

749880

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ
VE
BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Demet GÖNEN
Endüstri Mühendisi
149880

Balıkesir, Temmuz – 2004

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ
VE
BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Demet GÖNEN
Endüstri Mühendisi**

Balıkesir, Temmuz – 2004

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ
VE
BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Demet GÖNEN

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KADIOĞLU

Sınav Tarihi : 17.08.2004

Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Ramazan YAMAN

Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KADIOĞLU

Yrd.Doç.Dr. Ergun ATEŞ

Yrd.Doç.Dr. Yılmaz GÜR

Yrd.Doç.Dr. Nedim GERGER

(BAÜ)

(Danışman-BAÜ)

(BAÜ)

(BAÜ)

(BAÜ)

Balıkesir, Ağustos - 2004

ÖZET

HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ VE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

Demet GÖNEN
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi/Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Muzaffer KADIOĞLU)

Balıkesir, 2004

Günümüz koşullarında ilk seferde doğruyu üretmek, zaman ve maliyet avantajı kazanmak, müşteriye hatasız ürün sunmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak işletmeler için ilk sırada gelmektedir. Bunu gerçekleştirirken yapılacak çalışmalarda müşteriye ulaşabilecek olası hataları önceden gören, bunların neden ve etkilerini belirleyen, risk önceliklerine göre değerlendiren ve gerekli önlemleri alarak hataların oluşmasını önleyen proaktif yaklaşım Hata Türü ve Etkileri Analizi 'dir. Bu çalışmada, Hata Türü ve Etkileri Analizi konusunda teorik bir çerçeve oluşturulmuş ve bu çerçeve dahilinde bir uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında Hata Türü ve Etkileri Analizi hakkında bilgi verilmiştir. İlk olarak bu yöntemin ne zaman ve nasıl ortaya çıktığı üzerinde durulmuş ve bu çalışmaya ne zaman başlanması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmanın yapılma amacı ve firmaya sağlayacağı yararlar belirtilmiştir.

İkinci aşamada, Hata Türü ve Etkileri Analizi 'nin uygulama süreci açıklanmıştır. Yapılacak çalışma için izlenecek adımlar belirtilmiş ve bu adımların gerçekleştirilmesi sonucunda Hata Türü ve Etkileri Analizi formuna aktarılması gösterilmiştir.

Üçüncü aşamada, sistem, tasarım, süreç ve servis olmak üzere Hata Türü ve Etkileri Analizi 'nin türlerinden, aralarındaki ilişkilerden ve uygulama aşamalarından bahsedilmiştir.

Dördüncü aşamada, bir firmada yapılan uygulama çalışması anlatılmıştır. Uygulama çalışması tasarım ve süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi olmak üzere iki bölümde yapılmış ve elde edilen sonuçlar formlar halinde verilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER : hata / hata modu / hata analizi / hata türü ve etkisi / hata türü analizi

ABSTRACT

FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS AND STUDY WORKS

Demet GÖNEN

**Balikesir University, Institute of Science
Department of Industrial Engineering**

(MSc. Thesis/Supervisor: Assist. Prof. Dr. Muzaffer KADIOĞLU)

Balikesir, Turkey, 2004

Nowadays under current circumstances, to make right things at the first time, to save time and get advantages, to supply products having no failure for customer, and to provide customer satisfaction are the first priorities for enterprises. The approach seeing before possible failures that will able to reach to customer while these are performed, determining causes and effects of these, evaluating these according to risk priorities, and preventing failures by taking necessary measures is the Failure Mode and Effect Analysis. In this study, a framework about Failure Mode and Effect Analysis is formed, and an application is made according to framework scope.

In the first part of the study, the information about Failure Mode and Effect Analysis is given. First, it is emphasized how and when this method was used, and also pointed out the determination of the efficient starting time. The aims of the study and benefits to be provided for the firm are also described.

In the second part, the application process of Failure Mode and Effect Analysis is explained. For the study to be performed, necessary steps to be followed for the performance of such a study are given and it is showed transferring to Failure Mode and Effect Analysis Form in result of being performed this steps.

In the third part, the types of Failure Mode and Effect Analysis such as system, design, process and service FMEA, their interrelationships and application stages are described.

In the fourth part, a workshop application in a firm is given. It is composed of two parts: Design and Process Failure Mode and Effect Analysis. The results of work are given in forms.

KEY WORDS: failure / failure mode / failure analysis / failure mode and effect / failure mode analysis

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
ÖNSÖZ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA)	3
1.1.1 Güvenilirlik Analizi	5
1.1.2 Hata Türü ve Etkileri Analizi Tekniğinde Kullanılan Yardımcı Elemanlar	6
1.1.3 Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Tarihçesi.....	7
1.1.4 Neden Hata Türü ve Etkileri Analizi?.....	8
1.1.5 Hata Türü ve Etkileri Analizi 'ne Başlama Zamanı	9
1.1.6 Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Amaçları.....	9
1.1.7 Toplam Kalite Yönetimi Yaklaşımında FMEA	10
1.1.8 Hata Türü ve Etkileri Analizinin Yararları.....	12
2. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ UYGULAMA SÜRECİ	15
2.1 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ UYGULAMA AŞAMALARI	15
2.1.1 Aşama 1: Hazırlık Çalışmaları.....	15
2.1.2 Aşama 2: Sistemin Analizi.....	17
2.1.2.1 Olası Hata Türü	18
2.1.2.1.1 Hataların Sınıflandırılması	18
2.1.2.1.1.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hata Sınıflandırması:.....	19
2.1.2.1.1.2 Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması:.....	19
2.1.2.1.1.3 Zamana Göre Hatalar:	19
2.1.2.1.1.4 Nedenlerine Göre Hatalar:.....	19
2.1.2.2 Olası Hata Etkisi.....	20
2.1.2.3 Olası Hata Nedeni	21
2.1.3 Aşama 3: Değerlendirme.....	23
2.1.3.1 Önem (Hatanın Ağırlığı)	23
2.1.3.2 Öneme (Hata Ağırlıklarına) Değer Verilmesi	23
2.1.3.3 Kritik Özellikler	24
2.1.3.4 Oluşma Olasılığı.....	24
2.1.3.5 Oluşma Olasılığı (Hatanın Ortaya Çıkma Sıklığı) Değerinin Verilmesi	24
2.1.3.6 Keşfedilebilirlik (Hata Saptama).....	24
2.1.3.7 Keşfedilebilirliğe (Hata Saptama) Değer Verilmesi	25
2.1.3.8 Risk Öncelik Sayısı veya RPN.....	26
2.1.3.9 Risk Öncelik Sayısını Değerlendirilmesi	26
2.1.3.10 Düzeltici Önlemler	28
2.1.4 Aşama 4: İzleme-Uygulama	28
2.1.5 Aşama 5: Doğrulama	28

2.2 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ALGORİTMASI.....	29
2.3 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ FORMUNUN DOLDURULMASI...	33
3. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TÜRLERİ	36
3.1 SİSTEM FMEA.....	36
3.1.1 <i>SİSTEM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI</i>	37
3.1.1.1 Ekibin Oluşturulması.....	37
3.1.1.2 Sistem İşlevlerinin Tanımlanması.....	37
3.1.1.3 Hata Türünün Tanımlanması.....	37
3.1.1.4 Etkinin Tanımlanması	38
3.1.1.5 Hatanın Önemi (Şiddeti)	38
3.1.1.6 Özellik Sınıflandırması.....	39
3.1.1.7 Nedenlerin Tanımlanması	39
3.1.1.8 Hata/Neden Olasılığı	39
3.1.1.9 Hata Saptama Yöntemleri	40
3.1.1.10 Hatanın Keşfedilebilirliği	40
3.1.1.11 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN).....	41
3.1.1.12 Önerilen İyileştirmeler	41
3.1.1.13 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi.....	42
3.2 TASARIM FMEA (DFMEA)	44
3.2.1 <i>TASARIM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI</i>	45
3.2.1.1 Ekibin Oluşturulması.....	45
3.2.1.2 İncelenecek Ürünün İşlevlerinin Tanımlanması.....	47
3.2.1.3 Hata Türünün Tanımlanması.....	48
3.2.1.4 Etkinin Tanımlanması	49
3.2.1.5 Hatanın Önemi (Şiddeti)	49
3.2.1.6 Özellik Sınıflandırması.....	50
3.2.1.7 Nedenlerin Tanımlanması	50
3.2.1.8 Hata/Neden Olasılığı	51
3.2.1.9 Kontrol Önlemlerinin Tanımlanması	52
3.2.1.10 Hatanın Keşfedilebilirliği.....	53
3.2.1.11 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN).....	53
3.2.1.12 Önerilen İyileştirmeler	55
3.2.1.13 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi.....	56
3.2.2 <i>TASARIM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSEDÜRÜ</i>	58
3.2.3 <i>TASARIM FMEA 'NİN İZLENMESİ</i>	59
3.3 SÜREÇ FMEA (PFMEA).....	61
3.3.1 <i>SÜREÇ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI</i>	63
3.3.1.1 Ekibin Oluşturulması.....	64
3.3.1.2 Süreç İşlevlerinin Tanımlanması.....	65
3.3.1.3 Fonksiyon Matrisi	65
3.3.1.4 Hata Türleri	67
3.3.1.5 Etkinin Tanımlanması	67
3.3.1.6 Hatanın Önemi (Şiddeti)	68
3.3.1.7 Özellik Sınıflandırması.....	68
3.3.1.8 Nedenlerin Tanımlanması	68
3.3.1.9 Hata/Neden Olasılığı	69
3.3.1.10 Mevcut Süreç Kontrolleri.....	75
3.3.1.11 Hatanın Keşfedilebilirliği.....	75
3.3.1.12 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN).....	76

3.3.1.13 Önerilen İyileştirmeler	76
3.3.1.14 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi.....	77
3.3.2 SÜREÇ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSEDÜRÜ.....	78
3.4 SERVİS FMEA	81
3.4.1 SERVİS HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN UYGULANMASI.....	82
3.5 FMEA TÜRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	87
4. UYGULAMA.....	91
4.1 FİRMANIN TANITIMI.....	91
4.2 EFE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş. 'DE FMEA ÇALIŞMASI	93
4.2.1 EFE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş. 'DE TASARIM FMEA UYGULAMASI ..	99
4.2.2 EFE ENDÜSTRİ ve TİCARET A.Ş. 'DE SÜREÇ FMEA ÇALIŞMASI	189
5. SONUÇ.....	284
KAYNAKÇA	285
EKLER.....	290



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>		
<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1	Ürün/Sistem/Ekipman/Bileşenin Yaşam Eğrisi	6
Şekil 1.2	Üretimde Klasik Anlayış Yaklaşımı	11
Şekil 2.1	FMEA Algoritması	31
Şekil 3.1	Tasarım FMEA Ekibinin Yapısı	47
Şekil 3.2	Tasarım Hata Türü ve Etki Analizi Prosedürü	58
Şekil 3.3	Hata Türlerinin Süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi ile İlişkisi	63
Şekil 3.4	Süreç FMEA Ekibinin Yapısı	64
Şekil 3.5	Normal Dağılımdaki Üst ve Alt Doğal Tolerans Sınırları	70
Şekil 3.6	Süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi Prosedürü	78
Şekil 3.7	Hata Türlerinin Servis Hata Türü ve Etkileri Analizi ile İlişkisi	82
Şekil 3.8	FMEA Türleri	87
	Süreç FMEA.....	88
Şekil 3.9	Sistem, Tasarım ve Süreç FMEA Arasındaki İlişki	88
Şekil 3.10	Sistem, Tasarım ve Servis FMEA Arasındaki İlişki	89
Şekil 4.1	Mühendislik Tasarımının Aşamaları.....	94
Şekil 4.2	Tasarımın Değerlendirilmesi	98
Şekil 4.3	Hidrolik Sıkıştırılmalı Çöp Kasası (HSÇK).....	99
Şekil 4.4	Kepçe	109
Şekil 4.5	Kepçenin Çalışması (1. evre).....	120
Şekil 4.6	Kepçenin Çalışması (2. evre).....	121
Şekil 4.7	Kepçenin Çalışması (3. evre).....	121
Şekil 4.8	Kepçenin Çalışması (4.evre).....	122
Şekil 4.9	Hidrolik Donanım	124
Şekil 4.10	Boya için Pareto Diyagramı.....	127
Şekil 4.11	Boya İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	129
Şekil 4.12	Sürgü-Kepçe İçin Pareto Diyagramı	134
Şekil 4.13	Sürgü-Kepçe için İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri.....	136
Şekil 4.14	Basamak İçin Pareto Diyagramı	140
Şekil 4.15	Basamak İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	141
Şekil 4.16	Kepçe İçin Pareto Diyagramı	143
Şekil 4.17	Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	144
Şekil 4.18	Sürgü İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	146
Şekil 4.19	Teleskopik Silindir İçin Pareto Diyagramı	149
Şekil 4.20	Teleskopik Silindir İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	150
Şekil 4.21	P.T.O. Montajı İçin Pareto Diyagramı.....	155
Şekil 4.22	P.T.O. Montajı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri ..	157
Şekil 4.23	Hidrolik Montaj İçin RPN Değerleri	161

Şekil 4.24 Hidrolik Montaj İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	162
Şekil 4.25 Silindirler İçin Pareto Diyagramı	166
Şekil 4.26 Silindirler İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	168
Şekil 4.27 Konteyner Sistemi İçin Pareto Diyagramı	174
Şekil 4.28 Konteyner Sistemi İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	177
Şekil 4.29 HSKÇ 'nın Tüm Bileşenlerine Ait Pareto Diyagramı	182
Şekil 4.30 Pareto Diyagramında % 80 Koşulunu Sağlayan Bileşenlere Ait Pareto Diyagramı	187
Şekil 4.31 Perno için C Kontrol Kartı	197
Şekil 4.32 Perno için Süreç Yeterlilik Analizi	198
Şekil 4.33 Çevirme Laması için C Kontrol Kartı	199
Şekil 4.34 Çevirme Laması için Süreç Analizi	200
Şekil 4.35 Kol Yatak Laması için C Kontrol Kartı	201
Şekil 4.36 Kol Yatak Laması için Süreç Yeterlilik Analizi	202
Şekil 4.37 Kam Baskı Laması için C Kontrol Kartı	203
Şekil 4.38 Kam Baskı Laması için Süreç Yeterlilik Analizi	204
Şekil 4.39 Konteyner Sıkma Sacı için C Kontrol Kartı	205
Şekil 4.40 Konteyner Sıkma Sacı için Süreç Analizi	206
Şekil 4.41 Kaldırma Kolu Pernosu için C Kontrol Kartı	207
Şekil 4.42 Kaldırma Kolu Pernosu için Proses Analizi	208
Şekil 4.43 Bronz Burç için C Kontrol Kartı	209
Şekil 4.44 Bronz Burç için Proses Analizi	210
Şekil 4.45 Tahdit Flanşı için C Kontrol Kartı	211
Şekil 4.46 Tahdit Flanşı için Proses Analizi	212
Şekil 4.47 Burç-1 için C Kontrol Kartı	213
Şekil 4.48 Burç-1 için Süreç Yeterlilik Analizi	214
Şekil 4.49 Perno İçin Pareto Diyagramı	225
Şekil 4.50 Perno İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	227
Şekil 4.51 Çevirme Laması İçin Pareto Diyagramı	231
Şekil 4.52 Çevirme Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	233
Şekil 4.53 Kol Yatak Laması İçin Pareto Diyagramı	239
Şekil 4.54 Kol Yatak Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	241
Şekil 4.55 Kam Baskı Laması İçin Pareto Diyagramı	247
Şekil 4.56 Kam Baskı Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	249
Şekil 4.57 Konteyner Sıkma Sacı İçin Pareto Diyagramı	254
Şekil 4.58 Konteyner Sıkma Sacı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	256
Şekil 4.59 Kaldırma Kolu Pernosu İçin Pareto Diyagramı	262
Şekil 4.60 Kaldırma Kolu Pernosu İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	264
Şekil 4.61 Bronz Burç İçin Pareto Diyagramı	270
Şekil 4.62 Bronz Burç İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	272
Şekil 4.63 Tahdit Flanşı İçin Pareto Diyagramı	277
Şekil 4.64 Tahdit Flanşı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	279
Şekil 4.65 Burç-1 İçin Pareto Diyagramı	281
Şekil 4.66 Burç-1 İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri	283

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1	Üretimde Toplam Kalite Yönetimi Yaklaşımı	11
Çizelge 2.1	FMEA Süreç Sırası	32
Çizelge 3.1	Sistem FMEA 'da "Önem" Değerlendirmesi	42
Çizelge 3.2	Sistem FMEA 'da "Oluşma Olasılığı" Değerlendirmesi	43
Çizelge 3.3	Sistem FMEA 'da "Keşfedilebilirlik" Değerlendirmesi	43
Çizelge 3.4	Tasarım Faaliyetleri ve İzlenecek Yollar	56
Çizelge 3.5	Tasarım FMEA "Önem" Değerlendirme	60
Çizelge 3.6	Tasarım FMEA "Oluşma Olasılığı" Değerlendirme	60
Çizelge 3.7	Tasarım FMEA "Keşfedilebilirlik" Değerlendirme	61
Çizelge 3.8	Süreç Fonksiyon Matrisi	66
Çizelge 3.9	Süreç FMEA "Önem" Değerlendirmesi	79
Çizelge 3.10	Süreç FMEA "Oluşma Olasılığı" Değerlendirmesi	80
Çizelge 3.11	Süreç FMEA "Keşfedilebilirlik" Değerlendirmesi	80
Çizelge 3.12	Servis FMEA 'da "Önem" Değerlendirmesi	85
Çizelge 3.13	Servis FMEA 'da "Oluşma Olasılığı" Değerlendirmesi	85
Çizelge 3.14	Servis FMEA 'da "Keşfedilebilirlik" Değerlendirmesi	86
Çizelge 4.1	Ürün Ağacı ve Ürün Kodlama Sistemi	101
Çizelge 4.2	Gövde Kompleminin Çatılması.....	104
Çizelge 4.3	Gövde Komple saclarının kapatılması ve puntalanması	104
Çizelge 4.4	Gövde Komple saclarının kaynak edilmesi.....	104
Çizelge 4.5	Perde Kompleminin Oluşturulması	105
Çizelge 4.6	Sürgü Kompleminin Oluşturulması.....	107
Çizelge 4.7	Kepçe Kompleminin Oluşturulması.....	109
Çizelge 4.8	Arka Kapak yan duvarların oluşturulması	110
Çizelge 4.9	Arka Kapak kompleminin çatılması.....	110
Çizelge 4.10	Arka Kapak Kompleminin kaynak edilmesi	111
Çizelge 4.11	Yağ Tankı Kompleminin oluşturulması	111
Çizelge 4.12	Yağ Tankı Hidrolik Tesisat Montajı	112
Çizelge 4.13	Emniyet Dayaması Kompleminin Oluşturulması.....	112
Çizelge 4.14	Basamak Kompleminin Oluşturulması	113
Çizelge 4.15	Konteyner Sisteminin (400, 800, 1100, Bidon Kaldırma, Plastik) Oluşturulması	114
Çizelge 4.16	Kepçe Hidrolik Silindirinin oluşturulması	115
Çizelge 4.17	Sürgü Hidrolik Silindirinin oluşturulması.....	115
Çizelge 4.18	Arka Kapak Hidrolik Silindirinin oluşturulması.....	116
Çizelge 4.19	Teleskopik Hidrolik Silindirinin oluşturulması	116
Çizelge 4.20	Konteyner Hidrolik Silindirinin oluşturulması	116

Çizelge 4.21 Boya İçin RPN Değerleri	126
Çizelge 4.22 Boya İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması	128
Çizelge 4.23 Sürgü-Kepçe İçin RPN Değerleri.....	133
Çizelge 4.24 Sürgü-Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	134
Çizelge 4.25 Basamak İçin RPN Değerleri	139
Çizelge 4.26 Basamak İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	140
Çizelge 4.27 Kepçe İçin RPN Değerleri	142
Çizelge 4.28 Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	143
Çizelge 4.29 Sürgü İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması	145
Çizelge 4.30 Teleskopik Silindir İçin RPN Değerleri.....	147
Çizelge 4.31 Teleskopik Silindir İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	148
Çizelge 4.32 P.T.O. Montajı İçin RPN Değerleri	153
Çizelge 4.33 P.T.O. Montajı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	155
Çizelge 4.34 Hidrolik Montaj İçin RPN Değerleri.....	159
Çizelge 4.35 Hidrolik Montaj İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	161
Çizelge 4.36 Silindirler İçin RPN Değerleri	164
Çizelge 4.37 Silindirler İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	166
Çizelge 4.38 Konteyner Sistemi İçin RPN Değerleri.....	171
Çizelge 4.39 Konteyner Sistemi İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	175
Çizelge 4.40 HSÇK 'nın Tüm Bileşenlerinin RPN Değerleri.....	176
Çizelge 4.41 Pareto Diyagramında % 80 koşulunu sağlayan Bileşenlere Ait RPN Değerleri.....	183
Çizelge 4.42 HSÇK Konteyner Düzeni.....	188
Çizelge 4.43 Süreç Fonksiyon Matrisi	190
Çizelge 4.44 Süreç Fonksiyon Matrisi (devamı).....	191
Çizelge 4.45 Konteyner Sisteminde İncelenecek Parçaların Hata Sayıları.....	194
Çizelge 4.46 Verilerin Minitab İstatistik Program Sayfasına Girilmesi	195
Çizelge 4.47 Perno İçin RPN Değerleri	222
Çizelge 4.48 Perno İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması	224
Çizelge 4.49 Çevirme Laması İçin RPN Değerleri	229
Çizelge 4.50 Çevirme Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	230
Çizelge 4.51 Kol Yatak Laması İçin RPN Değerleri	237
Çizelge 4.52 Kol Yatak Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	239
Çizelge 4.53 Kam Baskı Laması İçin RPN Değerleri	244
Çizelge 4.54 Kam Baskı Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	246

Çizelge 4.55 Konteyner Sıkma Sacı İçin RPN Değerleri.....	251
Çizelge 4.56 Konteyner Sıkma Sacı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	253
Çizelge 4.57 Kaldırma Kolu Pernosu İçin RPN Değerleri.....	259
Çizelge 4.58 Kaldırma Kolu Pernosu İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması	261
Çizelge 4.59 Bronz Burç İçin RPN Değerleri	267
Çizelge 4.60 Bronz Burç İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	269
Çizelge 4.61 Tahdit Flanşı İçin RPN Değerleri	273
Çizelge 4.62 Tahdit Flanşı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	275
Çizelge 4.63 Burç-1 İçin RPN Değerleri.....	278
Çizelge 4.64 Burç-1 İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması.....	280



KISALTMALAR LİSTESİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
FMEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
Ü/H/S/E/B	Ürün/Sistem/Ekipman/Bileşen
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü
QFD	Kalite Fonksiyon Göçerimi
RPN	Risk Öncelik Sayısı (Göstergesi)
O	Oluşma Olasılığı
S	Önem
D	Keşfedilebilirlik
DFMEA	Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi
PFMEA	Süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi
C_p	Yeterlilik İndeksi
C_{pk}	Yetenek İndeksi
ÜDTS	Üst Doğal Tolerans Sınırı
ADTS	Alt Doğal Tolerans Sınırı
μ	Süreç Ortalaması
σ	Standart Sapma
UKL	Üst Kontrol Limiti
AKL	Alt Kontrol Limiti
Nom	Nominal Değer
EFE	EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş
HSÇK	Hidrolik Sıkıştırılmalı Çöp Kasaları

ÖNSÖZ

Kalite bilincinin giderek yayılması ile tüketici istek ve ihtiyaçlarına verilen önem artmış ve müşteri memnuniyeti en önemli rekabet unsuru haline gelmiştir.

Günümüzde firmalar artık sıfır hata ile çalışma yolunda ilerlemekte ve bunun için de süreçlerini bir sistem olarak inceleyip analiz etmektedirler. Proaktif bir yaklaşım olan Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ile firmalar ürettikleri ürünün tasarımından başlayıp, müşteriye ulaşıncaya kadar olan tüm aşamalarını incelemekte ve yanlış gidebileceği düşünülen her bölüm için gerekli önlemleri almaktadırlar.

Hata Türü ve Etkileri Analizi konusunda ufkumu açan ve çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, ilgi ve desteğini esirgemeyen, değerli hocam ve danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Muzaffer KADIOĞLU 'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince ilgi ve desteğinden dolayı Sayın Doç.Dr. Ramazan YAMAN 'a teşekkür ederim.

EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. Kalite Güvence ve Sistem Mühendisi Sayın Tolga HAYRET 'e, Tasarım Sorumlusu Sayın Ergun TUNCEL 'e, Atölye Müdürü Sayın Ercan ERGÜN 'e teşekkür ederim.

Çalışmama değerli katkılarından dolayı Sayın Yrd.Doç.Dr. Nedim GERGER 'e, Sayın Yrd.Doç.Dr. Yılmaz GÜR 'e ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Ergun ATEŞ 'e teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Verdikleri destek ve sevgileriyle bugünlere gelmemi sağlayan sevgili aileme sonsuz teşekkürler...

Balıkesir, 2004

Demet GÖNEN

1. GİRİŞ

İşletmeler için, ürünlerinin müşteriler tarafından kullanımları esnasındaki durumları çok önemlidir. İşletmenin satışları ve satış sonrası hizmetlerin planlanması bakımından ürünün müşterideki performansı ilgi odağı olmaktadır. Ürün tasarım aşamasından müşteriye ulaşıncaya kadar bir takım kontrollerden geçmektedir. Bu durum, ürünün her müşteride ve her zaman beklenen performansı gösteremeyeceği anlamına gelmektedir [1].

Bir ürünün kalitesinin güvence altına alınabilmesi için, satın alma sırasında veya üretimin çeşitli aşamalarında ürün kalite özelliklerinin ölçülmesi, talimatlarda belirtilen değer ve toleransları sağlaması beklenir. Ancak ürünün tüm kalite özelliklerini ölçmek hem zaman hem de maliyet açısından mümkün değildir.

Ürünün önemli kalite özelliklerini belirlemek için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler ile en yüksek maliyet getiren, en fazla hata oranına sahip veya üretim/montaj esnasında en fazla sorun çıkartan kalite özelliklerini belirlemek mümkündür.

Ürünün mevcut veya olası hatalarını, hataların ortaya çıkma sıklığına, önemine ve saptanabilirliğine bağlı olarak hesaplanan risklerini, hatalara karşı gelen kalite özelliklerini, aralarındaki ilişkiyi dikkate alarak belirlenen ağırlıklı önem derecelerini, mevcut yeterlilik seviyelerini ve rakiplerin durumlarını göz önüne alan bir sistematik yaklaşım mevcuttur. Bu yaklaşım Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) 'dır [2].

“FMEA, bir ürün, işlem veya hizmette meydana gelebilecek tüm hata ve hata türlerinin sistematik analizine dayanarak, bu hata ve hataları önleme faaliyetlerini içeren bir yöntem olarak ifade edilmektedir. Amaç tasarım, süreç tasarımı, üretim

aşamalarında oluşabilecek hataları, bu aşamalar tamamlanmadan önce belirlemek ve gidermektir [3].”

Yapılan bu çalışmada amaç, Hata Türü ve Etkileri Analizi yaklaşımını kullanarak bir ürünün/hizmetin tasarımı ve üretimi esnasında çıkması olası hataları belirlemek, bu hataların nedenlerini ve yaratacağı etkileri değerlendirerek gerekli önlemleri almak ve müşteriye sıfır hatalı ürün/hizmet sunabilmektir.

“Üretici firmaların ürün emniyet ve güvenilirliğini garanti etmeleri, Amerika ve Avrupa ’dan sonra, artık Türk üreticileri için de bir yasal zorunluluk haline gelmektedir. Dünyanın en büyük otomotiv şirketlerinden olan Ford ve diğer büyük otomobil üreticisi şirketler, ürün güvenilirliğini sağlamak ve ürünün 10 yıl süreyle ortaya çıkaracağı her türlü riski ortadan kaldırmak amacıyla, kendi ürün ve süreç geliştirme çalışmalarında Hata Türü Etkileri Analizini esas tekniklerden biri olarak kullanmakta ve tedarikçisi konumundaki yan/yardımcı sanayilerine de bu tekniği uygulama zorunluluğu getirmektedirler [4].”

Klasik kalite kontrol sisteminde hatalar, ürün imal edildikten sonra yakalanmaya çalışılmakta, bu da hatalı ürünlerin maliyetini genel imalat maliyetine yüklemekte ve maliyeti artırmaktadır. Yeni geliştirilmiş kalite sistemlerinde ise düşünce, hataları ürünü imal etmeden önce tasarım kademesinde yakalamaktır. Böylece hatalı ürün miktarı, buna bağlı olarak hatalı ürün maliyeti ve genel imalat maliyeti azalacaktır. Hata Türleri ve Etkileri Analizi bu anlayışla ortaya çıkmış, kökeni kalitenin güvenilirlik olarak algılandığı roket, uçak ve nükleer santral üretimine dayanan bir yöntemdir.

Güvenilirlik, öngörülen kalitenin üretilmesi, bağlı olduğu kalite güvence sisteminin oluşturulup, sürekliliğinin korunması ve garanti edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Güvenilirlik, ürün kalitesinin en önemli özelliği olduğu gibi, müşteri tatmininin de önemli bir göstergesidir. Müşteriler satın aldıkları ürünün ekonomik ömrünün mümkün olduğu kadar uzun olmasını istemektedirler. Bu nedenle bir ürünün güvenilirliğini garanti altına almak için, tedarikçi firmaların izlenmesi ve kontrol edilmesi, bir hata raporlama sisteminin oluşturulması, uygun hata analizinin

yapılması, düzeltici faaliyetlerin yürütülmesi, hata arama sisteminin yapılandırılması, hata ayırımının eksiksiz yapılması ve olası hata türleri ve etkileri analizinin tam olarak uygulanması gerekmektedir [1-3, 5-7].

Literatürlerde Hata Türü ve Etkileri Analizi ile ilgili en temel kaynak D.H. Stamatis 'e ait "Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution" adlı kitaptır. Kitapta Hata Türü ve Etkileri Analizi, türleri ve uygulama aşamaları yer almaktadır. FMEA 'nın diğer kalite teknikleri ile olan ilişkileri, çeşitli sektörlerde yapılan uygulama çalışmaları ve bu çalışmalar sonucunda elde edilen kazanımlar açıklanmaktadır.

Stamatis tarafından yazılan bu kitabın dilimize çevirileri ve çeşitli sektörlerde yapılan uygulama çalışmalarının yer aldığı kitap, makale ve seminer notları bulunmaktadır. Bu kaynakların da incelenmesi ile, firmaların tasarımlarını ve süreçlerini iyileştirmeleri, hatasız ürün/hizmet sunabilmeleri için, bu yaklaşımı uygulamaları gerektiği sonucuna varılmıştır.

1.1 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA)

Günümüzün rekabet ortamında hata yapmak için tolerans yoktur. Dolayısı ile yeni bir ürünü ortaya çıkarmadan, bir süreci değiştirirken veya bir projeyi ele alırken başarı faktörlerini sağlamak için mutlaka hata risklerinin en aza indirgenmesi istenmektedir. Hata Türleri ve Etkileri Analizi ürün, süreç tasarımında kullanılan bir önleyici faaliyet tekniğidir. Bu tekniğin kullanılması ile olası hatalar oluşmadan önlenmektedir [8].

Çeşitli kaynaklara göre Hata Türü ve Etkileri Analizi tanımları aşağıda verilmiştir.

Hata Türü ve Etki Analizi (FMEA), müşteriye ulaşmadan önce sistem, tasarım, süreç ve/veya servisten gelen bilinen ve/veya olası hataları, sorunları belirlemek, tanımlamak ve yok etmek için kullanılan bir mühendislik tekniğidir [9].

Hata Türü ve Etkileri Analizi, bir ürün/sürecin olası hatasını, etkisini tanımlayan ve değerlendiren, olası hataların ortaya çıkma olasılığını azaltan veya yok eden faaliyetleri tanımlayan ve süreci dökümanete eden sistematize edilmiş bir grup aktivitelerdir [10, 11].

“Hata Türü ve Etkileri Analizi, bir ürün ya da süreçte meydana gelebilecek hataların, önceki deneyimler ya da teknoloji kullanılarak tahminlenmesi ve bu hataların olmaması için yapılan bir planlamadan oluşan analitik bir tekniktir [12].”

“Hata Türü ve Etki Analizi, bir sistemin bilinen ve/veya potansiyel sorunlarını tanımlamak, belirlemek ve yok etmek için kullanılan bir mühendislik tekniğidir [13].”

“Hata Türü ve Etkileri Analizi, potansiyel hataları tanımlamak ve önlemek için uzay ve savunma endüstrisinde geliştirilmiş sistematik ve analitik bir kalite planlama aracıdır [14].”

“Hata Türü ve Etki Analizi, müşteri gereksinimlerinin sürekli karşılanması amacıyla hem tasarım hem de üretim kalitesini güvence altına alan ürün ve süreçlerin tasarımında kullanılan önleyici bir yaklaşımdır [15].”

“Hata Türü ve Etki Analizi, ürün girişinin erken aşamalarında tasarım ve güvenilirlik mühendisi tarafından uygulanabilen bir sorun önleme metodudur [16].”

“Hata Türü ve Etkileri Analizi, bir sistemde, üründe veya hem tasarımın hem de üretim sürecindeki eksikliklerin neden olduğu üretim işlemlerinde, potansiyel hata türlerini teşhis eden sistematik bir yaklaşımdır [17].”

“FMEA, sorunlar ortaya çıkmadan önce ürünü tanımlayan ve süreç sorunlarını önleyen sistematik bir yöntemdir [18].”

“Hata Türü ve Etki Analizi, tanımlanmış sorunlardan kaçınmak için yardımcı hareketleri tanımlamaya yarayan ve potansiyel ürünü ya da süreç hatalarını inceleyen, risk önceliklerini değerlendiren bir araçtır [19].”

FMEA ürünün veya sistemin spesifik hata türlerini, hata frekansını ve potansiyel hata nedenlerini tanımlamayı gerektiren güvenilir bir araçtır [20].

Hata Türü ve Etkisi Analizi, bir ürünün, hizmetin, çalışan bir ekipmanın vb. işlevlerini ve/veya istenilen şartları yerine getirememesine neden olabilecek parçaların veya bileşenlerin işlevlerini veya niteliklerini nasıl yitirdiklerinin analizidir.

FMEA, ürün, sistem, ekipman veya ürünü oluşturan bileşenlerin güvenilirliğinin sağlanması çalışmalarında etkili olarak kullanılan bir araçtır. Kısaca, güvenilirlik güvencesini sağlamada kullanılan bir tekniktir [21, 22].

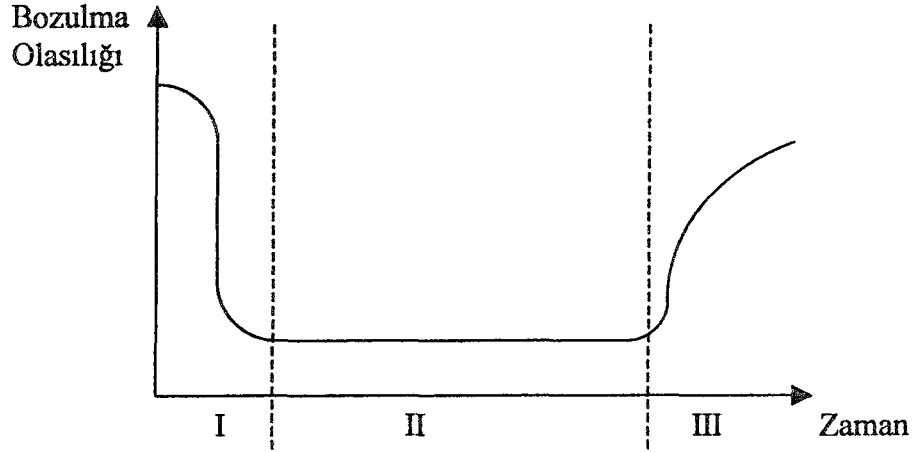
1.1.1 Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik; belirlenen koşullarda ve belirli bir süre için, bir nesnenin (sistem veya parça) doğru olarak çalışma olasılığıdır. Bu konudaki çalışmalar, 1944 yılında Von Braun tarafından V1 roket projeleri ve 1950 yılında da NASA tarafından uzay çalışmalarında başlatılmıştır. Güvenilirlik konusundaki en önemli standart ABD Savunma Bakanlığı tarafından yayınlanmış ve kullanılmaktadır.

Güvenilirlik üzerine yapılan çalışmalar potansiyel kayıpları azalttığı için, ürün geliştirme programlarının en önemli aşamalarından biridir ve bundan dolayı risk yönetimi programına da çok önemli katkıları vardır. Güvenilirlik çalışmaları ile ürünün beklenen görevini sürdürmesi ve güvenlik sağlanmaktadır.

Güvenilirlik büyük çapta tasarım aşamasındaki kararların oluşturduğu bir nitelik, ama bitmiş ürüne ilişkin bir yargı olduğundan, üretim ve daha sonraki aşamalarda gösterilecek özenle gerçekleşmekte ve gerçek değeri ancak kullanımdan sonra ortaya

çıkılmaktadır. Bir ürün/sistem/ekipman/bileşenin (Ü/S/E/B) bozulma olasılıklarını gösteren eğriye yaşam veya banyo küveti eğrisi adı verilmektedir. Şekil 1.1’de Ü/S/E/B yaşam eğrisi görülmektedir [23].



Şekil 1.1 Ürün/Sistem/Ekipman/Bileşenin Yaşam Eğrisi [21]

Şekildeki bölgelerin açıklamaları şöyledir:

I. Bölge: Ü/H/S/E/B 'nin tasarım ve/veya üretim/dağıtım süreçleri arasında yapılan hatalar nedeni ile bozulmaların, işlevsel yetersizliklerin fazlaca ortaya çıktığı bölgedir. Ü/H/S/E/B 'nin ilk kullanımı sırasında oluşan bozulmalar nedeni ile yüksek bozulma oranları görülebilmektedir.

II. Bölge: Ü/H/S/E/B 'nin etkili ve verimli yaşamını sürdürdüğü bölgedir. Bu bölgede bozulma olasılıkları düşüktür.

III. Bölge: Ü/H/S/E/B 'nin yıpranma nedeni ile bozulma olasılıklarının giderek arttığı ve Ü/H/S/E/B 'nin yaşamını tamamladığı dönemdir. Hizmet ele alındığında değişen müşteri gereksinim ve beklentilerini tasarlanan hizmetlerin zaman içinde karşılamasını ifade etmektedir [21, 22, 24].

1.1.2 Hata Türü ve Etkileri Analizi Tekniğinde Kullanılan Yardımcı Elemanlar

FMEA tekniğinde kullanılan yardımcı elemanlardan bazıları şunlardır:

Hata: Bir parçanın çalışmadığı veya düzensiz ve bozuk çalıştığı, gerekli koşulları sağlayamadığı durumdur [25].

Potansiyel Hata: Ele alınan ürün üzerinde oluşması olası olan hatalar kümesidir. Uygulamada hatanın oluşabileceği varsayımından hareket edilmektedir, ancak bu hatanın oluşması şart değildir [26].

Hata Türü: Ürünün belirli koşullar altında belirtilen zamanda amacını yerine getirememesidir. Bir parça veya ürünün hatasını gösterme veya özelliklerden sapma durumudur [25, 27].

Hataların Etkisi: Bir hata türünün bir birimin işlemi, işlevi yada durumu üzerindeki sonucu/sonuçlarıdır. Hata etkileri genellikle, bütün sistemin hatadan nasıl etkilendiğine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Gerçekleşmesi olası hatalar üzerinde çalışarak, hata veya hataların üretim süreci, servis veya diğer parçalara yansımaları ve tümünün performansı üzerindeki etkisi belirlenmektedir [25, 27].

Hata Türü ve Etkileri Analizi: Bir sistemdeki her bir potansiyel hata türünün sistem üzerindeki sonuçları yada etkilerinin değerlendirilerek sıklıklarına göre sınıflandırılmaları temeline dayanan bir tekniktir. Riskleri tahmin ederek “Hataları Önlemeye” yönelik güçlü bir analiz yöntemi olan FMEA, hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin, müşteri gibi algılanması ilkesine dayanmaktadır [27].

1.1.3 Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Tarihçesi

Mühendislerin her zaman tasarım ve üretim süreçlerinde FMEA türlerinden yararlanmalarına rağmen, ilk olarak kullanılmaya başlanması ABD 'de 1950 'lerin başında uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde olmuştur. İlk resmi uygulaması, uzay

endüstrisinde 1960-1965 yılları arasında, NASA tarafından aya insan indirme projesi olan APOLLO projesinde hiçbir parçanın hata yapmamasını sağlamak içindir. FMEA 'dan 1965-1970 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri Silahlı Kuvvetlerinde, problemleri belirleme ve analiz etme yolu olarak yararlanılmış ve 1970 yıllarında Çok Gizli olma özelliği kaldırılmıştır.

FMEA, 1970-1975 yılları arasında ABD uçak sanayiinde uygulanmıştır. İlk endüstriyel uygulaması 1975 yılında Japon Firması NEC tarafından başlatılmıştır. 1980 yılında FORD tarafından otomotiv sanayiinde uygulanmış, sistemde değişiklikler yapılarak askeri kimliğinden çıkarılmıştır. Fransız Renault ve Citroen otomotiv şirketlerinde biraz daha değişik bir yöntemle AMDEC adı altında kullanılmaktadır. 1985 yılında Fiat şirketi de Ford firmasındaki uygulamalara benzer bir şekilde FMEA uygulamalarına başlamıştır [2, 25, 27, 10].

1.1.4 Neden Hata Türü ve Etkileri Analizi?

Neden FMEA uygulanmalıdır sorusu aşağıdaki gibi genel hatlarıyla cevaplandırılabilir:

- Müşteri ve pazarlar FMEA 'yı konstrüksiyon ve süreç için istemektedir
- ISO 9000 kalite standartları FMEA 'yı istemektedir
- Çalışma araçlarındaki değişiklikler azaltılmaktadır
- Sürekli disiplinsiz tartışmalar önlenmektedir
- Hata maliyeti ve hata sayısı azaltılmaktadır
- Muayene maliyetinden tasarruf edilmektedir
- Sıfır hataya ulaşmanın yoludur
- FMEA başarısı hesaplanabilmektedir [28].

FMEA yönteminin ISO 9000 standartları sisteminde kullanılabilir olmasının nedeni, tasarım ve imalat içersinde önleyici bir araç niteliğinde olmasıdır. FMEA 'da geçen tasarım özellikleri, ISO 9001 'de 7.3 Tasarım ve Geliştirme maddesinde yer almaktadır. Bütün bunların ışığında FMEA sistemi, tasarımı, süreci ve/veya hizmeti

bilinen veya olası hataları güncelleyip azaltarak, düzelterek ve/veya yok ederek optimize eden bir araçtır [9, 29].

1.1.5 Hata Türü ve Etkileri Analizi 'ne Başlama Zamanı

FMEA, bilinen veya olası sorunları azaltarak ve yok ederek müşteri memnuniyetini sağlayan bir yöntemdir. Bunu yapmak için FMEA 'ya henüz bütün etkileri ve bilgileri bilmiyor olsak bile olabildiğince erken başlanmalıdır. FMEA, "sahip olduklarıyla en iyisini yap" ana fikrine odaklanmaktadır. Bir FMEA programının başarılı olarak yerine getirilmesi için ilk adım zamanında harekete geçmektir. Yani bir olay meydana geldikten sonra önlem almak yerine olay çıkmadan önce önlem almak gerekmektedir. Bu amaca ulaşmak için olası başarısızlıklar hazırlık aşamalarında görülmeli ve böylece daha sonra yapılması bir krize neden olacak değişiklikler önceden ve kolayca yapılmalıdır.

Bir FMEA çalışması:

- Yeni sistemler, ürünler, süreçler veya servisler tasarlandığında
- Mevcut sistemler, tasarımlar, ürünler, süreçler veya servisler nedene bakılmaksızın değiştiğinde
- Sistemler, tasarımlar, ürünler, süreçler ve hizmetlerin mevcut durumları için yeni uygulamalar bulunduğunda
- Mevcut sistemler, tasarımlar, ürünler, süreçler ve servisler için ilerlemeler düşünüldüğünde başlamalıdır.

FMEA başlamasından sonra, yaşayan bir doküman olmakta ve sürekli olarak güncellenmektedir. İlerlemenin doğru dinamik bir araçtır. Çünkü başlama safhasına bakılmaksızın, sistem, tasarım, ürün, süreç veya servisin ilerlemesi için bilgi kullanmaktadır [9, 26, 30].

1.1.6 Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Amaçları

FMEA tekniğinin öncelikli amaçları:

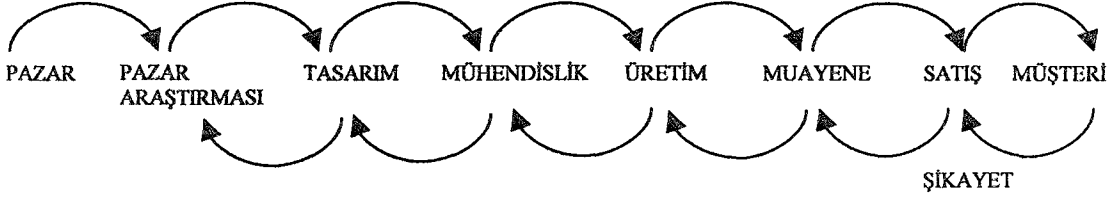
- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları önceden belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemek için düzeltici önlemler almak veya sürekli bir şekilde oluşma potansiyellerini azaltmak
- Olası tasarım ve süreç yetersizliklerini önem sırasına göre sıralamak
- Nihai ürünün müşteri gereksinim ve beklentilerini karşıladığından emin olmak için, planlanan imalat ve montaj süreçleriyle bağıntılı olarak bir ürünün tasarım özelliklerini analiz etmek
- Montaj veya imalat süreci için, sistemin dayandığı neden ve ilkeleri dokümante etmek
- Kritik ve önemli özellikleri belirlemek
- Mühendislere ürün ve süreç endişelerini ortadan kaldırmalarında ve sorunların ortaya çıkmasını önlemede yardımcı olmak
- Ürünün kritik hata/arızalarını belirlemek
- Yasalarla uygunluğu veya emniyeti ters yönde etkileyebilecek olası hata türlerini belirlemek

Titizlikle uygulandığı durumlarda, bir FMEA; süreç geliştirilmesinde mühendislerin düşüncelerini özetlemektedir. FMEA tekniğinin temeli, ürüne umulan müşteri gereksinimlerini kazandırmak amacıyla tasarım özelliklerini planlanan üretim ve montaj yöntemleri ile göreceli olarak karşılaştırmaktır. Sonuçlar daha sağlıklı süreçtir ve düzeltici faaliyet ve geç değişim krizlerinden sonrası için ihtiyacı azaltmakta veya yok etmektedir [7, 18, 26, 31, 32].

Yeni mamul üretiminde, yeni üretim tekniğinde ve sürecinde, kritik mamulde, mevcut ürün/süreçte, önemli hatalarda, mamul veya süreçte değişiklik yapıldığında ve müşteri talebi olduğunda uygulanan FMEA çalışmaları ürünün yaşamı boyunca devam eden bir süreçtir [33].

1.1.7 Toplam Kalite Yönetimi Yaklaşımında FMEA

Toplam Kalite anlayışının temelindeki “ilk defada doğruyu yapmak” ilkesinin, klasik yönetim modelinden nasıl ayrıldığı Şekil 1.2 'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2 Üretimde Klasik Anlayış Yaklaşımı [23]

Klasik üretim sisteminde, pazar araştırması yapılarak elde edilen sonuçlar tasarım bölümüne iletilmekte, ön şekillendirilmesi yapılan ürün teknik özelliklerin verilmesi için mühendislik bölümüne gönderilmektedir. Bir sonraki aşamada isteklere ve şartnameler göre tasarlanan ürünün üretimine geçilmektedir. Yapılan kontroller ile ürün belirlenmekte ve müşteriye sunulmaya hazır hale gelmektedir. Müşteriden gelen şikayet, ürün geliştirme yönünün tersine ilerledikçe çakışmalar ve gecikmeler yaratmaktadır. Bu anlamda reaktif olan kalite geliştirme yöntemi ile şikayetlerin amacına ulaşması uzun zaman almakta ve bu sırada tüketici tatminsizliği oluşmaktadır.

Çizelge 1.1 Üretimde Toplam Kalite Yönetimi Yaklaşımı [23]

	PAZAR ARAŞTIRMASI TASARIM		MÜHENDİSLİK	ÜRETİM	SATIŞ	
PAZAR	QFD	ROBUST DESIGN	FMEA	SPC		MÜŞTERİ
	Müşteri gereksinimlerinin sistematik biçimde belirlenerek teknik özelliklere dönüştürülmesi	Üretimde sorun çıkarmayacak ürünleri tasarlamak	Hata kaynaklarını önceden belirleyip gidermek	Sürekli denetimle hatalı üretimi önlemek	Yüksek kalite düşük fiyat zamanında teslim	

Çizelge 1.1 'de verilen Toplam Kalite Yönetiminde ise; ürün geliştirme klasik yaklaşımın tersine proaktif olarak uygulanmaktadır. Tüketici beklentileri ve beklentilerinden ötesi tasarım aşamasında oluşturulmakta, ürün geliştirme ve pazar araştırması bütünleştirilmektedir. Bu şekilde, kalite geliştirme ve ürünü oluşturma süreci paralel gelişmektedir [23].

