediği durumda ki maliyetler arasındaki fark şeklinde açıklanabilir [5].

3.3.1 Önlem Maliyetleri

Bunlar hata, düzeltme ve üretim veya servis prosesiyle birleşen maliyetlerin azaltılmasına dayalı olarak oluşur. Bununla birlikte normal olarak şu faaliyetlere bağlı maliyetlerdir [5];

- Kalite sisteminin planlaması ve organizasyonu, kalite sistem dökümantasyonlarının geliştirilmesi, bu dökümantasyonların kontrolü ve onayı, dağıtım ve iletişim bilgilerinin dökümante edilmesi faaliyetleri
- Tüm kalite sisteminin tasdik edilmesini içeren yani bir dahili odit çalışması faaliyetleri
- Tüm sistemin sonradan tekrar yeniden gözden geçirilmesi
- Müşterilerin tasdik edilmesi organizasyonları
- Süreklilik, gelişim, operasyon faaliyetlerini içeren eğitim çalışmaları ve dış eğitim programları
- Kalite geliştirme programlarının gelişimine bağlı örneğin kalite çemberleri, performans ölçümleri, problem çözümü, istatistiksel proses kontrol ve diğerleri gibi faaliyetler [5].

3.3.2 Muayene Maliyetleri

Prosesin veya üretimin uygunluğunun ve düzgünlüğünün tasdik edilmesine dayalı maliyetlerdir. Bunlar normal olarak şunları içermektedir [5];

- Satış parçalarının uygunluğunun tasdik edilmesi
- Üretimin veya servis aktivitelerinin proses ve sonrası boyunca kontrolü ve tasdik edilmesi, bitirilmiş çalışmanın doğrulanması, örneğin tasdik edilmiş sonuçların analiz edilmesi ve rapor edilmesi
- Servisin veya ürünlerin kalitesini onaylamakta ihtiyaç duyulan kayıtların saklanması ve depolanması ile ilgili maliyetler [5].

3.3.3 Hata Maliyetleri

Bu maliyetler ‘hatalı olarak alıp’ ve ‘hatasız olarak koyma’ arasındaki maliyetlerdir. Bu maliyetler örneğin hata kayıpları ve bunlara bağlı düzeltici faaliyetleri, tekrar yapılan tasdikleri içemektedir.

Hata maliyetleri, müşteriye ulaşıldıktan sonra keşfedildiği zamanda oluşabilir, bu şekilde müşterilerle tekrar girilmesi gereken diyaloglar ve düzeltici çalışmalar zaman kayıplarının oluşmasına sebep olur. Aynı şekilde soyut maliyetlerde, örneğin gelecek satışların kayıpları ve muhtemel hasarlar hata maliyetlerinin grubunda düşünülebilir. Yani işletme veya şirketin hatalı ürünleri sunması hem kendi müşterilerini kaybetmesine sebep olacak hemde yeni müşteriler kazanmasına engel olacaktır. Böylece şirketin pazardaki oranı düşecektir [5].

3.4 ISO 9000 SERİSİ STANDARTLARI

ISO 9000 standartları, kalite güvence sisteminin sağlanmasındaki organizasyon çalışmalarının en optimum şekli olarak ürün kalitesinin sağlanması ve bu kalitenin sürdürülmesi konusundaki bir rehberdir.

Günümüzde uluslararası ticaretin oldukça geliştiği bir ortamda işletmelerde, kaliteli ve düşük maliyetde üretime önem verme gerekliliği ve kalitenin sürekli sağlanabilmesi sayesinde bu işletmelerin iyi bir imaj elde etmeleri ISO 9000 standartlarının önemini bir kat daha artırmaktadır. ISO 9000 standartlarına uygunluğu bakımından, işletmelerin öngörülen bu kaliteyi sağlayabilme ve sürdürebilme amacıyla yaptığı çalışmalara onay verilerek, bu yolla işletmelerin keskin rekabet ortamında müşteriler tarafından güven kazanıp pazarda daha yüksek bir pay elde edebilmeleri mümkün olur.

ISO 9000 serisi Uluslararası Standart Organizasyonunun (International Standard Organization, ISO) 176 Teknik Komitesi tarafından 1987 yılında geliştirilmiş ve 1994 yılında revizyona girmiş olan standartlar dizisidir. ISO 9000 serisinde beş adet standart mevcuttur [6].

Kalite yönetimi ve kalite güvence standartlarını seçme rehberi olan ISO 9000 standartlarında, ISO 9001 mamul tasarımındaki ve geliştirilmesindeki kalite

güvencesini belirleyen standarttır, ISO 9002 standartları üretimde kalitenin sağlanabilmesi konusunda gerekli düzenlemeleri öngören ve bu düzenlemelerle sürekli kalitenin sağlanabilmesini gerçekleştiren standarttır, ISO 9003 standartları üretim gerçekleştirildikten sonra gerekli kalite kontrol operasyonlarındaki uygun düzenlemeleri ihtiva eder, ISO 9004 ise kalite yönetiminde bir sözlükdür ve belirlenen hedefleri istenen standartları gerçekleştirmek için nasıl organize olunması gerektiğini tarif eder [3,6].

ISO 9000 standartları ürünün kaliteli olabilmesi ve üretimin düşük maliyetle gerçekleşebilmesi amacıyla üretimin ve kontrol sisteminin nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili geniş bir alanı kapsamaktadır.

ISO 9000 1994 baskısında amaç ve hedefler bakımından, standartta belirlenen yükümlülükler, esas olarak tasarımdan ilgili hizmetlere kadar tüm aşamalarda hataların önlenmesi yoluyla müşterinin tatminini hedeflemektedir. Standart yine 1994 baskısında uygulama alanı olarakta kalite sistemi yükümlülükleri konusunda hazırlanıp sunulmuş üç ayrı standart olması bakımından, bir firmanın yeteneklerinin ispatlanması ve dış kuruluşlarca değerlendirilmesi için uygundur [3].

Kalite standartları bir işletmede sistemliliği sağlamak amacıyla kullanılan bir rehberdir ve basit veya kompleks organizasyonlarda kullanılabilir. Tipik kalite sistem standardının içeriği Tablo 3.1'deki gibidir.

ISO 9000 standartları kullanılmaya başlamadan önce çeşitli ülkelerde değişik standartlar kullanılmaktaydı, ancak bu standartlar gelişen teknoloji ve özellikle müşteri beklentilerinin mükemmeye ulaşmasıyla yetersiz kalmıştır. Bu yüzden yetersiz kalan bu standartlar ISO 9000 standartlarını örnek alarak kendilerini revize etmişlerdir [6].

Örneğin 1970'lerde İngiltere'de kullanılmakta olan BS 5750 standartları, 1980'lerde yetersiz görülerek ISO 9000 standartlarını temel alarak değiştirilmiş ve yeni BS 5750 standartları oluşturulmuştur. Bununla birlikte Avrupa Topluluğu, özellikle topluluk üyeleri Avrupa ülkeleri arasında ortak ve çağın gereklerine uygun bir standart belirlemeye karar vermiştir. Bu karar doğrultusunda Avrupa Standardizasyon Topluluğu ISO 9000 standartlarını temel alarak, ISO 9000 standartlarının hemen hemen aynısı olan EN 29000 serilerini ortaya çıkarmış ve bu standartların tüm Avrupa Topluluğu üyelerinde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Aynı şekilde

Amerika'da ISO 9000 standartlarını temel alan ANSI/ASQC-Q90 standartları Amerikan Uluslararası Standartlar Enstitüsü (ANSI) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) tarafından geliştirilmiştir. Çeşitli ülkelerdeki kalite güvence standartlarının karşılaştırılması Tablo 3.2'de verilmiştir [6].

Tablo 3.1 Tipik kalite sistem standartlarının içeriği [6].

- | |
|-----------------------------------|
| 1. Kapsam |
| 2. Takımlar |
| 3. İhtiyaçlar |
| a. Kalite Güvence programı |
| b. Organizasyon |
| c. Denetimler |
| d. Kalite program dökümanları |
| e. Kalitenin doğrulanması |
| f. Sistem fonksiyonları |
| Sözleşmenin gözden geçirilmesi |
| Tasarım güvencesi |
| Döküman kontrol |
| Ölçme ve deney donanımı |
| Satış |
| Girdi kontrol |
| Proses kontrol |
| Son kontrol |
| Kontrol durumu |
| Tanımlama ve izlenebilirlik |
| Taşıma |
| İmalat |
| Özel prosesler |
| Saklama, paketlenme veya sevkiyat |
| Kalite kayıtları |
| Uygunsuzluk |
| Alıcının temin ettiği parçalar |
| Doğrulayıcı hareket |

Tablo 3.2 Kalite güvence standartlarının karşılaştırılması [6].

Ülke	Kalite Güvencesi ve Kalite yönetimi Kalite Standartları: Seçim ve kullanım için rehber	Tasarım, üretim, montaj ve servis Kalite Güvencesi için Kalite sistemleri modeli	Üretim ve montajda Kalite Güvencesi için Kalite sistemleri modeli	Son Kontrol ve deneyde Kalite Güvencesi için Kalite sistemleri modeli	Kalite yönetimi ve kalite elemanları: rehber
ISO	ISO 9000:1987	ISO 9001:1987	ISO 9002:1987	ISO 9003:1987	ISO 9004:1987
Avustralya	As 3900	As 3901	As 3902	As 3903	As 3904
Avusturya	OE NORM-PREN 2900	OE NORM-PREN 2901	OE NORM-PREN 2902	OE NORM-PREN 2903	OE NORM-PREN 2904
Belçika	NBN X 50-002-1	NBN X 50-003	NBN X 50-004	NBN X 50-005	NBN X 50-002-2
Kanada	-	-	-	-	CSA QA420
Çin	GB/T 10300.1-88	GB/T 10300.2-88	GB/T 10300.3-88	GB/T 10300.4-88	GB/T 10300.5-88
Danimarka	DS/EN 29000	DS/EN 29001	DS/EN 29002	DS/EN 29003	DS/EN 29004
Avrupa Topluluğu	EN 29000-1987	EN 29001-1987	EN 29002-1987	EN 29003-1987	EN 29004-1987
Finlandiya	SFS-ISO9000	SFS-ISO9001	SFS-ISO9002	SFS-ISO9003	SFS-ISO9004
Fransa	NF X 50-121	NF X 50-131	NF X 50-132	NF X 50-133	NF X 50-122

Tablo 3.2.a Tablo 3.2'nin devamı [6].

Danimarka	MI 18990-1988	MI 18991-1988	MI 18992-1988	MI 18993-1988	MI 18994-1988
Hindistan	IS:10201 KISIM 2	IS:10201 KISIM 4	IS:10201 KISIM 5	IS:10201 KISIM 6	IS:10201 KISIM 3
İrlanda	IS 300 KISIM 0/ISO 9000	IS 300 KISIM 0/ISO 9001	IS 300 KISIM 0/ISO 9002	IS 300 KISIM 0/ISO 9003	IS 300 KISIM 0/ISO 9004
İtalya	UNI/EN 29000-1987	UNI/EN 29001-1987	UNI/EN 29002-1987	UNI/EN 29003-1987	UNI/EN 29004-1987
Malezya	-	MS 985/ISO9001-1987	MS 985/ISO9002-1987	MS 985/ISO9003-1987	
Hollanda	NEN-ISO 9000	NEN-ISO 9001	NEN-ISO 9002	NEN-ISO 9003	NEN-ISO 9004
Yeni Zellanda	NZS 5600:KISIM1-1987	NZS 5601-1987	NZS 5602-1987	NZS 5603-1987	NZS 5604-1987
Norveç	NS-EN 29000:1988	NS-EN 29001:1988	NS-EN 29002:1988	NS-EN 29003:1988	
Güney Afrika	SABS 0157:KISIM 0	SABS 0157:KISIM 1	SABS 0157:KISIM 2	SABS 0157:KISIM 3	SABS 0157:KISIM 4
İspanya	UNE 66 900	UNE 66 901	UNE 66 902	UNE 66 903	UNE 66 904
İsviçre	SS-ISO 9000:1988	SS-ISO 9001:1988	SS-ISO 9002:1988	SS-ISO 9003:1988	SS-ISO 9004:1988
İsviçre	SN-ISO 9000	SN-ISO 9001	SN-ISO 9002	SN-ISO 9003	SN-ISO 9004
Tunus	NT 110.18-1987	NT 110.19-1987	NT 110.20-1987	NT 110.21-1987	NT 110.22-1987
İngiltere	BS 5750:1987 KISIM 0 BÖLÜM 0.1 ISO 9000/EN 29000	BS 5750:1987 KISIM 1 ISO 9001/EN 29001	BS 5750:1987 KISIM 1 ISO 9002/EN 29002	BS 5750:1987 KISIM 1 ISO 9003/EN 29003	BS 5750:1987 KISIM 0 ISO 9004/EN 29004
ABD	ANSI/ASQC Q90-1987	ANSI/ASQC Q91-1987	ANSI/ASQC Q92-1987	ANSI/ASQC Q93-1987	ANSI/ASQC Q94-1987
Sovyetler Birliği	-	40.9001-1988	40.9002-1988		
Batı Almanya	DIN ISO 9000	DIN ISO 9001	DIN ISO 9002	DIN ISO 9003	DIN ISO 9004
Yugoslavya	JUS A.K. 1.010	JUS A.K. 1.012	JUS A.K. 1.013	JUS A.K. 1.014	JUS A.K. 1.011

3.5 KALİTE KONTROL POLİTİKASI VE HEDEFLERİ

Kalite kontrol, işletmelerde bilimsel açıdan uygulanması bakımından anlaşılması ve önem verilmesi oldukça geç kalınmış bir kavramdır. Bununla birlikte ürünlerde özellikle müşterilerden gelen güvenilirlik talepleri karşısında üretici-tüketici ilişkilerinin gelişmesi, aynı zamanda kalite kavramının gerekliliğini ve vazgeçilmezliğini ortaya çıkarmıştır. Böylesi bir durumda doğal olarak üretici-tüketici arasında bilgi alışverişi gelişmiştir.

Gelişen böylesi bir ortamda işletmelerin kalite politikası oluşturmaları ve bu politikasını teknolojik gelişimlere göre revize etmesi gereklidir. Kalite politikasının sağlanması konusunda şu aşamalar dikkatlice izlenmelidir;

1. Alternatif kalite kontrol sistemlerinden sadece biri seçilecek,
2. Kalite kontrol elemanlarının sadece ölçme ve günlük rapor veren çalışmalardan kurtulup kalite garantisi verici çalışmalara yönettilecek,
3. Sorunların nedenleri ayrı ayrı departmanlarda saptanacak.

Bu maddeler hassasiyetle izlenir ve bir takım akım sonuçları uygulanırsa işletme, kalite politikasını otomatik olarak tayin etmiş olur [4].

İşletmelerin günümüzde kalite politikası olarak belirlemesi gereken anlayış, ürünlerinin iç ve dış pazarlarda rekabet gücü kazanabilmesi amacıyla gerekli kalite kontrol faaliyetlerini arttırmak ve bu faaliyetlerin önleyici ve düzeltici nitelikte oluşuna dikkat etmeleri olmalıdır. Ayrıca faaliyetlerin gerektiği gibi yürütüldüğü kontrol edilmelidir.

BÖLÜM 4

KALİTE GÜVENCE KAPSAMINDA KULLANILAN KALİTE ARAÇ VE TEKNİKLERİ

4.1 KALİTE ARAÇLARI

İşletmelerde düşük maliyet ve yüksek kalitede üretim sağlanabilmesi yani kalite güvence anlayışının yerleştirilmesi amacıyla kalite araçları etkin olarak kullanılmaktadır.

Temel olarak istatistiki analizlere ve bu analizler sonucu oluşturulan diyagramlara dayanılarak kullanılan kalite araçları, sorunların çözümünde özellikle çabukluk açısından yararlıdır. Genel olarak kullanılan kalite araçları şunlardır [7].

1. Veri toplama
2. Sebep-sonuç diyagramları
3. Pareto analizi
4. Çetele diyagramları
5. Histogram
6. Dağılım diyagramları
7. Proses kontrol diyagramları

4.1.1 Veri Toplama

Bir prosesin akışının takip edilmesi ve bu prosesle ilgili olarak hata etkin parametrelerin ölçülmesi ile elde edilen bilgilerin değerlendirilmesidir. Kullanılan veriler iki gruba ayrılmaktadır [6];

1. Değişken Veriler:

Ölçülebilme özelliği taşıyan sertlik, sıcaklık, boyut gibi verilerdir.

2. Niteliksel Veriler:

Ölçülemeyen ancak görsel olarak algılanabilen distorsiyon, renk, hata yeri gibi verilerdir.

İ.P.K. çalışmalarında çok önemli bir yer teşkil eden, verilerin toplanması oldukça dikkatli yapılmalıdır. Özellikle;

- Konu, amaç, örnekleme iyi seçilmeli
- Ölçüm hassasiyeti kontrol edilmeli
- Verilerin tarihi ve kaynağı kaydedilmeli
- Verilerde kullanılan cihazlar kaydedilmeli
- Son olarak yapılması gereken tüm işlerin toplandığı kontrol listeleri, verilerin toplanma aşamasında kaydedildiği kontrol tabloları ve parça resmi üzerinde hatanın yeri ve türünü gösteren çizimler oluşturularak veriler muhafaza edilmelidir [6].

4.1.2 Sebep-Sonuç Diyagramları

Sebep-sonuç diyagramları problem çözümünde etkin parametrelerin oluşturduğu sebepler ve bu sebeplere dayalı olarak oluşması muhtemel sonuçlar mantığında kullanılan kalite araçlarıdır.

Balık kılığını andıran bu diyagramda, diyagramın ana parçasını oluşturan orta çizgi problemi ifade etmekte, bu çizgiden ayrılmış dallar ise bu probleme ait sebepleri ortaya koymaktadır. Düzenli ve hatasız bir üretime giderken ortaya konan bu sebeplerin herbiri diğer ayrılmış dallarıyla birlikte birer kontrol parametresi olarak değerlendirilmelidir [4].

Kılçık diyagramları oluşturulurken şu maddelere dikkat edilmelidir.

1. Problemi oluşturan sebepler doğru olarak belirlenmeli ve mümkünse tüm ana sebeplere etki eden yan sebeplerde ortaya konmalıdır.
2. Prosesin akış şekline göre bir çizim yapılmalı ve problemler bu sırada incelenerek sebepleri çıkarılmalıdır.
3. Sebep-sonuç diyagramları prosesten haberdar birçok kişinin katılımıyla bir beyin fırtınası şeklinde hazırlanmalıdır [4].

Sebe-sonuç diyagramlarının faydaları ise şunlardır.

1. Grup çalışması olduğundan, insanları böyle çalışmalara teşvik eder.
2. Problemlerin potansiyel sebeplerini ortaya koyar.
3. Problemin gerçek sebeplerini tanımlayabilmek için direkt veri toplayabilir.
4. Parametrelerin değişimleri problemlerin oluşumunda oldukça etkilidir, bu parametrelerde ki değişimlerin önemi kişiler tarafından anlaşılabilir ve problemlerin çözümüne kişiler yaptıkları değişim ve ayarlamalarla giderler.
5. Diyagram yönetim tarafından görev dağıtımında kullanılabilir [4].

Bu şekilde problemlerin çözümünde tüm çalışanların etkin olarak çalıştığı, işletmede verimliliği artıracak, üretimde düşük maliyet ve yüksek kalite konusunda yararlı olacak bir teknik yaratılmış olur.

Kılçık diyagramları 3 gruba ayrılır.

1. Dağılım analiz tipi;

Dağılım analiz tipi fikir prosesinin organizasyonunda ve potansiyel sebeplerin aralarındaki ilişkilerin oluşturulmasında yardımcıdır. Öncelikle esas potansiyel sebeplerin, sonra özel sebeplerin kategorileri belirlenir, daha sonra potansiyel sebepler ve ilgili fikirlerin üretimi gerçekleşir.

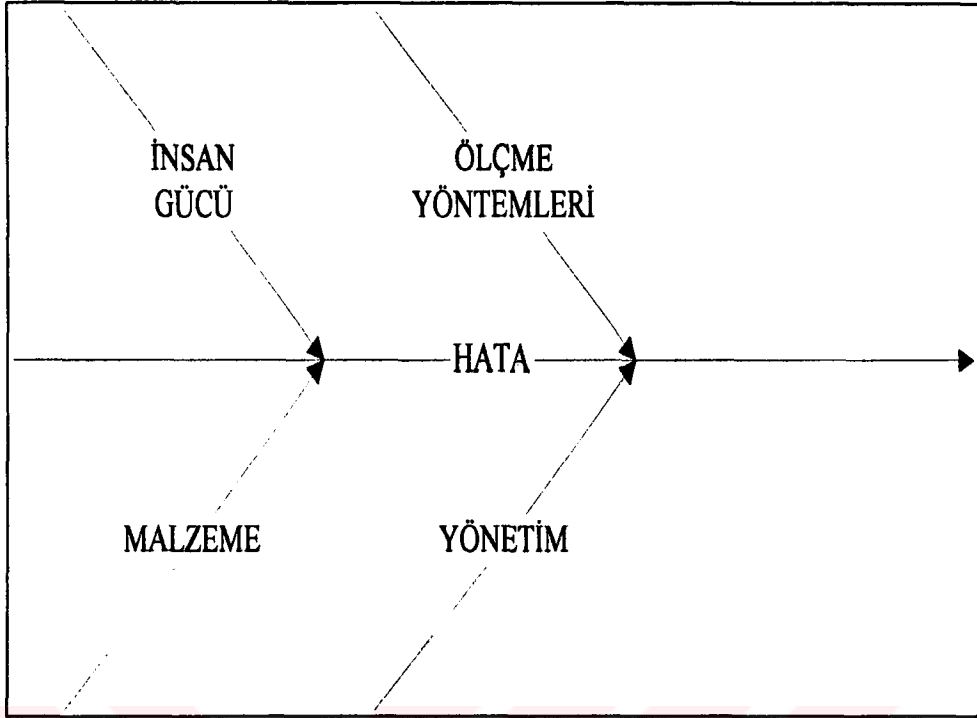
2. Üretim prosesi sınıflandırma diyagramı;

Üretim prosesi sınıflandırma diyagramı proses adımları arasında ve potansiyel faktörlerin etkilerinin hissedildiği yerlerde gerçekleştirilir. Ancak tekrar eden sebeplerin deneyde fazla maliyet yaratması ve farklı proses adımlarında beliren faktörlerin arasındaki ilişkileri kurmak oldukça zor olduğundan kullanışlı değildir.

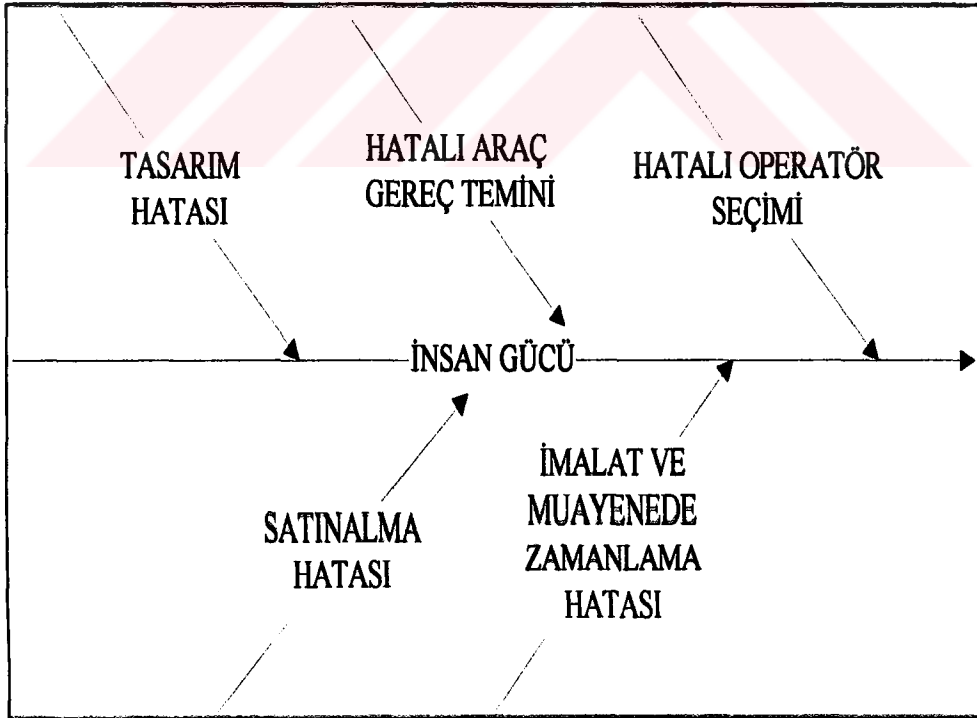
3. Sebe sayım tipi;

Sebe sayım tipi beyin fırtınası takımını teşvik için çok etkili bir yoldur. Fikirler bir beyin fırtınası oluşturularak listelenir ve bu fikirlerin alt grupları çıkarılır. Daha sonra ilişkili alt gruplar esas kategoriler altında toplanır [4].

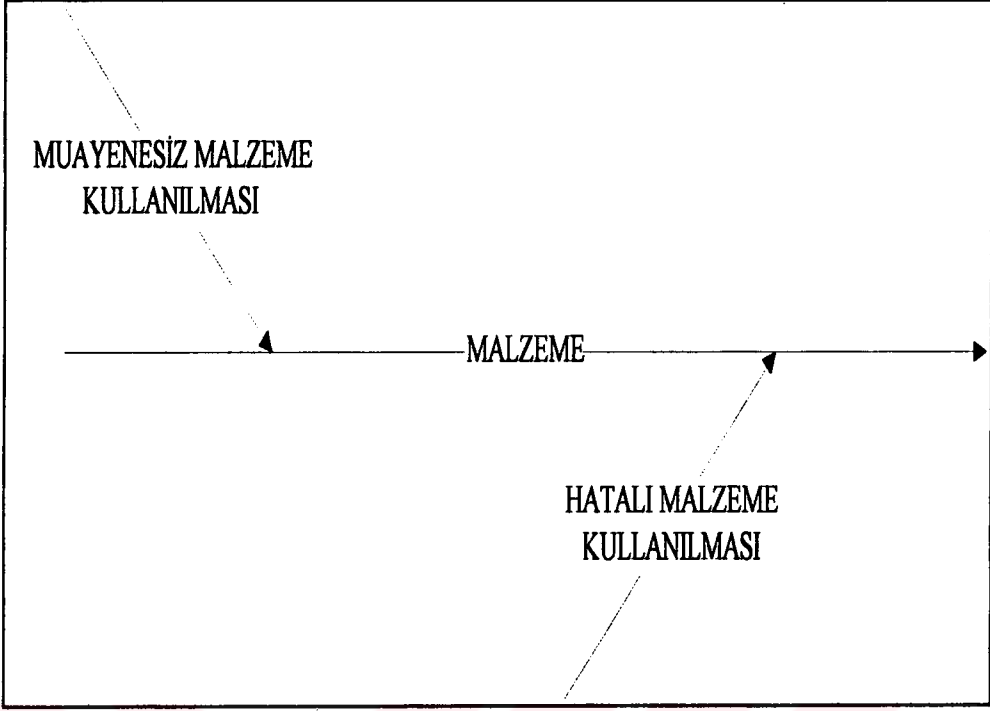
Hataların oluşumuna 4 temel sebep neden olur. Bu temel sebepler ve herbir temel sebebe etki eden yan sebepler kılçık diyagramında Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5 deki gibi gösterilebilmektedir.



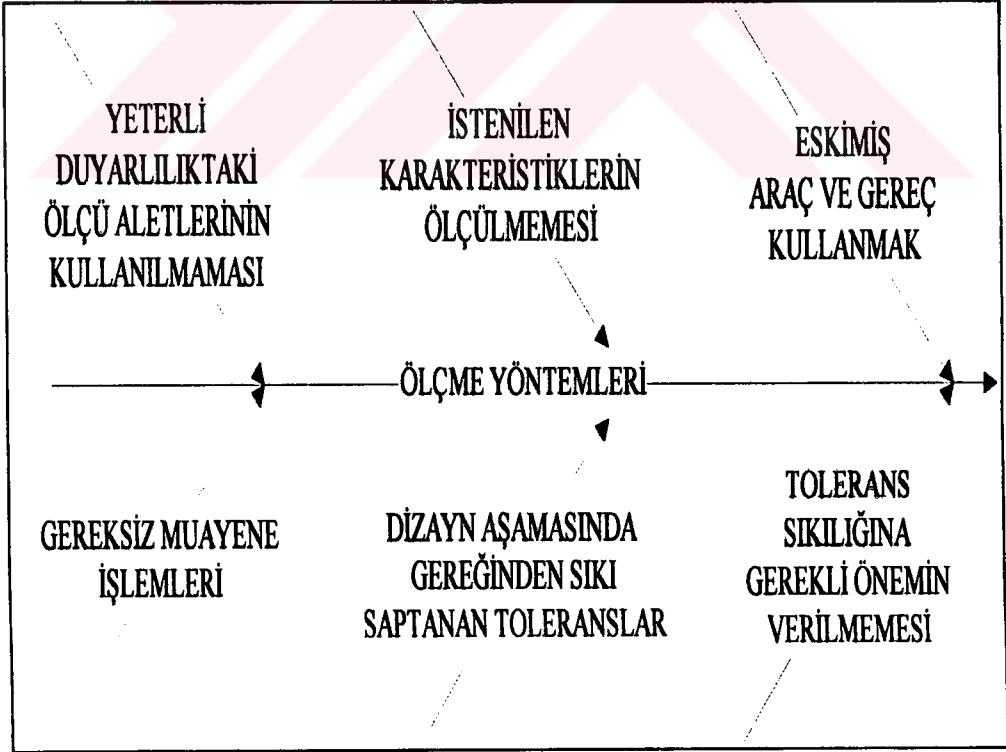
Şekil 4.1 Hatalara neden olan temel sebepler



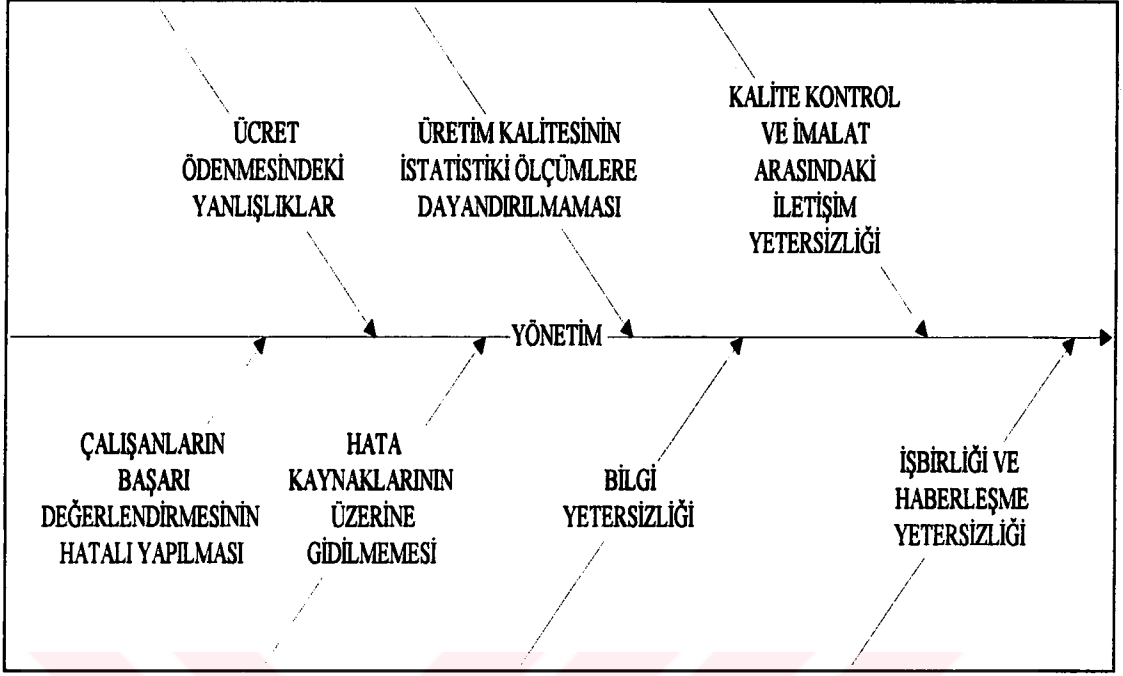
Şekil 4.2 İnsan gücüne etki eden sebepler



Şekil 4.3 Malzemeye etki eden sebepler



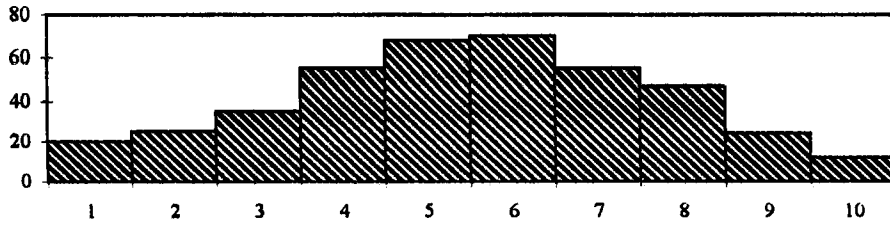
Şekil 4.4 Ölçü aletlerine etki eden sebepler



Şekil 4.5 Yönetime etki eden sebepler

4.1.3 Pareto Analizi

Pareto analizi, istenmeyen oluşumların, kayıp ve hataların istatistikî büyüklüklerin grafik yardımıyla gösteriminde kullanılır. Analizdeki asıl amaç grafik yardımıyla en yüksek değere sahip hatanın gösterilebilmesidir. Bu şekilde, hataların birbirlerine göre büyüklüklerine dayanılarak en ciddi problem tesbit edilebilir.



Şekil 4.6 Pareto Analizi

Pareto analizi kullanım açısından basit oluşu ve izah edilebilirliğinin kolaylığı sayesinde oldukça kullanışlıdır. Pareto analizini gösteren basit bir diyagram Şekil 4.6'da gösterildiği gibidir.

Pareto analizinde hata çeşidi veya faktörü ifade eden en büyük kolon diyagramda ilk sıraya yerleştirilir. Daha sonraki kolonlar büyüklüklerine göre, büyükten küçüğe azalarak gelir.

Pareto analizinin oluşturulmasında, öncelikle problemlerin tümü ortaya dökülmelidir. Bu aşamadan sonra problemler belirli gruplara dahil olabilecek şekilde sınıflandırılmalıdır. Problemin oluşum sıklığına göre büyüklükleri ortaya konarak diyagrama bu şekilde yerleştirilmelidir. Böylece en fazla sıklıkta meydana gelen en büyük problem grafikte ifade edilmiş olur.

Pareto analizi, maliyet bileşenleri sınıfına göre, departmanlara göre, ürünlere göre ve diğer gruplara göre olmak üzere dört değişik tipte düzenlenebilir. Örneğin maliyet ile ilgili olarak, maliyet sebeplerini ortaya koymaya yönelik bir pareto analizinde maliyeti oluşturan en büyük sebepler gösterilebilir.

4.1.4 Çetele Diyagramları

Proses ve bu proste gerçekleşen hataların bilindiği durumlarda uygulanan diyagramdır. Çetele diyagramları veri toplamak amacıyla belirli zamanlarda istatistiki değerlere dayalı olarak tutulur. Ayrıca bu diyagramın anlamlı olabilmesi için mümkün olduğunca basit yapılması gerekir.

Çetele diyagramları üç grup altında ele alınır.

1. Sembolik Çetele Diyagramları:

Hatalar üzerindeki gözlemlere dayanan ve muhtemel tüm sebepleri içeren sembolik değişkenlerle yapılan diyagramdır.

2. Değişken Çetele Diyagramları:

Frekans dağılımı çıkarılmadan önce ölçülebilen değişken verilerin skalada yerleştirilmiş olduğu diyagramdır.

3. Hata Yerleşim Diyagramı:

Parçanın resimli gösterimidir. Veri toplamada yetersizdir [6].

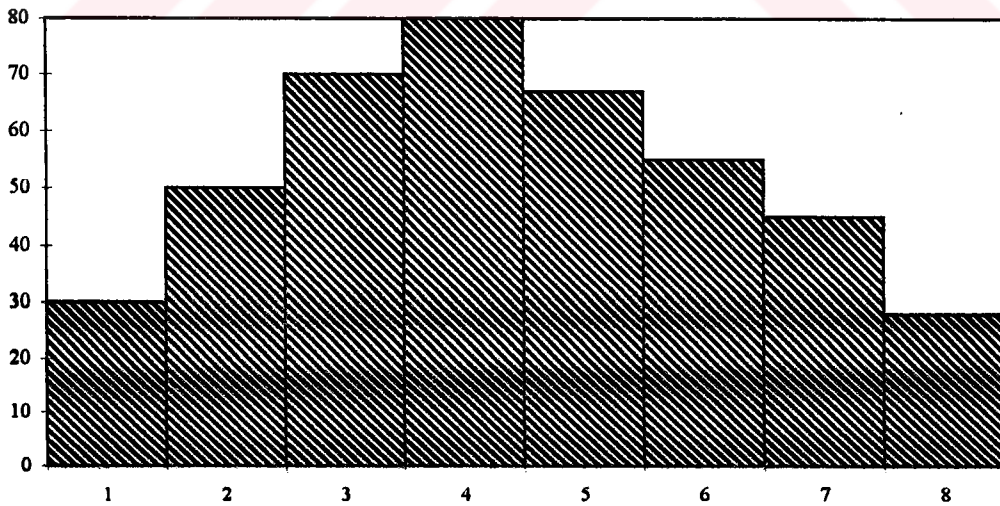
4.1.5 Histogram

Histogramlar pareto analizinde olduğu gibi birbirlerine bitişik kolonlardan meydana gelmektedir. Bu diyagramda önemli nokta oluşturulan kolonların sayısı ve bu kolonların genişliklerinin diyagrama nasıl yerleştirileceğidir.

Histogramların oluşturulmasında ilk olarak verilerin bütünüyle toplanması gerekmektedir. Daha sonra parti büyüklüğü belirlenir ve parti büyük ise örnekleme yapılarak elamanlar tabloya yerleştirilir. Bundan sonra diyagramla ilgili hesaplamalar yapılır. Tablodaki değerler arasındaki farktan ‘aralık’ diye tabir edilen değer bulunur, aynı şekilde kolon sayısı veri adedinin kare kök değerinden hesaplanır ve kolon genişliğide maksimum ve minumum değerler arasındaki farkın bu kolon sayısına bölünmesiyle elde edilebilir [4].

Bu değerler yardımıyla aralıklar yatayda sıklık değerleri dikey eksende olacak şekilde histogram çizilir [4].

Bu diyagramda belirli büyüklükleri göstermek için bazı semboller kullanılmaktadır. Parti büyüklüğü değeri ‘N’ olarak gösterilir. Örnek büyüklüğünü ‘n’ sembolü gösterirken, aralık sayısı ‘R’ ile ifade edilir. Basit bir histogram Şekil 4.7’deki gibidir [4].



Şekil 4.7 Basit bir histogram

4.1.6 Dağılma Diyagramları

Biri bağımlı biri bağımsız iki özellik arasındaki ilişkiyi görebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu özelliklere ait veriler öncelikle kontrol tablosuna yerleştirilir. Daha sonra bu veriler, bağımlı değişken dikey eksene bağımsız değişken yatay eksene yerleştirilmek suretiyle diyagramdaki grafik üzerinde işaretlenir. Son olarak noktaları ortalayan bir çizgi çizilir.

Bu diyagramlar, problem çözümünde etkili olarak kullanılmakla birlikte, bir başka önemli konuda grafiğin oluşturulmasındaki ölçek seçimidir.

4.1.7 Proses Kontrol Diyagramları

Değişkenlik imalatı üretim sırasında doğal olarak sürekli göze çarpan bir oluşumdur. Bu değişkenlik, yapılan ölçümler doğrultusunda belirli aralıklarda seyretmekte, bununla birlikte kesinlikle lokal olarak belirli bölgelerde sıklık göstermektedir [4].

Genelde üretim esnasında istatistiki ölçümleri yapılan değişkenler, boyut, şekil, performans ve benzeri diğer değişkenlerdir. Bu değişkenlerin sıklıkla ve alışla gelmiş şekilde aldıkları değerler, analizi yapanlarcada kabul edilebilir değerler olmak kaydıyla bu bölgede limitler oluşturulabilir. Bu limitler kontrol limitleridir ve prosesin ne derece kontrol altında çalışıp çalışmadığının ifadesidir. Eğer meydana gelen değişimler bu limitler dışına çıkarsa nedenler araştırılır ve prosesin tekrar kontrol altına girmesini sağlayacak düzeltici önlemler alınır [4].

Kontrol diyagramları bir prosesin istatistik yöntemlerle ekonomik ve güvenilir biçimde kontrol altında tutan en etkin araçtır. Kontrol diyagramlarının başarılı olması için;

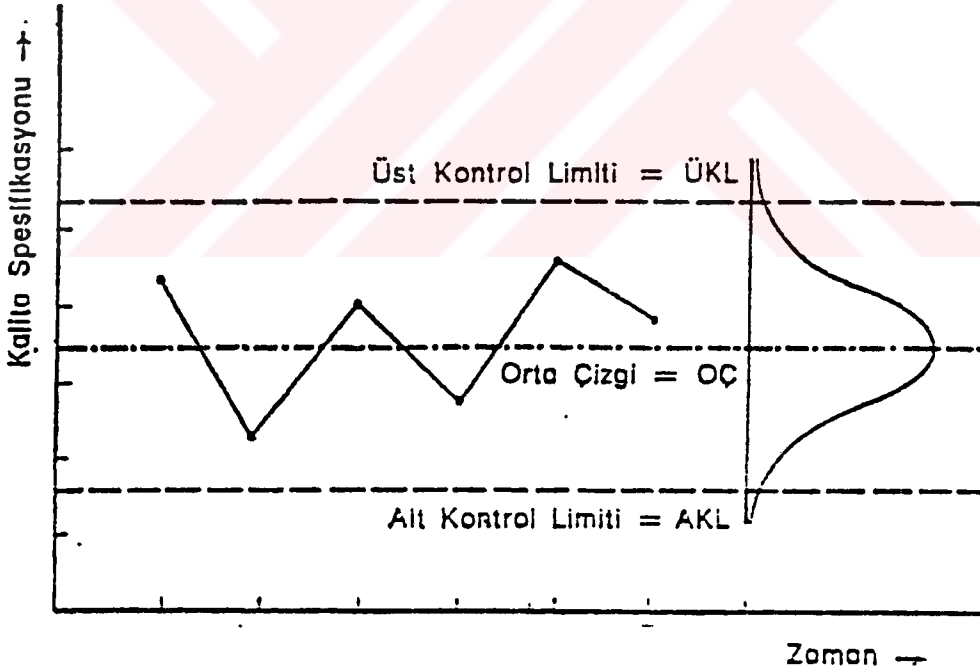
1. Geçmiş bilgilerin analizi ve buna göre kontrol limitlerinin saptanması
2. Belirli zaman aralıklarında yapılan ölçmelerle fiilen gerçekleştirilen spesifikasyonların bulunması
3. Kıyaslama ve yorum yapılması
4. Hata nedenlerine göre düzeltici önlem alınması faaliyetlerinden oluşan bir sistem kurulması gerekir [4].

Bu şekilde prosesin kontrol diyagramları arasında izlenmesi ve istenilen limitler arasında kalmasında sağlanabilir. Kontrol diyagramları bir proseste iki tip hatayı engellemek amacıyla kullanılır.

1. Özel faktörler mevcut değilken aramaya kalkışmak ve gereksiz önlemler almak.
2. Özel faktörler mevcut olduğu halde farkına varmamak ve önlem almakta geç kalmak [4].

Kontrol diyagramları hataların doğuracağı kayıplarla, hataları bulmak için harcanacak çabaların maliyetleri arasında uygun bir denge kurarak prosesin sürdürülmesini sağlamak amacıyla kullanılır.

Kontrol diyagramları, ölçülebilir büyüklük ve özelliklerin proses süresince aldığı değerleri grafikte nokta olarak kaydeder. Daha sonra bu noktalar birleştirilerek orta çizgi, alt ve üst kontrol limitleri hesaplanır. Basit bir kontrol diyagramı ve temel elemanları Şekil 4.8'deki gibidir [4].



Şekil 4.8 Kontrol diyagramının temel elemanları [4].

Kontrol diyagramlarının oluşturulmasından, elde edilen sonuçların anlamlı bir hale getirilmesine kadar dikkatli bir çalışma gerçekleştirilmelidir.

Örneğin ön hazırlık çalışması sırasında, kullanma amaçlarının belirlenmesi, değişkenlerin seçimi, örnek hacmi ve örnek grubu sayısının tesbiti, örnek alma yöntemi

ve zamanların saptanması, ölçme yöntemlerinin belirlenmesi son olarakta gerekli kayıt formlarının dizaynı yapılmalıdır.

Bununla birlikte diyagramların çizimi sırasında, ölçmelerin yapılması ve bulguların kaydedilmesi, diyagram çizimine işlenecek değerlerin hesaplanması, standartlar verilmişse orta çizgi ve limitlerin bulunması, standartlar verilmemişse geçmiş bulgulara göre orta çizgi ve limitlerin bulunması ve ölçüler ile hesaplanan değerlerin kaydı ve diyagram üzerine işlenmesi gerekir.

Kontrol diyagramı çizildikten sonra elde edilen sonuçların değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Sonuçların doğru analizinin yapılması için belirli noktalara önem vermek gerekir. Analiz yaparken diyagramlar üzerindeki kayıt noktalarının incelenmesi, prosesin gidişi ile ilgili yorumlar yapılması, prosesin kontrol dışına çıkması halinde özel faktörlerin araştırılması, özel faktörlerin tesbiti ve düzeltici önlemler alınması, konularında ilgili departmanlarla işbirliği yapılması ve proses karakteristiğinde değişme veya gelişmeler yeni duruma uygun diyagramların oluşturulması gerekmektedir [4].

Değişken türü ne olursa olsun kontrol diyagramının oluşturulmasında orta çizgi ile alt ve üst kontrol limitlerinin belirlenmesi gereklidir. Bununla birlikte kontrol diyagramlarında, ölçülebilir değişkenler ve özellikler için yapılan hesaplamalarda kullanılan formüller farklılık göstermektedir. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 bu farklılıkları açıklamaktadır [4].

Tablo 4.1 Değişkenler İçin ($\bar{X}$, R, v_x , X) Kontrol Diyagramı Çiziminde Kullanılan Formüller [4].

İSTATİSTİK ÖLÇÜLER	STANDARTLARA GÖRE		ESKİ KAYITLARA GÖRE	
	O.Ç.	A.K.L. ve Ü.K.L.	O.Ç.	A.K.L. ve Ü.K.L.
ORTALAMA (X)	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm A \cdot v_x$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm A_2 R, \bar{X} \pm A_4 v_x$
DAĞILMA ARALIĞI	$d_2 v_x$	$D_1 v_x; D_2 v_x$	$\bar{R}$	$D_3 \bar{R}; D_4 \bar{R}$
STANDART SAPMA	$a_2 v_x$	$B_1 v_x; B_2 v_x$	v_x	$B_3 v_x; B_4 v_x$
DEĞİŞKEN (X)	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm 3 v_x$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm 3 \bar{R} / d_2, \bar{X} \pm 3 v_x / a_2$

Tablo 4.2 Özellik için Kontrol Diyagramları Çiziminde Kullanılan Formüller [4].

İSTATİSTİK ÖLÇÜLER	STANDARTLARA GÖRE		GEÇMİŞ KAYITLARA GÖRE	
	O.Ç.	A.K.L. ve Ü.K.L	O.Ç.	A.K.L. ve Ü.K.L
(p) DİYAGRAMI	p'	$p' \pm 3(p'(1-p)/n)^{1/2}$	$\bar{p}$	$\bar{p} \pm 3(\bar{p}(1-\bar{p})/n)^{1/2}$
(d) DİYAGRAMI	$d'=np'$	$np' \pm 3(np'(1-p'))^{1/2}$	$\bar{np}$	$np' \pm 3(np'(1-p'))^{1/2}$
(c) DİYAGRAMI	c'	$c' \pm 3(c')^{1/2}$	$\bar{c}$	$c' \pm 3(\bar{c})^{1/2}$
(c) DİYAGRAMI	—	—	$\bar{c}$	$\bar{c} \pm 3(\bar{c}/n)^{1/2}$

4.2 KALİTE TEKNİKLERİ

Proses içerisindeki problemlerin tesbitinde ve çözülmesinde kalite teknikleri etkin olarak kullanılır. Problemlerin tesbiti ve çözümünde belirlenecek yol, problemin çözümünün sağlanabilmesi açısından son derece önemlidir.

Bu kavramda doğal olarak kalite tekniklerinin seçiminin ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Gerçektende kalite tekniklerinin herbiri farklı ortamlarda, farklı zamanlarda yararlı bir şekilde kullanılabilir ve ancak birbirlerinin tamamlayıcısı olarak birlikte kullanıldıklarında faydalı olabilirler.

4.2.1 Kalite Fonksiyonlarının Geliştirilmesi

İşletmelerin en az maliyet ve en çok kalite elde edebilmesi amacıyla kullandıkları tekniklerden birisidir. Kalite Fonksiyonlarının Geliştirilmesi en yüksek düzeyde kaliteyi sağlarken müşteri tatminini ve memnuniyetini dikkate alır. Özellikle müşteri beklentilerini ürünlere yansıtmayı hedefleyerek sorunları çözme yoluna gider [8].

KFG'nin bu amaca ulaşması için, sürekli olarak üretici tüketici ilişkileri cereyan eder ve özellikle bu şekilde müşteriden bilgi alınması sağlanabilmektedir. Bu ilişki zamanla üreticilerin lehine dönmekte ve işletmelerin pazar payı genişlemektedir [8].

KFG'nin temel mantıklarından biriside kalitenin geliştirilmesi çalışmalarıdır. Bu konuda ürün geliştirmenin tasarımı sağlanması gerekliliğini savunur. Çünkü

tasarımda yapılan kalite geliştirme faaliyetleri, var olan bir üründe yapılandan daha düşük bir maliyet oluşturacaktır. Bununla birlikte KFG'nin önemli bir amacında ürün geliştirme faaliyetlerinin süresini kısaltmak yoluyla müşteri memnuniyetini sağlamaktır [8].

KFG müşteri istek ve beklentileri doğrultusunda elde ettiği bilgileri ürün tasarımında kullanmanın yanında, bu bilgilerle kendisinden sonra gelecek Deneylerin Tasarımı ve İstatistiksel Proses Kontrol çalışmalarına da yararlı olacaktır [8].

KFG tekniğinin uygulama aşaması tamamıyla müşteri ilişkilerine ve bu ilişkilerden ortaya çıkan yararlı sonuçların kullanılmasına dayalı olarak gelişir. Bu aşama dört adımda gerçekleşmektedir [8].

KFG'nin başarılı olabilmesi konusunda adımlar gerçek anlamda yerine getirilmeli ve kalite evinin oluşturulması dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. KFG'nin adımları ve kalite evinin oluşumunda izlenmesi gereken yol Tablo 4.3'deki gibidir [8].

Tablo 4.3 Sistem Tasarım Özeti [8].

1. Müşterinin sesi	Müşterinin istek ve ihtiyaçları nelerdir?
2. Rekabetçi analiz	Müşteri nazarında şirketin rekabet anlayışı nedir?
3. Mühendisin sesi	Müşterinin ihtiyaçlarıyla ilgili teknik ölçüler nelerdir?
4. İlişkiler	Müşteri ve mühendisin sesi arasındaki ilişkiler nelerdir?
5. Teknik karşılaştırmalar	Ürün performansının rekabetle karşılaştırılması nasıldır?
6. Ticari gerekler	Teknik ticari gereklerin potansiyeli nedir?

1. Müşteri ile ilişkiler ve müşteri beklentilerinin saptanması:

Bu kademe, müşteriden firma hakkındaki izlenimlerin alınması, ürünler hakkındaki memnuniyetlerinin öğrenilmesi ve beklentilerinin saptanmasını kapsamaktadır.

2. Beklenti ve isteklerin gerçekleştirilebilirliğinin sağlanması:

Önceki aşamadaki müşteri beklentilerinin saptanmasından yola çıkılarak, firma bünyesinde bu beklentilere cevap verebilecek ürünün oluşturulmasının mümkünlüğü araştırılır. Teknik veriler doğrultusunda firmanın böylesi bir ürün karakteristiğini yaratabilirliği tartışılarak uygun koşullarda müşterinin istediği ürün sağlanmaya çalışılır.

3. İmal edilebilirlik normlarının oluşturulması:

Ürünün imal edilebilirliği tartışılarak, gerekli üretim normları oluşturulur. Yani imalat karakteristikleri belirlenir ve bir sonraki aşamaya veri olarak aktarılır.

4. Tasarım ve ürün geliştirme:

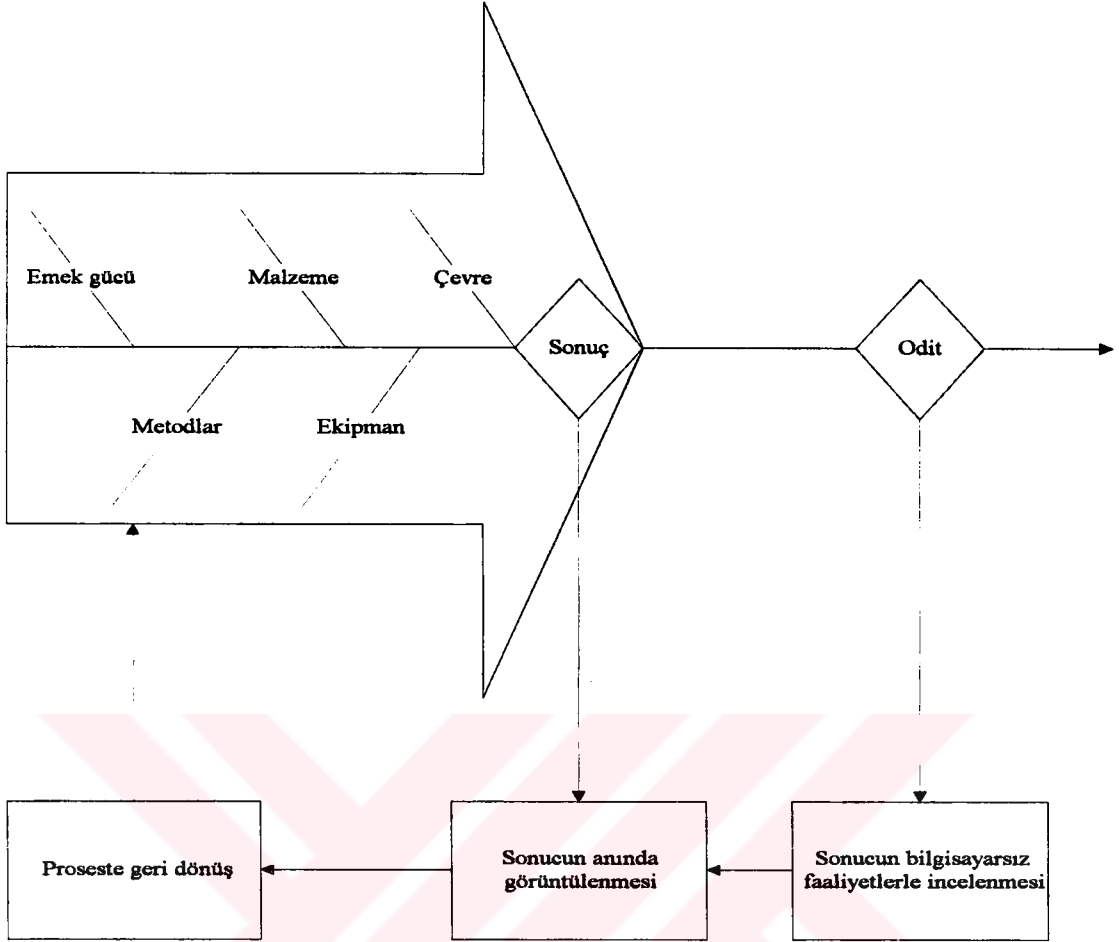
Bir önceki aşamada oluşturulan imalat karakteristikleri bu aşamada imalat kontrol karakteristiklerine çevrilerek kalite evi kapsamında ürünün tasarımının gerçekleştirilmesi, ürün geliştirme çalışmalarıyla birlikte sağlanır.

4.2.2 İstatistiksel Proses Kontrol

Bu metod, proses düzgün ve rutin işleyişte olduğu zaman veya sonuçlar ölçülebilirken tatbik edilir. Sistematik bir şekilde küçük numuneler, son üretimin kesin karakteristiğinin ortalama ve dağılım değerlerini oluşturmak amacıyla ölçülür veya kontrol edilir. Sonuçlar kontrol kartlarına dökümantate edilir ve eğer kabul edilebilir limitlerin dışında sonuçlar çıkarsa proses durdurulur ve düzeltici faaliyetler başlatılır [4].

İstatistiksel proses kontrolün asıl amacı ise prosesteki sorunun nereden (makina, cihaz veya ekipman v.b.) kaynaklandığını tesbit edebilmektir. Böylece prosesteki sorunun giderilmesi için seçilecek düzeltici faaliyetlerde doğru ve etkin bir şekilde uygulanabilir [4].

İstatistiksel proses kontrolün kullanımının bir başka yararıda, istatistiki gerçek bilgilere dayandığından prosesin gidişi hakkında kesin ve doğru veriler oluşturmasıdır. Oluşturulan bu verilerin, yöntem veya metodların doğru kullanılmış olmasıyla sağlandığından yola çıkılarak, prosesin etkili bir kontrol mekanizmasıyla izlendiği düşünülebilir. Şekil 4.9'da bir prosesteki istatistiki kontrol mekanizmasının etkinliği gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Üretimde istatistiki ölçümlere dayalı kontrolün yeri

İstatistiksel proses kontrolde temel istatistiki ölçümler tanımsal istatistik ve yorumsal istatistik olmak üzere iki gruba ayrılır [4].

Bunlardan tanımsal istatistik de kalitatif ve kantitatif bilgilerin sistematik sınıflandırılması, histogram ve benzeri grafiklerin çizilmesi, frekans dağılımlarının incelenmesi, ortalama, mod, medyan, standart sapma, dağılma aralığı ve bunlarla ilgili ölçülerin hesaplanması söz konusudur [4].

Yorumsal istatistik ise olaylarla ilgili olarak toplanan bilgilerin gerçeği tam yansıtmadığı veya eksik olduğu varsayımından hareket edilerek tahmin ve yorumlarda bulunur. Yani ana kütleden tesadüfen seçilen örnek grubu üzerinde yapılan gözlem ve ölçmeler değerlendirilerek ana kütle hakkında yargılarda bulunulur [4].

Proses içerisinde kalite araçları olarak tabir edilip kullanılan metod ve yöntemlerin bir çoğu temel istatistiki ölçümlere dayalı olarak uygulanır. Temel istatistiki ölçümler arasında, yorumsal istatistiğe nazaran daha çok direkt olarak elde

edilen verilere dayalı olarak yapılan tanımsal istatistikte oluşturulan grafik ve diyagramlar bu kalite araçları grubuna girerler.

Kullanılan bu istatistiki ölçümlere dayalı kalite araçlarının yorumlanmasında oldukça önemlidir. Zira işletmelerde prosten sorumlu mühendisler veya diğer çalışanlar yaptıkları toplantılarda, yine kendi belirledikleri sapma ve düzgünsüzlüklerin doğruluğundan yola çıkarak gerekli düzeltici faaliyetleri ortaya koyarlar. Düzeltici faaliyetlerin uygulanmasında kişilerin görev ve sorumluluklarının belirlendiği bir çalışma olmalı ve yapılan periyodik toplantılarda bu faaliyetlerin etkileri tartışılmalı ve işletmedeki sonuçları değerlendirilmelidir.

4.2.3 Deneylerin Tasarımı

Günümüzde tasarım bir ürünün boyutsal ve yapısal özelliklerinin oluşturulmasından öte, o ürünün hizmet vereceği müşterinin hangi fonksiyon veya özelliklerle tatmin olacağını saptayarak onun sonsuz memnuniyetini yaratma çabası olmuştur [6].

Bu yaklaşımdan yola çıkarak, tasarım aşamasındaki bu çalışmaların tamamıyla kalite hedefini gerçekleştirmek amacıyla yapıldığını söyleyebiliriz. Çünkü kalite anlayışı günümüz rekabet pazarlarında müşterinin tatmin derecesi olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden tasarım, kalitenin yani müşteri mutluluğunun yaratılması çalışmalarının ilk ve en önemli kademesidir [6].

Dr. Genichi Taguchi müşteri memnuniyetsizliğini bir kalite düşüklüğü olarak görmüş ve bu memnuniyetsizlikten kaynaklanan bir ekonomik kaybın varlığından yola çıkarak, bu ekonomik kaybı ortadan kaldırmak için proses içersindeki değişkenlerin azaltılması sayesinde ideal değerlerin oluşturulma yoluna gitmiştir [11].

Deneysel tasarım imalat proseslerini ve ürünün performansını geliştirmek ayrıca prosesteki olumsuzlukları gidermek amacıyla kullanılır. Deneysel tasarımın proseste tatbik edilmesi ile birlikte, kar değerinde artış, değişkenlerin azaltılması, geliştirme zamanının azaltılması ve maliyetin düşürülmesi sağlanabilir [6].

Deneylerin tasarımı proseste problemin çözümüne yönelik belirli aşamalar boyunca uygulanır. Bu aşamalar adım adım gerçekleştirilerek problemin çözümüne gidilir. Bu aşamalar;

1. Problemin belirlenmesi,
2. Faktörlerin ve seviyelerin seçimi,
3. Sonuç değişkenlerin seçimi,
4. Deney tasarım yönteminin seçimi,
5. Deneylerin yapılması,
6. Deney verilerin analizi,
7. Sonuçların değerlendirilmesi [6].

1. Problemin belirlenmesi:

Deneylerin tasarımının gerçekleştirilmesinde ilk kademe öncelikle problemin doğru olarak ortaya konmasıdır. Ele alınması gereken problem parça üzerindeki bir hata, müşterinin herhangi bir konudaki tatminsizliği veya müşteriyi daha mutlu edebilmek ve pazarda iyi bir imaj sağlamak amacıyla yapılması gereken bir geliştirme çalışması olabilir. Problem tanımlandıktan sonra özellikle prosesten iyi anlayan kişilerce analiz edilmesi gerekir.

Bu aşamadan sonra kapsamlı bir akış diyagramı oluşturulmalı ve bu akış diyagramı doğrultusunda proses bilgisi olan bir çok kişinin katılımıyla kılçık diyagramı oluşturularak kontrol parametreleri çıkarılmalıdır. Bu parametreler homing-in yöntemleri adı verilen yöntemlerin uygulanmasıyla iki şekilde azaltılabilir. Bunlardan ilki prosesten haberdar kişilerin inisiyatifleri doğrultusunda en önemli parametrelerin seçilmesine dayalı problemlerin ağırlıklı seçimidir. İkinci daha farklı olarak Shainin'e göre uygulanan homing-in yöntemidir.

2. Faktörlerin ve seviyelerin seçimi:

Bu aşamada balık kılçığı üzerinde çıkarılan faktörlerin etki derecelerinin belirlenme işlemi yapılır. Örneğin balık kılçığı üzerinde çıkarılan tüm faktörler hata oluşturma yeteneğine sahiptir ve ancak bu faktörlerin bir kısmı kontrol edilebilerek hata oluşturma üzerindeki olumsuz etkileri kontrol altına alınabilir. Bir kısım faktör ise kontrol edilemeyecek karakterdedir ve biz bu aşamada kılçık diyagramı ve özellikle hata ağacı analizi uygulanması yoluyla kontrol edilebilir faktörlerin olumsuz etkilerini azaltma yoluna gidebiliriz.

3. Sonuç değişkenlerin seçimi:

Problemin anlaşılması ve faktörlerin belirlenmesinin ardından sonuç değişkenlerin seçimi gelir. Sonuç değişken ürün kalitesi üzerindeki etkili faktördür. Bu

aşamada maliyeti düşürme yolunda etkin sonuç elde edilebilmesi için KFG ve İPK yöntemleri uygulanarak sonuç değişkenlerin belirlenmesi, KFG ve balık kılçığı uygulanarakta sonuç değişkenlerin seçimi yapılır. Bu aşamadan etkin ve başarılı sonuç alınabilmesi buraya gelmeden geçilen diğer aşamaların doğru ve eksiksiz yapılmasına bağlıdır.

4. Deney tasarım yönteminin seçimi:

Bu aşama yüksek kalite ve düşük maliyet elde edebilmek için yapılacak olan deney tasarımının seçimi aşamasıdır. Doğru seçilen deney tasarım yöntemi, yüksek kalite ve düşük maliyette kuşkusuz etkili olacaktır. Bu yüzden deneyi yöneten kişi tarafından belirlenecek olan deney yönteminin seçimi oldukça önemlidir. Deney tasarım yöntemleri şunlardır;

1. Klasik yöntemler
 - a. Bir faktör bir kerede
 - b. Tam faktoriyel
 - c. Kısmi faktoriyel
2. Shainin yöntemi
3. Taguchi yöntemi
4. Genetik algoritma

5. Deneylerin yapılması:

Bu aşamada seçilen deney tasarım yöntemine göre deneylerin oluşturulması işlemi yapılır. Bu işlem oldukça tecrübeli ve kalifiye teknik elemanların gerçekleştirilebileceği bir işlemdir. Bununla birlikte seçilen deney yöntemine harfiyen uyulması gereklidir ve ancak bu durumda deneyler başarılı bir şekilde sonuçlandırılabilir.

6. Deney verilerinin analizi:

Deneylerin analizinin gerçekleştirilmesinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ANOVA adı verilen bir istatistiksel yöntem vardır. Faktörlerin proses üzerindeki etkilerini hesaplamakta kullanılan ANOVA yöntemi, bu faktörlerin deney üzerindeki etkilerini belirlemek için sonuç değişkenlerin karelerinin gruplararası ve grup içi toplamını belirler. Bu yolla değişimlerin proses üzerindeki etki dereceleri belirlenebilir.

7. Sonuçların değerlendirilmesi:

Faktörlerin proses üzerindeki etkilerini ve birbirleri arasındaki etkileşimlerini grafiklerle elde ettikten sonra, bu faktörlerin derecelerinin hangi varyasyonlarda ve hangi değerlerde olması gerektiğine karar verilir.



BÖLÜM 5

OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (OHTEA)

5.1 GİRİŞ

Olası hata türü etkisi analizi adıyla bilinen OHTEA bir sistemde, tasarımda, proste veya serviste meydana gelen hataları, problemleri müşteriye ulaşmadan önce tanımakta ve elimine etmekte kullanılan bir mühendislik tekniğidir. Bu analiz iki prensibe dayalı olarak anlam kazanır. Bunlardan ilki hatanın öncelikle tanımlanabilmesi için benzer üretim ve servislerde kullanılacak önceki ve benzer bilgilerin, müşteri şikayetlerinin ve diğer yararlı tüm bilgilerin kullanılmasıdır. İkincisi ise sonuçlandırılabilir istatistikler, matematiksel modellemeler, simülasyonlar ve gerçekçi bir mühendislik kullanarak hataların tanımlanmasıdır [9,10].

OHTEA'nın kullanılışında bu prensiplerden herhangi bir tanesi önem kazanarak tek başına kullanılmaz, ancak bu iki yaklaşım doğru ve uygunca kullanıldığında yararlı olur. Doğru bir şekilde sistemde uygulanmaya koyulmuş bir OHTEA, sistemde tehlike arz eden risk faktörünün azalmasına sebep olur. OHTEA bir prosteeki hatanın müşteriye ulaşmadan önce önlenmesi yolundaki en önemli etkinliklerden birisidir [9,10].

OHTEA'nın diğer kalite teknikleri gibi üstlendiği misyon, hata türlerini ve etkilerini tanımlayarak, ürünlerin kalite düzeyini ve yüzdesini yükseltmek, bu şekilde hem ekonomik ve kazançlı bir üretim, hemde müşteri tatminini sağlamaktır [9].

Genellikle kabul edilebilir derecede 4 tip OHTEA vardır. Bu 4 tip;

1. Sistem OHTEA;

Sistemleri ve alt sistemleri erken kavramlarda ve tasarım aşamasında analiz etmekte kullanılır. Bir sistem OHTEA, sistem eksikliğinden kaynaklanan sistemin fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türleriyle ilgilenir.

2. Tasarım OHTEA;

Ürünleri, üretimden serbest kaldıklarında analiz etmekte kullanılır. Tasarım OHTEA tasarım eksikliğinden kaynaklanan hata türlerine eğilir.

3. Proses OHTEA;

Üretim ve montaj prosesini analiz etmekte kullanılır. Proses OHTEA proses veya montajdan kaynaklanan hata türlerini inceler.

4. Servis OHTEA;

Servisi müşteriye ulaşmadan önce analiz etmekte kullanılır. Servis OHTEA sistem ve proses eksikliğinden kaynaklanan hata türlerini dikkate alır.

Bu OHTEA tiplerinin kimin sorumluluğunda ve kontrolünde oluşuda önemli bir konudur. Örneğin sistem OHTEA'da sistemden sorumlu bir mühendis OHTEA'nın günlere dağılımını kontrol eder ve dağılım bir kontrol dökümanıdır. Tasarım OHTEA'da bu işi tasarım mühendisi yaparken, proses OHTEA'da yine sistem mühendisi yapar, servis OHTEA'da ise departmandan sorumlu bir mühendis bu tekniğin uygulanmasının yönetimini gerçekleştirir.

5.2 OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİNİN UYGULANMASI

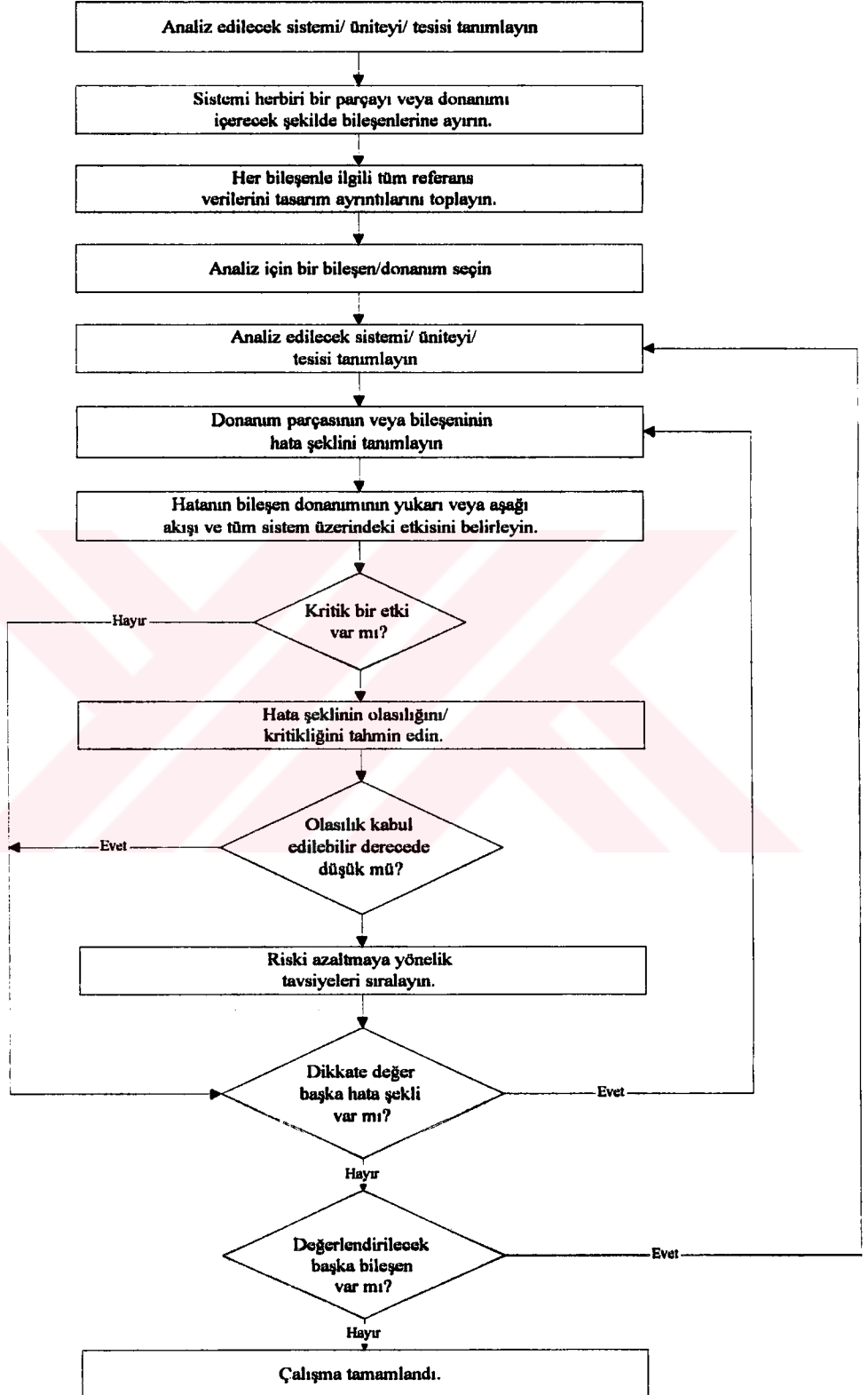
OHTEA bir takım çalışmasının ürünü olarak ortaya çıkar, tek bir kişinin çalışmasıyla başarılablınmesi mümkün değildir. Takım özel bir proje için uygun olmalıdır. Bu takımın kurulması her OHTEA tekniğinin uygulanması aşamasında çok büyük önem teşkil eder [9].

Olası hata türü ve etki analizi, önleyici ve uyarıcı bir tekniktir. Bununla birlikte proses tamamlanmadan önce hatanın etkisinin ve sebeplerinin tasarımı yapan kişi tarafından metodiksel bir yaklaşımla incelenebilmesini sağlar ve gerçekte oluşabilecek muhtemel hataların sistematik bir yolla analizini yapar [9].

OHTEA analizinin başarılı bir şekilde yapılablınmış olması için;

1. Bilinen ve potansiyel hataların tanımlanması gerekir.
2. Herbir hata türünün sebepleri ve etkilerinin ifade edilmesi gereklidir.
3. Tanımlanmış hataların Risk Öncelik Göstergesine göre öncelik sırasına konulmuş olması gerekir.
4. Takip eden problemin düzeltici faaliyetlerinin ortaya konması gerekir.

Şekil 5.1'de Olası Hata Türleri ve Etkisi Analizi tekniğinin akış şeması görülmektedir.



Şekil 5.1 OHTEA Akış şeması

5.2.1 Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin Bir Sistemde Kurulması ve Yönetilmesi

OHTEA'yı uygulayabilmek için öncelikle sistem ve bileşenler için hata tanımının yapılması, ardından sistem hatalarının alt sistem veya bileşenlerin birleşik hatasından oluştuğunu anlamak gerekir.

Alt sistem ve sistem kademelerinde OHTEA, bileşenler için güvenilir hata türlerinin tanımlanması ve alt sistemin, sistemin veya üretimin operasyonu ve güvenliğinde bu hataların etkisinin analiziyle gerçekleştirilebilir. OHTEA'nın sisteme oturtulması ve sistem güvenlik indislerini incelerken öncelikle izlenmesi gereken bir çalışma sırası vardır. Bu sıra;

1. Sistemin operasyonunu en iyi biçimde açıklayacak olasılık modelinin kurulması
2. Her bileşenin hasar ve onarım oranları gibi faydalı ve güvenilir parametreler şeklinde, ham veri alanlarını imal eden istatistiksel bir metod seçilmesi
3. OHTEA'yı bütün sistemin problem noktalarına yerleştirmek yerine uygulayıp en iyi olasılık modelinin kurulması
4. Sistem güvenilirlik gereksinimlerinin, alt seviyelerdeki alt sistemlere veya bileşenlere tahsis edilmesi
5. Herhangi bir kompleks ekipmandan alt seviyelerdeki alt sistemler veya bileşenler için bir güvenilirlik ispat testinin hazırlanması

OHTEA'nın uygulama aşamasındaki bir başka önemli konuda programın başlama zamanıdır. Programın uygulanması için göz önünde bulundurulacak belirli durumlar vardır. Bunlar;

- Yeni sistemler, üretimler, prosesler veya servisler tasarlandığı zaman,
- Varolan sistemler, üretimler, prosesler veya servislerde dikkate alınması hali ile önceki hal arasında farkedilir değişimler gerçekleştiği durumlarda,
- Yeni bilgilerin, sistemlerin, proseslerin, üretimlerin ve tasarımların varolan koşullarının bilindiği durumlarda,
- Yeni gelişimlerin varolan sistemlere, üretimlere, proseslere veya servislere adapte edileceği durumlarda, uygulamaların başlatılması en olumlu sonuçların elde edilmesine olanak verir.

Dikkate alınması ve gözönünde bulundurulması gereken önemli bir nokta, OHTEA'nın üretimde ve serviste gelişime yardımcı olan bir teknik oluşudur ve ancak işletmelerde bu amaçla kullanılacağı zaman yararlı olabilir.

OHTEA'nın uygulanmasında, hataların önem sırasına göre sınıflandırılması önemlidir. Bu sınıflandırmada hatanın önceliği üç değer göz önünde bulundurulmasıyla belirlenir. Bu değerler;

- Oluşma olasılığı
- Şiddet
- Keşfedilebilirlik

Bir hasarın oluşma olasılığı, o hatanın frekansıdır. Şiddet ise hatanın ciddiyetini yani etkisini gösterir. Keşfedilebilirlik ise hatanın müşteriye ulaşmadan önce farkedilebilme yeteneğidir.

Bu etkiler göz önünde bulundurularak hatalı mamüllerin, bu etkilere göre rakamsal değerleri verilir. Bu değerler 1-5 arasındaki bir skalada veya 1-10 değerleri arasında verilebilir. Bu değerlerin daha sonraki işlemde çarpımlarıyla (oluşma olasılığı x şiddet x keşfedilebilirlik) RÖS diye ifade edilen Risk Öncelik Göstergesi elde edilir. Elde edilen bu değer hatanın ne kadar ciddiye alınması gerektiğini bize anlatır. Bu değerler ışığında RÖS değeri en yüksek olan hatanın üzerine daha önce gidilerek RÖS değerinin düşürülmesine çalışılır. Bu değer düşürülebilmesi için alınacak tedbirler o hatanın oluşma olasılığını azaltacak nitelikte olmalıdır. Örneğin işletme içersinde alınacak tedbirler asla bir hatanın şiddet değerinde ve keşfedilebilirlik değerinde bir iyileştirme yapamaz. Çünkü bu değerler (şiddet, keşfedilebilirlik) o hatanın karakteristiğinde olan değerlerdir. OHTEA tekniğinin uygulamasında RÖS değeri en yüksek olan hatanın iyileştirmesi yapıldıktan sonra RÖS değerindeki meydana gelen değişim, alınmış olan tedbirlerin doğruluğunu gösterir [9].

Bir OHTEA prosesinin yönetiminde izlenmesi gereken yol aşağıdaki gibi olmalıdır [9].

1. Takımı oluşturmak ve beyin fırtınası yapmak;

Bu iş için uygun ve çok iyi bir takımın oluşturulduğundan emin olmalıyız. Oluşturulmuş takım bu işin başarılması konusunda gönüllü olmalı ve çok disiplinli çalışmalıdır [9].

2. Fonksiyonel Blok diagramları ve Proses Akış kartları:

Sistem ve tasarım OHTEA için fonksiyonel blok diagramlar uygundur. Proses ve servis OHTEA için ise akış diagramları uygundur. Fonksiyonel blok diagramları sistem ve tasarımdaki sorunlara dikkat çekerken, proses akış kartları proses ve servisteki sorunlara dikkat çeker. Bu iki elaman ve teknik de sistemin ve prosesin kontrolünde ve yeniden gözden geçirilmesinde kullanılır [9].

3. Öncelik Verme:

Oluşturulan takımın problemi anladıktan sonra eldeki verilere göre hangisinin önemli olduğuna karar vermek ve bu karar doğrultusunda nereden başlanacağını belirlemektir [9].

4. Bilgi Toplama:

Bu bilgi toplama, takımın hataların bilgilerini toplamaya nerede başlayacağı ve onları uygunca kategorize edeceği hakkındadır. Bu noktada takım OHTEA formunu doldurmaya başlar. Tanımlanmamış hatalar, OHTEA formundaki hata türleridir [9].

5. Analiz:

Bu, eldeki bilgileri güçlendirecek ve bu bilgileri kanıt için kullanılacak duruma getirecek hataların datalarının çözüm için nerede kullanılacağı konusudur. Analiz niteliksel veya niceliksel olabilir. Biz beyin fırtınası, sebep sonuç analizleri, QFD, DoE, SPC, diğer OHTEA, matematiksel modelleme, simülasyon ve gerçeklik analizlerinden herhangi bir tanesini uygulamada kullanabiliriz. Bundan sonraki kademede bu bilgilerin OHTEA kartlarına dökülmesi ve Risk Öncelik Sayısının hesaplanmasında etkili olan şiddet, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin tartışılarak yerleştirilmesidir [9].

6. Sonuçlar;

Dataların değerlendirilmesi aşamasıdır. OHTEA kartlarına yerleştirilen şiddet, keşfedilebilirlik ve oluşma olasılığı değerlerinin çıkarılması ve RÖS değerinin hesaplanmasıdır [9].

Bu RÖS değerinin hesaplanmasında etkili olan olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerinin verilmesi Tablo 5.1'deki kriterlere dayanır. Risk öncelik göstergesinin hesaplanmasının formülü ise aşağıdaki gibidir [9].

Risk Öncelik Göstergesi = Olasılık x Şiddet x Keşfedilebilirlik (5.1)

Tablo 5.1 Olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerinin rakamsal değerlendirilmeleri

Olasılık Değerlendirme	Tahmin	Şiddet Değerlendirme	Tahmin	Keşfedilebilirlik Değerlendirme	Tahmin
Çok uzak	1	Mevcut Değil	1	Yüksek	1
Düşük	2,3	Düşük Kritiklikde	2,3	Orta	2,3
Orta	4,5,6	Orta Kritiklikde	4,5,6	Düşük	4,5,6
Yüksek	7,8	Yüksek Kritiklikde	7,8	Çok Düşük	7,8
Çok Yüksek	9,10	Çok Kritiklikde	9,10	Olası Değil	9,10

7. Doğrula / Değerlendir / Ölç;

Bütün sonuçlar belirlendikten sonra hatanın veya başarının doğrulayıp, değerlendirip, ölçme aşamasıdır. Bu değerlendirme 3 tane temel soruya dayanır. Bu sorular;

1. Öncekinden daha mı iyiyiz?
2. Öncekinden daha mı kötüyüz?
3. Öncekiyle aynı mıyız?

Bu adımdan elde edilecek bilgiler yapılan faaliyetleri değerlendirmede kullanılır [9].

8. Tekrar hepsinin yapılması:

Bu 7 tane adımın yapıldığı göz önünde bulundurulmayarak, OHTEA'nın felsefesinede dayanarak onların yeniden gelişimini sağlamak gerekir [9].

Bir OHTEA tekniğinin yerleştirilmesi için yukarıdaki adımlar gerçekleştirilmelidir. Gerçekleştirilmesi gereken bu adımların ilk 3'ü en çok zaman alan adımlardır ve tekniğin kurulmasının yaklaşık %60-%80'i bu adımlarda harcanır. Zaten OHTEA tekniğinin kurulması ve yararlı hale getirilmesi çok uzun zaman alan bir çalışmadır, fakat sonuçları açısından değerlendirildiğinde çok yararlıdır. OHTEA uygulamasında, hataların tamamen yok edilmesi gerçekleştirilemiyorsa azaltılması yoluna gidilerek uzun vadede hataların ortadan kaldırılması sağlanmalıdır [9].

Bir başka önemli noktada OHTEA tekniğinin sistemde tamamlandığından ne zaman emin olmamızdır. Genellikle sistemde tüm kritik ve önemli karakteristikler tanımlandığında, tüm operasyonlar açıklandığında, sistemin tasarımı tanımlanıp diğer

önemli kritik karakteristikler kontrol planına döküldüğünde ve üretim doğru bir şekilde ayarlandığında OHTEA'nın tamamlandığından söz edilebilir.

5.2.2 OHTEA'nın İşlerliğinin Kontrolü

OHTEA uygulandıktan sonra aşağıdaki 7 adım takip edilerek tekniğin işlerliği ve yararlılığı kontrol edilebilir [9].

1. OHTEA'nın gözden geçirilmesi:

Tekniğin uygulama öncesi güdülen amacı gerçekleştirebilme yeteneği kontrol edilmelidir. Bununla birlikte hataların ortadan kaldırılıp kaldırılmadığı konusu ve önerilen tedbirlerin ne şekilde yerine getirildiği dikkate alınmalıdır [9].

2. Yüksek riskli bölgelerin dikkate alınması:

Kritik kolonun, şiddet kolonunun ve RÖS kolonunun görsel muayenesi yüksek risk alanlarını tanımlar. Kritik kolondaki yüksek risk, şiddet kolonundaki yüksek risk gibi genellikle 7 ve daha yüksek olduğu durumlarda, RÖS kolonunda ise 1-10'luk skalada 100 ve daha yukarı değerlerde olduğu durumlarda açıklanabilir [9].

3. Kritik, önemli ve majör karakteristiklerin açıklanması:

OHTEA'nın açıklanması konusunda RÖS ve kritik kolonların görsel kontrolü kritik, önemli ve majör karakteristikleri açıklamaktadır. Kritik kolon, hataların etkisi ve şiddet kolonu arasında bir direkt korelasyonun varlığından emin olmalıyız. Risk öncelik sayısını incelerken çok dikkatli olmalıyız çünkü bu numara bize bir faaliyete girip girmememiz konusunda fikir verecektir [9].

4. Bir kontrol planının varlığının ve takip edilirliğinin sağlanması:

OHTEA'nın bizim tanımladığımız performasyonu bilinen ve potansiyel hataları müşteriye ulaşmadan önce elimine etmek ve azaltmaktır. Bu adımda kritik, önemli ve majör karakteristikler, değişikliklerin; kontrol edilmesi, gelişimi ve ele alınması için bir plana dökülmüş olmaları gerekir. Kontrol planı, müşteriye kabul edilebilir bir servis veya ürün yapabilmeye izin verecek bir haritadır. Kontrol planı proses veya hizmetin bu en önemli belirtilerini görüntülemektedir [9].

5. Kapasite çalışmalarının idare edilmesi:

Öncelikle kontrol planı tanımlanmış ve kabul edilebilir yerde ve istatistiksel kontrolde olmalıdır. Daha sonra potansiyel yetenek ve uzunluk yeteneği ölçülmelidir [9].

6. CpK'sı ≤ 1.33 proseslerde çalışılması;

1.33 değeri genellikle kabul edilebilir olsa bile bazı kampaniler örneğin FORD CpK değerini 1.67 ve hatta Motorola CpK değerini 2.00 olarak kabul eder. Hedef sürekli varyasyonu elimine ederek prosesi geliştirmektir. Herşeyi bu hedef etrafında üretmek gerekir [9].

7. CpK'sı ≥ 1.33 olan proseslerde çalışılması;

Öncelikle 5. adımda minumum standarda ulaşp daha ileri gelişmeler için standardı yükseltmeyi denemek gerekir. Varyasyonu düşürüp 2.00'a eşit veya daha yüksek CpK değerlerine ulaşmak ve hatta aşmak gerekir. Bütün standartların minumum performansta olduğu hatırlanmalıdır. Sürekli gelişim bizim tüm zamanlarda bütün standartları, tüm CpK hedefleriyle birlikte aşmamızı dikta eder [9].

5.3 SİSTEM OHTEA

Sistem OHTEA genellikle proses boyunca tasarım, test ve gelişimde kullanılan iyileştirici bir tekniktir. Etkili sistem OHTEA; mühendislik prosesi, üretim gelişimi, araştırma ve geliştirme faaliyetleri veya bunların kombinasyonları boyunca gerçekleştirilir. Yine sistem OHTEA uygun teknolojilerin ayarlanması varolan sistemlerin kullanımını, bilinen veya amaçlanmış standardize olmuş yaklaşımları, araştırmaların sonuçlarını veya bu anlatılanların kombinasyonlarını içerebilmektedir [12].

Sistem OHTEA'da üç önemli nokta vardır [12].

- Operasyonel bir ihtiyacı, sistem performans parametrelerinin tanımlamasına ve fonksiyonel analiz, sentez, optimizasyon, tanımlama, tasarım, test ve gelişimin etkin proseslerinin kullanımı boyunca uygun sistem konfigürasyonuna taşımak.
- İlişkili teknik parametreler ve tüm sistem tanımını ve tasarımını optimize eden bir haldeki fiziksel, fonksiyonel ve program arayüzlerinin kalite güvence uygunluğunu oluşturmak ve tamamlamak.

- Güvenilirlik, süreklilik, mühendislik yardımcı elamanları, insan faktörleri, emniyet, yapısal entegrelik, üretilebilirlik ve diğer benzer özellikleri toplam mühendislik gücüne entegre etmek

Sistem OHTEA'da ki genel ilgi konuları şunlardır [12].

- Tanımlanmış sistem operasyon gereksinimleri
- Tanımlanmış etkin faktörler
- Tanımlanmış sistem devamlılığı görüşü

Sistem OHTEA'daki yardımcı elamanlar şunlardır [12].

- Test ve yardımcı ekipman
- Personel ve eğitim
- Tamir ve bakım kısımları

Sistem OHTEA'daki sistem özellikleri şunlardır [12].

- Standardizasyon
- Test hazırlığı
- Değişebilirlik
- Bulunabilirlik
- Kontroller
- Teknik data ve prosedürler
- Ulaşılabilirlik
- Üretilebilirlik
- Güvenlik
- Güvenilirlik
- Program ve plan

Bir başka önemli konu sistem OHTEA'da takımın kimler tarafından oluşturulacağıdır. Genelde tavsiye edilen takım şu kişileri içermelidir [12].

- Sistem mühendisi (zorunlu)
- Güvenilirlik mühendisi
- Test mühendisi
- Pazarlama temsilcisi
- Tasarım mühendisi (zorunlu)

Diğer tavsiye edilen katılımcılar şunlardır [12].

- Kalite mühendisi
- Malzeme mühendisi
- Ar-Ge temsilcisi
- Proses mühendisi
- Servis mühendisi
- Üretim mühendisi

Şekil 5.2 genel bir sistem OHTEA formunu göstermektedir. Form 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım formu tanıtmak için oluşturulmuş 9 maddeyi içerir. Bu maddelerin hiçbiri zorunlu değildir, fakat formdaki bilgileri daha kapsamlı hale getirerek daha bilgi verici form oluşturulmasına yardımcı olur [12].

İkinci kısım 10 maddeyi içermektedir. Bu maddeler zorunlu olarak OHTEA formunda bulundurulmalıdır. Bu 10 madde yeni kolonlar eklenerek 23'e kadar arttırılabilir, fakat bu maddelerin asla yeri değiştirilemez ve azaltılamaz [12].

Üçüncü kısım ise 24. ve 25. maddeleri içermektedir. Zorunlu olmamalarına rağmen sistem OHTEA'yı gerçekleştiren takımın otorite ve sorumluluğunu ön plana çıkarmak amacıyla önemlidir [12].

5.4 TASARIM OHTEA

Tasarım OHTEA ilk üretim öncesi, potansiyel ve bilinen hata türlerini önlemleriyle birlikte ortaya koyan bir analiz veya metoddur [9].

Bir tasarım veya ürün OHTEA genellikle sistem, alt sistem ve bileşenleri kapsayan adımların serileri boyunca gerçekleştirilir. Tasarım OHTEA etkin bir tasarım randımanını sağlayan çeşitli metod ve teknolojilerin uygulamasını içeren, bir gelişim prosesidir [12].

Etkili bir tasarım OHTEA temel olarak sistem mühendislik prosesi, ürün gelişimi, araştırma geliştirme, pazarlama, üretim veya bunların kombinasyonları boyunca gerçekleştirilir. Bu aşamadaki amaç, sistemdeki hata etkilerini OHTEA'nın uygulandığı aşamayı dikkate almaksızın en aza indirmektir. Bu da aşağıdakileri içeren tasarım spesifikasyonlarının tanımlanması yoluyla gerçekleştirilir [12].