1.1.8 Hata Türü ve Etkileri Analizinin Yararları

FMEA 'dan bekleyeceğimiz başlıca yararlar;

- Emniyet,
- Güvenilirlik,
- Üretim teknolojisi alanlarındaki zayıflıklarımızın belirlenmesi ve önlem alınması,
- Olası hataların önceden görülmesi ve yok edilmesi sonucunda, ürünün hazır olma ve pazara sunuş süresinin kısaltılması,
- Müşteri kullanımı sonrasında oluşacak hatalarında dikkate alınıp önlenmesi sonucunda garanti giderlerinde azalmanın sağlanması,
- Üretim sırasında oluşması olası firelerde azalmanın sağlanması,

- Ürün yükümlülüğünde daha az risk yüklenilmesi,
- Sistemin (ürün) tümüne erken bakışın sağlanması
- Tezgahlarda, donanımda ve kalıplarda olası değişikliklerin daha tasarım sırasında görülmesi ve kağıt üzerinde yapılan değişikliklerin maliyetinde azalma sağlanması,
- Hizmet veya ürünlerin kalitesinin, güvenilirliğinin ve emniyetinin geliştirilmesini, güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasının sağlanması
- Tasarım geliştirme faaliyetlerinin önceliklerinin belirlenmesinin sağlanması
- İşletmenin imaj ve rekabet edebilirliğinin geliştirilmesinin sağlanması
- Ürün geliştirme zaman ve maliyetinin azaltılması
- En iyi sistem tasarımının yapılmasının sağlanması [2, 6, 26, 32, 8]
- Sistemin işleminde çıkabilecek hata türleri ve bunların sonuçlarının tasarım/geliştirme sürecinde göz önüne alınma olasılığının artırılması
- “Müşteri” üzerine olan etkisine göre sıralanmış, çıkabilecek olası hata türleri listesinin geliştirilmesinin, tasarım iyileştirmeleri ve geliştirme testleri için bir öncelik sisteminin kurulmasının sağlanması [9]
- Sistemin yarar sağlamayan kısımlarının belirlenmesine yardım etmesi
- Kritik ve/veya önemli özelliklerin belirlenmesine yardım etmesi
- Yeni imalat ve/veya montaj sürecinin analiz edilmesine yardım etmesi
- Sistem, tasarım, süreç ve servislerin geliştirme ve son doğrulama aşamalarında test programlarının oluşturulmasının sağlanması
- İmalat, süreç, montaj ve servisin başlangıç ölçütlerinin geliştirilmesinin sağlanması
- Tasarım, süreç ve servis değişikliklerinde hataların analiz edilebilmesi için gelecekte kullanılabilir doküman sağlanması
- Sürekli gelişimin sağlanması [2, 18]
- Ürün, süreç ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın bile oluşumunun engellenmesini sağlamak için hata türlerinin sistematik olarak gözden geçirilmesi
- Montaj, montaj öncesinde, üründe ve süreçte hataların oluşma olasılığının ve bunun nereden kaynaklanabileceğinin belirlenmesi
- Yüksek riskli bileşenlerin nasıl güvenilir hale getirilebileceğinin tanımlanması
- Risk azaltıcı faaliyetlerin izlenmesi ve dokümante edilmesi

ve en önemli husus ise, daha fazla müşteri güvenliğinin ve tatmininin sağlanmış olmasıdır [7, 26, 34].

Tüm yukarıda sayılan bu avantajların ışığında denilebilir ki; FMEA tekniği, pazarda firmaların yüksek güvenilirliğe sahip, kaliteli ürünleri düşük maliyet ile tasarlamasını, üretmesini ve kötüye giden işlem maliyetlerini kontrol altına alarak hataların müşteriye yansımadan en erken biçimde önlenmesini sağlamaktadır [7].

Bu teknik geliştirdiği dokümantasyon yapısıyla sürekli olarak güncelleştirilebildiğinden sonsuz bir kalite gelişimi ve müşteri memnuniyetini de beraberinde getirmektedir [7].

FMEA yapmanın en önemli nedeni sürekli gelişmeye gereksinim duyulmasıdır. FMEA 'dan yarar sağlayabilmek için yapılanların işletme kültürü ile birleştirilmesi gerekmektedir. Bu yapılmaz ise FMEA başarılı olamaz [2].

2. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ UYGULAMA SÜRECİ

2.1 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ UYGULAMA AŞAMALARI

FMEA ile elde edilen bilgiler tasarım ve üretim sürecinde değişiklikler yapma, kullanılan malzemeyi değiştirme, kalite kontrol ve kalite muayene ölçütlerini yeniden gözden geçirme gibi kararların verilmesinde kullanıldığından, yöntem karar verme aracı olarak da değerlendirilmektedir. FMEA kişilerin deneyim ve düşünceleri ile hata türünü, nedenlerini ve etkilerini değerlendirmekte, FMEA formu yardımıyla yazılı hale getirmektedir. Böylece bilginin elde tutulması ve yazılı hale getirilmesi, planlı ve sistematik bir şekilde yapılmaktadır. FMEA, genellikle bir ekip çalışması olarak uygulandığından, bilgi ve deneyimin bir araya getirilmesini sağlayan bir araç olarak da görülmektedir.

FMEA uygulama süreci adımları aşağıda verilmiştir.

- 1.Aşama: Hazırlık çalışmaları
- 2.Aşama: Sistem analizi
- 3.Aşama: Analiz sonuçlarını değerlendirme
- 4.Aşama: İzleme-uygulama
- 5.Aşama: Doğrulama

2.1.1 Aşama 1: Hazırlık Çalışmaları

Sistem analizi aşamasına dayanan FMEA yöntemi uygulamasına başlamadan önce ilk olarak analiz edilecek ürün veya sistem tanımlanmalı ve uygulamanın nedenleri belirlenmelidir. Sonra sırasıyla, yöntemin uygulanmasını isteyen kişiler, analizi yapacak kişiler ve karar verecek kişi, çalışma sınırları ve ulaşılmak istenen rakamsal hedef açıkça tanımlanmalıdır.

FMEA 'nın hazırlanması için sorumluluk genellikle bir kişiye verilmesine rağmen, FMEA girdisi bir ekip çalışmasıdır. Ekip üç ile yedi kişiden oluşabilmektedir. Tercihen beş kişi uygundur. İşletme belli kişilerden oluşmuş bir FMEA ekibi kurarak tüm FMEA projelerini bu ekibe yaptırılmaz. Ekip proje bazında kurulmalıdır [7, 11].

Ekip üyeleri; incelenecek olan konuda bilgili, tecrübeli ve yapılacak olan işin gerektirdiği yetkilere sahip, ayrıca ekip çalışmasına yatkın, yeni fikirlere ve gelişmeye açık, başkalarının düşüncelerine saygı duyan, düşüncelerini çekinmeden ifade edebilen özellikte olmalıdır. Çalışmaya katılacak olan bölüm temsilcilerinin bu yöntemi başarılı olarak uygulayabilmeleri için ön eğitim almaları gerekmektedir. FMEA animatörü denilen bir ekip lideri seçilmelidir. FMEA eğitimi almış olan lider [25, 26];

- Ekibin çalışmasını düzenlemekte
- Toplantı gündemini belirlemekte
- Toplantının yönlendirilmesini yapmakta
- Toplantı notlarının alınmasını ve sonuçta toplantı raporunun hazırlanmasını sağlamakta
- Çalışmaların devamlılığı için gerekli önlemleri almaktadır.

FMEA ekibi değerlendirmeler ve analizler sonuçlanana kadar, çalışmaların hedeflerine uygun şekilde, süresi üç saati geçmeyecek toplantılar düzenlemelidir. FMEA çalışmaları iki ayı geçmemeli ve konu küçük bölümlere ayrılmalıdır [25].

Ekip, Hata Türü ve Etki Analizi sürecinde aşağıdaki hususları belirlemeye çalışmaktadır [35]:

- Analize konu olan kısmın işlevi
- Hata çıkarma potansiyeli
- Hatanın etkileri
- Bu hatanın olası nedenleri
- Bu nedenlerin bulunabilirliği
- Bu hataların önlenmesi için alınabilecek önlemler.

2.1.2 Aşama 2: Sistemin Analizi

FMEA tekniği, ürün veya sistemler hakkında ayrıntılı bilgiler istemekte, bu da ayrıntılı analiz ile sağlanmaktadır. Bu aşamada, ürün veya sistemin işlevleri, çalışma ve üretim şekli belirlenmektedir. İşlevler, ürün veya sistemlerin ne işe yaradıkları ya da var olma nedenleri ile tanımlanmaktadır [7].

Analizin gerçekleştirilmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntemde eski veriler, benzer ürünler ve/veya hizmetler için benzer veriler, müşteri şikayetleri kullanılarak hatalar tanımlanmakta; ikinci yöntemde ise, istatistiki sonuçlar, matematik modelleme, simülasyonlar, eş zamanlı mühendislik, güvenilirlik mühendisliği kullanılarak hataların tespiti ve tanımlanması yapılmaktadır.

FMEA, hataların müşteriye ulaşmadan önlenmesini, düzeltici faaliyetler ile gerçekleştirdiğinden sonuçta olası en yüksek dayanıklılığa, kaliteye ve güvenilirliğe sahip ürün ve hizmetlerin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra yapısı sayesinde sürekli olarak güncelleştirilebildiğinden kalite gelişimi ile müşteri isteklerinin geliştirilmesi düşüncesine önemli ölçüde destek sağlamaktadır [25].

Bir FMEA uygulaması sırasında bütün sistem geliştirme tekniklerinden ve bunlardan elde edilen bilgilerden yararlanılmakta, aynı zamanda, FMEA 'dan elde edilen bilgiler bu tekniklerde kullanılabilir olduğundan bütünlük FMEA sağlanmış olmaktadır. Test ve değerlendirme, kalite güvence, sistem emniyeti, tasarım ve gelişme alanlarında yapılan çalışmaların her biri FMEA için önemli girdi kaynakları olmaktadır [7].

Sorunun bütün hatları ile incelenmesini sağlayan analiz aşaması, düşüncelerin üretildiği aşamadır. Olası hata türü, olası hata nedeni, olası hata etkisi ve mevcut hata saptama teknikleri bu aşamada belirlenmektedir.

2.1.2.1 Olası Hata Türü

Olası hata türü, bir kısım ya da montajın tasarım amacı, performans gereksinimleri ve/veya tüketici beklentilerinin karşılanmasında potansiyel olarak başarılı olmaması durumunu tanımlamaktadır [21, 22].

Hata türü, hatanın gözlenen tarzıdır. Hatanın ortaya çıkma şekli bir işleve bağlı olduğunda, hata türü, bir sistemin işlevlerini yerine getirememe durumu veya anormal işleyiştir. Olası hata türünü belirlerken, hatanın ortaya çıkabileceği ama ortaya çıkmasının gerekmeceği kabulü yapılmaktadır [7, 21, 25, 11].

“Girdi, süreç ve çıktıda ürün ve hizmet kalitesini etkileyen makina, metot, malzeme ve insan unsurlarından biri veya birkaçında belirtilen şartların, spesifikasyonların, standartların dışına çıkma durumuna hata denilmektedir [26].”

“Bir sistem, bir ürün için hata, istenen işlevlerini yerine getirememe durumudur. Bu durumda hata tanımlanan işlevlerini yerine getirme kabiliyetindeki kayıp olarak ifade edilmektedir [36].”

“1983’de yayınlanan Yazılım Mühendisleri Terminolojisi için standart IEEE STD 729 ’da ISO ’nun yapmış olduğu hata tanımları:

- Birimin, istenen işlevini yerine getirmek için işlevsel kabiliyetinin bitimi,
- Belirlenen limitlerle istenen işlevini yerine getirmek için sistem veya sistem bileşeninin yeterli olmayışı [37].”

2.1.2.1.1 Hataların Sınıflandırılması

“Kaynaklarda farklı şekillerde çeşitlendirilen hatalar genel olarak 4 başlıkta toplanmaktadır:

2.1.2.1.1.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hata Sınıflandırması:

- Tasarımla İlgili Hatalar: İşlemsel zorlanma, tasarım dayanıklılığını aştığı zaman ortaya çıkan hatalar,
- Üretimle İlgili Hatalar: Tasarım zellikleri, üretim sürecindeki faktörlerle bozulduğu zaman gözüken hatalar,
- Kullanımla İlgili Hatalar: Normal alışma ömrü esnasında aşırı işlemsel zorlama veya bakımla ilgili sorunlardan kaynaklanan hatalar.

2.1.2.1.1.2 Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması:

- Tehlikeli Hata: lme ve çok büyük sistem hasarına yol açan hatalar,
- Kritik Hata: Ciddi yaralanma, mal hasarına ve küçük sistem hasarına neden olan hatalar,
- Marjinal Hata: Küçük yaralanma, küçük mal hasarı veya küçük sistem hasarına neden olan hatalar,
- Küçük Hata: Yaralanma, mal hasarına neden olmayan planlanmış bakım ve tamir gerektiren hatalar,
- nemsiz Hata: Etkileri hissedilmeyen hatalar.

2.1.2.1.1.3 Zamana Göre Hatalar:

- Ani Hatalar: rn veya sistemin zorlanması sonucu işlevlerini aniden kaybetmesi sonucu ortaya çıkan hatalar,
- Kademeli Hatalar: Aşınma ve eskimenin etkilerinin bir araya gelmesiyle zamanla ortaya çıkan hatalar.

2.1.2.1.1.4 Nedenlerine Göre Hatalar:

rn esaslı hata nedenlerine göre sınıflandırma:

- İnsan gücünden kaynaklanan hatalar,
- Malzemededen kaynaklanan hatalar,
- Makineden kaynaklanan hatalar,
- Yöntemden kaynaklanan hatalar,
- Ölçme yöntemlerinden kaynaklanan hatalar,
- Yönetimden kaynaklanan hatalar.

FMEA uygulamasının başarısı, olasılıklara ışık tutacak ve irdelemeyi kolaylaştıracak biçimde sorgulama yapabilmektir. Ortaya çıkan hata olasılıkları geçmişteki deneyim ve verilerle kesinlikle karşılaştırılmalı ve hata türleri, veritabanı oluşturmak üzere kayda alınmalıdır [24].

2.1.2.2 Olası Hata Etkisi

Etki, her bir hata şekliyle neden olunan, müşteri tarafından algılanan sistemin işlevselliğindeki değişikliği göstermektedir. Olası hata etkisi, "hata türü ortaya çıkarsa ne tür sonuçlara yol açar?" sorusu sorularak genellikle işletmelerin araştırma ve kalite bölümü tarafından belirlenmektedir. Kısaca, hata ile karşılaşan müşterinin tepkisini, yani olası hatayla karşılaştığında oluşan sonuçları tanımlamaktadır. Buradaki müşteri bir sonraki bölüm ya da işlem yapacak kişi veya son kullanıcı olabilmektedir.

Uygulamada genellikle müşterinin son kullanıcı olarak seçildiği görülmektedir. Bunun nedeni de ürünün satın alınma miktarının, kullanıcısının memnuniyet derecesi ile ilgili olmasıdır. Bunun yanında parçanın bulunduğu grup, sistem, ürün, ara müşteri, yan sanayi, yasalara uygunluk, kullanıcı emniyeti üzerindeki sonuçlar yani etkiler de belirlenebilmektedir [7, 21, 10].

FMEA uygulamalarında, potansiyel hatanın etkisinin doğru olarak belirlenmesi sorunu ile karşılaşılmaktadır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için müşteri sesinin FMEA ekibi tarafından algılanması şarttır. Bu bilgiler Kalite Fonksiyon Göçerimi

(QFD) çalışmalarından, Benchmarking uygulamalarından, garanti süresi kapsamında geri dönen ürünlere ait raporlardan elde edilmektedir.

2.1.2.3 Olası Hata Nedeni

Hatanın potansiyel nedenleri, tasarım zayıflıklarının bir göstergesi, hata türlerinin sonucu olarak tanımlanmaktadır [21].

Olası nedenlerin araştırılmasına, tasarım aşaması dahil, en kritik hata türlerinden başlanılmaktadır. Karmaşık süreçler için gereken genişlikte katılım sağlanmalıdır. Bunun yararı, sürecin irdelenmesi sırasında tasarım kararlarının zedelenmemesini ve tasarım değişikliklerinin süreç üzerindeki tüm etkilerinin görülmesini sağlamasıdır.

Çalışma ekipleri oluşan hatalara göre, gerekli önlemleri alabilmek amacıyla, hata nedenlerini araştırmaktadır. Hata nedenlerini belirlemek için;

- Beyin fırtınası
- Neden- Sonuç Diyagramı
- Nominal Grup Tekniği kullanılmaktadır.

Bu tekniklerden kısaca bahsedilecek olursa;

Beyin fırtınası tekniği, Alex Osborn tarafından 1930'ların sonlarına doğru geliştirilmiştir. Başlangıçtaki amacı reklam ve pazarlama sorunlarının çözümü için ekip yaratıcılığından yararlanmak iken; daha sonra, başta kalite geliştirmeye yönelik ekip çalışmaları olmak üzere birçok farklı alanlara uyarlanmıştır [5, 38].

“Beyin Fırtınası, birden fazla kişinin bir araya gelerek bir konuyla ilgili düşüncelerini tartışmaksızın açıklayarak, birbirleriyle fikir alışverişinde buldukları, bireyin yaratıcı düşünme gücünü geliştiren bir öğretim tekniğidir [39].”

Beyin fırtınası tekniğinin uygulanmasında, öncelikle üzerinde tartışılacak konu ya da sorun belirlenmeli ve açık bir şekilde ortaya konmalıdır. Beyin fırtınası bir ekip işidir. Ekip en az 2 kişiden oluşmalıdır. Tercihen 5-10 kişi uygundur. Ekip oluşturulduktan sonra belirlenen lider eşliğinde, ekip üyeleri konu hakkındaki

düşüncelerini ifade etmelidirler. Herkes pas geçince ilk tur oylama yapılmakta, en çok oy alan öneriler daire içinde gösterilmekte ve bu fikirler üzerinde tartışılmaktadır. Yine tüm üyeler pas geçince ikinci tur oylamaya geçilmekte ve öneriler önem sırasına göre belirlenmiş olmaktadır [38-40].

Neden sonuç diyagramı, bir sorunun çözülebilmesi için sorunun nedenleri ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimidir. Bu diyagram, geliştiren Prof. Kaoru Ishikawa 'nın adıyla anılmakta ya da görünümünü nedeniyle balık kılıcı diyagramı olarak bilinmektedir [5, 41, 42].

Uygulanmasında öncelikle analiz edilecek sorun açık bir şekilde tanımlanmalı ve sayfanın ortasına, sağ tarafta kutu içinde sorun yer alacak şekilde ana kılıç çizilmelidir. Bu kılıçığın üzerinde, sorunun olası ana nedenleri oklarla gösterilmelidir. İlk kılıçtan başlayarak alt nedenler eklenmeli ve diğer kılığa geçilmelidir. Böylelikle sorun ve nedenleri açık bir şekilde görülmüş olmaktadır [42-44].

Nominal Grup Tekniğinde, önemli görülen sorunlar maddeler halinde yazılarak bir liste oluşturulmaktadır. Her üyeye belli sayıda küçük kartlar dağıtılmaktadır. Üyeler listeden en önemli buldukları maddeleri birer tane olmak üzere işaretlemekte ve listeden ellerindeki kart sayısı kadar madde seçmektedirler. En önemli buldukları maddeye en yüksek puanı vermek kaydıyla, bu maddeleri puanlandırmaktadırlar. Puanlamalar yapıldıktan sonra bu kartlar toplanmakta ve verilen puanların istatistiği çıkarılmaktadır. En yüksek puanı alan madde, takımın seçimi olarak duyurulmaktadır [43, 45, 46].

Genellikle hata ve hataları oluşturan nedenler her konu ile ilgili bölüm tarafından belirlenmektedir. Bu bölümler; mühendislik-imalat, ürün-süreç FMEA ve imalat araçlarının kullanımı ile ilgili olan hataları incelemektedirler [25].

2.1.3 Aşama 3: Değerlendirme

Değerlendirme aşaması FMEA 'nın olası hataların kritikliklerine göre sıralama işlemi yapıldığı kritiklik analizi kısmını oluşturmaktadır. Bu aşamada her bir olası hatanın risk esasına göre kritiklikleri belirlenmektedir. Kritikliği belirleyen ölçüt, risk öncelik sayısıdır. Risk öncelik sayısının bir değeri veya anlamı yoktur, sadece hataların kritiklik yönünden göreceli olarak karşılaştırılmasını ve sıralanmasını sağlamaktadır [7].

2.1.3.1 Önem (Hatanın Ağırlığı)

Potansiyel hata türünün bir sonraki montaj, araç veya tüketiciye etkisinin tahminidir. Önem sadece etkiye uygulanmaktadır. Hata önemliliği etkiye karşılık gelmektedir ve aralarında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Hatanın etki düzeyi arttıkça önem de artmaktadır. Önemlilik değerindeki azalma sadece tasarım değişikliğinden kaynaklanmaktadır [7, 21].

Önem derecesini belirlemek için kullanılan veri kaynakları hata etkisini belirlemede kullanılanlarla aynıdır. Hata önemini belirlemek için müşteri anketlerinden, geri dönen ürünlerle ilgili tutulan kayıtlardan, geçmiş dönemlerde benzer ürün veya sistemler için tutulan kayıtlardan, laboratuvar deneyleri veya simülasyon çalışmaları sonuçlarından ve analizi gerçekleştiren kişilerin deneyimlerinden yararlanılmaktadır [7].

2.1.3.2 Öneme (Hata Ağırlıklarına) Değer Verilmesi

Hata nedeninin ortaya çıktığı kabul edilerek sonucun yaratacağı etkinin önemi FMEA Önem Değerlendirme Çizelgelerine göre derecelendirilmektedir. "1" en düşük önemi, "10" ise en büyük önemi göstermektedir. Önem değeri;

- Müşteri tatminsizliği,
- Performansların zayıflaması ve arızanın ortaya çıkma şekli,

- Tamir maliyeti gibi olumsuzlukların artışına bağlı olarak büyüyecektir [7].

2.1.3.3 Kritik Özellikler

Önem 9 veya 10 olduğu durumda hata kritik özellikte, önem derecesi 9 'dan küçük ve aynı zamanda olasılık derecesi 3 'den büyükse hata önemli özelliktedir [9].

2.1.3.4 Oluşma Olasılığı

Oluşma olasılığı, olası bir hata nedeninin oluşturacağı hata türünün ortaya çıkma sıklığını göstermektedir [7].

2.1.3.5 Oluşma Olasılığı (Hatanın Ortaya Çıkma Sıklığı) Değerinin Verilmesi

Hataların ortaya çıkma sıklığı FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre derecelendirilmektedir. Çizelgede "1" hata türünün oluşma olasılığının düşük olduğunu, "10" hata türünün oluşma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir [7].

2.1.3.6 Keşfedilebilirlik (Hata Saptama)

Keşfedilebilirlik; potansiyel hata türlerinin, bir sonraki işleme veya müşteriye ulaşmadan önce yakalanması olasılığıdır [22].

Olası hatanın, bir sonraki aşamada veya son müşterinin kullanımı esnasında ortaya çıkacağı varsayıldığından, öngörülen saptama önlemlerinden geçmiş olması gerekmektedir. Bu nedenle, saptama ile ilgili olasılık değeri, ortaya çıktığı varsayılan hata nedeninin ya da şeklinin müşteriye ulaşabilme olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Olasılık değerleri, analiz edilen birimlerin benzerlerinin, geçmiş

dönem verilerinden, ürün iç denetlemelerinden bulunabilmektedir. Olasılık durumu kestirilemediği durumlarda ekip üyelerinin deneyimlerine başvurulmaktadır.

Hataların saptanmasında temel yaklaşım kontroldür. Ancak hatalar, sadece kontrol ile bulunamamakta, sistem veya ürünün oluşturulması aşamalarında gerçekleştirilen diğer faaliyetlerden de yararlanılmaktadır.

“Tasarım aşamasındaki, malzeme dayanımlarının hesapları, bitmiş parçalar üzerinde yapılan hesaplamalar, deneyler, ön üretimde yapılan denemeler etkin hata saptama yollarıdır. Sistem veya ürünlerin tanımlanması aşamasında, benzerleri üzerinde ölçümlendirme, düzenleme, deneme gibi konularda elde edilmiş olan deneyimler yine hataların bulunmasında kullanılmaktadır.

Üretime alınma aşamasında, ürünün imalat ölçülerinin hesaplarından, süreç yetenek hesaplarından, deneyimlerden hataların bulunmasında yararlanılmaktadır. İmalat sisteminin kurulması aşamasında, montajın yapılamaması, işlem sırasının izlenememesi, talimatlar, ürünün veya imalat yönteminin kontrolü, deneme üretimler, hataların bulunmasını sağlamaktadır [7].”

2.1.3.7 Keşfedilebilirliğe (Hata Saptama) Değer Verilmesi

Hatanın oluşması durumunda, hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilmesi FMEA Keşfedilebilirlik Çizelgelerine göre derecelendirilmektedir. "1" planlı ve etkin bir şekilde hata saptama yöntemlerinin uygulandığı durumlarda hatanın müşteriye ulaşması olasılığının çok düşük olacağını, yapılan mevcut kontroller ile hatanın hemen hemen kesin olarak yakalanabileceğini, "10" ise hatanın varlığının mevcut kontroller ile fark edilemeyeceğini göstermektedir [7].

2.1.3.8 Risk Öncelik Sayısı veya RPN

Risk öncelik sayısı (RPN), her bir hata türü veya nedeni için "önem", "oluşma" ve "keşfedilebilirlik" gibi üç risk faktörü esas alınarak belirlenen sayısal değerdir. RPN her bir hata türüyle ilişkili risk seviyesi önceliğini ifade eden bir indekstir [7, 20].

RPN ile her bir hata türü için riskler tanımlandığından en büyük RPN 'e sahip olandan başlayarak uzun dönemde ortadan kaldırılması kısa dönemde azaltılması için alınacak düzeltici önlemler belirlenmektedir [7].

2.1.3.9 Risk Öncelik Sayısını Değerlendirilmesi

Analizi yapılan ürün veya sistemin öngörülen kalitesi hakkında genel bir fikir edinmek için RPN 'lerden yararlanılmaktadır. RPN değerlendirmede pareto diyagramları kullanılmaktadır.

İtalyan iktisatçı Wilfredo Pareto tarafından geliştirilen bu diyagram, bir olayı etkileyen faktörleri göz önünde canlandırmak, en önemlisini saptamak ve karar almak için kullanılmaktadır. Sorunlara neden olan öğelerin önem derecelerine göre sıralanarak alınacak karşı önlemlerin hangi nedenlere yönlendirilmesi gerektiği konusunda yardımcı olan etkili bir araçtır [3, 33, 41, 45, 47].

Pareto analizine göre, sonuçların yüzde 80'i bir sorunun nedenlerinin yüzde 20'sine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Buna 80/20 kanunu da denilmektedir. Diyagramın dikey eksenine ölçülen olayın, ölçüm birimi veya adı yazılmalıdır. Eksen sıfırdan başlayarak tüm oluşumların toplamının kaydedebileceği eşit aralıklara bölünmelidir. Diyagramın yatay eksenini eşit aralıklarla bölünerek her aralık değişik kategorileri ifade edecek şekilde tanımlanmalıdır. En sık tekrarlanan kategori en solda yer alacak şekilde ve azalan seyir ile sağa doğru daha düşük frekanslı kategorilerle devam edilmelidir. Amaç, dikkati bu sütun üzerine çekmek ve vakit kaybını en aza indirmektir [3, 5, 33, 43, 46, 48].

RPN değerinin niceliksel sınıflandırmalarının değişik şekillerde yapıldığı görülmektedir. Örneğin bir uygulamada değerlendirme şu şekilde yapılmaktadır.

RPN = 1000 ise risk yüksek

RPN =125 ise risk orta

RPN =1 ise risk yoktur

RPN değerlerine göre düzeltici önlem alma kararları ise;

RPN < 40 ise önlem almaya gerek yoktur

40 < RPN < 100 ise önlem alınmasında yarar vardır

RPN > 100 ise mutlaka önlem alınması gereklidir.

Bir başka uygulamada 100 RPN değeri eşik değer olarak kabul edilmektedir (AMDEC, Renault Şirketi). RPN 'ü 100 olan hatalar düzeltici önlem alınması gereken risk taşıyan hatalardır. 100 'ün üzerindeki en büyük değer en fazla risk taşıyacağından öncelikle ele alınacak hatayı vermektedir [7].

Diğer bir uygulama ise;

Sistemin istatistiksel güvencesi % A ise (sistem, tasarım, ürün, süreç ve/veya hizmet için hataların %A 'sı tanımlanmalı)

100 A

1000 X

$X = 10xA$ ve limit $RPN \geq \{1000-(10xA)\}$ 'dir [6].

Eğer aynı risk öncelik sayısına sahip birden fazla hata mevcutsa, birinci ölçüt olarak "önem" değeri en yüksek olan, ikinci ölçüt olarak ise "keşfedilebilirlik" değeri yüksek olan seçilmelidir. "Önem" hatanın etkisiyle doğrudan ilgilidir ve önceliklidir, diğer yandan müşteri bağlantılı olduğundan "keşfedilme", "oluşma" ya göre önceliklidir [25].

İyileştirmeden önceki ve iyileştirmeden sonraki durumlara ait RPN değerleri hesaplandığında yapılan çalışmanın başarı indeksi belirlenmek istenirse [21];

$$RPN \text{ (Proje Başarı İndeksi)} = \% \{1 - [RPN(\text{final}) / RPN(\text{ilk})]\} * 100$$

2.1.3.10 Düzeltici Önlemler

Düzeltici önlemler, olası hata türlerini veya nedenlerini ortadan kaldırmak veya olumsuz etkilerinin minimize etmek için tasarım, üretim süreci, malzeme veya üretim yöntemi gibi çeşitli unsurlarda yapılacak değişikliklerdir. Düzeltici önlemler ile RPN değerleri düşürülmeye çalışılmaktadır [7].

2.1.4 Aşama 4: İzleme-Uygulama

FMEA tekniğinin bu adımı, öngörülen düzeltici önlemlerin uygulanması ve yeni sonuçların incelenmesi ve değerlendirilmesi aşamasıdır [7].

2.1.5 Aşama 5: Doğrulama

Doğrulamada amaç, düzeltici önlemlerin uygulandığını doğrulamak ve yeni oluşan hataları belirlemektir [7].

FMEA uygulaması esnasında kullanılan bilgilerin yer aldığı çizelgeler, amaçlar, tüm kabul ve koşullar, sonuç ve öneriler gibi analiz ile ilgili her şey raporlanmalıdır. Bu FMEA raporları, ilgili birim ve kişilere sonraki çalışmalarda kaynak olması amacıyla dağıtılmalıdır.

Bu tekniğin en olumlu özelliği, güçlüğünün bir ürün veya sistem için bir kez hazırlandıktan sonra sona ermesidir. Böylece bundan sonraki yeni ürünler için yapılacak çalışma, sadece mevcut ürünler için yapılmış çalışmaların güncelleştirilmesi ve değiştirilmesi şeklinde olacaktır. Güncelleştirme hatalar ve sorunlar tanımlandığında, şikayetler, yeni makina kullanımı, süreç geliştirme faaliyeti olduğunda, ürüne ve makinaya yeni özellikler katıldığında yapılmalıdır [49].

2.2 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ALGORİTMASI

FMEA uygulama sürecinin algoritma olarak ifadesi Şekil 2.1 'de gösterilmektedir. Öncelikle oluşturulan FMEA ekibi tarafından, ürünü oluşturan bileşenlerin ve bu bileşenlerin işlevlerinin belirtilmesi gerekmektedir. Bileşenlerin istenen özellikleri yerine getirememesi durumları ve sonuçta müşteri memnuniyetsizliği yaratacak olası hata türleri belirlenmelidir.

Belirlenen hata türlerinin olası nedenleri, oluşmaları durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etkiler listelenmelidir. Bu etkilerin önemlilik dereceleri FMEA Önem Değerlendirme Çizelgelerine göre saptanmalıdır. Önem değeri hatanın yaratacağı etki göz önüne alınarak belirlenmekte ve her hata nedeni için aynı değer kullanılmaktadır.

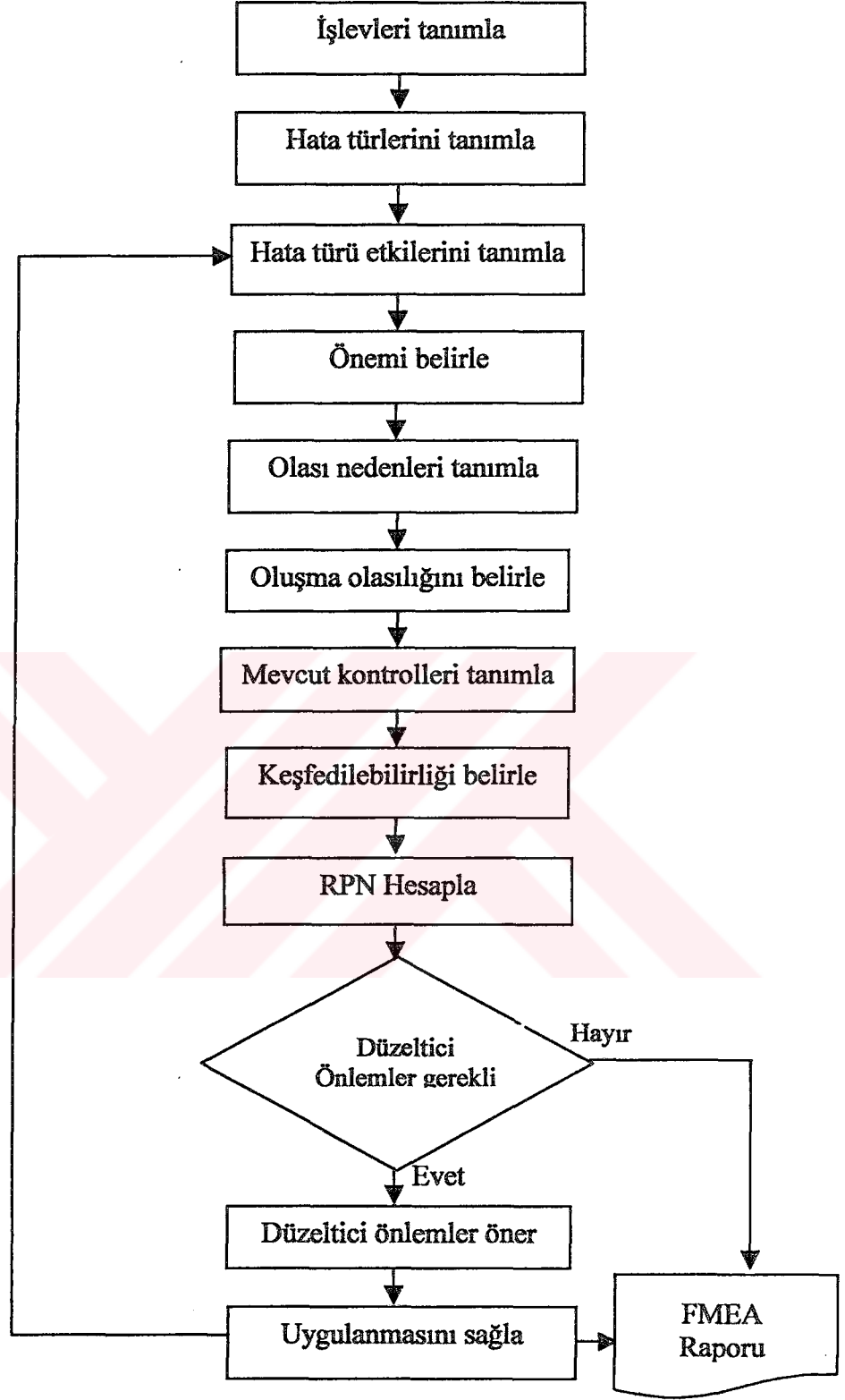
Hataların ne kadar sıklıkla meydana geldikleri ve uygulanan mevcut kontrol yöntemleri belirlendikten sonra, bu mevcut kontrol yöntemleri ile hataların firmadan çıkmadan yani müşteriye ulaşmadan fark edilebilirlikleri derecelendirilmelidir. Hataların sıklık değerleri FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgelerine, hataların keşfedilebilirlik değerleri de FMEA Keşfedilebilirlik Çizelgelerine göre verilmektedir. Belirlenen önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpımı ile risk öncelik sayısı (RPN) hesaplanmakta ve bu değerlere göre öncelikle önlem alınması gereken hatalar bulunmaktadır.

Önlem alınması gereken hatalar için FMEA ekibi tarafından düzeltici önleyici faaliyetler ve bu faaliyetleri gerçekleştirmekle sorumlu bölümler belirlenmektedir. Bu önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sonucunda hatalara ait önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri yeniden derecelendirilmekte ve bu değerlere bağlı olarak yeni RPN değerleri hesaplanmaktadır. Yapılan çalışmaya ait bir FMEA raporu oluşturulmalı ve yapılan değişikliklere ait bilgiler bir sonraki FMEA çalışmalarına aktarılacak üzere saklanmalıdır.

Algoritma olarak ifade edilen FMEA çalışmasının form üzerinde gösterimi Çizelge 2.1 'de görülmektedir. Süreç/işlevlerin bulunduğu sütuna işlev tanımı yazılmalıdır.

Olası hatalar sütununda yanlış gidebileceği düşünölen durumlar belirtilmektedir. Belirlenen hataların etkileri ve nedenleri listelenmelidir. Listelenen etkilerin derecesi ve hataların oluşma olasılığı derecelendirilmelidir. Olası hataları önleme yöntemi olarak kullanılan mevcut kontroller belirtilmekte ve bu kontroller kullanılarak hatalar fark edilmektedirler. Olası hataların ortaya çıkmasını önlemek için öneriler sunulmaktadır.





Şekil 2.1 FMEA Algoritması

Çizelge 2.1 FMEA Süreç Sırası [1.1]

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU										
Parça :			Hazırlayan :			Form No:				
Ürün:			Süreç Yükdümlüğü:			FMEA Gerçekleşme Tarihi:				
Ekip Üyeleri:			Planlanan Tamamlanma Tarihi:			Rev No:				
						Sayfa:				
Süreç İşlevleri	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Hatanın Olası Nedenleri	Mevcut Kontroler	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Önlem Sorucusu	Keşfedilebilirlik	RPN

Ne yapılabilir?

- Tasarım değişikliği
- Süreç değişikliği
- Özel kontroller
- Standartları, prosedürleri ya da klavuzları değiştirmek

Ne kadar sıklıkla oluşur?

Nedenler nelerdir?

Ne yanlış gidebilir?

- Faaliyet yok
- Kısmi/bitmiş/derecelendirilmiş faaliyetler
- Aralıkli faaliyetler
- Tasarlanmamış faaliyet

Ne derece kötü?

Etkileri nelerdir?

Ne kadar sıklıkla oluşur?

Bu nasıl önlenabilir ve bulunabilir?

Bulmada kullanılan bu metot iyi midir?

Keşfedilebilirlik

2.3 HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ FORMUNUN DOLDURULMASI

Algoritması anlatılan Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışmalarının dokümantasyonu için FMEA Formu kullanılmaktadır. Standart FMEA formları bulunmamakta, işletmeler kendi formlarını oluşturmaktadırlar. Ek 1 FMEA formunda yer alan bölümler aşağıda belirtildiği şekilde doldurulmalıdır.

1. Parça: Parça adı açık ve anlaşılabilir bir şekilde yazılmalıdır
2. Ürün: Parçanın ait olduğu ürün yazılmalıdır
3. Hazırlayan: FMEA formunu hazırlayan kişinin ismi yazılmalıdır
4. Sistem/Tasarım/Süreç Sorumlusu: İlgili sistemden/tasarımdan/süreçten sorumlu kişinin ismi yazılmalıdır
5. Planlanan Tamamlanma Tarihi: Hazırlayan kişi tarafından doldurulmalıdır
6. FMEA Geçekleşme Tarihi: FMEA çalışmasının gerçekleştiği tarih yazılmalıdır
7. Ekip Üyeleri: FMEA çalışma ekibi üyelerinin isimleri ve çalıştıkları bölümler yazılmalıdır
8. Form No: İzleme, takip amacıyla her bir FMEA çalışmasına bir numara verilmelidir
9. Revizyon No: FMEA çalışmaları sonucunda önerilen faaliyetlerin yerine getirildiğini, yenilik yapıldığını belirtmek için verilen numaralardır
10. Sayfa: Yapılan çalışmaları sıralamak için sayfa numarası verilmelidir
11. Süreç/İşlevler: Sürecin/bileşenin/sistemin kısa bir tanımı yapılmalıdır.
12. Olası Hatalar: Sistemde/tasarımda/süreçte/serviste ortaya çıkması olası hatalar belirlenmelidir. Bu hataların oluşması gerekmemektedir.
13. Hatanın Olası Nedenleri: Bu hataların oluşma nedenleri belirtilmelidir. Nedenler alt alta listelenmelidir. Hatanın oluşmasına neden olan faktörler ayrı ayrı incelenecektir. Böylece analiz sonucunda hatayı meydana çıkaran faktörler sıralandığı zaman öncelikle önlem alınması gereken nedenler belirlenmiş olacaktır.
14. Şiddet (Önem): Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki yani memnuniyetsizlik derecelendirilecektir. Hatayı meydana getiren birden fazla neden varsa, tüm nedenler için aynı önem derecesi kullanılacaktır. Önem değerlerini belirlemede FMEA Önem Değerlendirme Çizelgelerinden yararlanılmaktadır.

15. Sınıf: Hatanın önem derecesine bağlı olarak önemli hata ya da kritik hata olarak değerlendirme yapılmaktadır.

16. Hataların Olası Etkileri: Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etkiler belirlenerek listelenmelidir. Burada müşteri takip eden süreç/süreçler olabileceği gibi, satıcı ve/veya tüketici de olabilmektedir. Hatanın olası etkilerini belirlerken, tanımlanan müşteri türlerinin her biri dikkate alınmalıdır. Hatanın etkileri müşterinin dikkat edebileceği veya deneyerek görebileceği hususlar göz önüne alınarak belirlenmelidir

17. Oluşma Olasılığı: Hatanın belirtilen nedenler sonucunda hangi sıklıkta oluşabileceği tahmin edilecektir. Değerlendirme yapabilmek için FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgeleri kullanılmaktadır.

18. Mevcut Kontroller: Hataların meydana gelmesini önlemek ya da hataları firmadan çıkmadan yani müşteriye ulaşmadan fark edebilmek için firma tarafından uygulanan kontrol yöntemleridir.

19. Keşfedilebilirlik: Hatanın, bitmiş mamul sevk edilmeden önce veya müşteriye ulaşmadan önce, saptanabilme olasılığı tahmin edilecektir. Bu işlemde; hatanın oluştuğu kabul edilerek hata nedeni veya hatanın saptanabilmesi için yapılan tüm kontrollerin etkinliği ölçülmelidir.

20. Risk Öncelik Sayısı (RPN): Risk öncelik sayısı, önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır. Hatalar RPN değerlerine göre sıralanmakta ve yüksek olan değerlere sahip hatalar belirlenmektedir.

21. Önerilen Düzeltici Önlemler: RPN değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanmasından sonra, öncelikle önlem alınması gereken hatalar belirlenmekte ve bu hatalar için öneriler sunulmaktadır. Amaç, hatanın önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerini azaltmaktır.

22. Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi: Önerilen düzeltici faaliyetleri gerçekleştirmeden sorumlu bölüm ve tamamlanma tarihi belirlenmektedir.

– Hata oluşma olasılığını azaltmak için, süreç ve/veya tasarım değişiklikleri gerekmektedir. Süreçlerde sürekli gelişmeyi sağlamak ve hata oluşumunu önlemek için, bilgi akışında geri beslemeyi sağlamak ve istatistiksel teknikler kullanmak suretiyle inceleme ve araştırma çalışmaları gerçekleştirilmelidir.

– Hatanın şiddetini azaltmak ancak tasarım değişikliği ile mümkün olmaktadır.

- Hatanın saptanabilirliğini arttırmak için, süreç ve/veya tasarım değişiklikleri, mevcut kontrollerin etkinliğini arttırmaya yöneliktir. Genellikle hata belirlemeye yönelik kontrolleri arttırmak pahalıdır ve kalite geliştirme açısından kullanışlı değildir. Bunların yerine önleme amaçlı kontrolleri geliştirmek esas olmalıdır [50].

23. Düzeltici Faaliyet Sonuçları: Önerilen düzeltici faaliyetlerin gerçekleştirilmesinden sonra önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri yeniden tahmin edilerek kayıt edilmektedir. RPN değeri bu değerlere bağlı olarak yeniden hesaplanmalıdır.



3. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TÜRLERİ

Hata Türü ve Etkileri Analizi ürünün değişik aşamalarında ve serviste uygulanabilmektedir. Temel olarak FMEA, tasarım ve süreç hata türü ve etkileri analizi olarak ikiye ayrılmaktadır. Ürünün tasarımının sonlandırılmasından önce Tasarım FMEA; doğru malzemelerin kullanılması, müşteri isteklerine uygunluk ve devletin belirlediği yasaları karşılama ile Süreç FMEA; üretim ve montaj süreçleri ile ilgilenmektedir. Genel olarak Tasarım FMEA raporunun hazırlanmasından sonra uygulanmaktadır. FMEA 'dan beklenen çıktıya göre türü seçmek gerekmektedir. FMEA 'nın dört türü bulunmaktadır. Bunlar;

- Sistem FMEA
 - Tasarım FMEA
 - Süreç FMEA
 - Servis FMEA
- şeklindedir [2, 22].

3.1 SİSTEM FMEA

Sistem FMEA, sistem ve alt sistemlerin birbirleriyle etkileşimlerini inceleyerek, kavram ve tasarım aşamasında analiz ederek, sistem eksikliklerinin neden olduğu sistem işlevleri arasındaki potansiyel hata türleri üzerine odaklanmaktadır [2, 9, 25, 27].

Sistem FMEA çalışmalarının sağlayacağı yararlar şöyle özetlenebilir [27]:

- Sistem seviyesindeki teşhis prosedürleri için bir temel oluşturulmasına yardımcı olmak
- Optimum sistem tasarım seçeneğinin seçilmesinde yol göstermek
- Sistem işlevlerinde fazlalıkların belirlenmesine yardım etmek
- Sistem seviyelerinin tanımlanmasına yardım etmek

- Olası potansiyel sorunların önceden belirlenme olasılığını arttırmak
- Potansiyel hata türlerinin ve bunların sistem ve alt sistemler arasındaki etkileşimlerinin belirlenmesini sağlamak [2, 25].

3.1.1 SİSTEM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI

3.1.1.1 Ekibin Oluşturulması

Sistem FMEA çalışması çalışma ekibinin oluşturulması ile başlamaktadır. Ekip, konu hakkında bilgisi ve tecrübesi olan kişilerden oluşmakta ve düzenli olarak toplanarak çalışmalarını sürdürmektedir. Ekip genellikle sistem mühendisliğinin liderliğinde, tasarım, üretim, kalite ve montaj bölümlerinin temsilcilerinden oluşmaktadır.

3.1.1.2 Sistem İşlevlerinin Tanımlanması

Sistem işlevi, bir sistemin tasarım amaçlarıdır. Müşteri isteklerine göre belirlenmektedir. Ayrıca güvenlik gereklilikleri, yasal düzenlemeler ve sınırlamaları da içermektedir. Tüm sistem işlevleri ve sistem üzerindeki sınırlamalar listelenmelidir. İşlevler, spesifik kavramlarla tanımlanmalıdır.

Aşağıda tipik sistem işlevi örnekleri verilmiştir [27];

İşığın üretimi, ön camın temizlenmesi, aracın durdurulması, ateşleme sisteminin çalışması, aracın kullanılması, hız kontrolü

3.1.1.3 Hata Türünün Tanımlanması

Hata türü, sistem işlevindeki kayıplardır. Hata türleri tanımlanırken sistem işlevlerinden her birine karşılık gelen kayıplar listelenmekte ve işlevdeki kayıp durumu belirten kavramlar kullanılmaktadır.

Hata türlerini belirlemek için beyin fırtınası veya neden-sonuç ilişkisi yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Hata türlerine örnek olarak ışık üretilmemesi, ön camın temizlenememesi, aracın durdurulamaması, ateşleme sisteminin çalışmaması, aracın kullanılmaması, hızın kontrol edilememesi verilmektedir [27].

3.1.1.4 Etkinin Tanımlanması

Hatanın potansiyel etkileri; sistemin hata türünün diğer sistemler, araç, müşteri ve yasal düzenlemeler üzerindeki etkisinin sonucu olarak tanımlanmaktadır. Bir sistem için hata etkisi, genellikle sistemdeki hata türünün müşteri tarafından gözlenmesidir.

Benzer sistemlerdeki hata türlerinin bilinen etkilerini tanımlamada saha hizmet verileri ve diğer ilgili dokümanlar gözden geçirilmekte ve sistem işlevlerindeki kayıpların sonuçları hakkında karara varılmaktadır.

Sistem hata türlerinden her biri için, onun diğer sistemler, araç ve müşteri üzerindeki sonuçlarının bir listesi çıkartılmalıdır. Eğer güvenli araç operasyonuna ya da yasal düzenlemelere uygunsa bu sütunda belirtilmektedir [27].

3.1.1.5 Hatanın Önemi (Şiddeti)

Önem, potansiyel sistem hata türünün etkisinin (önem ve tehlikesinin) değerlendirilmesidir. Önem derecesi belirlenirken sistem hata türünün diğer sistemler, araç, müşteri ve yasal gereklilikler üzerindeki etkisi göz önüne alınmaktadır [27].

Hatanın oluşması durumunda yaratacağı etki, Sistem FMEA “Önem” Değerlendirme Çizelgesine göre yapılmaktadır. Bu çizelgede değerler 1 ile 10 arasında değişmekte ve etkinin derecesi 1 'den 10 'a doğru gidildikçe artmaktadır. 1 değeri etki olmadığını, 10 değeri tehlike durumunu belirtmektedir.

3.1.1.6 Özellik Sınıflandırması

“Özellik sınıflandırması Sistem FMEA için kullanılmamaktadır. Sistem geliştiriminin erken safhalarında henüz bir donanım tanımlanmamıştır. Dolayısıyla potansiyel kritik özellikler de tanımlanamamaktadır. Donanım tanımlandıktan sonra potansiyel kritik ve önemli özellikleri tanımlamayı Tasarım FMEA sağlamaktadır.

Kritik ve önemli özellikler sadece üretim/montaj sürecinde özel kontroller gerektiğinde ve bu kontrollerin kontrol planında listelenmesi durumunda gösterge olarak kullanılmaktadır [27].”

3.1.1.7 Nedenlerin Tanımlanması

Bir sistem hata türünün nedeni, sistem tasarım hatasının sonucu oluşan hata türüdür. Nedenlerin tanımlanmasına en yüksek önem derecesine sahip olan hata türleri ile başlanmalıdır [27].

3.1.1.8 Hata/Neden Olasılığı

Oluşma olasılığı (sıklık), sistemin tasarım ömrü sırasında oluşması tahmin edilen toplam eleman hatası sayısı için belirlenen bir orandır.

Her cihazın bir sistem olduğu ve sistem tasarım ömrünün cihaz tasarım ömrüne eşit olduğu varsayılmaktadır. Eğer sistemin tasarım ömrü boyunca biriken eleman hataları tahmin edilemiyor ise benzer sistemlerdeki sistem hataları tahmin edilmektedir.

FMEA ekibi, Sistem FMEA için oluşturulan oluşma olasılığı derecelendirme çizelgesini kullanarak her neden için bir oluşma olasılığı derecesi belirlenmektedir. Eğer değer iki sınıf arasında bulunmuşsa daha yüksek olan sınıf seçilmelidir. Eğer

olasılık derecesi tahmin edilemiyor ise ya da FMEA ekibi derece konusunda uzlaşmaya varamadıysa 10 değeri kullanılmalıdır [27].

Hatanın oluşma olasılığı Sistem FMEA “Oluşma Olasılığı” Değerlendirme Çizelgesine göre yapılmaktadır. Çizelgede 1 ile 10 arasında değerler yer almakta, 1 değeri oluşma olasılığının belirlenmediğini, 10 değeri hatanın hemen hemen kesin oluşacağını ifade etmektedir.

3.1.1.9 Hata Saptama Yöntemleri

Saptama yöntemleri; sistem hata türlerindeki nedenleri belirlemede kullanılmaktadır. Bir saptama yönteminin amacı sistem tasarım programı içerisindeki tasarım zayıflıklarını mümkün olduğunca erken belirlemektir. Potansiyel sistem hata türlerini önlemede potansiyel tasarım zayıflıkları ile sistem tasarım sürecinin erken aşamalarında karşı karşıya gelmek ya da bu zayıflıkları ortaya çıkarmak önemlidir.

Saptama yöntemleri uygulanırken eski bilgilerin gözden geçirilmesi gerekmektedir (kanıtlanmış saha testleri, donanım testleri, prototip testleri, matematiksel modelleme çalışmaları vb.). Benzer sistemlerdeki deneyimlerle, benzer tipteki eleman hata türleri tanımlanmaktadır [27].

3.1.1.10 Hatanın Keşfedilebilirliği

Keşfedilebilirlik, saptama yöntemlerinin potansiyel sistem hata türünün birinci seviye nedenlerini belirleyeceği kabul edilerek yapılan bir sınıflandırma işlemidir.

Hata türlerinin oluştuğu farz edilerek, saptama yönteminin yeterliliği tahmin edilmektedir. Bütün saptama yöntemleri için en düşük sınıf listelenmekte, eğer herhangi bir yöntem, test veya teknik tanımlanamadıysa yahut ekip bir görüş birliğine ulaşamadıysa tespit sınıflandırma çizelgesindeki en yüksek sınıf kullanılmaktadır[27].

Hatanın fark edilebilirlik değerine, Sistem FMEA “Keşfedilebilirlik” Değerlendirme çizelgesinden bakılmaktadır. Çizelge değerleri 1 ile 10 arasında değişmektedir. Önem ve oluşma olasılığı çizelgelerinin tersine 1 ’den 10 ’a doğru gidildikçe hatanın keşfedilebilirlik değeri azalmaktadır. 1 değeri hatanın uygulanan mevcut kontroller ile hemen hemen kesin olarak yakalanacağını, 10 değeri hatanın yapılan kontroller ile yakalanma olasılığının çok az olduğunu göstermektedir.

3.1.1.11 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN)

Risk önceliği sayısı, her bir hata nedeni için, saptanan oluşma olasılığı (O), önem (S) ve keşfedilebilirlik (D) değerlerinin çarpılması ile bulunmaktadır.

$$RPN = \text{Önem} \times \text{Oluşma Olasılığı} \times \text{Keşfedilebilirlik}$$

Risk öncelik sayısı, hata nedenlerinin birbirlerine göre göreceli önemini göstermektedir. Bu değer, tasarımdaki kuşakları büyükten küçüğe sıralamaya yardımcı olmaktadır. Risk öncelik sayısı büyük ve önem değeri yüksek olan hata nedenlerine, düzeltici önlemlerin başlatılmasında öncelik verilmelidir. RPN ’nin başka değer ve anlamı yoktur, olası nedenin düzeltilmesinde öncelik tayini amacıyla kullanılmaktadır [25, 27].

3.1.1.12 Önerilen İyileştirmeler

Hesaplanan RPN değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması ile öncelikle önlem alınması gereken hatalar belirlenmektedir. Çalışma ekibi tarafından bu hataların oluşma olasılıklarını azaltıcı veya firma tarafından uygulanan mevcut kontrollerin hataları yakalamada yeterli olmadığı düşünülen durumlar için fark edilebilirliği artırıcı önlemler sunulmaktadır. Bu önerilen düzeltici faaliyetleri gerçekleştirmekle sorumlu bölümler belirlenmekte ve faaliyetlerin tamamlanma tarihleri saptanmaktadır.

3.1.1.13 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi

Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesinden sonra hatalara ait önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri ve bu değerlere bağlı olarak bulunan RPN değerleri yeniden hesaplanıp değerlendirilmektedir.

Sistem FMEA etkin bir şekilde uygulandığında; hata türlerini ortadan kaldıracak, güvenliği sağlayacak ve hataların ortaya çıkma olasılığını azaltacak tasarım faaliyetlerinin listesini, potansiyel hata türlerinin risk öncelik sayısına göre sıralanmış bir listesini ve aynı zamanda potansiyel hata türlerini tespit edebilecek potansiyel sistem işlevlerinin bir listesini verecektir. Sistem FMEA yaşayan bir dokümandır ve en düşük sistem tasarım seviyesini ve alınan en küçük sistem tasarım önlemlerini yansıtmalıdır [25, 27].

Çizelge 3.1 Sistem FMEA 'da "Önem" Değerlendirmesi [9]

Etki	Değerlendirme	Ölçüt
Yok	1	Etki yok
Çok hafif	2	Müşteriye sıkıntı ulaşmadı. Ürün ya da sistem performansını hafifçe etkiler.
Hafif	3	Müşteriye çok az sıkıntı ulaştı. Ürün ya da sistem performansını hafifçe etkiler.
Önemi az	4	Müşteri önemi az bir sıkıntı yaşar. Ürün ya da sistem performansı üzerine önemsiz etki
Orta	5	Müşteri arzulamadığı deneyimlere maruz kalır. Ürün ya da sistem performansı üzerine orta etki
Mühim	6	Müşteri rahatsızlık çekmiştir. Ürün performansı bozulur, ancak geçerlidir ve işleme girer. Kısmi hata ama kullanılır.
Önemli	7	Müşteri isteksizliği. Ürün performansı ciddi biçimde bozulur, ama işlevsel ve güvenlidir. Sistem bozulur.
Aşırı	8	Müşteri çok isteksizdir. Ürün işleme girmez, ama güvenlidir. Sistem işlemez
Ciddi	9	Potansiyel tehlikeli etki.
Tehlikeli	10	Tehlikeli etki. Güvenlikle ilgili ani hata

Çizelge 3.2 Sistem FMEA 'da "Oluşma Olasılığı" Değerlendirmesi [9]

Teşhis	Değerlendirme	Ölçüt
Hemen hemen hiçbir zaman	1	Hata olası değil. Deneyimler hata göstermiyor
Uzak	2	Olası hataların sayısı nadir
Çok hafif	3	Çok küçük hatalar olası
Hafif	4	Küçük hatalar olası
Düşük	5	Arasına olan hataların sayısı olası
Orta	6	Hata olasılığının sayısı orta
Ortanın üstü	7	Çok az yüksek sayıda hata olası
Yüksek	8	Yüksek sayıda hata olası
Çok yüksek	9	Çok yüksek sayıda hata olası
Hemen hemen kesin	10	Hatalar hemen hemen kesin.

Çizelge 3.3 Sistem FMEA 'da "Keşfedilebilirlik" Değerlendirmesi [9]

Teşhis	Değerlendirme	Ölçüt
Hemen hemen kesin	1	Kanıtlanmış tespit etme yöntemleri mevcut
Çok Yüksek	2	Tasarımın ön aşamalarında kanıtlanmış bilgisayar analiz programları mevcut
Yüksek	3	Tasarım aşamasında simülasyon/modelleme teknikleri mevcut
Oldukça Yüksek	4	Prototip sistem elemanları üzerinde testler
Orta	5	Ön üretim sistem elemanları üzerinde testler
Az	6	Benzer sistem elemanları üzerinde testler
Çok Az	7	Prototip sistem elemanları ile kurulmuş cihazlar üzerinde testler
Uzak	8	Sistem elemanları yerleştirilmiş cihazlar üzerinde kanıtlanmış saha dayanıklılık testleri
Çok Uzak	9	Sadece kanıtlanmamış ya da güvenli olmayan yöntemler mevcut
Hemen hemen hiçbir zaman	10	Bilinen bir yöntem mevcut değil

3.2 TASARIM FMEA (DFMEA)

Tasarım FMEA, tasarım eksikliklerinden kaynaklanan hata türlerini ve bunların ortak nedenlerini tanımlamak ve belirlemek için, öncelikle tasarım sorumlu mühendisi/ekibi tarafından üretime başlanmadan önce ürünlerin analiz edilmesinde kullanılan analitik bir tekniktir [10, 22, 25].

“Tasarım FMEA ürünün güvenilirlik ve/veya emniyetine zarar verebilecek herhangi kritik durumları veya zayıf noktaları belirlemek için tasarımı analiz etmenin bir yöntemidir. Yöntemin konusu, tasarımı iyileştirmek için hangi önlemlerin alınacağını belirlemektir [31].”

Üründeki hataların tasarım aşamasında görülerek giderilmesini sağlayan Tasarım FMEA'nın yararları aşağıda verilmiştir:

- Tasarım geliştirme faaliyetleriyle ilgili öncelikleri belirlemek
- Potansiyel güvenlik konularının belirlenerek ortadan kaldırılmasına yardım etmek ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesini sağlamak
- Önemli ve kritik özelliklerin belirlenmesine yardım etmek
- Tasarım gereksinimleri ve seçeneklerinin gelişmesine destek olmak
- Tam ve etkili tasarım, test ve geliştirme programlarının planlamasına ek bilgiler sağlayarak yardımcı olmak
- Tasarım iyileştirmeleri ve geliştirme testleri için bir öncelik sisteminin kurulmasına yardımcı olmak
- Risk azaltıcı faaliyetlerin önerilmesi ve izlenmesi için açık bir yayın formu oluşturmak
- Tasarım değişikliklerinin değerlendirilmesinde ve ileri tasarımların geliştirilmesinde yardımcı olmak üzere gelecekte bir referans sağlamak [9-11, 25].

3.2.1 TASARIM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI

Bütün yeni parçalarda, eski parçaların yeni uygulamalarında ve parça değişikliklerinin düşünüldüğü durumlarda uygulanabilen Tasarım FMEA, çıkabilecek olası tüm hata türlerinin ve bunlarla ilgili nedenlerin ele alınmasını sağlayan bir tekniktir. Ürün geliştirme safhasında kullanılan FMEA ile ürünün güvenilirliği veya emniyeti konusunda çıkabilecek herhangi bir sorunu önceden belirleyebilmek ve ürüne sorunu giderici özellikleri katmak mümkün olmaktadır [2, 31].

Tasarım FMEA çalışması, Kalite Güvence Bölümleri, üretim bölümleri ve yan sanayilerden sağlanan bilgilere dayanarak, prototip çizimler yayınlanmadan hemen önce yapılmalıdır. Bu tür bilgiler, benzer parçalar için test sonuçları ve garanti şikayetleri ile ilgili olanları içermektedir. Satın alınan parçalar için ise; yan sanayinin tasarımdan kısmen veya tamamen sorumlu olması durumunda, FMEA çalışması yan sanayii tarafından gerçekleştirilecektir.

Tasarım FMEA, ürünün tanımlanmasıyla başlamaktadır. Sonrasında, ürünün ilgili parçaların tümü veya alt sistemlerinin ve bunlarla ilgili olası hata türlerinin listesi çıkartılmalıdır. Bu aşamada, her bir bağımsız parçanın akla gelen hataları listelenmekte ve bunların sistemin çalışmasına olan etkileri tanımlanmaktadır. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesinde aşağıdaki adımlar izlenmektedir [31].

3.2.1.1 Ekibin Oluşturulması

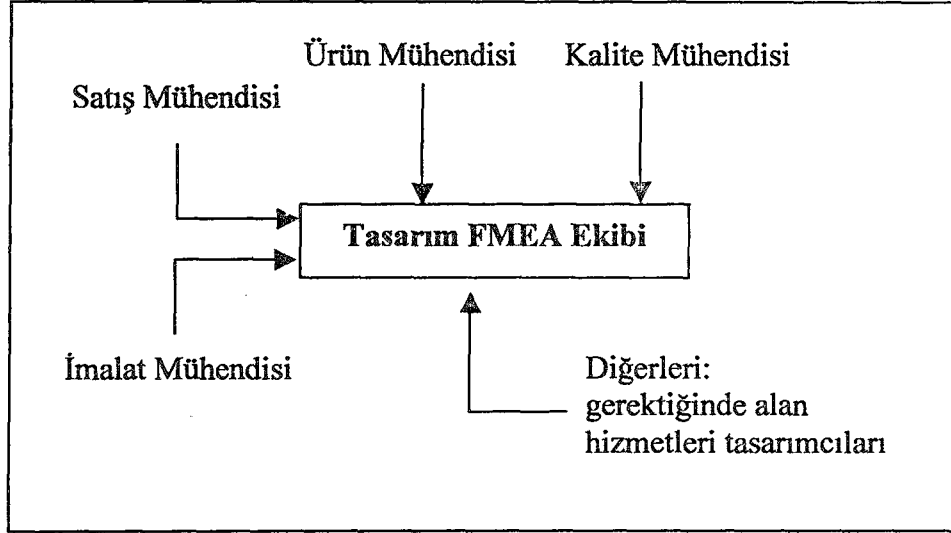
FMEA bir ekip işidir ve bireysel olarak yapılamaz. Seçilen projeye bağlı olarak uygun bir ekibin belirlenmesi gereklidir. İşletme içinde genel bir FMEA ekibi tanımlanmamalıdır. Çünkü sorunların tanımlanması ve RPN 'lerinin belirlenebilmesi bilgi gerektirmektedir. Aynı zamanda ekip, görevleri ve birimleri farklı kişilerden oluşmalıdır. FMEA ekibinde yer alan kişilerin meslek ve görevleri FMEA yapabilecek düzeyde olmalıdır. İlgili tasarım parçasının sorumlusu ekip lideri olarak görev almalıdır.

Ekibin lideri Tasarım FMEA çalışmasının başarılı bir şekilde yürütülüp tamamlanabilmesi için aşağıdaki bilgi ve dokümanların hazırlanmasından sorumludur:

- Şartnamelere göre parçanın tanımı
- Müşterilerdeki ürünlerden sağlanan hata verileri
- Hata türleri
- Kontrol planları
- İlgili detaylı teknik resimler, şemalar, şartnameler, talimatlar
- Süreç ve montaj akış şemaları
- Laboratuvar testleri
- Parça numunesi [2, 31].

FMEA çalışma ekibi genelde bir tasarım mühendisinin liderliğinde, kalite mühendisi, satış mühendisi, imalat mühendisi ve gereksinime göre diğer birimlerden elemanların katılımıyla oluşturulmaktadır. Ayrıca, parça yan sanayide üretiliyor ise, yan sanayiden ürünü ve üretim sürecini bilen bir mühendisin de ekibe katılması uygun olmaktadır. Ürünün satışından sorumlu olan bir kişi de müşterinin gözü olması nedeniyle ekibe dahil edilmekte veya kısmen katılımı sağlanarak bilgilerinden yararlanılmaktadır [22, 27].

Tasarım FMEA uygulamalarının etkinliği, firma içindeki farklı bölümlerin personellerinden oluşan ekibin etkili çalışması ile sağlanabilmektedir. Tasarım FMEA ekibi olarak adlandırılan bu çalışma grubuna ait elemanlar Şekil 3.1 'de verilmiştir [25].



Şekil 3.1 Tasarım FMEA Ekibinin Yapısı [22]

FMEA ekibinde tasarım mühendisi, parça adı, numarası, parçanın işlevi, potansiyel hata türleri ve nedenleri, mevcut kontrol sistemleri kısmını doldurmaktadır. Satış mühendisi, firma ile müşteri arasındaki en önemli köprülerden biri olarak nitelendirilmekte, müşteri gereksinim ve beklentilerini tasarım ve Tasarım FMEA çalışmalarına katmakta ve aynı zamanda potansiyel hata türünün tüketici üzerindeki etkileri konusunda da Tasarım FMEA çalışmalarına girdi sağlamaktadır. Kalite mühendisi, Tasarım FMEA çalışmalarının veri kütüklerine aktarılmasına yardımcı olurken özel tasarım özelliklerinin, üretim süreçleri sırasındaki ölçümleri/değerlendirmeleri hakkında bilgi sağlamaktadır. Diğer personeller ise, tasarım sırasında sahada karşılaşılan sorunlar hakkında bilgi edinilmesi için gerektiğinde Tasarım FMEA ekibine katılmaktadırlar [22, 27].

3.2.1.2 İncelenecek Ürünün İşlevlerinin Tanımlanması

İşlev bir ürün, grup veya parçaların çalışma sırasında yaptığı iş olarak ifade edilmektedir. Buna ana işlev de denilmektedir. Ürünün işlevi, onun tasarım amacı veya mühendislik gereksinimleridir. Aynı zamanda ürünün var olmasının, gerek duyulmasının asıl nedenini ortaya koymaktadır [2, 3].

“Bir ürünün işlevi, onu oluşturan gruplar ve parçaların işlevlerinden farklıdır. Ancak parça ve gruplar birleşince ürünün işlevini yerine getirmektedir [3].”

İşlev analizinde ürünün birincil ve ikincil işlevleri alt alta sırayla yazılmaktadır. Birincil işlevler, bu ürünün var olmasının asıl nedenlerini ortaya koyan gerekçelerdir. İkincil işlevler ise, istemesek bile ürünün varlığı nedeniyle sağlayacağı diğer işlevlerdir [9, 27].

FMEA uygulanacak ürünün işlevleri belirlendikten sonra, ürün işlevlerini yerine getiren parçalar ve her bir parçanın işlevi belirlenmektedir. Ürünün tek tek parçalarının ele alınmasının sebebi, parçalardan kaynaklanabilir tüm hataları inceleyebilmektir [9,22].

En yüksek şiddet değerine sahip parça işlevinden analize başlanmaktadır. Genelde bunlar, ürünün emniyetli kullanımını, yasal kuralları ve müşteri tatminini etkileyen işlevler olacaktır.

İşlevler bir parçanın ne yapması gerektiğini ifade etmektedir. Parçanın birden fazla işlevi ve her işlevinde farklı olası hata türleri varsa, her bir işlev ayrı olarak listelenmelidir. FMEA 'da yapılan her adım FMEA formuna işlenmekte ve takibi form üzerinden yapılmaktadır [31].

3.2.1.3 Hata Türünün Tanımlanması

Hata türü, bir ürün veya parçanın ömrü boyunca beklenen görevi yerine getirememesi veya istenen performansı sağlayamamasıdır. Bir parça için, hangi durumda olursa olsun tasarım yararlarını, performans gereksinmelerini ve/veya müşteri beklentilerini sağlayamayan husus, olası hata türü olarak tanımlanmaktadır. Her bir parça için olası hata türleri belirlenmektedir. Hata türleri listelenirken, daha önce yapılmış FMEA çalışmalarından kalite kontrol kayıt ve raporlarından, deney sonuçlarından, benzer ürünlerin çalışmalarından, müşteri şikayetlerinden

yararlanılmaktadır. Eğer yeni bir ürünse, ekiptekilerin konuya yakınlığı devreye girmektedir [2, 3, 22, 27, 31].

Hata türlerine örnek olarak çatlama, bozulma, sızıntı, gevşeklik, kısa devre, yapışmama, kırılma, parçalanma verilebilir [11]:

3.2.1.4 Etkinin Tanımlanması

Etkinin anlamı, müşteri tarafından algılanan işlev üzerindeki hata türü sonucudur. Hata meydana geldiğinde müşteri üzerine ne tür etki yaratacağı ve müşterinin neyi fark edebileceği veya başına ne geleceğinin tanımlanmasıdır. Hata etkisi, en hafif seviyeden, can ve mal güvenliği tehlikesi olan en ağır seviyeye kadar geniş bir yelpaze içinde değerlendirilmelidir [3, 9, 11, 27].

Hatanın etkisi belirlenirken, performansa etkisi, görünüş, ses gibi özellikler üzerindeki değişiklikler veya ürünün beklenen işlevi yerine getirememesi, benzer özellik taşıyan ürünlerin sonuçları ve geçmişteki hata türleri, ilgili yasal düzenlemeler karşısındaki durumu, müşteride güvenlik/emniyet açısından yaratacağı tehlikeler dikkate alınmalıdır. Hata türünün etkileri incelenirken son müşterinin yanında, yan sanayi veya iç müşteri üzerinde yaratacağı etkilere de bakılmalıdır [2].

Hata etkilerine örnek olarak işlemin yerine getirilememesi, kötü görüntü, dengesizlik, pürüzlülük, işlev dışı, hoş olmayan koku verilmektedir [11].

3.2.1.5 Hatanın Önemi (Şiddeti)

Önem, bir olası hata türü etkisinin karşılığı olan bir derecelendirme değildir. Hatanın önemi müşteriye etkisi yönünden 1 ile 10 arasında değerlendirilmektedir. Hata önem dereceleri için hatanın müşteri üzerine etkisi esas alındığından, belirli bir hatanın bütün olası nedenlerine aynı önem derecesi verilmelidir. Hatanın önemini azaltmak

için, parçayı yeniden tasarlamak gereklidir. Önem derecesi sadece parça/ürün tasarımında alınacak önlemlerle değiştirilmektedir [9, 27, 31].

Eğer hatanın önemi 9 ve üzeri ise, ilgili hata önemli bir hatadır ve başka ölçütlere bakılmaksızın iyileştirilmesi gereken hata olarak ele alınmalıdır. Çünkü ortaya çıkma olasılığı az bile olsa müşterinin can güvenliğini tehlikeye atan veya atması olası bir hata söz konusudur. Dolayısıyla böyle bir durum mutlaka incelenmeli ve ortaya çıkmaması sağlanmalıdır [2].

Tasarım FMEA ekibi, Çizelge 3.5 'den yararlanarak listelenen her bir etki için şiddet derecesi belirlemeli ve sonuçta en ciddi etkinin derecesi yazılmalıdır.

3.2.1.6 Özellik Sınıflandırması

Emniyetli ürün işlevleri, yasalarla uyumluluk veya müşteri tatminini etkileyen ve özel üretim, montaj, yan sanayii, sevkiyat kontrolü ve/veya muayene faaliyetleri/kontrolleri gerektirebilecek ürün özelliklerinin sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Bu özellikler, olası “kritik özellikler” ve olası “önemli özellikler” dir.

Hata türü/neden karışımının şiddet derecesi 8 'den büyük ve aynı zamanda olasılık derecesi de 1 'den büyük ise, olası bir “kritik özellik”, şiddet derecesi 9 'dan küçük ve aynı zamanda 3 'den büyük bir olasılık derecesine sahipse ve ürün müşteri tatminini etkiliyorsa, olası bir “önemli özellik”vardır denilmektedir [9, 31].

3.2.1.7 Nedenlerin Tanımlanması

Hatanın nedeni, sonuçta bir hata türünü oluşturacak tasarım zayıflığı şeklinde tanımlanmaktadır. Hata nedenleri, hataları düzeltme veya yok etme işleminin başlangıç noktasıdır; bu yüzden hata türüne neden olabilecek bütün olası nedenler

göz önüne alınmalıdır. Bir hatanın nedeni başka bir hata olduğundan hata türü nedeninin doğru tanımlanması, hatanın giderilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Nedenlerin belirlenmesinde, ekibin bilgisinden, benzer ürün hatalarının geçmiş verilerinden, konu ile ilgili yapılan proje veya araştırma çalışmalarından, test raporlarından, servis verileri gibi kaynaklardan yararlanılmalıdır [2, 3, 9, 11].

Tasarım FMEA ekibi hata türlerinin nedenlerini iki varsayım altında göz önüne almalıdır. Birinci varsayım; hata türleri tasarım yetersizliği sonucudur ve parça mühendislik spesifikasyonları içerisinde üretilmiş/monte edilmiştir. İkinci varsayım; hata türleri yanlış üretim/montaj sonucudur, ama bu yanlışlıklara tasarım yetersizliği neden olmuştur [31].

Hata nedenlerine örnek olarak, yanlış malzeme tanımı, yetersiz tasarım ömrü tahmini, fazla germe, yetersiz yağlama, yetersiz bakım talimatları, eksik çevre koruma verilmektedir [11].

3.2.1.8 Hata/Neden Olasılığı

Nedenin ve onun yarattığı hatanın beraberce meydana gelme olasılığıdır. Olasılık; nedenler ve hata türleri ile ilişkilidir. Ürünü oluşturan parçaların tasarım ömrü boyunca ortaya çıkarabileceği her bir hata için hata nedeni sayılarının ilgili parça üretim sayısına oranı, hata türünün ortaya çıkma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen bu değer iki sayı arasında olduğu takdirde, yüksek olan olasılık derecesi seçilmektedir. Ortaya çıkma olasılığı belirlenirken, giriş kalite kontrol verileri, yardımcı sanayi kontrol sonuçları, üretim-montaj hata oranları, ürünün servis durumları gibi veriler kullanılmaktadır [2, 9, 22, 31].

Olasılık tahmin edilirken, hata türü nedenlerini keşfetmek için kullanılacak kontrol önlemlerine dikkat edilmelidir. Bu teknikler, hata türü nedeninin ortaya çıkma olasılığını doğrudan azaltabilmekte veya önleyebilmektedir. Eğer nedenin ortaya

çıkma olasılığı teknik olarak azaltılabiliyorsa, olasılık derecesini tahmin ederken azaltma göz önüne alınmaktadır [31].

3.2.1.9 Kontrol Önlemlerinin Tanımlanması

Kontrol önlemleri ürün hatalarının müşteriye giderek bir zarar vermemesi için üretici firma tarafından konulan filtre önlemidir. Ürünün müşteriye hatasız gitmesi için gerek tasarımda gerekse üretim ve montajda çeşitli kontrol işlemleri uygulanmaktadır. Amaç hatalı ürünlerin son kullanıcıya ulaşmasını engellemek için yapılması gereken uygulamaları ortaya koymaktır [2, 3, 9, 27].

Bu aşamada benzer ürünün kontrol işlemleri, mevcut kontrol talimatları, satın alma koşulları, standartlar gibi bilgiler göz önüne alınarak her bir hata türüne karşılık gelen kontrol noktaları ve kontrol parametreleri belirlenmektedir. Eğer hiç düşünülmemiş kontroller ortaya çıkarsa, iyileştirmeler kısmında bu kontrollerin tanımlanması ve uygulamaya geçilmesi gerekmektedir.

Kontrol noktaları, parçaların hammadde veya yarı mamul olarak tesise ilk girişinde uygulanan kontrollerden başlamakta, ürünün üretiminde, montajında ve müşteriye gönderilmesinden önce yapılan tüm kontrolleri kapsamaktadır [2].

Kontrol önlemlerinin asıl amacı, ürünün üretim izni verilmeden önce olası tasarım yetersizliklerini belirlemektir. Tasarım yetersizlikleri, bir ürün hata türüne neden olabilecek “eksik tasarlanmış” parça özelliklerine karşılık gelmektedir. Olası hata türlerini önlemenin en etkili yolu, olası tasarım eksikliklerini ürün tasarım çevriminin başlangıcında ortaya çıkarmaktır. Eksiklikleri ortadan kaldırarak, neden önlenmekte veya olasılık derecesi azaltılmaktadır [31].

3.2.1.10 Hatanın Keşfedilebilirliği

Hatanın müşteriye ulaşmaması olasılığı veya hatanın keşfedilebilme derecesinin belirlendiği aşamadır. İşletmenin uyguladığı kontrol işlemlerine bağlı olarak hatayı yakalayabilme yeteneği, keşfedilebilirlik derecesini belirlemektedir. Keşfedilebilirlik, önerilen kontrol önlemleri ile, bir parçanın üretim kararı verilmeden önce, parça hata türünün keşfetme olasılığının derecesidir. Keşfedilebilirlik derecesinin artırılması için kontrol işlemlerinin uygun olup olmadığı ve etkinliği incelenerek iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Tasarım aşamasında hata türünü keşfetmek için kontrol noktaları veya kontrol parametreleri belirlenmektedir. Hatanın ortaya çıkabileceği aşama saptanarak kontrol işlemleri iyileştirilmektedir [2, 31].

Hatanın keşfedilebilirliği belirlenirken, mevcut durumdaki kontrol işlemlerine bakılmalıdır. Ürünün benzer ürünlerindeki kontrol işlemleri dikkate alınmalı ve tasarlanan kontrol yöntemlerinin uygunluk ve etkinlik değerlendirilmesi yapılarak keşfedilebilirlik derecesi belirlenmelidir.

Kontrol işlemlerinin uygunluğu, yapılan test ve ölçümlerin hata türünü yakalayıp yakalayamadığı ve kullanılan ölçü aletinin doğru olup olmadığı ile, etkinliği ise alınan örnek büyüklüğünün yeterliliği ile ilgilidir.

Çizelge 3.7 'a göre hatanın keşfedilebilirliği hemen hemen kesinse 1, olanaksız ise 10 puan almaktadır. Hatanın müşteriye gitmeden yakalanması önemlidir. Yakalanabiliyor ise bunun hatanın risk öncelik sayısına etkisi az olmaktadır. Çünkü RPN ne kadar büyük olursa, hata o derece önemlidir ve iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir [2].

3.2.1.11 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN)

Belirlenen her bir olası hata türünün puanlandırılması ve bu puanlandırılmaya göre öncelik sırasının belirlenmesi aşamasıdır. Hata türlerinin önceliklendirilmesindeki

amaç, hangi hatanın öncelikle göz önüne alınarak incelenmesi ve düzeltici önlemlerin alınması gerektiğine karar vermektir.

Önceliklendirme risk öncelik sayısına göre yapılmaktadır. Hatanın oluşması durumunda yaratacağı etkinin, hatanın oluşma olasılığının ve keşfedilebilirlik derecesinin çarpımı ile bulunan risk öncelik sayısının eşitlik gösterimi;

$$RPN = \text{Ortaya Çıkma Olasılığı} \times \text{Önem Derecesi} \times \text{Keşfedilebilirlik}$$

şeklindedir [2, 31].

FMEA 'da RPN ile hatalar derecelendirildikten sonra ekibin hangi hata üzerinde iyileştirme çalışmaları yapacağını belirlenmesi gerekmektedir. İyileştirme çalışması yapılacak hataların seçim ölçütleri FMEA ekibinin kararına kalmıştır. Bu ölçütler aşağıdaki gibidir [2, 3].

1. Şiddet derecesi ve RPN sayılarının karşılaştırılmasına göre;

Şiddet derecesi 9, 10 (kritik)	RPN \geq 40
Şiddet derecesi 7, 8	RPN \geq 100
Şiddet derecesi 4, 5, 6	RPN \geq 120
Şiddet derecesi 1, 2, 3	RPN \geq 50

2. RPN sayılarının karşılaştırılmasına göre;

RPN \leq 40	Risk yok
40 \leq RPN \leq 100	Risk belirsiz
RPN \geq 100, O \geq 9, S \geq 9, D \geq 9	Risk var

3. Hata nedenlerinin içersinden ekibin ortak kararıyla en yüksek % 25 RPN 'ye sahip olanlar seçilerek iyileştirilmektedir.

4. Hata nedenlerinin içersinden ekibin ortak kararı ile belirli RPN sayısının üzerinde olanlara iyileştirme kararı verilmektedir [31].

RPN ne olursa olsun eğer önemi 9 ve üzeri ise hata insan sağlığı ve emniyeti açısından tehlikelidir veya tehlikeli olması mümkündür. Dolayısıyla bu noktalar mutlaka göz önüne alınarak giderilmelidir. Aynı şekilde ortaya çıkma olasılığı fazla, önemi yüksek ve keşfedilebilirliği zor olan hatalar öncelikle ele alınarak ortadan kaldırılmasına çalışılmalı, öneminin azaltılması konusunda iyileştirme sağlanmalı veya yeterli ve uygun kontrol işlemleri ile hatanın müşteriye gitmeden yakalanabilmesi sağlanmalıdır.

Keşfedilebilirlik yeterince sağlanabiliyor olsa bile, aşırı kontrolün maliyet ve zaman açısından yük getirdiği düşünülerek hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı çalışmalar yapılarak, kontrol edilen parametre sayısını azaltmak da mümkündür [2].

3.2.1.12 Önerilen İyileştirmeler

Hataların oluşma nedenlerine ait RPN değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanmalıdır. İyileştirme faaliyeti, kritik maddeler de göz önüne alınarak, en yüksek değerde olan hata nedeninden başlamalıdır. Önerilen iyileştirme faaliyetleri kısaca tanımlanmalı, her bir önlem açıkça belirlenmelidir. Önerilen faaliyetler hatanın ortaya çıkma olasılığını, önemini azaltıcı veya keşfedilebilirliğini artırıcı yönde olmalıdır.

Tasarım FMEA 'da olasılık, önem ve keşfedilebilirlik değerlerini azaltmak için tasarım faaliyetleri ve izlenecek yollar Çizelge 3.4 'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Tasarım Faaliyetleri ve İzlenecek Yollar [31]

Azaltmak için	Yapılacak faaliyet	Gerçekleşecek husus
Önem	Tasarım değişikliği	Hata türlerini ortadan kaldırır
Olasılık	Tasarım değişikliği	Nedenleri önler veya olasılık değerlerini azaltır
Keşfedilebilirlik	Kontrol önlemlerinin iyileştirilmesi	Hata türü keşfetme yeteneğini veya hata türü oluşmadan önce nedenini keşfetmeyi iyileştirir

Görüldüğü üzere RPN 'yi azaltmak için, olasılık, önem veya keşfedilebilirlik değerlerini azaltmak gerekmektedir. Olasılık ve önem değerleri, tasarımın gözden geçirilmesiyle; keşfedilebilirlik değeri de; mevcut kontrol önlemlerini iyileştirmek ve daha etkili kontrolleri benimsemekle azaltılacaktır.

Önerilen iyileştirmeler, yüksek bir maliyet ve uzun bir gerçekleştirme süresini gerektiriyorsa, birkaç alternatif çözüm önerilmeli ve böylece karar vericiye en uygun çözüm seçme olanağı sağlanmalıdır. Eğer hiçbir düzeltici önlem gerekmiyorsa, bu sütuna GEREKSİZ ifadesi yazılmalıdır [31].

Belirlenen iyileştirme faaliyetlerinin takibini ekip lideri yapmaktadır. Eğer iyileştirme faaliyetleri yerine getirilemez ise FMEA 'nın yararları sınırlandırılmakta ve sadece hata türlerini ve hangi hata türü etkilerinin öncelikli olduğu belirlenmektedir [2].

3.2.1.13 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi

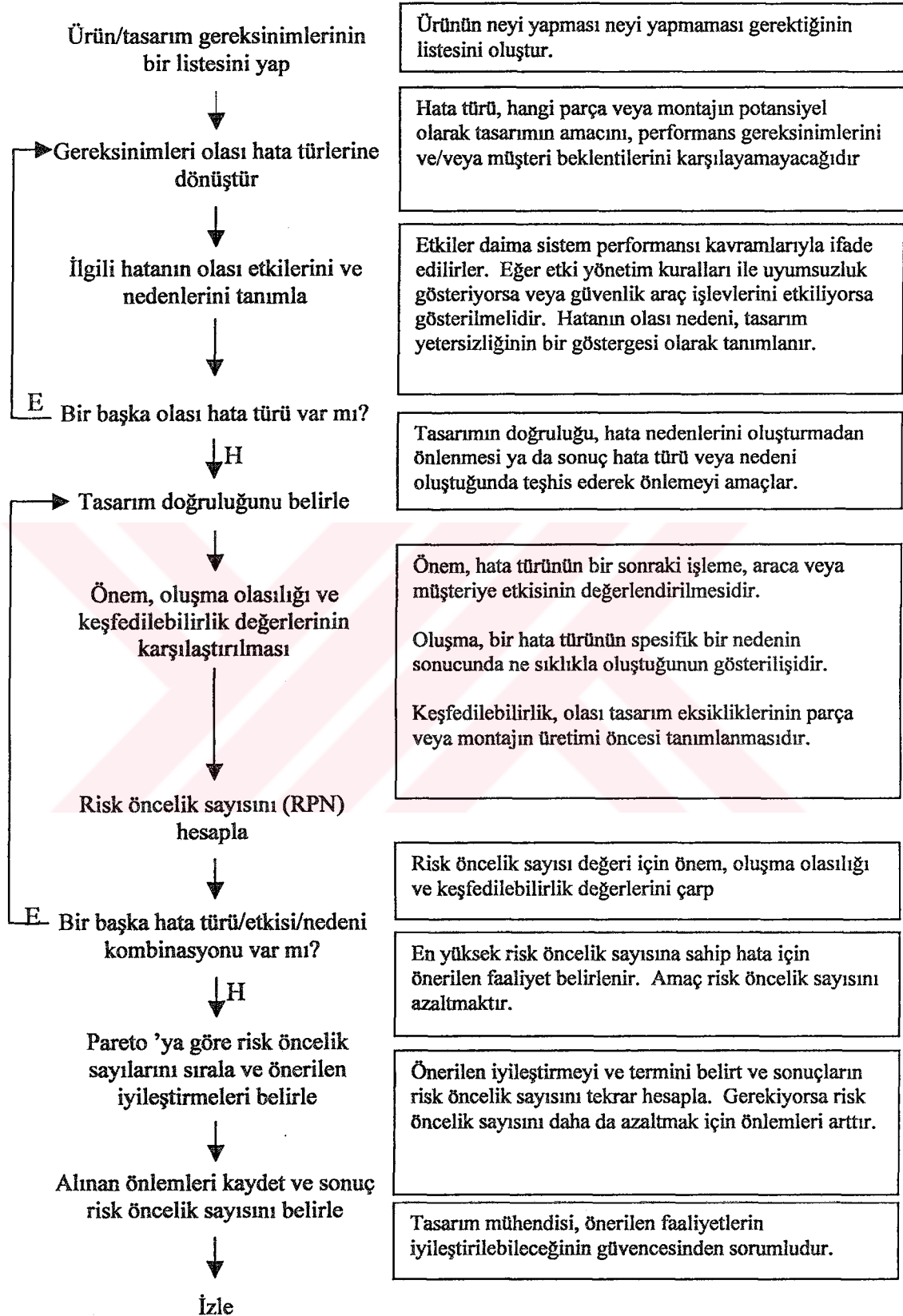
Etkili olarak gerçekleştirilen önlemler referans gösterilerek ve gerçekleştirilen tamamlanma tarihi belirtilerek kısaca yazılmalıdır. Eğer önerilen iyileştirmelerin uygun bulunmazsa, gerekçesi veya üzerinde görüş birliği sağlanan alternatif önlemler belirtilmelidir [31].

İyileştirilen Koşullar:

Birinci Değerlendirme: önerilen iyileştirmeler belirlendiğinde, bu iyileştirmelerle ulaşılabilecek yeni olasılık, önem ve keşfedilebilirlik dereceleri tahmin edilmekte ve RPN bulunmaktadır. Bu tahmin bilgileri FMEA formunun ilk doldurulduğunda gösterilmelidir.

İkinci Değerlendirme: düzeltici önlemler tamamlandıktan sonra, hatanın olası nedenleri, Tasarım FMEA ekibince olasılık, önem ve keşfedilebilirliğe göre yeniden değerlendirilmekte, risk öncelik sayıları hesaplanmakta ve büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır. Düzeltmeler esnasında değerler, birinci değerlendirmedeki tahmin değerleri silinmeyerek, üzerlerine sadece bir çizgi çizilip altına yazılarak gösterilecektir. Tasarım mühendisi yeni RPN 'yi gözden geçirecek ve daha fazla tasarım faaliyetlerine gereksinim olup olmadığına karar verecektir. Eğer varsa yeni önerilerde bulunacak, hiçbir önlem alınmamışsa, önceden hesaplanan risk öncelik sayısı yazılacaktır. Düzeltici önlemler tam olarak tamamlanmamışsa, FMEA açık bir sorun olarak düşünülmemelidir [27, 31].

3.2.2 TASARIM HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSEDÜRÜ



Şekil 3.2 Tasarım Hata Türü ve Etki Analizi Prosedürü [9]

Tasarım FMEA 'nın Uygulanması Sonucunda:

- Potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi ile potansiyel hata türlerinin risk öncelik sayısı tarafından ağırlıklandırılmış bir listesi
- Hata türlerini ortadan kaldıracak, güvenliği sağlayacak ve hataların ortaya çıkma sıklığını azaltacak tasarım faaliyetlerinin listesi
- Uygun test, muayene ve/veya saptama yöntemleri için parametrelerin listesi
- Düzeltici/önleyici faaliyetlerin listesi elde edilmektedir [2, 25].

3.2.3 TASARIM FMEA'NİN İZLENMESİ

Tasarım FMEA yaşayan bir belgelendirme sürecidir ve tasarım kavramının tamamlanmasıyla başlatılmalı, ürünün geliştirilme evrelerindeki değişikliklerle sürekli olarak güncelleştirilmeli ve son çizimlerle de tamamlanmalıdır. Tasarım FMEA, bir tasarım kararını belirtmekte ve bu tasarım kararına göre ürünün üretileceğini varsaymaktadır. Tasarım FMEA 'nın tamamlanmış olarak kabul edilebilmesi, ancak üretim için onay ve bir başlangıç tarihinin verilmesi ile olabilmektedir.

Tasarımdan sorumlu mühendis, tavsiye edilen önlemlerin gerçekleştirildiğini güvence altına almak için aşağıdaki durumların gerçekleştirildiğinden emin olmalıdır.

- Tasarım gereklerinin sağlandığının kontrolü,
- Mühendislik çizim ve spesifikasyonlarının gözden geçirilmesi,
- Bu değişikliklerin üretim ve montaj dokümanlarına uygulanmasının onayı,
- FMEA ve kontrol planlarının gözden geçirilmesi vb. uygulamaların yerine getirilmesi [11].

Yapılan FMEA çalışmasından ani sonuçlar beklenmemelidir. Yararları anlaşılmalı ve uygulamaya devam edilmelidir. Bir sonraki çalışmalarda zamanı azaltmak, analizi ve sonuçları geliştirmek için bir dosya oluşturulmalıdır. Ekonomik getirileri değerlendirme öğrenilmeli ve firma sürekli bilgilendirilmelidir [31].

Çizelge 3.5 Tasarım FMEA “Önem” Değerlendirme [9]

Etki	Değerlendirme	Ölçüt
Yok	1	Etkisi yok
Çok hafif	2	Müşteriye sıkıntı ulaşmadı. Sistem ve ürün performansını çok az etkiler. Ara sıra önemsiz hatalar gözükür.
Hafif	3	Müşteriye çok az sıkıntı ulaştı. Sistem ve ürün performansını hafifçe etkiler. Çoğu zaman önemsiz hatalar görülür.
Önemi az	4	Müşteri rahatsızlık duyuyor. Sistem veya ürün performansı üzerine az etki. Hataya müdahaleye gerek yok ama daima önemsiz hatalar mevcut.
Orta	5	Müşterinin bazı memnuniyetsizlikleri var. Sistem veya ürün performansı üzerine orta etkisi var.
Mühim	6	Müşteri rahat değil. Ürün performansı düşük ama güvenli ve işleme girer.
Önemli	7	Müşteri isteksizliği. Ürün performansı ciddi biçimde bozulur, ama işlevsel ve güvenlidir.
Aşırı	8	Müşteri çok isteksiz. Ürün işleme girmez ama güvenilir.
Ciddi	9	Potansiyel tehlikeli etki. Zamana bağımlı talihsizlik dışında ürünü durdurabilecek hata.
Tehlikeli	10	Tehlikeli etki. Güvenlikle ilgili ani hata.

Çizelge 3.6 Tasarım FMEA “Oluşma Olasılığı” Değerlendirme [9]

Teşhis	Değerlendirme	Ölçüt
Hemen hemen hiçbir zaman	1	Hata olası değil. Deneyimler hata göstermiyor.
Uzak	2	Olası hataların sayısı nadir.
Çok hafif	3	Çok küçük hatalar olası.
Hafif	4	Küçük hatalar olası.
Düşük	5	Ara sıra olan hataların sayısı olası.
Orta	6	Hata olasılığının sayısı orta.
Ortanın üstü	7	Çok az yüksek sayıda hata olası.
Yüksek	8	Yüksek sayıda hata olası.
Çok yüksek	9	Çok yüksek sayıda hata olası.
Hemen hemen kesin	10	Hatalar hemen hemen kesin.

Çizelge 3.7 Tasarım FMEA “Keşfedilebilirlik” Değerlendirme [9]

Teşhis	Değerlendirme	Ölçüt
Hemen hemen kesin	1	Her uygulanabilen kategoride en yüksek etkiye sahip
Çok yüksek	2	Çok yüksek etkiye sahip.
Yüksek	3	Yüksek etkiye sahip.
Orta üstü	4	Ortanın üstü derecede etkiye sahip.
Orta	5	Orta derecede etkiye sahip
Düşük	6	Düşük derecede etkiye sahip.
Az	7	Çok düşük derecede etkiye sahip
Çok az	8	Her uygulanabilir kategoride en düşük etkiye sahip
Uzak	9	İspat edilmiş veya güvenilir veya etkisi bilinmez
Hemen hemen olası değil	10	Tasarım teknikleri mevcut değil veya bilinmiyor ve/veya hiçbiri planlanmamış

3.3 SÜREÇ FMEA (PFMEA)

Süreç FMEA, kalite planlama çalışmaları sırasında ve üretim süreçlerine başlanmadan önce, çıkabilecek olası bütün sorunların dikkate alınmasını ve çözümlenmesini sağlayan analitik bir tekniktir. Daha geniş bir tanım yapmak istenirse Süreç FMEA; bir süreç geliştirilirken geçmişteki deneyim ve endişelere dayanarak ve ters gidebileceği varsayılarak her bir konunun analizinin yapılmasıdır [22, 27].

Bir Süreç FMEA;

- Süreç işlevlerini ve gereksinimlerini tanımlamakta
- Ürün ve süreçle ilgili olası hata türlerini tanımlamakta
- Olası hataların müşteri üzerindeki etkilerini belirlemekte
- Süreç kontrole odaklanan süreç değişkenlerini tanımlamakta
- Olası hata türlerini sıralayan bir liste geliştirmekte, böylece öncelikle önlem alınması gereken faaliyetler belirlenmekte
- Sonuçları dokumante etmektedir [11].