- I. Tasarımın faaliyet alanı
- II. Uygulanabilir dokümanlar
 - A. Standartlar
 - B. Güvenlik ve garanti dokümanları
 - C. Benzer ve önceki üretimlerin dokümanları
- III. Genel bilgi
 - A. Üretim fonksiyonları
 - B. Müşterinin kim olduğunun anlaşılması
 - C. Müşterinin ihtiyaçları, istekleri ve beklentileri
 - D. Müşterinin kullanım şekli ve kullanım hatalarının anlaşılması
- IV. Gereksinimler
 - A. Tasarım gereksinimleri
 1. Elektriksel
 2. Mekaniksel
 3. Güvenilirlik
 4. Servis ömrü
 5. Güvenlik

- 6. Malzeme
- 7. Çevresel
- 8. Kontroller
- 9. Bölümlerin standardizasyonu
- B. Devamlılık düşünceleri
- C. Maliyet göstergesi
- D. Tasarım alternatifleri
- E. Kritik sistemler
- V. Ürün güvencesi
 - A. Dökümantasyon gereksinimleri
 - B. Test ve muayene gereksinimleri
 - C. Ambalajlama ve sevkiyat gereksinimleri

Bu bölümün objektifi OHTEA'nın başlatıldığı aşama dikkate alınmaksızın sistem kalitesini, güvenilirliği ve sürekliliği maksimuma çıkarmaktır.

Bu da aşağıdaki önerilerin dikkate alınmasıyla başarılabilir [12].

- Operasyonel bir ihtiyacı, sistem performans parametrelerinin tanımlamasına ve fonksiyonel analiz, sentez, optimizasyon, tanımlama, tasarım, tasarımın yeniden gözden geçirilmesi, test ve gelişimin etkin proseslerinin kullanımı boyunca uygun sistem konfigürasyonuna taşımak.
- İlişkili teknik parametreler ve tüm sistem tanımını ve tasarımını optimize eden bir haldeki fiziksel, fonksiyonel ve program bağlantılarının kalite güvence uygunluğunu oluşturmak ve tamamlamak.
- Güvenilirlik, süreklilik, mühendislik yardımcı elamanları, insan faktörleri, emniyet, yapısal entegrelik, üretilebilirlik ve diğer benzer özellikleri toplam mühendislik gücüne entegre etmek.

Tasarım OHTEA'da ki genel ilgi konuları şunlardır [12].

- Tanımlanmış tasarım operasyon gereksinimleri
- Tanımlanmış etkin faktörler
- Tanımlanmış tasarım devamlılığı görüşü

Tasarım OHTEA'daki yardımcı elamanlar şunlardır.

- Test ve yardımcı ekipman
- Personel ve eğitim
- Tamir ve bakım kısımları

Tasarım OHTEA'daki tasarım özellikleri şunlardır [12].

- Standardizasyon
- Bulunabilirlik
- Bağlantılar
- Güvenlik
- Test tedarikleri
- Kontroller
- Ulaşılabilirlik
- Güvenilirlik
- Başka elamanlarla değiştirilebilirlik
- Teknik data
- Üretilirlik
- Program ve plan
- Mühendislik gücüne entegre etmek.

Bir başka önemli konu tasarım OHTEA'da takımın kimler tarafından oluşturulacağıdır. Genelde tavsiye edilen takım şu kişileri içermelidir [12].

- Kalite mühendisi
- Güvenilirlik mühendisi
- İşleme mühendisi
- Proses mühendisi (zorunlu)
- Tasarım mühendisi (zorunlu)
- Gerekli operatörler (zorunlu)

Diğer tavsiye edilen katılımcılar şunlar olabilir [12].

- Pazarlama temsilcisi
- Malzeme mühendisi
- Servis mühendisi

- Üretim mühendisi

Şekil 5.3 genel bir tasarım OHTEA formunu göstermektedir. Form 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım formu tanıtmak için oluşturulmuş 10 maddeyi içerir. Bu maddelerin hiçbiri zorunlu değildir, fakat formdaki bilgileri daha kapsamlı hale getirerek daha bilgi verici form oluşturulmasına yardımcı olur.

İkinci kısım 11-24'üncü maddeleri içermektedir. Bu maddeler zorunlu olarak tasarım OHTEA formunda bulundurulmalıdır. Bu maddelere yeni kolonlar eklenerek arttırılabilir, fakat bu maddelerin asla yeri değiştirilemez ve azaltılamaz [12].

Üçüncü kısım ise 25. ve 26. maddeleri içermektedir. Zorunlu olmamalarına rağmen tasarım OHTEA'yı gerçekleştiren takımın otorite ve sorumluluğunu ön plana çıkarmak amacıyla önemlidir [12].



(1) Altsistem ismi: _____		(4) Üretilen ilgisini: _____		(8) OHTEA günü: _____								
(2) Tasarım sorumluluğu: _____		(5) Model/ürün: _____		(9) OHTEA rev. günü: _____								
(2A) Kişi sorumluluğu: _____		(6) Mühendislik serbest kalma tarihi: _____		(10) Kısım ismi								
(3) Diğerlerinin ilgisini: _____		(7) Hazırlayan: _____										
Tasarım fonksiyonu	Potansiyel hata modu	Hatanın potansiyel etkisi	▽	Ş	Hatanın potansiyel sebebi	O	Keşif metodu	K	RÖS	Tavsiye edilen önlem	Sorumlu alan/kışı ve önlem tarihi	Önlem Sonuçları
(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
TAKIM GÜCÜ												
(24)												
(25) Onay imzaları												
(26) Uygun görme imzaları												

Şekil 5.3 Tasarım OHTEA formu [12].

5.5 PROSES OHTEA

Proses OHTEA ilk üretim öncesi, potansiyel ve bilinen hata türlerini önlemleriyle birlikte ortaya koyan bir analiz veya metoddur [9].

Bir proses OHTEA genellikle işçi, makine, metod, malzeme, ölçme ve çevre gözönünde bulundurmalarını içeren adımların serileri boyunca gerçekleştirilir. Bu sayılanlar kendi başlarına veya birbirleriyle olan etkileşim sonucu hata oluşumuna doğal olarak neden olabilecek bileşenlerdir. Proses OHTEA, sistem ve tasarım OHTEA'dan daha kompleks ve zaman harcanmasına yol açan bir tekniktir. Proses OHTEA bir gelişim prosesidir ve etkili proses randımanı elde edebilmek için çeşitli teknoloji ve metodların uygulamasını içerir [12].

Etkili bir proses OHTEA temel olarak mühendislik tasarım süreci, ürün gelişimi, araştırma geliştirme, kalite güvencesi, pazarlama, üretim veya bunların kombinasyonları boyunca gerçekleştirilir. Bu aşamadaki amaç, üretim proses hata etkilerini OHTEA'nın uygulandığı aşamayı dikkate almaksızın en aza indirmektir.

Proses OHTEA'da, ilk aşamada tüm üretim prosesini geliştirmek oldukça zordur. Genellikle proses geliştirme tekniğinin ilk aşamada iki yolu vardır [12].

1. Proses kapasite çalışmaları; Benzer çalışmalar üretim prosesinin özel elemanlarının kapasitesini tanımlamakta kullanılır. Örneğin makine kapasitesi, kısa-süre ve uzun-süre kapasitesi.
2. Zorunlu proses gelişimi; Bütün proses parametrelerinin gelişimi oldukça zordur. Bu yüzden her işletme operasyon ve müşteriye kritik, zorunlu gelişim noktaları oluşturmalıdır.

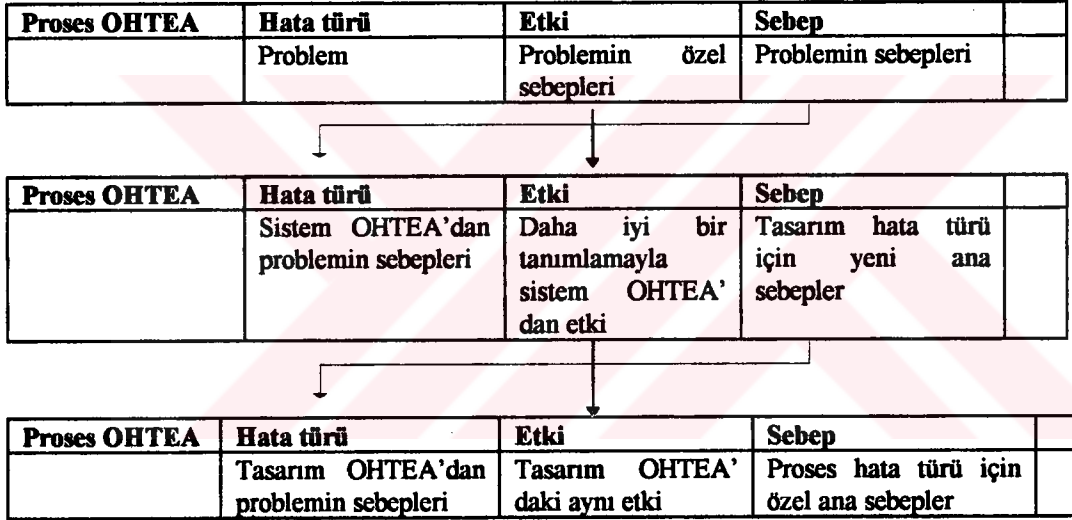
Proses OHTEA'nın objektifi müşteri ve tasarım OHTEA tarafından tanımlanan kalite, güvenilirlik ve süreklilik, maliyet düzgünlüğü ve üretilebilirlik değerlerini maksimuma çıkartacak mühendislik çözümlerini tanımlamak, ispat etmek ve artırmaktır. Bu objektifi gerçekleştirmek için proses OHTEA müşteri beklentilerini, isteklerini ve ihtiyaçlarını temel almalı ve aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır [12].

- Operasyonel bir ihtiyacı, proses performans parametrelerinin tanımlanmasına ve fonksiyonel analiz, sentez, optimizasyon, tanımlama,

tasarım, tasarımın yeniden gözden geçirilmesi, test ve gelişimin etkin proseslerinin kullanımı boyunca uygun proses konfigürasyonuna taşımak.

- İlişkili teknik parametreler ve tüm sistem tanımını ve üretimini optimize eden bir haldeki tüm fiziksel, fonksiyonel ve program bağlantılarının kalite güvence uygunluğunu oluşturmak ve tamamlamak.
- Güvenilirlik, süreklilik, mühendislik yardımcı elamanları, insan faktörleri, emniyet, yapısal entegrelik, üretilebilirlik ve diğer benzer özellikleri toplam mühendislik gücüne entegre etmek.

Proses OHTEA hata türünün sebeplerini tanımlayarak hatayı engellemeye çalışır. Hatayı oluşturan sebepler tekrar tekrar aranarak hatanın önüne geçilmeye çalışılır. Şekil 5.4'de bu tekrarın akışı gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Proses OHTEA'da hata tanımının tekrarı

Proses OHTEA'da ki genel ilgi konuları şunlardır [12].

- Tanımlanmış proses operasyon gereksinimleri
- Tanımlanmış etkin faktörler
- Tanımlanmış proses devamlılığı görüşü

Proses OHTEA'daki yardımcı elamanlar şunlardır [12].

- Test ve yardımcı ekipman
- Personel ve eğitim
- Tamir ve bakım kısımları

Proses OHTEA'daki proses özellikleri şunlardır [12].

- Standardizasyon
- Test hazırlığı
- Değişebilirlik
- Bulunabilirlik
- Kontroller
- Teknik data ve prosedürler
- Ulaşılabilirlik
- Üretilabilirlik
- Güvenlik
- Güvenilirlik
- Program ve plan

Bir başka önemli konu proses OHTEA'da takımın kimler tarafından oluşturulacağıdır. Genelde tavsiye edilen takım şu kişileri içermelidir [12].

- Kalite mühendisi
- Güvenilirlik mühendisi
- İşleme mühendisi
- Proses mühendisi (zorunlu)
- Tasarım mühendisi (zorunlu)
- Gerekli operatörler (zorunlu)

Diğer tavsiye edilen katılımcılar şunlar olabilir [12].

- Pazarlama temsilcisi
- Malzeme mühendisi
- Servis mühendisi
- Üretim mühendisi

Şekil 5.5 genel bir proses OHTEA formunu göstermektedir. Form 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım formu tanıtmak için oluşturulmuş 9 maddeyi içerir. Bu maddelerin hiçbiri zorunlu değildir, fakat formdaki bilgileri daha kapsamlı hale getirerek daha bilgi verici form oluşturulmasına yardımcı olur.

İkinci kısım 10-23'üncü maddeleri içermektedir. Bu maddeler zorunlu olarak tasarım OHTEA formunda bulundurulmalıdır. Bu maddelere yeni kolonlar eklenerek arttırılabilir, fakat bu maddelerin asla yeri değiştirilemez ve azaltılamaz [12].

Üçüncü kısım ise 24. ve 25. maddeleri içermektedir. Zorunlu olmamalarına rağmen proses OHTEA'yı gerçekleştiren takımın otorite ve sorumluluğunu ön plana çıkarmak amacıyla önemlidir [12].



(1) Proses ismi: _____		(3) Diğerlerinin ilgisi: _____		(6A) Anahtar üretim günü: _____	
(1A) Kısım ismi: _____		(4) Üreticinin ilgisi: _____		(7) Hazırlayan: _____	
(2) Tasarım sorumluluğu: _____		(5) Model/ürün: _____		(8) OHTEA günü: _____	
(2A) Kişi sorumluluğu: _____		(6) Mühendislik serbest kalma tarihi: _____		(9) OHTEA rev. günü: _____	

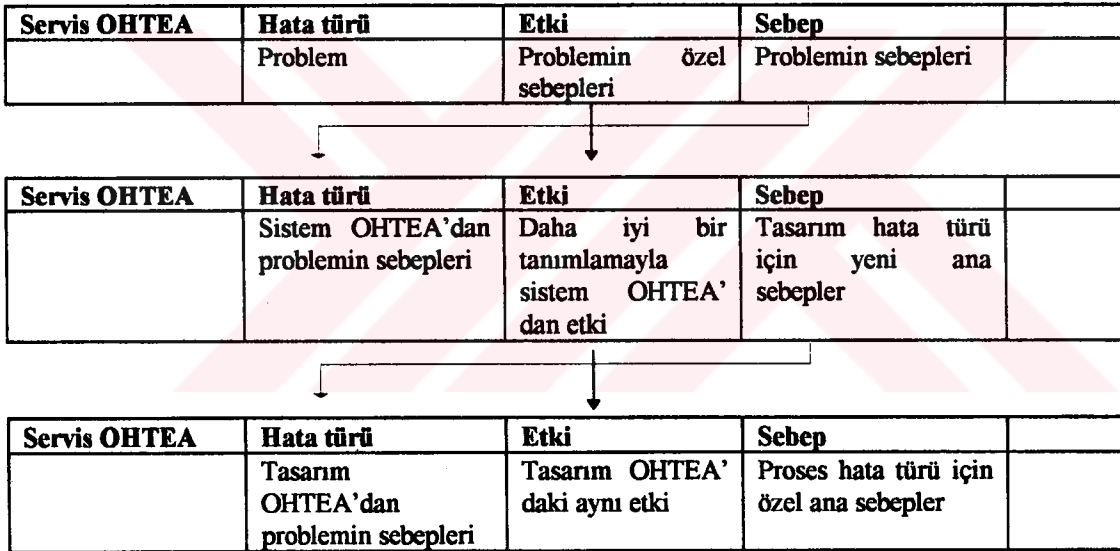
Tasarım fonksiyonu	Potansiyel hata modu	Hatanın potansiyel etkisi	V	Ş	Hatanın potansiyel sebebi	O	Keşif metodu	K	RÖS	Tavsiye edilen önlem	Sorumlu alan/kişi ve önlem tarihi	Önlem Sonuçları				
												Alınan önlem	O	Ş	K	R
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)			
TAKIM GÜCÜ																
(25) Uygun görme imzaları																
(24) Onay imzaları																

Şekil 5.5 Proses OHTEA formu [12].

5.6 SERVİS OHTEA

Servis OHTEA ilk servis öncesi, potansiyel ve bilinen hata türlerini önlemleriyle birlikte ortaya koyan bir analiz veya metoddur [9].

Bir servis OHTEA genellikle işçi, makine, metod, malzeme, ölçme ve çevre gözönünde bulundurmalarını içeren birbirleriyle etkileşimli serileri boyunca gerçekleştirilir. Bu sayılanlar kendi başlarına veya birbirleriyle olan etkileşim sonucu hata oluşumuna doğal olarak neden olabilecek bileşenlerdir. Bununla birlikte servis OHTEA, kompleks ve zaman harcanmasına yol açan bir tekniktir. Servis OHTEA’da Hatanın asıl sebebini tanımlamak için sık sık servisin tekrarı gerekir. Bu olay Şekil 5.6’da gösterilmektedir.



Şekil 5.6 Servis OHTEA’da hata tanımının tekrarı

Servis OHTEA’nın uygulama listesinin oluşturulması oldukça zor ve uzundur. Bununla birlikte servis OHTEA herhangi bir endüstrinin her hangi bir kolunda örneğin müteahhitlikte, finansal kurumlarda, avukatlıkta, organizasyonlarda, tüm mühendislik faaliyetlerinde, sağlık endüstrisinde, yönetim veya eğitim kurumlarında ve otelcilik gibi hizmet sektörlerinde servis OHTEA’nın uygulanması yoluna gidilebilir [12].

Servis OHTEA bir gelişim prosesidir ve etkili proses randımanı elde edebilmek için çeşitli teknoloji ve metodların uygulamasını içerir. Uygun teknolojilerin ayarlanması

müşterilerin gereksinimlerini, varolan sistemlerin kullanımını, standardize yaklaşımları, prosedürleri, araştırma sonuçlarını veya bunların kombinasyonlarını içermelidir [12].

Etkili bir servis OHTEA müşteri servisi, servis gelişimi, araştırma, kalite güvencesi, pazarlama ve operasyonların katılımıyla gerçekleştirilir. Servis OHTEA servisteki proses hata etkilerini en aza indirmeyi amaçlayan bir tekniktir [9].

Servis OHTEA'da, ilk aşamada tüm servisi geliştirmek oldukça zordur. Genellikle servis geliştirme tekniğinin ilk aşamada iki yolu vardır [12].

1. Proses kapasite çalışmaları. Benzer çalışmalar servisin özel elemanlarının kapasitesini tanımlamakta kullanılır. Örneğin makine kapasitesi, kısa-süre ve uzun-süre kapasitesi. Bu aşamada çok sık olarak şu sorular sorulmalıdır. Servis sağlanabilir mi? Ve Organizasyon bu servisi nasıl sağlayabilir?
2. Zorunlu servis gelişimi. Bütün servis parametrelerinin gelişimi oldukça zordur. Bu yüzden her işletme servis ve müşteriye kritik, zorunlu gelişim noktaları oluşturmalıdır.

Servis OHTEA'nın objektifi müşteri ve tasarım spesifikasyonları tarafından tanımlanan kalite, güvenilirlik ve süreklilik, maliyet düzgünlüğü ve üretilebilirlik değerlerini maksimuma çıkartacak mühendislik çözümlerini tanımlamak, ispat etmek ve artırmaktır. Bu objektifi gerçekleştirmek için servis OHTEA müşteri beklentilerini, isteklerini ve ihtiyaçlarını temel almalı ve aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır [12].

- Operasyonel bir ihtiyacı, servis performans parametrelerinin tanımlamasına ve fonksiyonel analiz, sentez, optimizasyon, tanımlama, test ve gelişimin etkin proseslerinin kullanımı boyunca uygun servis konfigürasyonuna taşımak.
- İlişkili teknik parametreler ve tüm servis tanımını ve o servisin taşımını optimize eden bir haldeki tüm fiziksel, fonksiyonel ve program bağlantılarının kalite güvence uygunluğunu oluşturmak ve tamamlamak.
- Güvenilirlik, süreklilik, mühendislik yardımcı elamanları, insan faktörleri, emniyet, yapısal entegrelik, üretilebilirlik ve diğer benzer özellikleri toplam servis gücüne entegre etmek.

Servis OHTEA’da ki genel ilgi konuları şunlardır [12].

- Tanımlanmış servis operasyon gereksinimleri
- Tanımlanmış etkin faktörler
- Tanımlanmış servis devamlılığı görüşü

Servis OHTEA’daki yardımcı elamanlar şunlardır [12].

- Test ve yardımcı ekipman
- Personel ve eğitim
- Tamir ve bakım kısımları

Servis OHTEA’daki servis özellikleri şunlardır [12].

- Standardizasyon
- Test hazırlığı
- Değişebilirlik
- Bulunabilirlik
- Kontroller
- Teknik data ve prosedürler
- Ulaşılabilirlik
- Üretilebilirlik
- Güvenlik
- Güvenilirlik
- Program ve plan
- İzlenebilirlik

Bir başka önemli konu servis OHTEA’da takımın kimler tarafından oluşturulacağıdır. Servis OHTEA’da takımın oluşturulması hem önemli hemde zordur. Takım üyeleri şu özelliklere sahip olmalıdır [12].

- Projeyi gerçekleştirmek için zamanı olmak
- Yukarı doğru değişkenliğe sahip olmak
- Yöneticilik hünerlerine sahip olmak
- Diğer kişilerin saygısına sahip olmak
- Servis bilgisine sahip olmak

- Benzer servislerin uzmanlığına sahip olmak
- Katılıma gönüllü olmak
- Organizasyonda politik açıdan zeki ve dirayetli olmak

Bir tipik servis OHTEA’da takım aşağıdakilerden oluşturulur [12].

- Departman başkanı (zorunlu)
- Departman müfettişi (zorunlu)
- Servis personeli (zorunlu)

Diğer tavsiye edilen katılımcılarda şunlar olmalıdır [12].

- Pazarlama temsilcisi
- Malzeme yöneticisi
- Servis yöneticisi

Şekil 5.7 genel bir servis OHTEA formunu göstermektedir. Form 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım formu tanıtmak için oluşturulmuş 9 maddeyi içerir. Bu maddelerin hiçbirisi zorunlu değildir, fakat formdaki bilgileri daha kapsamlı hale getirerek daha bilgi verici form oluşturulmasına yardımcı olur.

İkinci kısım 10-23’üncü maddeleri içermektedir. Bu maddeler zorunlu olarak tasarım OHTEA formunda bulundurulmalıdır. Bu maddelere yeni kolonlar eklenerek arttırılabilir, fakat bu maddelerin asla yeri değiştirilemez ve azaltılamaz [12].

Üçüncü kısım ise 24. ve 25. maddeleri içermektedir. Zorunlu olmamalarına rağmen proses OHTEA’yı gerçekleştiren takımın otorite ve sorumluluğunu ön plana çıkarmak amacıyla önemlidir [12].

(1) Servis ismi: _____		(4) Üreticinin ilgisi: _____		(7) Hazırlayan: _____												
(2) Servis sorumluluğu: _____		(5): Serbest kalma tarihi _____		(8) OHTEA günü: _____												
(2A) Kişi sorumluluğu: _____		(6) Anahtar servis günü _____		(9) OHTEA rev. günü: _____												
(3) Diğerlerinin ilgisi: _____																
Tasarım fonksiyonu	Potansiyel hata modu	Hatanın potansiyel etkisi	▽	Ş	Hatanın potansiyel sebebi	O	Keşif metodu	K	RÖS	Tavsiye edilen önlem	Sorumlu alan/kişi ve önlem tarihi	Önlem Sonuçları				
												Alınan önlem				
													O	Ş	K	R
																Ö
																S
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)			
TAKIM GÜCÜ																
(24) Onay imzaları																
(25) Uygun görme imzaları																

Şekil 5.7 Servis OHTEA formu [12].

5.7 OHTEA FORMU VE BÖLÜMLERİ

1. Sistem/ alt sistem/ proses ve servis tanımlaması:

Sistem OHTEA'da sistem tanımlaması, OHTEA'nın sistem ismini veya tanıtıcı başlığını tanımlar. Tasarım OHTEA'da alt sistem tanımlaması, OHTEA'nın alt sistem ismini veya tanıtıcı başlığını tanımlar. Proses OHTEA'da proses tanımlaması, OHTEA'nın proses ismini ve proses kodu veya referans numaralarını tanımlar. Servis OHTEA'da servis tanımlaması, OHTEA'nın servis ismini ve servis kodu veya referans numaralarını tanımlar.

2. Kısım ismi:

Tasarım OHTEA'da ve proses OHTEA'da vardır. Bu bölümde kısım ismi ve numarası tanıtılır.

3. Sistem/ tasarım/ üretim ve servis sorumluluğu:

Sistem OHTEA'da sistem sorumluluğu sistemin tasarımından sorumlu departmanı, organizasyonu veya grubu isimlendirir. Tasarım OHTEA'da tasarım sorumluluğu sistemin tasarımından sorumlu departmanı, organizasyonu veya grubu isimlendirir. Proses OHTEA'da üretim sorumluluğu, prosesten 1. derece sorumlu ismi belirtir. Servis OHTEA'da servis sorumluluğu, servisten en sorumlu ismi belirtir.

4. Kişi sorumluluğu:

OHTEA'da sorumlu kişilerin, isimlerinin gerektiği zaman doldurulur.

5. Diğerlerinin ilgisi:

Herhangi bir şekilde sistem ve tasarım OHTEA'da sistemin tasarımında etkili olacak kişilerin bölümüdür. Proses OHTEA'da üretimden sorumlu diğer kişilerin, servis OHTEA'da servisten sorumlu diğer kişilerin bölümüdür.

6. Diğerlerinin veya üreticilerin ilgisi:

Sistem OHTEA'da ve tasarım OHTEA'da diğer kişilerin örneğin üreticilerin ve herhangi bir şekilde tasarımda veya sistemin servisi, üretimi veya tasarımında bulunmuş etkili kişilerin bölümüdür. Proses OHTEA'da diğer kişilerin örneğin üreticilerin ve herhangi bir şekilde tasarımda veya bir kısmın üretimi veya tasarımında bulunmuş etkili kişilerin bölümüdür. Servis OHTEA'da diğer kişilerin örneğin üreticilerin ve herhangi bir şekilde servis ve servis taşınımında bulunmuş etkili kişilerin bölümüdür.

7. Anahtar üretim ve servis günü:

Ay-gün-yıl olarak servis ve proses OHTEA'da anahtar üretim ve servis günü yazılır.

8. Model veya ürün:

Sistemde kullanılan model veya ürünün ismi girilir.

9. Mühendislik serbest kalma tarihi:

Ay-gün-yıl olarak sistem OHTEA'da sistem tasarımının programlandığı tarih, tasarım ve proses OHTEA'da ürünün programlandığı tarih, servis OHTEA'da servisin programlandığı tarih, tanımlanır.

10. Hazırlayan:

Genellikle bu kısımda OHTEA'dan sorumlu kişi tanıtılır. Bununla birlikte ek bilgilerde verilebilir [12].

- Kişinin telefon numarası
- Kişinin adresi
- Organizasyonel faaliyet (grup, departman)
- Takım üyeleri (isim, telefon ve adresleriyle)

11. OHTEA tarihi-Orjinal:

Sistem OHTEA'nın başlangıç tarihi (Ay-gün-yıl)

12. OHTEA tarihi-Revizyon:

En son revizyonun yapıldığı tarih (Ay-gün-yıl)

13. Sistem/ tasarım/ proses/ servis fonksiyonu:

Bu bölümde sorumlu mühendis tarafından OHTEA'nın tipine göre sistemin tasarım amacı, tasarımın tasarım amacı, prosesin proses amacı ve servisin amacı ortaya konulur. Sistem ve tasarım fonksiyonu müşterinin ihtiyaçlarından ve isteklerinden çıkarılır. Proses ve servis fonksiyonu tasarım özelliklerinden çıkarılır.

Genellikle sistem ve tasarım OHTEA'da bunlar, güvenlik gereksinimlerini ve düzenlemeleri içerir. Bununla birlikte organizasyon dahili ve harici diğer sınırlamalar tanımlanır. Sistem veya tasarım fonksiyonun etkili olabilmesi için, tanımlayıcı ifadenin az, kesin ve kolay anlaşılır olması gereklidir. Proses ve servis OHTEA'da ise proses veya servis fonksiyonu proses akış diyagramıyla tanımlanır.

14. Potansiyel hata türü (modu):

Sistem, tasarım, proses veya servis fonksiyonunda kayıba sebep olduğu düşünülen hatalar ortaya çıkarılır ve bu bölüme yerleştirilir. Bir fonksiyonda beklenilenden daha fazla hata olabilir. Potansiyel hata modunu tanımlayabilmek için fonksiyonun kayıp yönünü düşünmek yararlı olabilir.

15. Hatanın potansiyel etkisi:

Bir hatanın potansiyel etkisi, sistem OHTEA'da bir sistem hata modunun sonucu, tasarım OHTEA'da bir sonraki tasarım, sistem, ürün, müşteri ve düzenlemelerdeki o hatanın sonucu, proses ve servis OHTEA'da bir sonraki proses, operasyon, ürün, müşteri ve düzenlemelerdeki o hatanın sonucudur. Öncelikle şu soru cevaplandırılmalıdır. Ne oluyor veya bu problemin veya hatanın sonuçları nelerdir? Sonuçlar sistem OHTEA'da sistemin kendisini ürünü, düzenlemeleri veya müşteriyi, proses, tasarım ve servis OHTEA'da ise tasarımın kendisi ile birlikte ürünü, düzenlemeleri veya müşteriyi doğrudan ilgilendiriyor olabilir. Genellikle hatanın etkisi, müşterinin perspektifinden anlaşılabilir.

Potansiyel etkileri tanımlamak için bazı dökümanlar yeniden göden geçirilebilir. Bunlar; sistem OHTEA'da garanti dökümanları, müşteri şikayetleri, genel servis bilgileri, güvenilir bilgiler, ön hazırlık çalışmalarıdır. Diğer OHTEA'larda ise bunlara ek olarak önceki bilgiler ve önceki OHTEA'lar gözden geçirilebilir.

16. Kritik karakteristikler:

Kritik karakteristikler sistem OHTEA ile birlikte anılmazlar, çünkü bu kademede kompüter aksamaları henüz tanımlanmamıştır. Kritik karakteristikler tasarım OHTEA ile birlikte anılmaktadırlar, çünkü kompüter aksamı tasarım kademesinde oluşturulmaya başlar. Proses ve servis OHTEA'larda kritik karakteristikler önemli olmaya başlar ve bu kritik karakteristikler proses ve servis OHTEA'larda proses ve servis gereksinimlerini tanımlar.

Kritik karakteristiklere boyutlar, spesifikasyonlar, testler, prosesler, işleme, prosedürler ve kullanım örnek olarak verilebilir.

17. Etkinin şiddeti:

Potansiyel sistem, tasarım, proses ve servis hata türünün ciddiyetini göstermektedir. Şiddet, hatanın etkisine bağlıdır ve aralarında direkt bir ilişki vardır.

Örneğin etkinin kritik olduğu durumda şiddet yüksek, kritik olmadığı durumda ise şiddet düşük olur.

Sistem OHTEA'daki şiddet kılavuzu Tablo 5.2'de gösterilmiştir. Tasarım OHTEA'daki şiddet kılavuzu Tablo 5.3'de gösterilmiştir. Proses ve servis OHTEA'lardaki şiddet kılavuzu Tablo 5.4'de gösterilmiştir.



Tablo 5.2 Sistem OHTEA'daki şiddet kılavuzu [12].

Etki	Sıra	Kriter	Öneri
Yok	1	Etki yok	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. 1. Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. 2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiyle de olsa toplam konsensüs sağlanabilir.
Çok düşük	2	Müşteri etkilenmez.	
Düşük	3	Müşteri azda olsa etkilenir. Üretim ve sistem performansında az bir etki vardır.	
Az derecede (Minör)	4	Müşteri üzerinde az derecede etki vardır. Müşteri azda olsa etkilenir. Üretim ve sistem performansında da minör bir etki vardır.	
Orta	5	Müşteri üzerinde orta derecede bir tatminsizlik vardır. Üretim ve sistem performansında da orta dereceli bir etki vardır.	
Önemli	6	Müşteri üzerinde bir tatminsizlik vardır. Üretim ve sistem performansında önemli derecede bir etki vardır, fakat üretim performansı güvencedir.	
Yüksek	7	Müşteri tamamıyla tatminsizdir. Üretim performansı ciddi şekilde etkilenmiştir, fakat üretim performansı hala güvencedir.	
Çok yüksek	8	Müşteri çok tatminsizdir. Ürün düzeltilemez derecededir fakat üretim performansı güvencedir. Sistem düzeltilemez.	
Ciddi	9	Çok büyük bir sorun vardır, tüm birimler tamamıyla olumsuz etkilenmiştir.	
Tehlikeli	10	Çok zarar verici bir tehlike vardır. Tüm birimlerde düzensizlik hakimdir. Sistem güvenilirmez haldedir.	

Tablo 5.3 Tasarım OHTEA'daki şiddet kılavuzu [12].

Etki	Sıra	Kriter	Öneri
Yok	1	Etki yok	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. 1. Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. 2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiyle de olsa toplam konsensüs sağlanabilir.
Çok düşük	2	Müşteri etkilenmez.	
Düşük	3	Müşteri azda olsa etkilenir. Üretim performansında az bir etki vardır.	
Az derecede (Minör)	4	Müşteri üzerinde az derecede etki vardır. Müşteri azda olsa etkilenir. Üretim performansında da minör bir etki vardır.	
Orta	5	Müşteri üzerinde biraz tatminsizlik vardır. Üretim performansında da orta dereceli bir etki vardır.	
Önemli	6	Müşteri üzerinde bir tatminsizlik vardır. Üretim performansında önemli derecede bir etki vardır, fakat üretim performansı güvendedir.	
Yüksek	7	Müşteri tamamıyla tatminsizdir. Üretim performansı ciddi şekilde etkilenmiştir, fakat üretim performansı hala güvendedir.	
Çok yüksek	8	Müşteri çok tatminsizdir. Ürün düzeltilemez derecededir fakat üretim performansı güvendedir. Sistem düzeltilemez.	
Ciddi	9	Çok büyük bir sorun vardır, tüm birimler tamamıyla olumsuz etkilenmiştir.	
Tehlikeli	10	Çok zarar verici bir tehlike vardır. Tüm birimlerde düzensizlik hakimdir. Sistem güvenilmez haldedir.	

Tablo 5.4 Proses ve servis OHTEA'lardaki şiddet kılavuzu [12].

Sıra ve Kriterler		Kriterler	Öneri
1	Çok az: Müşteri hatadan haberdar değildir. Servis ve ürün üzerinde gözönünde bulundurulacak bir etki yoktur.	Hata farkedilemeyecek derecede bir etki yaratmaktadır. Müşterinin hatayı keşfedebilmesi oldukça zordur.	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişiyorsa, daima daha yüksek sayı seçilmelidir.
2-3	Az: Müşteri üzerinde çok az bir tatminsizlik yaratacak hatadır. Müşteri ürünün veya servisin çok azda olsa bozulduğunun farkındadır.	Çok küçük bir tatminsizlik vardır. Müşteri muhtemel olarak servis veya üründeki küçük derecedeki bozulmayla hatayı farketmemektedir.	Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir.
4-6	Orta: Hata biraz tatminsizlik yaratmıştır. Müşteride bu hatadan rahatsızdır. Ekipmanda tamir ve hasarlara yol açabilir.	Müşteri hatadan oldukça etkilenmiştir. Müşteri üzerinde bir tatminsizlik ve rahatsızlık vardır. Performansta gözönünde bulundurulur bir düşme vardır.	1. Böylesi anlaşmazlık durumlarında genelde ortalama değer seçilmelidir. Örneğin iki üye arasında biri 2, diğeri 6 değerini öneriyorsa $2+6=8$ ve $8/2=4$ hesaplamalarıyla ortalama değer bulunabilir.
7-8	Yüksek: Müşterinin yüksek derecede tatminsizliği vardır. Ürünün herhangi bir şekilde düzeltilmesi mümkün değildir. Proseste ve serviste bozulmalar meydana gelir.	Müşteri hatadan yüksek derecede etkilenmiştir. Güvenlik ve idarenin kontrolü kaybolmuştur.	2. Takımın üyelerinin herbirinin aynı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiyle de olsa toplam konsensus sağlanabilir.
9-10	Çok yüksek: Hata meydana geldiğinde çok yüksek bir şiddet yapar. Güvenlik ve idare kontrolsüzdür.	Çok yüksek bir şiddetin etkisiyle güvenlik ve idarenin kontrolünden sözedilemez.	

18. Hatanın potansiyel sebepleri:

Sistem hata modunun sebebi hata modunda sonuçlanan sistem tasarım yanlışlıklarıdır. Tasarım hata modunun sebebi ise hata modunda sonuçlanan yalnız tasarım yanlışlıklarıdır. Bununla birlikte, proses hata modunun sebebi hata modunda sonuçlanan proses yanlışlıklarıdır, servis hata modunun sebebi hata modunda sonuçlanan servis yanlışlıklarıdır. Bir hata modu bir veya birden fazla bileşenin katkısıyla veya etkisiyle oluşabilir. Bu bileşenler [12];

- Diğer bileşenlerle etkileşim
- Diğer sistemlerin bileşenleriyle etkileşim
- Yönetimle etkileşim
- Müşteriyle etkileşim

Sistem OHTEA'da diğerlerinden farklı olarak bazen hata sebepleri açık ve belirgin değildir. Gerçekte gözden geçirilecek 3 durum vardır [12].

1. Bilinmeyen fakat meydana gelen spesifik sebepler. Bu durumda 2 sonuç vardır.
 - a. Hata türü keşfetme mekanizmasının uygun olduğu durumda keşfedilebilir. Tasarım çalışması hatayı oluşturan sebebi ortadan kaldırmak için gereklidir, bununla birlikte hatayı oluşturan sebebi tanımlamak için sonradan ileri analiz gerekir.
 - b. Hata türü hata mekanizmasının çalışmadığı durumlarda keşfedilemez. Sistem OHTEA'nın içinde tavsiyeler keşfedilebilirliği sağlamak amacıyla yeni bir test veya teknik geliştirmelidir.
2. Keşfedilemeyen spesifik sebep vardır. Bu durumda 2 sonuç vardır.
 - a. Keşfetme tekniği örnek çok az olabildiği ve artabildiği durumlarda uygun ve başarılıdır.
 - b. Keşfetme tekniği yeni ve ileri keşfetme tekniğinin gerektiği durumlarda uygun ve başarılı değildir. Yeni ve modifiye olmuş test tekniği eskisine oranla daha duyarlı olmalıdır.
3. Spesifik hata sebepleri vardır ve keşfedilebilir. Bu durumda 2 sonuç vardır.
 - a. Hata, hatanın temel sebebini ortadan kaldıracak uygun önlemi tanımlamak için ileri test ve analiz metodları kullanıldığı durumda keşfedilir.

- b. Hata, tasarım problemi var olduğunda veya yetersiz testler uygulandığında keşfedilemez. Bu durumda DoE veya varolan diğer test ve analiz metodlarının yeniden gözden geçirilmesi yararlıdır.

19. Olasılık:

Olasılık hatanın oluştuğu sıklığı ifade eden değerdir. Herbir hatanın frekansını tanımlamak için matematik veya (CNF) diye anılan Ürün Hatalarının Kumulatif Sayısı metodu, çalışma boyunca sistem OHTEA'da parçanın ürün ömrü üzerinden, tasarım, proses ve servis OHTEA'da parçanın tasarım ömrü üzerinden, 100 veya 1000 ürüne dayalı olarak (CNF/100 veya CNF/1000) kullanılır. OHTEA'da tasarım ömrü ürünün süreklilik hedefidir [12].

OHTEA'da tasarım ömrü ürünün hurdaya alınana kadar olan hedef periyod veya kullanım ömrüdür. Çünkü tasarlanmış fonksiyonlar burada biter ve tamir edilmesi oldukça maliyet gerektirir.

Genellikle OHTEA bir tek nokta kaybının tahmini altında çalışır. Yani ürün kaybı meydana geldiğinde sistemdede kayıp olur. Bir tek nokta kaybı alternatif yöntemlerle telafi edilemeyecek sistem kaybına sebep olan ürün kaybı olarak tanımlanır.

Olasılık veya frekans hesaplaması yapılırken hatanın herbir sebebi içerilmelidir. Aynı şekilde tüm takım bu konuda uyuşma içersinde olmalıdır. Tablo 5.5'de sistem OHTEA'da olasılık kılavuzu gösterilmektedir. Tablo 5.6'de tasarım OHTEA'da olasılık kılavuzu gösterilmektedir. Tablo 5.7'da proses ve servis OHTEA'lardaki olasılık kılavuzu gösterilmektedir.

Tablo 5.5 Sistem OHTEA'daki olasılık kılavuzu [12].

Olasılık	Sıra	Kriter	CNF/1000	Öneri
Yok gibi	1	Daha önce gerçekleşmemiş.	< .00058	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. 1. Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. 2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiylede olsa toplam konsensüs sağlanabilir.
Uzak ihtimal	2	Çok çok nadiren gerçekleşmiş.	.0068	
Çok düşük	3	Çok az sayıda meydana gelmekte.	.0063	
Düşük	4	Az sayıda meydana gelmekte.	.46	
Az	5	Ara sıra bazen oluşmaktadır.	2.7	
Orta	6	Orta sıklıkta gerçekleşmektedir.	12.4	
Biraz Yüksek	7	Biraz yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	46	
Yüksek	8	Yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	134	
Çok yüksek	9	Çok yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	316	
Hemen hemen kesin	10	Hata hemen hemen kesindir. Daha öncede benzer tasarımlarda sıklıkla gerçekleşmiştir.	> 316	

Tablo 5.6 Tasarım OHTEA'daki olasılık kılavuzu [12].

Olasılık	Sıra	Kriter	CNF/1000	Öneri
Yok gibi	1	Hata tamdık değildir. Daha önce gerçekleşmemiş.	< .00058	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. 1. Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. 2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiylede olsa toplam konsensus sağlanabilir.
Uzak ihtimal	2	Çok çok nadiren gerçekleşmiş.	.0068	
Çok düşük	3	Çok az sayıda meydana gelmekte.	.0063	
Düşük	4	Az sayıda meydana gelmekte.	.46	
Az	5	Ara sıra bazen oluşmaktadır.	2.7	
Orta	6	Orta sıklıkta gerçekleşmektedir.	12.4	
Biraz Yüksek	7	Biraz yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	46	
Yüksek	8	Yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	134	
Çok yüksek	9	Çok yüksek sayıda gerçekleşmektedir.	316	
Hemen hemen kesin	10	Sıklıkla karşılaşılmaktadır. Hata hemen hemen kesindir. Daha öncede benzer tasarımlarda sıklıkla gerçekleşmiştir.	> 316	

Tablo 5.7 Proses ve servis OHTEA'lardaki olasılık kılavuzu [12].

Sıra	Sıra	Öneri
1	1	Hata tanındık değildir. CpK 1.67 değerine eşit veya daha fazladır. (10 ⁶ 'da <1 veya $\pm 1/- 5\sigma$)
2-5	2	Çok az: Proses istatistiksel kontrolde. İzole edilmiş hatalar gerçekleşir. CpK 1.33 değerine eşit veya daha fazladır. (20,000'de 1 veya $\pm 1/- 4\sigma$)
6-7	3	Az: Proses istatistiksel kontrolde. İzole edilmiş hatalar bazen gerçekleşir. CpK 1.00 değerine eşit veya daha fazladır. (4,000'de 1 veya $\pm 1/- 3.5\sigma$)
8-9	4-6	Orta: Proses sık sık gerçekleşen hatalarla birlikte istatistiksel kontrolde. CpK 1.00 değerine eşit veya daha azdır. (1,000'de 1 ile 80'de 1 arasında veya $\pm 1/- 3\sigma$)
10	7-8	Yüksek: Proses istatistiksel kontrolde değildir. Hatalar sık sık gerçekleşir. (1/40 ile 1/20 arasında)

Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç

Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir.

1. Böylesi anlaşmazlık durumlarında genelde ortalama değer seçilmelidir. Örneğin iki üye arasında biri 2, diğeri 6 değerini öneriyorsa $2+6=8$ ve $8/2=4$ hesaplamalarıyla ortalama değer bulunabilir.

2. Takımın üyelerinin herbirinin aynı değerlendirmeye anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiyiyle olsa toplam konsensus sağlanabilir.

20. Keşif metodu:

Keşif metodu öncelikle bir metod, test, tasarımın yeniden gözden geçirilmesi ve bir mühendislik analizidir. Bunlar sistemde, tasarımda, proste veya serviste hatanın keşfedilebilmesi için kullanılan ilk aşama yöntemlerdir. Son derece basit olabildikleri gibi ileri bir teknikte olabilirler.

Etkili bir kontrol sağlanması amacıyla keşfetme mekanizması tasarım aşamasında devreye girmelidir. Böylece daha etkili bir kontrol sağlanabilir. OHTA keşfedilebilirlik oldukça zordur, bazı durumlarda ürünün eski bilgileri kullanılır. Bazı durumlarda hiçbir metod kullanılmamasına rağmen hatanın tanımlanabilmesi mümkündür.

Bir hatayı keşfedebilmek için kullanılan en etkili yollardan bazıları şunlardır [12].

- İspatlanmış simülasyon teknikleri
- Matematiksel modelleme
- Prototip test
- Deneylerin tasarımı
- Proses doğrulama testi
- Spesifik ürün testi
- Tolerans düzenleme çalışmaları

Keşfetmeyi sağlamanın bir başka yoluda beyin fırtınasından yararlanmaktır. Beyin fırtınasının kullanımında önde gelen sorular şunlar olmalıdır [12].

- Bu hata nasıl keşfedilebilir?
- Hangi yolla bu hata tanınabilir?

Bu sorulara cevap vermekte bir kontrol listesi yardımcı olabilir. Kontrol listesi aşağıda sıralananları mutlaka içermelidir [12].

- Genel
 - Tanımlanmış operasyon ihtiyaçları
 - Etki faktörleri
 - Tanımlanmış sistem bakım işi
- Destekleyici elamanlar
 - Test ve destekleyici ekipman

- Personel eğitimi
- Tamir ve idare kısımları
- Tasarım özellikleri
 - Standardizasyon
 - Değişebilirlik
 - Güvenlik
 - Üretilbilirlik
 - Test hazırlıkları
 - İşleme
 - Depolama
 - Güvenilirlik

21. Keşfedilebilirlik:

Hatanın müşteriye ulaşmadan önce keşfedilebilme yeteneğidir. Eğer bilinmeyen hataların varlığı kontrollerin etkisiyle ortaya çıkarılamıyorsa veya keşfedilebilirlik sağlanamıyorsa, keşfedilebilirlik değeri 10 olur. Tipik bir keşfedilebilirlik kılavuzu sistem OHTEA için Tablo 5.8’de, tasarım OHTEA için Tablo 5.9’de, proses ve servis OHTEA için Tablo 5.10’da gösterilmiştir.

Tablo 5.8 Sistem OHTEA'daki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].

Keşfedilebilirlik		Sıra	Kriter	Öneri
Kesin gibi	1	1	Keşfedilme metodları düşünce aşamasında yeterli ve uygun.	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. 1. Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. 2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiylede olsa toplam konsensus sağlanabilir.
Çok yüksek	2	2	Tasarım aşamasında bilgisayar analizi yeterli ve uygun.	
Yüksek	3	3	İlk aşamada modelleme ve taklit.	
Orta dereceli yüksek	4	4	İlk prototip sistem elamanlarında testler.	
Orta	5	5	İlk üretim sistem ürünlerindeki testler.	
Düşük	6	6	Benzer sistem ürünlerinde testler.	
Dikkate değmez	7	7	Asıl üretim sistem ürünlerindeki testler.	
Hiç dikkate değmez	8	8	Asıl üretim sistem ürünlerindeki sürekli testler.	
Uzak ihtimal	9	9	Çok az sayıdaki teknikler uygun.	
Mümkün değil gibi	10	10	Hiçbir teknik uygun değil.	

Tablo 5.9 Tasarım OHTEA'daki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].

Keşfedilebilirlik	Sıra	Kriter	Öneri
Kesin gibi	1	Her uygulanabilir kategoride en yüksek keşfedilebilirliğe sahiptir.	Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir. - Örneğin iki üye arasında biri 5, diğeri 6 değerini öneriyorsa 5.5 gibi ortalama değer alınabilir. - Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirme anlayışı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiylede olsa toplam konsensus sağlanabilir.
Çok yüksek	2	Çok yüksek keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Yüksek	3	Yüksek keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Orta dereceli	4	Orta yükseklikte bir keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Yüksek Orta	5	Orta bir keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Düşük	6	Düşük bir keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Dikkate değmez	7	Çok düşük bir keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Hiç dikkate değmez	8	Her uygulanabilir kategoride en düşük keşfedilebilirliğe sahiptir.	
Uzak ihtimal	9	Uygulanabilirliği, görülebilirliği veya keşfedilebilirliği bilinmemektedir.	
Mümkün değil gibi	10	Uygulanabilirliği, görülebilirliği veya keşfedilebilirliği hiçbir tasarım tekniğine karşılanamaz ve planlanamaz.	

Tablo 5.10 Proses ve servis OHTEA'lardaki keşfedilebilirlik kılavuzu [12].

Sıra	Sıra	Öneri
1	Çok yüksek: Kontroller hemen hemen kesinlikle hatayı keşfeder.	Hata kolaylıkla keşfedilebilir (1/10000) ve hata güvenilirliliği % 99.99'dur.
2-5	Yüksek: Kontroller hatayı keşfetme konusunda yüksek bir şansa sahiptir.	Hata açıkça bellidir (1/5000-1/500). Hata güvenilirliliği % 99.80'dir.
6-8	Orta: Kontroller hatayı keşfedebilir.	Hata orta derecede bellidir (1/200-1/50). Hata güvenilirliliği % 98.00'dir.
9	Düşük: İleri kontroller muhtemelen hatayı keşfedebilir.	Hata az derecede bellidir (1/20). Hata güvenilirliliği ancak ileri kontrol yöntemleriyle % 90.00'a kadar çıkarılabilir.
10	Çok düşük: Kontrollerin hatayı keşfedemesi oldukça zordur.	Hata çok az derecede bellidir (1/10+). Hata güvenilirliliği çok ileri kontrol yöntemleriyle çıkarılabilir, fakat asla bu değer % 90.00'a kadar çıkarılamaz.

Eğer nümerik değerler iki sayı arasında değişirse daima büyük numarayı seç

Eğer takım sıra değerlerinde anlaşmazlığa sahipse aşağıdakiler yardımcı olabilir.

1. Böylesi anlaşmazlık durumlarında genelde ortalama değer seçilmelidir. Örneğin iki üye arasında biri 2, diğeri 6 değerini öneriyorsa $2+6=8$ ve $8/2=4$ hesaplamalarıyla ortalama değer bulunabilir.

2. Takımın üyelerinin herbirinin ayrı değerlendirmeye anlaştığı olabilir ve kişiler arasında % 100 uyum sağlanmayabilir. Fakat bir kişiyle olsa toplam konsensus sağlanabilir.

22. Risk Öncelik Sayısı (RÖS):

Bu sayı keşfedilebilirlik, olasılık, şiddet değerlerinin üçünün çarpımıyla elde edilir. Risk öncelik sayısı problem çözmede öncelik sırasını belirlemekte kullanılır.

23. Tavsiye edilen önlem:

Hiçbir OHTEA tavsiye edilen önlemsiz bitirilemez. Tavsiye edilen önlemler spesifik önlemler ve ileri çalışmalardır. Bu tavsiye edilen önlemler hatanın olasılığını minimuma indirmelidir.

24. Sorumlu alan/kişi ve önlem tarihi:

Sorumlu alan/kişi ve önlem tarihi bu bölüme yazılır.

25. Alınan önlem:

Tavsiye edilen önlemler doğrultusunda sistemden, procesten, tasarımdan veya servisten sorumlu mühendisin sorumluluğunda alınan önlemlerdir. Önlem alındıktan sonra gün ve tamamlanma tarihi küçük bir açıklamayla verilir.

26. RÖS değerleri:

RÖS değerini oluşturan olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik değerleri OHTEA'yı yöneten takım tarafından belirlenir ve RÖS değeride bu sayıların çarpımıyla hesaplanarak bu bölüme yazılır.

27. Onay imzaları:

Sistem, tasarım yöneticisi, proses veya servis sorumlusu, direktör, yönetici mühendis gibi isimlerin onay verdiği bölümdür.

28. Uygun görme imzaları:

Diğer bir onay bölümüdür. Yönetici mühendis, üretim şefi, pazarlama müdürü ve kalite güvence müdürü gibi isimler tarafından atılan imzalıdır.

BÖLÜM 6

HATA AĞACI ANALİZİ (HAA)

6.1 GİRİŞ

Hata türlerinin analizine dayanan orijinali Faulty Tree Analysis olan Hata Ağacı Analizi, sistemde tehlike olarak kendini gösteren muhtemel tüm problem veya hataların tanımlanmasının sistematik bir yoludur. HAA (Hata Ağacı Analizi) baştan aşağıya tehlike arz eden hataların analizini yapar ve bir mantık (logic) diagramı en büyük olayı (kayıbı) yaratan hataların ve durumların muhtemel tüm kombinasyonlarını gösterir [13].

Ağaç diagramları hem reaktif hemde prospektif analiz elamanları olarak kullanılabilir. Reaktif bir şekilde kazaları ve olayları kontrol ederek kullanılanlara hata veya kök sebep ağaçları denilir. Ağaç diagramları aynı zamanda etkili ürün operasyonlarında ileri gelişimler, projeler, programlar ve organizasyonlar için gerekli gereksinimleri sistematiksel bir yaklaşımla organize etmekte ve planlamakta prospektifçe kullanılabilir. Bununla birlikte ağaç diagramları, olayların oluşunun muhtemeliyatını analiz etmekte kullanılabilir, bunlar risk veya olasılık ağaçları olarak tanımlanır [14].

6.2 HATA AĞACI ANALİZİNİN TEMELİ OLAN KÖK SEBEP ANALİZİ

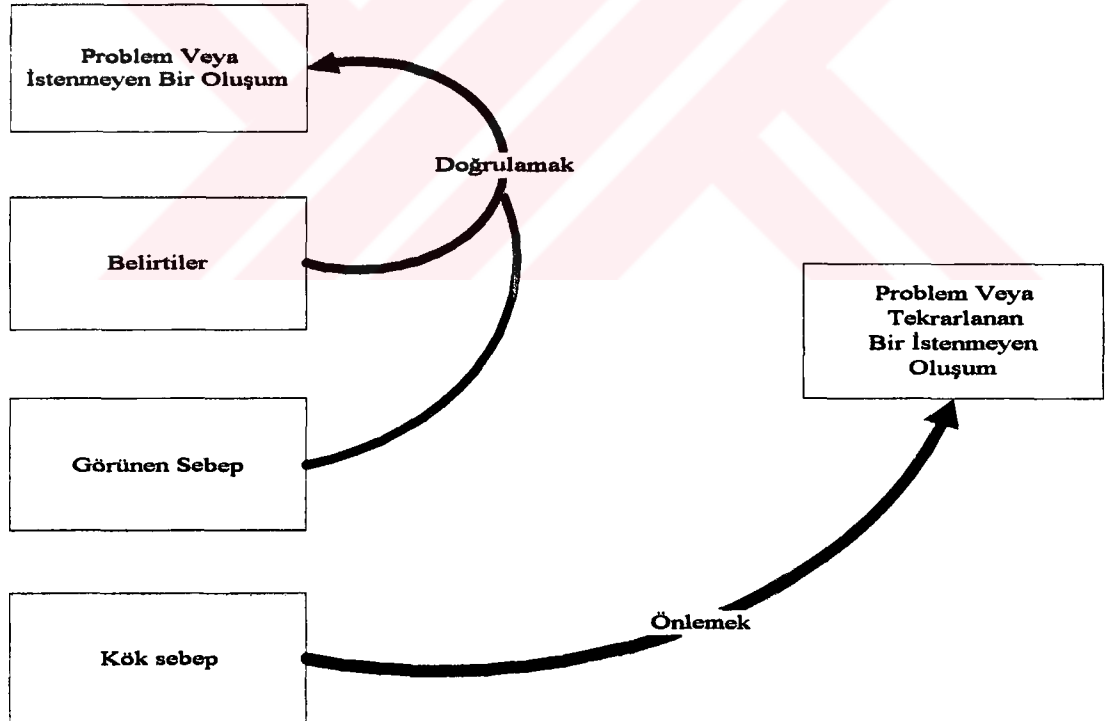
Kök sebebi, oluşması istenmeyen bir problemin önlenmesi için oluşturulan ve en temel sebebe kadar inen bir analizdir. Sebeplerin oluşmaması için amaçlanmış tüm ölçüm ve kontrollerin yapılamayışı veya eksikliği en temel sebebi oluşturur [14].

Kök sebepleri genellikle spesifik veya sistematik faktörlerin etkisi olarak ifade edilebilir. Bu faktörler proste organizasyonel, personel veya faal bazda oluşan

yanlılıkların ürünüdür. Kök sebeplerinin oluşturulmasında, belirtilerin kök sebeplerinden ayrılması çok önemli bir konudur. Belirtiler bir miktar hatanın oluşumuna veya varlığına işaret eden elle tutulur, gerçek ve kavranabilir delillerdir. Örneğin vucutta hastalıktan dolayı görülen belirtiler probleme sebep olamaz, fakat problemin tezahürleridir [14].

Aynı şekilde, görünen sebeplerde kök sebeplerden ayrılmalıdırlar. Görünen sebepler doğrudan ve açıkca problemin sebebini temsil eder. Aslında görünen sebebin kök sebebe dönüştüğü düşünülebilir, ancak bu görüş analiz tarafından doğrulanmadığı sürece doğru değildir. Analiz ve gözlem boyunca ayrılan sebeplerde, orada birebir bulunan kişiler tarafından hazırlanmadığı sürece tamamıyla güvenilir değildir [14].

Belirtilerin ve görünen sebeplerin kök sebeplerden ayrımının önemi Şekil 6.1'de anlatılmıştır. Belirtiler oluşan hataların delilleridir. Görünen sebepler ise hatayı oluşturan sebep olarak göze çarpmasına rağmen, bu sebepler temel kök sebep olmayabilirler.



Şekil 6.1 Görünen ve kök sebepler [14].

Kök sebep teknikleri, potansiyel oluşum gösteren problemlerin tanımlanmasına ve çözümlenmesine katkı sağlayacak nitelikte tasarlanır. Teknikler bu katkıyı yaparken uzun süreli olarak ürün ve kalite geliştirme faaliyetlerine yardımcı olurlar. Kök sebep analizi istenmeyen durumların gerçek ve güncel sebeplerinin bulunmasında, etkili

düzeltilici faaliyetlerin kolaylaştırılmasında ve problemlerin tekrar oluşumunun önlenmesinde faydalı bir çalışma olarak kullanılabilir [14].

Kök sebep teknikleri, toplam kalite yönetimi gibi kalite gelişim programı ve etkili bir üretim sağlamak amacıyla kullanılan yönetim elamanlarından biridir. Yalnız kök sebep teknikleri tek başına kullanılabilecek teknikler değildir, bu teknikler diğer yönetim elamanlarından destek görmek suretiyle kullanılırlar. Bu diğer elamanlarda, operasyonlar, planlamalar, personel eğitimleri ve diğer tüm faaliyetlerde iyileştirici olarak kök sebep analizi tekniklerine yardımcı olurlar [14].

Kök sebep analizinin etkili bir yönetim elamanı olarak kullanılması, tekniklerin problemlerin bulunuşu, önlenmesi ve düzeltilmesi yönündeki başarısına bağlıdır. Bu tekniklerin bu amaç doğrultusunda kullanılması ve problemlerin çözümü ise tamamıyla kişilerin sorumluluğunda gelişir. Dolayısıyla bu çalışmalarda tekniklerin uygulanmasından sorumlu kişiler hem yeterli proses bilgisine, hemde etkin bir kararlılık gücüne sahip olmalıdır [14].

6.2.1 Kök Sebep Analizinin Yönetim Fonksiyonlarıyla İlişkisi

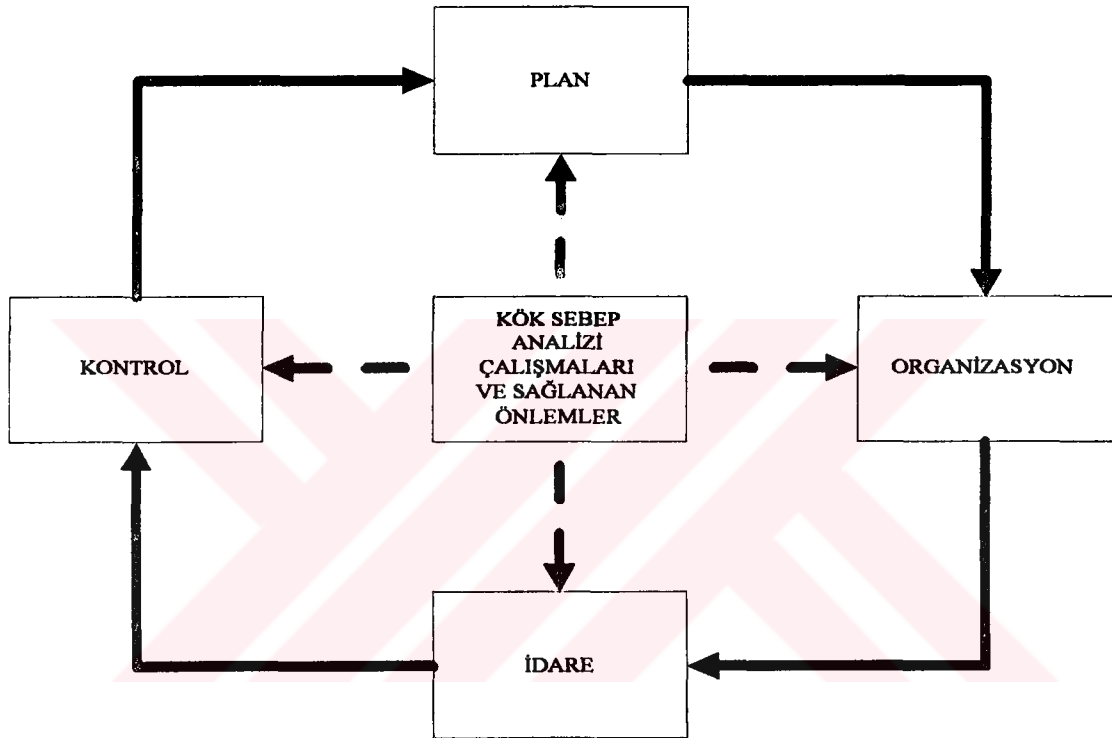
Kök sebep analizi fonksiyon planlamada etkin bir yararlılık sağlayabilir. Örneğin problem çözücü modda kullanıldığı zaman, kök sebep analizi teknikleri organizasyonel hata ve zorluklar için ilk ve önceki sebepleri tanımlayabilirler. Bununla birlikte proste, program veya sistematik eksiklikleri düzenlemekte yardımcı olurlar. Ayrıca kök sebep analiz teknikleri problemin neye (ekipman, personel v.b.) dayandığına kadar araştırır ve bulur [14].

Organizasyonda daha önceki ekiplerin ve çalışmaların gözden geçirilmesi kalite güvence çalışmalarında oldukça etkili ve önemlidir. Kök sebep analizi ise burada önceki hata ve problemleri tanımlayarak organizasyonda etkili olur. Örneğin kök sebep analizi tarafından tanımlanan bu hatalar organizasyonel yanlışlıklarda içermektedirler [14].

Kök sebep analizi yönetimin uygun faaliyet göstermesi konusunda etkilidir. Kök sebep analizi problemlerin öncelikle çözüme nazaran sabit ayarlanmaları yoluyla onların gerçek sebeplerini açıklayabilir ve böylece problemlerin daha sağlam temellere dayanarak çözümünü sağlayıp etkin sonuçlar oluşturur. Oluşturulan bu kök sebep

analizi sonuçları uygun bir şekilde etkinlik göstermeyen diğer yönetim faaliyetlerindeki kolayca belirleyebilir [14].

Kök sebep analizi kontrol faaliyetleriyle de sıkı bir ilişki içindedir. Kontrol faaliyetleri genel olarak, düzeltici faaliyet ve operasyonlarda elde edilen sonuçları gerektirmektedir. Kök sebep analizinde kontrol faaliyetleri için bu gerekli sonuçları uygun bir şekilde oluşturabilir. Şekil 6.2’de kök sebep analizinin yönetim fonksiyonlarıyla ilişkisi anlatılmıştır.



Şekil 6.2 Kök sebep analizinin yönetim fonksiyonlarıyla ilişkisi [14].

6.2.2 Kök Sebep Analizinin Avantajları

Kök sebep analizleri proses ve etkin faaliyetlerdeki problemlerin temel sebeplerini tanımlayarak, gelişim için gerekli belirgin elverişli durumlar sağlar. Kök sebep analizlerinin spesifik ve genel avantajlarından bazıları şunlardır [14].

1. Uygun kaynakların fazlaca kullanımlarını sağlamak;

Etkili bir kök sebep analizi uygun kaynakların fazlaca kullanımını iyi bir şekilde sağlar. Başarılı bir şekilde problemlerin tekrarlanmasını engellemek yoluyla, yeniden yapılması gerekli olacak bir çalışmanın önüne geçilmesi sağlanmış olur. Böylece çalışanlar problem çözümü için daha etkin ve az zaman harcarlar.

2. Gereksiz kesilmeleri engellemek;

Proses akışındaki kesilmeler maliyet artışına sebep olabilir. Bu kesilmeler prosesteki benzer veya aynı problemlerin tekrarlanması sonucu oluşur. Kök sebep analizi, hata veya problemlerin tekrarlanmasının önüne geçmesi yoluyla bu gereksiz kesilmelere engel olabilir.

3. Objektif problem çözümünü sağlamak;

Kök sebep analizinin önemli bir avantajı onun tabiatında var olan objektifliğidir. Analizi yapan kişi problem çözümünde de analizin objektifliğinden yararlanarak verimli sonuçlar elde edebilir. Kök sebep analizi aynı şekilde tamamlanmamış ve yarım kalmış çözümlerin önlenmesini sağlar.

4. Çözümlerin geniş bir şekilde ayarlanmasının gelişimini kolaylaştırmak;

Kök sebep analiz tekniklerine, problemin doğru sebebini tanımlamak amacıyla sıkça başvurulur. Kök sebep analiz teknikleri amaçlanmış çözümleri kendi başlarına sağlamamalarına rağmen, geliştirilmiş çözümlerin ayarlanmalarını ortaya koyabilirler ve çözümleri kendi başlarına önerebilirler.

5. Diğer problemleri önceden tanımlamak ve engel olmak;

Kök sebep analizi diğer problemlerin engellenmesinde kullanılabilir. Bu benzer veya ilişkili proses ve operasyonların baz alınmasıyla bununla birlikte sonuçların benzerleriyle karşılaştırılmasıyla gerçekleşir. Kök sebep analizi tarafından sunulan çözümler, problemlerin önlenmesini sağladıktan sonra aynı problemin tekrarında engelleyebilirse analiz ilk hedefini gerçekleştirmiş olur.

6. Yardımcı ayrıntıları tanımlamak, birleştirmek ve entegre etmek;

Kök sebep analizi teknikleri tüm analiz prosesi boyunca analizi yapan kişiye rehberlik etmesi için tasarlanır. Etkiler, ayrıntılar, sebep faktörleri ve benzerlikler son kararın oluşturulması amacıyla toplanır. Bu sayılanlar kök sebep analizi prosesi süresince kolayca sağlanabilir.

7. Problemlerin yeniden oluşumuna engel olmak;

Problemlerin yeniden oluşumu iki şekilde engellenebilir. İlki, kök sebep analizi tekniği problemin sebeplerini en temel aşamada tanımlar ve gerçek sebebi düzeltecek çözümler tasarlanır. İkincisinde ise, etkili kök sebep analizi programında, bir kişi tarafından problemlerin bulunuşu ve çözümü sürekli gelişimle birlikte gerçekleşir.

8. Gelişimin elverişli durumlarını tanımlamak;

Kök sebep analizi, aktif engellerin etkili operasyonlara ve faaliyetlere getirilişleri yoluyla, en belirgin gelişim durumlarını tanımlamakta kullanılır. Kök sebep analizi teknikleri orjinal olarak aktif problemleri kontrol altına almak amacıyla uygulanırlar. Bununla birlikte bu teknikler ileride potansiyel program veya sistem hatalarını bulmak ve önlemek amacıyla da kullanılabilirler.

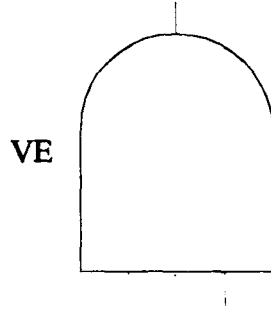
6.3 HATA AĞACI ANALİZİ DİYAGRAMLARINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Hata ağacı diyagramlarının oluşturulmasında semboller kullanılır. Dikdörtgenler, mantık kapıları ve transferler ağaç diyagramlarının oluşturulmasında sıkça kullanılan temel sembollerdir. Üçgen, dörtgen ve ‘VE’, ‘VEYA’ mantık kapıları ana semboller olmasına rağmen hata ağacı diyagramı yalnız bu sembollerle oluşturulmaz. Ancak diğer sembollerinde katkılarıyla kompleks yapıda bir ağaç diyagramı oluşturulabilir. Bununla birlikte hata ağacı diyagramının kompleksliğini ve büyüklüğünü sürdürebilmek amacıyla sayısal sistem ve onun bileşenleri tavsiye edilmektedir [14,15].



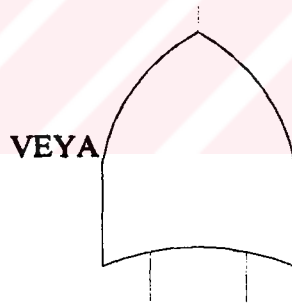
Şekil 6.3 HAA diyagramlarında kullanılan dikdörtgen [14].

Dikdörtgen: Dikdörtgenler ağaç diyagramlarında olayları, elementleri veya faktörleri tanımlamakta kullanılırlar. Bir başka deyişle dikdörtgenlerin kullanımı olaylarda ve sebep faktörleri analizinde gerçekleşir. Diyagramın oluşturulmasının ilk aşaması sırasında genellikle mümkün olan birçok faktörü listelemek daha uygundur. Sonradan gelen onaylama ve analiz fazları boyunca kesin olaylar ve elamanlar kombine veya elimine edilebilir. Bununla birlikte bunu yapmak, analiz veya sonucun bir bulmacanın önemli bir parçasında gözden kaçmasına sebep olabilir [14].



Şekil 6.4 HAA diyagramlarında kullanılan ‘VE’ kapısı [14].

‘VE’ Kapısı: VE ve VEYA mantık sembolleri değişik çeşitli olayların, faktörlerin ve elamanların kombine ve analiz edildikleri zaman nasıl göz önünde bulundurulduklarını gösterir. Bir VE sembolü kendisine bağlı olan tüm olayların, elamanların ve faktörlerin hepsinin birden gerçekleştiğini ifade eder. Ve sembolünün mantığı bu faktör, elaman ve olayların gerçekleşmesi suretiyle, kendisinin bağlı bulunduğu olayı gerçekleştirmesidir. Yani kendisine bağlı bu faktör, elaman ve olayların herhangi bir tanesinin gerçekleşmemesi durumunda, bağlı bulunduğu olayda gerçekleşemez, yani hiçbir şey meydana gelmez. Sembolün kendisi daima VE kelimesiyle tanımlanır [14].

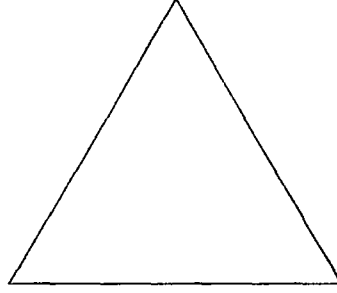


Şekil 6.5 HAA diyagramlarında kullanılan ‘VEYA’ kapısı [14].

‘VEYA’ Kapısı: VE sembolünün mantığı kendisine bağlı olan tüm olay, elaman ve faktörlerden herhangi birisinin, birkaçının veya hepsinin gerçekleşmesi durumunda kendisinin bağlı bulunduğu olayın gerçekleştirmesidir. Yani kendisine bağlı bu faktör, elaman ve olayların yalnızca bir tanesinin bile gerçekleşmemesi durumunda, bağlı bulunduğu olay gerçekleşemez ve hiçbir şey meydana gelmez. Sembolün kendisi daima VEYA kelimesiyle tanımlanır [14].

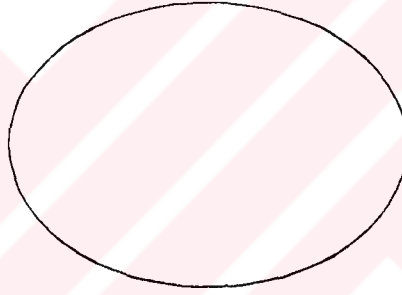
Bu anlatılan semboller hata ağacı diyagramlarının ana sembolleridir ve her diyagramda mutlaka bulunurlar. Genel olarak hata ağacı diyagramlarında tümüyle ve yalnızca bu semboller (dikdörtgen, VE ve VEYA mantık kapıları) tarafından

oluşturulur. Bununla birlikte hata ağacı diyagramları çok nadiren başka sembollerle birlikte oluşturulabilir. Oldukça az kullanılan bu semboller şunlardır [14].



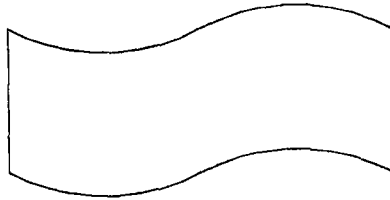
Şekil 6.6 HAA diyagramlarında kullanılan üçgen [14].

Üçgen: Daha büyük ağaçların konstrüksiyonunda tüm bölümler farklı yerleştirmelerde tekrar edilir. Eğer daha küçük ağaçların konstrüksiyonu tasarlandığı durumlarda, üçgenler bağlantı ve birleştirme görevinde kullanılabilir. Üçgenler küçük ağaçlardada ana ağaçta olduğu gibi bilgi içermektedirler [14].



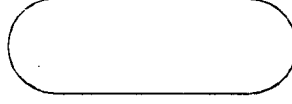
Şekil 6.7 HAA diyagramlarında kullanılan elips [14].

Sınırlama: Bu sembol mantık kapısı ve olaylarına sınırlamaları tanımlamakta kullanılır. Bu tanımlamalar ve anlatımlar genel olarak elipsin içinde verilir. Olay ve sebep faktörleri analizinde bu sembolün benzer kullanımına rastlanır. Anlam ve kullanımı buradada aynıdır [14].



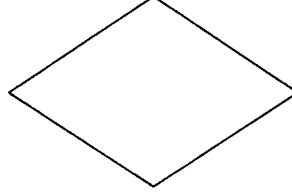
Şekil 6.8 HAA diyagramlarında kullanılan tarife [14].

Tarife: Genel sistem operasyonları boyunca normal olarak oluşması beklenen olaydır. Bu sembolün kullanımı olaylar ve sebep faktör analizinde tanımlanan kesik çizgili dörtgeninkine benzer. Diğer analiz tekniklerinde olduğu gibi, analiz talep edilmiş ve tahmin edilmiş olaylarla ilerlememelidir [14].



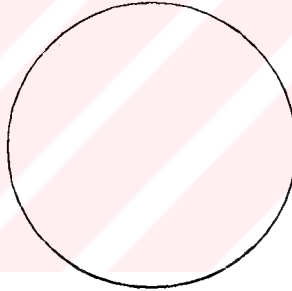
Şekil 6.9 HAA diyagramlarında kullanılan daraltılmış daire [14].

Daraltılmış Daire: Mantık kapısının çıkışında tatmin edici bir olaydır. Analizin çeşitli kısımlarının tamamlanmasını göstermek amacıyla kullanılır. Bu sembol analizin bu kısmi bölümde daha fazla ilerlemeye ihtiyacı olmadığını işaret eder [14].



Şekil 6.10 HAA diyagramlarında kullanılan karo [14].

Karo: Sebebi tanımlanmamış ve belirsiz bir son olayı tanımlamaktadır. Bu olay analizin fazlalığından sakınmak veya bilgilerin ve kaynakların gerekliliği için ortadan kaldırılmalıdır yani gerçekleşmemelidir [14].



Şekil 6.11 HAA diyagramlarında kullanılan daire [14].

Daire: Daha ileri bir gelişimi gerektirmeyen temel bir olaydır. Bağımsız bir olaydır ve genellikle okuyucunun problemleri ve durumları anlamasına yardımcıdır [14].

Bu semboller birçok tanımlamayla birlikte ağaç diyagramında herbiri ayrı kısmi bir bölümünün gelişimini sağlar. Ancak ana semboller dışında kalan diğer semboller genellikle düzenli bir şekilde kullanılmazlar [14,15].

Hata ağacı analizi diyagramlarında, diyagramın kompleks bir yapı kazandığı durumlarda semboller içersindeki olaylar sayısal veya alfabetik bir mantık düzenlemesinde gösterilebilir [15,16].

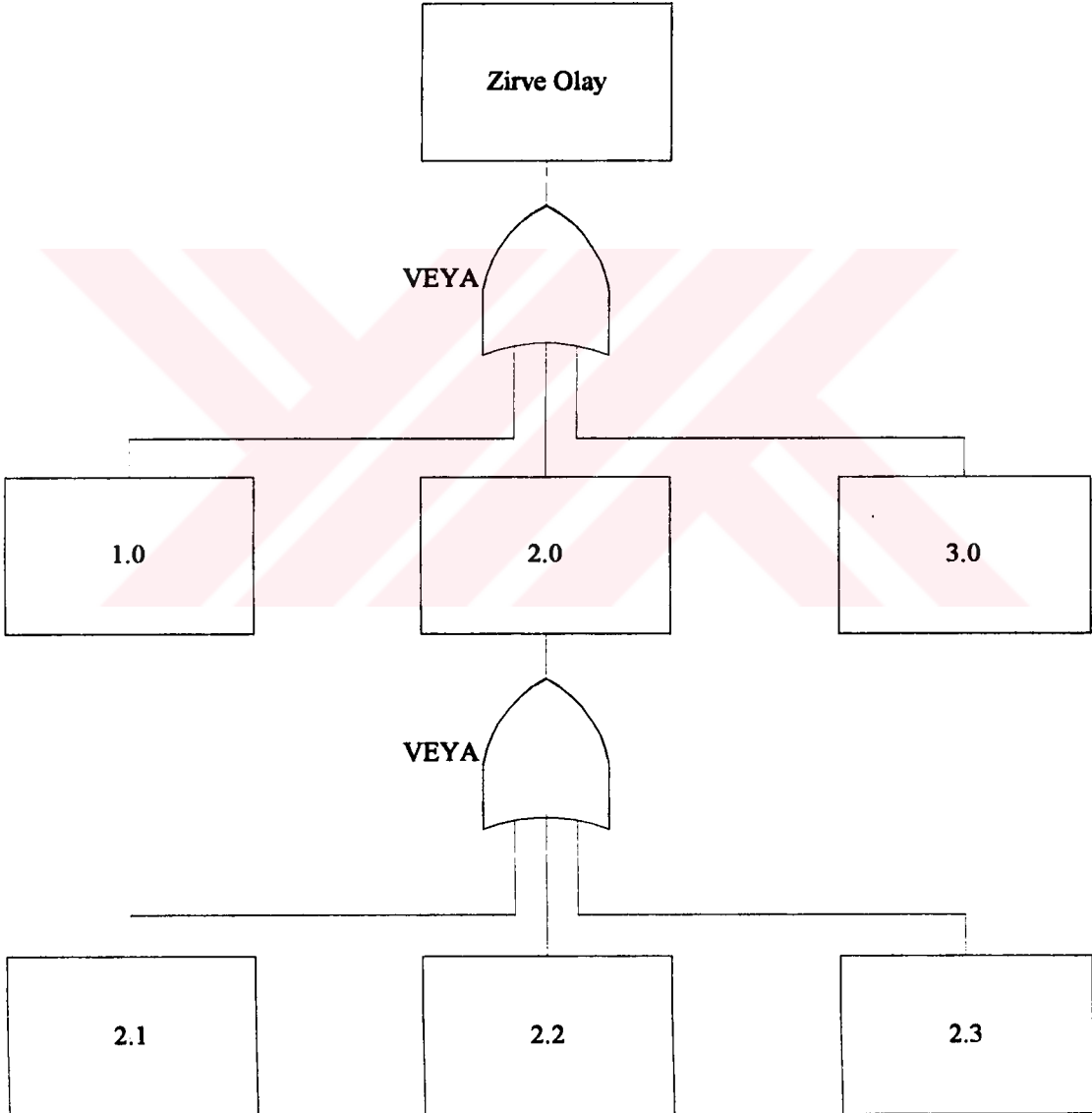
Sayısal sistemde, ağaç diyagramının karışık ve büyük olduğu bir durumda ağaçtaki olaylar numaralandırılır. Aynı şekilde bu sistem, destekleyici döküman ve

analiz kısımlarının numaralandırılmasındada kullanılır. Olayları numaralandırmak basit bir şekilde ardışık veya sıralanmış ondalık sistemde yapılabilmektedir [14].

Zirve Olay

- 1.1 İlk Sıra =İlk sıradaki ilk olay
- 2.1 İkinci Sıra =İkinci sıradaki ilk olay
- 3.1 Üçüncü Sıra = Üçüncü sıradaki ilk olay
- 3.2 Dördüncü Sıra = Üçüncü sıradaki ikinci olay

Basit bir numaralandırma sistemi Şekil 12’de gösterilmiştir [14].



Şekil 6.12 Hata ağacı diyagramında temel sayısal sistem [14].

Kullanılmakta olan benzer bir sistemde olaylara bir transfer sembol (üçgen) altında numara vermektir. Numaralar transfer sembolün alfabetik değerlendirmesi üzerinden başlamalıdır. Bu sistemin alfanümerik gelişimi şu şekildedir [14].

Alfanümerik Olay Değerlendirmesi

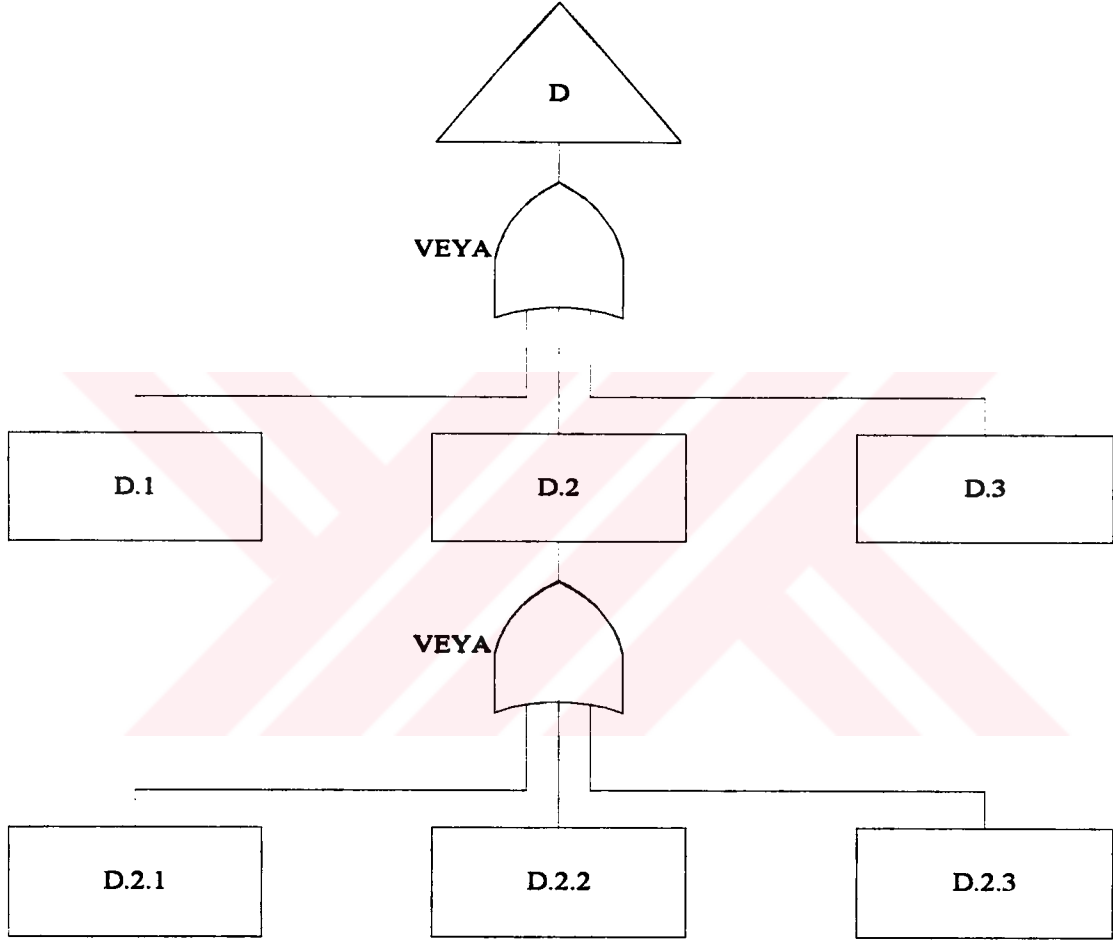
D Transfer 'D'

D.1.1 Transfer 'D'nin ilk alt ardışığı, ilk olay

D.2.1 Transfer 'D'nin ikinci alt ardışığı, ilk olay

D.2.2 Transfer 'D'nin ikinci alt ardışığı, ikinci olay

Transfer sayısal sisteminin bu tipinin bir örneğı Şekil 6.13 'de gösterilmiştir [14].



Şekil 6.13 Hata ağacı diyagramında transfer sayısal sistem [14].

Bu sayısal sembollerin kullanılması hata ağacı analizini yapan kişinin diyagramı oluştururken olayları ve problemleri tanımlamakta yardımcı olurlar. Bu semboller karışık ve kompleks diyagramlarda yararlı olarak kullanılırken daha basit ve küçük diyagramlarda ihtiyaç duyulmazlar [14].

6.4 HATA AĞACI ANALİZİNİN GELİŞİMİ

Hata ağacı analizinde oluşturulan diyagramların gelişimi analizi yapan kişi veya takım tarafından kademe kademe gerçekleştirilir. Bunun içinde diyagramın oluşturulmasına öncelikle ‘zirve olayın’ belirlenmesiyle başlanır. Belirlenen bu zirve olay üzerinden, analizin mantığı çerçevesinde hata ağacı diyagramının, bilgilerinin yararlı bir şekilde kullanılabileceği bir şekilde, dallanıp budaklanması sağlanır.

6.4.1 Hata Ağacı Analizinde Zirve Olayın Tanımlanması

Hata ağacı analizinde zirve olay veya kaybın belirlenmesi, analize başlamanın ilk adımıdır. Zirve olay analizin baş konusudur ve en önemli etki, performans, sakatlık, tahribat veya kaybı ifade etmektedir [14].

Örneğin bir döküm sektöründe herhangi bir şekilde ürün kalitesine etki eden yanlışlıklar, hatalı parametreler veya faktörler vardır. Bu etkilerin ürün kalitesi üzerinde yarattığı tahribat, o ürünün hatası olarak tanımlanır ve bu hata ağacı analizinde zirve olay olarak tanımlanır. Hatayı yaratan parametre, faktör veya yanlışlıklar ise zirve olaya bağlı diğer olaylar yani ‘alt olaylar’dır.

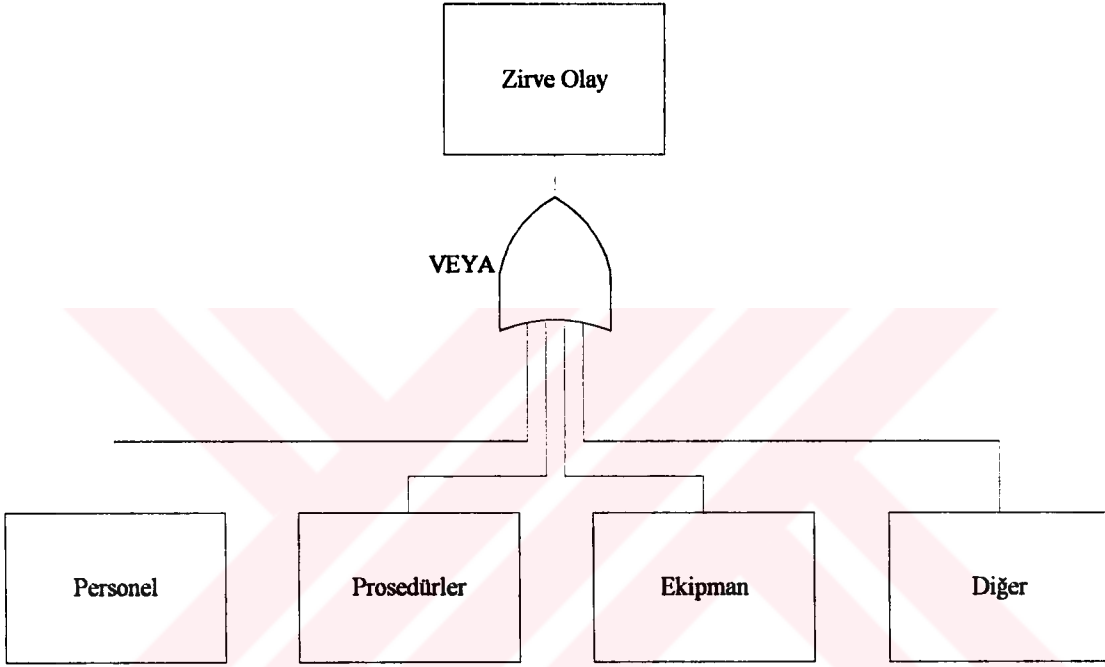
6.4.2 Hata Ağacı Analizinde Diyagramın Yapılandırılması

Hata ağacı analizinde diyagramın yapılandırılması belirlenmiş olan zirve olayın diyagramın en tepesine yerleştirilmesiyle başlar ve diğer olaylar zirve olayı yaratma şekillerine göre ‘VE’ veya ‘VEYA’ mantık kapılarıyla zirve olaya bağlanarak yapılandırma işlemi devam ettirilir [15].

Zirve olayı etkileyen bu diğer olaylar genel olarak prosesle ilgili faktörleri içermektedirler. Yani bu faktörlerin direkt veya endirekt etkisinde gelişen diğer olay veya hatalar sonuç olarak zirve olayı oluşturmaktadır. Hata ağacı analizi diyagramı yapılandırılırken, bu aşamada yani zirve olay belirlendikten sonra etkili olduğu düşünülen faktörler diyagrama yerleştirilmek üzere listelenir. Alt olayların içerdiği faktörler şunlardır [14];

- Personel
- Malzeme veya ekipman
- Prosedürler
- Diğer

Genel olarak temel bir hata ağacı analizi diyagramı, bu faktörlerin etkisindeki zirve olayı içermektedir. Şekil 6.14’de temel ve basit bir yapıdaki hata ağacı analizi diyagramındaki ana hatayı (zirve olay) oluşturan faktörlerin etkisi gösterilmiştir [14].



Şekil 6.14 Basit bir hata ağacı analizi diyagramında temel faktörler [14].