Süreç FMEA, bütün yeni ürünler/parçalar, değişiklik yapılan ürünler/parçalar veya mevcut olan bir ürün için uygulanmaktadır. Tüm bu uygulamalarda çalışmalar aşağıda gösterilen belgelere ve incelemelere dayanmaktadır:

- Ürünün tasarım aşamasında açıklanan esaslara göre hazırlanmış, montaj resmi ve ürünü oluşturan parçaların imalat resimleri
- İşlemleri, işleme operasyonları, işleme koşulları, kullanılan takımları, takım tezgahları ve montaj operasyonları belirtilen üretim tasarım belgeleri
- Üretim planlama belgeleri
- Tezgahların, makinelerin, diğer teçhizatın, parça depolarının, takım depolarının ve tutturma depolarının yerleşim planı [3, 22, 27].

Süreç FMEA'nın amacı; müşteri gereksinim ve beklentilerini karşılamak üzere tasarlanmış ürün özelliklerinin, imalat veya üretim süreçleri sırasında tasarım amacına uygun olarak gerçekleştirilmesini sağlamak ve üretim sürecinin zayıf noktalarını belirleyerek, düzeltmek için önlemler almaktır. "Müşteri" tanımının, normalde "son kullanıcı" olarak görülmesine karşılık, Süreç FMEA için müşteri; bir sonraki üretim veya montaj işlemi ya da servis birimi de olabilmektedir [22, 27].

Bir Süreç FMEA, süreç içerisindeki zayıflıkların üstesinden gelmek için ürün tasarım değişikliklerine güvenmemekte, ürünün müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini maksimum düzeyde karşılayabilmesi için süreç açısından gerekli analizleri gerçekleştirmektedir. Süreç FMEA ürünün tasarlandığı şekil ile tasarım amaçlarını karşılayacağını varsaymakta, tasarım zayıflığı nedeniyle oluşabilecek hataları içermemektedir. Bunların etkileri ve analizi Tasarım FMEA'nın konusudur [27].

Süreç FMEA ;

- Üretim veya montaj sürecinin analizinde ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerinin belirlenmesinde,
- Kritik veya önemli olan özelliklerin saptanmasında ve kontrol planı oluşturmada,
- "müşteri" üzerinde yarattığı etkiye göre, öncelikli hata türleri listesini geliştirerek, iyileştirme öncelik sırasının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır [2, 25, 27].

Süreç FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sorun	Sorunun dallandırılması	Sorunun Nedenleri

Süreç FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sistem FMEA 'dan dolayı olan sorunların nedenleri	Daha iyi bir tanımlama ile Sistem FMEA 'dan olan etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Süreç FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Tasarım FMEA 'dan olan sorunların nedenleri	Tasarım FMEA ile aynı etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Şekil 3.3 Hata Türlerinin Süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi ile İlişkisi [9]

3.3.1 SÜREÇ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ADIMLARI

Süreç FMEA, üretim ve montaj süreçlerinde, ortaya çıkabilecek hataları saptamak, bunların etkilerini ve nedenlerini belirlemek ve meydana gelmemeleri için iyileştirici önlemler almak üzere yapılan çalışmalardır. Tüm bu işlemler üretim işlemleri başlamadan, ancak üretim ve montaj için imalat resimleri teknolojik tasarım,

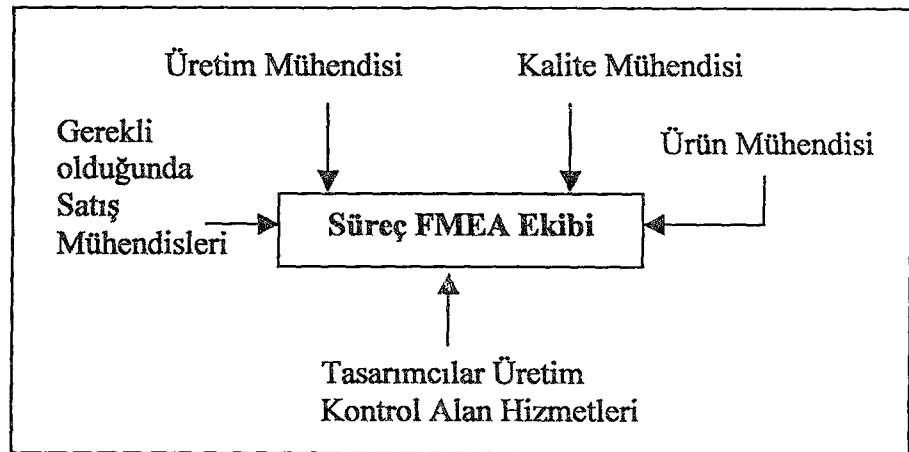
tutturma donatılarının çizimleri vb. gibi tüm belgeler hazır olduğu durumda yapılmaktadır.

Süreç FMEA çalışması için, üretim sürecinin hangi bölümünün dikkate alınacağı tam olarak belirlenmelidir. Verilen bir ürün veya parça için tüm üretim süreçlerini içeren bir FMEA çalışması yapılması gerekmemektedir. Üretim süreci genelde, değişik makinelerle işleme, şekillendirme, montaj, muayene gibi ürünün hammadde halinden son şeklini alıncaya kadar olan tüm aşamaları kapsamaktadır. Süreç FMEA çalışması için aşağıdaki adımlar izlenmelidir [3, 22, 27].

3.3.1.1 Ekibin Oluşturulması

Süreç FMEA üretim mühendisinin liderliğinde sürdürülmekte, Kalite ve Üretim Bölümlerini kapsamaktadır. Süreç ile ilgili hatalara odaklanılmakta ve Tasarım FMEA 'ya benzer şekilde uygulanmaktadır [27].

Süreç FMEA uygulamalarının etkinliği, firma içindeki farklı bölümlerin temsilcilerinden oluşan ekibin etkili çalışması ile sağlanabilmektedir. Süreç FMEA ekibi olarak adlandırılan bu çalışma grubuna ait elemanlar Şekil 3.4 'te verilmiştir.



Şekil 3.4 Süreç FMEA Ekibinin Yapısı [22]

Tasarım FMEA takımından farklı olarak Süreç FMEA ekibinde ürün mühendisine düşen görev ve sorumluluklar üretim mühendisi tarafından yürütülmektedir. Kalite mühendisleri istatistiksel süreç kontrol çalışmaları ile FMEA 'ya destek sağlamaktadırlar. Süreç FMEA ekip elemanlarının seçimi ve görevlendirmeleri, firmaların organizasyon yapıları göz önüne alınarak oluşturulmalıdır [22].


3.3.1.2 Süreç İşlevlerinin Tanımlanması

Süreç FMEA süreci her bir işlemde üretilecek olan ürün özelliklerini belirleyen bir akış şemasıyla başlamalıdır. Bazı etkilerin belirlenmesi ve bazı önem değerlerinin tahmini sorumlu tasarım mühendisinden veya mevcut Tasarım FMEA çalışmasından sağlanmalıdır. Süreç içerisinde ard arda bir çok işlem varsa ve farklı olası hata türlerine sahipse, bu işlemlerin her biri ayrı süreçler gibi listelenmelidir [25, 27].

3.3.1.3 Fonksiyon Matrisi

Analizi yapılan süreç veya işlemin basit bir tanımı yapıldıktan ve amacı açık olarak belirtildikten sonra ürünün birincil ve ikincil işlevleri yukarıdan aşağıya, geçirdiği işlemlerde soldan sağa yazılarak bir matris oluşturulmaktadır. Çizelge 3.8 'de bir süreç fonksiyon matrisi yer almaktadır. Bir ürünün geçirdiği işlemler, karşılık gelen sütunlara (X) işareti konularak belirtilmekte ve Süreç FMEA çalışma ekibinin ortak kararı sonucu önemli olan işlemler (Ö) işaretiyle gösterilmektedir. Bu şekilde ürün işlevleri ve geçirdikleri işlemlerin yer aldığı "fonksiyon matrisi" oluşturulmaktadır. Süreç fonksiyon matrisi ile bileşenlerin geçirdiği ortak işlemler, işlemlerden hangisinin daha önemli olduğu ve üzerinde çalışılması gerektiği belirlenmektedir. Tüm işlemleri incelemektense öncelikli olanları incelemek hem zaman hem de maliyet açısından tasarruf sağlamaktadır [1, 22, 27].

Çizelge 3.8 Süreç İşlev Matrisi

SÜREÇ İŞLEV MATRİSİ				
 EFE [®] endüstri ve ticaret a.ş.				Tarih :
				Parça Adı / Kodu :
				Form No :
				Sayfa :
İŞLEM	1. işlem	2. işlem	3. işlem	4. işlem
İŞLEV				
AÇIKLAMA:				

3.3.1.4 Hata Türleri

Hata, bir ürünün işlevini memnun edici bir şekilde meydana getirememesi durumudur. Hata türü, bir parça veya grubun belirlenen mühendislik veya özel süreç gereklerini karşılamada yetersizliği olarak tanımlanmaktadır [3, 22, 25, 27].

Süreç hata türü, hammaddeler, stok, yarı mamul (döküm, dövme vs.), işleme (pres, yüzey kaplama vs.), muayene/test (üretim sürecinin bütün aşamalarında), kullanım, nakliye, depolama gibi üretim aşamalarında oluşabilmektedir.

Olası her hata türü tanımlanmalı, kabuller sadece meydana gelebilecek hatalar için yapılmalıdır. Benzer süreçlerle bir karşılaştırma veya benzer parçalarla ilgili müşteri şikayetlerinin, kalitenin, tasarım amacının, dayanıklılık ve güvenilirlik ölçütlerinin gözden geçirilmesi önerilen bir başlangıç noktasıdır [25, 27].

Hata türlerine örnek olarak eğrilmiş, paslanmış, burkulmuş, çatlamış, sızdırıyor, hatalı montaj, gevşemiş, kırılmış, erimiş verilebilir [11].

3.3.1.5 Etkinin Tanımlanması

Sürecin, süreç gerekliliklerinin ve/veya tasarım amacının karşılanmaması ve oluşan hatanın müşteriler üzerine etkisi olarak tanımlanmaktadır. Bir başka ifadeyle hatanın son kullanıcıya kadar uzanan üretim sürecinin hangi aşamasında fark edilebileceği anlamına gelmektedir. Müşteri, bir sonraki işlem veya son kullanıcı olabilmektedir. Son kullanıcı için sonuçlar daima ürün veya sistem performansı açısından dikkate alınmalıdır [11, 22, 25].

Tipik hata etkilerine örnek olarak frenin ötmesi, aşırı ses, koku, yağ kaçağı, sızıntı, müşteri tatminsizliği verilmiştir [11].

3.3.1.6 Hatanın Önemi (Şiddeti)

Müşteri için önem derecelendirmesi sadece ürünün tasarımının gözden geçirilmesiyle değiştirilebilmekte, üretim kontrollerinden etkilenmemektedir. Önem, sadece hatanın etkisine bağlı olduğundan, hatanın olası nedenleri aynı önem değeri ile derecelendirilmelidir. Önem değerinin fazla olması halinde bunu azaltıcı önlemler alınmalıdır. Hata derecelendirmesi, dikkat çekmek amacıyla daha fazla gösterilebilmektedir.

Hatanın önemi, müşteriye etkisi yönünden Çizelge 3.9 'a göre 1 ile 10 arasında değerlendirilmektedir. Müşteri açısından önem değeri, sadece parça/ürün tasarımında alınacak önlemlerle değiştirilebilmekte, üretim sırasındaki kontrollerden etkilenmemektedir. Önerilen önem değerleri için üretim mühendisliği verilerine başvurulmakta veya tasarımla ilgili bilgi yoksa tahmin yapılmaktadır [25, 27].

3.3.1.7 Özellik Sınıflandırması

Hatanın önem derecesi 9 veya 10 ise olası bir "kritik özellik", önem derecesi 9 'dan küçük ve aynı zamanda oluşma olasılığı da 3 'den büyük ise olası bir "önemli özellik" vardır denilmektedir [9, 31].

3.3.1.8 Nedenlerin Tanımlanması

Hatayı oluşturan tüm olası nedenler listelenmelidir. Tanımlar özlü ve mümkün olduğunca tam yapılarak, nedenlerle düzeltici faaliyetler arasında doğru bir ilişkilendirme sağlanmalıdır.

Üretimde hata tekdir, ancak nedenleri çok olabilmektedir. Bunların arasında 7M faktörü (insan, tezgah, yöntem, yönetim, malzeme, ölçme, çevre) önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla:

- Üretim tasarım planında tüm işlemler, işleme koşullarının, takımlarının tutturma sistemlerinin uygun olarak seçilip seçilmediği kontrol edilmelidir
- Parçaların işleneceği tezgahların türleri, yaşları, durumları ve ayrıca süreç kabiliyetleri saptanmalı ve parça resmi üzerinde belirtilen toleranslarla, parçayı işleyecek kapasitede olup olmadıkları belirlenmelidir
- İşlemlerin doğal bir şekilde birbirini takip edip etmediği, kalite kontrolün uygun bir şekilde ve uygun cihazlarla yapıp yapılmadığı kontrol edilmelidir.

Tipik hata nedenleri aşağıda verilmiştir [25, 27].

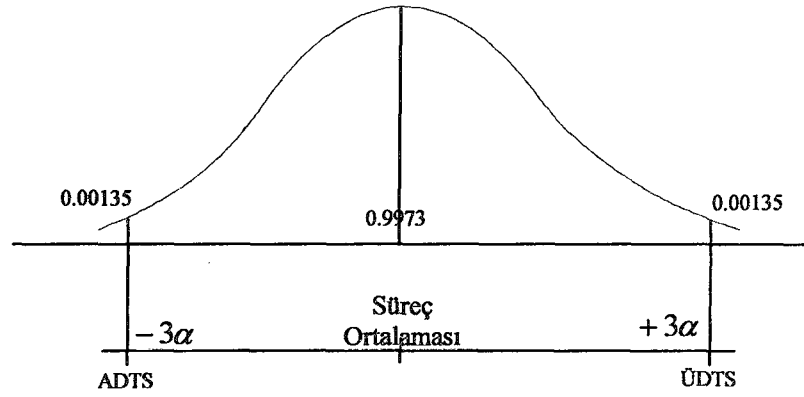
montaj hatası, yetersiz havalandırma, hasarlı parça, hatalı takım seçimi, aşınma, malzeme hatası, ısıl işlem çekmesi, eksenleme hatası, eksik işlem

3.3.1.9 Hata/Neden Olasılığı

Hata olasılığı, belirli bir nedenin sonucu olarak, bir hata türünün ne kadar sıklıkta oluşabileceğidir. Oluşma olasılığı tahmini yapılırken, hatanın ve nedenin, ürün müşteriye ulaşmadan ortaya çıkmamış olduğu varsayılmaktadır.

Olasılık derecelendirmesi Çizelge 3.10' a göre "1" den "10" a kadar sayısal olarak yapılmaktadır. Çizelgede yer alan C_{pk} değeri süreç yeterlilik analizi için kullanılan indekstir. Bu analiz ile sürecin kararlı durumda olup olmadığı belirlenmekte, sürecin kararlı olmasını engelleyen kaynaklar araştırılmakta, nedenler belirlenmekte ve bu nedenleri ortadan kaldıracak önlemler alınmaktadır [51, 52].

Süreç yeterlilik analizi çalışmasının amacı; süreç ortalaması ve standart sapmasını, spesifikasyonlar ile ilişkilendirerek sürecin tüketici isteklerine uygun ürün oluşturma yeteneğini değerlendirmektir. İşletmelerin ulaşmak istediği amaç; süreç ortalamasının hedef değer üzerinde ve yayılımının spesifikasyonlar içersinde, mümkün olan en küçük değerde oluşmasıdır [52].



Şekil 3.5 Normal Dağılımdaki Üst ve Alt Doğal Tolerans Sınırları [51]

Süreç, herhangi bir işin tamamlanması için gerekli olan işlem basamaklarının ve kararların toplamıdır [53]. Süreçler genelde normal dağılım gösterirler. Normal dağılıma sahip bir sürecin çıktılarının yaklaşık 0.9973 'ünün $\mu \pm 3\sigma$ sınırları içerisinde olduğu ve 0.0027 'sinin bu sınırlar dışında olduğu kabul edilmektedir. $\mu \pm 3\sigma$ şeklinde oluşan bu sınırlara “doğal toleranslar” denilmekte ve bu yaklaşımı kullanabilmek için verilerin normal veya normale çok yakın dağılması gerekmektedir. Bu durum Şekil 3.6 'da görülmektedir.

Doğal toleranslar yerine, tüketici isteklerini ifade eden “spesifikasyonları” kullanmak, ürünün istenilen kalite düzeyini sağlaması açısından daha kullanışlı olabilmektedir. Bunun için, üretim sürecinin spesifikasyonları karşılayan ürün oluşturabilme yeteneği sürekli olarak incelenmelidir. Bu inceleme, süreç yeterlilik indeksleri (C_p ve C_{pk}) ile yapılmakta ve bu indekslerle, sürecin spesifikasyonları sağlama derecesi belirlenebilmekte ve periyodik olarak hesaplanmaları ile süreç sürekli olarak kontrol altında tutulabilmektedir [52, 54].

Yeterlilik İndeksi C_p

C_p , eğer süreç dağılımı istenen değerde merkezleştirilmiş ise süreç yeteneğinin uygun bir ölçüsüdür [55]. Süreç potansiyel indeksi, süreç standart sapmasının,

spesifikasyon sınırları ile ilişkilendirilmesiyle oluşturulmakta ve verilerin yayılımını incelemektedir [52].

$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} \quad (3.1)$$

UKL = üst kontrol limiti

AKL = alt kontrol limiti

σ : Standart sapma

C_p , normal dağılımın süreç için doğru model olduğunu farz etmektedir. $C_p=1.00$ olduğunda, parçanın yaklaşık olarak % 0.27'si spesifikasyon limitlerinin dışındadır. Çünkü spesifikasyon limitleri süreç UKL ve AKL ile eşleşmektedir.

$C_p=1.33$ olduğu zaman, parçanın yaklaşık olarak % 0.0064 'ü spesifikasyon limitleri dışındadır. Bu durumda, merkezden $1.33*3\sigma = \pm 4\sigma$ uzaklıkta normal eğri alanlarına bakılmaktadır.

$C_p=1.67$ olduğu zaman parçanın yaklaşık olarak % 0.00057 'si spesifikasyon limitleri dışındadır. Bu durumda, normal dağılımın merkezinden $1.67*3\sigma = \pm 5\sigma$ uzaklıkta normal eğri alanlarına bakılmaktadır.

C_p değerinin 1 'den büyük olması istenen bir durumdur. Buna karşın, uygulamalarda $C_p \geq 1.33$ durumunun olması önerilmektedir. Ayrıca güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, örnek sayısı en az 50 olmalıdır [52, 56, 57].

Bir ürünün kalitesinin belirlenmesinde, C_p indeksi ile süreç yayılımının hangi düzeyde olduğu incelenmekte ancak, sürecin hedef değerde oluşma derecesi ile ilgili bilgi sağlanamamaktadır. Bunun için C_{pk} indeksi kullanılmaktadır [52].

Yetenek İndeksi C_{pk}

C_{pk} , ortalaması μ olan sürecin, standart sapmasının 3 aralık tahmini için süreç ortalaması ve yakın spesifikasyon limitleri arasındaki farkın oranıdır. İndeks ne kadar büyük olursa spesifikasyonların sınırlar dışına çıkma olasılığı o kadar az olmaktadır [54, 56].

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma} \text{ ve } \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) \quad (3.2)$$

C_{pk} , hedefinize ne kadar yaklaştığınızı ve ortalama performansınızla ne kadar uyumlu olduğunuzu ölçmektedir [58, 59].

Özel Durumlarda C_{pk} değerini hesaplama:

C_p = Bütün süreç çıktısının bulunacağı aralık.

C_{pu} = Bir sürecin tek yönlü UKL 'i karşılama yeterliliğini belirlemektedir. Bu indeks ile süreç ortalamasının spesifikasyon sınırından (3σ) ne kadar uzakta olduğu ölçülmektedir.

C_{pl} = Bir sürecin tek yönlü AKL 'i karşılama yeterliliğini belirlemektedir.

C_{pk} = Bir sürecin iki yönlü spesifikasyon sınırlarını karşılama yeterliliğini ölçmektedir.

μ = Bireysel ölçümlerin ortalaması

Durum 1: Üst ve alt spesifikasyon limitleri verilmiştir, nominal değer (hedef) spesifikasyon limitlerinin ortasındadır.

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) \quad (3.3)$$

Durum 2: Alt spesifikasyon limiti yoktur.

$$C_{pk} = C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} \quad (3.4)$$

Durum 3: Üst spesifikasyon limiti yoktur.

$$C_{pk} = C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} \quad (3.5)$$

Durum 4: Üst, alt limitler ve nominal değer verilmiştir ama nominal değer alt spesifikasyon limitine daha yakındır.

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma} \left(\frac{Nom - AKL}{UKL - Nom}\right), \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) \quad (3.6)$$

Durum 5: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal değer verilmiştir ama nominal değer üst spesifikasyon limitine daha yakındır.

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma} \left(\frac{UKL - Nom}{Nom - AKL}\right)\right) \quad (3.7)$$

Durum 6: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal değer verilmiştir ama nominal değer alt spesifikasyon limitine eşittir.

$$C_{pk} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} \quad (3.8)$$

Durum 7: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal değer verilmiştir ama nominal üst spesifikasyon limitine eşittir.

$$C_{pk} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} \quad (3.9)$$

Süreç yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu indekslerin değerleri;

- $Cpk > 1.33$ ise yeterli süreç
- $1.33 > Cpk > 1.00$ ise süreç kabul edilir
- $Cpk < 1.00$ ise süreç yetersizdir.

Süreçlerin iyi çalışıp çalışmadıkları, istenilen spesifikasyonlarda üretip üretmedikleri sadece bu değerın söylenmesi ile belirlenmektedir. Cpk 'sı 1.00 'in altında çalışan bir süreç için her zaman doğruyu üretiyor denememekte, değerin 1.33 'ün üzerinde olması kabul edilmektedir. Ancak 1980 yılından sonra bu rakam 1.66 'ya çıkmıştır [56, 60].

Süreç yeterlilik çalışmalarında kullanılan indekslerin doğru olarak hesaplanabilmesi ve elde edilen değerlerin güvenilir olabilmesi için aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

- Sürecin istikrarlılığının sağlanması
- Sürecin özel nedenli değişkenlikten arındırılması
- Sürecin normal dağılıma sahip olması

Bu üç koşul sağlandığında, süreç yeterlilik indeksleri güvenilir bir şekilde hesaplanabilmekte ve elde edilen sonuçlar güvenilir olmaktadır.

Sürecin istikrarlılığa sahip olması durumunda, süreç çıktılarının ileriye yönelik tahminleri yapılabilmektedir. Süreç istikrarlılığının kontrolünde, istatistiksel kontrol kartlarından yararlanılmaktadır. Yeterlilik indeksleri hesaplamaları yapılmadan önce, kontrol kartları kullanılarak sürecin istikrarlılığı araştırılmalıdır. Kontrol kartları, sürecin kararlı durumda olup olmadığının ve gelecekteki performansını tahmin etmede yardımcı olabilmekte, ama sürecin özelliği karşılayan üretim yapıp yapmadığını söyleyememektedir [52, 53, 55].

İstatistiksel kontrol kartları ile yapılan incelemede, süreç verileri kontrol sınırları dışında oluşuyor ise sürecin istikrarlı olmadığı ve özel nedenlerin mevcut olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu durumda yeterlilik indekslerinin hesaplanması güvenilir olmayacağından, değişkenlik nedenleri araştırılarak belirlenmeli, gerekli düzeltici faaliyetler ile ortadan kaldırılmalı ve istatistiksel kontrol kartları ile süreç yeniden

incelenmelidir. İnceleme sonucunda kontrol dışı durumlar mevcut ise özel nedenlerin kaynaklarının tam olarak giderilmediği sonucuna varılmaktadır. Bu çalışma, veriler kontrol sınırları içersinde oluşuncaya kadar devam etmektedir.

Süreç istikrarlılığı incelenip, varsa özel nedenler giderildikten sonra dağılımın yapısı incelenmelidir. Yapılan inceleme sonucunda veriler normal veya normale çok yakın olarak dağılıyor ise süreç yeterlilik indeksleri hesaplanarak, sürecin yeterliliği hakkında yorumlar yapılabilir [52].

3.3.1.10 Mevcut Süreç Kontrolleri

Hata türünü ortaya çıkarmak veya önlemek için uygulanacak bütün kontroller listelenmelidir. Bu “geçerli kontroller” daha önce aynı veya benzer parçalar üzerinde uygulanmış veya uygulanmakta olan kontrol türleridir. Listelenen kontroller, doğrudan doğruya hatanın özel nedenlerini önlemeye veya ortadan kaldırmaya yöneliktir. Yeni bir üretim süreci için, kontrol önlemleri, benzer süreçte referans alınarak tanımlanmalıdır [27].

3.3.1.11 Hatanın Keşfedilebilirliği

Keşfedilebilirlik, parçanın üretim veya montaj hattını terk etmeden önce hataların belirlenme olasılığıdır. Her bir hata nedeni Çizelge 3.11 'de verilen ölçütlere göre 1 ile 10 arasında tahmin edilmektedir. Hatayı oluşmuş gibi varsayıp, geçerli tasarım kontrollerinin hatayı müşteriye gitmeden önce tespit edebilme ölçütleri değerlendirilmelidir [25, 27].

Keşfedilebilirliğin artırılabilmesi için, planlanan kontrol önlemlerinin iyileştirilmesi veya artırılması, bazı durumlarda da tasarım değişikliği yapmak gerekmektedir.

Keşfedilebilirlik değerinin tahmininde aşağıda sıralanan hususlar dikkate alınmalıdır:

- Bir insan tarafından yapılan kontrolün keşfedilebilirliği, otomatik olandan daha küçüktür.
- Gözle kontrolde keşfedilebilirlik, aletlerle yapılandan daha küçüktür.
- Eğer hatalar yüksek oranda tekrarlanmıyorsa, örnekleme yoluyla keşfedilebilirlik çok düşüktür [27].

3.3.1.12 Hata Türlerinin Önceliklendirilmesi (RPN)

Risk öncelik sayısı, her bir hata nedeni için, saptanan önem (S), oluşma olasılığı (O) ve keşfedilebilirlik (D) değerlerinin çarpılması ile bulunmaktadır. Düzeltici önlemlerin başlatılmasında, risk öncelik sayısı büyük ve önem değeri yüksek olan hata nedenlerine öncelik verilmelidir.

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

Süreçteki sorunların önem sırasını belirlemek için kullanılan önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri 1 ile 10 arasında değişirken, RPN 1 ile 1000 arasında değişmektedir.

3.3.1.13 Önerilen İyileştirmeler

İyileştirme faaliyeti, hatanın kritiklik özelliği ve hata nedenlerine ait RPN değerleri dikkate alınarak, en yüksek değere sahip olan hata nedeninden başlamalıdır. İyileştirme faaliyetlerinin amacı, oluşma olasılığı, önem ve keşfedilebilirlik değerlerinden birini veya tamamını azaltmaktır.

Üründeki hata türünü azaltmak, bu işleme dikkat çekmek, bir hata halinde sonraki işlem çok etkilenecekse veya müşteri üzerinde olumsuz etki yaratacaksa özellikle yüksek önem sayısı verilmekte ve düzeltici faaliyetlere ağırlık verilerek oluşma olasılığı düşürülmeye çalışılmaktadır. Önerilen iyileştirmeler, yüksek maliyet ve

uzun bir süreç gerektiriyorsa, alternatif çözümler önerilmeli ve en uygun çözümün seçilmesi sağlanmalıdır [25, 27].

3.3.1.14 Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi

Alınan önlemler referans gösterilerek ve tamamlanma tarihi belirtilerek kısaca yazılmalıdır. Önerilen iyileştirmeler uygun bulunmadığı zaman gerekçesi veya üzerinde görüş birliği sağlanan alternatif önlemler belirtilmelidir [27].

Hesaplanan risk öncelik sayısı başlangıca göre daha düşük olarak bulunduğu, kalitenin daha geliştirilmiş ve arıza oranının da düşürülmüş olduğu anlaşılmaktadır [25].

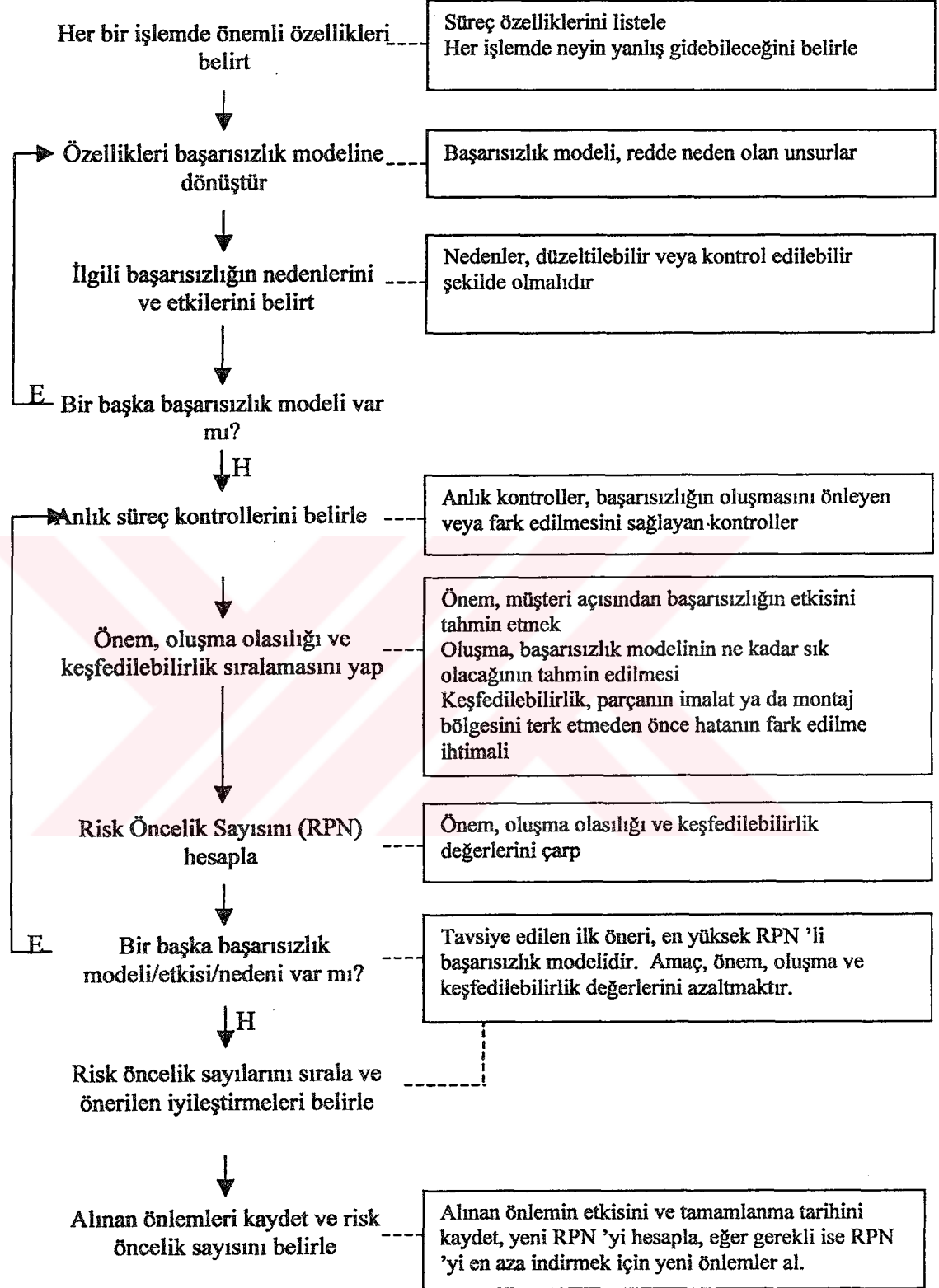
İyileştirilen Koşullar:

Birinci Değerlendirme: Önerilen iyileştirmeler üzerinde fikir birliğine varıldığında; bu iyileştirmelerle ulaşılabilecek yeni önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri belirlenmekte ve RPN hesaplanmaktadır. Eğer gerekiyorsa bir veya birkaç alternatif tahminde bulunmaktadır. Bu tahmin bilgileri FMEA formunun ilk doldurulduğunda gösterilmelidir.

İkinci Değerlendirme: İyileştirici faaliyetler tamamlandıktan sonra hatanın oluşma olasılığı, önemi ve keşfedilebilirlik değerleri yeniden mevcut duruma göre belirlenmeli ve RPN hesaplanmalıdır.

Bütün bu düzeltmeler, birinci değerlendirmedeki tahmin değerleri silinmeyerek, üzerlerine sadece çizgi çizilip altına yazılarak gösterilmelidir. İyileştirici önlemlerin tam olarak uygulanmaması durumunda, FMEA açık bir sorun olarak değerlendirilmelidir [27].

3.3.2 SÜREÇ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSEDÜRÜ



Şekil 3.6 Süreç Hata Türü ve Etkileri Analizi Prosedürü [9]

Süreç hata türü ve etkileri analizi uygulama süreci Şekil 3.6 'da gösterilmiştir. Öncelikle hata türleri, bu hataların nedenleri ve etkileri listelenmektedir. Firmanın uyguladığı mevcut kontroller, hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri belirlenmektedir. Bu değerlere göre RPN değeri hesaplanmakta ve bu değeri azaltıcı önlemler alınmaktadır. Alınan bu önlemlerin gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen iyileştirmeleri görebilmek için RPN değeri yeniden hesaplanmalıdır. Yapılan analiz sonucunda hataların oluşma şanslarının azaltılması hatta yok edilmesi amaçlanmaktadır.

FMEA yaşayan bir dokümandır, parçanın/sürecin son halini ve üzerinde yapılan iyileştirme ve düzeltme faaliyetlerini, ayrıca süreç sırasında ortaya çıkan hata türleri ve nedenlerini yansıtmalıdır. Bu tekniğin uygulanması ile potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi hazırlanarak, bunlara yönelik öngörülen potansiyel faaliyetlerin listesi yapılmaktadır. Potansiyel hata türlerinin risk öncelik sayısı ile belirlenen listesi üzerinde, bu hata türlerinin nedenlerini ortadan kaldıracak, ortaya çıkan hataları azaltacak ve C_{pk} katsayısı yardımıyla ölçülen süreç yeterliliğinin geliştirilemediği durumlarda, hata nedenlerinin ve belirlenmesinin etkinliğini artıracak bir liste oluşturulmalıdır [2, 25].

Çizelge 3.9 Süreç FMEA “Önem” Değerlendirmesi [9]

Etki	Değerlendirme	Ölçüt
Çok az	1	Müşteri hatayı bulamayacaktır
Düşük	2-3	Müşteri ürün ve/veya hizmette çok az bir kötüleşme hisseder
Orta	4-6	Müşteri memnuniyetsizliğine neden olur. Müşteri rahatsızdır ve hatayı fark etmiştir. Performanstaki düşüklük fark edilecek düzeydedir
Yüksek	7-8	Güvenlik ve yönetim talimat konularının olmaması, yani yüksek derecede müşteri memnuniyetsizliği
Çok yüksek	9-10	Güvenlik konularının yönetim talimatları ile ilgisi olması veya uyması önemsenmediğinde çok yüksek değerlendirmedir.

Çizelge 3.10 Süreç FMEA “Oluşma Olasılığı” Değerlendirmesi [9]

Teşhis	Değerlendirme	C_{pk}	Ölçüt
Hemen hemen mümkün değil	1	>1.67	Hata olası değil. Eski veriler hata göstermiyor
Uzak	2	>1.50	Nadir sayıda hata olasıdır
Çok az	3	>1.33	Çok az hata olası
Az	4	>1.17	Az hata olası
Düşük	5	>1.00	Şans eseri olan hatalar olası
Orta	6	>0.83	Orta sayıda hata olası
Yükseğe yakın	7	>0.67	Sürekli olarak yüksek hata olasıdır
Yüksek	8	>0.51	Yüksek sayıda hata olası
Çok yüksek	9	<0.51	Çok yüksek sayıda hata olası
Hemen hemen kesin	10	<0.33	Hemen hemen hata kesin.

Çizelge 3.11 Süreç FMEA “Keşfedilebilirlik” Değerlendirmesi [9]

Etki	Değerlendirme	Ölçüt
Çok yüksek	1	Ürün veya hizmetin verilmesi uzak olasılıktır. Teşhis güvenilirliği en az % 99.99
Yüksek	2-5	Ürün veya hizmetin gönderilmesi düşük olasılık. Hata kesindir. Teşhis güvenilirliği en az % 99.80
Orta	6-8	Ürün veya hizmetin hatalı olarak gönderilmesi orta olasılıktır. Hata kolayca tanımlanabilir. Teşhis güvenilirliği en az % 98.00 'dir.
Düşük	9	Yüksek olasılıkla ürün veya hizmet hatalı olarak gönderilecektir. Hatanın anlaşılması güçtür. Teşhis güvenilirliği % 90 'nın üstündedir
Çok az	10	Çok yüksek olasılıkla ürün veya hizmet hatalı olarak gönderilecektir. Hata süreç ve/veya hizmette gözükmeyen ve belirti göstermeyecek şekildedir. Teşhis olasılığı % 90

3.4 SERVİS FMEA

Servisin müşteriye ulaşmasından önce olası ya da bilinen hata türlerini ve düzeltici faaliyetleri tanımlayan disipline edilmiş bir yöntemdir. Servis FMEA çalışması etkili süreç çıktısı üretmek için çeşitli teknoloji ve uygulamaları içeren bir süreçtir. Sonuç kusursuz servistir.

Uygun teknoloji seçimi müşteri gereksinimleri, mevcut sistem yararlarını, standartlaştırılmış yaklaşımları ve/veya bilinen ya da amaçlanan prosedürler, araştırma sonuçları ve bütün bunların birleşimini içermektedir. Etkili Servis FMEA temel olarak müşteri servisine katılan aktiviteleri, araştırma, kalite güvence, pazarlama, üretim ve bütün bu varlıkların birleşimini gerçekleştirmektedir.

Servis FMEA 'nın hedefi, servisteki süreç hata etkilerini en aza indirmektir. Aynı zamanda tasarım özellikleri ve müşteriler tarafından tanımlanan, kalite, güvenilirlik, sürdürülebilirlik, maliyet ve verimlilik için maksimum çözümleri tanımlamaktır [9].

Bir Servis FMEA çalışmasının yararları aşağıdaki gibidir:

- İş akışının analizine yardım etmek
- Sistem ve/veya sürecin analizine yardım etmek
- İş eksikliklerini belirlemek
- Kontrol planlarının oluşturulmasına yardım etmek
- İyileştirici faaliyetlerin önceliklendirilmesini sağlamak
- Değişiklikler için mantıklı bir döküman hazırlamak [2, 22].

Bu analizin uygulanmasıyla; geliştirme faaliyetleri arasında önceliklendirme yapılması ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesi, iş akışının, sistem ve süreç analizinin etkin bir şekilde yapılması, işteki hataların ve kritik önemli işlerin belirlenmesi ve kontrol planlarının oluşturulması sağlanmaktadır [25].

Servis FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sorun	Sorunun dallandırılması	Sorunun Nedenleri

Servis FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sistem FMEA 'dan dolayı olan sorunların nedenleri	Daha iyi bir tanımlama ile Sistem FMEA 'dan olan	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Servis FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Tasarım FMEA 'dan olan sorunların nedenleri	Tasarım FMEA ile aynı etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Şekil 3.7 Hata Türlerinin Servis Hata Türü ve Etkileri Analizi ile İlişkisi [9]

3.4.1 SERVİS HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN UYGULANMASI

Servis FMEA çalışmasında izlenen adımlar diğer FMEA çalışmalarında izlenen adımlarla aynıdır. Öncelikle FMEA çalışmasına başlamak için ekip oluşturulmalıdır. Firmaların belirli bir FMEA ekipleri bulunmamaktadır. Ekip, konu ile ilgili bilgisi

olan kişilerden meydana gelmektedir. Ekip düzenli aralıklarla toplanarak, mevcut veya olası hatalar üzerinde çalışmalar yapmaktadır.

Ekip öncelikle servis işlevini tanımlamalıdır. Servis işlevi tasarım özelliklerinden çıkarılmalı ve şu anki servis belirtilmelidir. Genel olarak servis işlevi, iş analizi tarafından izlenen süreç akış diyagramları ile tanımlanmaktadır [9].

Servis işlevinin tanımlanmasının ardından, gelen müşteri şikayetlerinden hareketle hata türleri belirlenip listelenmelidir. Hata, servisin tasarım ve/veya müşterinin tanımlanmış ölçütlerine olan uygunsuzluğudur.

Hata türlerinin listelenmesinin ardından hatanın olası etkisi belirlenmelidir. Olası hata etkisi, bir sonraki süreç, işlem, ürün ve müşteri üzerine hatanın sonucudur. Olası etkileri tanımlamak için, geçmiş verilerden, FMEA çalışmalarından ya da benzer durumlardan, müşteri şikayetlerinden, saha servis verilerinden yararlanılmaktadır [9].

Olası etkilerin belirlenmesinin ardından hatanın müşteriye ulaşması durumunda yaratacağı etki derecelendirilmelidir. Önem her zaman bir hata türünün etkisi için uygulanmaktadır. Gerçekte etki ve önem arasında direkt ilişki vardır. Eğer etki kritikse, önem yüksektir. Önem değeri Çizelge 3.12 'ye göre belirlenmektedir. Çizelgede değerler 1 ile 10 arasında değişmektedir. Eğer hatanın etkisi yoksa 1 olarak, çok fazla ise 10 olarak derecelendirilmelidir [9].

Servis hata türünün nedeni, hata türüne neden olacak servis zayıflıklarıdır. Bir hata türünü ortaya çıkarabilecek bütün olası nedenler listelenmelidir. Hata nedenlerine örnek olarak yetersiz açıklama, insan hataları verilebilir [9].

Hataların ne kadar sıklıkla meydana geldiği Servis FMEA Oluşma Olasılığı Çizelgesine göre değerlendirilmelidir. Mevcut yapılan kontroller ile hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliği belirlenmeli ve Çizelge 3.14 'e göre derecelendirilmelidir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin belirlenmesinden sonra bu değerlere bağlı olarak risk öncelik sayısı

hesaplanmaktadır. Bu değer ile hataların öncelik sırası belirlenmektedir, başka bir anlamı yoktur. Hesaplanan risk öncelik sayıları için pareto diyagramları çizilmektedir. Pareto diyagramı sonucunda değerlendirme yoluna gidilmektedir. Önemli hatalar için ekibin ortak kararı ile düzeltici faaliyetler önerilmekte ve bu faaliyetleri gerçekleştirmekle sorumlu bölümler belirlenmektedir. Önerilen düzeltici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri yeniden hesaplanmaktadır. Bu değerlerde görülen iyileşmeler risk öncelik sayısını değiştireceğinden bu değer de yeniden bulunmalıdır. Önceden tahmini olarak verilen değer silinmeden üzerine çizgi çekilerek bu değer alt satıra yazılmalıdır. Eğer hatanın öncelik değerini azaltacak bir öneri bulunamamışsa öneri yok yazılmalıdır.

Servis FMEA 'nın uygulama alanı çok geniştir. Servis FMEA, servis yapma aşamasında herhangi bir endüstri için farklı durumlar göz önüne alınarak yapılmış olabilir.

Serviste altı birleşimin yararı önemlidir: çalışma, makine, metot, malzeme, ölçüm ve çevre. Bunların amacı servis için kalite özelliklerini ve güvenliğini sağlamaktır. Servis biriminin birleştirici elemanı, tasarım özellikleridir. Tasarım özellikleri ne kadar iyi bilinirse Servis FMEA o kadar yarar sağlamaktadır [9].

Çizelge 3.12 Servis FMEA 'da "Önem" Değerlendirmesi [9]

Etki	Değerlendirme	Ölçüt
Etki yok	1	Ürün üzerine veya bir sonraki sürece etkisi yok
Çok az etkili	2	Müşteri büyük olasılıkla hatadan habersiz. Ürün/hizmet performansı üzerine çok az etkisi var.
Az etkili	3	Müşteri çok az hoşnutsuzdur. Sistem ve ürün performansını hafifçe etkiler. Çoğu zaman önemsiz hatalar görülür
Önemsiz etki	4	Müşteri rahatsızlık duyuyor. Hata dikkat gerektirmiyor ama önemsiz hatalar çoğalıyor
Orta derecede etki	5	Müşteri istenmeyen durumlarla karşılaşmaktadır. Önemsiz kısımlardaki hataların bakım-onarımına ihtiyacı vardır
Anlamlı etki	6	Müşteri rahatsızdır. Ürün performansı düşük ama güvenli ve işleme girer.
Önemli	7	Müşteri tatminsiz. Ürün performansı ciddi biçimde bozular, ama işlevsel ve güvenlidir.
Çok önemli etki	8	Müşteri çok tatminsiz. Ekipman zarar görmüştür. Ürün/hizmet kusurlu ama güvenli.
Ciddi etki	9	Potansiyel tehlikeli hata. Ürün/hizmeti aksilik dışında durdurabilecek zamana bağımlı hata.
Tehlikeli etki	10	Tehlikeli etki. Güvenlikle ilgili ani hata

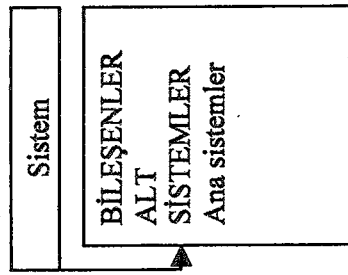
Çizelge 3.13 Servis FMEA 'da "Oluşma Olasılığı" Değerlendirmesi [9]

Teşhis	Değerlendirme	C_{pk}	Ölçüt
Hemen hemen mümkün değil	1	>1.67	Hata olası değil. Eski veriler hata göstermiyor
Uzak	2	>1.50	Nadir sayıda hata olasıdır
Çok az	3	>1.33	Çok az hata olasıdır
Az	4	>1.17	Az hata olasıdır
Düşük	5	>1.00	Şans eseri olan hatalar olası
Orta	6	>0.83	Orta derecede hata sayısı olasıdır
Yükseğe yakın	7	>0.67	Sık sık olan yüksek hata sayısı olasıdır
Yüksek	8	>0.51	Yüksek sayıda hata olası
Çok yüksek	9	>0.33	Çok yüksek sayıda hata olası
Hemen hemen kesin	10	<0.33	Hemen hemen hata kesin.

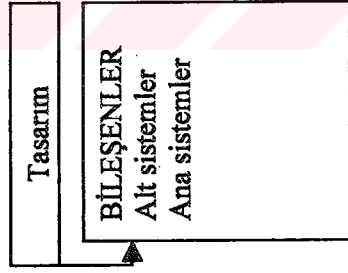
Çizelge 3.14 Servis FMEA 'da "Keşfedilebilirlik" Değerlendirmesi [9]

Teşhis	Değerlendirme	Ölçüt
Hemen hemen kesin	1	Sürekli kontroller hatayı yakalayabilir. Güvenilir teşhis kontrolleri, bilinmekte ve benzer süreçlerde kullanılmaktadır
Çok yüksek	2	Sürekli kontroller hatayı yüksek olasılıkla teşhis eder
Yüksek	3	Sürekli kontroller hatayı iyi olasılıkla teşhis eder
Orta yüksek	4	Sürekli kontroller hatayı orta-yüksek olasılıkla teşhis eder
Orta	5	Sürekli kontroller hatayı orta olasılıkla teşhis eder
Düşük	6	Sürekli kontroller hatayı düşük olasılıkla teşhis eder
Az	7	Sürekli kontroller hatayı az olasılıkla teşhis eder
Çok az	8	Sürekli kontroller hatayı çok az olasılıkla teşhis eder
Uzak	9	Sürekli kontroller hatayı uzak olasılıkla teşhis eder
Hemen hemen olası değil	10	Hatayı teşhis edecek bilinen hiçbir kontrol mevcut değil

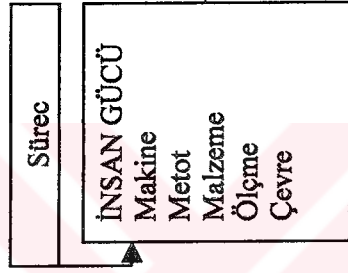
3.5 FMEA TÜRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ



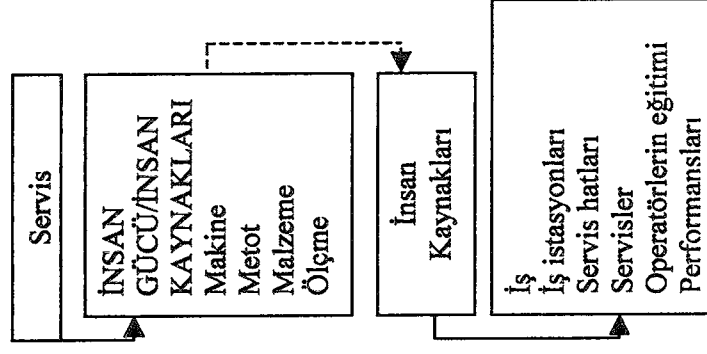
Hedef: Sistemdeki hata etkilerini minimize etmek
Amaç: Sistem kalitesini, güvenilirliğini, değerini ve sürdürülebilirliğini maksimize etmek



Hedef: Tasarımdaki hata etkilerini minimize etmek
Amaç: Tasarım kalitesini, güvenilirliğini, değerini ve sürdürülebilirliğini maksimize etmek



Hedef: Toplam süreçteki hataları minimize etmek
Amaç: Sürecin kalitesini, güvenilirliğini, değerini ve sürdürülebilirliğini ve verimliliğini maksimize etmek



Hedef: Toplam Organizasyondaki hataları minimize etmek
Amaç: Kalite, güvenilirlik ve servis süresince müşteri memnuniyetini maksimize etmek

Şekil 3.8 FMEA Türleri [9]

Bir Sistem FMEA genellikle kavramsal tasarım, ayrıntılı tasarım, geliştirme, test ve değerlendirmeyi içeren birkaç adım ile başarılmaktadır. Bu ifadedeki tasarım etkin bir sistem çıktısı üreten çeşitli teknoloji ve metot uygulamalarını kapsayan evrimsel bir süreçtir. Bu sonuç sırasıyla süreç, montaj ve servis FMEA için bir girdi haline gelen Tasarım FMEA için bir girdi olarak kullanılacaktır. Durum Şekil 3.9 'da gösterilmektedir [9].