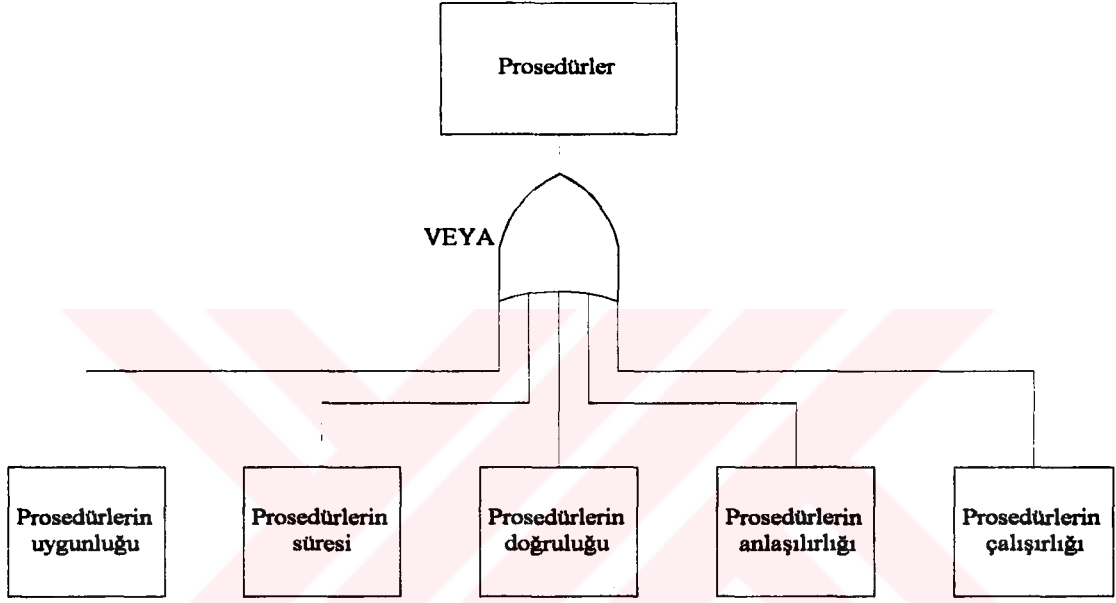
Ancak hata ağacı analizi diyagramlarının tamamı bu kadar basit değildir, bu faktörlere bağlı alt faktörlerde büyük ve kompleks yapıdaki diyagramlarda mevcuttur.

Diyagramın yapılandırılmasında bundan sonraki aşama, yani personel, malzeme veya ekipman, prosedürler ve diğer faktörler gibi ikinci aşama faktörlerin belirlenmesinden sonra, bu ikinci aşama faktörlerin bağlı bulunduğu üçüncü aşama faktörlerin belirlenmesidir [14].

Örneğin ikinci aşama faktörlerden prosedürleri oluşturması muhtemel sebepler belirlenip listelendikten sonra, diyagramda prosedürlerin altına etki değerlendirmelerine göre faktör (parametre) durumunda 'VE' veya 'VEYA' mantık kapılarıyla bağlı olarak yerleştirilir. Prosedürleri oluşturması muhtemel sebepler şunlar olabilir [14].

- Prosedürlerin uygun olmayışı
- Prosedürlerin süresinin geçmiş olması
- Prosedürlerin doğru veya gözden geçirilmiş olmaması
- Prosedürlerin anlaşılır olmaması
- Prosedürlerin çalışır durumda olmaması

Prosedürleri oluşturan sebeplerin üçüncü aşama faktörleri olarak hata ağacı analizi diyagramındaki yerleşimi Şekil 6.15’da gösterilmiştir.

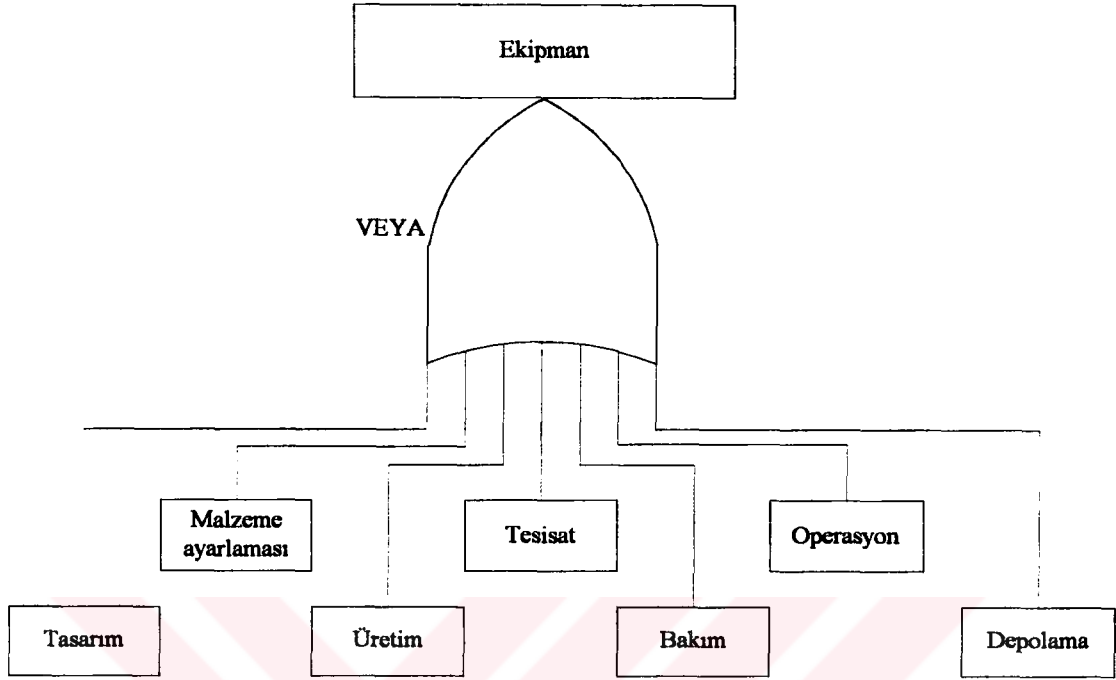


Şekil 6.15 Hata ağacı analizinde prosedürlere bağlı üçüncü aşama faktörler [14].

Benzer şekilde ikinci aşama faktörlerden malzeme veya ekipmanları oluşturması muhtemel sebepler belirlenip listelendikten sonra, diyagramda malzeme veya ekipmanların altına etki değerlendirmelerine göre faktör (parametre) durumunda ‘VE’ veya ‘VEYA’ mantık kapılarıyla bağlı olarak yerleştirilir. Malzeme veya ekipmanları oluşturması muhtemel sebepler şunlar olabilir [14].

- Uygun olmayan bir tasarım
- Uygun olmayan bir malzeme ayarlaması
- Uygun olmayan bir üretim
- Uygun olmayan bir tesisat
- Uygun olmayan bir bakım
- Uygun olmayan bir operasyon
- Uygun olmayan bir depolama

Malzeme veya ekipmanları oluşturan sebeplerin üçüncü aşama faktörleri olarak hata ağacı analizi diyagramındaki yerleşimi Şekil 6.16'de gösterilmiştir.

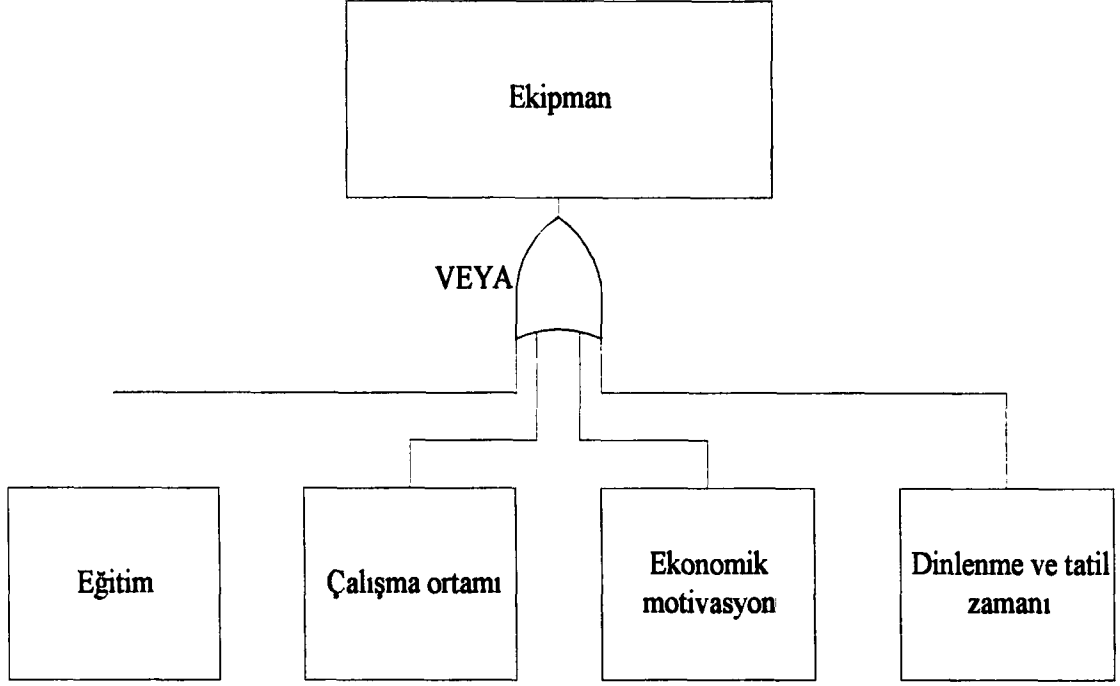


Şekil 6.16 Hata ağacı analizinde ekipmana bağlı üçüncü aşama faktörler [14].

İkinci aşama faktörlerden bir tanesinde personelle ilgili olandır. Personel faktörünü yaratacak muhtemel sebeplerde diğer ikinci aşama faktörlerin sebepleri gibi belirlenip listelendikten sonra, öncelikle 3. aşama faktörü durumuna dönüştürülüp diyagramda personelin altına etki değerlendirmelerine göre 'VE' veya 'VEYA' mantık kapılarıyla bağlı olarak yerleştirilir. Personel 2. aşama faktörünü oluşturması muhtemel sebepler şunlar olabilir [14].

- Personelin eğitimsizliği
- Çalışma ortamının personele olan olumsuz etkileri
- Personelin ekonomik gücünün yetersizliği
- Personelin dinlenme ve tatil zamanının yetersizliği

Personeli oluşturan sebeplerin üçüncü aşama faktörleri olarak hata ağacı analizi diyagramındaki yerleşimi Şekil 6.17'de gösterilmiştir.



Şekil 6.17 Hata ağacı analizinde personele bağlı üçüncü aşama faktörler [14].

6.5 HATA AĞACI ANALİZİNİN TAMAMLANMASI

Hata ağacı analizi diyagramları gelişimi, diyagramın tüm alt faktörlere kadar oluşturulmuş olmasıyla tamamlanır. Bununla birlikte bu kompleks yapıdaki diyagramın elde edilmesi, analizinde tamamıyla bitirildiği anlamına gelmez [14,15].

Bundan sonra yapılacak olan iş diyagramının onaylanması ve gerektiği ölçülerde değiştirilmesidir. Ancak bu takdirde hata ağacı analizi tamamlanmış yani diyagram yararlanılabilir ve kullanılabilir duruma getirilmiş olur [14].

6.5.1 Hata Ağacı Analizinin Onaylanması

Hata ağacı analizi diyagramının geliştirilmesinden sonraki adım, hata ağacı analizinin onaylanmasıdır. Bu aşamaya gelene kadar yapılanlardan çıkarılacak bilgilerle olay veya kaybın öncelikle kesin bir tanımlaması yapılabilir ve bu olay veya kaybı yaratıcı sebeplerle, bağlı parametreler ortaya konarak ağaç diyagramına yerleştirilir [14].

Bir hata ağacı analizi diyagramının yararlı bir şekilde kullanılacağından emin olmak için öncelikle diyagramdaki bilgilerin doğru ve sağlam nedenlere dayalı bir şekilde oluşturulduğunun tartışılması gerekmektedir.

Bir beyin fırtınasının etkisiyle hata ağacı analizini yapan takımın oluşturmuş olduğu sebepler, alt sebepler veya bağlı faktör ve parametreler daha henüz belirlenip diyagrama yerleştirme aşamasında bile oldukça tartışılır ve asıl olayı etkilediğine kanaat getirilir. Ancak hata ağacı analizi diyagramındaki bu ikinci veya üçüncü derece faktörlerin gerçekten etkinliğine emin olmak bu kadarla da yetmez. Diyagram gelişimi tamamlanmış olduktan sonra şu iki soru ortaya atılmalıdır [14];

1. Listelenmiş faktörler olayın veya problemin oluşabilirliğini gerçekten ortaya koyabilir mi?
2. Herbir faktör veya alt faktör gerçekler tarafından veya bir başka deyişle akla mantığa uygunluk açısından ortaya konabilir mi?

Hata ağacı analizi diyagramının onaylanmasında bu iki soru ortaya atıldıktan sonra, tüm ikinci veya üçüncü derece ve hatta daha alt faktörler için ayrı ayrı sorulmalı ve faktörlerin bu sorulardaki gerekleri taşıyıp taşımadığından emin olunmalıdır. Bu takdirde diyagramın doğruluğuna ve etkinliğine karar verilebilir.

Onaylanma işleminden geçirilmiş bir hata ağacı analizi diyagramı kullanım aşamasında, parametrelerin işaret ettiği bilgilerden yararlanma gerektiği durumlarda daha fazla güven verir.

6.5.2 Hata Ağacı Analizinin Modifiye Edilmesi

Hata Ağacı Analizi diyagramlarının onaylanması için gözden geçirilmesi ve yeniden tetkik edilmesi aşamasında faktörlerin yetersizliği, kimi faktörlerin fazlalığı veya yanlış yerleştirilmiş olmalarına kanaat getirilebilir.

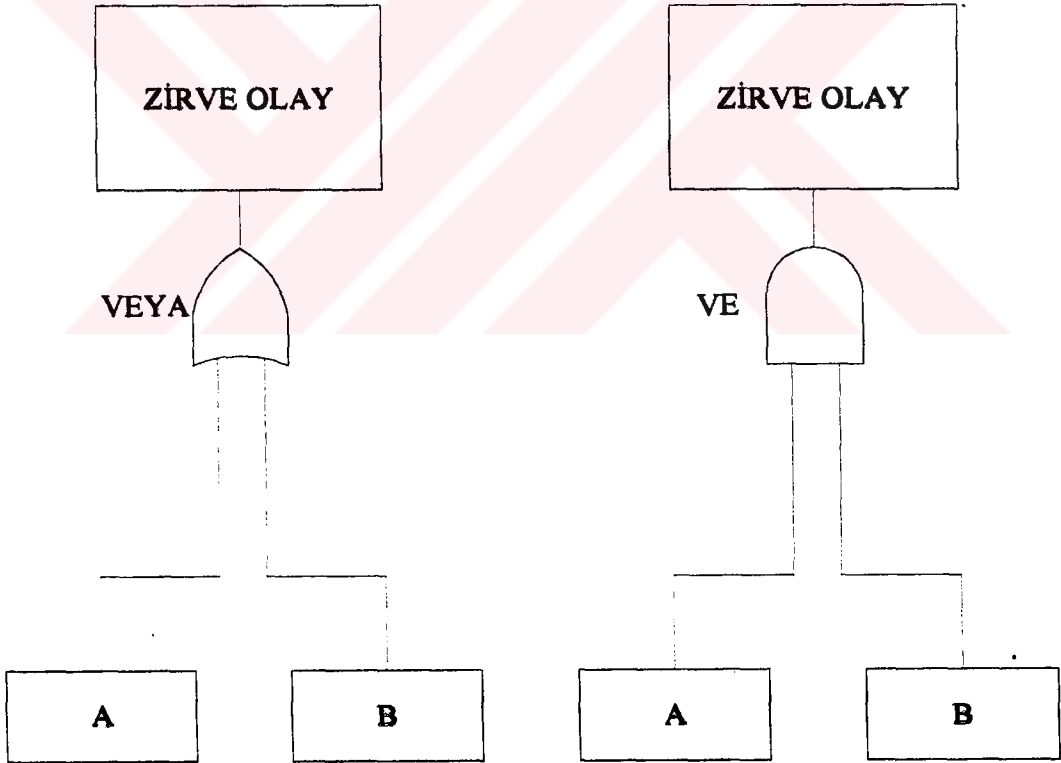
Diyagramın eksik veya yanlış olarak hazırlanmış olduğu düşünüldüğü bir durumda analize onay verilmesi mümkün değildir. Bu durumda analizi gerçekleştiren takım elamanları, analizde gerekli gördükleri ölçüde değişiklik yaparak hata ağacı analizi diyagramını modifiye ederler. Ancak doğru şekilde modifiye edilmiş bir diyagram takım üyeleri tarafından onay alabilir.

6.5.3 Hata Ağacı Analizinde Faktörlerin Olasılık Değerlendirmeleri

Hata Ağacı Analizinde, diyagrama faktörler yerleştirilip diyagram gerekli onayı aldıktan sonra bu faktörlerin zirve olayı oluşturma olasılıkları hesaplanabilir.

Bu olasılıkların belirlenmesi olasılık mantığında bulunan basit bir hesaba dayanmaktadır. Bu hesaplamada faktörlerin zirve olayı oluşturma olasılıkları, tamamıyla üst faktörlerin alt faktörlere 'VE' ve 'VEYA' mantık kapılarından hangisiyle ilişkilendirilmiş olduğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir [15,16].

Şekil 6.18'de de görüldüğü gibi olasılığın temelinde olaylardan herhangi bir tanesinin gelişmesinin yeterliliği durumunda yani 'VEYA' kapısının varlığında zirve olayın gerçekleşmesi daha yüksek ihtimaldir. Oysaki tüm alt olayların gerçekleşmesi ile ancak üst olayın gerçekleşmesinin mümkün olduğu durumlarda yani 'VE' kapısının varlığında zirve olayın gerçekleşmesi oldukça zordur.



$$P(\text{Zirve Olay})=P(A \text{ Veya } B)=P(A)+P(B)$$

$$P(\text{Zirve Olay})=P(A \text{ Ve } B)=P(A) \times P(B)$$

Şekil 6.18 HAA'da temel olasılık değerlendirimi [15].

Olasılık değerlendiriminde, ‘VEYA’ kapısının altındaki faktörler toplamaları oranında zirve olayı yaratabilme yeteneğine sahiptirler. Yani A ve B’nin oluşma ihtimalleri toplamı zirve olayı oluşturur. Örneğin A ve B’nin her birinin oluşma olasılığı ayrı ayrı % 25 yani $1/4$ ise zirve olayın oluşma olasılığı bunların toplamı % 50 veya $2/4$ olur. Bununla birlikte ‘VE’ kapısının altındaki faktörler çarpımları oranında zirve olayı yaratabilme yeteneğine sahiptirler. Yani A ve B’nin oluşma ihtimalleri çarpımı zirve olayı oluşturur. Örneğin A ve B’nin her birinin oluşma olasılığı ayrı ayrı % 50 yani $1/2$ ise zirve olayın oluşma olasılığı bunların çarpımı % 25 veya $1/4$ olur.

Genel olarak hata ağacı analizi diyagramında zirve olay belirlendikten sonra bu hesaplama, zirve olayın ihtimali % 100 veya 1 olarak kabul edildikten sonra faktörlerin ve alt faktörlerin ‘VE’ ve ‘VEYA’ mantık kapıları için kullanılan formüller yardımıyla olasılık değerlendirmesi yapılır. Bu şekilde zirve olayı alt faktörlerden hangilerinin daha fazla etkilediği görülebilir.

6.6 HATA AĞACI ANALİZİNİN KULLANILDIĞI ORTAMLAR

Hata ağacı analizi kalite güvencesi çerçevesinde mümkün olduğunca en az hatanın hedeflendiği ortamlarda faydalı bir kalite tekniği olarak kullanılabilir. Bu ağaç diyagramları faktörlerin belirlenmesiyle deney tasarımında tanımlanması gerekli olan gürültü faktörleri yada kontrol faktörleri gibi faktörlerin sınıflandırılmasında yardımcı olurlar [16].

Bununla birlikte önemli bir konu hata ağacı analizine ne zaman başvurulacağıdır. Hata ağacı analizi kesinlikle proses tamamlandıktan, olaylar ve kayıplar ortaya çıktıktan sonra olayın sebeplerini araştırmak amacıyla uygulanmaz.

Hata ağacı analizinin işlevi, prosesle ilgili herhangi birşey yapmadan önce başlar. Bu aşamada ilk olarak hata ağacı analizinin uygulanacağı oluşması muhtemel olay veya kayıp belirlenir. Bu muhtemel kayıp zirve olay olarak kabul edilir ve bu çerçevede analiz uygulanır. Uygulanan analiz dökümanته edilerek, özellikle o olay veya kaybın oluşacağı düşünülen muhtemel durumlarda, bilgilerinden yararlanır.

Bu tanımlamadan anlaşılabilceği gibi aslında hata ağacı analizi, kılçık diyagramı gibi bir öğretilir. Meydana gelmiş olay veya kayıpların nedenini araştırmak yerine, bu olay veya kayıpların oluşmasına sebep olabilecek parametreleri zirve olayı

oluşturabilme glerine göre ortaya koyar ve bu analizi gerçekleştiren veya analizden yararlanmak isteyen kişilere beklenen olay veya kaybın oluşmaması doğrultusunda prosesle ilgili dikkat ve kontrol noktalarını işaret eder.



BÖLÜM 7

OLASI HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ VE HATA AĞACI ANALİZİ TEKNİKLERİNİN ORTA ÖLÇEKLİ BİR BASINÇLI DÖKÜM FABRİKASINA UYGULANMASI

7.1 UYGULAMANIN YAPILDIĞI FİRMANIN TANITILMASI

Aslar Pres Döküm A.Ş. alüminyum ve alaşımları üzerine üretim yapan orta ölçekli bir basınçlı döküm fabrikasıdır ve yaptıkları üretimle yurt içi ve yurt dışında otomotiv ve beyaz eşya sanayine yan sanayi olarak hizmet veren bir kuruluştur.

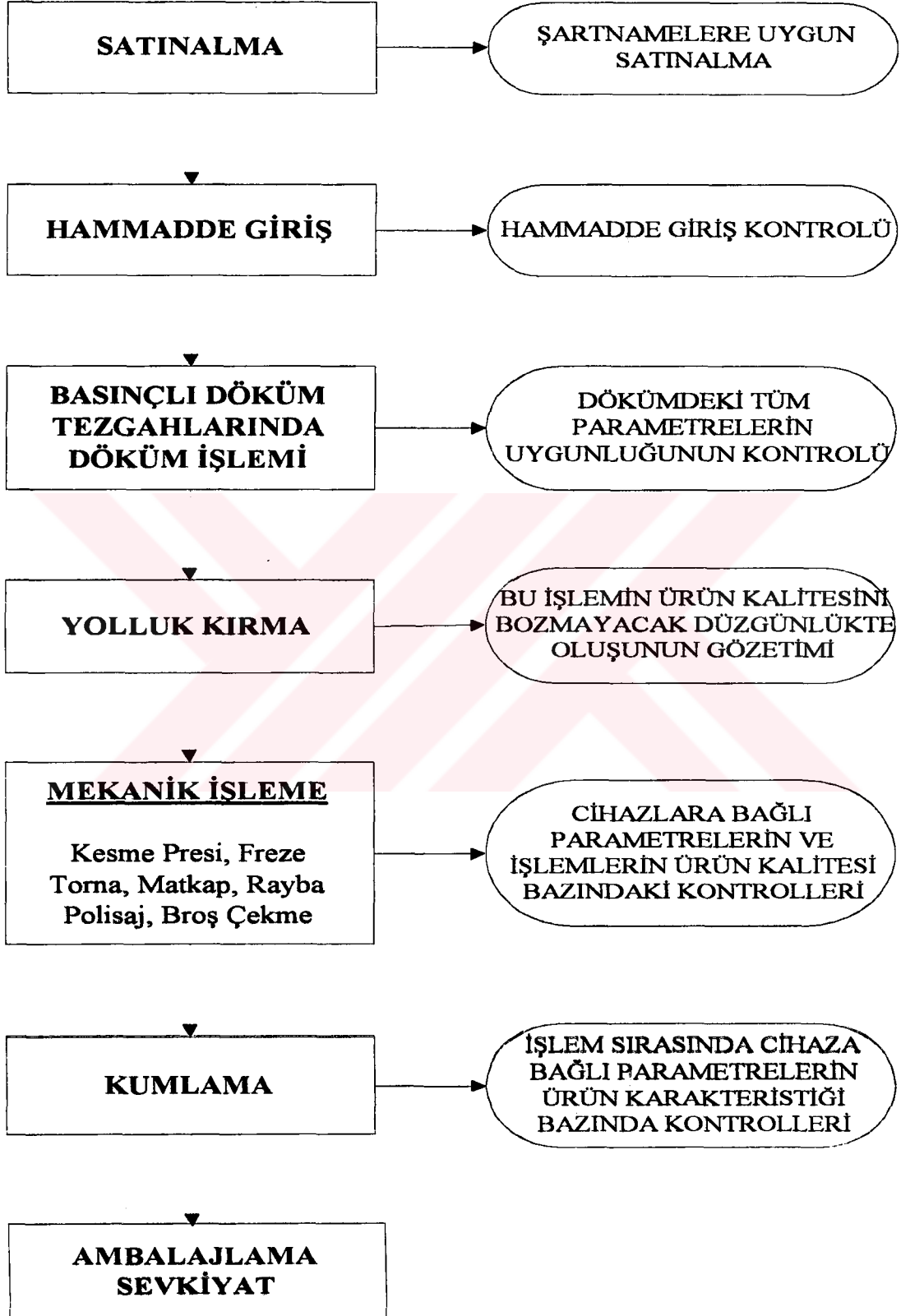
Aslar Pres kalite denetim sisteminin güvencesi altında, alüminyum enjeksiyon döküm atölyesinde üretimi gerçekleştirilen ürünler sözleşme şartlarına göre müşterinin isteği doğrultusunda ya ek bir işleme prosesi yapılarak ya da döküm sonrası hiç bir işlem yapmadan müşteriye sevk edilir.

İç piyasanın yanı sıra, dış piyasalar da açılmış olan Aslar Pres A.Ş., yurt dışında da AEG, BOSCH gibi büyük kuruluşlarla iyi ticari ilişkiler içersindedir. Yurt içersinde ise, AUER, ELBO, HEMA, OTOSAN, ARÇELİK, ve VALEO gibi önemli müşterilere sahiptir.

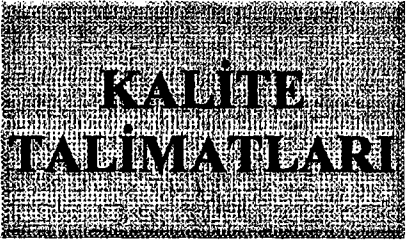
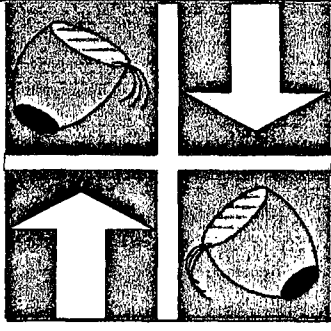
Aslar Pres'in Kalite Politikası anlayışında, enjeksiyon pres döküm sektöründe, yurt içinde olduğu gibi uluslararası pazarda da güçlü, istikrarlı ve aranılan bir firma hüviyetine sahip bir kuruluş olmak vardır.

Şirketin Kalite Politikasının gerçekleşmesi için belirledikleri kalite hedefleri arasındaki ana hedef tam müşteri tatminini sağlamaktır. Şirket bu yoldada tüm kalite faaliyetlerine önem vermekte ve firma bünyesinde hatasız üretim gerçekleştirmek amacıyla etkin bir çalışma yapılmaktadır.

7.2 FİRMANIN ÜRETİM AKIŞ VE KALİTE PLANI



Şekil 7.1 Üretim akış şeması ve kalite planı

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	--

PRES DÖKÜM TALİMATI

BÖLÜM :

Üretim Bölümü (Dökümhane)

KONU :

Pres döküm işlemi sırasında dikkat edilecek hususlar.

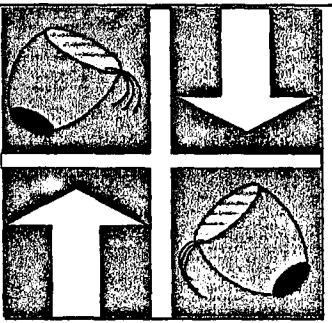
TALİMAT :

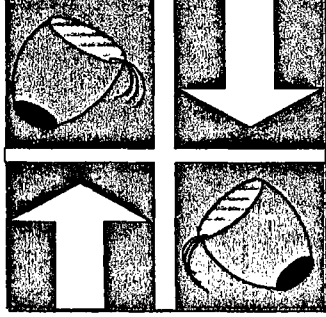
1. Kalıp sıcaklığının Alüminyum dökümlerde 180-250 °C olmasına ve ısıtma esnasında maçaların ve pimlerin fazla ısıtılmamasına dikkat edilmelidir.
2. Döküm işlemine başlarken 8-10 vuruş azot ve basma ventili açılmadan yapılmalıdır. Bu aynı zamanda kalıp sıcaklığının normal ısıya gelmesine yardımcı olur.
3. Makina mengene veya kalıp kapanma ayarlarının iyi yapılması gerekmektedir.
4. Kalıp geri çekicili, hidrolikli ise sviçlerin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
5. Döküm esnasında kalıpların yalnızca gerekli görülen yerlerinin yağlanması gerekir.
6. Bu yağlamadan sonra yağların kalıptan ayrılması ve dökülen mamül parçanın yüzeyinin temiz çıkması için hava tutmak suretiyle bu yağlar kalıptan temizlenir ve böylece kalıp soğutulmuş olur.
7. Yeni dökümü yapılan parçaların ilk numune baskıları, Kalite Kontrol tarafından kontrol ettirilip okey alındıktan sonra üretime başlanması gerekir.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	11	01/10/1997

A

Sekil 7.2 Firmada kullanılan talimat prosedür ve formlar

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.	KALİTE TALİMATLARI			
8. Kalıplarda mal kaldığı zaman yetkiliye (kalıp bakım-onarım) haber verilmelidir. 9. Makinanın yağ ve azot seviyeleri kontrol edilmelidir. 10. Piston ve kalıbın soğutma suları bağlanmalı ve kalıp ısındıktan sonra açılmalıdır. 11. Döküm esnasında kalıba ve makina kızaklarına çapak yaptırılmamasına dikkat edilmelidir. 12. Ergimiş metal sıcaklığının Alüminyum için 660 °C 10 °C ve Zamak için 440 °C 10 °C olmasına dikkat edilmelidir. 13. Makina veya kalıpla ilgili herhangi bir problem yaşandığında yetkili amire haber verilmelidir. SORUMLULUKLAR : Dökümhane Amiri ve ilgili döküm operatörleri. ARŞİV : Pres Döküm Talimatı, üretim bölümünde (dökümhane prosesi) muhafaza edilir.				
HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	12	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	--

YOLLUK KIRMA TALİMATI

BÖLÜM :

Dökümhane Prosesi

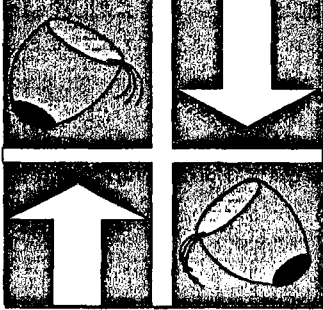
KONU :

Yolluk Kırma işlemi esnasında dikkat edilecek hususlar.

TALİMAT :

1. Dökümhanede döküm işlemi tamamlanmış ve yollukları kırılmak üzere gelen parçalar "yeşil araba" üzerinde değil ise kesinlikle yollukları kırılmayacaktır.
2. Yolluk Kırma esnasında çıkan yolluklar ve hava cepleri kesinlikle "kırmızı arabalara" konulacaktır.
3. Kesme Presi mevcut ise parça kesinlikle işleme prosesinde kesme presinde kırılacaktır.
4. Dökümhaneden gelen parçalar günlük olarak kırılıp farklı günler birbirleriyle kesinlikle karıştırılmayacaktır.
5. Yolluk kırılma esnasında görsel döküm hataları kontrol edilecektir ve sakat olarak ayıklanmış parçalar "kırmızı red kasalarına" atılacaktır.
6. Yolluklar parçalara zarar vermeyecek şekilde kırılacaktır ve yardımcı araç olarak Alüminyumdan daha yumuşak malzemeler kullanılacaktır.
7. Yollukların kırılması esnasında mümkün olduğunca aparat kullanılmalıdır.

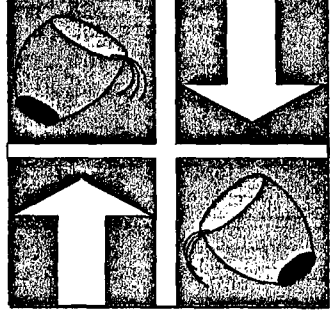
HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	12	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

SORUMLULUKLAR :
Dökümhane Amiri ve ilgili çalışanlar.

ARŞİV :
Yolluk Kırma Talimatı, Üretim Bölümünde (Dökümhane Prosesi) muhafaza edilir.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	13	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

İŞLEME TALİMATI

BÖLÜM :

Üretim Bölümü (İşleme Prosesi)

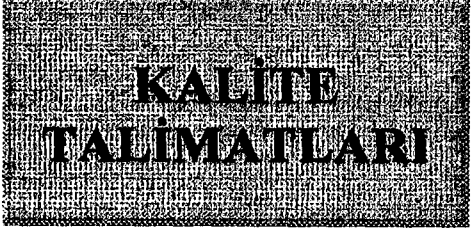
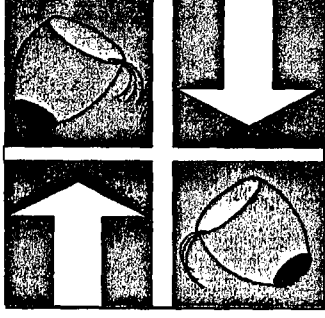
KONU :

İşleme operasyonları sırasında dikket edilecek hususlar

TALİMAT :

1. İşlenecek parçanın işlenmesi yapılmadan önce işlemin yapılacağı tezgahın tüm işlevlerinin kontrolü yapılacak ve masterlar ve komparatörlerle kontrolü yapıldıktan sonra üretime geçilecektir.
2. Parçalar işlenmeden önce parçaların tüm çapaklardan temizlenmiş olarak işlenip operasyonu tamamlanacaktır.
3. İşlemi gerçekleştirilmiş ilk parçalar Kalite Kontrol sorumlusundan onay aldıktan sonra seri üretime geçilmelidir.
4. İşleme termin zamanına göre işlemdeki parçaların durumları incelenecektir.
5. Tüm işlemler operasyon talimatlarına göre yapılacaktır.
6. İşlenmiş ya da işlenmeye hazır parçaların istiflenmesi sırasında parçalara zarar verilmemesi sağlanmalıdır.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	14	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	--

7. Operasyon sırasında kullanılacak tüm kesici takımlar proseslere uygun olarak hazırlanacaktır.
8. Bağlama aparatı olmadan veya parça sıkıca sabitlenmeden işlem kesinlikle yapılmayacaktır.
9. Operasyonlar esnasında tüm koruyucu önlemler alınacaktır. Bir eksiklik varsa proses şefi uyarılarak eksiklik giderildikten sonra operasyona devam edilmelidir.
10. Ölçü ve kontrol aletlerinin korunmaları için gerekli ortam sağlanmalıdır.

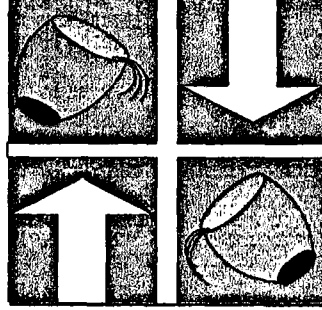
SORUMLULUKLAR :

İşleme Amiri ve ilgili operatörler.

ARŞİV :

İşleme Talimatı, Üretim Bölümünde (İşleme Prosesi) muhafaza edilir.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	15	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	--

HATA ANALİZİ UYGULAMA TALİMATI

BÖLÜM :

Kalite Güvence

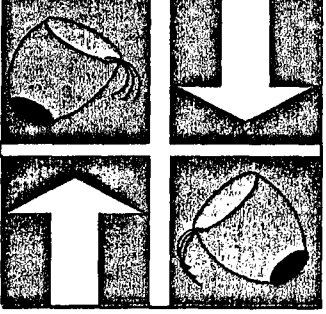
KONU :

Üretilmiş olan uygunsuz parçaların hata türlerinin ve sebeplerinin belirlenmesinde izlenecek adımlar.

TALİMAT :

- Hata Analizi Üretim esnasında hatalı üretim sonucu ayrılmış olan uygunsuz ürünler ilk olarak Çetele Diyagramına göre hataların yerleri ve miktarları belirlenir.
- Pareto Analizi yardımıyla en önemli ilk üç problem belirlenir.
- En önemli hata türleri FMEA kullanılarak yapılan iyileştirme çalışmalarının başarısı yorumlanır.
- Gerekiyorsa, Kontrol Planı tekrar gözden geçirilerek yeniden revize edilir.
- Sonuçlar spesifikasyonlar doğrultusunda olduğunda seri üretime devam edilir.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	19	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

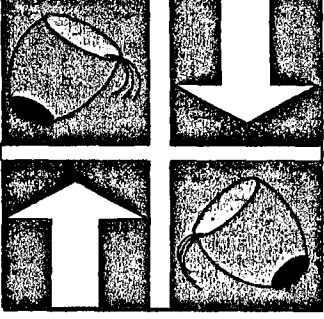
SORUMLULUKLAR :

Kalite Güvence Bölümü, Hata Analizi çalışmalarının yürütülmesinden ve elde edilen verilerin dosyalanıp muhafaza edilmesinden ve değerlendirilmesinden sorumludur. Hatalarla ilgili birimler ise, söz konusu hatalarla ilgili gerekli tedbirleri almaktan ve Kalite Güvence Bölümü sonuçları ilgili birimlere bildirmekten sorumludur.

ARŞİV :

Bu talimatta kullanılan bütün yardımcı Kalite Araçları ve Hata Analizi Raporları Kalite Güvence Bölümünde muhafaza edilir. İlgili birimler Kalite Güvence Bölümünün hazırladığı raporu muhafaza eder.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	20	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ (F.M.E.A.) KULLANIM TALİMATI

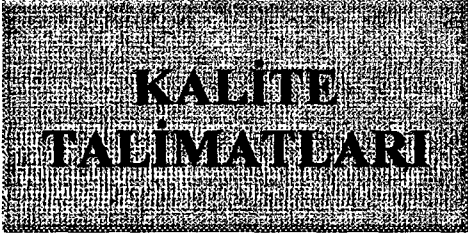
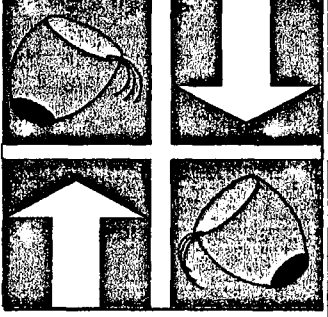
BÖLÜM :

Kalite Güvence Bölümü

KONU :

Hata Analizi yaparken kullanılan FMEA Kalite Yönetim Tekniğinin hangi amaçlar için nasıl kullanılacağına tanımlanması.

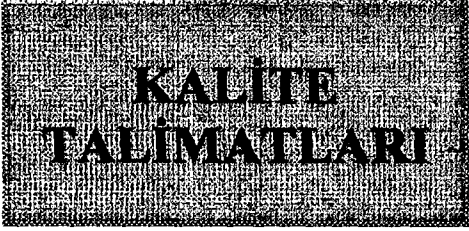
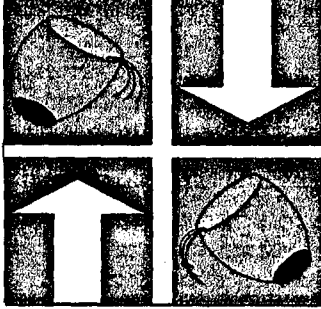
HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	21	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

TALİMAT :

Pareto Analizi yardımıyla belirlenmiş olan en önemli hatalar Üretim, Kalite Güvence ve amirlerin katıldığı Kalite toplantısında FMEA formundaki hata türleri, bu hataların sebepleri ve etkileri uygun kolonlara yazılarak bütün sebeplerin Risk Öncelik Göstergeleri (RÖG) FMEA formunda verilmiş olan “Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik” değerlendirme rakamlarına göre hesaplanır ve elde edilen RÖG değeri Aslar Pres için önceden belirlemiş olduğumuz limit değerini (50) aşmış ise düzeltici önlemlere geçilir. Düzeltici önlemlerde problemle ilgili birim sorumluları, tamamlanma tarihi belirlenir ve iyileştirilen koşullar işlem sonrası tekrardan değerlendirilerek RÖG yeniden hesaplanır. Eğer iyileştirme sonrası hesaplanan RÖG değeri iyileştirme öncesi RÖG değerinden düşükse yapılan iyileştirme başarılı olmuştur. Bu değer ne kadar düşükse yapılan iyileştirme o kadar başarılıdır. Önerilen iyileştirme Kontrol Planlarında bir değişikliğe sebep olacaksa gerekli değişiklikler yapıp eskileri iptal edilmelidir.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	22	01/10/1997

ASLAR PRES DÖKÜM SAN. ve TİC. A.Ş.		
---	---	---

SORUMLULUKLAR :

FMEA yürütülmesi çalışmalarına Kalite Güvence, Üretim Müdürü ve Amirleri ile istenirse üretim sorumluları ile Genel Müdürü katılmakla sorumludur.

ARŞİV :

FMEA formunu Kalite Güvence Bölümü muhafaza eder. Formda belirlenmiş olan sorumlular önerilen iyileştirmeleri verilen terminde yapmakla yükümlüdür.

EK :

FMEA formu.

HAZIRLAYAN	ONAY	REVİZYON	SAYFA	TARİH
LEVENT KÖSOĞLU	CELAL BEKTAŞ	C	23	01/10/1997

7.3 BASINÇLI DÖKÜM PROSESİNDE YAYGIN OLARAK GÖRÜLEN BAŞLICA HATALAR VE HATA SEBEPLERİ

Dökümün çabuk katılaşması ince taneli bir yapının elde edilmesine sebep olur. Ancak çabuk katılaşma dökümün özellikle ani boyut değişiminin var olduğu yerlerde gerilim meydana gelmesine sebep olur. Bu gerilimler genelde dökümün güçlü kabuğu tarafından kontrol altında tutulurken bazen bu gerilimler kendilerini yüzeyde çatlaklar şeklinde gösterir. Özellikle bu çatlaklar parça işlemeye girdiğinde ortaya çıkar. Döküm parçasındaki iç gerilimleri azaltmanın yolu parçanın normalizasyon tavlamasına sokulmasıdır. Ancak bu şekilde normalleştirme, parçada mukavemetin düşmesine sebep olur. Basınçlı dökümde sıklıkla görülen hata tipleri aşağıda açıklanmıştır [1,2].

a) Çekme boşlukları:

Kalıp içersindeki sıvı metalin katılaşmadan kalıp kanallarındaki metalin katılaşması ve böylece kalıptaki sıvı metalin beslenememesinden kaynaklanır [2].

b) Gaz boşlukları:

Basınçlı dökümlerde rastlanan olumsuz olaylardan biridir. Çekme boşlukları düzensiz ve pürüzlü oldukları halde gaz boşlukları yuvarlak ve düzgündür. Bunların sebebi sıvı metal içersindeki gaz ve buharların döküm esnasında açığa çıkmalarıdır [2].

c) Tabakalaşma:

Basınçlı dökümlerde tabakalaşma bileşimleri farklı iç ve dış metal tabakalarının oluşumudur. Dış tabaka düşük sıcaklıkta iç tabaka ise yüksek sıcaklıkta katılaşmaktadır. Tabakalaşma parçanın kesit kalınlığına ve soğumanın parçaya nüfuz derecesine bağlıdır. Döküm sırasında ilk oluşan kristallerin dökümün besleyicisinde birikmesiyle, asıl döküm boşluğuna akan metalin farklı bileşimde olması meydana gelir. Bileşimdeki bozukluk katılaşma sırasında difüzyonla dengelenebilir. Fakat difüzyon zaman aldığından, katılaşmada konsantrasyon gradyanları yer alır [2].

d) Çekme çatlama:

Dökümde katılaşma sırasında oluşan gerilimlerin kendini çekme çatlama olarak göstermesidir. Katılaşma sonrası, maçaların metalle temas halinin devam etmesiyle birlikte metalde yüksek bir gerilim oluşur ve buda çekme çatlama yol açar. Bundan dolayı maçalar zamanında parçadan ayrılmalıdır [2].

e) Gözeneklilik:

Dökülen metalin yapısında ve özellikle yüzeye yakın bölgesinde oluşan oksit ve gazların oluşturduğu boşluklu bir dökümdür. Aynı şekilde metalin kalıptaki yağlarla teması gözenekliliğe sebep olur. Gözeneklilik parçada sonradan giderilebilecek bir kusur değildir, dolayısıyla bu tip gözenekli parçalar hurdaya ayrılır [2].

f) Akış çizgileri:

Yeterince ergimiş bir sıvı metalin kalıp içersinde, ayrılan akışların karşılaştıklarında soğumuş olmasıyla meydana gelen bir hata çeşididir. Parça yüzeyinde derin çizgiler şeklinde kendini gösterir. Kalıp sıcaklığının arttırılmasıyla bu hatanın önüne geçilebilir. Çoğunlukla kurşun esaslı alaşımlarda görülen bu hata özellikle alüminyum ve bakır gibi yüksek ergime noktalı alaşımlarda ısıl şoktan meydana gelen kılcal çatlaklar meydana gelir [2].

g) Pullanma:

Kalıba gelen sıcak metalin içerde soğuk bir metal tabakasıyla karşılaşması sonucu döküm yüzeyinde pul pul tabakalar oluşur. Oluşan bu pullar dökümün yüzeyine sıkıca bağlı değildir ve kolayca soyulabilir. Pullanma sıvı ergimiş metalin kalıba ilk girerken kalıbın soğuk duvarlarıyla temas etmesiyle katılaşması ve sonradan gelen ergimiş metalin katılaşmış bu tabakayla teması sonucu oluşabilir [2].

h) Sert noktalar:

Özellikle alüminyumda görülen ergimiş metalle birlikte, metalik olan veya metalik olmayan partiküllerin döküm boşluğuna girmesi ve dökümün yapısına yerleşmesidir. Böylece döküm yüzeyinde sert noktalar meydana gelerek parçanın mukavemetini düşürür. Daha sonra oluşan bu sert noktalar kendini işleme sırasında göstererek parçanın kırılmasına ve kolayca dağılmasına sebep olur [2].

ı) Yüzey çöküntüleri:

Ergimiş metalin kalıp içerisinde farklı sıcaklıklara maruz kalmasıyla oluşur. Bu olay kalıp yüzeyi sıcaklığının kısmi farklılıklar göstermesiyle olur. Sıcak bölgelerle temas eden ergimiş metal katılaşmaz ve sıcak kalırken soğuk duvarla temas eden bölge katılaşır. Zamanla sıcak bölgelerin bulunduğu yerdeki metalde katılaşarak bir çekilme gösterecek ve bu bölgelerde çöküntüler meydana gelecektir. Bu durumda parçaya uygulanabilecek herhangi bir tedavi yoktur ve parça hurdaya ayrılır. Ancak iyi bir kontrol sistemiyle hata oluşmadan önlenabilir [2].

i) Soğuk kaynamış bölgeler:

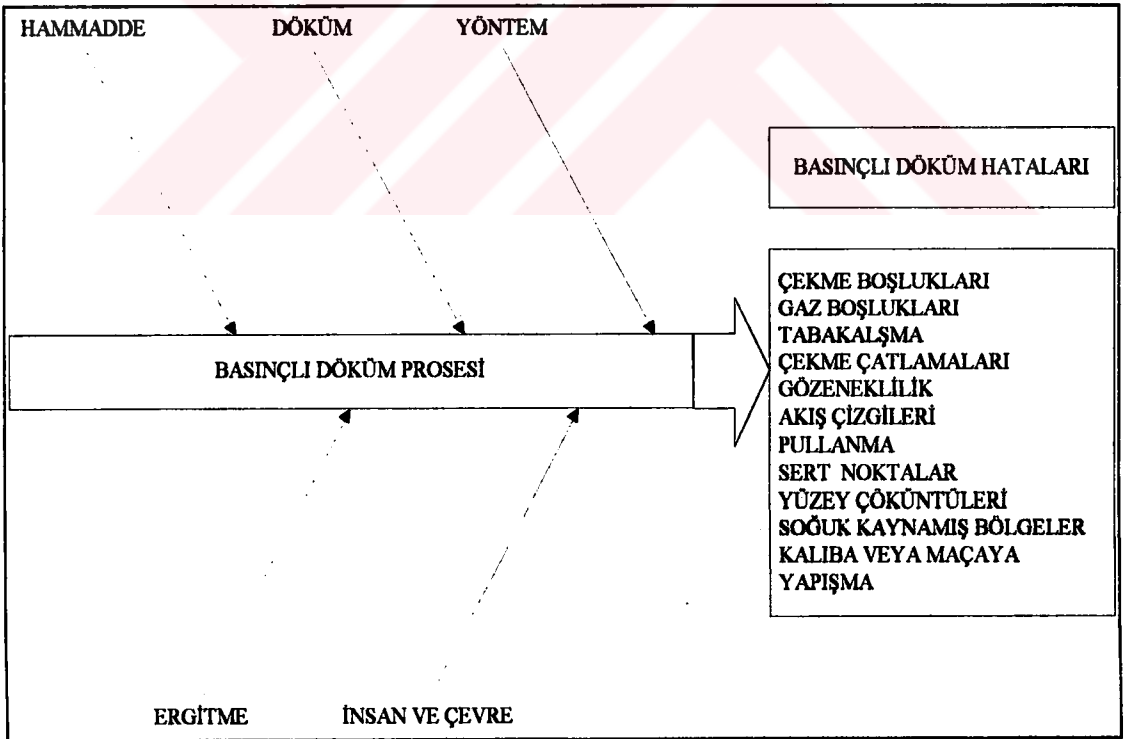
Sıvı metalin farklı yönlerden gelerek karşılaştıkları noktada, soğuk olduklarından dolayı birbirleri içersinde ergiyememeleri bu bölgeleri yaratır [3].

j) Kalıba veya maçaya yapışma:

Daha çok alüminyum ve çinko alaşımlarında sıklıkla görülen bu yapışma olayının başlıca sebepleri şunlardır [3].

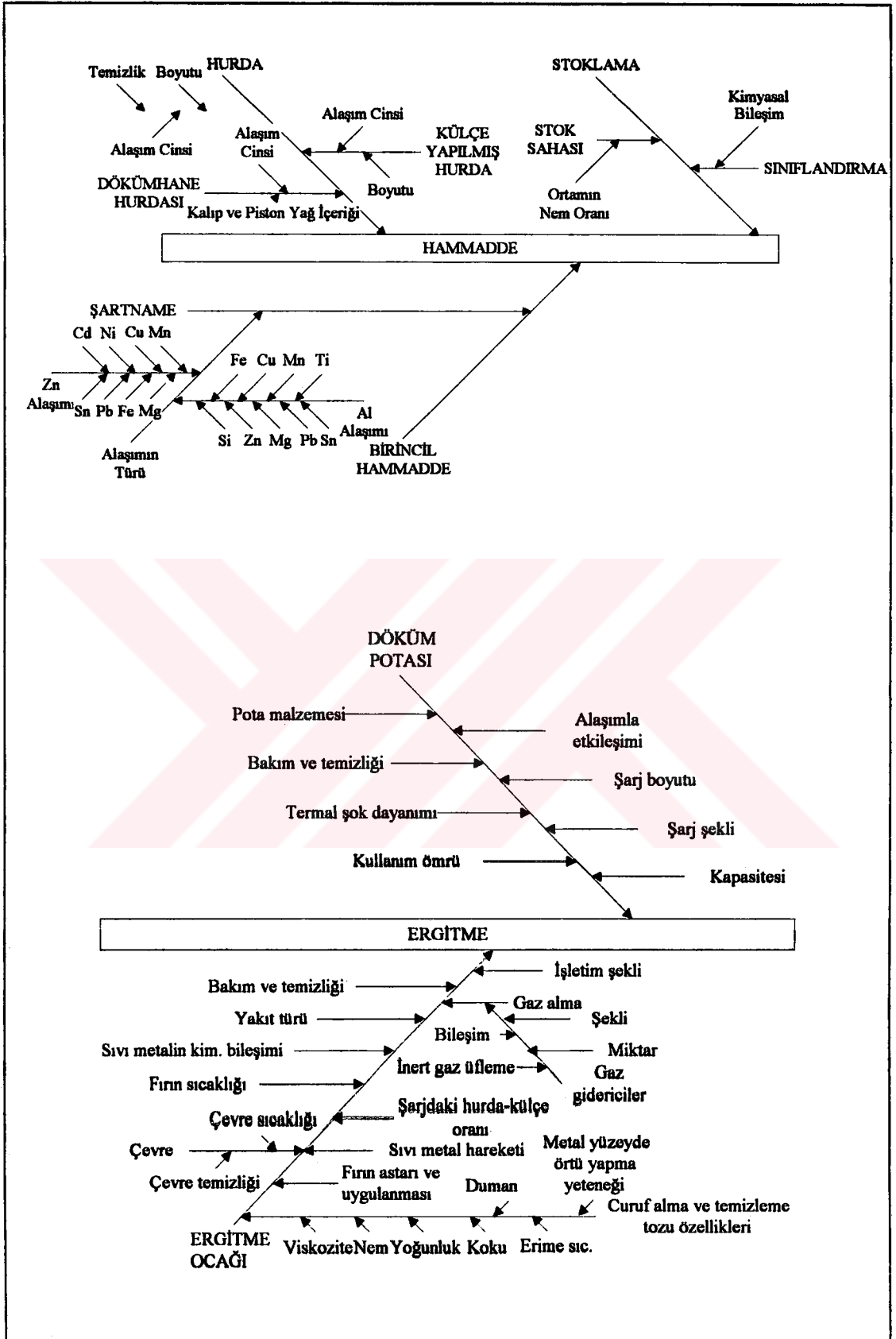
- Kalıbın uygun olmayan yağlayıcılarla ve yanlış metodlarla yağlanması
- Sıvı metal sıcaklığının çok yüksek oluşu
- Sıvı metalin kalıba çok dik ve yüksek akış hızıyla boşalması
- Kalıbın sertleştirilmesinin uygun bir şekilde yapılmaması
- Alaşımın yabancı maddelerce temiz olmaması ve Fe içeriğinin yüksek olması

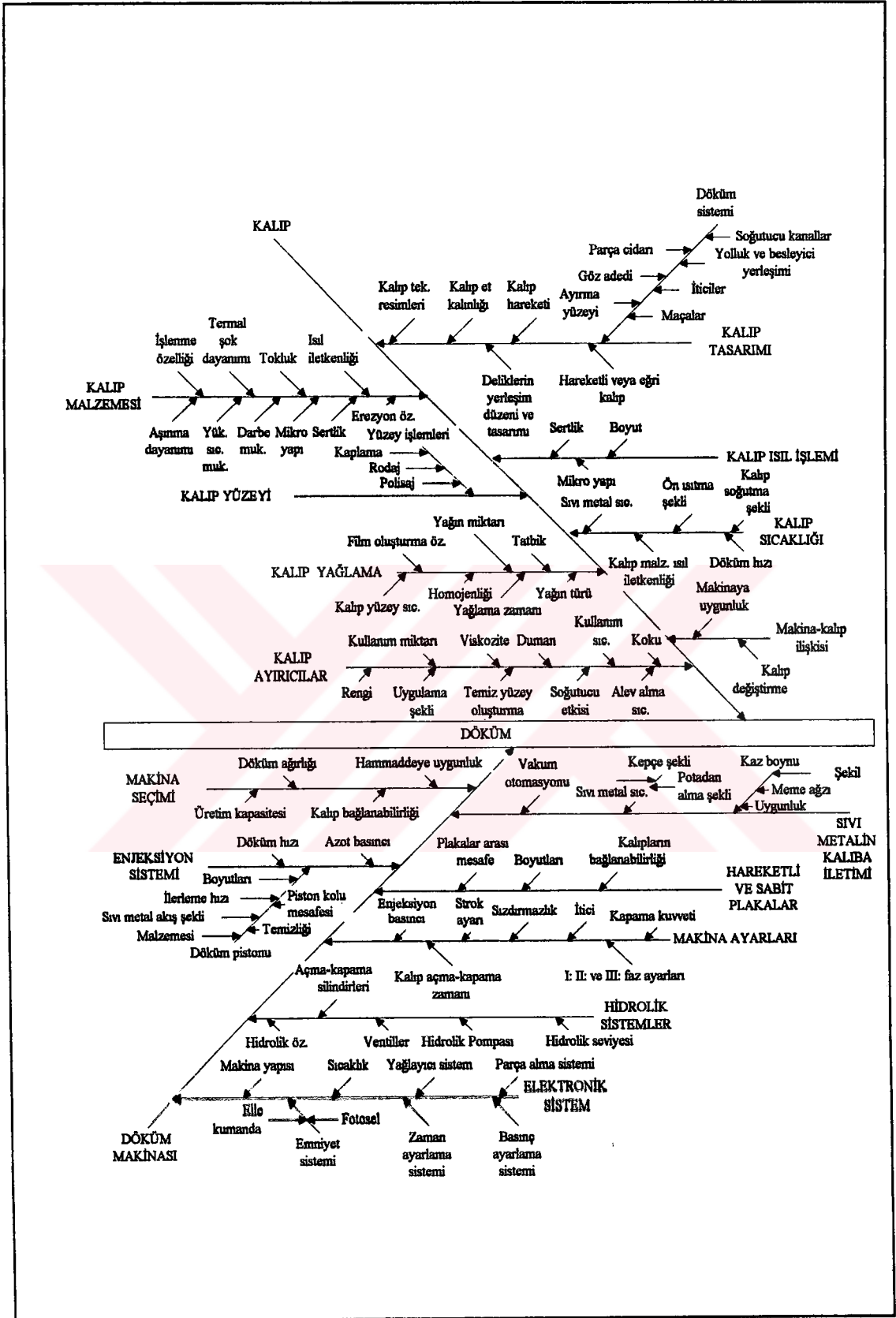
7.4 ÜRETİM PROSESİNİN BASINÇLI DÖKÜM AŞAMASINA AİT SEBEP-SONUÇ (KILÇIK) DİYAGRAMI

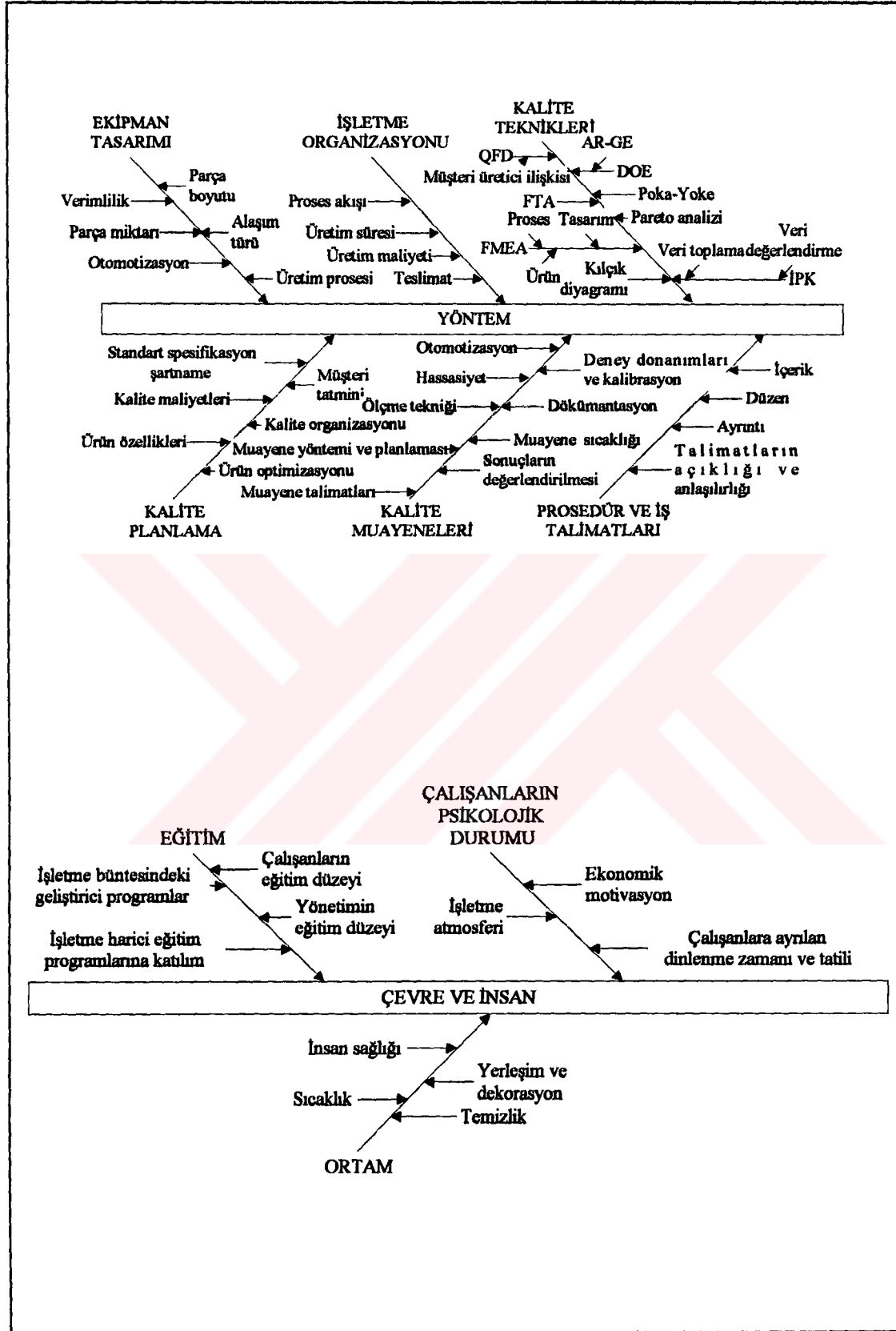


A

Şekil 7.3 Basınçlı döküm prosesi için yapılmış kılçık diyagramı

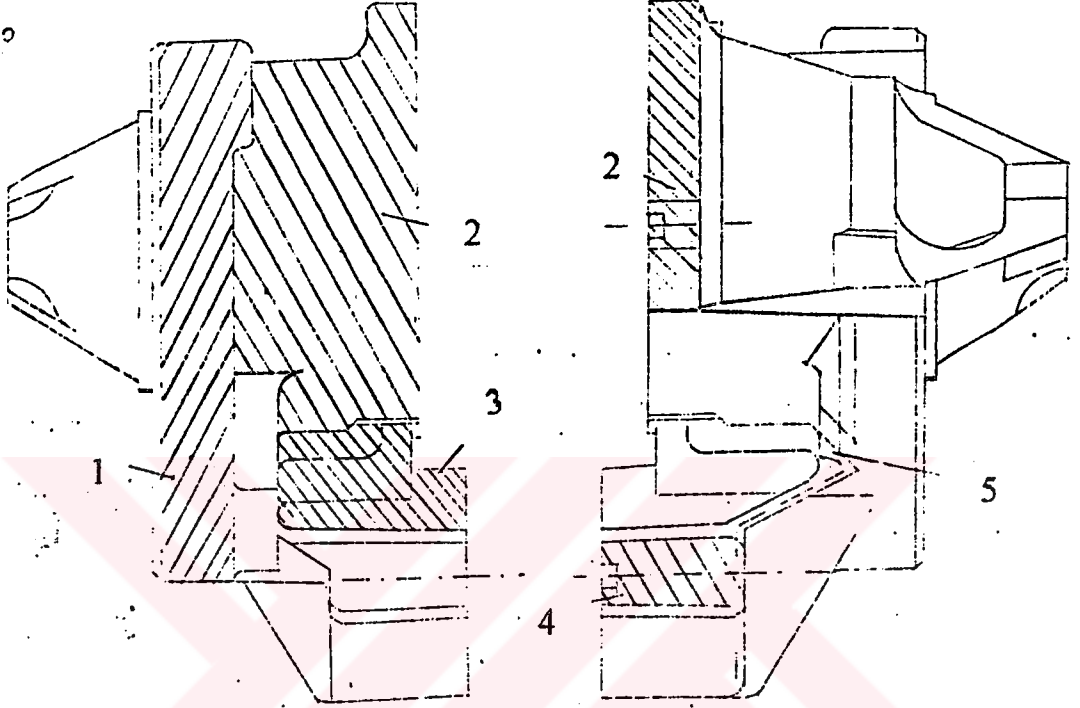






7.5 ÜRETİM PROSESİNİN BASINÇLI DÖKÜM KISMI İÇİN OHTEA VE HAA ANALİZLERİNİN UYGULANMASI

7.5.1 Proses OHTEA Analizinin '092 Marş Motor Ön Kapak' İçin Uygulanması



Şekil 7.4 092 Marş motor ön kapak parçasında döküm boşluğu hatalarının parçadaki yerinin gösterimi

B) İşleme Kontgami

ASLAR PRES DOKUM San. ve Tic. A.Ş.		İŞLEME KONTROL GAMI				Urun Adı : Urun Kodu : Resim no : Tarih : Revizyon no : Sayfa no:		VALEO ÖN KAPAK MARŞ MOTORU VAL02 186092 15/03/1996 A 1/1	
OPERASYON KADEMESİ						KONTROL		DOKUMAN	
EDİLECEK BÖLGE						İSTENEN DEĞER		BİLGİ	
NO						SEKİ		SİKLİĞİ	
ADI						SORUMLUSU		KAYIT	
POLİSAJ	Parça Yüzeyi	Çapaksız Olması	Göz	% 100	Operatör	Polisaj Talimatı			
KUMLAMA	Kum Çapı Kum Temizleme Zamanı Tezgah Çalışma Zamanı	ø0.8 mm 20 dakika 15 dakika	Kumpas Göz Göz	İş startında İş startında İş startında	Kalite Kontrol Kalite Kontrol Kalite Kontrol	Kumlama Talimatı Kumlama Talimatı Kumlama Talimatı			
SON KONTROL		VALEO Sen Kontrol Formundaki Kontrol Bölge/eri Ems Alınarak							
AMBAR		VALEO Ambalajlama Talimatı							
HAZIRLAYAN :		ONAY :		TARİH :					

Şekil 7.6 092 Marş motor ön kapak parçasının işleme kontgami

D-1) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM		Sorumlu Amir ILHAN SAHİN		İşlem Tesgahı IDRA 600		Malzeme AS9U3Y40		Sertifik Ağırlık		Adet 4		Reel No : 186092 Form No : DI-01-A	
PARÇA ADI: MARŞ MOTOR ÖN KAPAK													
İŞLEM KADEMESİ : ENJEKSİYON PRES DÖKÜM													
OPERASYON NO : 10													
OPERASYON TALİMATI													
1. KALİBRİ YETKİLİ DEĞERLERİNDE BAĞLADIKTAN SONRA İLK DÖKÜLEN SPARÇAYI RED KASASINA KOY													
2. İLK DÖKÜLEN 10 PARÇAYI KALİTE KONTROL BÖLÜMÜNE ONAYLAT													
3. HER SAAT OCAĞA GAZALICI NIPAT													
4. ERGİMİŞ METAL YÜZEYİNDEKİ ÇURUĞU KEÇİÇİ İLE TEMİZLE													
5. HER SAAT SICAKLIK SICAKLIK KONTROLÜNDÜ KALİTE KONTROL ELEMANINA YAPTIRILIR (680±10°C)													
6. SAĞ KAT PARÇALARI KIRKIMIZI RED KASASINA TAÇLAM PARÇALARI İLE YERİŞİL KASAYA KOY													
Tarih 03.11.1996		Hazırlayan MERT AYTAÇ		Onay		Değişiklik No \ Sebebi		Açıklamalar :					

A

Şekil 7.8 092 Marş motor ön kapak parçasının operasyon talimatı

D-2) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES		Sorumlu Amir	İşlem Tezgahı	Mektepe	Serilik	Ağırlık	Adet	Resim No : 186092
DÖKÜM		SEMİH DEMİRTAŞ	KESME PRESİ	AS903Y40				Form No : 11-01-A
Sab. ve Tic. A.Ş.		OPERASYON TALİMAT FORMU						
PARÇA ADI:	MARŞMOTOR ÖN KAPAK							
İŞLEM KADEMESİ :	ÇAPAK KESME							
OPERASYON NO :	20							
OPERASYON TALİMATI								
1. PARTİ REPAKAT KARTINI KONTROL ET. REPAKAT KARTI OLMAYAN HİÇBİR PARTİ MALİYETİNE İRMA 2. KESME KALIBINI İSTEKLİ İNZARATINDA BAĞLA 3. KESME PRESİNİN SALTERİNİ AÇ 4. PARÇALARI KALIBA DOĞRU ŞEKLDE OTURT VE PRESİN DÜĞMELERİNİ BAS 5. KESME İŞLEMİ BİTİMTEN SONRA PARÇALARI KALİPTAN ÇIKART VE TÜRZELERİNE HAVA TUT 6. HER 10 PARÇADA BİR KALIBIYI AÖLA 7. BU İŞLEMLERİ BİR GÖRÜKATİ PARÇALAR ÜZERİNDE DE TEKRARLA 8. SAĞLAM OLAN PARÇALANDIĞUÇU BİR ŞEKLDE İSTİFLE, SAKATLAŞIRED X ARAŞINA KOY 9. KESME PRESİNE KOTUDUŞU İLK PARÇALARI KALİTE KONTROL'E OMAYLAT 10. PARTİ BİTİMİNDE SAĞLAM VE SAKAT ADETLERİNİ REPAKAT KARTINA İZİLE								
Tarih	Hazırlayan	Onay	Açıklamalar :					
03.11.1996	SELÇUK KAVAS							

D-3) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES		Sorumlu Amir		İşlem Tezgahı		Makeme		Sertlik		Ağırlık		Adet		Resim No : 186092	
DÖKÜM		SEMİB DEMİRTAŞ		KUMLAMA MAKİNASI		AS9U3Y40		AS9U3Y40						Form No : H-02-A	
Sbd. ve Tic. A.Ş.		MARŞ MOTOR ON KAPAK													
PARÇA ADI:		KUMLAMA													
İŞLEM KADEMESİ :		30													
OPERASYON NO :		30													
OPERASYON TALİMATI															
1. PARTİ REPAKAT KARTINI KONTROL ET															
2. MAKİNADAKİ KUMUR UT GÜRLÜĞÜNÜ KONTROL ET (MAKİNEMİN 8mm ÇİTİK BULYA)															
3. MAKİNANIN ÇALIŞMASINI KONTROL ET															
4. MAKİNA TAMBURUNA 45 ADET PARÇAYERİLE															
5. ÇALIŞMA SÜRECİNİ 5 DAKİKAYA GÖRE AYARLA VE MAKİNAYI ÇALIŞTIR. AYRI ANDA MAKİNANIN FİL TRANS ON SİSTEMİNİ 15 DAKİKAYA AYARLA															
6. PROSES SONUCU İŞLEMİ BİTEN PARÇALARI DÜZENLİ BİR ŞEİLDE İSTİFLE															
7. PARTİ SONUNDA REPAKAT KARTINA SAĞLAM VE HAKAYADETİLENTİ İŞLE															
NOT : HERHANGİ BİR AKSAKLIKTA DERHAL SORUMLU AMİRE HABER VER															
Tarih	Hazırlayan	Onay	Değişiklik No (Sebebi)		Açıklamalar :										
03.11.1996	BELÇUK KAVAS														

C

D-4) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM		Sorumlu Amir CELAL BEKTAŞ		İşlem Targahı		Malzeme AS9U3Y40		Sertlik Ağırılık Adet		Reim No : 186092 Form No : II-03-A	
Sap. ve Tic. A.Ş.		OPERASYON TALİMAT FORMU									
PARÇA ADI: MARŞ MOTOR ÖN KAPAK											
İŞLEM KADEMESİ : SON KONTROL											
OPERASYON NO : 40											
OPERASYON TALİMATI											
1. PARTİ REFAKAT KARTINI KONTROL ET											
2. PARÇAYI İNŞAL VE 1-3 NOTLU RESİMLERDE İHARETLİ BÖLGELERDEKİ SİYERİMA VE YAPIMANIN OLUP OLMADIĞINI KONTROL ET											
3. 1 VE 3 NOTLU RESİMLERDE İHARETLİ BÖLGELERDE DÖKÜM YERLERİNİN UYGUNLUĞU OLUP OLMADIĞINI KONTROL ET											
4. SORUN ÇIKMAYAN PARÇALARIN 3 NOTLU RESİMDE GÖSTERİLEN ÇAPAKLARINI TEMİMLE											
5. HATALI GÖRÜLDÜĞÜN PARÇALARI RED KASASINA KOY											
6. PARTİ SONUĞUNDA BAĞLAM VE SAKAT ADİTİLERİNİ REFAKAT KARTINA İŞLE											
Tarih	Hazırlayan	Onay	Değişiklik No \ Sebebi		Açıklamalar :						
03.11.1996	AYHAN YILDIRIM										

D

D-5) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM		Sorumlu Amir O. ALTINBULAK		İşlem Tergahı		Malzeme AS9U3Y40		Sertifika Grubuk		Adet		Resim No : 186092 Form No : 1A-01-A	
Ses. ve Tic. A.Ş.		OPERASYON TALİMAT FORMU											
PARÇA ADI:		MARS MOTOR ÖN KAPAK											
İŞLEM KADEMESİ :		AMBALAJLAMA											
OPERASYON NO :		50											
OPERASYON TALİMATI													
1. PARTİ REPAKAT KARTININ OLUP OLMADIĞINI KONTROL ET. REPAKAT KARTI OLMAYAN PARÇALARIN AMBALAJINA BAŞLAMA													
2. A REZİMİNDE GÖSTERİLDİĞİ GİBİ KASANIN UZUNLUĞUNA İS ADDET PARÇA SİĞİCİ AK SEKİLDE PARÇALARI ARKA ARKAYA İSTİFLE													
3. BİR ÜRATİVİ YERLEŞTİRDİKTEN SONRA YAN YANA TOPLAM ÜÇ SIRA OLACAK SEKİLDE İSTİFLEMİYİ YAP													
4. İSTİFLEME DÖRDÜNCÜ SIRA YA GİLDİĞİNDE TOPLAM ALTI ADET PARÇAYI YERLEŞTİR													
5. BİR KASADA TOPLAM BU SEKİLDE İSTİFLENMİŞ DÖRT KAT YANI İSÖ ADET PARÇA YERLEŞTİĞİNDE KASA SEVKİYATA HAZİRDİR.													
Tarih	Hazırlayan	Onay	Değişiklik No \ Sebebi										Açıklamalar:
03.11.1996	G. ALTINBULAK												

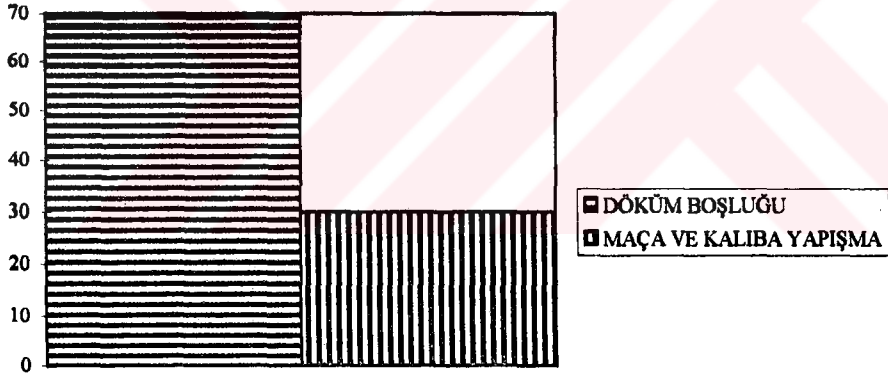
E

E) Parçanın üretim sonuçlarının Pareto Analizi uygulamasıyla değerlendirilmesi

Parçanın üretim sonuçlarının değerlendirilmesinde, hatalı parçaların farklı yerlerinde döküm boşlukları ve bazı parçalarda da maça ve kalıba yapışma hataları saptanmıştır.

Tablo 7.1 Valeo Marş Motor Ön Kapak 1. Hata İstatistik Raporu

ÜRÜN ADI: VALEO MARŞ MOTOR ÖN KAPAK (18092)			
TOPLAM HATA İSTATİSTİK YÜZDE RAPORU			
HATA NO	YÜZDE	HATA TÜRÜ	HATA SEBEBİ
1	70	DÖKÜM BOŞLUĞU	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI
2	30	MAÇA VE KALIBA YAPIŞMA	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI VE KALIBIN YANLIŞ YAĞLANMASI



Şekil 7.9 Valeo marş motor ön kapak parçasının 1. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi

F-1) Parçanın 1. üretim sonuçlarına göre Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR	OLASI HATA TÜRLERİ ANALİZİ (OHTEA)										SİSTEM/PARÇA: MARŞ MOTOR ÖN KAPAĞI	RESİM NO: 186 092
PRES Döküm Sem. ve TIC. Aş.	İŞLETME										İŞLETME/MAKİNA:	REVİZYON: A
EKİP LİDERİ											TARİH:	SAYFA NO: 111
HATA TÜRÜLERİ											REVİZYON TARİHİ:	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR
PROSES KADEMESİ	HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR	RÖS	K	Ö	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TARİHİ	RÖS	K	
BASINÇLI DÖKÜM	DÖKÜM BOŞLUĞU (POROZİTE)	MÜŞTERİ TATMİNSİZLİĞİ	UYGUNSUZ KALIP TEMİZLİĞİ VE YAGLAMA	%100 GÖZ KONTROLÜ	4	7	5	140	TALİMATLARA UYGUN KALIP TEMİZLİĞİ VE YAGLAMA YAPILMASI	2	7	5
	HURDA	MALİYET ARTIŞI	YÜKSEK METAL SICAKLIĞI	SATTE BİR SICAKLIK KONTROLÜ	6	6	2	72	KALIP SICAKLIĞININ KONTROLÜ			
	FONKSİYON KAYBI	KALIBIN SOĞUK OLMASI	İLK BAKI KONTROLÜ									
		UYGUNSUZ GAZ ALMA	GAZ ALMA KONTROLÜ		4	8	3	96	TALİMATLARA GÖRE İŞLEMLERİN YAPILMASI TEZGAH PARAMETRELERİNİN KONTROLÜ PİSTONUN ÇALIŞMA DURUMU	İLK ÜRETİMDE		
									DÖKÜMHANE VARDIYA BAŞLANGICINDA	İLK ÜRETİMDE		
OLASILIK	TAHMİN	ŞİDDET	TAHMİN	KEŞFEDİLEBİLİRLİK	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN	TAHMİN
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1	1	1	1				
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK	2,3	ORTA	2,3	2,3	2,3	2,3				
ORTA	4,5,6	ORTA	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6	4,5,6	4,5,6	4,5,6				
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	7,8	7,8	7,8				
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	9,10	9,10	9,10				
O: OLASILIK Ş: ŞİDDET K: KEŞFEDİLEBİLİRLİK RÖS: RİSK ÖNCELİK SAYISI FORM NO:												

A

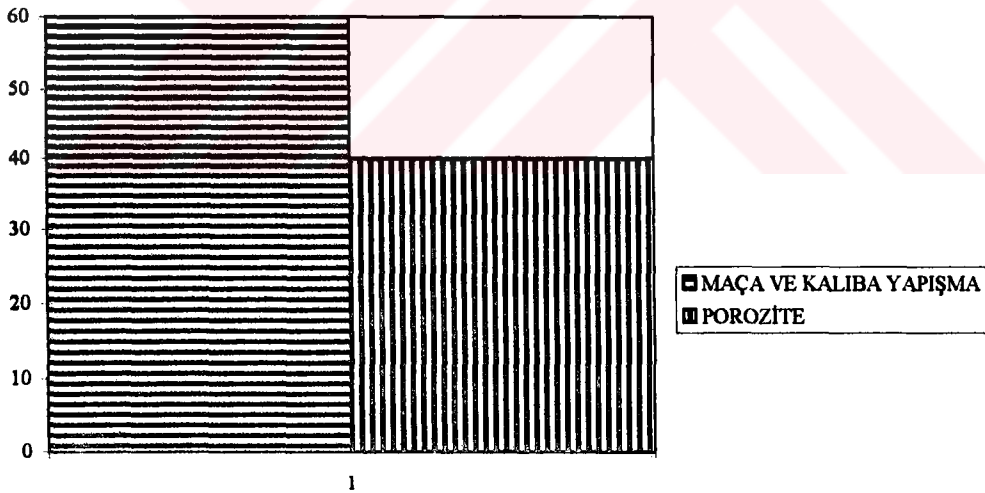
Şekil 7.10 Valeo marş motor ön kapak parçasının 1. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu

G) Parçanın ikinci üretim sonuçlarının Pareto Analizi uygulamasıyla değerlendirilmesi

Parçanın üretim sonuçlarının değerlendirilmesinde, hatalı parçaların farklı yerlerinde poroziteler ve çoğu parçada da maça ve kalıba yapışma hataları saptanmıştır.

Tablo 7.2 Valeo Marş Motor Ön Kapak 2. Hata İstatistik Raporu

ÜRÜN ADI: VALEO MARŞ MOTOR ÖN KAPAK (18092)			
TOPLAM HATA İSTATİSTİK YÜZDE RAPORU			
HATA NO	YÜZDE	HATA TÜRÜ	HATA SEBEBİ
1	60	MAÇA VE KALIBA YAPIŞMA	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI VE KALIBIN YANLIŞ YAĞLANMASI
2	40	POROZİTE	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI



Şekil 7.11 Valeo Marş Motor Ön Kapak Parçasının 2. Üretim Sonuçlarına Göre Oluşturulmuş Pareto Analizi

H-2) RÖS değeri ikinci sırada gelen hata sebebi için Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR	OLASI HATA TÜRLERİ ANALİZİ (OHTEA)										SİSTEM/PARÇA: MARŞ MOTOR ÖN KAPAKÇI	RESİM NO: 186 092		
PRES											İŞLETME/MAKİNA:	REVİZYON: A		
DÖKÜM											TARİH:	SAYFA NO: 1/1		
San. Ve											REVİZYON TARİHİ:			
TİC. AŞ.														
PROSES KADEMESİ	HATA TÜRLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR			
					O	Ş	K	RÖS	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLANMA PLANI VE TAMAMLANMA TARİHİ	O	Ş	K	RÖS
BASINÇLI DÖKÜM	MAÇAYA VEYA KALIBA YAPIŞMA	MALİYET ARTIŞI	YANLIŞ KALIP YAĞLAMA	%100 GÖZ KONTROLÜ	7	8	1	56	DAHA ÖZENLİ YAĞLAMA	İLK ÜRETİMDE	4	8	1	32
		HURDA PARÇA	YÜKSEK METAL SICAKLIĞI	PARETO ANALİZİ	2	8	1	16	SIVI METAL SICAKLIĞININ DÜŞÜRÜLMESİ	İLK ÜRETİMDE KONDÖKTÖRLE SICAKLIK KONT.				
			UYGUNSUZ ALAŞIM BİLEŞİMİ	GİRDİ KONTROLÜ	2	8	1	16	ALAŞIM BİLEŞİMİNİN DÜZELTİLMESİ	KALİTE KONTROL				
			AÇMA KAPAMA ZAMANININ UZUN OLMASI	DÖKÜM MAKİNASININ PROSEDÜRLERE UYGUN KULLANILMASI	5	8	1	40	AÇMA-KAPAMA ZAMANININ KISALTILMASI	İLK ÜRETİMDE				
OLASILIK	TAHMİN	ŞİDDET	TAHMİN	KEŞFEDİLEBİLİRLİK	TAHMİN			EKİP ÜYELERİ			BÖLÜM			
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1									
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK	2,3	ORTA	2,3									
ORTA	4,5,6	ORTA	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6									
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8									
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK	9,10	OLASI DEĞİL	9,10									
FORM NO:														

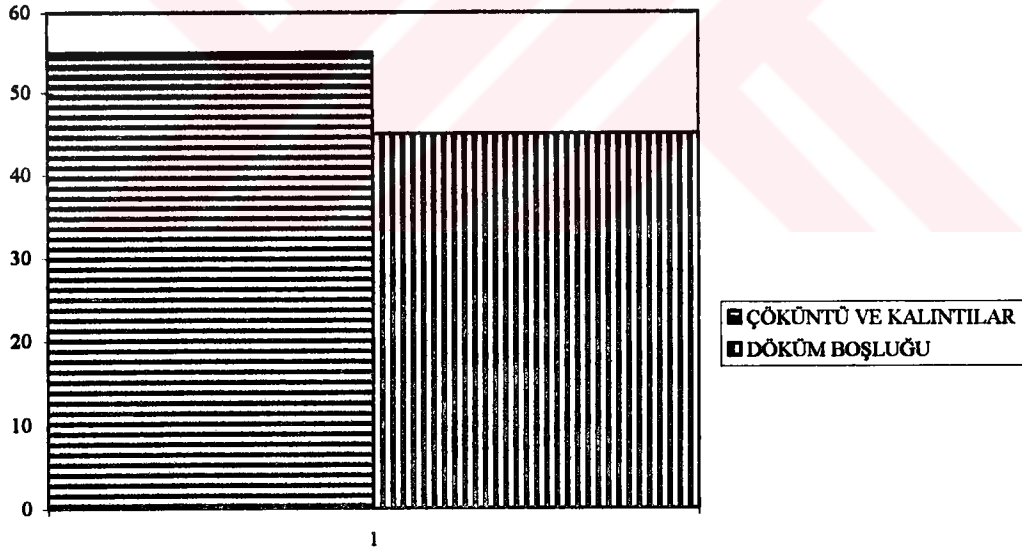
B

I) Parçanın üçüncü üretim sonuçlarının Pareto Analizi uygulamasıyla değerlendirilmesi

Parçanın üretim sonuçlarının değerlendirilmesinde, hatalı parçaların farklı yerlerinde çöküntü ve kalıntılar ayrıca bazı parçada döküm boşluklarına rastlanmıştır.

Tablo 7.3 Valeo marş motor ön kapak 3. hata istatistik raporu

ÜRÜN ADI: VALEO MARŞ MOTOR ÖN KAPAK (18092)			
TOPLAM HATA İSTATİSTİK YÜZDE RAPORU			
HATA NO	YÜZDE	HATA TÜRÜ	HATA SEBEBİ
1	55	ÇÖKÜNTÜ VE KALINTILAR	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI VE POTADA YABANCI KALINTILAR
2	45	DÖKÜM BOŞLUĞU	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI



Şekil 7.13 Valeo marş motor ön kapak parçasının 3. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi

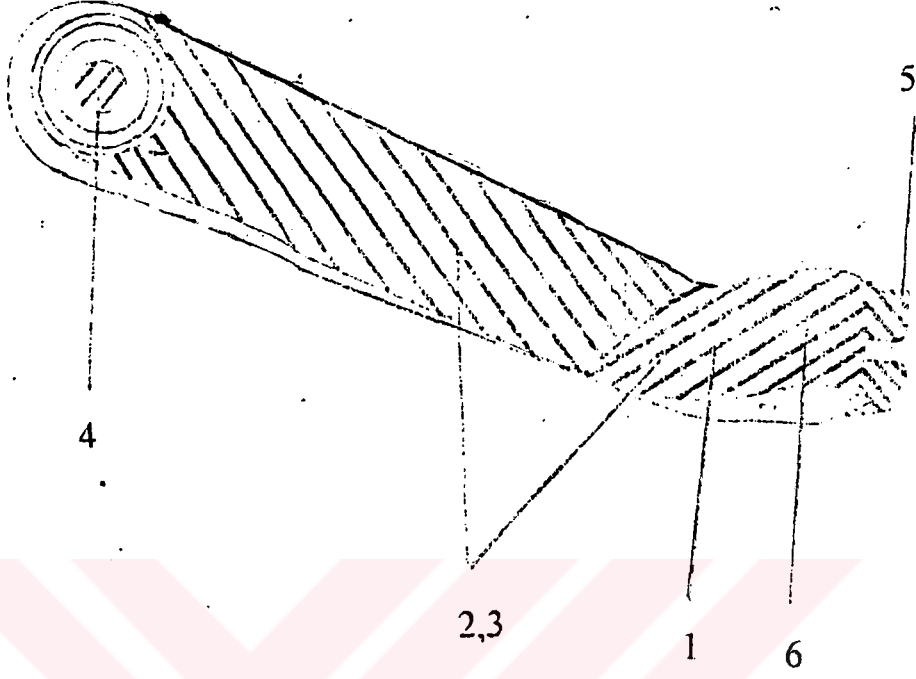
i-1) Parçanın 3. üretim sonuçlarına göre Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR		OLASI HATA TÜRLERİ ANALİZİ (OHTEA)				SİSTEM/PARÇA: MARŞ MOTOR ÖN KAPAK		RESİM NO: 186 092							
PREŞ DÖKÜM San. ve Tic. AŞ.		EKİP LİDERİ		İŞLETME	YAN SANAYİ	İŞLETME/MAKİNA: TARİH: REVİZYON TARİHİ:		REVİZYON: A SAYFA NO: 1/1							
PROSES KADEMESİ	HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER		İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR						
					O	Ş	K	RÖS	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TARİHİ	O	Ş	K	RÖS
BASINÇLI DÖKÜM	DÖKÜM PARÇASINDAKİ ÇÖKÜNTÜ VE KALINTILAR	MALİYET ARTIŞI HURDA PARÇA	KALIBIN BÖLGESEL ISITILMASI	KALIP SICAKLIĞININ KONTROLÜ	5	5	4	100	KALIBIN HOMOJEN ISITILMASI	İLK ÜRETİMDE					
			YÜKSEK METAL SICAKLIĞI	SICAKLIK KONTROLÜ	6	5	4	120	KALIP VE SIVI METAL SICAKLIĞININ DÜŞÜRÜLMESİ	KALİTE KONTROL	İLK ÜRETİMDE KONDOKTÖRLE SICAKLIK KONT.	2	5	4	40
			POTADA METALİK OLMAYAN KALINTILARIN VARLIĞI	POTA TEMİZLİĞİ KONTROLÜ	4	5	5	100	KALIBIN HASAR GÖRÜŞ KISIMLARININ REVİZYONA ALINMASI	İLK ÜRETİMDE					
OLASILIK	TAHMİN	ŞİDDET	TAHMİN	KEŞFEDİLEBİLİRLİK	TAHMİN		EKİP ÜYELERİ		BÖLÜM		O: OLASILIK Ş: ŞİDDET K: KEŞFEDİLEBİLİRLİK RÖS: RİSK ÖNCELİK SAYISI				
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1										
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK	2,3	ORTA	2,3										
ORTA	4,5,6	ORTA	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6										
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8										
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK	9,10	OLASI DEĞİL	9,10										

A

Şekil 7.14 Valeo marş motor ön kapak parçasının 3. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu

7.5.2 Proses OHTEA Analizinin 'BSH03 BOSH Silecek Kolu' İçin Uygulanması



Şekil 7.15 BSH03 BOSH silecek kolu parçasında yrmemelik hatalarının parçadaki yerinin gösterimi

A) Ürün Sinoptiği

ASLAR PRES DOKUM San.ve Tic. A.S.	URUN SINOPTIGI	Ürün Adı : BOSCH SİLECEK			
		KOLU			
		Ürün Kodu : BSH03			
		Resim no : E-3 392 123 969			
		Revizyon no : B			
		Sayfa no : 1/2			
OPERASYON KADEMESİ		KONTROL		DOKUMAN	
ADI	NO	KRITERİ	SORUMLUSU	BİLGİ	KAYIT
HAMMADDE AS12U		AS12U	GİRİŞ KALİTE KONTROL	HAMMADDE ANALİZ BELGESİ	HAMMADDE GİRİŞ DOSYASI
DÖKÜM TEZGAH AYARI		SERİ İMALAT ŞARTLARI	POSTA	DÖKÜM AYAR DOSYASI	
DÖKÜM					
İMALAT OKEYİ		SERİ İMALAT OKEYİ	KALİTE KONTROL	DÖKÜM KONTROL GAMI	DÖKÜM START FOYÜ
SERİ İMALAT (DÖKÜM)		ÖLÇÜ TAKİBİ	KALİTE KONTROL	DÖKÜM KONTROL GAMI	DÖKÜM ARA KONTROL
YOLLUK KESME		DÖKÜM KALİTESİ	KALİTE KONTROL OPERATÖR	DÖKÜM KONTROL GAMI DÖKÜM TALİMATI	DÖKÜM ARA KONTROL
		YOLLUK KESME KALİTESİ	OPERATÖR	YOLLUK KESME TALİMATI	
		ÇAPAK KESME ŞARTLARI	OPERATÖR POSTA KONTROL	ÇAPAK KESME TALİMATI	
HAZIRLAYAN :		ONAY :			
BİROL DEMİRTEPE		LEVENT KÖSOĞLU			