Sistem FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sorun	Sorunun dallandırılması	Sorunun Nedenleri

Tasarım FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sistem FMEA 'dan dolayı olan sorunun nedenleri	Belki daha iyi bir tanımlama ile Sistem FMEA 'dan olan etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Süreç FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Tasarım FMEA 'dan olan sorunun nedenleri	Tasarım FMEA ile aynı etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Şekil 3.9 Sistem, Tasarım ve Süreç FMEA Arasındaki İlişki [9]

Şekil 3.10 'da Sistem FMEA 'nın hata türleri, tasarım ve süreç FMEA için tüm temel bilgiyi üretmektedir. Tasarım FMEA ve Süreç FMEA için etkiler aynı kalırken, Sistem FMEA 'daki nedenler Tasarım FMEA 'da hata türlerine dönüşmektedir. Bu hata türleri de sonuçta Süreç FMEA 'da hata türlerine dönüşen nedenleri üretmektedir. Süreçteki hata türlerinin Tasarım FMEA 'da listelenmesi gerekmektedir [9].

Sistem FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sorun	Sorunun dallandırılması	Sorunun Nedenleri

Tasarım FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Sistem FMEA 'dan dolayı olan sorunun nedenleri	Belki daha iyi bir tanımlama ile Sistem FMEA 'dan olan etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Servis FMEA

Hata Türü	Etkisi	Nedeni
Tasarım FMEA 'dan olan sorunun nedenleri	Tasarım FMEA ile aynı etkiler	Tasarım hata türleri için yeni nedenler

Şekil 3.10 Sistem, Tasarım ve Servis FMEA Arasındaki İlişki [9]

Sistem FMEA 'nın hata türleri, tasarım ve servis FMEA için tüm temel bilgiyi üretmektedir. Tasarım FMEA ve Servis FMEA için etkiler aynı kalırken, Sistem FMEA 'daki nedenler Tasarım FMEA 'da hata türlerine dönüşmektedir. Bu hata türleri de sonuçta Servis FMEA

'da hata türlerine dönüşen nedenleri üretmektedir. Oldukça sık bir şekilde Tasarım FMEA göz ardı edilerek Sistem FMEA 'dan Servis FMEA 'ya geçilmektedir [9].

Bir tasarım FMEA 'yı bir süreç FMEA 'dan analizin konusu ayırmaktadır:

- Tasarım FMEA; üretilen malzeme ve parçayla ilgilidir
- Süreç FMEA; üretim sürecinin çeşitli aşamalarıyla ilgilidir

Her iki tür analiz birbirini tamamlayıcı mahiyettedir ve her ikisi de, müşteri ürünü kullanırken çıkabilecek ürün hatalarının nedenlerini ortadan kaldırmaya yöneliktir [31].



4. UYGULAMA

Uygulama çalışması araç üstü ekipman üretimi yapan EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. 'de yapılmıştır. Kalite Güvence ve Sistem Mühendisi ile yapılan ön görüşme sonucunda bu çalışmalara başlanmıştır. FMEA çalışmaları her hafta düzenli olarak firmada yapılan toplantılar ile gerçekleştirilmiştir. Firma tasarımını ve süreçlerini analiz ederek, geliştirmeyi, olası hataları oluşmadan önlemeyi ve böylece hatasız üretim yaparak, maliyetlerini azaltmayı ve müşterilerinin memnuniyetini kazanmayı hedeflemektedir. FMEA çalışmalarına başlanmak istendiğinden, bu çalışma ile ilgili kişiler eğitime gönderilmiş ve ön hazırlıklar tamamlanmıştır. Uygulama çalışması Tasarım ve Süreç FMEA olmak üzere iki aşamada yapılmıştır.

4.1 FİRMANIN TANITIMI

EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. 1974 yılında EFE Tarım A.Ş. ismiyle kurulmuştur. EFE, bugün Mert Grubu 'na bağlı olarak İzmir Kemalpaşa'daki fabrikasında 55.000 metrekarelik toplam (17.500 metrekarelik kapalı) alan üzerinde üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. 42 'si teknik ve idari bölümlerde çalışan, toplam 186 eğitilmiş personele; TÜV tarafından ISO 9002 belgesi ile onaylanan, kalite sistemi güvencesine sahiptir. Firmanın yerleşim planı Ek 2 'de verilmiştir.

Fabrika merkezinin yanısıra Ankara, İstanbul ve Adana'da Bölge Müdürlükleri, Gaziantep ve Diyarbakır'da yetkili temsilciliği bulunmaktadır.

EFE 'nin ürün yelpazesi esas olarak belediye hizmet ekipmanları ile iş ve inşaat ekipmanları olarak ikiye ayrılabilir. Belediye hizmet ekipmanları grubunda, hidrolik sıkıştırımlı çöp kasaları EFE 'nin ana üretim konularından biridir ve yılda 600 adet üretim kapasitesi vardır. Bu yelpazede, ayrıca vidanjör, çift kollu konteyner kaldıracı

(hidrolift), kancalı konteyner kaldırıcı (hooklift), çöp transfer semitreyleri, su tankeri ve kanal açma makinası mevcuttur.

İş ve inşaat makinaları grubunda ise transmikser, beton santrali, damperli kasa, low-bed semitreyler, damperli semitreyler, su tankeri semitreyler ve silobas semitreyler bulunmaktadır.

Bu üretim yelpazesi içinde doğal olarak silahlı kuvvetlerin ihtiyacı olan askeri tank taşıyıcı yarı römorklar ayrı bir yer tutmaktadır, bu çerçevede silahlı kuvvetlerin diğer ihtiyaçlarına da cevap verilmektedir.

EFE 'de üretim sipariş üzerine yapılmakla birlikte standart ürünler, alt gruplar halinde hazırlanarak, gelmesi olası siparişler için stoklanmaktadır. Böylece müşteriye yüksek kalite, uygun fiyat ve etkili satış sonrası servisin yanısıra hızlı teslimat yapılmaktadır.

EFE ürünleri için etkin satış sonrası hizmet vermektedir. Tüm ürünler 1 yıl süreyle garanti kapsamındadır, ayrıca tüm ürünler için en az 10 yıl süreyle yedek parça desteği sağlanmaktadır. Garanti belgesi Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından onaylıdır.

EFE üretim ve hizmet faaliyetlerinde sözleşme/sipariş şartlarını, geçerli ulusal/uluslararası standartları ve kuralları karşılamayı amaç edinmiştir.

EFE ürünleri bugüne kadar Hong-Kong, İtalya, İspanya, Romanya, Tayvan, Portekiz, İngiltere, İsrail, Bulgaristan, Rusya, Polonya, Suudi Arabistan, Suriye, Irak, Makedonya, Mısır, Ürdün, Tunus, Gana, Tanzanya, Nijerya, Sri-Lanka, Pakistan, Vietnam ve daha birçok ülkeye ihraç edilmiştir.

4.2 EFE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş. 'DE FMEA ÇALIŞMASI

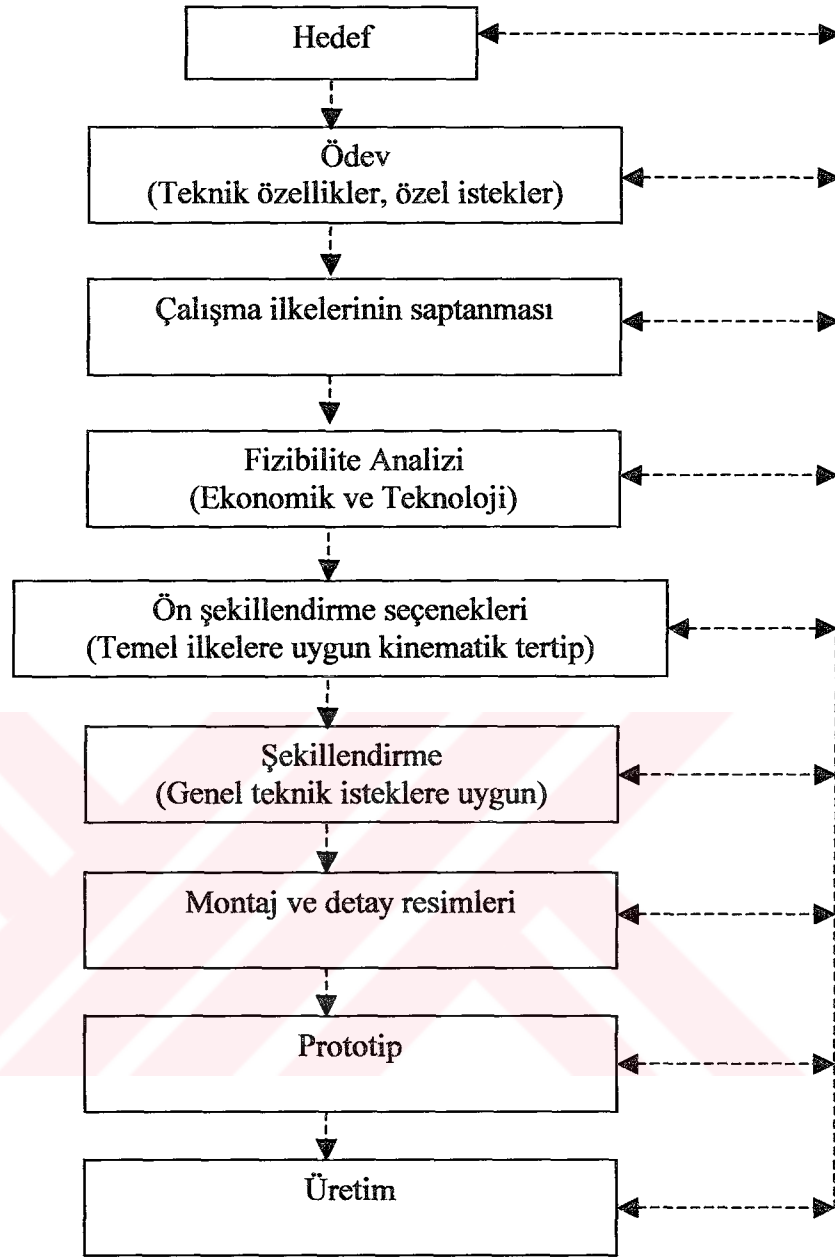
Firma, üretimde meydana gelebilecek hatalara tasarımdan kaynaklanan hataların veya eksikliklerin neden olabileceği düşüncesiyle önce tasarımı inceleyip, analiz etmeyi ve Tasarım FMEA çalışması yapmayı uygun görmüştür. Tasarım FMEA 'nın ardından Süreç FMEA çalışmasına geçilmiştir.

Mühendislik Tasarımının Aşamaları

Tasarımın tüm kademeleri ile ilgili iki hususun dikkate alınması gerekmektedir. Birincisi kademeler birbirinden kesin olarak ayrılmaz, aksine iç içedir; yani bir kademenin başlangıcı diğer kademenin sonu ile örtüşmektedir. İkincisi her kademedeki sonra elde edilen sistemin fonksiyonel ve mali analizi yapılmaktadır. Bu analiz olumlu çıkarsa “evet” olarak diğer kademeye geçilmektedir. Olumsuz olursa “hayır” olarak geri dönmekte ve bu kademedeki işlemler başka seçeneklerle yeniden başlamaktadır. Geri dönme işlemi son kademedeki ilk kademeye kadar olabilmektedir.

Tasarım kademesinde dikkat edilmesi gereken bir başka nokta, tasarımın ilk olarak ön şekillendirme ve sonra nihai şekillendirme sırasına göre yapılmasıdır. Bu işlem sırasına göre önce tüm ürünün montaj resmi yapılmaktadır. Bu resme dayanarak parçalar boyutlandırılmakta ve sonra parça resimlerine geçilmektedir [3].

Bir mühendislik ürünü tasarlanırken, tasarımcının yeteneğinden yararlanılmaktadır. Buna karşılık, her tasarım işleminin benzer tarafları ve buna bağlı aşamaları mevcuttur.



Şekil 4.1 Mühendislik Tasarımının Aşamaları

- Ürün bir gereksinim sonucudur. Bu gereksinim belirli bir hedefi ortaya koymaktadır. Mühendislik tasarımının başlangıç noktası gereksinimin ortaya koyduğu hedefdir.
- Hedefe göre tasarlanan ürünün ödevi saptanmaktadır. Ödevin saptanmasında ürünle ilgili istekler listesi hazırlanmaktadır.

- Ödevin yerine getirilmesinde, gerek mevcut makinelerden esinlenerek gerekse fiziksel ilkelerden hareket edilerek mühendislik tasarımının çalışma ilkeleri ortaya konmalıdır. Bu aşamada tasarımcının bilgisinin yanı sıra yaratıcı yeteneği de çok büyük rol oynamaktadır.
- Bu çalışma ilkesine göre ürünün ekonomik ve teknolojik bakımdan bir olabilirlik etüdü yapılmaktadır. Burada birinci dereceden önemli olan maliyet ve pazardır. Ekonomik etüt; malzeme, üretim, işletme ve bakım maliyetlerini kapsayan bir analizdir ve piyasa koşullarına göre, tasarımın devam edip etmeyeceğine karar vermeyi sağlamaktadır. Sonucun olumlu olması halinde teknolojik etüte geçilmektedir.
- Ön şekillendirme kademesinin, kinematik şema, fonksiyonel şema, ön montaj resmi ve parçaların boyutlandırılması gibi kademeleri vardır. Ön şekillendirme çalışma ilkesine göre tasarlanan ürünün kinematik temel ilkeleri saptanır. Makine elemanları seçilerek bunlara göre kinematik şema yapılmakta ve çeşitli mekanizmaların tertip şekli kararlaştırılmaktadır.
- Şekillendirme kademesinde nihai montaj resmi, parçaların imalat resmi, prototip ve deneyler mevcuttur; bu aşamada genel teknik isteklere göre mekanizmayı oluşturan elemanlar boyutlandırılmaktadır.
- Şekillendirme işlemi ile birlikte makinenin montaj resmi tamamlanmaktadır.
- Resimlere göre makinenin prototipi üretilmektedir. Bu prototip, deneylere tabi tutularak elde edilen sonuçlara göre gerekiyorsa tasarımda değişiklikler yapılmaktadır.
- Makine hakkındaki tüm olumsuzlukların giderildiği düşünüldüğünde üretim aşamasına geçilmektedir.
- Resimler, makineye ait genel bilgiler, hesaplar ve malzeme seçiminde göz önünde bulundurulmuş hususların da yer aldığı bir rapor hazırlanarak Mühendislik Tasarım Projesi sonuçlandırılmaktadır.

Mühendislik Tasarımının Temel İstekleri

Belli bir ödevi yerine getirmek üzere tasarlanmış bir ürünün şekillendirilmesi, bazı temel isteklere bağlı olarak yapılmaktadır. Bu istekler üç başlık altında toplanmaktadır.

1. Genel İstekler:

Bir makinenin tasarımında genel istekleri şu şekilde sıralamak mümkündür.

- Makinenin hangi işlevleri yerine getireceği, kaç adet yapılacağı ve kalitenin ne olacağı gibi değerlendirmeler göz önüne alınarak bir çözüm aranmalıdır.
- Üretimi düşünülen bir makinenin benzerleri varsa, iyi özelliklerinden yararlanılmalı ve kusurlu taraflarından kaçınılmalıdır.
- Makinenin çalışacağı yere, ortama göre genel boyut hesabı (hacim, hız, güç vb.) yapılmalıdır.
- Hesap sonuçlarına göre boyutları daha küçük yapabilme olanakları araştırılmalıdır.
- Sistemde mümkün olduğunca az çeşit ve büyüklükte makine elemanı kullanılmalıdır (civata, rulmanlı yatak vb.). Böylece kullanım sırasında az takım ve yedek bulundurma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.
- Mümkün olduğunca standart ve piyasadan kolay temin edilecek parça ve malzemelerin kullanılması sağlanmalıdır.

2. Teknik İstekler:

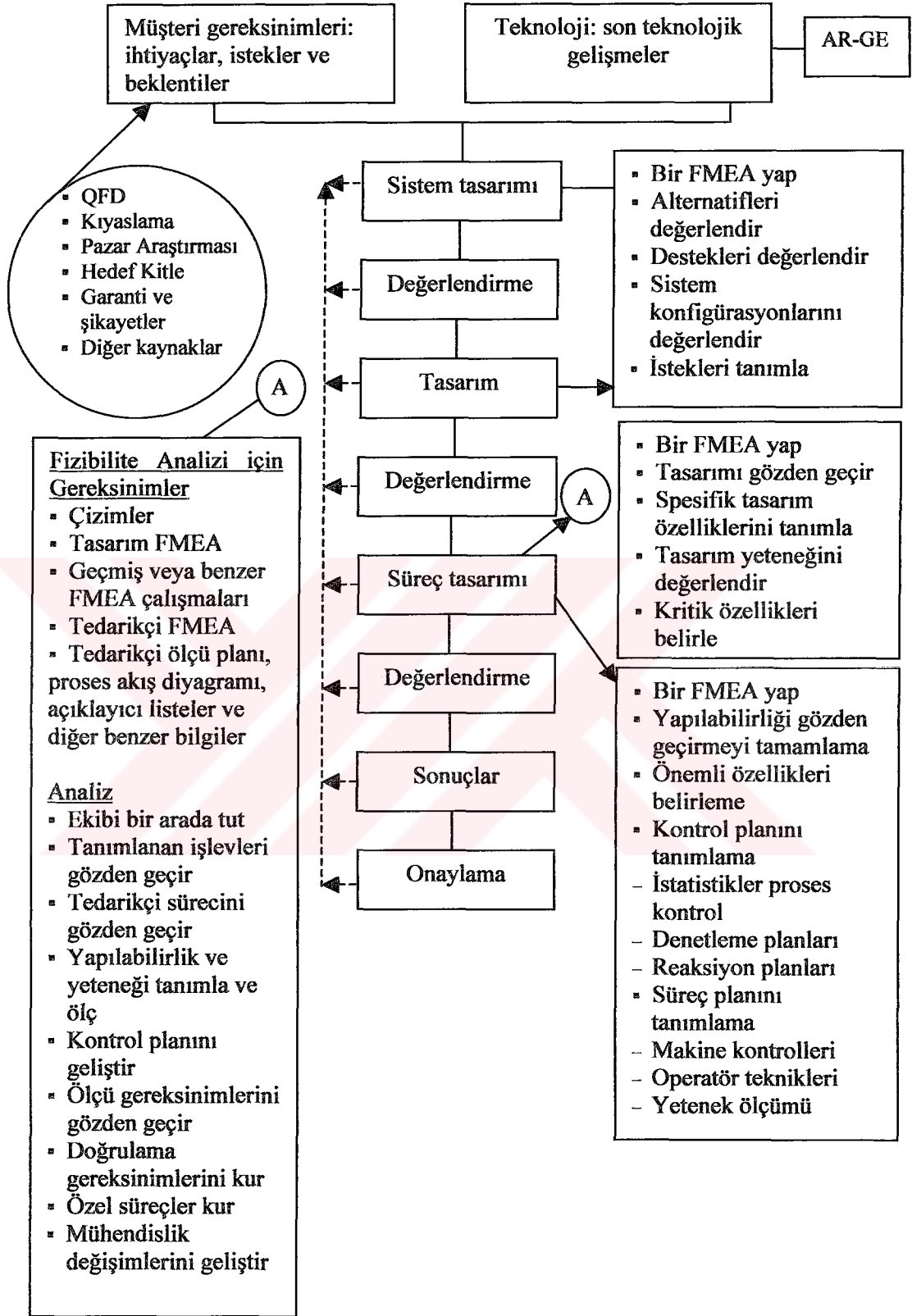
Makine tasarımı ve üretimi yapılırken uygulanan mukavemet kuralları ile ancak kesitlerin boyutları bulunabilmektedir. Elemanın dış şekli, görevini en iyi şekilde yapabilmesine ve uygulanacak üretim yöntemlerine göre belirlenmektedir. Bu nedenle tasarımı yapan mühendis değişik üretim yöntemlerini ve hepsinden önemlisi fabrikanın olanaklarını göz önünde bulundurmalıdır. Böylece ilk hedef, en ekonomik ve en hızlı şekilde sonuca ulaşma yolu olmalıdır.

3. Ekonomik İstekler:

Bir tasarım işleminde tasarlanan ürünün maliyeti, karar verme bakımından oldukça önemlidir. Tasarım mühendisinin görevi; istenilen kalitedeki ürünü en ekonomik fiyata veya üretim maliyeti belirlenmiş ise bu fiyata göre en kaliteli ürünü elde etmektir.

Bir ürünün toplam maliyeti; üretim, işletme ve bakım maliyetlerinden oluşmaktadır. Üretim maliyeti; malzeme, işçilik, takım ve tertibat giderleri ile makinelerin amortisman giderlerini, işletme maliyeti; belirli bir iş için makinenin sarf ettiği zaman içindeki enerjiyi, yani üretme gücü ve verimi, bakım maliyeti; normal bakım için gereken malzeme fiyatını ve sarf edilen zamanı kapsamaktadır. Tasarım aşamasında bütün bu unsurların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

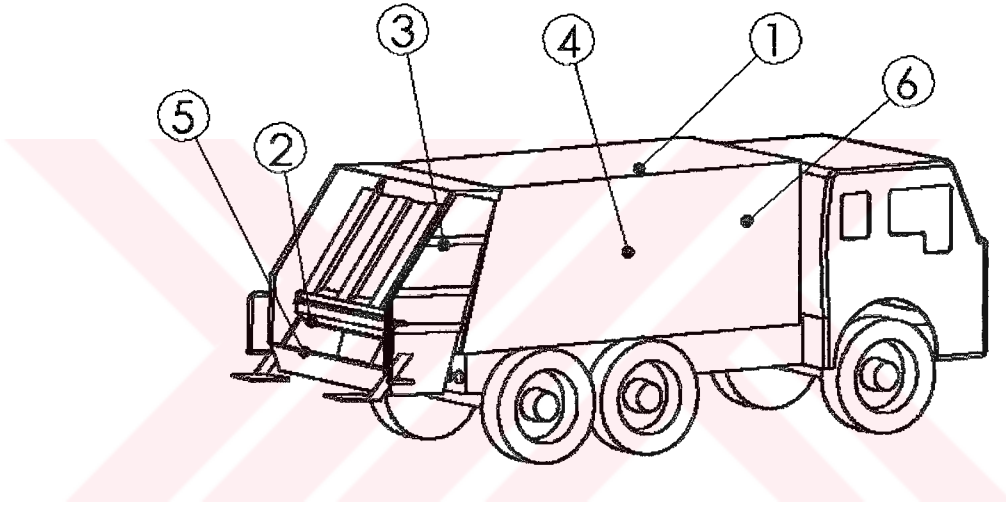
FMEA dinamik bir gelişim aracıdır. Çünkü sistemi, tasarımı, ürünü, süreci yada hizmeti geliştirmek için bilgi kullanmakta ve sürekli olarak güncellenmektedir. Tasarımın değerlendirilmesi Şekil 4.2’te görülmektedir [9].



Şekil 4.2 Tasarımın Değerlendirilmesi [9]

4.2.1 EFE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş. 'DE TASARIM FMEA UYGULAMASI

Firma; belirtilen tasarım esaslarına (istek listesine) göre ürün imalatının gerçekleştirilmesi için bir çalışma ekibi oluşturmuştur. Bu ekip, Kalite Güvence ve Sistem Mühendisliği, Tasarım, AR-GE ve Proje Bölümlerinden oluşmaktadır. Bu ortak çalışma ekibi, Şekil 4.3 'te görülen firmanın ana üretimi olan hidrolik sıkıştırımlı çöp kasaları (HSÇK) mekanizmasını uygulama örneği olarak seçmiştir. HSÇK 'nın Kalite Planı Ek 3 'de verilmiştir.



Şekil 4.3 Hidrolik Sıkıştırımlı Çöp Kasası (HSÇK)

İstek listesi hazırlanarak üretimi gerçekleştirilen ürünün ana gövdesi (1) bir araç üzerine monte edilmiştir. Ana gövde; ön görülen tonaja uygun bir çöp haznesi (2) bu hazneye doldurulan çöplerin sıkıştırılmasını sağlayan ve otomatik olarak açılıp-kapanabilen bir kapak (3) ve sıkıştırma sırasında çöplere basınç uygulayan bir sıkıştırma-boşaltma perdesinden (4) oluşmaktadır.

Ana gövde üzerinde ayrıca; bir konteyner kaldırma düzeneği (5) ve gerekli tahrik gücünü araçtan alan bir hidrolik tahrik donanımı (6) mevcuttur.

HSÇK 'nın tüm işlevleri ve yük dağılımı, üzerine monte edildiği aracın teknik özelliklerine uygun olarak düzenlenmektedir. Ekipmanın imalatı seri üretim ilkelerine göre; yasal yönetmeliklere uygun olarak gerçekleştirilmektedir.

HSÇK 'na ait ürün ağacı ve ürün kodlama sistemi aşağıda izah edilerek verilmiştir.

Önerilen kodlama sistemi, sekiz basamaktan oluşmaktadır.

<u>X</u>	<u>X</u>	<u>XX</u>	<u>XX</u>	<u>XX</u>
A	B	C	D	E

A: Ürün Sınıfını gösteren basamak

1. Girdi Ürünler
2. Son ve Yarı Ürünler

B: Ürün Takımını gösteren basamak

1. Hidrolik Sıkıştırılmalı Çöp Kasaları

.

C: Ürün Modelini gösteren basamak

01...EHS 610

02...EHS 710

.

D: Ürün Cinsini gösteren basamak

01...Gövde Komple

02...Stepne Taşıyıcı

03...Çamurluk Komple

.

E: Ürün Türünü gösteren basamak

01...Yan Duvar Sacı

02...Pis Su Haznesi

03...Taban Sacı

Çizelge 4.1 Ürün Ağacı ve Ürün Kodlama Sistemi

ÜRÜN KODU	ÜRÜN ADI
2 0 00 00 00	SON VE YARI ÜRÜNLER
2 1 00 00 00	HİDROLİK SIKIŞTIRMALI ÇÖP KASALARI
2 1 01 00 00	EHS 610
2 1 01 01 00	Gövde Komple
2 1 01 01 01	Arka Yan Duvar Sacı
2 1 01 01 02	Pis Su Haznesi
2 1 01 01 03	Yan Duvar Sacı
2 1 01 01 04	Taban Sacı
2 1 01 01 05	Tavan Sacı
2 1 01 01 06	.....
2 1 01 02 00	Stepne Taşıyıcı
2 1 01 02 01	Atkı Profili
2 1 01 02 02	Stepne Sacı Federi
2 1 01 02 03	.....
2 1 01 03 00	Çamurluk Komple
2 1 01 03 01	Çamurluk Sacı
2 1 01 03 02	Çamurluk Destek Laması
2 1 01 03 03	.....
2 1 01 04 00	Ön Çerçeve Komple
2 1 01 04 01	Yan Dikey Profil
2 1 01 04 02	Üst Yatay Profil
2 1 01 04 03	Orta Dikme
2 1 01 04 04	.....
2 1 01 05 00	Orta Çerçeve Komple
2 1 01 05 01	Yan Dikey Profil
2 1 01 05 02	Üst Yatay Profil
2 1 01 05 03	Alt Yatay Profil
2 1 01 05 04	.....
2 1 01 06 00	Arka Çerçeve Komple
2 1 01 06 01	Üst Yatay Profil
2 1 01 06 02	Üst Destek Sacı
2 1 01 06 03	Alt Kapama Sacı
2 1 01 06 04	.....
2 1 01 07 00	Perde Komple
2 1 01 07 01	Dikey Profil
2 1 01 07 02	Açılı Ön Profil
2 1 01 07 03	Kızak Sacı
2 1 01 07 04	.....

Çizelge 4.1 'in devamı

2 1 01 08 00	Sürgü Komple
2 1 01 08 01	Dış Yanak Sacı
2 1 01 08 02	Tahdit Karesi
2 1 01 08 03	İç Yanak sacı
2 1 01 08 04	.....
2 1 01 09 00	Kepçe Komple
2 1 01 09 01	Kepçe Yanak Sacı Dış
2 1 01 09 02	Kepçe Yanak Sacı İç
2 1 01 09 03	Ara Profil
2 1 01 09 04	.....
2 1 01 10 00	Arka Kapak
2 1 01 10 01	Sızdırmazlık Lastiği
2 1 01 10 02	Yan Duvar Örtü Sacı
2 1 01 10 03	Ağız Destek Profili
2 1 01 10 04	.....
2 1 01 11 00	Arka Kapak Kilitleme Konsolu Komple
2 1 01 11 01	Kilitleme Kulağı
2 1 01 11 02	Kilitleme Kulağı Tablası
2 1 01 11 03	Kilit Pernosu
2 1 01 11 04	.....
2 1 01 12 00	Sürgü Silindir Braketi Komple
2 1 01 12 01	Braket Kulağı
2 1 01 12 02	Braket Tablası
2 1 01 12 03	Braket Burcu
2 1 01 12 04	.....
2 1 01 13 00	Pis Su Boşaltma Kapağı Komple
2 1 01 13 01	Kapak
2 1 01 13 02	Kapak Alın Sacı
2 1 01 13 03	Ara Mil
2 1 01 13 04	.....
2 1 01 14 00	Basamak Komple
2 1 01 14 01	Profil Destek Sacı
2 1 01 14 02	Bayrak Takviyesi
2 1 01 14 03	Alt Profil
2 1 01 14 04	.....
2 1 01 15 00	Döner Lamba Sacı Komple
2 1 01 15 01	Döner Lamba Sacı
2 1 01 15 02	Döner Lamba Takviye Sacı
2 1 01 15 03	Kafes Bağlantı Kulağı
2 1 01 15 04	.....
2 1 01 16 00	Arka Kapak Yan Duvar Komple
2 1 01 16 01	Yan Duvar İlave Sacı
2 1 01 16 02	Yan Duvar Sürgü Kızak Kapama Sacı
2 1 01 16 03	Kızak Montaj Sacı
2 1 01 16 04	.....

Çizelge 4.1 'in devamı

2 1 01 17 00	Kazan Komple
2 1 01 17 01	Arka Dış Takviye
2 1 01 17 02	Arka İç Takviye
2 1 01 17 03	Kazan Sacı
2 1 01 17 04	.....
2 1 01 18 00	Sürgü Alt Sacı Komple
2 1 01 18 01	Sürgü Alt Sacı
2 1 01 18 02	Dış Yatay Takviye
2 1 01 18 03	Alt Dikey Takviye
2 1 01 18 04	.....
2 1 01 19 00	Kumanda Kolu Mili Komple
2 1 01 19 01	Kumanda Kolu Mili
2 1 01 19 02	Kumanda Kolu Burcu
2 1 01 19 03	Kumanda Kolu Burcu Alt Sacı
2 1 01 19 04	.....
2 1 01 20 00	Kaldırma Konsolu Komple
2 1 01 20 01	Konsol U Profili
2 1 01 20 02	Konsol Kulağı
2 1 01 20 03	.....
2 1 01 21 00	Arka Kapak Emniyet Dayaması
2 1 01 21 01	.....
2 1 01 22 00	.....

Hidrolik sıkıştırılmalı çöp kasalarının üretimi incelendiğinde; operatör tarafından yardımcı şasi ve gövde iskeleti kaynak bölümünde yer alan şasi çatma aparatında oluşturulmaktadır. Şasi kolları aparata konmakta ve birbirine paralelliği kontrol edilmektedir. Şasi arası uzaklığın kontrol edilmesinin ardından arka çerçeve aparata yerleştirilmektedir. Orta çerçeve ve ön çerçevenin aparata yerleştirilmesi ile çerçeve aralıkları ölçülmektedir. Gövde iskeletinin çatılma işleminden sonra gövde sacının puntalanması yapılmakta ve puntalanan sacın kenarları kaynakla birleştirilmektedir. Kalite kontrol elemanı tarafından gövde iskeletinin çatılmasında örnekleme ile kontrol yapılmakta, gövde iç ölçülerine ve kaynak çekmelerine dikkat edilmektedir. Gövde üzerinde sürekli kaynak yapıldığından ısıdan dolayı içeriye doğru bombe oluşmaktadır. Gövde içersinde perde çalışacağı için bombe toleranslar içinde değilse perde sürtmekte ve ek işlem gerektirmektedir. Kontrol sonrasında oluşturulan gövde üzerinde keskin yüzeyler taşlama yapılarak ortadan kaldırılmaktadır. Gövdenin geçireceği bir sonraki işlem kumlama değildir. Kumlama yapılarak gövde üzerinde

bulunan pürüzler temizlenmektedir. Temizlenen gövde hemen boya işlemine alınmamakta öncelikle astar boya yapıp bırakılmaktadır. Gövdenin çatılmasının iş akışı Çizelge 4.2 'de, gövde saclarının kapatılması ve puntalanmasının iş akışı Çizelge 4.3 'te, gövde saclarının kaynak edilmesinin iş akışı Çizelge 4.4 'te verilmiştir.

Çizelge 4.2 Gövde Komplenin Çatılması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Şasi kollarının aparata konulması			X		
Şasi kolları ve boşaltmalarının birbirine paralelliğinin kontrolü		X			
Şasi arası mesafenin kontrolü		X			
Arka çerçevenin aparata yerleştirilmesi.			X		
Orta çerçevelerin aparata yerleştirilmesi.			X		
Ön çerçevenin aparata yerleştirilmesi.			X		
Çerçeve aralıklarının ölçülmesi		X			
Çerçevelerin üst aralıklarını sabitlemek için boru veya sac malzemenin çerçeve üstlerine puntalanması.	X				
Çerçevelerin şasiye kaynak edilmesi	X				
Gövdenin aparattan indirilmesi			X		

Çizelge 4.3 Gövde Komple saclarının kapatılması ve puntalanması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Pis su haznesi yan saclarının kaynak edilmesi.	X				
Pis su haznesinin kaynak puntalanması	X				
Yan sacların çerçeve içlerine puntalanması.	X				
Yan sac federlerinin kaçıklık kontrolü		X			
Taban saclarının çerçeve içine konulması.			X		
Taban saclarının puntalanması	X				
Perde kızak profillerinin puntalanması	X				
Perde kızak aralıklarının ölçülmesi		X			
Perde kızak yüksekliklerinin ölçülmesi		X			
Gerekli yerlere kaynak çekmesine karşı takviyeler konulması.	X				
Şasi arasına arka tampon sacının puntalanması	X				

Çizelge 4.4 Gövde Komple saclarının kaynak edilmesi

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Yan duvar saclarının içeriden ve dışarıdan kaynak edilmesi.	X				
Feder kapama saclarının kaynak edilmesi.	X				
Yan duvarların kaynak çekmesinden dolayı dalgalanma yapmasının kontrolü.		X			
Taban sacı ve pis su haznesinin kaynak edilmesi.	X				
Perde kızak profillerinin ve kapama saclarının kaynak edilmesi.	X				
Gövdenin yan çevrilmesi			X		
Şasinin, gövde taban sacına kaynak edilmesi.	X				
Arka tamponun kaynak edilmesi.	X				
Tavan üst ve yan takviyelerin konulması	X				
Tavan sacının, takviyelerinin ve takviye kapama saclarının kaynak edilmesi.	X				
Gövdenin düz konulması.			X		
Tavan sacının kaynak çekmesinden dolayı bombe yapmasının kontrolü		X			
Gövde iç yüksekliğinin kontrolü		X			
Ön çerçeveye teleskopik silindir burcunun konulması.	X				

Gövde içinde bulunan perdenin üretimi, perdenin çatılması ve kaynak edilmesi ile başlamaktadır. Perde montaj bölümünde çatılmakta ve kaynak edilmektedir. Kalite kontrol elemanı tarafından perdenin çatılması ve kaynak işleminde örnekleme ile kontrol yapılmakta, birleşme yerlerinde bir sorun olup olmadığı incelenmekte varsa düzeltme işlemine gidilmektedir. Aynı zamanda son kalite kontrol esnasında, % 100 fonksiyonel test yapılarak ta perde iç ölçüleri kontrol edilmektedir. Perde iç ölçüleri büyükse gövdeye girmesinde sorun yaşanmakta, küçük olması durumunda da gövde ile arasında boşluk oluşmaktadır. Aradaki boşluğun oluşması ile gövdede toplanan çöpler perde arkasına geçebilmektedir. Kontrol işleminin ardından perdenin keskin yüzeyleri taşlanmakta ve böylelikle istenmeyen bu durumlar ortadan kaldırılmaktadır. İzleyen süreçte oluşmuş pürüzleri temizlemek için perdeyi kumlama ve sonrasında astarlama işlemleri yapılmaktadır. Perdenin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.5 'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Perde Komplenin Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Ön alt profilin aparata yerleştirilmesi			X		
Yan alt profilin, ön alt profile kaynatılması	X				
Alt yatay profilin, ön alt profile kaynatılması	X				
Silindir bağlantı kulaklarının, ön alt profile kaynatılması	X				
Silindir bağlantı kulağı takviyesinin, silindir bağlantı kulaklarına kaynatılması	X				
Dikey profillerin, alt yatay profile kaynatılması	X				
Perde üst profilin, dikey profillere kaynatılması	X				
Dikey profillerin birbirine paralelliğinin kontrolü		X			
Dikey profil açılıların, dikey profillere kaynatılması	X				
Yan profil sağa 8 adet tahdit karesi kaynatılması	X				
Yan profil sola 8 adet tahdit karesi kaynatılması	X				
Yan profil sağ kaynatılması	X				
Yan profil sol kaynatılması	X				
Alt düz takviyelerin, yan profil sağ / sola kaynatılması	X				
Açılı üst iç takviyelerin, yan profil sağ / sola kaynatılması	X				
Açılı alt iç takviyelerin, yan profil sağ / sola kaynatılması	X				
Üst ön perde sacının, dikey profillere kaynatılması	X				
Ön perde sacının, dikey profil açılılara kaynatılması	X				
Alt takviye profili dikeylerin, dikey profillere kaynatılması	X				
Alt takviye profili yatayların, dikey profillere kaynatılması	X				
Bayrak takviye altların, takviye profillerine kaynatılması	X				
Perde yüksekliğinin kontrolü		X			
Perdenin aparattan çıkarılması			X		
Taşıma ve temizlik yapılması	X				
Eksik kaynakların kontrol edilmesi		X			

Gövde içersinde bulunan sürgü bölümünün üretimi, kaynak operatörünün montaj bölümünde sürgüyü oluşturması ile başlamakta ve oluşturulan sürgünün örnekleme ile kontrolü yapılmaktadır ve son kalite kontrol esnasında % 100 fonksiyonel test uygulanmaktadır. Keskin yüzeylerin taşlanarak yok edilmesinden sonra kumlama işlemi yapılmaktadır. Yapılan kumlama işlemi ile astar boyadan önce yüzeyde

bulunan pürüzler giderilmiş olmaktadır. Sürgünün oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.6 'da verilmiştir.

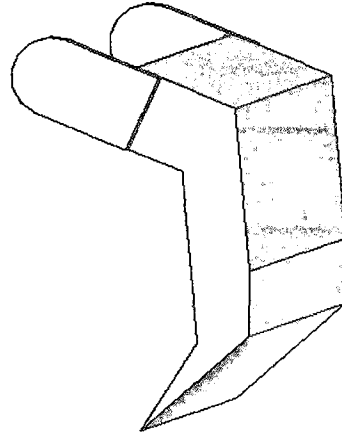
Çizelge 4.6 Sürgü Komplenin Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Alt kapama sacı, aparata yerleştirilir.			X		
Yanak dış sacı, aparata yerleştirilir.			X		
Perno, aparata yerleştirilir.			X		
Yanak iç sacı, aparata yerleştirilir.			X		
Alt dış burç, aparata yerleştirilir.			X		
Alt iç burç, aparata yerleştirilir.			X		
Silindir bağlantı kulakları, aparata yerleştirilir.			X		
Alt ara sac, aparata yerleştirilir.			X		
Yanak sacları arasındaki ölçü kontrol edilir.		X			
Yanak sacları arasına deformasyonu engelleyen parça puntalanır.	X				
Alt ara sac, yanak saclarına puntalanır.	X				
Alt iç burç, yanak sacı içe puntalanır.	X				
Alt dış burç, yanak sacı dışa puntalanır.	X				
Perno, yanak saclarına (iç ve dış) puntalanır.	X				
Silindir bağlantı kulakları arasına (alttan) deformasyonu engelleyen parça puntalanır.	X				
Silindir bağlantı kulakları, pernoya puntalanır.	X				
Yanak sacları arasına deformasyonu engelleyen parça puntalanır.	X				
2.-17. arası işlemler sol taraf için de tekrarlanır.	X				
Yanak sacları arasındaki ölçü kontrol edilir		X			
Alt dış burç ve alt iç burç, yanak saclarına kaynaklanır.	X				
2 adet tahdit karesi, yanak sacına kaynaklanır.	X				
17.-19. arası işlemler sol taraf için de tekrarlanır.	X				
Perno, yanak saclarına (iç ve dış) kaynaklanır	X				
Silindir Bağlantı Kulakları, pernoya kaynaklanır.	X				
2 adet tahdit karesi, yanak sacına puntalanır.	X				
22.-24. arası işlemler sol taraf içinde tekrarlanır.	X				
Sürgü borusu, yanak sacı kompleler arasına yerleştirilir.			X		
Yanak sacları kompleler yerine oturtulur.	X				
Yanak sacı kompleler, alt kapama sacına puntalanır.	X				
Sürgü borusu, yanak sacı kompleler arasına yerleştirilir.			X		
Sürgü borusu, yanak sacı komplelere kaynatılır.	X				
2 adet destek profili aparata yerleştirilir.			X		

Çizelge 4.6 'nın devamı

Destek profillerinin yeri kontrol edilir.		X			
Destek profilleri, taban sacına ve alt saca puntalanır.	X				
Üst kapama sacının, köşeleri boşaltılır.	X				
Üst kapama sacı, yanak komplelere puntalanır.	X				
Silindir bağlantı kulakları arasındaki parça sökülür.	X				
Üst kapama sacı, yanak komplelere kaynaklanır.	X				
Destek profilleri, üst orta saca kaynaklanır.	X				
Alt ara sac, yanak komplelere kaynaklanır.	X				
Temizlik yapılır ve taşlama yapılır, aparat açılır.	X				
Oluşan parça, vinçle kaldırılır ve aparata dayanır.			X		
Yanak sacı kompleler, alt kapama sacına kaynaklanır.	X				
Deformasyonu engelleyici parçalar sökülür ve altında kalan kaynaklar tamamlanır.	X				
Alt kapama sacının alt köşeleri O ₂ ile boşaltılır.	X				
Boşaltılan yerlerin kaynakları tamamlanır.	X				
Alt kapama sacı, sürgü borusuna kaynaklanır.	X				
Eksik işlemler kontrol edilir.		X			

Arka kapakta bulunan kepçenin üretilmesinde, öncelikle kepçenin oluşturulması yer almaktadır. Kepçe montaj bölümünde oluşturulurken kalite kontrol elemanı tarafından örnekleme kontrolü, sonrasında keskin yüzeylerinin taşlanması yapılmaktadır. Kepçenin fonksiyonunu yerine getirip getiremediği son kalite kontrol esnasında % 100 fonksiyonel test yapılarak kontrol edilmektedir. Keskin yüzeylerin taşlama yapılarak giderilmesinden sonra pürüzlerin ortadan kaldırılması için kumlama yapılmaktadır. Kumlama yapılmadan astar boya yapılacak olursa bu pürüzler görünüm bozukluğuna neden olacaktır. Şekil 4.4 'te kepçe resmi görülmektedir. Kepçenin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.7 'de verilmiştir.



Şekil 4.4 Kepçe

Çizelge 4.7 Kepçe Komplenin Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Kepçe taban sacı aparata yerleştirilir.			X		
Kepçe yanak sacı dış aparata yerleştirilir.			X		
Yataklama burcu, grasörlükle birleştirilir ve aparata yerleştirilir.	X				
Silindir bağlantı burçları aparata yerleştirilir.			X		
Kepçe yanak sacı iç aparata yerleştirilir.			X		
Kepçe yanak sacları arasındaki ölçü kontrol edilir.		X			
Kepçe uç profili taban sacına puntalanır.	X				
Kepçe ara takviyeleri, taban sacına puntalanır.	X				
Kepçe ara profili aparata yerleştirilir.			X		
Kepçe yanak sacları taban sacına puntalanır.	X				
Yanak sacı ara profilleri, yanak saclarına puntalanır.	X				
Kepçe ara profili puntalanır.	X				
Yanak sacı ara takviyeleri, yanak saclarına puntalanır.	X				
Kepçe yanak saclarının iç ve dış kaynakları tamamlanır.	X				
Kepçe ara profilinin kaynakları tamamlanır.	X				
Kepçe üst ara profiline, ara takviyelerin temas noktaları işaretlenir.	X				
İşaretlenen yerler boşaltılır.	X				
Kepçe üst ara profili boşaltılır.	X				
Yan kapama sacları puntalanır.	X				
Kepçe yan takviye sacları puntalanır.	X				
Kepçe yan takviyelerinin kesim ve büküm işlemleri tamamlanır.	X				
Kaldırma mapaları puntalanır.	X				
Kepçe dış kaynakları tamamlanır.	X				

Çizelge 4.7 'nin devamı

Kepçe aparattan indirilir.			X		
Taşıma ve temizlik yapılır.	X				
Eksik işlemler kontrol edilir.		X			

Arka kapağın üretimine yan duvarların oluşturulması ile başlanmaktadır. Yan duvarları oluşturulan arka kapağın iskeleti çatılmaktadır. İskelet ile yan duvarlar kaynak ile birleştirilmekte ve kalite kontrol elemanı tarafından örnekleme ile kontrol yapılmaktadır. Bu aşamada birleşim yerleri incelenmektedir. Keskin yüzeylerin taşlanması ardından, kumlama işlemi yapılmaktadır. Kumlama işlemi arka kapağın astarlanması takip etmektedir. Arka kapak yan duvarlarının oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.8 'de, arka kapağın çatılmasının iş akışı Çizelge 4.9 'da, arka kapağın kaynak edilmesinin iş akışı Çizelge 4.10 'da verilmiştir.

Çizelge 4.8 Arka Kapak yan duvarların oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Yan duvar sacları, konsol sacı ve kızak lamaları aparata yerleştirilir.			X		
Yan duvar sacları, konsol sacı ve kızak lamaları birbirine puntalanır.	X				
Yan duvar takviye sacları puntalanır.	X				
Hidrolik silindir bağlantı braketleri puntalanır.	X				
Konteyner silindir çatalları puntalanır.	X				
Arka kapak dayama profili ve dayama takviyeleri puntalanır.	X				
Puntalanan parçalar birbirine kaynak edilir.	X				
Konsol sacları kaynak edilir.	X				
Kızak aralığı kontrol edilir.		X			
Arka kapak yan duvarlar aparattan indirilir.			X		
Kaynaklar kontrol edilir.		X			

Çizelge 4.9 Arka Kapak kompleinin çatılması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Yan duvar sacları birleştirme aparatına konulur.			X		
Kazan sacı birleştirme aparatına konulur.			X		
Kazan sacı ve kazan ilave sacı yan duvarlara puntalanır.	X				
Ön profil sacı yan duvarlara puntalanır.	X				
Sürgü alt sacı yan duvarlara puntalanır.	X				
Yan duvar ara mesafesi ölçülür.		X			
Arka kapak kaldırma mapaları kaynak edilir.	X				
Arka kapak üst kulaklar kaynak edilir.	X				
Arka kapak yan duvarların iç bölümüne kızak takviye sacı konulur.	X				
Arka kapak aparattan indirilir.			X		

Çizelge 4.10 Arka Kapak Kompleinin kaynak edilmesi

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Arka kapak ters konulur.			X		
Kazan dış takviyeler kaynak edilir.	X				
Kazan dış kaynakları tamamlanır.	X				
Arka kapak düz çevrilir.			X		
Kazan iç kaynaklar tamamlanır.	X				
Sürgü alt sacı kaynak edilir.	X				
Ön profil kaynakları tamamlanır.	X				
Yan duvar dış kaynaklar tamamlanır.	X				
Sızdırmazlık conta yuvaları kaynak edilir.	X				
Labirent sacları kaynak edilir.	X				
Stop lamba muhafazaları kaynak edilir.	X				
Döner lamba sacı kaynak edilir.	X				
Sürgü kızak aralığı kontrol edilir.		X			
Yan duvarlar arası mesafe kontrol edilir.		X			
Konsol kulakları arası kontrol edilir.		X			
Keskin yüzeyler ve kaynak sıçramaları taşlanır ve temizlenir.	X				

Hidrolik sıkıştırılmalı çöp kasalarında bulunan yağ tankının üretiminde öncelikle, yağ tankının oluşturulması yer almaktadır. Prototip olarak ölçü ve hacim kontrolü

yapılmakta, ardından yapılan kumlama işlemi ile de yüzeylerde bulunan istenmeyen pürüzler önlenmiş olmaktadır. Yağ tankında izleyen süreçte astarlama işlemi uygulanmakta ve sonrasında yağ tankı hidrolik montajı yapılmaktadır. Yağ tankının oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.11 'de, yağ tankı hidrolik tesisat montajının iş akışı Çizelge 4.12 'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Yağ Tankı Komplenin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Yağ tankı bölme saclarının, ön ve arka saca kaynak edilerek, tankın oluşturulması.	X				
Yağ tankı kapak borusunun kaynak edilmesi.	X				
Yağ tankı manşonlarının kaynak edilmesi.	X				
Yük tutma valf sacının kaynak edilmesi.	X				
Havalandırma borusunun kaynak edilmesi.	X				
Kaynakların kontrolü.		X			

Çizelge 4.12 Yağ Tankı Hidrolik Tesisat Montajı

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Öncelikle kaynak bölümünden gelen yağ tankı iç temizliği kontrol edilir.		X			
2'li yön denetim valfi yağ tankına civatalar ile bağlanır.	X				
Arka kapak indirme için hidrolik boru valfe bağlanır.	X				
Arka kapak kaldırma için hidrolik boru valfe bağlanır.	X				
Perde ileri için hidrolik boru valfe bağlanır.	X				
Perde geri için hidrolik boru valfe bağlanır.	X				
Dönüş filtresi yağ tankına monte edilir.	X				
3'lü valf basınç için hidrolik boru valfe bağlanır.	X				
3'lü valf dönüş için hidrolik boru valfe ve dönüş filtresine bağlanır.	X				
Yük tutma valfi perde, basınç hattına bağlanır. Yağ tankına dönüş için boru bağlanır.	X				
Emiş filtresi bağlanır	X				
Küresel yatak ve hortum ucu monte edilir.	X				
Boru ve hortum bağlantıları monte edilir.	X				

Konteyner sisteminde yer alan emniyet dayamasının üretilmesi kaynak operatörünün emniyet dayamasını oluşturması ile başlamakta, pürüzlü yüzeylerin giderilmesi için kumlama yapılmaktadır. Kontrol işleminin bulunmadığı emniyet dayamasında son işlem olarak astarlama yapılmaktadır. Emniyet dayamasının oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.13 'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Emniyet Dayaması Komplenin Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Burç, dikey boruya kaynaklanır.	X				
Yatay boruya, kapama sacları kaynaklanır.	X				
Dikey borular, yatay boruya kaynaklanır.	X				
Emniyet dayamasının yerleşim ölçüleri ve açıklığı kontrol edilir.		X			
Taşlama ve temizlik yapılır.	X				

Arka kapakta yer alan çalışanların üzerinde durduğu basamak üretiminde, ilk olarak basamak oluşturulmakta, ardından yüzeydeki bozuklukları gidermek üzere kumlama yapılmaktadır. Kumlamanın ardından basamak için astarlama işlemi yapılmaktadır. Basamağın oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.14 'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Basamak Komplenin Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Basamak çerçevesi aparata yerleştirilir.			X		
Basamak çerçeve ilavesi, basamak çerçevesine kaynatılır.	X				
Basamak konsolları kaynatılır.	X				
Basamak çerçevesinin genişliği ölçülür.		X			
Ara takviyeler kaynatılır.	X				
Basamak sacı kaynatılır.	X				
Ara profil kaynatılır.	X				
Basamak profili açılı sağ kaynatılır.	X				
Basamak profili açılı sol kaynatılır.	X				

Çizelge 4.14 'ün devamı

İç takviyeler kaynatılır.	X				
Bayrak takviyeler kaynatılır.	X				

Konteyneri kaldırıp çöplerin çöp toplama haznesine boşaltılmasını sağlayan konteyner sisteminin üretiminde öncelikle konteyner kolları oluşturulmaktadır. Konteyner kolları konteyneri kaldırma esnasında yardımcı olmaktadır. Konteynerin konteyner kollarına tutturulduktan sonra kaldırılması esnasında hareketini kısıtlamak üzere konteyneri sabitleyecek konteyner barası oluşturulmaktadır. Konteyner tutma kolunun ve barasının kumlanmasından sonra astarlama yapılmaktadır. Konteyner sisteminin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.15 'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 Konteyner Sisteminin (400, 800, 1100, Bidon Kaldırma, Plastik)
Oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	⊐	▽
Kutu profil aparata yerleştirilir.			X		
Menteşeler konteyner kaldırma sacına kaynatılır.	X				
Konteyner kaldırma sacı aparata yerleştirilir.			X		
Kutu profil aparata yerleştirilir.			X		
Boru aparata yerleştirilir.			X		
Tahdit flanşı boruya geçirilir	X				
Kaldırma kolu yatağı boruya geçirilir.	X				
Askı saçı-iç aparata yerleştirilir.			X		
Askı saçı-dış aparata yerleştirilir.			X		
Askı saçı içler arasındaki mesafe kontrol edilir.		X			
Askı saçı-iç ve askı saçı-dış arasındaki mesafe kontrol edilir.		X			
Tüm parçaların kaynakları tamamlanır.	X				
Çevirme laması kaldırma kolu yatağına kaynatılır.	X				
Konteyner koluna burç-1 ve burç-2 kaynatılır.	X				
Konteyner kolu boruya kaynatılır.	X				
Kam laması boruya kaynatılır.	X				
Kam destek laması boruya kaynatılır.	X				
Mil menteşe kutu profile kaynatılır.	X				

Hidrolik sıkıştırılmalı çöp kasaları için bileşenlerin üretiminden sonra montaj işlemine geçilmektedir. Konteyner silindiri, teleskopik silindir, arka kapak silindiri, sürgü ve kepçe silindiri montajı yapılmaktadır. Montajların yapılması sonrasında operatör tarafından % 100 ve kalite kontrol elemanı tarafından örnekleme ile kontrol edilmekte ve astarlanmaktadır. Kıpçe hidrolik silindirinin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.16 'da, sürgü hidrolik silindirinin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.17 'de, arka kapak hidrolik silindirinin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.18 'de, teleskopik hidrolik silindirinin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.19 'da, konteyner hidrolik silindirinin oluşturulmasının iş akışı Çizelge 4.20 'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Kıpçe Hidrolik Silindirinin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Piston kapatma ve açma delikleri matkap ile açılır.	X				
Mazot banyosundan silindir borusu alınır.			X		
Elektrot kaynağı ile sac kapak monte edilir.	X				
Kapatma deliğinin üzerine dirsek rekoru elektrot kaynağı ile monte edilir.	X				
Silindir borusu üzerine açma deliği ve kapatma deliği üzerinden manşon (açma deliği için düzgün manşon, kapatma deliği için kör manşon) takılır. Kaynak ile monte edilir.	X				
Dirsek rekoru ile kör manşon arasına boru kaynatılır.	X				
Kulak sac kapak üzerine kaynak ile monte edilir.	X				
Çatal ayak elektrot kaynağı ile mile alından kaynak yapılır.	X				
Yatağa toz keçesi ve bronz bilezik montajı yapılır.	X				
Yatak mil üzerine takılır.	X				

Çizelge 4.17 Sürgü Hidrolik Silindirinin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Piston kapatma ve açma delikleri matkap ile açılır.	X				
Mazot banyosundan silindir borusu alınır.			X		
Elektrot kaynağı ile sac kapak monte edilir.	X				

Çizelge 4.17 'nin devamı

Kapatma deliğinin üzerine dirsek rekoru elektrot kaynağı ile monte edilir.	X				
Silindir borusu üzerine açma deliği ve kapatma deliği üzerinden manşon takılır. Kaynak ile monte edilir.	X				
Dirsek rekoru ile kör manşon arasına boru kaynatılır.	X				
Kulak sac kapak üzerine kaynak ile monte edilir.	X				
Çatal ayak elektrot kaynağı ile mile alından kaynak yapılır.	X				
Yatağa toz keçesi ve bronz bilezik montajı yapılır.	X				
Yatak mil üzerine takılır.	X				

Çizelge 4.18 Arka Kapak Hidrolik Silindirinin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Piston kapatma ve açma delikleri matkap ile açılır.	X				
Mazot banyosundan silindir borusu alınır.			X		
Elektrot kaynağı ile sac kapak monte edilir.	X				
Kapatma deliğinin üzerine dirsek rekoru elektrot kaynağı ile monte edilir.	X				
Silindir borusu üzerine açma deliği üzerinden takoz takılır. Kaynak ile monte edilir.	X				
Dirsek rekoru ile takoz arasına boru kaynatılır.	X				
Kulak sac kapak üzerine kaynak ile monte edilir.	X				
Çatal ayak elektrot kaynağı ile mile alından kaynak yapılır.	X				
Yatağa toz keçesi ve bronz bilezik montajı yapılır.	X				
Yatak mil üzerine takılır.	X				

Çizelge 4.19 Teleskopik Hidrolik Silindirinin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Boru kulaktaki üç delikten büyük olanına kaynatılır.	X				
Boru üzerinden teleskopik mil geçirilir. Uçtaki kulağa kaynatılır, diğer uçtan ise boru sac parça ile mile içten kaynatılır.	X				
Yatak üzerine toz keçesi ve U keçesi takıldıktan sonra mil üzerinden geçirilir.	X				

Çizelge 4.19 'un devamı

Piston takılır, piston üzerindeki segmanlar, segman aparatı yardımıyla monte edilir.	X				
Silindir borusu üzerine geçirilir.	X				
2-3-4 adımları 5. adımda elde edilen silindir borusu teleskopik mil olarak düşünülerek 1 kez daha tekrar edilir.	X				

Çizelge 4.20 Konteyner Hidrolik Silindirinin oluşturulması

İŞİN TANIMI	○	□	⇒	D	▽
Piston kapatma ve açma delikleri matkap ile açılır.	X				
Mazot banyosundan silindir borusu alınır.			X		
Elektrot kaynağı ile sac kapak monte edilir.	X				
Kapatma deliğinin üzerine dirsek rekoru elektrot kaynağı ile monte edilir.	X				
Silindir borusu üzerine açma deliği ve kapatma deliği üzerinden manşon takılır. Kaynak ile monte edilir.	X				
Dirsek rekoru ile kör manşon arasına boru kaynatılır.	X				
Kulak sac kapak üzerine kaynak ile monte edilir.	X				
Çatal ayak elektrot kaynağı ile mile alından kaynak yapılır.	X				
Yatağa toz keçesi ve bronz bilezik montajı yapılır.	X				
Yatak mil üzerine takılır.	X				

Mekanik montaj bölümünde üretilen kepçenin arka kapağa montajı yer almaktadır. İzleyen süreçte sürgü, kepçe ve arka kapağın sürgü silindiri ile birbirine bağlanması gelmektedir. Oluşturulan perde gövde kızaklarına geçirilmekte, teleskopik silindirin gövde ve perdeye montajı yapılmaktadır. Gövdenin araca bindirilmesi, şasi bağlantılarının yapılmasının ardından arka kapağın gövdeye mafsallanması gelmektedir. Kilitleme düzeni ve emniyet dayaması arka kapağa birleştirilmekte ve iki basamak ve korkuluklar arka kapağa yerleştirilmektedir. Konteyner sisteminde yer alan konteynerin hareketini kısıtlayan konteyner barasının, konteyneri kaldırmaya yarayan kaldırma kollarının, çöp tutma sacının ve dayama borusunun montajı yapılmaktadır. Çamurlukların gövdeye birleştirilmesi, yağ tankının gövdeye

montajı, güvenlik ve ürün etiketlerinin montajı yapılmakta, kalite kontrol elemanı tarafından son kalite kontrol ile işlemler tamamlanmaktadır.

Hidrolik montajda, yağ tankının tesisat montajı, gövde tesisat montajı, arka kapak tesisat montajı ve konteyner tesisat montajı yapılmaktadır. Atölye sorumlusu tarafından yapılan süreç kontrolü ile hidrolik montaj bitirilmektedir.

Elektrik montajda ilk olarak araçtan elektrik alınması ve ön buat montajı yer almaktadır. İzleyen süreçte bobinli valfler arasına hat çekilmektedir. Araç kabini kumanda düğmelerinin, sınır anahtarlarının ve arka buat ve devre kartının, döner lamba, arka aydınlatma ve sinyal lambalarının, elektrik kumanda kutusunun montajı yapılmaktadır. Tüm montaj işlemlerinden sonra atölye sorumlusu tarafından süreç kontrolü yapılarak elektrik montaj tamamlanmaktadır.

Hidrolik sıkıştırımlı çöp kasalarının üretiminde tüm işlemlerden sonra boyama yapılmaktadır. Araç, etiket vb. yerler maskelenmekte, ön temizlik yapılmakta ve gerekli yerlere macun çekilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Sonrasında boyama işlemine geçilmekte ve siparişte istenen yazılar ve süslemeler yapılmaktadır. Tüm bu işlemlerin ardından atölye sorumlusu tarafından kalite kontrolü yapılarak çöp kasalarının üretimi tamamlanmaktadır.

Hidrolik sıkıştırımlı çöp kasalarının çalışma prensibi;

Çöp kamyonu konteynere olabildiğince yakın konuma geldiğinde, konteyner görevli tarafından araca yaklaştırılır. Araçta çöp almak için gerekli tüm donanım ve hidrolik pompa çalışır haldedir. Çöp kamyonunun gövdesi (çöp toplama haznesi), çelik saclardan imal edilmiş olup, U kesitli dikey çelik profillerle desteklidir ve aracın şasisine esnek bağlantılarla birleştirilmiştir. Gövde ön alt bölümünde pis su haznesi ve tahliye düzeneği bulunmaktadır.

Konteyner kaldırma düzeni, mafsal pernelarıyla arka kapağa aynı zamanda konteyner kaldırma barasına radyal hareket vererek çöpün hazneye boşaltılmasını sağlayan hidrolik silindirlere bağlıdır. Konteynerler 120, 240, 400, 800 ve 1100

lt'lik hacimlerde olabilirler. Geniş hacimli hidrolift kaldırma sistemi ($4m^3-6m^3$) konteynerlerdeki çöpü yüklemek üzere yine iki hidrolik silindir tarafından hareket ettirilen iki hidrolift koldan ve zincirden oluşmaktadır. Standart konteyner kaldırma düzeninde aynı işlemi gören konteyner kaldırma barasına birleşik “plastik konteyner kaldırma düzeni” bulunmaktadır. Plastik konteynerleri kaldırmak için kaldırma barasının radyal hareketinin yanısıra konteyner tutma kollarının da radyal hareketi söz konusudur. Konteyner kaldırma kolları DIN 30720 'ye uygun konteynerleri kaldırmak için tasarlanmıştır. Ayrıca EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. kaldırma kollarını özel konteynerler için de tasarlayabilmektedir.

Konteynerin her iki yanında kaldırılmasına yardımcı olan kaynak bağlantılı konteyner kulakları bulunmaktadır. Gücünü, araçta çalışmakta olan pompadan alan ve hidrolik olarak, manuel hareket ettirilen konteyner tutma kollarının, konteyner kulaklarına geçirilmektedir. Tutma kolları altındaki “konteyner kaldırma barası”nın konteynere ön alt kısımdan destek sağlaması ile hidrolik valf yolu, kumanda kolu açılarak hidrolik olarak konteynerin yaklaşık 150^0 açı ile kaldırılıp içindeki çöplerin ön hazneye boşaltılması sağlanmaktadır. Çöp boşaltma işlemi aracın arka bölümünde konteyner tutma kollarının hareketini sağlayan ve iki yanda bir adet olmak üzere iki çift-etkili piston aracılığı ile yapılmaktadır. Görevli çöp boşaltıldıktan sonra uygun valfi kumanda kolu aracılığıyla uygun pozisyona getirmekte ve boş konteynerin mevcut baş aşağı konumundan tekrar yere indirilmesini sağlamaktadır. Konteyner tutma kollarının konteyneri bırakması görevliler tarafından sağlanmaktadır. Konteynerin uzaklaştırılması ile konteyner tutma kolları, bir sonraki çöpü alma işlemine kadar aracın arkasındaki (park pozisyonuna) yerlerine alınmaktadır.

Bu sırada çöp gövdededir ve bu bölümün bir sonraki konteynerin çöpünü alabilmesi için boşaltılması gerekmektedir. Bu işlem arka kapak ve üzerindeki aparatlarla sağlanabilmektedir. Arka kapak, gövdeye arka üstten slotlu menteşe ile bağlıdır ve arka kapak kaldırma silindirleri aracılığıyla yukarıya doğru açılmaktadır. Arka kapak kapatıldığında otomatik olarak kilitlenebilmektedir. Slot kulaklar, kilitleme kancaları ve hidrolik silindirler aynı ekseninde yerleştirilerek kasıntılar ve çarpılmalar önlenmektedir. Gövdeden kirli suyun dışarıya sızmamaları için arka kapağa özel

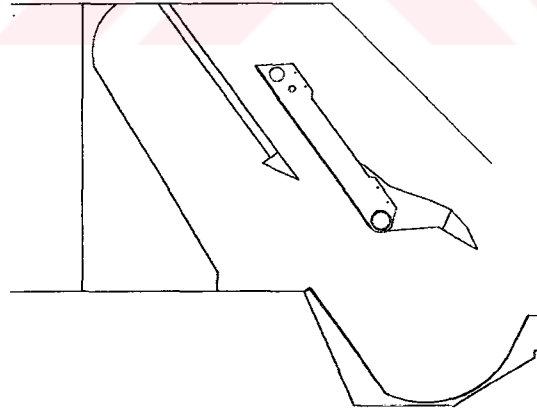
profilli, asitlerden etkilenmeyecek ve kolay değiştirilebilen lastik conta takılmıştır. Sıkıştırma mekanizması, arka kapak yan duvarlarındaki dolu çelik malzemedен kızaklar içinde doğrusal hareket eden bir sürgü ile bunun ucunda dönerek hareket eden ve yükleme haznesindeki çöpi süpüren bir kepçeden oluşmaktadır. Sürgü silindirleri, arka kapak yan duvarlarının dışına yerleştirilerek çöple teması engellemekte ve silindirlerin itme kuvveti ile sıkıştırma sağlanmaktadır.

Sıkıştırma çevrimi yaklaşık olarak 25–30 saniye sürmektedir (sipariş şartnamesine göre değişmektedir). Sıkıştırma çevrimi motor devri ile yakından ilişkilidir, gaz verme düzenindeki pnömatik silindirin konumu ile ayarlanmaktadır. Sıkıştırma mekanizmasının her evresi arka manuel kollar ile kumanda edilmekte veya sıkıştırma çevrimi kontrol kutusu ile otomatik olarak çalıştırılmaktadır.

Sıkıştırma mekanizması dört evreyi içermektedir:

1. Evre: Kepçe radyal olarak açılmaktadır.

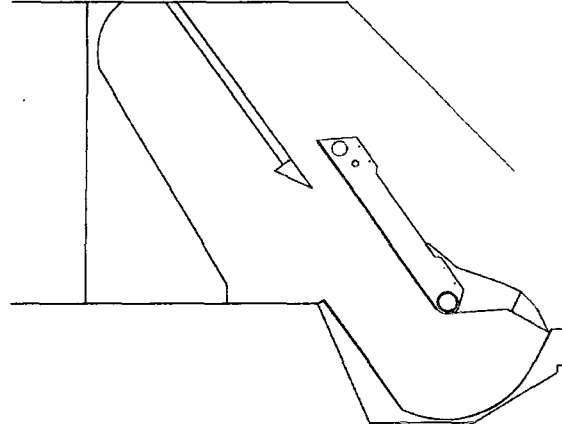
- Kepçe, sürgü ve kepçeye bağlı kepçe hidrolik silindirlerinin açılması ile radyal olarak yukarı doğru hareket etmektedir.



Şekil 4.5 Kepçenin Çalışması (1. evre)

2. Evre: Sürgü doğrusal olarak aşağı inmektedir.

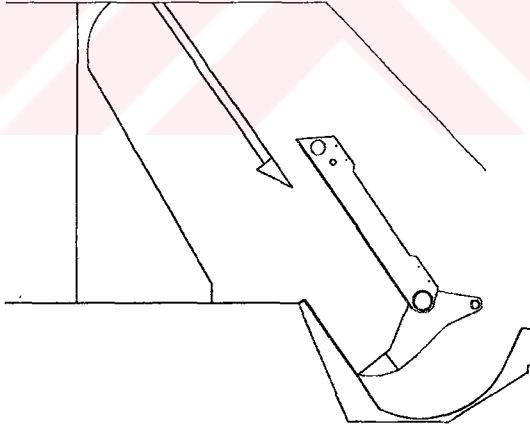
- Sürgü, sürgü ve arka kapağa bağlı sürgü hidrolik silindirlerinin açılması ile doğrusal olarak aşağı doğru hareket etmektedir.



Şekil 4.6 Kepçenin Çalışması (2. evre)

3. Evre: Kepçe radyal olarak kapanmaktadır.

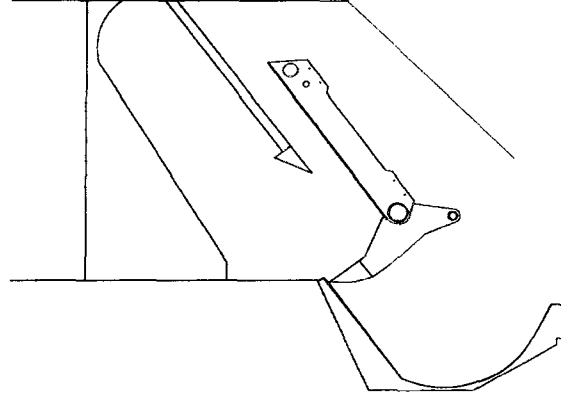
- Kepçe, sürgü ve kepçeye bağlı kepçe hidrolik silindirlerinin kapanması ile haznedeki çöpü gövdenin içerisine süpürmektedir.



Şekil 4.7 Kepçenin Çalışması (3. evre)

4. Evre: Sürgü doğrusal olarak yukarı çıkmaktadır.

- Sürgü, sürgü ve arka kapağa bağlı sürgü hidrolik silindirlerinin kapanması ile çöpü sıkıştırma-boşaltma perdesi ile kepçe arasında sıkıştırarak şekilde doğrusal olarak yukarı doğru hareket etmektedir.



Şekil 4.8 Kepçenin Çalışması (4.evre)

Kızaklar, kalın sürgü pabuçları aşınmaya dayanıklı, petro-kimya malzemedendir. Kızağın açık tür olması sürgü pabuçlarının dışarıdan rahatlıkla değiştirilmesini sağlamaktadır. Sürgünün istenen ekseninde kayması için dört merkezleme pabucu bulunmaktadır. Arka kapakla gövde arasında bakım yapılırken güvenlik için menteşeli ve tek taraftan açılabilen emniyet dayaması mevcuttur. Arka kapak silindirlere üzerinde kapak açıkken hortum patlaması da dahil herhangi bir arıza nedeniyle düşmesini önleyen emniyet valfi bulunmaktadır. Arka kapakta iki adet katlanır işçi basamağı yer almaktadır.

Gövde içinde toplanan çöplerin, her iki yandaki kepçe ve sürgü silindirlere aracılığıyla sıralı manuel/elektropnömatik olarak ilgili kumanda kolunun hareket ettirilmesi veya görevli tarafından devre iletim elemanları aracılığıyla çift etkili hidrolik silindirlere iletilmesi ve kepçenin dönme hareketi yapmasıyla gövde içersine alınması, kepçe ve sürgü pistonlarının yine manuel/elektropnömatik ve tersi hareketle ilk konumu almaları sağlanmaktadır.

Bu hareketlerin tekrarlanması sonucu gövde içersine sürekli aktarılmakta olan çöpler, teleskopik silindir sıkıştırma perdesini gövde içersinde tabakanın üzerinde, raylar üstünde hareket ettirmektedir. Gövde boş iken perde arka tarafta bulunmaktadır. Arka kapakta çöp sıkıştırıldığında yük tutma valfi aracılığıyla perde

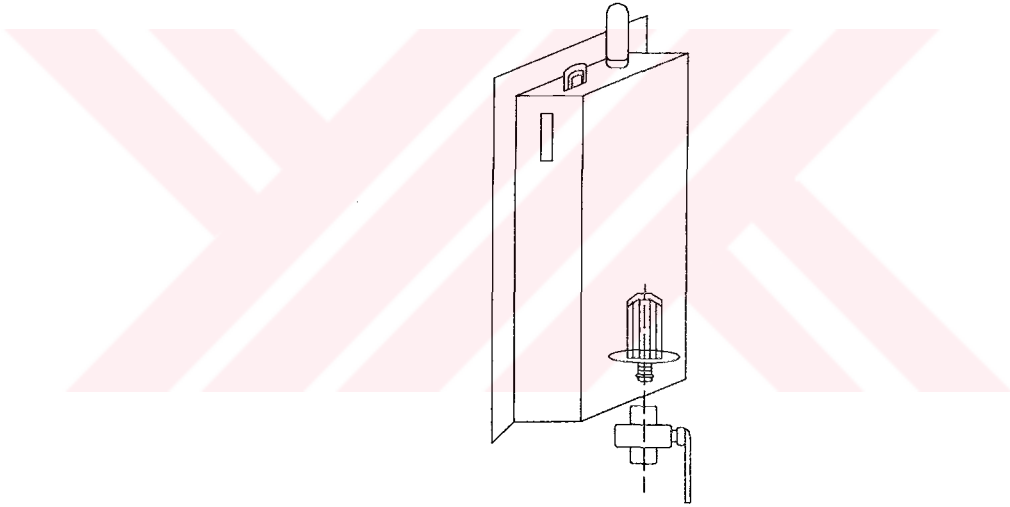
kendiliğinden ön tarafa doğru hareket etmektedir. Perde aşınmaya ve asitlere dayanıklı kolay monte edilebilir yapıda poliyamid pabuçlara sahiptir. Çöple dolu olan araç çöp boşaltma noktasına geldiğinde, aracın her iki yanında yer alan arka kapak kaldırma silindirleri ile arka kapağın komple açılması sağlanmaktadır. Bu halde teleskopik silindir mesnetli olduğu boşaltma perdesini kumanda ederek, çöpü aracın arkasına doğru itmekte ve boşaltılmasını sağlamaktadır. Boşaltma veya diğer tüm işlemlerde hidrolik pompa güç ihtiyacındaki artma veya azalma gaz verme butonuyla manuel veya otomatik olarak sağlanmaktadır. Bu halde açık pozisyondaki arka kapak, arka kapak kaldırma silindirlerinin geri hareketi ile gövde üzerine kapanmakta ve çöp aracı, çöp almaya hazır konumuna gelmektedir.

Hidrolik sıkıştırılmalı çöp kasalarını meydana getiren hidrolik ve kumanda donanımları incelendiğinde;

Hidrolik güç, araç vites kutusuna takılan P.T.O. ile alınan hareketin hidrolik pompaya iletilmesiyle sağlanmaktadır. Pompa kapasitesi, arka kapaktaki ayarlanan sıkıştırma devrine göre seçilmektedir. P.T.O. araç kabininden kumanda edilmektedir. Hidrolik yağ tankının üzerinde 125 µ emiş filtresi, 25 µ dönüş filtresi, havalandırılmalı kapak, seviye ve sıcaklık göstergesi ve emiş hattında küresel vana ve tahliye tıpası bulunmaktadır. Tüm hidrolik silindir boruları DIN 2391 C 'ye göre soğuk çekim, normalize edilmiş ve fosfat kaplanmış borulardan oluşmaktadır. Tüm bağlantılar EO tipidir ve basınç hortumları SAE 100 R2 'ye, emiş hortumu ise SAE 100 R4 'e uygundur. Hidrolik silindirlerin tasarımı ve imalatı EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. tarafından yapılmaktadır. Gövdenin ön solunda yer alan ikili yön denetim valfi, arka kapak ve perdenin hareketlerini manuel olarak, arka kapaktaki üçlü yön denetim valfi ise; sürgü, kepçe ve konteyner düzeninin hareketlerini hem manuel, hem de elektro pnömatik olarak kumanda etmektedir.

Hidrolik kumandalı çöp yükleme düzeni yardımıyla yükleme haznesine doldurulan çöpler, arka kapak sağ yanda bulunan tek bir düğmeye basılarak sürgü-kepçe düzeninin çalışmasıyla gövde içine alınmaktadır. Sürgü ve kepçe hareketlerinin sınırları limit ve basınç anahtarlarıyla sağlanmakta, böylece kullanılan güç verimli bir şekilde kuvvet gereken yere tatbik edilmektedir. Kumanda devresinde,

sıkıştırmanın çalıştırma düğmesine basıldığında bir kez veya sürekli yapılabilmesi seçeneği ile sıkıştırma sırasında araç motor devrini yükselten otomatik gaz verme sistemi, şoför uyarı düdüğü ve acil durum stop düğmesi bulunmaktadır. Hidrolik donanım ve kumanda sistemi acil durum düğmesine basıldığında arka kapaktaki sıkıştırma işlemi hareketlerinin geriye dönerek başlangıç konumunda durmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sıkıştırma işlemi hareketlerinin her adımı arka kapak sağ yanında bulunan üç adet kumanda kolu yardımıyla tek tek, tüm hareketlerin her iki yönüne yapılabilecek şekilde elle kumanda edilebilmektedir. Boşaltma için kasa önünde bulunan kumanda kolları ile arka kapak açılmakta ve boşaltma perdesi arkaya doğru hareket ettirilmektedir. Hidrolik donanım Şekil 4.9 'da görülmektedir.



Şekil 4.9 Hidrolik Donanım

Hidrolik sıkıştırırmalı çöp kasalarını meydana getiren parçaların incelenmesinden sonra, kalite planında yer alan tüm bileşenler için Tasarım FMEA çalışması yapılmıştır. Öncelikle bileşenlerin işlevleri belirlenmiştir. Çıkabilecek olası hatalar tanımlanmış, hataların oluşmasını etkileyen nedenler ve bu hataların etkileri listelenmiştir. Etkiler göz önüne alınarak hataların müşteri için önemleri belirlenmiştir. Müşteri, Tasarım FMEA 'da bir sonraki süreç, Süreç FMEA 'da ise ürünün son kullanıcısıdır. Tanımlanan hataların meydana gelme olasılıkları

derecelendirilmiş ve bu derecelendirme sonucunda hatanın özelliğine karar verilmiştir. Bu kararın verilmesinde önem ve oluşma olasılıkları dikkate alınmıştır.

Olası hataların müşteriye ulaşmadan, yapılan kontroller aracılığıyla tespit edilmesi derecelendirilmiş ve önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine bağlı olarak risk öncelik sayısı (RPN) bulunmuştur.

$$\text{Risk Öncelik Sayısı} = \text{Önem} \times \text{Oluşma Olasılığı} \times \text{Keşfedilebilirlik}$$

RPN değerlerinin bulunması ile her bir bileşen için pareto diyagramı çizilmiştir. Firma kümülatif RPN 'de % 80 'i sınır olarak kabul etmektedir. Eğer hataların kümülatif RPN 'leri % 80 ve üzeri bir değer ise, bu hatalar için önlem alınması gerekmektedir. Alınan önlemler ve bu çalışmaları gerçekleştirecek sorumlular belirlenmekte hatalara ait önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri yeniden değerlendirilmektedir. Bu değerlere bağlı olarak hesaplanan RPN değerinde ve hatanın risk önceliğinde azalmanın olduğu görülmektedir.

BOYA

Boya bölümü incelenmiş, olası hatalar, nedenleri ve etkileri listelenmiştir.

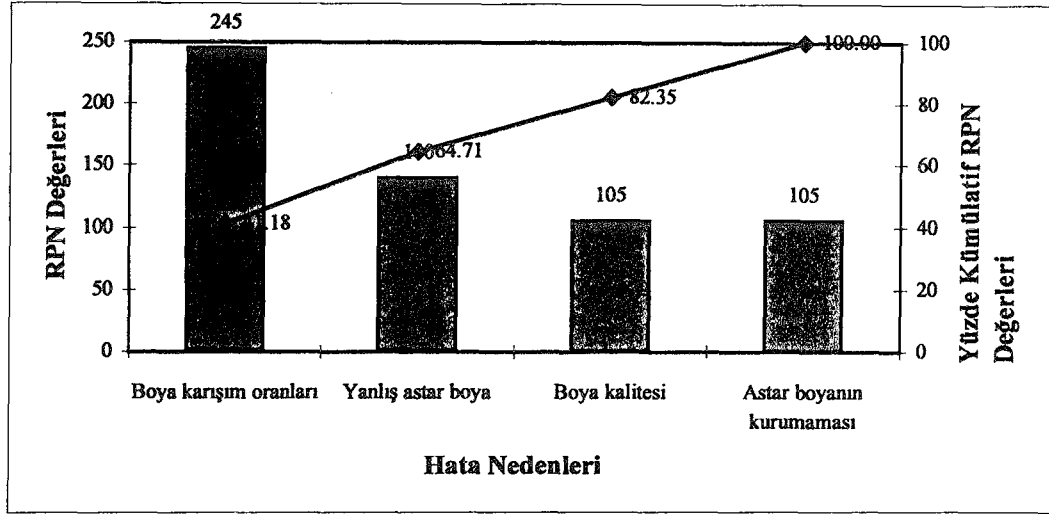
<u>Hata türü</u>	<u>Hatanın Etkisi</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Bölgesel boya arızası	-Kısa sürede korozyon oluşur -Estetik görüntü problemi -Müşteri memnuniyetsizliği	-Boya kalitesinin yetersiz olması -Astar boyanın tam olarak kurumaması -Yanlış astar boya seçimi -Boya karışım oranlarının iyi ayarlanmaması

Boya için yapılan Tasarım FMEA çalışması Ek 5 'te verilmiştir. Olası hata olarak bölgesel boya arızası belirlenmiştir. Bu hatanın nedenleri ve etkileri üzerinde durulmuştur. Kısa sürede korozyona, estetik görüntü problemine ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olan bu hatanın boya kalitesinden, astar boya özelliklerinden ve boya karışım oranlarının ayarlanamamasından kaynaklandığı saptanmıştır. Bu bölümde mevcut kontrol olarak gözle kontrol yapılmaktadır.

Olası hatanın müşteriye olabilecek etkileri değerlendirilmiş ve önem puanları Tasarım FMEA Önem Değerlendirme çizelgesine göre verilmiştir. Hatanın oluşma sıklıkları ve keşfedilebilirlik değerleri Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı ve Tasarım FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme çizelgelerine göre derecelendirilmiş ve bu değerlere bağlı olarak RPN değerleri hesaplanmıştır. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki 5 olarak belirlenmiştir. Hatanın boya kalitesinin yetersiz olmasından, astar boyanın tam olarak kurumamasından dolayı oluşma sıklığı 3, yanlış boya seçimi sonucunda meydana gelme olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontroller ile hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilme olasılığı 7 olarak belirlenmiştir. Bulunan RPN değerlerine göre pareto diyagramı çizilmiştir ve Şekil 4.10 'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.21 Boya İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Boya karışım oranları	245	41.18	41.18
Yanlış astar boya	140	23.53	64.71
Boya kalitesi	105	17.65	82.35
Astar boyanın kurumaması	105	17.65	100.00



Şekil 4.10 Boya için Pareto Diyagramı

Pareto diyagramına göre % 80 sınırında olan hatalar, bu hatalar için öneriler ve bu önerileri yerine getirmekle sorumlu bölümler belirlenmiştir.

Boya kalitesinin yetersizliği için boyalarda giriş kalite kontrol ve boyalarda ömür kontrolü yapılması önerilmiştir. Bu çalışmaların yapılmasından sorumlu bölüm Kalite Güvence Bölümü'dür. Çalışma sonucunda hatanın oluşma olasılığı ve hatanın müşteriye ulaşma olasılığı azaltılmıştır. Yeni RPN değeri 60 olarak hesaplanmıştır.

Astar boyanın tam olarak kurumaması sonucu oluşan bölgesel boya arızasının oluşma olasılığı giriş kalite kontrol ve fırın kullanımı veya kurumayı hızlandırıcı malzeme kullanımı ile azaltılmıştır.

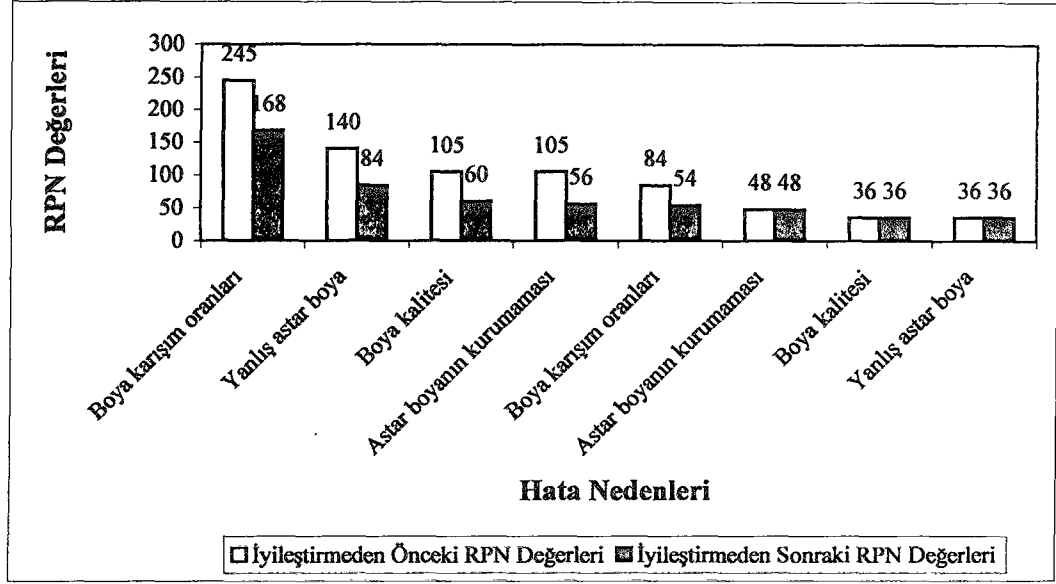
Diğer bir neden olan yanlış astar boya seçiminin risk öncelik sayısı Proje Bölümü tarafından ürün ağaçlarında kullanılacak astar boyanın özelliklerinin verilmesi ve imalat iş emirlerinde veya mühendislik talimatlarında kullanılacak astar boya türü veya boya bileşiminin verilmesi ile 140 'dan 84 'e düşürülmüştür. Alınan önlemler ile hatanın müşteri için önemi ve oluşma olasılığı azaltılmıştır.

Kalite Güvence Bölümü tarafından gerçekleştirilecek olan boya karışımları için oranların işlem talimatlarında verilmesi ve boya karışımları için ölçek kullanılması ile boya karışım oranlarının ayarlanmasında karşılaşılan hatalar önlenmiş olacaktır.

Boya için yapılan FMEA çalışması ile mevcut durum değerlendirilmiş, çıkması olası hatalar, bu hataların oluşma nedenleri ve oluşmaları durumunda meydana getirecekleri etkiler göz önünde bulundurulmuştur. Hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki, oluşma olasılıkları ve mevcut kontroller ile fark edilme olasılıkları derecelendirilmiştir. Bulunan bu değerlere bağlı olarak hesaplanan RPN değerleri yüksek olduğu için bu hataların önemini, oluşma olasılığını azaltıcı ya da keşfedilebilirliklerini artırıcı önlemler alınmıştır ve yeniden hatanın oluşma sıklığı, oluşması durumunda yaratacağı etki ve müşteriye gitmeden fark edilebilirliği belirlenmiştir. Bu değerlerin çarpılması ile elde edilen RPN değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.11 'de iyileştirmeden önceki ve iyileştirmeden sonraki durum histogram grafiği aracılığıyla gösterilmektedir.

Çizelge 4.22 Boya İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden Önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden Sonraki RPN Değerleri
Boya karışım oranları	245	168
Yanlış astar boya	140	84
Boya kalitesi	105	60
Astar boyanın kurumaması	105	56
Boya karışım oranları	84	54
Astar boyanın kurumaması	48	48
Boya kalitesi	36	36
Yanlış astar boya	36	36



Şekil 4.11 Boya İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Alınan önlemler ile hataların önem değeri, oluşma olasılığı veya müşteriye ulaşma riski düşürülmüş ve bu değerlere bağlı olarak hesaplanan RPN değerlerinde iyileştirmeler sağlanmıştır. Burada amaç; olası hataları, bunların nedenlerini, etkilerini önceden belirlemek ve bu hataların oluşmaması için gerekli önlemleri almaktır. Böylece hatanın ortaya çıkması durumunda oluşacak kayıplar en aza indirgenmiş olacaktır.

EMNİYET DAYAMASI

Emniyet dayaması için yapılan Tasarım FMEA çalışması formu EK 6 'da verilmiştir. Hatalar, etkileri ve nedenleri listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Ölçüler hatalı	-Yerine oturmaz -Karşılık yuvasına basmaz -Uygun kullanılamaz -Müşteri memnuniyetsizliği	-Yanlış ölçülendirme

Emniyet dayaması incelendiğinde olası hata olarak ölçülerin hatalı olması görülmektedir. Yanlış ölçülendirmeden kaynaklanan bu hatanın etkileri; yerine oturmaz, karşılık yuvasına basmaz, uygun kullanılamaz olarak belirlenmiştir. Tüm bu etkiler müşteri memnuniyetsizliğini de beraberinde getirmektedir. Mevcut kontrolün bulunmaması bu hatanın müşteriye ulaşma olasılığını arttırmaktadır. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki Tasarım FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre, hatanın meydana gelme sıklığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre derecelendirilmektedir. Tasarım FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre hatanın müşteriye ulaşmadan önlenmesi olasılığı da belirlendikten sonra, bu değerlerin çarpılması ile bulunan RPN değerine bakılmaktadır. Hatanın hesaplanan RPN değeri fazla çıkmamıştır. Ancak bu bölümde mevcut kontrol bulunmadığından ilk olarak kontrol önerilmiştir. Bunun sonucunda RPN değerinde bir iyileşme görülmüştür. RPN değeri 60 'dan 42 'ye düşmüştür.

GÖVDE

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Gövde iç ölçüleri küçük	-Perde girmez -Perde sürtebilir -Müşteri memnuniyetsizliği	-Sac ölçüleri hatalı

- Gövde iç ölçüleri büyük
- Perde boşluğu artar
- Sac ölçüleri hatalı
- Deformasyon oluşabilir
- Çöp perdenin arkasına geçer
- Müşteri memnuniyetsizliği

EK 7 'de verilen gövde için Tasarım FMEA formu incelendiğinde, iç ölçülerin hatalı olması durumu ile karşılaşmıştır. Ölçülerin küçük olması durumunda perdenin girmeyeceği, sürtebileceği düşünülmüş ve önemi Tasarım FMEA Önem Değerlendirme çizelgesinden 8 olarak belirlenmiştir. % 100 kontrol ve % 100 fonksiyonel test yapıldığından bu hatanın müşteriye ulaşmadan keşfedilebilirliği yüksektir. Önem değerinin yüksek olması hata için önlem alınması gerekliliğini ortaya koymuştur. Ama bu durum için öneri bulunamamıştır.

Gövde iç ölçülerinin büyük olması durumunda perde boşluğu artmakta, deformasyon oluşmakta, çöp perdenin arkasına geçmekte ve sonuçta müşteri memnuniyetsizliği oluşmaktadır. Tasarım FMEA Önem ve Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgelerine göre belirlenen hatanın müşteri üzerinde oluşturacağı etki ve hatanın oluşma olasılığı çok yüksek değildir. Mevcut kontrolün etkisi ile hata hemen fark edilebilmektedir. Bu değer de Tasarım FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre 1 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlere göre hesaplanan RPN değerinin yüksek olmadığı görülmektedir. Hata için önlem almaya gereksinim duyulmamaktadır.

SÜRGÜ-KEPÇE

Hata Türü

-Sürgü-Kepçe çevrim süresinin tam olmaması

Hatanın Etkileri

-Sistem arızalı çalışır
-Zaman kaybı
-Müşteri memnuniyetsizliği

Hatanın Nedenleri

-Yanlış pompa seçilmiş
-Yanlış gaz verme devri

-Çevrim hatalı ise	-Çöp sıkıştırılmaz	-Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı
	-Sistem arızalı çalışır	-Araç havası yetersiz
	-Zaman kaybı	-Yanlış switch seçimi
	-Müşteri memnuniyetsizliği	
-Sürgü takozunun çok sık kırılması	-Sistem arızalanır	-Yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi
	-Sürgü-Kepçe, arka kapakta deformasyon oluşur	-Kızak boşluğu fazla verilmiş
	-Müşteri memnuniyetsizliği	-Sistem basıncının çok yüksek ayarlanması

Sürgü-Kepçe için yapılan Tasarım FMEA çalışması ile olası hatalar belirlenmiş ve çalışma EK 8 'de gösterilmiştir. Bunlar: sürgü çevrim süresinin tam olmaması, çevrimin hatalı olması ve sürgü takozunun çok sık kırılmasıdır. Her bir hatanın olası nedenleri ve etkileri belirtilmiştir.

Çevrim süresinin tam olmaması hatasının olası nedenleri, yanlış pompa seçilmiştir ve gaz verme devri yanlıştır. Hatanın olası etkileri, sistemin arızalı çalışması, zaman kaybına yol açması ve müşteri memnuniyetsizliği yaratmasıdır. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki Tasarım FMEA Önem Değerlendirme çizelgesine göre 6 olarak belirlenmiştir. Hata yanlış pompa seçilmesi sonucu oluşuyorsa, hatanın ortaya çıkma olasılığı 2, gaz verme devrinin yanlış olması sonucunda ortaya çıkma olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontroller ile hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilme olasılığı 3 olarak verilmiştir.

Bir diğer hata ise çevrimin hatalı olmasıdır. Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı, araç havası yetersiz ve yanlış switch seçimi sonucu oluşan çevrimin hatalı olmasının olası etkileri, çöpün sıkıştırılmaması, sistemin arızalı çalışması, zaman kaybının oluşması ve sonuçta müşteri memnuniyetsizliğinin ortaya çıkmasıdır. Hatanın önem değeri 8 olarak, oluşma olasılığı da araç havasının yetersiz olması ve yanlış switch

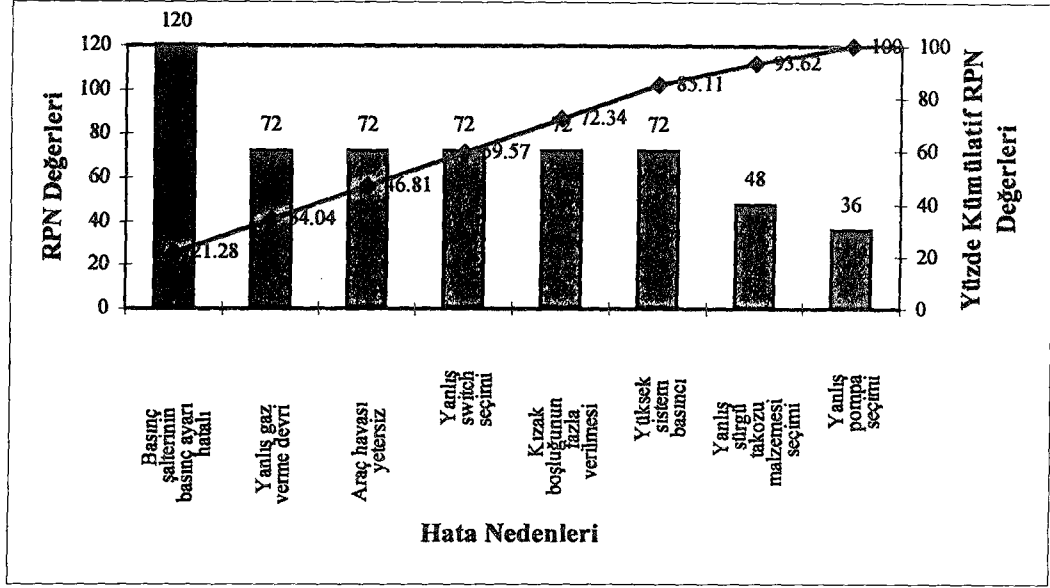
seçimi nedenleri için 3 ve basınç şalterinin basınç ayarının hatalı olması durumu için 5 olarak belirlenmiştir.

Sürgü-Kepçe bölümüne ait incelenen son hata, sürgü takozunun çok sık kırılmasıdır. Hatanın olası nedenleri, yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi, kızak boşluğunun fazla verilmesi ve sistem basıncının çok yüksek ayarlanmasıdır. Olası etkiler, sistemin arızalanması ve sürgü, kepçe ve arka kapakta deformasyon oluşmasıdır. Hatanın önem değeri 8, oluşma olasılıkları da yanlış sürgü takozu malzemesi seçiminden dolayı 2, kızak boşluğunun fazla verilmesi ve sistem basıncının çok yüksek ayarlanmasından dolayı da 3 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontroller sonucunda hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilme olasılığı Tasarım FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme çizelgesine göre 3 olarak derecelendirilmiştir.

Bu hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine bağlı olarak RPN değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Şekil 4.12 'de görülen pareto diyagramı çizilmiştir.