Şekil 7.16 092 BSH03 BOSCH silecek kolu parçasının ürün sinoptiği

B) İşleme Kontgamı

ASLAR PRES DOKUM San. ve Tic. A.Ş.		İŞLEME KONTROL GAMİ				Urun Adı : Bosch Silecek Kolu							
						Urun Kodu : BSH03							
						Resim no : E-3 392 123969							
						Tarih : 02.01.1997							
						Revizyon no : B							
		Sayfa no : 2/2											
OPERASYON KADEMESİ		KONTROL EDİLECEK BÖLGE		İSTENEN DEĞER		KONTROL SIKLIĞI		SORUMLUSU		BİLGİ		KAYIT	
ADI		NO		SEKİ		% 100		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
Son Kontrol		Yüzey Kontrolu		Pencere Uygun Boyalı Yüzey		Göz		Kaliite Kontrol		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		Kafa Ölçüşü		19 92 -0.15mm		Mikrometre		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		8		Ø 3 (-0.02,-0.05)mm		Master		Kaliite Kontrol		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		26		Ø 8H 7mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		27		8.1+0.15mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		38		Ø 7.6 +0.1mm		DEA		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		41		18°5'28"-30'		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		55		9±0.1mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		57		8±0.1mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		58		20±30'		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		59		Ø 5±0.1mm		KUMPAS		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		99		4±0.3mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
		114		116±0.1mm		DEA		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
				34.5±0.1mm		-		Operator		Yüzey Kontrol Talimatı		Son Kontrol Formu	
AMBAR		Koli Boyutu		Tahminata Uygun		Göz		Ambat Sorumlusu		Ambalajlama Talimatı			
		Koli İçeri Adedi		-		-		-		-			
		Etiket		-		-		-		-			
HAZIRLAYAN :		ONAY :		-		-		-		-			
BİROL DEMİRTEPE		LEVENT KÖSOĞLU		-		-		-		-			

Şekil 7.17 092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının işleme kontgamı

C) Döküm Kontingamı

ASLAR PRES DOKUM San. ve Tic. A.Ş.		DÖKÜM KONTROL GAMI					Urun Adı : Bosch Silecek Kolu Urun Kodu : BSH03 Resim no : E-3 392 123969 Tarih : 02.01.1997 Revizyon no : B Sayfa no : 1/1	
OPERASYON KADEMESİ	KONTROL EDİLECEK BÖLGE	İSTENEN DEĞER	SEKİ	SIKLIĞI	SORUMLUSU	BİLGİ	DOKUMAN	KAYIT
HAM MADDE	Kulçe	AS12U (E-231/B)	Spektral Analiz	Ham madde	Giriş Kalite Kontrol	HAM MADDE ANALİZ		Ham madde Giriş
TEZGAH AYARLARI	Piston Çapı-Boyu Azot Basıncı Tezgaht Basıncı Svıc Ayarı Vuruş Hızı Bekleme Zamanı Kalıp Bağlama	46.3X70mm 110bar 140bar 190-200mm 2mm 5mm Uygun olması	Kumpas Manometre Göz Kronometre Göz	İş Sırtında " " " " "	Posta Kontrolü " " " " "	BELGESİ Döküm Ayar Dosyası " " " " "		Dosyası " " " " "
DÖKÜM	Pabuçları Döküm Sıcaklığı Kalıp Sıcaklığı Parça Yüzeyi İtici izleri Kafa Bölgesi Konik Delikim Dayanıklılığı ÖLÇÜ Konikteki Porezite	705 ±10°C 200 ±15 C Döküm Boşluğu, Sıyrma,Yapışma, Kabarcık, Kalınlar Yürümcü ezilik Olmaması Çok yüksek ve çok derin olmaması Fatüra varlığı MIN 15kN 18°55'28"-30' Ø 7.6 +0.1mm 20°±30' Ø 5±0.1mm 4±0.3mm Numune Değerleri	Termokupl Dijital Pihometre Göz Göz Göz Kuma Test Çihazı DEA KUM PAS Palyatçı/Göz	1/saat " % 100 5/saat 5/saat 5/saat 1basık/saat 2/saat " 5/saat " 1basık/saat	KALİTE KONTROL " Operatör Kalite Kontrol Operatör KALİTE KONTROL Operatör KALİTE KONTROL KALİTE KONTROL KALİTE KONTROL KALİTE KONTROL 1basık/saat	Döküm Talimatı " " " " " " " " " " "	Döküm Ara Kontrol Dosyası " " " " " " " " " " "	
HAZIRLAYAN : BİROL DEMİRTEPE		ONAY : LEVENT KOSOĞLU						

Şekil 7.18 092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının döküm kontingamı

D-1) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM		Sorumlu Amir		İşlem Tezgahı		Malzeme		Sertifik Ağırık		Adet		Resim No :	
Sag. ve İc. A.Ş.												Form No :	
PARÇA ADI : SİLECEK KOLU													
İŞLEM KADEMESİ : DELİK DELME													
OPERASYON NO :													
OPERASYON TALİMATI													
1. ÇELEN PARTİNİN REPAKAT KARTINIKONTROL ET. 2. EKŞİK DOLDURULMUŞ VEYA REPAKAT KARTIOLMAYAN PARTİNE HİÇ BİR İŞLEM YAPMA VE DUBURU KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA BİLDİR. 3. İŞLEM TEZGAHINI POSTA AMİRİNE AYARLAT. 4. SÖLDAKİ MANDRENE PARMAN FREZİYİ, SAĞDARI MANDRENE MATKABIRACI. 5. HAVA BASINCINIKONTROL ET. (MİN.....atm) 6. FREZE VE MATKAP KURSLARINIKONTROL ET. 7. PARÇAYİLENE AL VE BAĞLAMA APARATINA SAĞLAM BİR ŞEKİLDE YERLEŞTİR. 8. START DÜĞMESİNE BAS, DELME İŞLEMİ BİTİKTEN SONRA STOP DÜĞMESİNE BAS. 9. TEZGAH AYARINIOZM ADAN SPARÇA DEL VE KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA ONAYLAT. 10. KALİTE KONTROL SORUMLUSU SERİHMALAT OKUYI VERDİKTEN SONRA SAATTE 2 PARÇANIN ÖLÇÜMÜNÜ YAPTI. 11. SAĞLAM PARÇALARIUYGUN KASAYA İSTİLE SAĞAT PARÇALARI SARIKASAYA AT. 12. PARTİBİTİMİNDE REPAKAT KARTINDOLDUR VE PARÇALARI BİR SONRAKİ OPERASYONA GÖNDER. 13. SAKAT PARÇALARI SARIKASAYA İÇERİNDE KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA TESLİM ET. NOT : FREZE VE MATKAPLA DELİNE PARÇALARI SARIKASAYA BİR MASTAR İLE KONTROLÜNÜ YAP.													
Tarih		Hazırlayan		Onay		Değişiklik No / Sebebi		Açıklamalar :					
								A					

Şekil 7.19 092 BSH03 BOSH silecek kolu parçasının operasyon talimatları

D-2) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM		Sorumlu Amir		İşlem Tezgahı		Malzeme		Sertifik		Ağırlık		Adet		Resim No :	
Sab. ve Tic. A.Ş.														Form No :	
PARÇA ADI : SİLECEK KOLU															
İŞLEM KADEMESİ : MADISON ÇEKME															
OPERASYON NO :															
OPERASYON TALIMATI															
1. GELEN PARTİNİN REFAKAT KARTINI KONTROL ET. EKŞİK DOLDURULMUŞ VEYA REFAKAT KARTI OLMAYAN PARTİYE HİÇ BİR İŞLEM YAPMA VE DURUMU KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA BİLDİR. 2. MATKAP TEZGARINIAVARINI POSTA AMİRİNE AVARLAT 3. TEZGARIN TABLASINI HAVA İLE TEMİZLE VE APARATI TABLAYA BAĞLA. 4. KULLANACAGIN MADISONU POSTA AMİRİNE ONAYLAT. 5. MADISON ÇEKTİĞİN İLE PARÇAYI KALİTE KONTROLE ONAYLAT. 6. PARÇADA BİR KONTROLÜ YAP. 7. SAÇLAM PARÇALARI UYGUN KASAYA DÜZGÜN BİR SEKİLDE İTİFİL. SAKAT PARÇALARI SARI KASAYA AT. 8. PARTİ İTİMİNDE REFAKAT KARTININ GEREKLİ KİMLİARİNİ DOLDUR VE ONAYLAT. 9. SAKAT PARÇALARI KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA TESLİM ET.															
Tarih		Hazırlayan		Onay		Değişiklik No \ Sebebi		Açıklamaları :							

B

D-4) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM San. ve Tic. A.Ş.		Sorumlu Amir		İşlem Tezgahı		Malzeme		Sertlik Ağırılık		Adet		Resim No :	
PARÇA ADI : SİLİCEK KOLU												Form No :	
İŞLEM KADEMESİ : POLİSAJ													
OPERASYON NO :													
OPERASYON TALİMATI													
1. GELEN PARTİNİN REFAKAT KARTINI KONTROL ET. EKSİK DOLDURULMUŞ VEYA REFAKAT KARTI OLMAYAN PARTİYE BİÇİM İŞLEM YAPMA VE DURUMU KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA BİLDİR. 2. PARÇAYI ELİNE AL VE RESİMDE BELİRTİLMİŞ OLAN BÖLGELERİN ÇAPAKLARINI TEMİZLE. 3. POLİSAJ İŞLEMİNİ YAPTIĞIN İLE PARÇAYI KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA ONAYLAT. 4. SAĞLAM PARÇALARI YÜZÜN KASAYA DÜZGÜN BİR BİÇİMDE İSTİFLE, SAKAT PARÇALARISARI KASAYA AT. 5. PARTİ BİTİMİNDE REFAKAT KARTINI DOLDURDUKTAN SONRA SAĞLAM VE SAKAT PARÇALARI KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA TESLİM ET.													
Tarih		Hazırlayan		Onay		Değişiklik No (Sebebi)		Açıklamaları :					

D

D-5) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM Sar. ve Tic. A.Ş.		Sorumlu Amir		İşlem Tezgahı		Malzeme		Sertlik/Ağırlık		Adet		Resim No :	
												Form No :	
OPERASYON TALİMAT FORMU													
PARÇA ADI : SİLECEK KOLU İŞLEM KADEMESİ : MATKAPLA DELİK DELME OPERASYON NO : OPERASYON TALİMATI 1. GELEN PARTİNİN REFAKAT KARTINI KONTROL ET. EKŞİK DOLDURULMUŞ VEYA REFAKAT KARTI OLMAYAN PARTİNE HİÇ BİR İŞLEM YAPMA VE DURUMU KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA BİLDİR. 2. MATKAP TEZGAHINI UYGUN DEVİRE AYARLA : DEVİR SAYISI : 3. UYGUN MATKAPUCUNU SEÇ VE MATKABA BAĞLA. MATKAP ÇAPI : 4. RESİMDE İŞARETLİ DELİKLERİ MATKAPLA DEL. 5. İLK PARÇAYI ALİTE KONTROL SORUMLUSUNA SERİ ÜRETİME BAŞLAMAK İÇİN ONAYLAT. 6. SERİ ÜRETİMDE HER PARÇADA BİR MATKAPUCUNU İLE YAĞLA. 7. SAĞLAM PARÇALARI UYGUN KASAYA DÜŞÜŞ BİR ŞEKİLDE YERLEŞTİR, SAKAT PARÇALARI SARİ KASAYA AT. 8. PARTİ TAMAMLANDIKTAN SONRA REFAKAT KARTINI DOLDURDUKTAN SONRA SAĞLAM VE SAKAT PARÇALARI KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA TESLİM ET.													
Tarih		Hazırlayan		Onay		Değişiklik No \ Sebebi		Açıklamalar :					

D-7) Operasyon Talimatı

ASLAR PRES DÖKÜM Şiş. ve Tic. A.Ş.		Sorumlu Amir		İşlem Tazgahı		Malzeme		Sertifikalı Ağırlık		Adet		Resim No :	
PARÇA ADI : SİLİCEK KOLU												Form No :	
İŞLEM KADEMESİ : KURLAMA													
OPERASYON NO :													
OPERASYON TALİMATI													
1. TEZGAH 8 ÇELİK GRANÜLER KUMU YÖNLE. 2. TEZGAH AYARLARINI POSTA AMİNİNE YAPTI. 3. TEZGAH ADET PARÇA YÜKLE. 4. TEZGAH START DÜĞME SİZE BAS VE ÇALIŞMA ZAMANINI OLARAK AYARLA. 5. TEZGAH PERVANESİ DÜRDÜKTAN SONRA TEZGAHIN KAPACINI AC. 6. OTOMATİK BOŞALTMAYI KULLANMADAN PARÇALARI KASA İÇİNE OLACAK ŞEKİLDE İSTİLE. 7. HATALI PARÇALARI BİR KASASINA AYIR VE KALİTE KONTROL SORUMLUSUNA TESLİM ET. 8. KURLAMA İŞLEMİ BİTEN PARÇALARI BİR SONRAKİ OPERASYON OLAN MATKAP TEZGAHINA GÖNDER.													
Tarih		Hazırlayan		Onay		Değişiklik No \ Sebebi		Açıklamaları :					

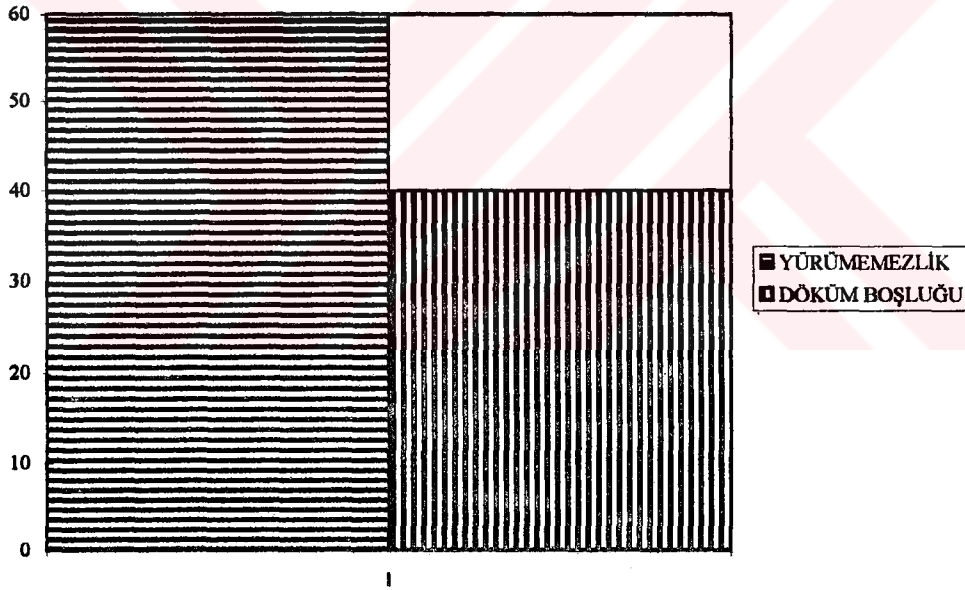
G

E) Parçanın üretim sonuçlarının Pareto Analizi uygulamasıyla değerlendirilmesi

Parçanın üretim sonuçlarının değerlendirilmesinde, yürümemezlik, pullanma ve hatalı parçaların farklı yerlerinde döküm boşlukları saptanmıştır.

Tablo 7.4 Bosh Silecek Kolu 1. Hata İstatistik Raporu

ÜRÜN ADI: BOSH SİLECEK KOLU (BSH03)			
TOPLAM HATA İSTATİSTİK YÜZDE RAPORU			
HATA NO	YÜZDE	HATA TÜRÜ	HATA SEBEBİ
1	60	YÜRÜMEMEZLİK	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI VE KALIBIN YANLIŞ YAĞLANMASI
2	40	DÖKÜM BOŞLUĞU	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI



Şekil 7.20 Bosh silecek kolu (BSH03) parçasının 1. üretim sonuçlarına göre oluşturulmuş pareto analizi

F-3) RÖS değeri üçüncü sırada gelen hata sebebi için Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR		OLASI HATA TURLERİ ANALİZİ (OHTEA)				SİSTEM/PARÇA: BOSH SİLİCEK KOLU		RESİM NO: 186 092						
PRES DÖKÜM		İŞLETME/MAKİNA:				REVİZYON: A		REVİZYON: A						
Sarı ve		TARİH:				REVİZYON NO: 11		REVİZYON: 11						
TİC. AŞ.		REVİZYON TARİHİ:												
PROSES KADEMESİ	HATA TURLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNERİLER			İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR				
				KONTROL ÖNLEMLERİ	O	Ş	K	RÖS	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLANAN PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE İYİLEŞTİRİLMİŞ TARİHİ	O	Ş	K
BASINÇLI DÖKÜM	YÜRÜMEZLİK	MÜŞTERİ TATMİNSİZLİĞİ	KALIP TASARIMI	DÖKÜM YÖNTEMİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASI	1	4	7	28	TASARIMIN YENİDEN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ	TASARIM YENİ BİR ÜRETİMDE				
		HURDA	METAL SICAKLIĞININ YETERSİZLİĞİ	DÜZENLİ KONTROL	7	7	1	49	OTOMATİK SICAKLIK KONTROLÜ SİSTEMİ	İLK ÜRETİMDE	2	7	1	14
		MALİYET ARTIŞI	ENJEKSİYON BASINÇININ DÜŞÜK OLMASI	DÜZENLİ KONTROL	1	9	3	27	PARAMETRELERİN DÜZENLİ KONTROLÜ	İLK ÜRETİMDE				
			KALIP YÜZEYİNDE YAG Veya SU KALMASI	KALIP DÜZENLİ OLARAK TEMİZLENİP KONTROL EDİLMELİ	3	5	2	30	UYGUN KALIP TEMİZLEME YÖNTEMİ	İLK ÜRETİMDE				
			KALIP YÜZEYİNDE YAG Veya SU KALMASI	DÜZENLİ KONTROL	7	7	1	49	PİROMETRE İLE KALIP YÜZEYİNİN KONTROLÜ VE YAG DURUMUNUN DÜZENLİ KONTROLÜ	İLK ÜRETİMDE				
OLASILIK	TAHMİN	ŞİDDET	TAHMİN	KEŞFEDİLEBİLİRLİK	TAHMİN			EKİP ÜYELERİ			BÖLÜM			
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1									
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK	2,3	ORTA	2,3									
ORTA	4,5,6	ORTA	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6									
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8									
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK	9,10	OLASI DEĞİL	9,10									

O: OLASILIK
Ş: ŞİDDET
K: KEŞFEDİLEBİLİRLİK
RÖS: RİSK ÖNCELİK SAYISI

FORM NO:

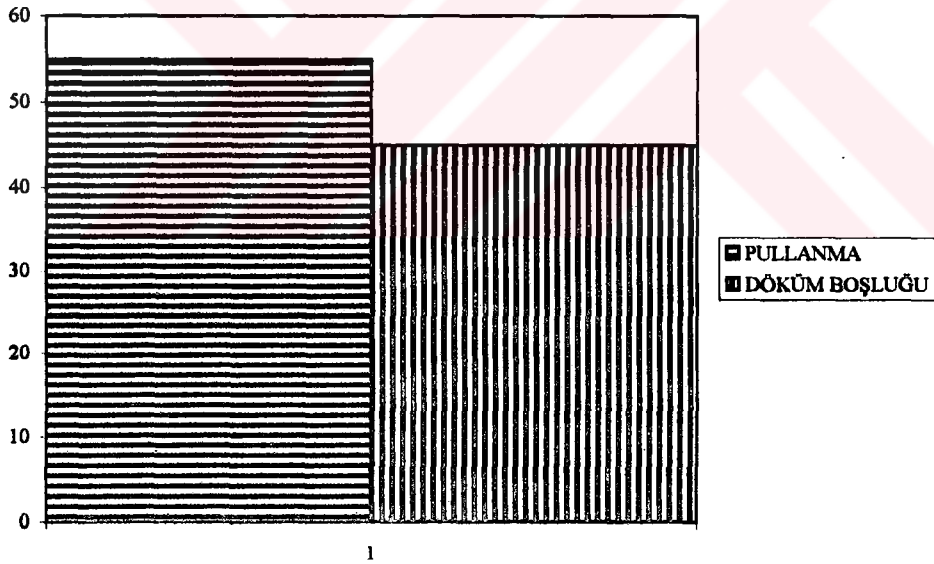
C

G) Parçanın ikinci üretim sonuçlarının Pareto Analizi uygulamasıyla değerlendirilmesi

Parçanın üretim sonuçlarının değerlendirilmesinde, hatalı parçaların farklı yerlerinde pullanmalar ve bazı parçada da döküm boşluğu hataları saptanmıştır.

Tablo 7.5 Bosh silecek kolu 2. hata istatistik raporu

ÜRÜN ADI: BOSH SİLECEK KOLU (BSH03)			
TOPLAM HATA İSTATİSTİK YÜZDE RAPORU			
HATA NO	YÜZDE	HATA TÜRÜ	HATA SEBEBİ
1	55	PULLANMA	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI VE KALIBIN YÜZEYİ KUSURLARI
2	45	DÖKÜM BOŞLUĞU	HATALI DÖKÜM ŞARTLARI



Şekil 7.22 Bosh Silecek Kolu (BSH03) Parçasının 2. Üretim Sonuçlarına Göre Oluşturulmuş Pareto Analizi

H-1) Parçanın 2. üretim sonuçlarına göre Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR	SİSTEM/PAÇA: BOSH SİLECEK KOLU										RESİM NO: 186 092		
PRES	İŞLETME/MAKİNA:										REVİZYON: A		
DÖKÜM	TARİH:										SAYFA NO: 11		
San. ve T.C. AŞ.	REVİZYON TARİHİ:												
PROSES KADEMESİ	HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR	RÖS	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE TAMAMLANMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	O	Ş	K	RÖS
BASINÇLI DÖKÜM	PULLANMA	MÜŞTERİ TATMİNSİZLİĞİ	KALIP YÜZEYİNDE YÜZEYDEN GELEN KUSURLAR VE KIRILIK	KALIP YÜZEYİNİN KONTROLÜ VE YÖNTEMLER UYGUN KALIP TEMİZLİĞİNİN YAPILMASI	4	5	3	60	KALIBIN DEĞİŞTİRİLMESİ VEYA BAKIMI ALINMASI	TASARIM	YENİ BİR ÜRETİMDE		
		HURDA	UYGUN OLMAYAN YAĞLAMA	YAĞLAMANIN YÖNTEMLERİ UYGUNLUĞUNUN KONTROLÜ	4	5	3	60	YAĞLAYICILARIN VEYA YÖNTEMİN DEĞİŞTİRİLMESİ	DÖKÜMHANE	İLK ÜRETİMDE		
		MALİYET ARTIŞI	ACMA-KAPAMA ZAMANININ UYGUN OLMAMASI	DÜZENLİ KONTROL	2	5	3	30	PARAMETRELERİN DÜZENLİ KONTROLÜ	KALİTE KONTROL	İLK ÜRETİMDE		
			ENEKSİYON BASINÇININ DÜŞÜK OLMASI	DÜZENLİ KONTROL	7	5	3	105	PARAMETRELERİN DÜZENLİ KONTROLÜ	KALİTE KONTROL	İLK ÜRETİMDE	3	5
			KALIP YÜZEY SICAKLIĞININ AZLIĞI VE HETEROJENLİĞİ	KALIP YÜZEY SICAKLIĞININ DÜZENLİ KONTROLÜ	6	5	3	90	PIROMETRE İLE KALIP YÜZEY SICAKLIĞININ KONTROLÜ	DÖKÜMHANE	İLK ÜRETİMDE		
OLASILIK	TAHMİN	ŞİDDET	TAHMİN	KEŞFEDİLEBİLİRLİK	TAHMİN	EKİP ÜYELERİ		BÖLÜM	O: OLASILIK Ş: ŞİDDET K: KEŞFEDİLEBİLİRLİK RÖS: RİSK ÖNCELİK SAYISI				
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1								
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK	2,3	ORTA	2,3								
ORTA	4,5,6	ORTA	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6								
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8								
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK	9,10	OLASI DEĞİL	9,10								

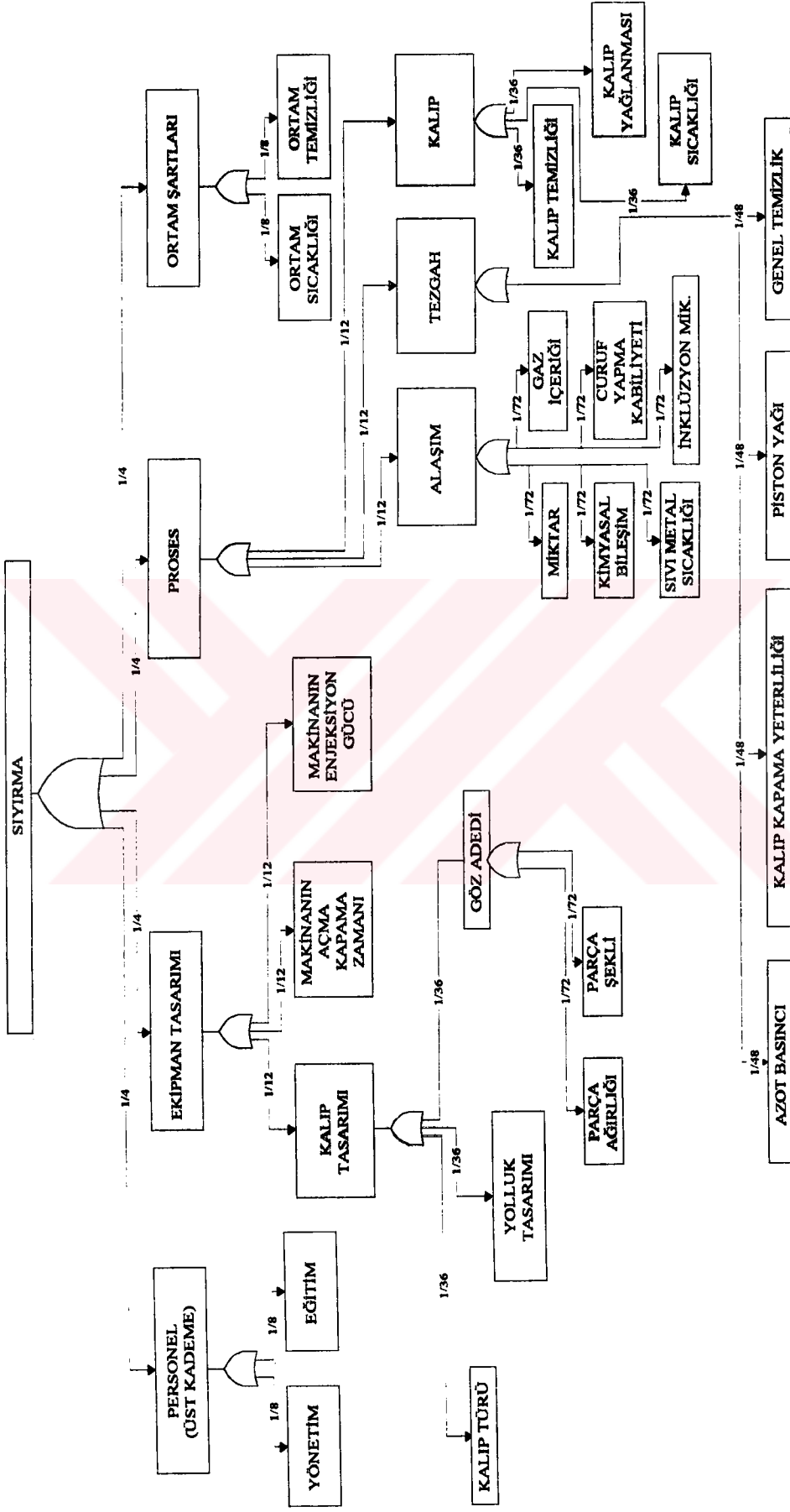
A

Şekil 7.23 Bosh Silecek Kolu (BSH03) parçasının 1. üretim sonuçlarına göre hazırlanmış OHTEA formu

H-3) Parçanın 3. üretim sonuçlarına göre Olası Hata Türü ve Etkisi Analizinin uygulanması

ASLAR		OLASI HATA TÜRLERİ ANALİZİ (OHTEA)		SİSTEM/PARÇA: BOSH SİKEÇ KOLU		RESİM NO: 186 092	
PRES				İŞLETME/MAKİNA:		REVİZYON: A	
DÖKÜM Sın. Vc Tic. Aş.		EKİP LİDERİ	İŞLETME	YAN SANAYİ	TARİHİ	SAYFA NO: 111	
PROSES KADAMESİ		HATA TÜRLERİ	HATANIN SONUÇLARI	HATA SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	
				ŞİMDİKİ KOŞULLAR		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	
				O		O	
				K		K	
				RÖS		RÖS	

7.5.3.2 HAA Tekniğinin Sıyırma Hatası Üzerinde Uygulanması

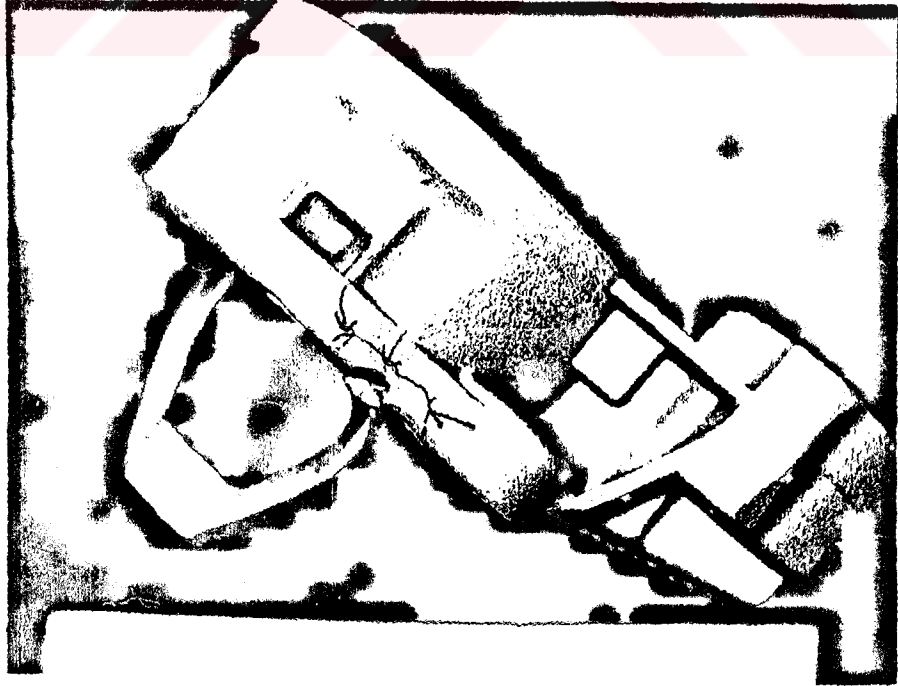


Şekil 7.25 HAA tekniğinin sıyırma hatası üzerinde uygulanması ile hazırlanmış HAA diyagramı

7.6 BASINÇLI DÖKÜM PROSESİNDE ORTAYA ÇIKAN HATALARIN FOTOĞRAFLARI

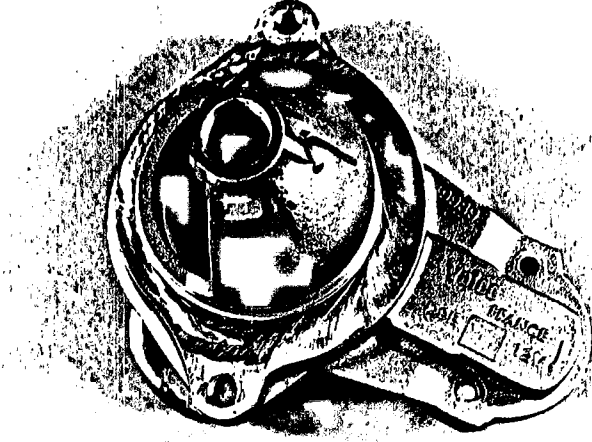


A



B

Şekil 7.26 Basınçlı döküm parçalarındaki sıyırma hatası

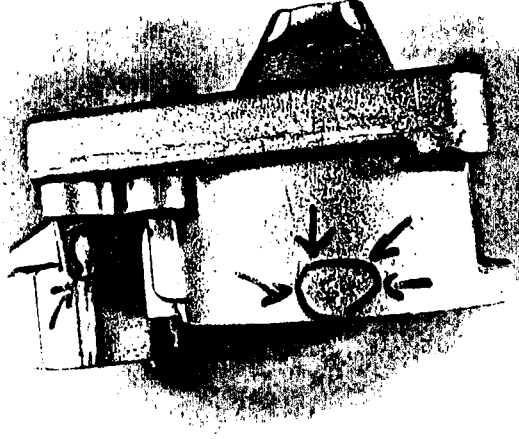


A



B

Şekil 7.27 Basınçlı döküm parçalarındaki sert noktalar

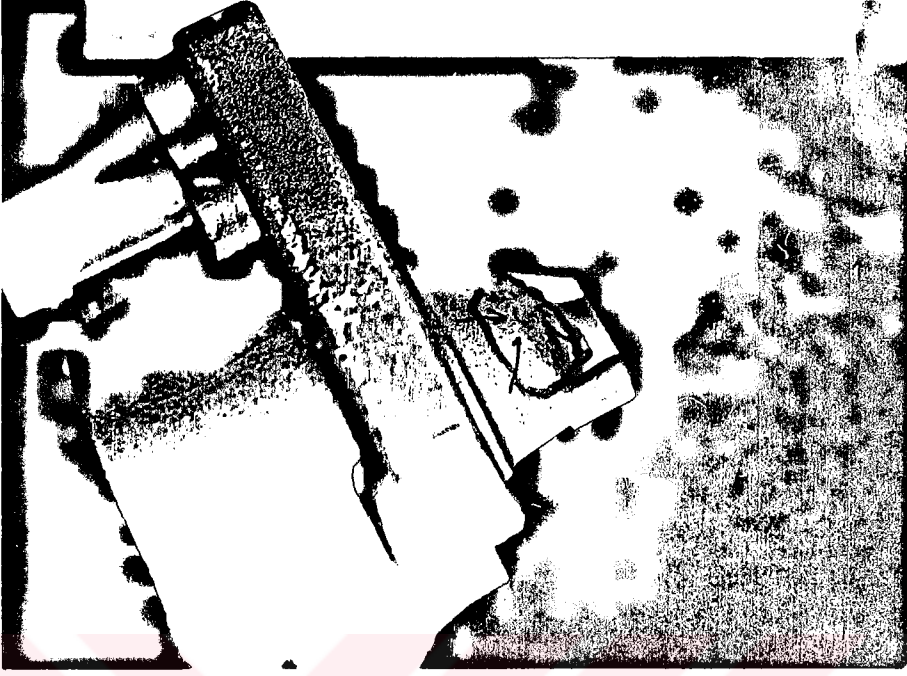


A

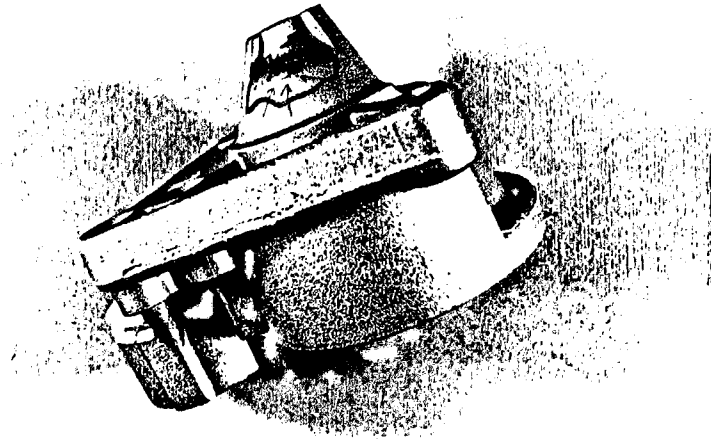


B

Şekil 7.28 Basınçlı döküm parçalarındaki yürümemezlik hatası

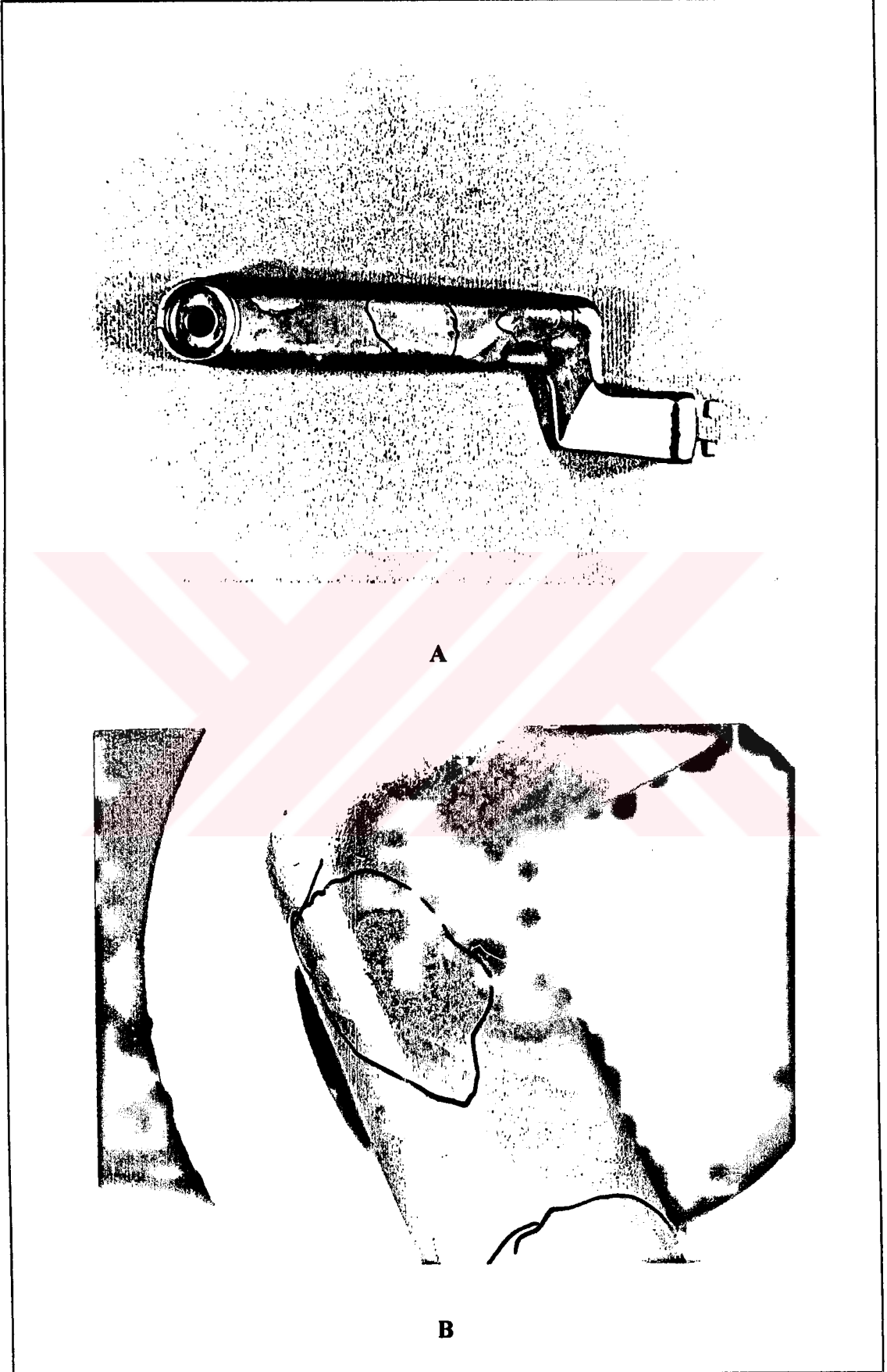


A

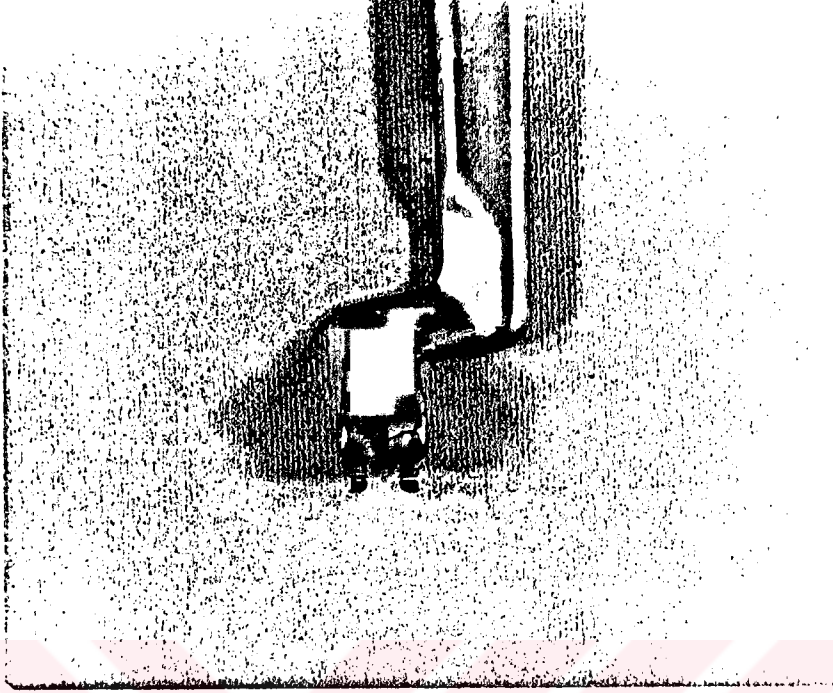
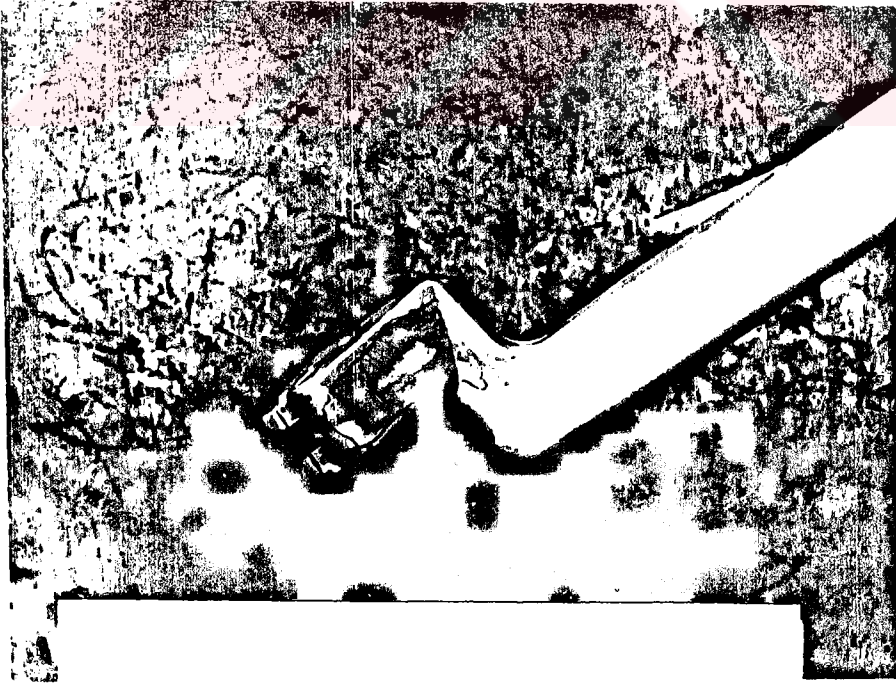


B

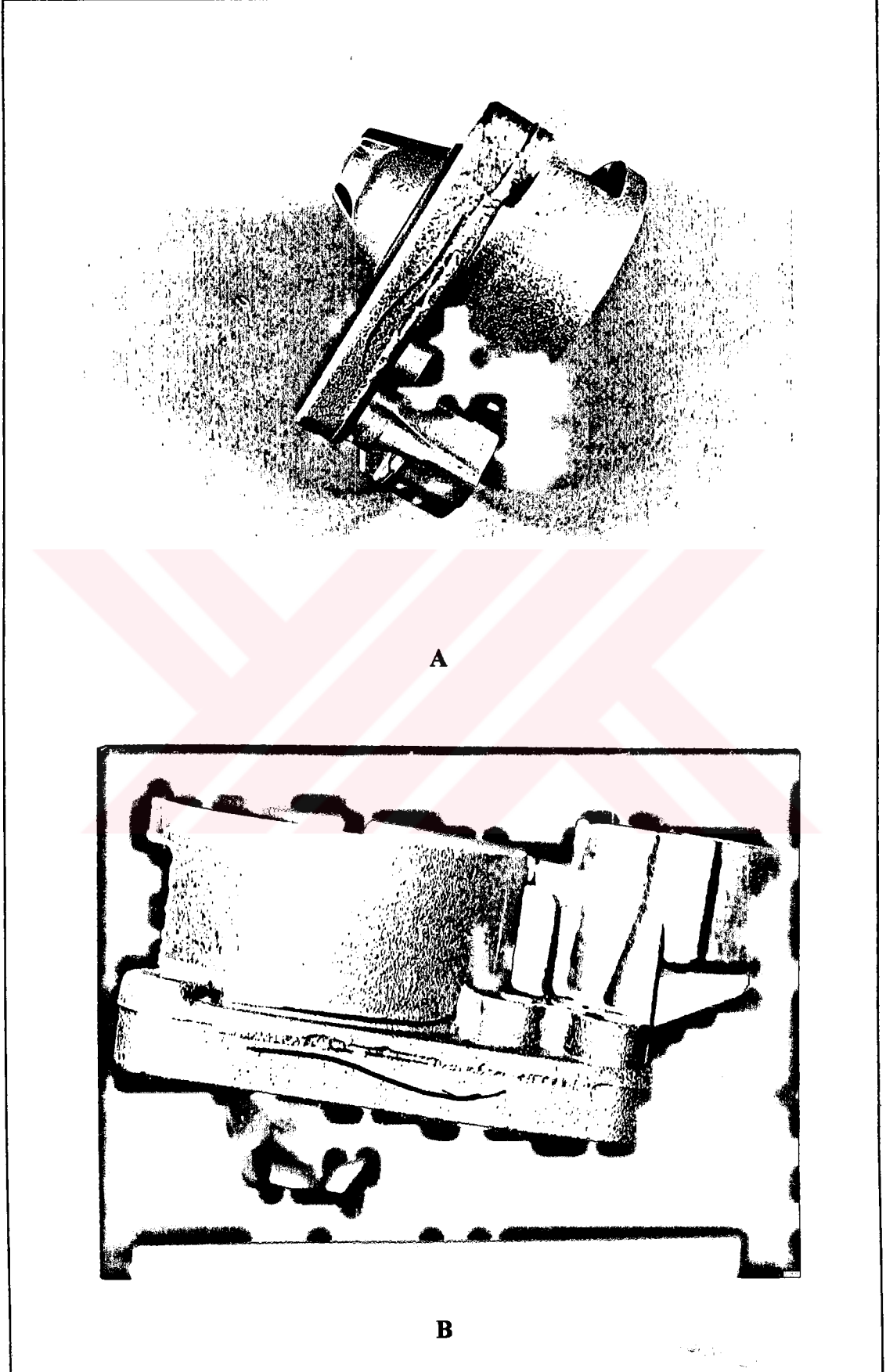
Şekil 7.29 Basınçlı döküm parçalarındaki tabakalaşma hatası