Çizelge 4.23 Sürgü-Kepçe İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı	120	21.28	21.28
Yanlış gaz verme devri	72	12.77	34.04
Araç havası yetersiz	72	12.77	46.81
Yanlış switch seçimi	72	12.77	59.57
Kızak boşluğunun fazla verilmesi	72	12.77	72.34
Yüksek sistem basıncı	72	12.77	85.11
Yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi	48	8.51	93.62
Yanlış pompa seçimi	36	6.38	100.00



Şekil 4.12 Sürgü-Kepçe İçin Pareto Diyagramı

Pareto diyagramında % 80 sınırını RPN değeri 72 ve üzeri olan hatalar sağlamaktadır. Bu olası hatalar; yanlış gaz verme devri ile oluşan sürgü-kepçe çevrim süresinin tam olmaması; basınç şalterinin basınç ayarının hatalı olması, araç havası yetersizliği ve yanlış switch seçimi sonucu oluşan çevrimin hatalı olması; kızak boşluğunun fazla verilmesi ve sistem basıncının yüksek ayarlanması sonucu oluşan sürgü takozunun çok sık kırılmasıdır. Bu hatalar için öneriler sunulmuştur ve RPN değerleri yeniden hesaplanmıştır.

Yanlış gaz verme devrinin neden olduğu sürgü-kepçe çevrim süresinin tam olmaması hatasının keşfedilebilirliği kalite kontrol formlarının yazılması ile azaltılmıştır.

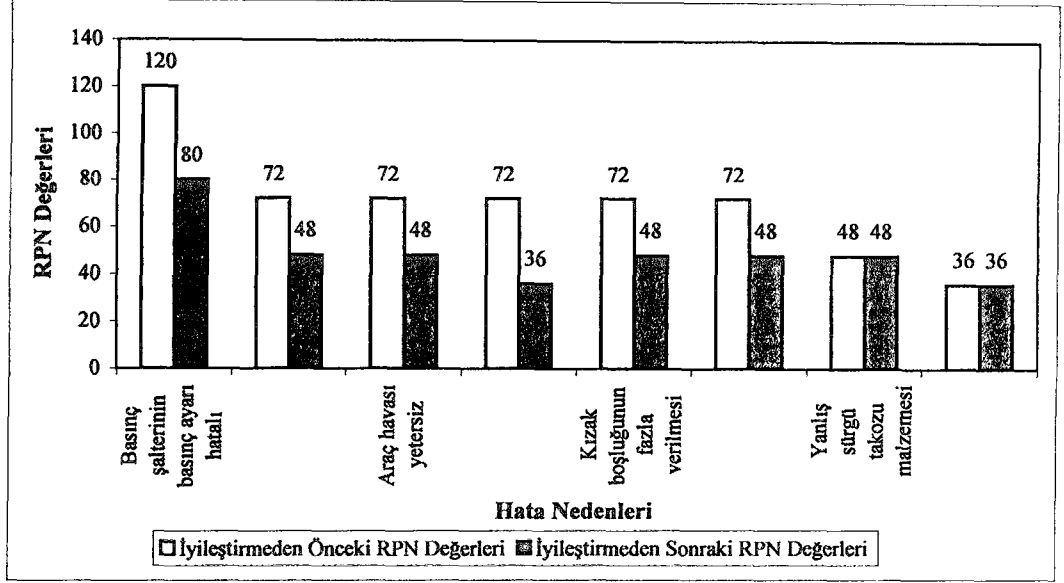
Çevrimin hatalı olmasına neden olan basınç şalterinin basınç ayarının hatalı ve araç havasının yetersiz oluşu için aynı önlem alınmıştır. Böylece hatanın müşteriye ulaşma riski düşürülmüştür.

Sürgü takozunun çok sık kırılması hatasının, kızak boşluğunun fazla verilmesinden dolayı meydana gelme olasılığı fazla yüksek değildir ancak önem değeri yüksektir. Kalite Güvence Bölümünün sorumluluğunda süreç içinde % 100 ölçü kontrolü yapılması ile hatanın fark edilebilirliği arttırılmıştır. Hatanın, sistem basıncının çok yüksek ayarlanmasından kaynaklanması durumunda son kalite kontrol uygulanması ile hatanın müşteriye ulaşma olasılığı azaltılmış ve dolayısı ile RPN değeri düşürülmüştür.

Sürgü-Kepçe sisteminde oluşması olası hatalar ve bunlara ait hesaplanan RPN değerleri Çizelge 4.23 'de listelenmiştir. Bu değerlerin fazla çıkması durumunda, hatanın öncelikle üzerinde durulması ve oluşmaması için önlemlerin alınması gerekmektedir. Çizelge 4.24 'de iyileştirmeden önce hesaplanan RPN değerleri ile önerilen faaliyetler sonucunda elde edilen yeni RPN değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.24 Sürgü-Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı	120	80
Yanlış gaz verme devri	72	48
Araç havası yetersiz	72	48
Yanlış switch seçimi	72	36
Kızak boşluğunun fazla verilmesi	72	48
Yüksek sistem basıncı	72	48
Yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi	48	48
Yanlış pompa seçimi	36	36



Şekil 4.13 Sürgü-Kepçe için İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Sürgü-Kepçe için çizilen pareto diyagramı incelenmiş ve firmanın isteği doğrultusunda % 80 sınırını sağlayan hatalar belirlenmiştir. En yüksek RPN değerine sahip olan hata, çevrimin hatalı olmasıdır. Hatanın oluşma nedenlerinden basınç şalterinin basınç ayarının hatalı olmasının oluşma olasılığı fazladır. Hatanın risk öncelik sayısı diğerlerine göre yüksektir. Önerilen düzeltici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile RPN değerinde iyileşme sağlanmıştır. Zaman, maliyet kaybına ve en önemlisi müşteri memnuniyetsizliğine neden olan hataların oluşma olasılıkları önceden tahmin edilip, gerekli önlemler alınmıştır. Böylece hataların risk değerleri azaltılmıştır.

PERDE

Perde bölümü incelenmiş olası hatalar, etkileri ve nedenleri listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Perde iç ölçüleri büyük	-Gövdeye girmez -Çok sıkı girer/gövdeye sürter	-Sac ölçüleri hatalı
-Perde iç ölçüleri küçük	-Gövde ile arasında boşluk oluşur -Deformasyon oluşabilir -Çöp perde arkasına geçer	-Sac ölçüleri hatalı

Perde bölümünde yapılan Tasarım FMEA çalışması sonucunda perde iç ölçülerinin büyük ve küçük olması durumu ile karşılaşılmıştır. Ölçülerin büyük ve küçük olması durumundaki etkiler belirlenmiştir. Perde iç ölçülerinin büyük olması durumunda perde gövdeye girmemekte ya da çok sıkı girmekte/gövdeye sürmektedir. Bu hatanın müşteri için önemi Tasarım FMEA Önem Değerlendirme çizelgesinden 8, oluşma olasılığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme çizelgesinden 6 olarak belirlenmiştir. % 100 kontrol ve % 100 fonksiyonel test yapılıyor olması hatanın müşteriye ulaşma olasılığını çok düşürmüştür.

Perdenin iç ölçülerinin küçük olması hatasının etkileri, gövde ile arasında boşluk oluşması, deformasyona neden olması ve çöpün perde arkasına geçmesidir. Bu hatanın önemi ve oluşma olasılığı 6 olarak belirlenmiştir. İç ölçülerin büyük olması durumunda uygulanan kontrol yöntemi burada da uygulanmaktadır. Böylece hatanın keşfedilebilirliği çok yüksektir. Oluşabilecek iki hata için hesaplanan RPN değerleri düşük çıkmıştır. RPN değeri diğerine göre büyük olan hata iç ölçülerin büyük olması durumudur. Perde iç ölçülerinin büyük olması sonucu perdenin gövdeye girmemesinin veya çok sıkı girmesinin/gövdeye sürmesinin önem değeri alınan önlemlerle azaltılamamış ama oluşma olasılığı, perde çatma aparatının kontrol sıklığının artırılması ile azaltılmıştır. Perde için yapılan Tasarım FMEA çalışması Ek 10 'da verilmiştir.

ARKA KAPAK

Yapılan çalışma sonucunda arka kapak eksen ölçüleri hatası gözlenmiştir. Bu hatanın etkileri olarak, kapağın çarpık durması, arka kapağın gövdeye takılamaması, kapağın burulması ve müşteri memnuniyetsizliği belirlenmiştir. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerindeki önemi 8 olarak derecelendirilmiştir. Arka kapak iskeletinin çatılmasında % 100 kontrol ve % 100 fonksiyonel test yapılıyor olması hatanın fark edilmesini artırmaktadır. Ancak hatanın önem değeri yüksek olduğundan önlem alınması gerekli görülmüştür. Hatanın önemi azaltılamamış ama oluşma olasılığı Kalite Güvence Bölümü tarafından yapılan arka kapak çatma aparatları için doğrulama periyotları oluşturma çalışması ile azaltılmıştır. Arka Kapak için yapılan Tasarım FMEA formu Ek 11 'de verilmiştir.

BASAMAK

Basamak incelenmiş ve olası hatalar, bunların etkileri ve nedenleri aşağıda listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Basamak yere paralel durmuyor	-Üzerindeki insan düşebilir -Konteyner sistemine çarpabilir -Uygun kullanılamaz -Müşteri memnuniyetsizliği -Üzerindeki insan düşebilir	-Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması -Yay eksenlerinin hatalı verilmesi
-Basamak kırılıyor	-Müşteri memnuniyetsizliği	-Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması -Yay eksenlerinin hatalı verilmesi

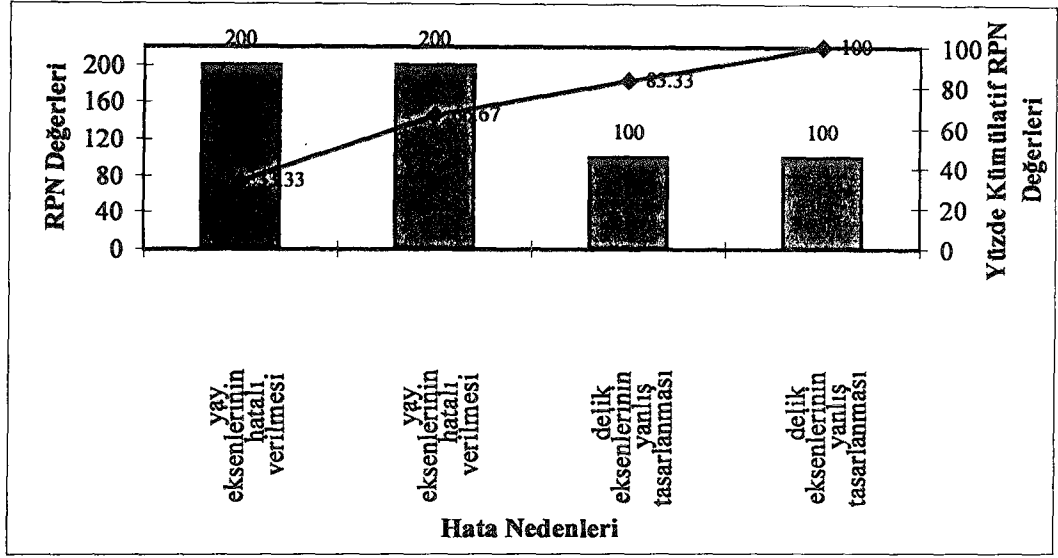
Ek 12 'de verilen Basamak Tasarım FMEA formu incelendiğinde iki tip hata ile karşılaşılmıştır. Bunlar; basamağın yere paralel olarak durmaması veya kırılmasıdır. Bu iki hatanın oluşma nedenleri aynıdır. Delik eksenlerinin yanlış ayarlanması ve yay eksenlerinin hatalı verilmesidir.

Basamağın yere paralel durmamasının etkileri; üzerinde bulunan kişinin düşmesi, basamağın konteyner sistemine çarpması ve uygun kullanılamamasıdır. Hatanın müşteri üzerinde yaratacağı etki Tasarım FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 10 olarak derecelendirilmiştir. Hatanın yay eksenlerinin yanlış tasarlanması sonucu oluşma sıklığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesinden 2, yay eksenlerinin hatalı verilmesi sonucunda oluşma sıklığı ise 4 olarak belirlenmiştir. Hata, oluşması durumunda hayati önem taşımaktadır.

Diğer bir hata olan basamağın kırılması da hayati öneme sahip bir hatadır. Bu hatanın önem değeri 10 olarak belirlenmiştir. Basamağın kırılması durumunda üzerinde bulunan kişinin düşmesi önemli sonuçlar doğuracaktır. Bu hatanın delik eksenlerinin yanlış tasarlanması sonucu oluşma olasılığı 2, yay eksenlerinin hatalı verilmesi sonucu oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. Hatalara ait pareto diyagramı Şekil 4.14 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25 Basamak İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	33.33	33.33
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	33.33	66.67
delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	16.67	83.33
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	16.67	100.00

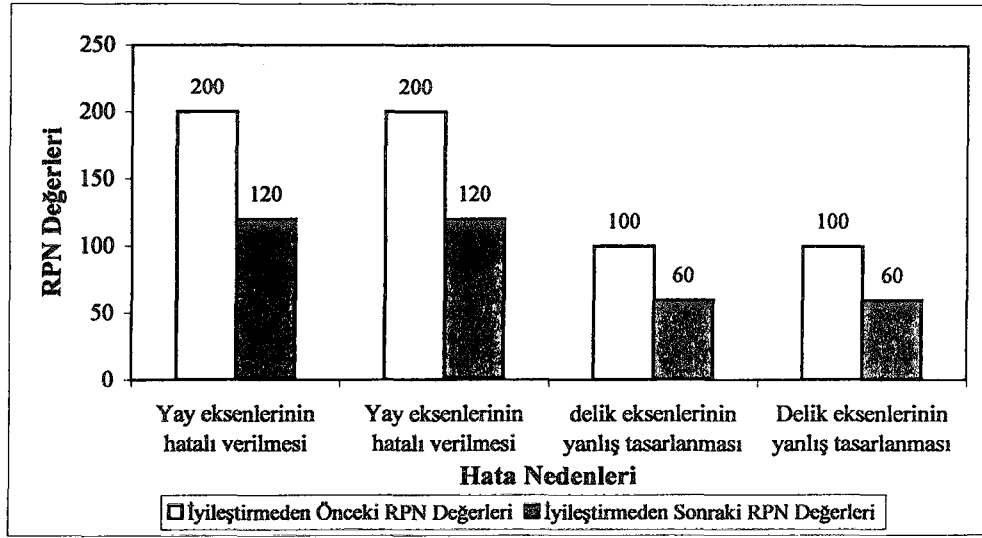


Şekil 4.14 Basamak İçin Pareto Diyagramı

Önem değerleri 9 ve üzerinde olduğu için bu hatalar için mutlaka önlem alınması gerekmektedir. Her iki hata için de göz ile kontrol ve son audit aşamasında örnekleme ile kontrol önerisi sunulmuştur. Alınan önlemler ile hatanın önemi azaltılamamıştır ama hatanın keşfedilebilirliği artırılmıştır. Hatanın oluşma olasılığı çok azdır ancak oluşması durumunda hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliği yüksektir.

Çizelge 4.26 Basamak İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	120
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	120
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	60
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	60



Şekil 4.15 Basamak İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Basamak için yapılan FMEA çalışması sonucunda, hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etkiler belirlenmiş ve bu hataların oluşmasını önleyecek önlemler sunulmuştur. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile hataların risk öncelik değerleri azaltılmıştır.

KEPÇE

Kepçe için yapılan Tasarım FMEA çalışmasına göre aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-İç ölçüleri küçük	-Çalışma boşluğu artar -Çöpleri yeterince sıyramaz	-Sac ölçüleri hatalı
-İç ölçüleri büyük	-Kapak yanlarına sürter	-Sac ölçüleri hatalı
-Eksenler farklı ise	-Sürgüye takılamaz -Takılsa da az ya da çok	-Sac ölçüleri hatalı

	kapanır	
-Kaçıklık (-) ise	-Kazan ilave sacına sürter	-Sac ölçüleri hatalı
-Kaçıklık (+) ise	-Çöp sıkıştırması yeterli olmaz	-Sac ölçüleri hatalı

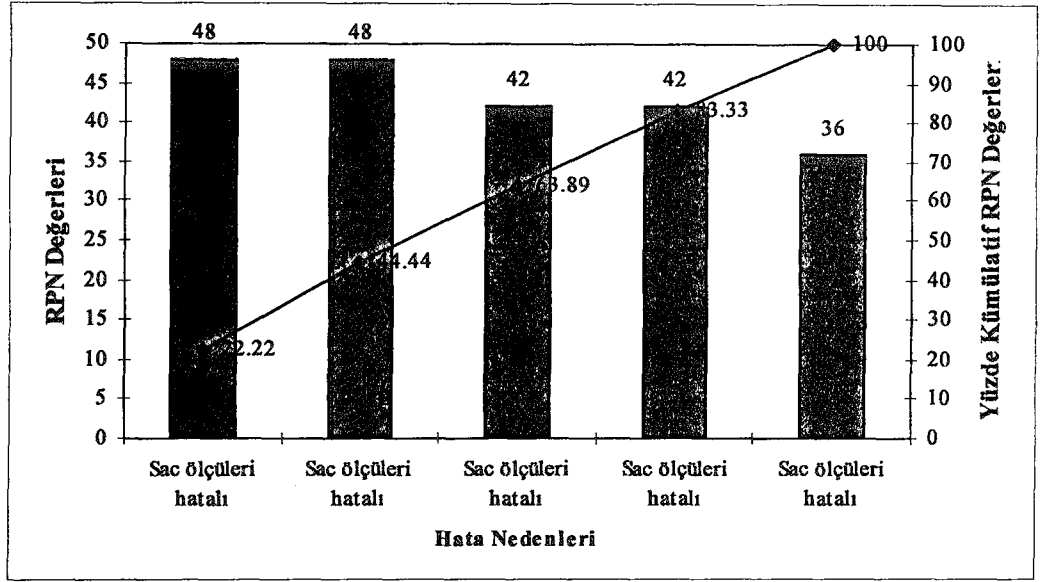
Ek 13 'de verilen Kepçe Tasarım FMEA formu incelendiğinde, sac ölçülerinin hatalı olmasından kaynaklanan hatalar bulunmuştur. Kepçe iç ölçülerinin küçük olması, büyük olması, eksenlerin farklı olması, kaçıklığın (-) ve (+) olması gibi hatalar görülmüştür.

Kepçe iç ölçülerinin küçük olmasının etkileri; çalışma boşluğunun artması ve çöplerin yeterince sıyrılamamasıdır. Bu hatanın önem değeri 8, oluşma olasılığı 3 olarak belirlenmiştir. İç ölçülerin büyük olmasının etkisi, kapak yanlarına sürtmesi ve deformasyona uğramasıdır. Önem değeri 7 ve oluşma olasılığı 3 olarak belirlenmiştir.

Eksenlerin farklı olması durumunda, perde sürgüye takılamamakta, takılsa da az yada çok kapanmaktadır. Kaçıklığın (-) olmasının etkisi kazan ilave sacına sürtmesi, (+) olmasının etkisi çöpün yeterli sıkıştırılamamasıdır. Kepçe oluşturulurken % 100 kontrol ve % 100 fonksiyonel test yapılıyor olması olası hataların müşteriye ulaşma riskini azaltmaktadır. Çizelge 4.27 'de hatalara ait RPN değerleri ve Şekil 4.1 'da kepçe için pareto diyagramı yer almaktadır.

Çizelge 4.27 Kepçe İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Sac ölçüleri hatalı	48	22.22	22.22
Sac ölçüleri hatalı	48	22.22	44.44
Sac ölçüleri hatalı	42	19.44	63.89
Sac ölçüleri hatalı	42	19.44	83.33
Sac ölçüleri hatalı	36	16.67	100.00

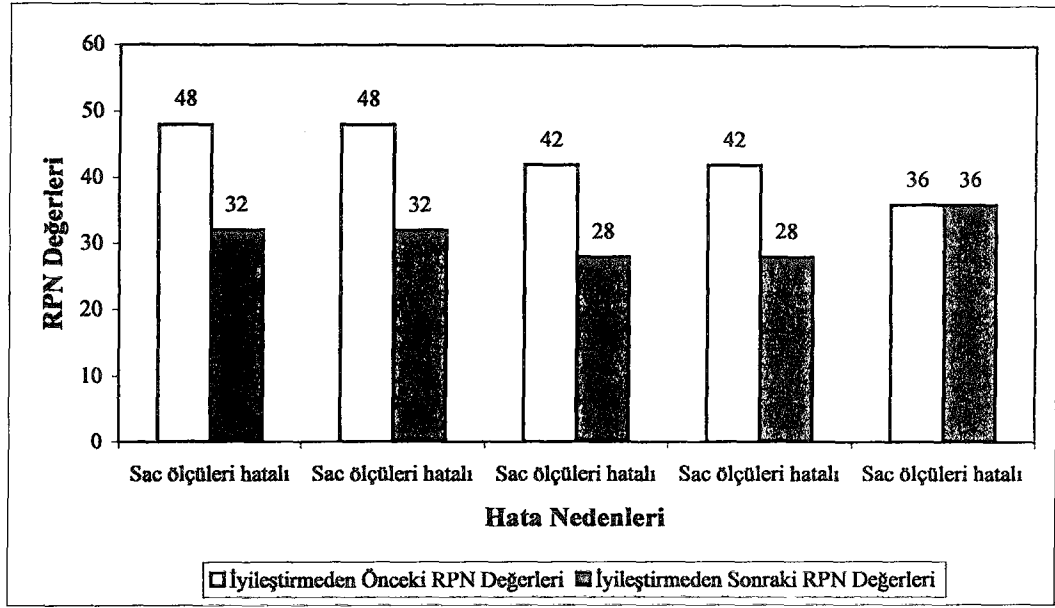


Şekil 4.16 Kepçe İçin Pareto Diyagramı

Pareto diyagramına göre önlem alınması gereken durumlar RPN değerleri 42 ve üzerinde olan hatalardır. Kepçe iç ölçülerinin küçük veya büyük olması, kaçıklığın (+) olması ve eksenlerin farklı olması durumu için kepçe oluşturma aparatında doğrulama sistemi kurma önerisi verilmiştir. Bu çalışmadan sorumlu bölüm Kalite Güvence Bölümü'dür. Alınan önlemler ile elde edilen yeni durumun önceki durum ile karşılaştırılması Çizelge 4.28 'deki gibidir.

Çizelge 4.28 Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Sac ölçüleri hatalı	48	32
Sac ölçüleri hatalı	48	32
Sac ölçüleri hatalı	42	28
Sac ölçüleri hatalı	42	28
Sac ölçüleri hatalı	36	36



Şekil 4.17 Kepçe İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Kepçe bölümü için yapılan FMEA çalışması ile olası hatalar, hataların nedenleri ve etkileri belirlenmiştir. Hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki, hatanın oluşma sıklığı ve müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliği derecelendirilmiştir. Bu değerlerin çarpılması sonucu elde edilen risk öncelik sayıları hesaplanmış ve bu değerlere göre pareto diyagramı çizilmiştir. Pareto diyagramından hataların öncelik sıralaması görülmüş ve öncelikle önlem alınması gereken hatalar belirlenmiştir. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile RPN değerini etkileyen önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinde iyileştirmeler sağlanmış ve sonuçta RPN değerleri düşürülmüştür.

SÜRGÜ

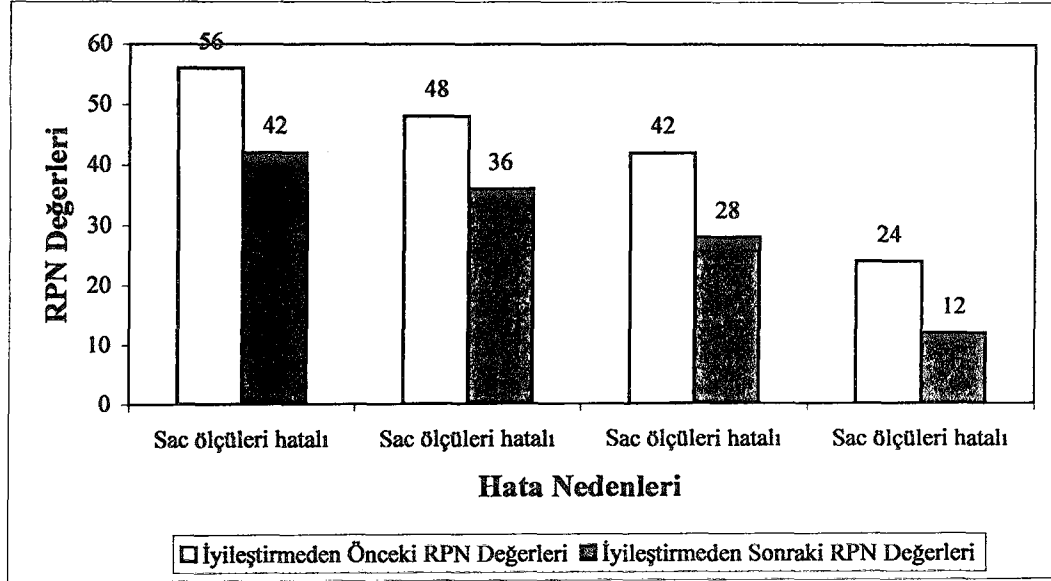
Sürgü bölümünde çıkması olası hatalar, etkileri ve nedenleri şu şekilde listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Sürgü iç ölçüleri küçük	-Çalışma boşluğu fazla olur -Sürgü takozları uygun çalışmaz	-Sac ölçüleri hatalı
-Sürgü iç ölçüleri büyük	-Çalışma boşluğu azalı -Kızak arasına girmeyebilir	-Sac ölçüleri hatalı
-Eksenler farklı ise	-Kepçe takılamaz	-Sac ölçüleri hatalı
-Kepçe bağlantı eksenini farklı ise	-Kepçe çalışması uygun olmaz -Yeterli sıkıştırma sağlanamaz	-Sac ölçüleri hatalı

Kepçe bölümünde olduğu gibi sürgü bölümünde de sac ölçü hatalarından kaynaklanan hatalar görülmektedir. Sürgü iç ölçülerinin küçük olması ile çalışma boşluğu fazla olmakta, sürgü takozları uygun çalışmamaktadır; ölçülerin büyük olması ile çalışma boşluğu azalmakta ve kızak arasına girmemektedir. Eksenlerin farklı olması sonucu kepçe takılamamakta ve kepçe bağlantı ekseninin farklı olmasıyla da kepçenin çalışması uygun olmamakta ve yeterli sıkıştırma sağlanamamaktadır. Sürgünün oluşturulması işleminden sonra % 100 kontrol ve % 100 fonksiyonel test yapılmaktadır. Mevcut kontrol sonucu hatanın keşfedilebilirliği çok yüksektir. Sürgü bölümündeki tüm hataların oluşma olasılıkları, önerilen sürgü aparatında doğrulama sistemi kurulması ile düşürülmüştür. Hatalara ait RPN değerlerinde iyileşme sağlanmıştır. İyileştirmeden önce hesaplanan RPN değerleri ile alınan önlemler sonucu hesaplanan yeni RPN değerleri Çizelge 4.29 'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Sürgü İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Sac ölçüleri hatalı	56	42
Sac ölçüleri hatalı	48	36
Sac ölçüleri hatalı	42	28
Sac ölçüleri hatalı	24	12



Şekil 4.18 Sürgü İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Alınan önlemlerden sonra sürgü bölümü için çizilen karşılaştırmalı durum bakıldığında, alınan önlemler sonucunda hataların risk öncelik değerlerinde azalmalar olduğu görülmüştür. Yapılan FMEA çalışmaları sonucunda olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri incelendiğinden, hatalar oluşmadan müdahale etme şansımız olmaktadır. Hataların oluşması şart değildir, olasılığı dikkate alınmaktadır. Bu yüzden proaktif bir yaklaşım olarak alınan önlemler ile hataların oluşması durumunda kaybedilecek zaman ve maliyetten kazanımlar sağlanmakta ve hataların müşteriye gitmesi durumunda müşteri üzerinde yaratacağı memnuniyetsizlik önceden önlenmiş olmaktadır. Sürgü için yapılan Tasarım FMEA Formu Ek 15 'te verilmiştir.

TELESKOPIK SİLİNDİR

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Teleskopik Silindir milinin eğrilmesi	-Çöp doldurulamaz -Çöp boşaltılamaz -Sistem çalışmaz -Perde ve gövde de deformasyon oluşur	-Yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçimi -Silindir malzemesinin kalitesizliği -Silindir basıncının aşırı yüksek olması -Yanlış perde sacı seçimi
-Boru şişmesi	-Silindir kapanamaz, çalışmaz	-Malzeme yorulması -Hatalı malzeme -Hatalı işçilik -Aşırı basınç

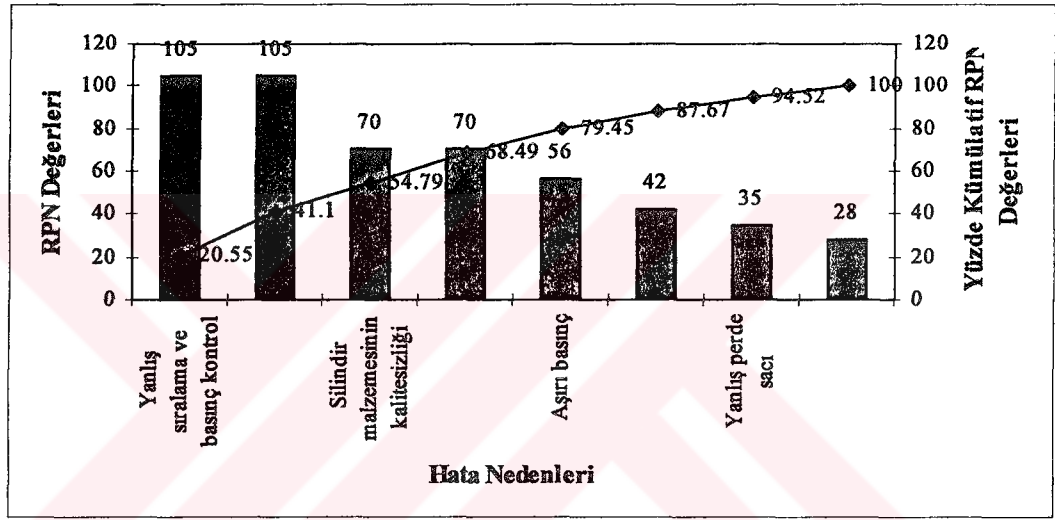
Teleskopik Silindir için yapılan Tasarım FMEA formu Ek 17 'de verilmiştir. Görülen hatalar; teleskopik silindir milinin eğrilmesi ve boru şişmesidir. Hataların önemli etkileri bulunmaktadır. Teleskopik silindir milinin eğrilmesi hatasının olası etkileri, çöpün doldurulamaması- boşaltılamaması, sistemin çalışmaması, gövde ve perde de deformasyon oluşturmasıdır. Bu hatanın önem değeri 7 olarak belirlenmiştir. Oluşma olasılığı, yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçiminden kaynaklanması durumunda 3, silindir malzemesinin kalitesizliği ve sistem basıncının aşırı yüksek olması sonucunda 2 ve yanlış perde sacı seçiminden kaynaklanması durumunda 1 olarak derecelendirilmiştir.

Çizelge 4.30 Teleskopik Silindir İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Yanlış sıralama ve basınç kontrol valfi	105	20.55	20.55

Çizelge 4.39 'un devamı

Hatalı malzeme	105	20.55	41.10
Silindir malz. kalitesizliği	70	13.70	54.79
Malzeme yorulması	70	13.70	68.49
Aşırı basınç	56	10.96	79.45
Hatalı işçilik	42	8.22	87.67
Yanlış perde sacı	35	6.85	94.52
Aşırı sistem basıncı	28	5.48	100.00



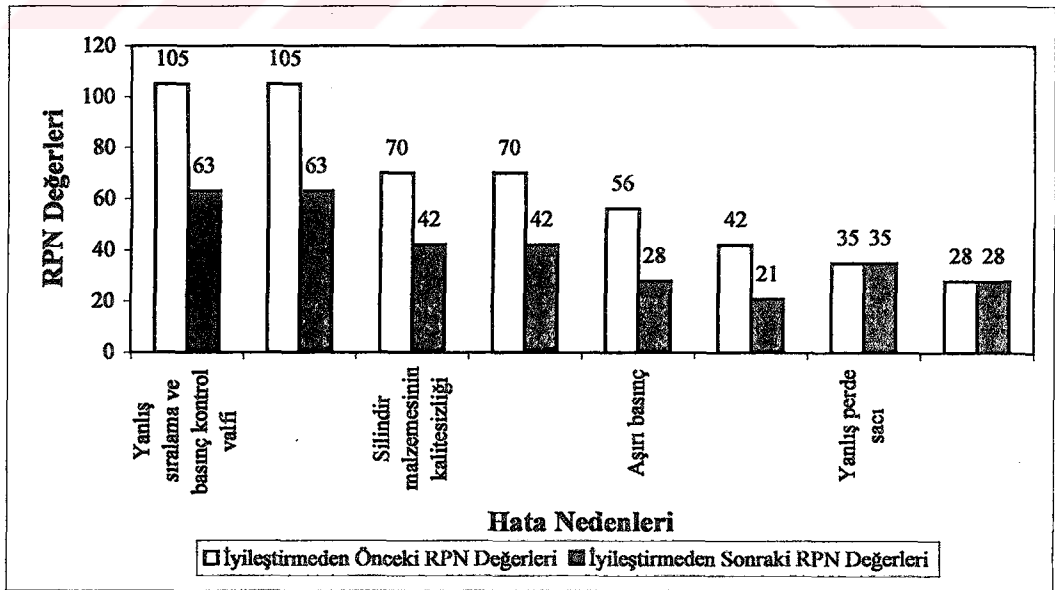
Şekil 4.19 Teleskopik Silindir İçin Pareto Diyagramı

Hesaplanan RPN değerlerine göre hazırlanan pareto diyagramında önlem alınması gereken hatalar yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçimi ile silindir malzemesinin kalitesizliği sonucu oluşan teleskopik silindir milinin eğrilmesi ve malzeme hatasından ve yorulmasından, hatalı işçilik ve aşırı basınçtan kaynaklanan boru şişmesidir. Kalite Güvence Bölümü ve Proje Bölümü tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda hataların risk öncelik değerlerinde azalma sağlanmıştır. Silindir kontrolü öncesi % 100 malzeme kontrolü ve malzemenin giriş kalite kontrolü ile teleskopik silindir milinin eğrilmesi hatasının keşfedilebilirliği artırılmıştır.

Boru şişmesi hatası için de, silindirler için ömür testi düzeneği, giriş kalite kontrol, örnekleme ile kalite kontrol ve son ürün audit ile son kalite kontrolün yapılması önerilmiştir. Alınan önlemler sonucu hesaplanan yeni RPN değerleri ve iyileştirmeden önceki RPN değerleri Çizelge 4.31 'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Teleskopik Silindir İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Yanlış sıralama ve basınç kontrol valfi	105	63
Hatalı malzeme	105	63
Silindir malz, kalitesizliği	70	42
Malzeme yorulması	70	42
Aşırı basınç	56	28
Hatalı işçilik	42	21
Yanlış perde sacı	35	35
Aşırı sistem basıncı	28	28



Şekil 4.20 Teleskopik Silindir İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Teleskopik Silindir için yapılan FMEA çalışması sonucunda olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri listelenmiştir. Hataların oluşması durumunda yaratacakları etkilere göre belirlenen risk öncelik sayıları hesaplanmış ve öncelikle önlem alınması gereken hatalar saptanmıştır. Çalışma ekibi tarafından bu hataların risk değerlerini azaltıcı öneriler sunulmuştur. Bu önerilen faaliyetlerin yerine getirilmesi ile elde edilecek yeni duruma ait veriler ile hataların risk değerleri hesaplanmıştır. Alınan önlemlerden önceki durum ile önlemlerin gerçekleştirilmesi sonucunda ortaya çıkacak durum karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın yer aldığı çizelge incelendiği zaman alınan önlemler ile hataların risk değerlerinde ve hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı memnuniyetsizlikte azalma olduğu görülmektedir. Böylece hatanın telafisi için harcanacak zamandan ve yapılacak masraflardan tasarruf sağlanmıştır.

YAĞ TANKI

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Yağ tankı ölçüleri hatalı	-Az/çok yağ hacmi değişir	-Sac ölçüleri hatalı
-Eksenleri hatalı	-Yerine oturmaz	-Sac ölçüleri hatalı
	-Filtre takılamaz	
	-Montaj eksik kalır	

Yağ tankında görülen olası hataların nedenleri sac ölçülerinin hatalı olmasıdır. Yağ tankı ölçülerinin hatalı olmasının müşteri için önemi 7 olarak belirlenmiştir. Bu hatanın oluşma olasılığı 3 ve keşfedilebilirliği 7 'dir. Eksenlerin hatalı olması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki 6 olarak derecelendirilmiştir ve hatanın oluşma olasılığı 3 'tür. Mevcut kontrolün yetersiz olması nedeniyle hataların keşfedilebilirlikleri düşüktür. Her iki hata için de yağ tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol önerilmiştir. Bu öneriler ile hataların oluşma olasılıkları azaltılmış, keşfedilebilirlikleri artırılmış ve dolayısıyla RPN değerleri düşürülmüştür. Yağ tankı için yapılan Tasarım FMEA formu Ek 19 'da verilmiştir.

P.T.O. MONTAJI

P.T.O. montajı için yapılan Tasarım FMEA çalışması sonucunda olası hatalar, etkileri ve nedenleri aşağıda listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
P.T.O.		
-P.T.O. şanzıman arası contadan yağ kaçağı	-Dişli kutusundan yağ eksiliyor	-Uygun olmayan conta kullanımı
-P.T.O. dişlilerinde ses	-Şanzıman dişlisi bozulur	-P.T.O. dişlilerinin diş ölçülerinin uygun olmayışı
-P.T.O. dişlilerinde çatlak	-P.T.O. görevini tam anlamıyla yapamaz	-Uygun olmayan malzeme kullanımı
-P.T.O. devreden çıkmıyor	-Dişliler çabuk aşınır,	-Uygun olmayan ısıl işlem yöntemi kullanımı
-P.T.O. devreye girmiyor	dişli ömrü kısalmır	-Uygun olmayan selenoid valf seçimi
	-Araç kullanılamaz	-Sistemde basınçlı havanın olmayışı
	-Vitesler zarar görür	-Selenoid valfe enerji gelmeyişi
	-Ekipman çalışmaz	-Selenoid valfin yanması
	-Şanzıman zarar görür	-P.T.O. şalteri arızası
		-Adaptör milinin eğilmesi
Hidrolik Pompa		
-Harici yağ kaçaqları	-Sistemdeki yağ eksilir	-Rulman arızası
	-Ekipman istenen randımanla çalışmaz	-Pompa için sızdırmazlık elemanlarının uygun olmayışı
-Sesli ve titreşimli çalışma, basınç eksikliği	-Müşteri memnuniyetsizliği	-Uygun olmayan P.T.O. seçilmesi
	-Mekanik arızalar	

-P.T.O. çalıştığı halde pompanın devreye girmeyişi	-Ekipman çalışmaz	-Uygun olmayan emniyet valfi seçimi
		-Uygun olmayan emiş filtresi seçimi
Gaz Verme Düzenegi		-P.T.O. ve pompanın birbiri ile uygunsuzluğu
-Otomatik gaz verme düğmesinin çalışmaması	-Çöp doldurma ve boşaltma işlemleri yavaş olur	-Uygun olmayan bobinli valf seçimi
		-Elektrik bağlantısı tasarımının yanlış yapılması

P.T.O. Montajında P.T.O. incelendiğinde, P.T.O. şanzıman arası contadan yağ kaçağı, P.T.O. dişlilerinde ses, P.T.O. dişlilerinde çatlak ve P.T.O. 'nun devreden çıkmaması ve devreye girmesi hataları gözlenmiştir. Hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etkilerin değeri çok yüksektir. Hataların müşteri üzerindeki önemlerinin yüksek olmasının yanında, oluşma olasılıkları yüksek değildir. Ancak hatanın oluşması durumunda etkisi önemlidir. Uygun olmayan conta kullanımının neden olduğu P.T.O. şanzıman arası contadan yağ kaçağının etkisi dişli kutusundan yağ eksilmesidir. Bu hatanın müşteri üzerindeki önemi 8 olarak derecelendirilmiştir. Yapılan mevcut kontrol ile hatanın fark edilme olasılığı çok yüksektir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan risk öncelik sayısı düşük çıkmıştır.

P.T.O. dişlilerinde ses oluşması hatasının olası etkileri, P.T.O. dişlilerinin dış ölçülerinin ve conta kalınlığının uygun olmayışıdır. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki yüksektir. Hatanın bu nedenler sonucu oluşma olasılığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre 2 olarak derecelendirilmiştir. Son kalite kontrolün % 100 yapılması ile bu hatanın müşteriye ulaşma riski minimuma indirilmiştir.

Uygun olmayan malzeme ve ısıl işlem yöntemlerinin kullanılmasıyla, P.T.O. dişlilerinde çatlak oluşması hatasının önem değeri 9 olarak belirlenmiştir. Hatanın bu iki nedenden dolayı oluşma olasılığı düşüktür.

P.T.O.'nun devreden çıkmamasının nedeni uygun olmayan selenoid valfi seçimidir. Bu hatanın önem değeri yüksektir. % 100 son kalite kontrol yapılması hatanın müşteriye ulaşma riskini azaltmaktadır.

P.T.O.'nun devreye girmemesi de önem değeri yüksek olan bir hatadır. Bu hatanın olası etkileri, ekipmanın çalışmaması ve şanzımanın zarar görmesidir. Hatanın nedenleri, sistemde basınçlı havanın olmayışı, selenoid valfe enerji gelmeyişi, selenoid valfin yanması, P.T.O. şalteri arızası, adaptör milinin kesilmesi ve rulman arızasıdır. Mevcut son kalite kontrolün % 100 olması hatanın keşfedilebilirliğini çok arttırmaktadır.

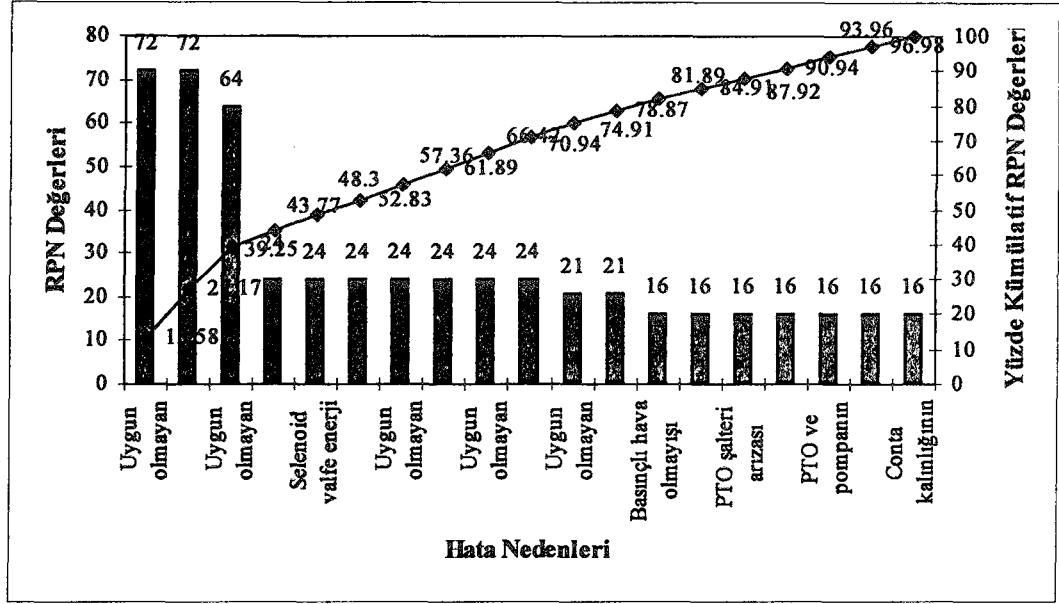
Hidrolik pompa incelendiğinde, harici yağ kaçaqları, sesli ve titreşimli çalışma, basınç eksikliği ve P.T.O. çalıştığı halde pompanın devreye girmeyişi gözlenmiştir. Uygun olmayan pompa için sızdırmazlık elemanlarının neden olduğu harici yağ kaçağının olası etkisi, sistemdeki yağın eksilmesi ve ekipmanın istenen randımanla çalışmamasıdır. Hatanın önemi 8, oluşma olasılığı 2 olarak belirlenmiştir. Sesli ve titreşimli çalışma, basınç eksikliği hatasının olası nedenleri; uygun olmayan P.T.O., emniyet valfi ve emiş filtresi seçimidir. Hatanın önem değeri 8 ve oluşma olasılığı 3 'tür. Hidrolik pompada görülen son hata P.T.O. çalıştığı halde pompanın devreye girmeyiştir. P.T.O. ve pompanın birbiri ile uygunsuzluğu sonucu oluşan hatanın olası etkisi ekipmanın çalışmamasıdır. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki 8, oluşma olasılığı 2 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrol ile hatanın fark edilme olasılığı çok yüksektir.

Gaz verme düzeneği incelendiğinde otomatik gaz verme düğmesinin çalışmaması durumu olabileceği belirlenmiştir. Bu hatanın uygun olmayan valf seçiminden ve elektrik bağlantısı tasarımının yanlış yapılmasından kaynaklandığı saptanmıştır. Hata sonucunda çöp doldurma ve boşaltma işlemleri yavaş olmakta ve bunun müşteri üzerindeki etkisi 7 olarak derecelendirilmektedir. Hatanın her iki nedenden dolayı

oluşma olasılığı düşüktür. Son kalite kontrol 'ün % 100 olması hatanın müşteriye ulaşma olasılığını minimum yapmıştır. Hatalara ait pareto diyagramı Şekil 4.21 'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 P.T.O. Montajı İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Uygun olmayan malzeme	72	13.58	13.58
Uygun olmayan ısıl işlem yöntemi	72	13.58	27.17
Uygun olmayan sızdırmazlık elemanı	64	12.08	39.25
Uygun olmayan selenoid valf	24	4.53	43.77
Selenoid valfe enerji gelmeyişi	24	4.53	48.30
Rulman arızası	24	4.53	52.83
Uygun olmayan P.T.O. seçilmesi	24	4.53	57.36
Uygun olmayan emniyet valfi seçimi	24	4.53	61.89
Uygun olmayan emiş filtresi seçimi	24	4.53	66.42
Uygun olmayan conta kullanımı	24	4.53	70.94
Uygun olmayan bobinli valf seçimi	21	3.96	74.91
Elektrik bağlantısı tasarımı yanlış	21	3.96	78.87
Basınçlı hava olmayışı	16	3.02	81.89
Selenoid valfin yanması	16	3.02	84.91
P.T.O. şalteri arızası	16	3.02	87.92
Adaptör milinin kesilmesi	16	3.02	90.94
P.T.O. ve pompanın uygunsuzluğu	16	3.02	93.96
P.T.O. dişlilerin diş ölçüleri uygun değil	16	3.02	96.98
Conta kalınlığının uygun olmayışı	16	3.02	100.00



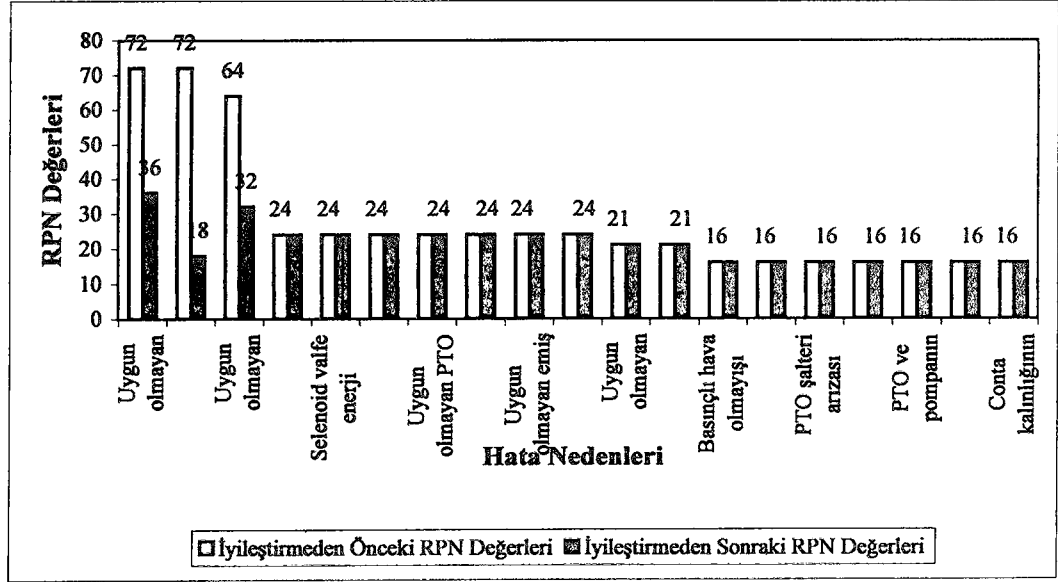
Şekil 4.21 P.T.O. Montajı İçin Pareto Diyagramı

Pareto diyagramı incelendiğinde, önlem alınması gereken hataların RPN değeri 16 ve üzeri olarak belirlenmiştir. Bu RPN değerlerinin çok yüksek olmadığı görülmüş ve yüksek olan üç RPN değerine sahip hatalar için öneriler sunulmuştur.