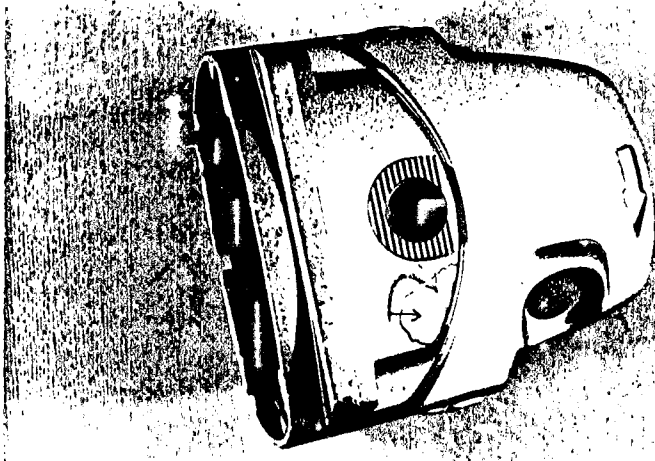
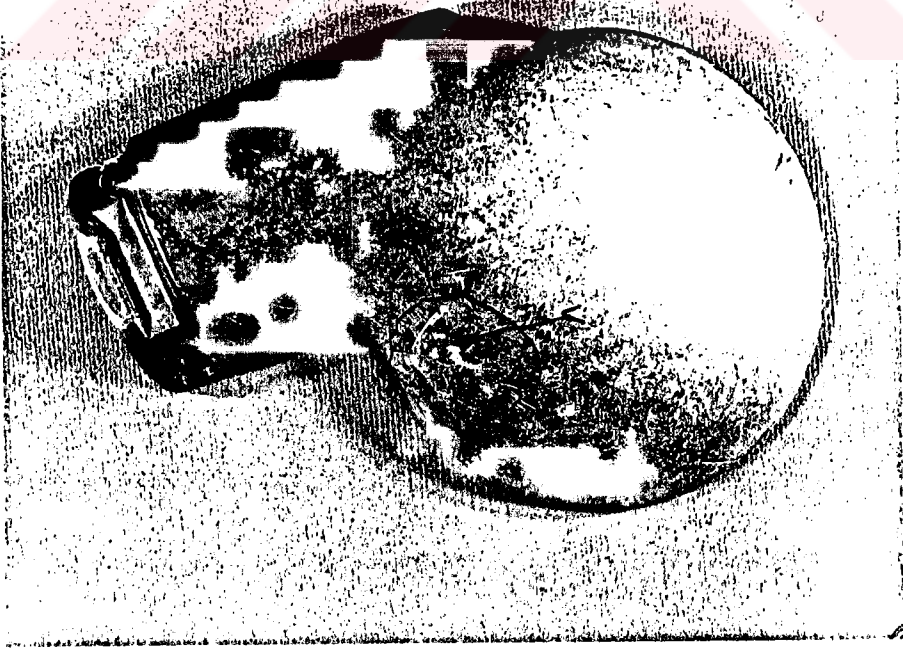
Şekil 7.30 Basınçlı döküm parçalarındaki faz ayarı hatası

**A****B**

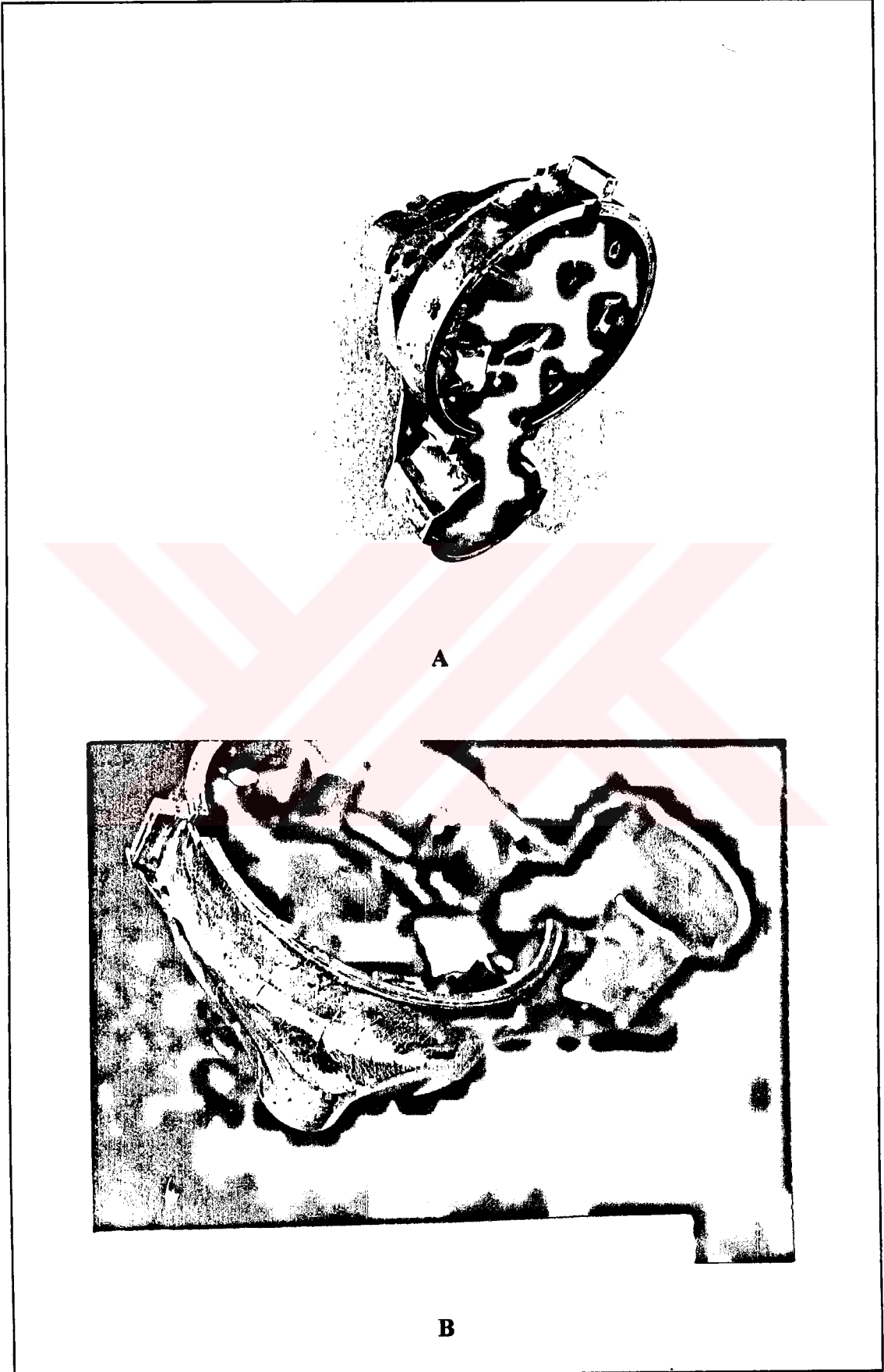
Şekil 7.31 Basınçlı döküm parçalarındaki yüzeyde yağ izleri hatası



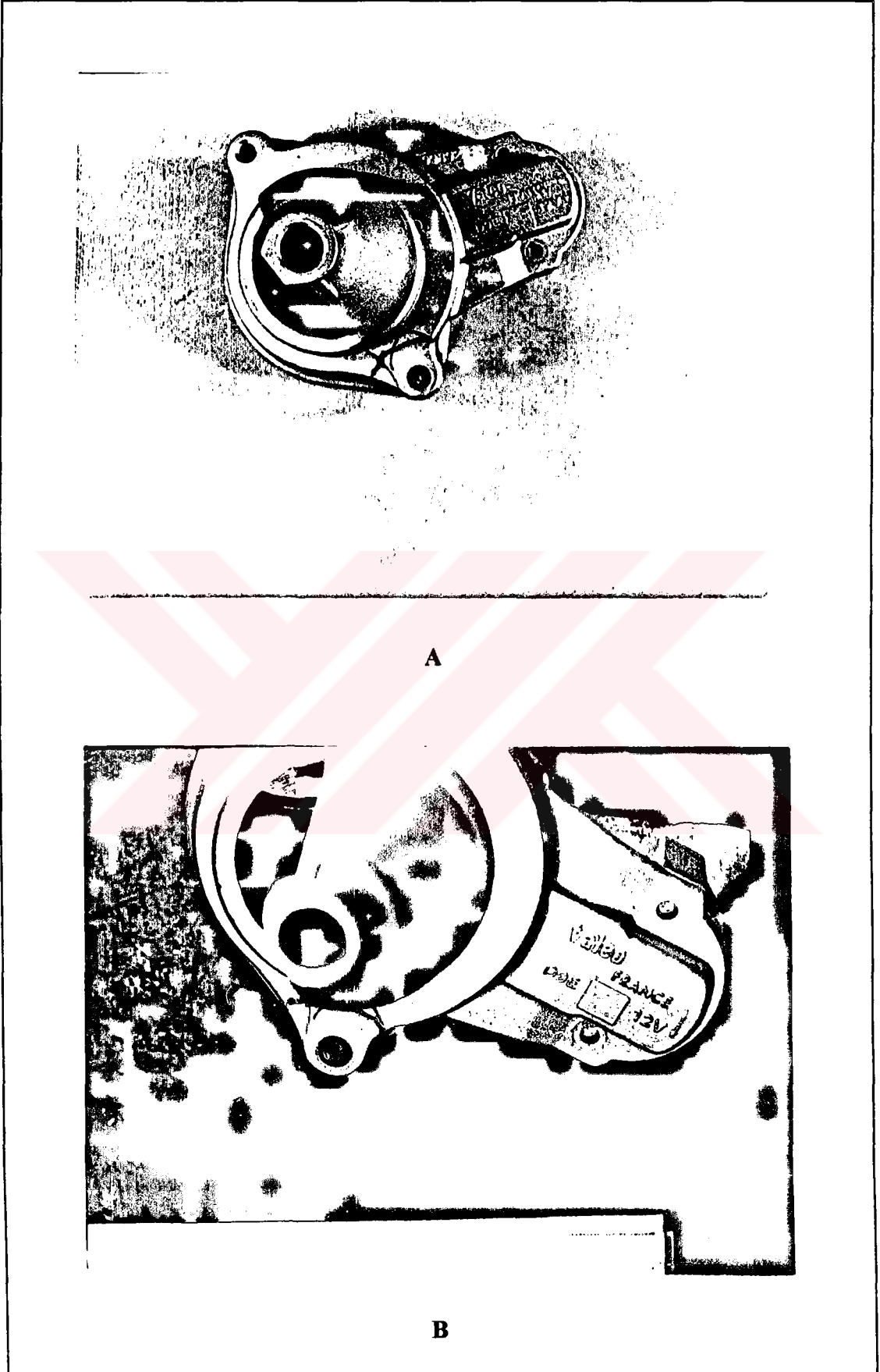
Şekil 7.32 Basınçlı döküm parçalarındaki yolluk kırılması hatası

**A****B**

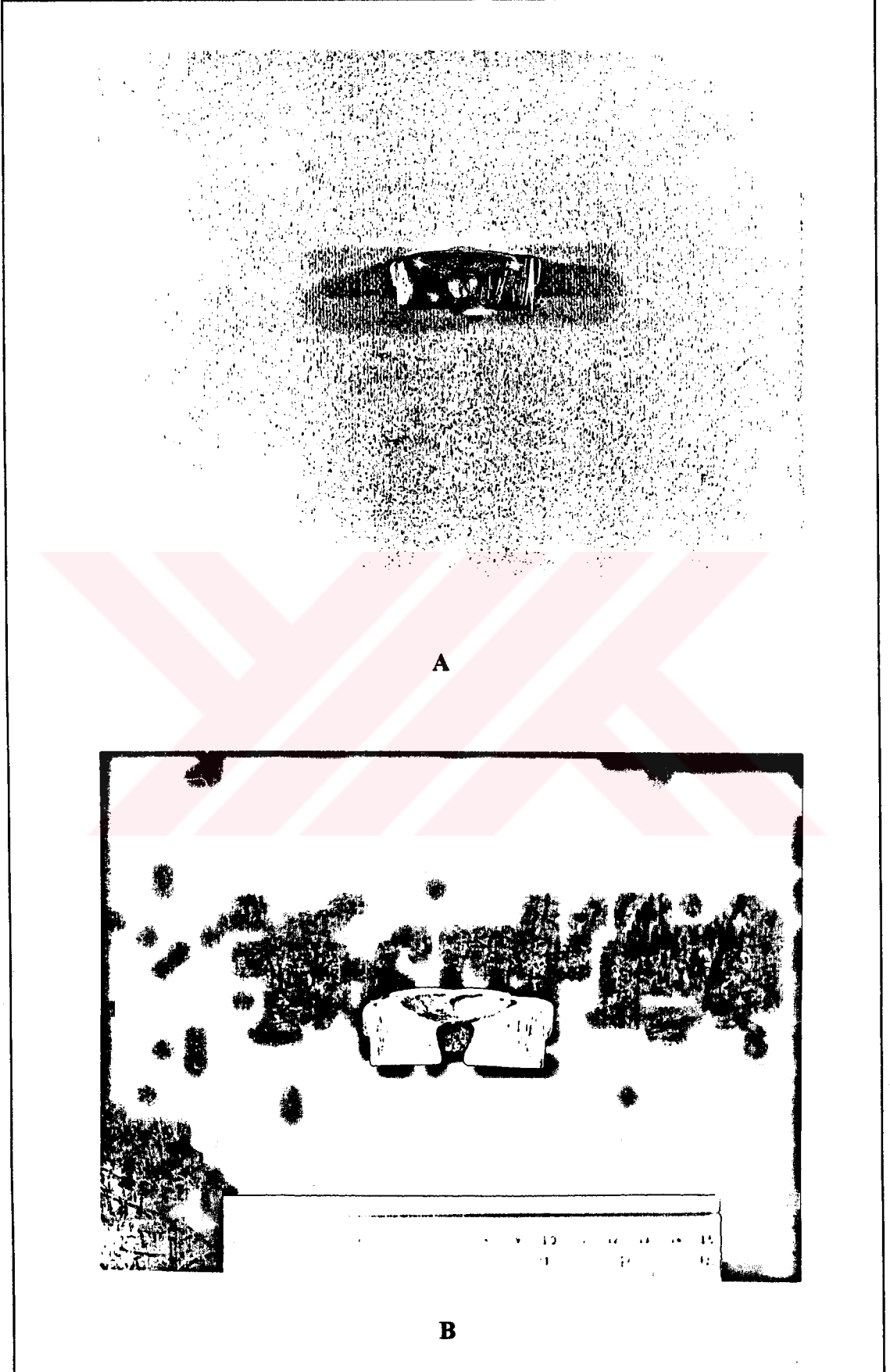
Şekil 7.33 Basınçlı döküm parçalarındaki yüzey çöküntüleri hatası



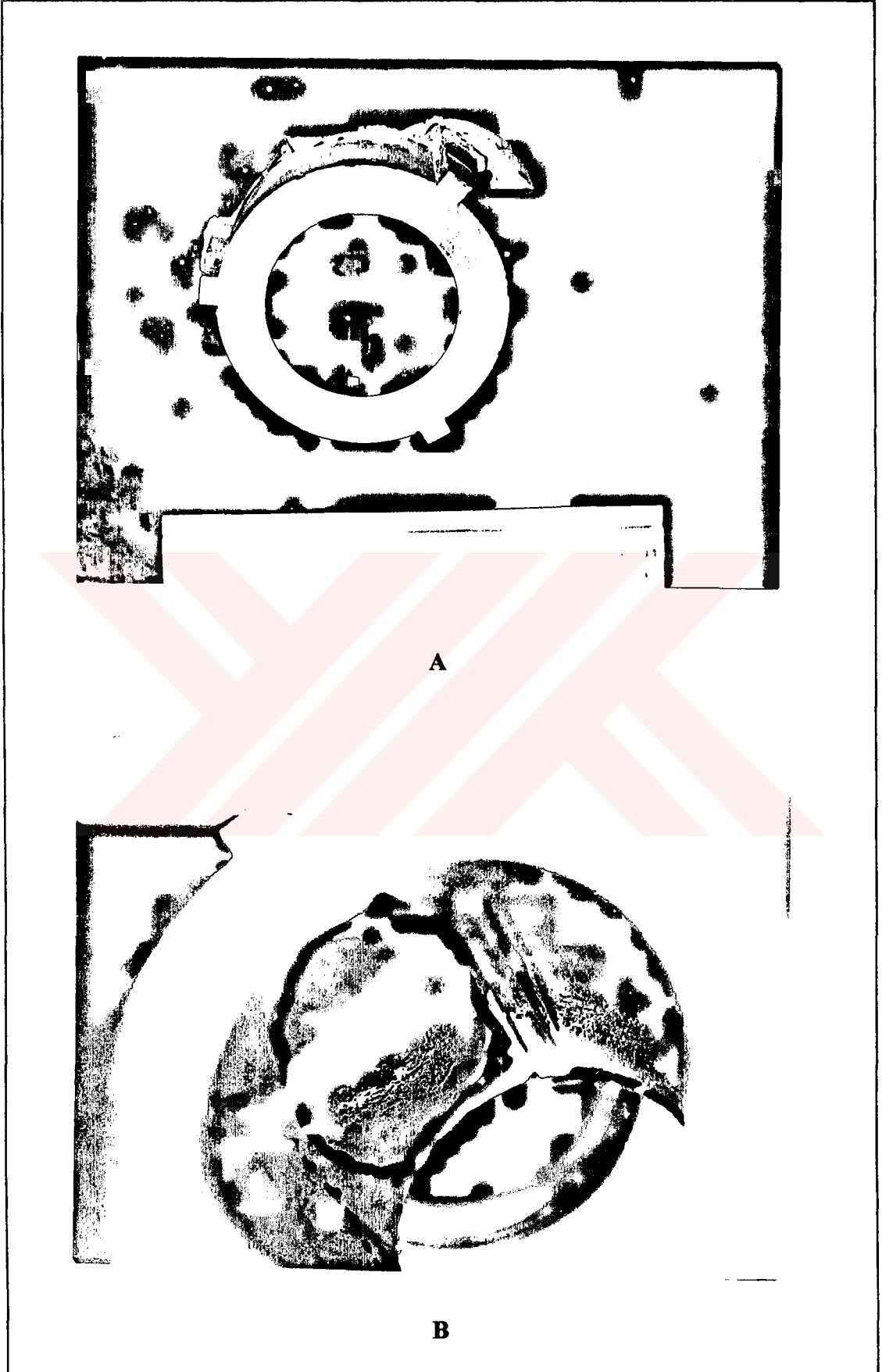
Şekil 7.34 Basınçlı döküm parçalarındaki kalıpta çatlak izleri hatası



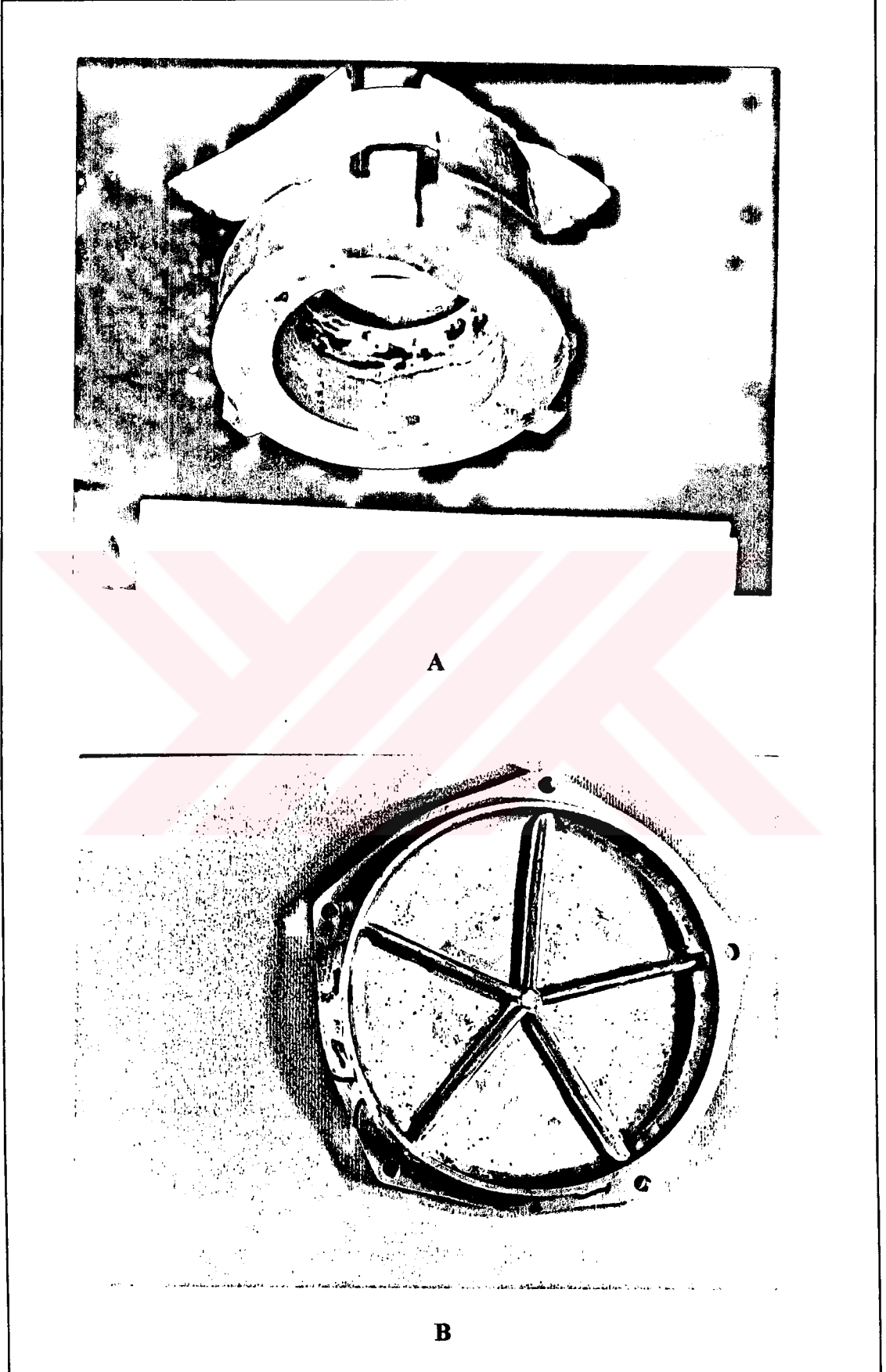
Şekil 7.35 Basınçlı döküm parçalarındaki pim kırılması hatası



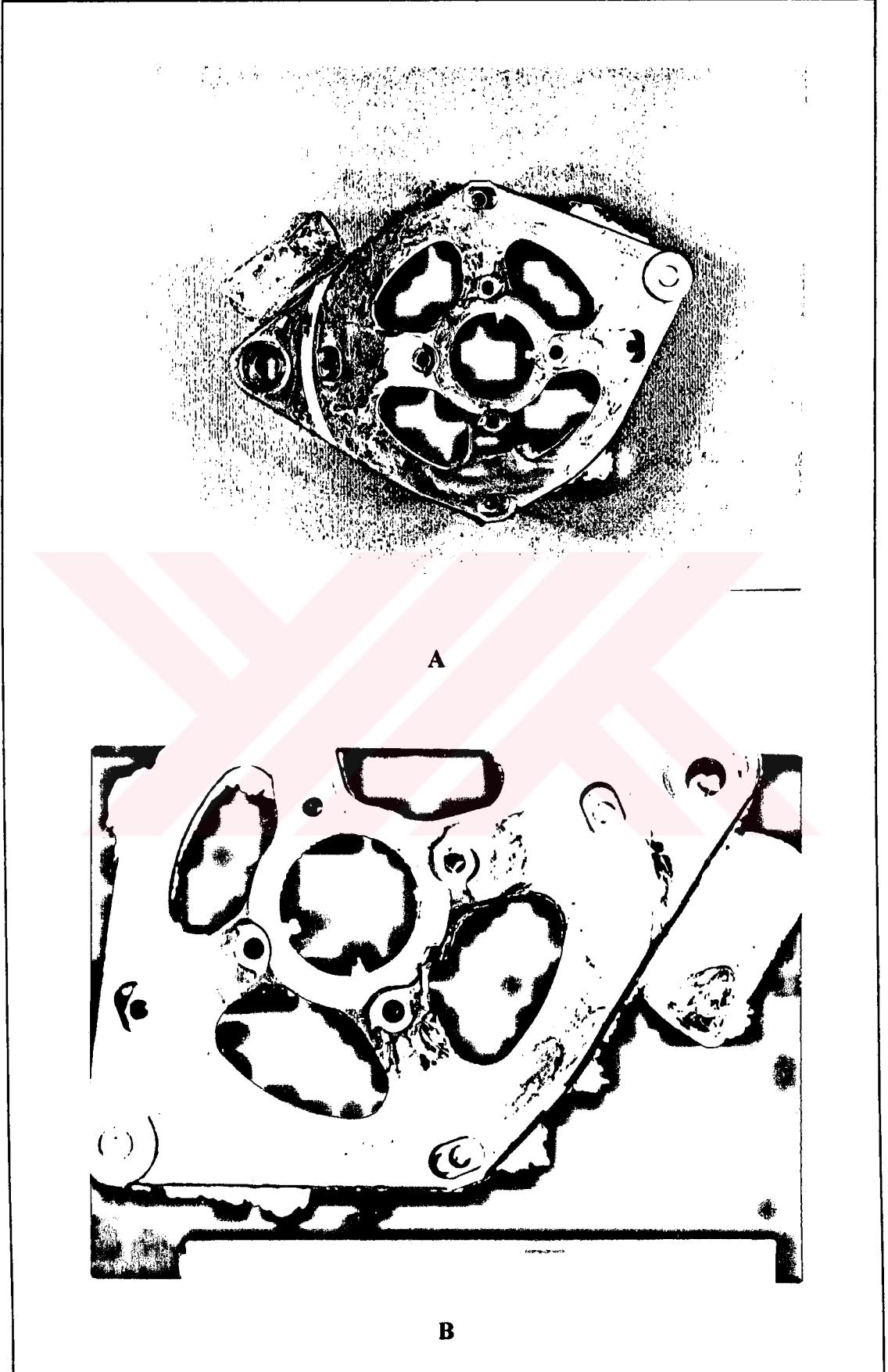
Şekil 7.36 Basınçlı döküm parçalarındaki çekilme boşluğu hatası



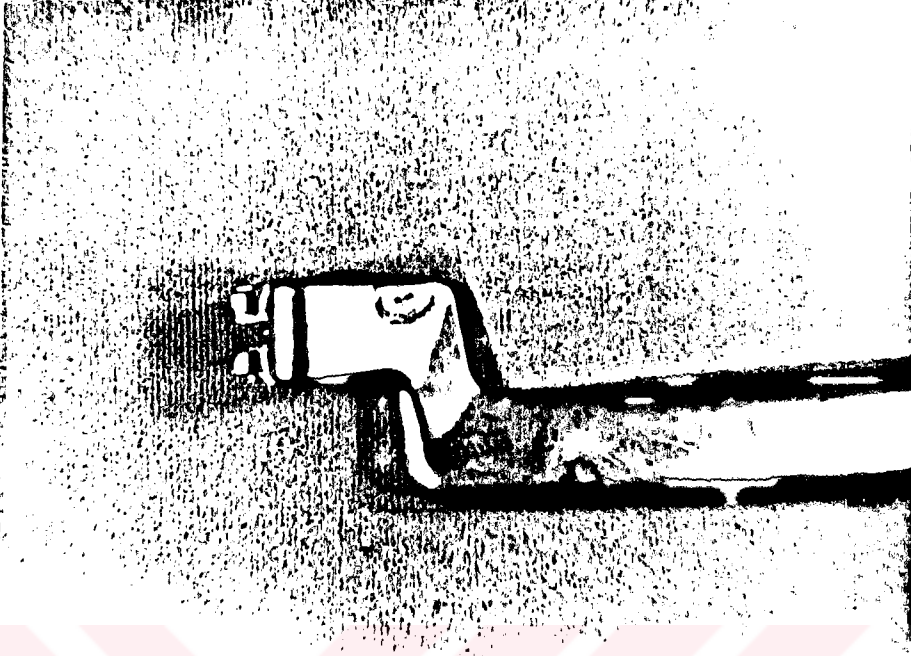
Şekil 7.37 Basınçlı döküm parçalarındaki bünye içinde hava boşluğu hatası



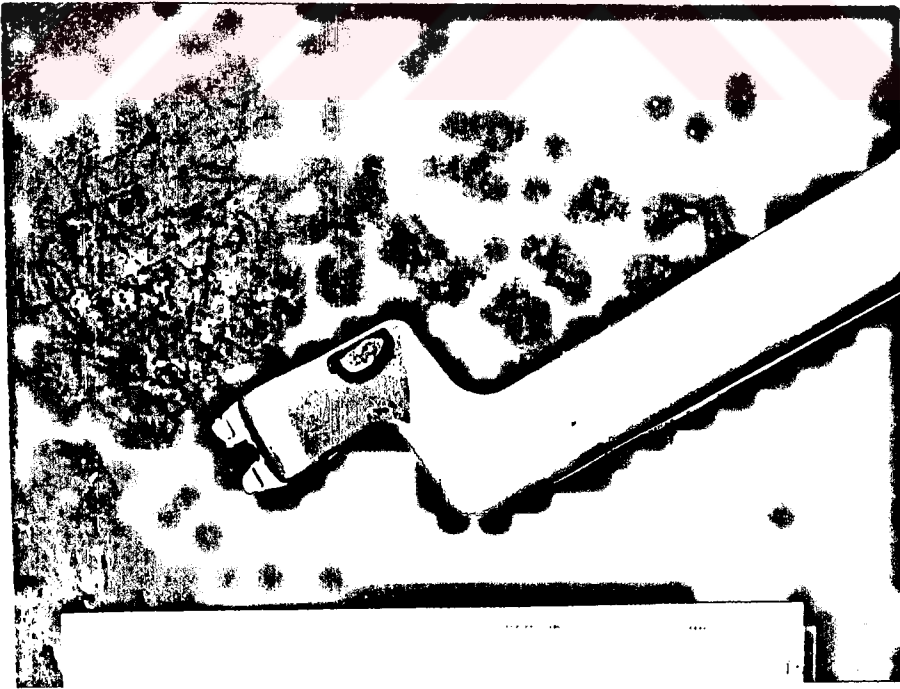
Şekil 7.38 Basınçlı döküm parçalarındaki işlenmiş yüzeyde döküm boşluğu hatası



Şekil 7.39 Basınçlı döküm parçalarındaki ilk baskı parça örneği



A

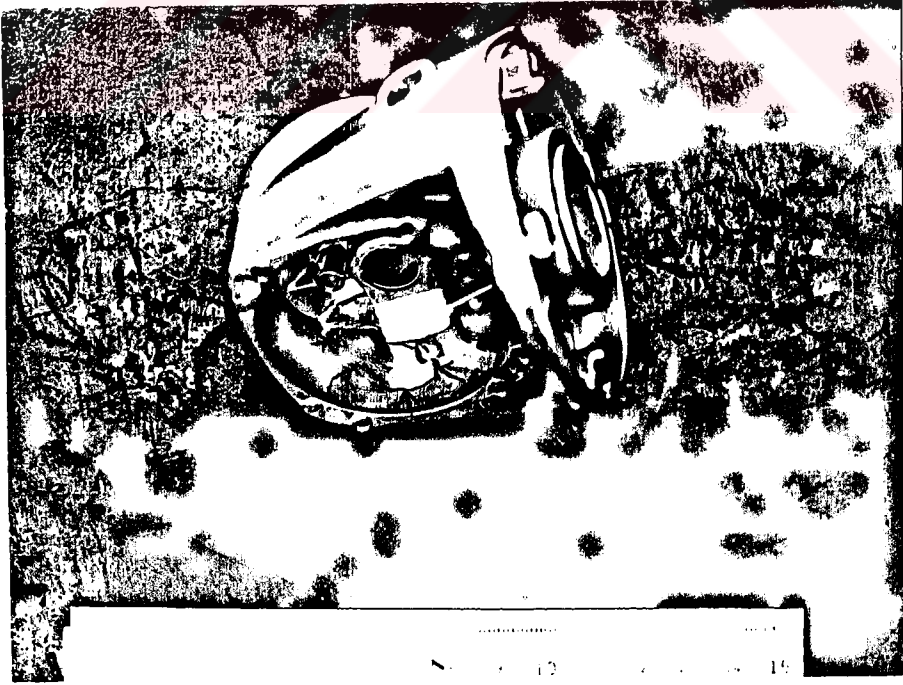


B

Şekil 7.40 Basınçlı döküm parçalarındaki yüzeyde döküm boşluğu hatası

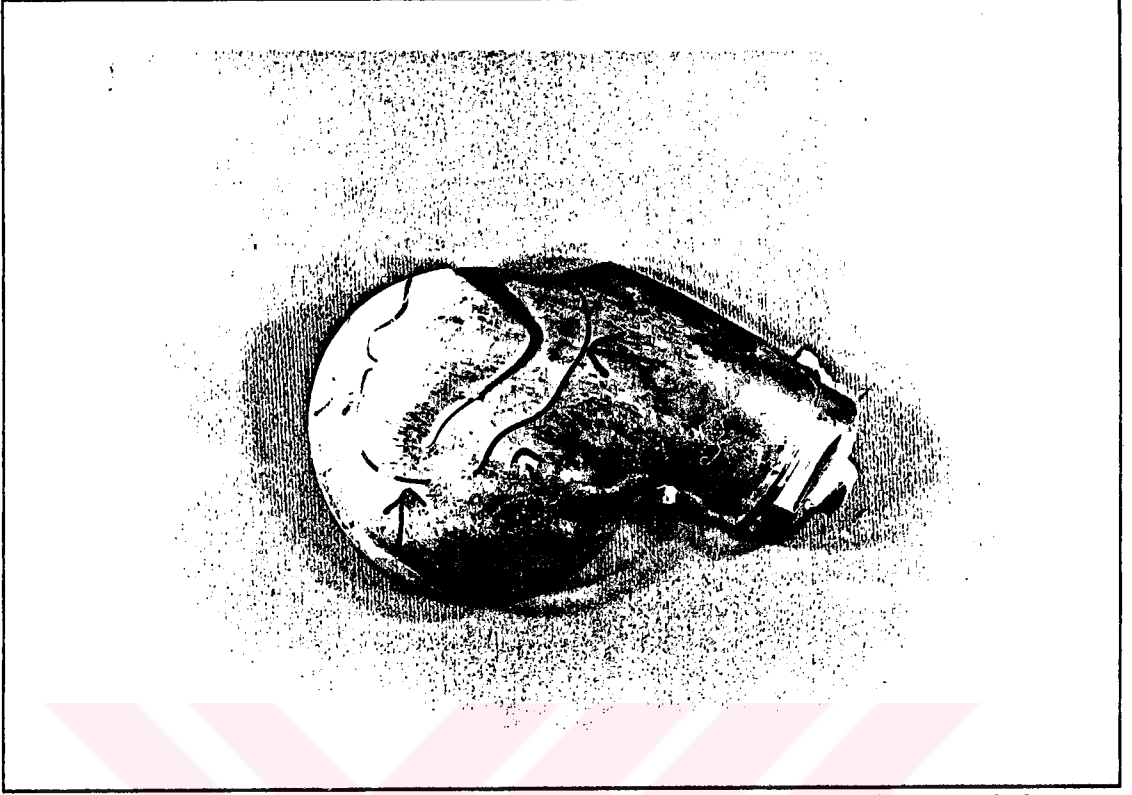


A

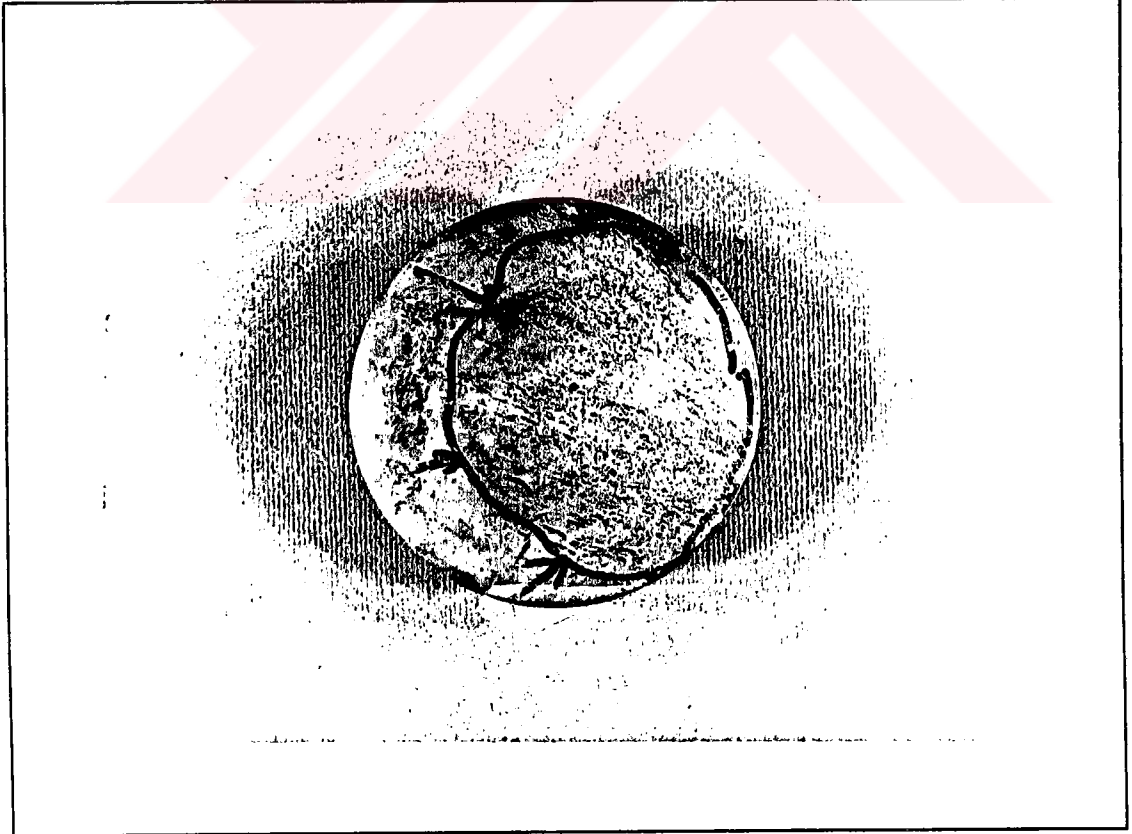


B

Şekil 7.41 Basınçlı döküm parçalarındaki yapışma hatası



Şekil 7.42 Basınçlı döküm parçalarındaki, parçayı kalıptan çıkarırken geç kalınması nedeniyle oluşan kırılma hatası



Şekil 7.43 Basınçlı döküm parçalarındaki, yolluğun patlaması sonucu parça yüzeyinde istenmeyen Alüminyum parçacıkların oluşması hatası

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kalite tekniklerinin orta ölçekli bir basınçlı döküm işletmesinde uygulaması denenmiştir.

- 1) Öncelikle şu çok iyi bilinmelidir ki bu teknikler asla kendi başlarına kullanılamazlar. Yani bir kalite tekniğinin herhangi bir işletmede uygulanması, diğer kalite araç ve tekniklerinin destekleriyle gerçekleştirebilmektedir. Örneğin bu çalışmada OHTEA (Olası hata türleri ve etkileri analizi) ve HAA (Hata ağacı analizi) teknikleri orta ölçekli bir basınçlı döküm işletmesinde uygulanırken, ilk olarak beyin fırtınası yoluyla bir kılçık diyagramı oluşturulmuştur. Genel olarak kılçık diyagramı prosesle ilgili olarak tüm parametreleri önemli yada önemsiz olmaksızın bünyesinde taşımak zorundadır. Zaten kılçık diyagramı bu özelliğinden dolayı diğer tekniklere uygulama esnasında temel alt yapı hazırlamaktadır. Bundan dolayı kalite güvence kapsamında yapılan faaliyetlerin öncüsü kılçık diyagramı olmalıdır.
- 2) Kalite teknikleri gerek OHTEA gereksede HAA proses öncesi uygulanması gereken kalite teknikleridir. Yani bu tekniklerin asıl ortak amacı meydana gelmesi muhtemel hataları ortaya koyarak sebeplerini araştırmaktır. Bu şekilde yapılan bir çalışma sonucunda elde edilen veriler, prosesin nasıl işlemesi gerektiğini ortaya koyar ve bu doğrultuda oluşturulan bir plan çerçevesinde üretim yapılmaya çalışılır.
- 3) Bu tez çalışmasında, OHTEA ve HAA tekniklerinin uygulanması sırasında daha önceki üretimlerden elde edilen sonuçlar kullanılmaya çalışılmıştır. Örneğin önceki üretimlerden elde edilen sonuçlara göre yapılan pareto analizleri hangi hata veya hataların çokluklarına göre ne kadar ciddiye alınmaları gerektiğini ortaya koymuştur. Bu bilgiler bize OHTEA ve HAA tekniklerinin uygulamasının hangi hatalar üzerinde yapılması gerektiğini belirlemiş, yani seçiminde yol gösterici olmuştur. Bu şekilde, diğer kalite araç ve tekniklerinin desteğiyle OHTEA ve HAA tekniklerinin uygulaması oldukça yararlı olmuş, çünkü daha somut deliller ışığında seçilmiş önemli hataların proses üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.
- 4) Kalite tekniklerinin uygulanmasında önemli bir konu proseste uygulanması gereken kalite tekniğinin seçimidir. Kalite tekniklerinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunduğundan uygulanacak olan kalite tekniği veya tekniklerinin seçimi, kapsamı ve uygulama amacı gerçekten önemlidir.
- 5) Diğer tekniklerin yol göstericiliği ve yardımlarıyla hataların seçimi yapıldıktan sonra kalite tekniklerinden OHTEA ve HAA tekniklerinin uygulaması son derece başarılı bir şekilde yapılmıştır. Diğer teknikler OHTEA ve HAA tekniklerinin hangi konuya yönelmeleri açısından son derece yararlı olmuştur. Zaten OHTEA ve HAA teknikleri işletmede çok fazla miktarlarda meydana gelmeyen bir hata üzerinde uygulanıp ne kadar başarılı olursa olsun, miktarı çok yüksek olan hataların çözümü sağlanmadıkça sorunlar yine devam eder. Ancak daha öncede söylendiği gibi, bu tez çalışmasında önceden uygulanmış bulunan teknik veya araçlar OHTEA ve HAA tekniklerine önemli ve ciddi hataları işaret etmiş ve tekniklerin yararlı bir konuya eğilimi sağlanmıştır. Dolayısıyla bu tez çalışmasında kalite araç ve tekniklerinin seçimi ve özellikle de uygulama sıraları son derece doğru olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] **DOEHLER, H.H.** Mc Graw Bill Book Company, Inc., NY, Toronto, London (1951)
- [2] **ÇİĞDEMOĞLU, M.** Basınçlı Döküm Cilt 1, Ankara, (1972)
- [3] **ATEŞ, M.** Basınçlı Döküm Yöntemiyle Üretimde OHTEA Tekniği Uygulaması ile Ürün ve Proses Optimizasyonu, İTÜ, (1995)
- [4] **TAPTIK, Y.** Sınai İstatistik ve Kalite Kontrol Ders Notları, İTÜ, (1993)
- [5] **HORWOOD, E.** Ouality Assurance The Route to Efficiency and Competitiveness III. Eddition, (1993)
- [6] **KELEŞ, Ö.** Matkap Uçlarının Ark PVD ile Tin Kaplamasında Proses Parametrelerinin Taguchi Metodları ile Optimizasyonu, İTÜ, (1996)
- [7] **ISHIKAWA, K.** Toplam Kalite Kontrol, Kalder Yayınları, (1995)
- [8] **MENDEZ, E.G., PEARSON, J.N.,** Purchasing Role in Product Development: The Case for Time Based Strategies, National Association of Puchasing Management, Inc., January, (1994)
- [9] **STAMATİS, D.H.** Ph.D., C.Q.E., C.Mfg.E. Central Michigan University, Contemporary Consultants Co. Michigan, U.S.A.
- [10] **PUGH, S.** Total Design, Addison Wesley, Wokingham, England, (1991)
- [11] **TAGUCHI, G.** 'The Evalution of Quality' American Supplier Institute News, September, (1985)
- [12] **STAMATİS, D.H.** FMEA, FMEA From Theory to Execution QP, Milwuakee, WI, (1996)
- [13] **WEBER, D.P.,** Weber Systems, P.O. Box 4745, Maineville, (1995)
- [14] **WILSON, P.F., DELL, L.D., ANDERSON, G.F.** Root Cause Analysis, A Tool Total Quality Management, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, (1993)
- [15] **SINHA, M.N., WILBER, W.Q.,** The Management of Quality Assurance

- [16] **PEACE, G.C.**, Taguchi Methods, Addison Wesley Publishing Company, (1994)



ÖZGEÇMİŞ

Burak PULATKAN 1972 yılında Trabzon'da doğmuş olup 1989 yılında Fenerbahçe Lisesini bitirmiş, aynı yıl İ.T.Ü. Kimya Metalurji Fakültesinde yüksek öğrenimine başlamıştır. 1993 yılı Haziran ayında Metalurji Mühendisi olarak mezun olmuştur. İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsünde Metalurji A.B.D. Malzeme Programında yüksek lisansa başlamıştır.