Uygun olmayan malzeme ve ısıl işlem yöntemlerinin kullanılması ile oluşan P.T.O. dişlilerinde çatlak için P.T.O. test düzeneği ve örnekleme ile kontrol önerilmiştir. Ayrıca ısıl işlem yöntemleri için tedarikçi ile toplantı organizasyonu öneriler arasındadır. Hatanın önemi azaltılamamıştır ama oluşma olasılığı ve müşteriye ulaşma olasılığı azaltılmıştır. Harici yağ kaçaqları hatası için de hidrolik pompa test düzeneği önerilmiştir. Alınan bu önlem ile hatanın keşfedilebilirliği artırılmıştır ve dolayısıyla RPN değeri düşürülmüştür. İyileştirmeden önceki ve sonraki RPN değerleri Çizelge 4.33 'de verilmiştir.

Çizelge 4.33 P.T.O. Montajı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Uygun olmayan malzeme	72	36
Uygun olmayan ısıtma işlem yöntemi	72	18
Uygun olmayan sızdırmazlık elemanı	64	32
Uygun olmayan selenoid valf	24	24
Selenoid valfe enerji gelmeyişi	24	24
Rulman arızası	24	24
Uygun olmayan P.T.O. seçilmesi	24	24
Uygun olmayan emniyet valfi seçimi	24	24
Uygun olmayan emiş filtresi seçimi	24	24
Uygun olmayan conta kullanımı	24	24
Uygun olmayan bobinli valf seçimi	21	21
Elektrik bağlantısı tasarımı yanlış	21	21
Basınçlı hava olmayışı	16	16
Selenoid valfin yanması	16	16
P.T.O. şalteri arızası	16	16
Adaptör milinin kesilmesi	16	16
P.T.O. ve pompanın uygunsuzluğu	16	16
P.T.O. dişlilerin diş ölçüleri uygun değil	16	16
Conta kalınlığının uygun olmayışı	16	16



Şekil 4.22 P.T.O. Montajı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

P.T.O. için yapılan FMEA çalışması sonucunda elde edilen veriler ışığında çizilen pareto diyagramı ile hataların öncelik sıralaması görülmektedir. Firmanın isteği, % 80 sınırını geçen hatalar için önlem alınmasıdır. Bu koşulu sağlayan hatalar için çalışma ekibi tarafından öneriler sunulmuştur. Bu öneriler ile hataların önem, oluşma olasılığı veya keşfedilebilirlik değerlerinde iyileştirme sağlanması amaçlanmıştır. Bu üç değerın çarpılması ile bulunan risk öncelik sayılarının, alınan önlemler sonucunda değişen duruma göre yeniden hesaplanması gerekmektedir. Hesaplanan RPN değerlerinde önerilen faaliyetlerin yerine getirilmesi ile % 50 'ye varan iyileştirmeler sağlanmıştır. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesinden önceki ve sonraki durum karşılaştırma kolaylığı sağlamak için Çizelge 4.33 'te verilmiştir. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesinin hataların risk öncelik sayıları üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. P.T.O Montajı için yapılan Tasarım FMEA Formu Ek 21 'de verilmiştir.

HİDROLİK MONTAJ

Hidrolik Montaj bölümü için yapılan FMEA çalışması ile olası hatalar, bu hataların etkileri ve nedenleri belirtilmiştir. Elde edilen veriler aşağıda gösterilmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Yağ sızıntısı	-Müşteri memnuniyetsizliği -Güvenlik eksikliği -Çevre kirliliği	-Rekorlar gevşektir -Rondela deforme olmuştur -Yüzeylerde çapak -Hortum rekoru çatlak -Yüzük bozuk, yanlış montaj
-Silindirler yanlış çalışıyor	-Sistem arızası	-Hortumlar ters bağlanmış -Tesisat boruları yanlış
-Sistemde aşırı ses/sürat	-Müşteri memnuniyetsizliği -Sistem arızaları -Deformasyon	-Gaz verme devri yanlış -Pompa yanlış seçilmiş -Boru çapları hatalı -Basınç ayarı hatalı -Valfler arızalı/yanlış seçilmiş -Hidrolik kelepçeler yeterli değil

Hidrolik montaj için yapılan Tasarım FMEA formu Ek 26 'da verilmiştir. Görülen olası hatalar; yağ sızıntısı, silindirlerin yanlış çalışması ve sistemde aşırı ses/sürattir. Rekorların gevşek oluşundan kaynaklanan yağ sızıntısı hatasının önem değeri Tasarım FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 8, oluşma olasılığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre 3 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrol yöntemi ile hata hemen fark edilebilmektedir. Hatanın

keşfedilebilirliği Tasarım FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre 1 olarak derecelendirilmiştir.

Hata, rondelanın deforme olması sonucunda oluşuyorsa, müşteri için önemi ve oluşma olasılığı 2 'dir. Son kalite kontrolün % 100 yapıyor olması hatanın keşfedilebilirliğini maksimum yapmaktadır.

Yağ sızıntısının, yüzeylerde çapak oluşması ile meydana gelmesi olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir. % 100 son kalite kontrol ile oluşabilecek hata hemen fark edilmektedir.

Hortum rekorunun çatlak olması durumunda hatanın oluşma olasılığı düşüktür. Müşteri için önemli bir hatadır ancak hatanın bu nedenden dolayı meydana gelme olasılığı azdır.

Silindirlerin yanlış çalışması sistem arızasına neden olmaktadır. Önemli bir hatadır. Bu hatanın; hortumların ters bağlanmasından ve tesisat borularının yanlış oluşundan kaynaklanması durumunda oluşma olasılıkları 2 ve 3 'tür. % 100 son kalite kontrol ile keşfedilebilirlikleri 1 'dir. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki yüksektir.

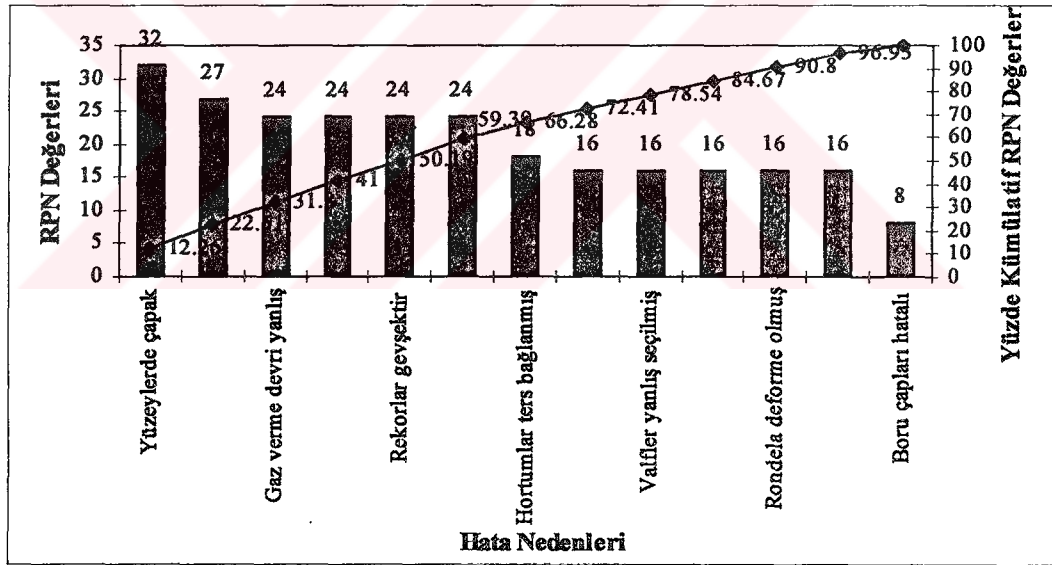
Sistemde aşırı ses/sürat müşteri memnuniyetsizliğine, sistem arızalarına ve deformasyona neden olmaktadır. Önem değeri yüksek olan bu hatanın nedenlerine bakıldığında oluşma olasılıklarının çok yüksek olmadığı görülmüştür. Mevcut kontrol yöntemi ile hatanın fark edilme olasılığı çok yüksektir. Hatalara ait RPN değerlerine göre çizilen pareto diyagramı Şekil 4.23 'de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Hidrolik Montaj İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Yüzeylerde çapak	32	12.26	12.26

Çizelge 4.34 'ün devamı

Tesisat boruları yanlış	27	10.34	22.61
Gaz verme devri yanlış	24	9.20	31.80
Basınç ayarı hatalı	24	9.20	41.00
Rekorlar gevşektir	24	9.20	50.19
Yüzük bozuk. yanlış montaj	24	9.20	59.39
Hortumlar ters bağlanmış	18	6.90	66.28
Pompa yanlış seçilmiş	16	6.13	72.41
Valfler yanlış seçilmiş	16	6.13	78.54
Hidrolik kelepçeler yetersiz	16	6.13	84.67
Rondela deforme olmuş	16	6.13	90.80
Hortum rekoru çatlak	16	6.13	96.93
Boru çapları hatalı	8	3.07	100.00



Şekil 4.23 Hidrolik Montaj İçin Pareto Diyagramı

Pareto diyagramına göre önlem alınması gereken hatalar, RPN değerleri 16 ve üzeri olan hatalardır. Ancak bu RPN değerleri çok düşüktür ve önlem alınmasına gerek duyulmamaktadır. Ama önem değerleri 9 ve üzeri olan hatalar için mutlaka önlem alınması gerektiğinden bu hatalar için öneriler sunulmuştur. Bunlar; yağ sızıntısı

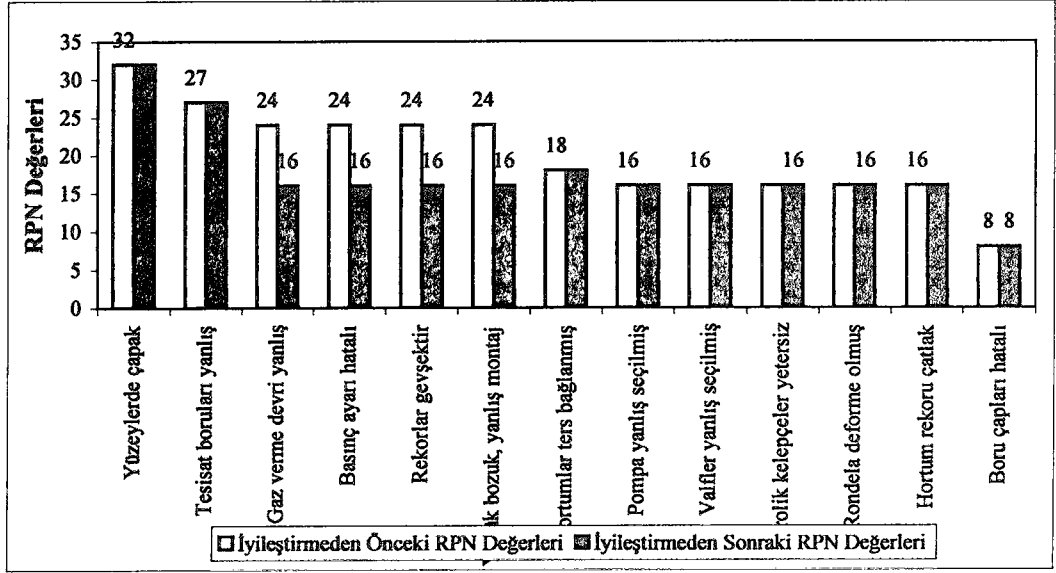
hatasının rekorların gevşek oluşundan kaynaklanması durumu için operatör eğitimi önerilmiştir. Sistem Mühendisliği tarafından yürütülecek olan bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığının düşürülmesi amaçlanmıştır. Yüzeylerde çapak olması durumu için öneri bulunamamıştır. Yüzük bozuk, yanlış montaj durumunda operatör eğitimi önerilmiş, hatanın oluşma olasılığı düşürülmüştür. Sonuçta hatalara ait RPN değerlerinde azalma sağlanmıştır.

Tesisat borularının yanlış olmasından kaynaklanan silindirlerin yanlış çalışması hatası için öneri sunulamamıştır.

Gaz verme devrinin yanlış olması ve basınç ayarının hatalı olması sonucu oluşan sistemde aşırı ses/sürat hatasının oluşma olasılıkları önerilen operatör eğitimi ile düşürülmüştür. İyileştirmeden önceki ve sonraki duruma göre hesaplanan RPN değerleri Çizelge 4.35 'de verilmiştir.

Çizelge 4.35 Hidrolik Montaj İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden Önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden Sonraki RPN Değerleri
Yüzeylerde çapak	32	32
Tesisat boruları yanlış	27	27
Gaz verme devri yanlış	24	16
Basınç ayarı hatalı	24	16
Rekorlar gevşektir	24	16
Yüzük bozuk, yanlış montaj	24	16
Hortumlar ters bağlanmış	18	18
Pompa yanlış seçilmiş	16	16
Valfler yanlış seçilmiş	16	16
Hidrolik kelepçeler yetersiz	16	16
Rondela deforme olmuş	16	16
Hortum rekoru çatlak	16	16
Boru çapları hatalı	8	8



Şekil 4.24 Hidrolik Montaj İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Pareto diyagramına göre öncelikle önlem alınması gereken hatalar belirlenmiş ve bu hataların etkilerini minimize etmek için öneriler sunulmuştur. Sistem Mühendisliğinin sorumlu olduğu operatör eğitimleri ile hataların önem değerleri azaltılamamıştır ama oluşma sıklıkları minimize edilmeye çalışılmıştır. % 100 son kalite kontrolün yapıyor olması ile hatanın firmadan çıkmadan yakalanabilirliği çok fazladır. Önerilen operatör eğitimlerinin gerçekleştirilmesi ile hataların oluşma sıklıkları azaltılmış ve bu değerlerin etkili olduğu değerinde de iyileşme sağlanmıştır. İyileştirmeden önceki ve sonraki durumu karşılaştırmalı olarak gösteren Çizelge 4.49 'da 24 olan RPN değerinin 18 'e düştüğü görülmektedir.

SİLİNDİRLER

Silindirler incelenmiş belirlenen hatalar, bu hataların nedenleri ve etkileri aşağıda verilmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Yağ kaçırıyor	-Yağ eksilir -Performans ve basınç kaybı olur -Ortam çabuk kirlenir -Diğer aksamalarda arızalar oluşabilir -Sızan yağ kazalara sebebiyet verebilir -Müşteri memnuniyetsizliği -Performans kaybı	-Yağ keçesi ölçüleri hatalı -Yağ keçesi yanlış -Yanlış mil malzemesi seçimi -Mil ölçüsü yanlış -Yataklama ölçüsü yanlış -Yataklama malzemesi ölçüleri yanlış
-Basınç kaçağı	-Sistem arızası -Az sıkıştırma -Müşteri memnuniyetsizliği	-Boru ölçüleri hatalı -Yanlış boru malzemesi seçimi -Yanlış kalitede oring seçimi -Piston ölçüleri hatalı
-Mil Eğrilmesi	-Silindir kilitlenir -Sistem çalışmaz -Müşteri memnuniyetsizliği -Basınç kaybı	-Uygun olmayan yağ -Yanlış valf seçimi -Yanlış malzeme seçimi -Aşırı yanal yük
-Boru Şişmesi	-Silindir kilitlenmesi -Sistem çalışmayabilir -Performans azalır -Müşteri memnuniyetsizliği	-Darbeli yük -Yanlış malzeme seçimi -Aşırı yanal yük -Darbeli yük

Silindirlerde görülen olası hatalar, yağ kaçırmayı, basınç kaybı, mil eğrilmesi ve boru şişmesidir. Silindirlerin yağ kaçırmayı; yağ eksilmesine, performans ve basınç kaybına, ortamın çabuk kirlenmesine, diğer aksamalarda arızalara neden olmaktadır. Hatanın müşteri üzerindeki önemi 7 olarak belirlenmiştir. Hata, yağ keçesi ölçülerinin hatalı olmasından, yanlış yağ keçesi kullanılmasından, yanlış mil malzemesi seçiminden, yataklama ölçüsünün ve yataklama malzemesi ölçülerinin

yanlış olmasından kaynaklanmaktadır. Hatanın, belirtilen nedenlerden dolayı ortaya çıkma olasılığı düşüktür. Mevcut kontroller ile hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilme olasılığı artmaktadır.

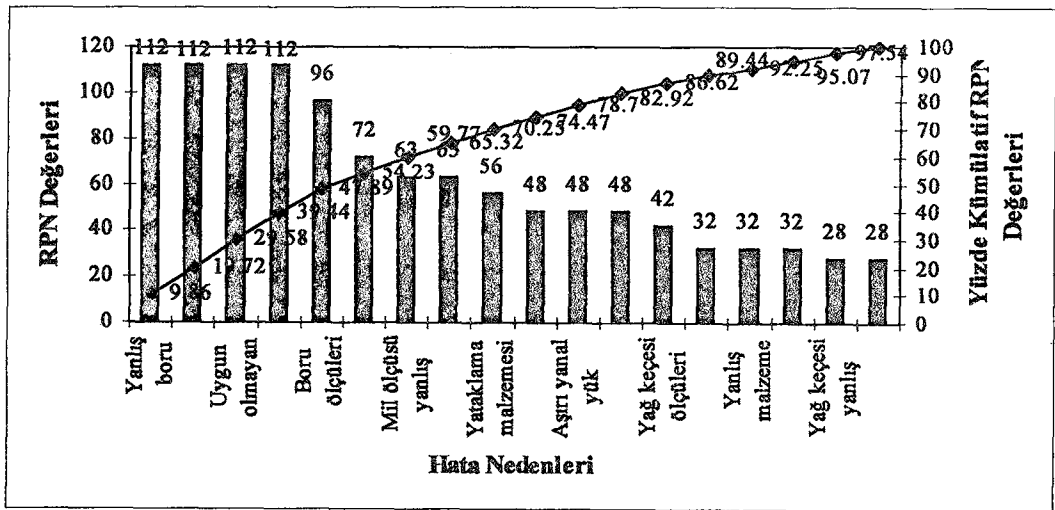
Basınç kaçağı hatasına boru ölçülerinin hatalı olması, yanlış boru malzemesi seçimi, yanlış kalitede oring seçimi, piston ölçüleri hatası, uygun olmayan yağ ve valf seçimi neden olmaktadır. Performans kaybı, sistem arızası ve az sıkıştırma etkisi yaratan bu hatanın oluşması durumunda müşteri için önemi 8 olarak belirlenmiştir. Oluşma olasılıkları fazla yüksek değildir. Hata, boru ölçülerinin hatalı olmasından kaynaklanıyorsa, bu hatanın önemi 8 ve oluşma olasılığı 4 'tür.

Örnekleme ile süreç kontrolü yapılmaktadır. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan RPN değeri 96 'dır. Hatanın yanlış boru malzemesi seçiminden veya yanlış kalitede oring seçiminden kaynaklanması durumunda oluşma olasılıkları 2, keşfedilebilirlikleri 7 olarak belirlenmiştir. Hatanın bu nedenlerden dolayı meydana gelmesinin risk öncelik değerleri yüksektir. Uygun olmayan yağ ve yanlış valf seçimi sonucunda hatanın oluşma olasılığı 2 ve hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilirliği 7 'dir. Mevcut kontrolün yetersiz kalması sonucu hatanın müşteriye ulaşma olasılığı yüksektir.

Silindirlerde görülen diğer bir hata mil eğrilmesidir. Yanlış malzeme seçiminin, aşırı yanal veya darbeli yükün neden olduğu bu hatanın etkileri; silindirin kilitlenmesi, sistemin çalışmaması ve müşteri memnuniyetsizliği yaratmasıdır. Hatanın oluşması durumunda müşteride yaratacağı etki yüksektir. Hatanın, yanlış malzeme seçimi ve aşırı yanal yükten dolayı ortaya çıkma olasılığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme çizelgesinden 3 olarak, darbeli yük sonucu oluşması olasılığı da 2 olarak belirlenmiştir. Boru şişmesi hatasının olası etkileri olarak; basınç kaybı, silindirin kilitlenmesi, performansın azalması ve hatta sistemin çalışmamasıdır. Hatalara ait önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri ile hesaplanan RPN değerlerine göre çizilen pareto diyagramı aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.36 Silindirler İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Yanlış boru malzemesi seçimi	112	9.86	9.86
Yanlış kalitede oring seçimi	112	9.86	19.72
Uygun olmayan yağ	112	9.86	29.58
Yanlış valf seçimi	112	9.86	39.44
Boru ölçüleri hatalı	96	8.45	47.89
Piston ölçüleri hatalı	72	6.34	54.23
Mil ölçüsü yanlış	63	5.55	59.77
Yataklama ölçüsü yanlış	63	5.55	65.32
Yataklama malzemesi ölçüleri yanlış	56	4.93	70.25
Yanlış malzeme seçimi	48	4.23	74.47
Aşırı yanal yük	48	4.23	78.70
Aşırı yanal yük	48	4.23	82.92
Yağ keçesi ölçüleri hatalı	42	3.70	86.62
Darbeli yük	32	2.82	89.44
Yanlış malzeme seçimi	32	2.82	92.25
Darbeli yük	32	2.82	95.07
Yağ keçesi yanlış	28	2.46	97.54
Yanlış mil malzemesi seçimi	28	2.46	100.00



Şekil 4.25 Silindirler İçin Pareto Diyagramı

Silindirler için hazırlanan pareto diyagramı incelendiğinde RPN değerleri 42 ve üzerinde olan hatalar önlem alınması gereken hatalar olarak belirlenmiştir. Yağ kaçağı hatasının, yağ keçesi ölçülerinin hatalı olması, mil ölçüsünün yanlış olması, yataklama ölçüsünün yanlış olması ve yataklama malzemesi ölçülerinin yanlış olmasından kaynaklanması durumları için % 100 operatör ölçü kontrolü önerilmiştir. Kalite Güvence Bölümü sorumluluğunda yapılan bu çalışmalar ile RPN değerlerinde azalma sağlanmıştır.

Basınç kaçağı hatası, boru ölçülerinin hatalı olmasından kaynaklanıyorsa, öneri olarak % 100 operatör ölçü kontrolü sunulmuştur. Bu çalışmadan Kalite Güvence Bölümü sorumludur. Alınan önlem ile hatanın oluşma olasılığı ve keşfedilebilirliği azaltılmıştır. Çalışma sonucunda RPN değeri 96 'dan 32 'ye düşürülmüştür. Hatanın yanlış boru malzemesi seçiminden veya yanlış kalitede oring seçiminden kaynaklanması durumunda örnekleme yolu ile giriş kalite kontrolü yapılması önerilmiş ve böylece hatanın oluşması durumunda müşteriye ulaşma olasılıkları düşürülmüştür. Hata, piston ölçülerinden kaynaklanıyorsa, burada öneri olarak örnekleme yolu ile giriş kalite kontrolü verilmiştir. Böylece hatanın bu nedenden dolayı oluşma olasılığı ve müşteriye ulaşma riski azaltılmıştır. Uygun olmayan yağ ve valf seçimi sonucunda hatanın oluşması durumu için örnekleme ile giriş kalite kontrolü önerilmiştir. Böylelikle hatanın oluşması durumunda keşfedilebilirliği arttırılmıştır.

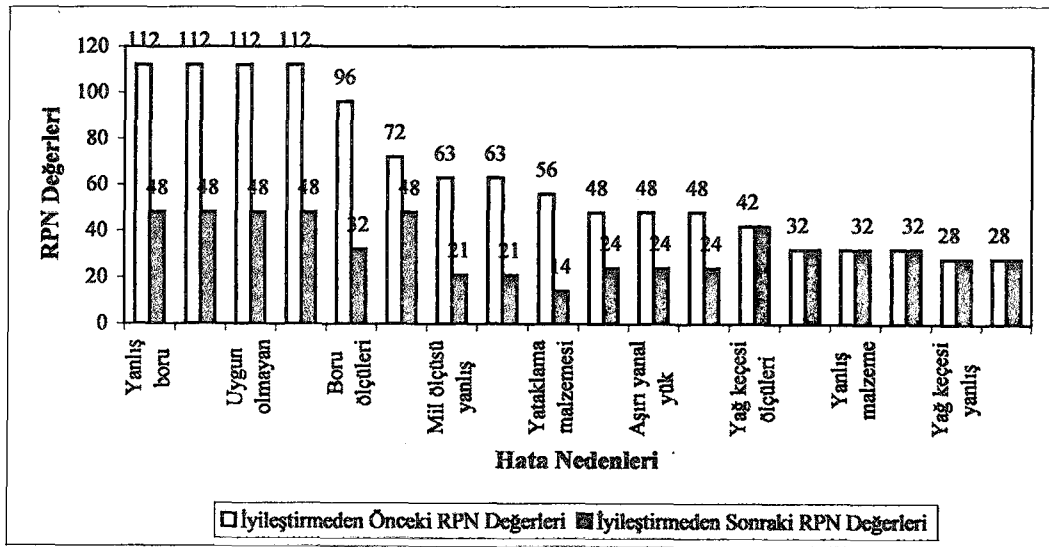
Mil eğrilmesi hatası için iki öneri sunulmuştur. Bunlar; örnekleme ile giriş kalite kontrol ve örnekleme ile ömür testidir. Böylelikle hataların müşteriye gitmeden fark edilme olasılıkları arttırılmıştır.

Boru şişmesinin nedenlerinden olan aşırı yanal yük için de örnekleme ile ömür testi önerilmiş ve hatanın müşteriye ulaşma riski azaltılmıştır.

Olası hatalara ait RPN değerlerinin alınan önlemlerden önceki ve sonraki RPN değerleri Çizelge 4.37 'de verilmiştir.

Çizelge 4.37 Silindirler İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Yanlış boru malz. seçimi	112	48
Yanlış kalitede oring seçimi	112	48
Uygun olmayan yağ	112	48
Yanlış valf seçimi	112	48
Boru ölçüleri hatalı	96	32
Piston ölçüleri hatalı	72	48
Mil ölçüsü yanlış	63	21
Yataklama ölçüsü yanlış	63	21
Yataklama malz. ölçüleri yanlış	56	14
Yanlış malzeme seçimi	48	24
Aşırı yanal yük	48	24
Aşırı yanal yük	48	24
Yağ keçesi ölçüleri hatalı	42	42
Darbeli yük	32	32
Yanlış malzeme seçimi	32	32
Darbeli yük	32	32
Yağ keçesi yanlış	28	28
Yanlış mil malzemesi seçimi	28	28



Şekil 4.26 Silindirler İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Silindirler için yapılan FMEA çalışması sonucunda, çizilen pareto diyagramı dikkate alınarak, öncelikle önlem alınması gereken hatalar için önerilerde bulunulmuştur. Sunulan öneriler ile hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacakları etki, hataların oluşma sıklıkları ve uygulanan mevcut kontroller ile hataların müşteriye gitmeden fark edilebilirlikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.37 'de silindirler için ilk hesaplanan RPN değerleri ile önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen yeni duruma göre hesaplanan yeni RPN değerleri bulunmaktadır. Çizelgeden alınan önlemlerin hataların risk değerlerinde ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Silindirler için yapılan Tasarım FMEA çalışması Ek 29 'da verilmiştir.

KONTEYNER SİSTEMİ

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Konteyner silindiri açılmıyor	-Sistem çalışmaz	-Hidrolik sistem problemi
-Kollar eğriliyor	-Sistem problemlili çalışır	-Kol malzemesinin yorulmuş olması
-Kol kulakları kırılıyor	-Konteyner kaldırılamaz	-Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi -Malzeme seçimi hatalı
-Bara eğriliyor	-Sistem problemlili çalışır	-Yanlış malzeme seçimi
-Döndürme kolu kırılıyor	-Sistem çalışmaz	-Tasarımda eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi
-Silindir kulağı kaynak çatlaması	-Sistem çalışmaz	-Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi
-Çöpün yere dökülmesi	-Sistem problemlili çalışır -Çevre kirliliği -Ek temizlik işçiliği	-Konteynerin uygun olmayan tasarımı -Konstrüksiyondan kaynaklanabilir
-Çöp dökme açısı az	-Sistem problemlili çalışır	-Konteyner ölçülerinin

	-Ek temizlik işçiliği	bilinmemesi
		-Konstrüksiyondan kaynaklanabilir
		-Yanlış eksen ölçüleri
-Konteynerin kapağının kepeğe çarpması	-Çöpün yeterli dökülememesi	-Tasarım aşamasında konteynerin kepeğe çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi
	-Konteynerde deformasyon	-Konteyner ölçülerinin bilinmemesi
	-Boya hasarı	
-Konteyner üst saca çarpıyor	-Konteyner deformasyonu	-Konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi
	-Üst sac deformasyonu	
	-Çöpün az dökülmesi	-Tasarım aşamasında konteynerin üst saca çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi
-Konteyner koldan kurtulmuyor	-Konteyner deformasyonu	-Konteyner kolundaki bırakma açısının yetersiz olması
	-Kol kırılabilir	
	-Zaman kaybı	
-Kollar konteyneri çarpık tutuyor	-Konteyner düşebilir	-Konteyner bağlantı malzemelerinin yanlış seçimi ve deformasyona uğraması ile oluşan boşluklar
	-Kollar eğrilebilir	
	-Çöp az dökülür	
-Dayama kulaklarının eğilmesi	-Kol açıklığı değişir	-Yay eksenlerinin düzgün ayarlanmaması
	-Konteyner düzgün kaldırılamaz	-Yay kalitesinin uygun olmayışı
	-Konteyner düşebilir	

Konteyner sistemi için yapılan Tasarım FMEA formu Ek 32 'de verilmiştir. Konteyner sistemi incelendiğinde çok fazla olası hata ile karşılaşılmıştır. Bu hatalar, bunların nedenleri ve etkileri üzerinde durulmuştur. Konteyner silindirisinin açılmaması hatasına hidrolik sistem problemi neden olmaktadır. Bu hatanın olası

nedeni ise, sistemin çalışmaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Önem değeri yüksek olan bir hatadır. Oluşma olasılığının yüksek olmaması ve mevcut kontrolün etkili olması sonucu hatanın hesaplanan risk öncelik değeri düşük çıkmaktadır. Kol malzemesinin yorulmuş olması konteyner kollarının eğrilmesine neden olmaktadır. Bu hatanın olası etkisi sistemin problemlili çalışmasıdır.

Kol kulaklarının kırılmasının nedenleri olarak kaynak yönteminin yanlış seçilmesi ve malzeme seçiminin hatalı olması verilmektedir. Bu hatanın önem değeri Tasarım FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 7 olarak derecelendirilmiştir. Hatanın kaynak yönteminin yanlış seçilmesinden dolayı oluşma olasılığı 5, hatalı malzeme seçiminden kaynaklanması durumunda 3 olarak belirlenmiştir. Montaj esnasında fonksiyonel test ve % 100 kontrol yapıyor olması hatanın fark edilebilirliğini arttırmaktadır. Yanlış malzeme seçiminin neden olduğu bara eğrilmesi hatasının olası etkisi sistemin problemlili çalışmasıdır. Mevcut kontrolün yetersiz kalması hatanın risk öncelik değerini arttırmaktadır. Döndürme kolunun kırılması, tasarım esnasında eksenleme ölçülerinin yanlış seçilmesi ile oluşmaktadır. Bu hatanın önem değeri 7, oluşma olasılığı 3 olarak derecelendirilmiştir.

Silindir kulağı kaynak çatlaması hatasına kaynak yönteminin yanlış seçilmesi neden olmaktadır. Burada sürekli kaynak yapılması gerekmektedir. Sürekli kaynak yerine kesikli kaynak yapılması düşünülürse silindir kulağının kaynak yerinde çatlama oluşacaktır. Bu hatanın önem değeri ve oluşma olasılığı 6 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrol yönteminin yetersiz kalması sonucu, önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpılması sonucu hesaplanan hatanın risk öncelik değeri çok artmıştır.

Çöpün yere dökülmesi hatasına; konteynerin uygun olmayan tasarımı, konstrüksiyon hatası ve çöp tutma sacı açısının doğru ayarlanmaması neden olmaktadır. Bu hatanın olası etkileri ise; sistemin problemlili çalışması, çevre kirliliği, ilave temizlik işçiliği ve müşteri memnuniyetsizliğidir. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı hoşnutsuzluk 5 ve bu nedenlere göre oluşma olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrolün yetersiz ve hatta olmayışı hatanın fark edilme olasılığını çok azaltmıştır.

Çöp dökme açısının az olması, sistemin problemlili çalışmasına, ek temizlik işçiliğine ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Hatanın önem değeri 5 olarak derecelendirilmiştir. Hata, konteyner ölçülerinin bilinmemesinden, konstrüksiyon hatasından ve yanlış eksen ölçülerinden kaynaklanmaktadır. Hatanın oluşma sıklığı Tasarım FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre 4 olarak belirlenmiştir.

Konteyner kapağının kepçeye çarpması hatası, tasarım aşamasında konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi ve konteyner ölçülerinin bilinmemesi sonucu oluşmaktadır. Bu hatanın oluşması ile çöp yeterince dökülemede, konteynerde çarpmadan dolayı deformasyon oluşmakta ve boya hasarı görülmektedir. Hatanın önemi 7, oluşma olasılığı 2 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrolün yetersiz ve hatta olmayışı hatanın müşteriye ulaşma olasılığını arttırmaktadır.

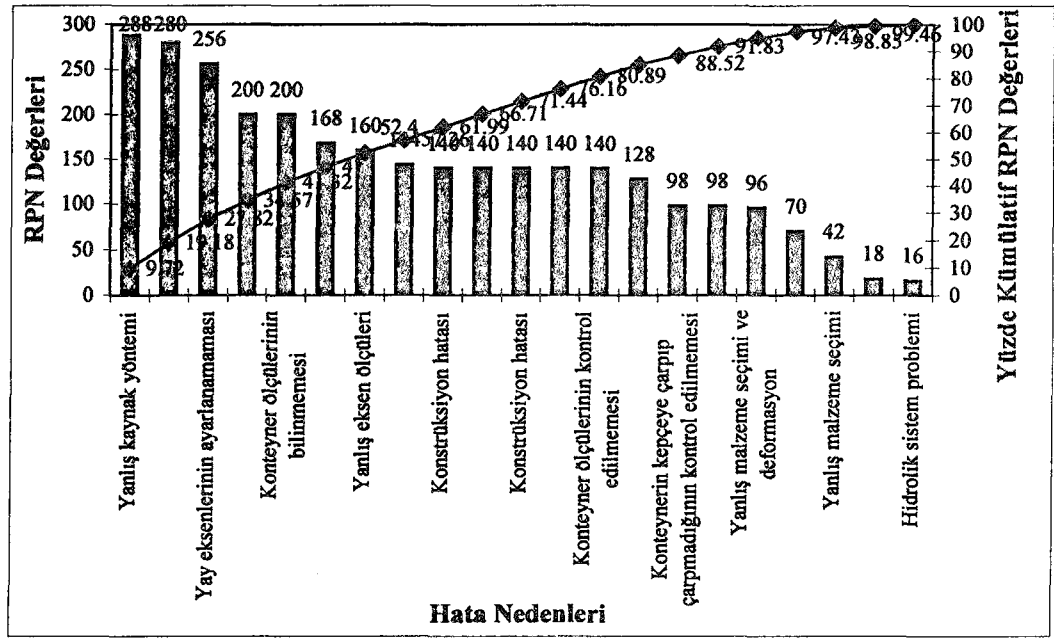
Yine aynı şekilde oluşan konteynerin üst saca çarpması hatası, konteyner deformasyonuna, üst sac deformasyonuna ve çöpün aracın içine az dökülmesine neden olmaktadır. Konteynerin koldan kurtulmaması durumunda hatanın müşteri için önemi 8, oluşma olasılığı 5 olarak derecelendirilmiştir. Konteyner kolundaki bırakma açısının yetersiz olmasından kaynaklanan bu hata önemli hata sınıfına girmektedir. Kolların konteyneri çarpık tutması sonucunda; konteyner düşmekte, kollar eğilmekte, çöp aracın içine az dökülmektedir. Bu hataya konteyner bağlantı malzemelerinin yanlış seçimi ve deformasyona uğraması ile zamanla oluşan boşluklar neden olmaktadır.

Diğer bir hata olan dayama kulaklarının eğilmesi; yay eksenlerinin düzgün ayarlanmamasından ve yay kalitesinin uygun olmayışından kaynaklanmaktadır. Hatanın olası etkileri, kol açıklığının değişmesi, konteynerin düzgün kaldırılamaması ve hatta düşmesi olabilmektedir. Hatanın müşteri için önemi 8 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrolün yetersiz kalması hatanın oluşması durumunda müşteriye ulaşma riskini arttırmaktadır. Hatalara ait RPN değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanmış,

yüzde RPN değerleri ve bunların kümülatif değerleri bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 4.38 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.38 Konteyner Sistemi İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Yanlış kaynak yöntemi	288	9.72	9.72
Yetersiz bırakma açısı	280	9.45	19.18
Yay eksenlerinin ayarlanamaması	256	8.64	27.82
Uygun olmayan konteyner tasarımı	200	6.75	34.57
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	200	6.75	41.32
Eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi	168	5.67	47.00
Yanlış eksen ölçüleri	160	5.40	52.40
Yanlış malzeme seçimi	144	4.86	57.26
Konstrüksiyon hatası	140	4.73	61.99
Çöp tutma sacı açısı hatası	140	4.73	66.71
Konstrüksiyon hatası	140	4.73	71.44
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	140	4.73	76.16
Konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi	140	4.73	80.89
Uygun olmayan yay kalitesi	128	4.32	85.21
Konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	3.31	88.52
Konteynerin üst saca çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	3.31	91.83
Yanlış malzeme seçimi ve deformasyon	96	3.24	95.07
Yanlış kaynak yöntemi	70	2.36	97.43
Yanlış malzeme seçimi	42	1.42	98.85
Kol malzemesinin yorulması	18	0.61	99.46
Hidrolik sistem problemi	16	0.54	100.00



Şekil 4.27 Konteyner Sistemi İçin Pareto Diyagramı

Belirlenen olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri dikkate alınarak RPN değerleri hesaplanmıştır. RPN değerlerine göre çizilen pareto diyagramına göre % 80 sınırını oluşturan hataların 140 ve üzeri RPN değerlerine sahip hatalar olduğu belirlenmiştir. RPN değeri 144 olarak bulunan yanlış malzeme seçiminin neden olduğu bara eğrilmesi hatası için test düzeneği ile kontrol önerilmiştir. Sorumlu bölüm olarak Proje Bölümü belirlenmiştir. Bu öneri ile hatanın müşteriye ulaşma olasılığı azaltılmış ve RPN değeri 144 'den 54 'e indirilmiştir.

Tasarımda eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi sonucu döndürme kolu kırılmasının RPN değeri 168 'dir. Bu hatanın etkisi sistemin çalışmamasıdır. Yaratacağı etki itibarıyla önemli bir hatadır. Kalite Güvence Bölümü tarafından montaj kontrol noktası oluşturularak RPN değeri 63 'e düşürülmüştür. Kaynak yönteminin yanlış seçilmesinin neden olduğu silindir kulağı kaynak çatlaması için test düzeneği oluşturulması ve kaynak kontrolü yapılması önerilmiştir. Bunun sonucunda hatanın fark edilme olasılığı artırılmıştır.

Çöpün yere dökülmesi hatasının olası nedenleri, konteynerin uygun olmayan tasarımı, konstrüksiyon hatası ve çöp tutma sac açısının doğru ayarlanmamasıdır. Mevcut kontrolün yetersiz oluşu hatanın müşteriye ulaşma olasılığını arttırmaktadır. Öneri olarak konteyner ölçülerinin önceden temin edilmesi verilmiştir. Bu öneri ile konteynerin uygun olmayan tasarımından kaynaklanan hatanın oluşma olasılığı azaltılmış ve hatanın keşfedilebilirliği artırılmıştır.

Konteyner sisteminde görülen diğer bir hata çöp dökme açısının az olmasıdır. Bu hatanın etkisiyle sistem problemlili çalışmakta, ek temizlik işçiliği gerektirmektedir. Diğer hatalarda da olduğu gibi müşteri memnuniyetsizliği oluşmaktadır. Hatanın konteyner ölçülerinin bilinmemesi sonucunda oluşmasıyla RPN değeri 200 bulunmuştur. Firma konteyner üretmemektedir. Bazen gelen siparişlerde konteyner ölçülerinin bilinmemesi bu sorunu ortaya çıkarabilmektedir. Mevcut kontrolün olmayışı nedeniyle ilk olarak kontrol uygulanması önerilmiştir. Kalite Güvence Bölümü sorumluluğunda % 100 kontrol ile RPN değeri 140 'a düşürülmüştür. Hatanın konstrüksiyondan kaynaklanması durumunda 140 olan RPN değeri aynı öneri ile 100 'e düşürülmektedir. Yanlış eksen ölçüleri verilmesi ile oluşan çöp dökme açısının az olması sonucu, kaldırılan konteynerin tam olarak hazneye denk gelmemesi ile konteyner içindeki çöplerin yere dökülme olasılığının bulunmasıdır. Ek temizlik işçiliğinin yanında müşteri memnuniyetsizliğini de beraberinde getiren bu hatanın RPN değeri önerilen kontrol yöntemi ile 160 'dan 120 'ye indirilmiştir.

Konteyner sisteminin konteyneri kaldırmasıyla konteyner kapağının kepçeye çarpması durumunda çöpler yeterince hazneye dökülmemekte, deformasyon ve boya hasarı oluşmaktadır. Bu hataya tasarım aşamasında konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi ve konteyner ölçülerinin bilinmemesinin yol açtığı belirlenmiştir. Birinci nedenin oluşma olasılığı azdır, RPN değeri fazla çıkmamıştır. İkinci nedenin oluşması sonucunda keşfedilebilirliği çok azdır. Çünkü bazen konteyner ölçüleri sipariş verildiği zaman verilmemektedir. Burada öncelikle yapılması gereken konteyner ölçülerinin önceden temin edilmesidir. Bu çalışmanın yapılması ile hatanın oluşma olasılığı azaltılmış olacak ve bu değerlere bağlı olarak RPN değerinde büyük bir iyileşme sağlanacaktır.

Siparişle birlikte gelen konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi durumunda da konteyner üst saca çarpmaktadır. Bu hatanın oluşmasını engellemek için ölçülerin önceden temin edilmesinde yarar vardır. Kontrol ile hatanın oluşma olasılığı düşürülmektedir. Konteyner kolu bırakma açısının yetersiz olması sonucunda kola takılan konteynerin koldan çıkarılmasında zorluk yaşanmaktadır. Konteynerde deformasyona, kolda kırılmaya ve zaman kaybına neden olan bu hatanın montajda % 100 kontrol ile önleneceği düşünülmüştür. Öneri sonucunda RPN değeri 280 'den 160 'a düşürülmüştür. Kontrol ile hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilirliği artırılmıştır.

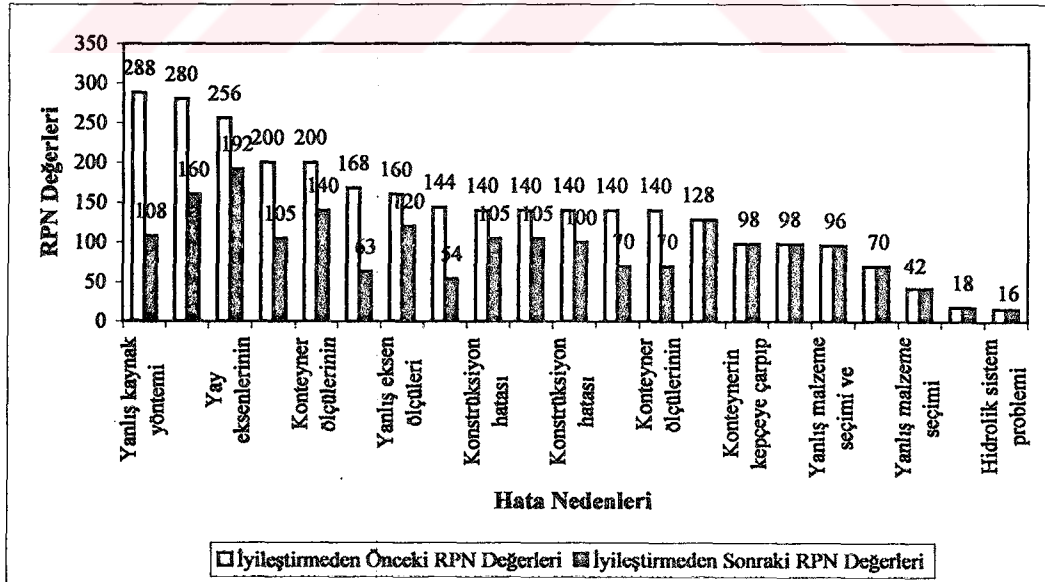
Diğer bir hata olan dayama kulaklarının eğilmesi sonucunda kol açıklığı değişmekte, konteyner düzgün kaldırılamamakta ve hatta düşmektedir. Bu hatanın oluşmasında önemli bir neden, yay eksenlerinin düzgün ayarlanmamasıdır. Bu bölüm için önerilecek faaliyet proje bölümünün sorumluluğunda test düzeneği oluşturulmasıdır. Böylece hatanın keşfedilebilirliği artacak ve sonuçta hatanın RPN değerinde iyileştirme sağlanacaktır. Konteyner sisteminde meydana gelebilecek olası hatalar için yapılan çalışma sonucunda elde edilen RPN değerleri ile alınan önlemlerden sonra yeniden hesaplanan RPN değerleri Çizelge 4.39 'da verilmiştir.

Çizelge 4.39 Konteyner Sistemi İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Yanlış kaynak yöntemi	288	108
Yetersiz bırakma açısı	280	160
Yay eksenlerinin ayarlanamaması	256	192
Uygun olmayan konteyner tasarımı	200	105
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	200	140
Eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi	168	63
Yanlış eksen ölçüleri	160	120
Yanlış malzeme seçimi	144	54

Çizelge 4.39 'un devamı

Konstrüksiyon hatası	140	105
Çöp tutma sacı açısı hatası	140	105
Konstrüksiyon hatası	140	100
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	140	70
Konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi	140	70
Uygun olmayan yay kalitesi	128	128
Konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	98
Konteynerin üst saca çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	98
Yanlış malz. seçimi ve deformasyon	96	96
Yanlış kaynak yöntemi	70	70
Yanlış malzeme seçimi	42	42
Kol malzemesinin yorulması	18	18
Hidrolik sistem problemi	16	16



Şekil 4.28 Konteyner Sistemi İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Tasarım FMEA çalışmasında hidrolik sıkıştırımlı çöp kasasını (HSÇK) oluşturan tüm bileşenler üzerinde durulmuştur. Bu bileşenlere ait olası hatalar, bu hataların nedenleri ve etkileri belirtilmiştir. Hataların önemi, meydana gelme sıklıkları ve hatanın müşteriye ulaşmadan firma içersinde keşfedilmesi derecelendirilmiş ve bu değerlere bağlı olarak RPN değerleri hesaplanmıştır. Önemli hatalar için önerilerde bulunulmuş ve bu çalışmaları gerçekleştirecek sorumlular belirlenmiştir. Saptanan tamamlanma tarihlerine göre bu faaliyetler uygulamaya geçirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda çıkabilecek olası hatalar için önlemler alınmıştır.

Son olarak tüm bileşenlerde bulunan hatalar için pareto diyagramı hazırlanmıştır. Böylelikle HSÇK 'nın hangi bileşeninde oluşabilecek hataların diğerlerine göre daha öncelikli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40 HSÇK 'nın Tüm Bileşenlerinin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	288	3.42	3.42
Konteyner kolundaki bırakma açısının yetersiz olması	280	3.33	6.75
Yay eksenlerinin düzgün ayarlanmaması	256	3.04	9.80
Boya karışım oranlarının iyi ayarlanmaması	245	2.91	12.71
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	2.38	15.09
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	2.38	17.47
Konteynerin uygun olmayan tasarımı	200	2.38	19.85
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	200	2.38	22.23
Yanlış aparat seçimi	196	2.33	24.56
Tasarımda eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi	168	2.00	26.55
Yanlış eksen ölçüleri	160	1.90	28.46

Çizelge 4.40 'ın devamı

Sac ölçüleri hatalı	147	1.75	30.21
Yanlış aparat seçimi	144	1.71	31.92
Yanlış malzeme seçimi	144	1.71	33.63
Konstrüksiyondan kaynaklanabilir	140	1.66	35.30
Çöp tutma sacı açısının doğru ayarlanmaması	140	1.66	36.96
Konstrüksiyondan kaynaklanabilir	140	1.66	38.63
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	140	1.66	40.29
Konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi	140	1.66	41.96
Yanlış astar boya seçimi	140	1.66	43.62
Yay kalitesinin uygun olmayışı	128	1.52	45.14
Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı	120	1.43	46.57
Yanlış boru malzemesi seçimi	112	1.33	47.90
Uygun olmayan yağ	112	1.33	49.23
Yanlış kalitede oring seçimi	112	1.33	50.56
Yanlış valf seçimi	112	1.33	51.90
Sac ölçüleri hatalı	108	1.28	53.18
Boya kalitesinin yetersiz olması	105	1.25	54.43
Astar boyanın tam olarak kurumaması	105	1.25	55.68
Yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçimi	105	1.25	56.93
Hatalı malzeme	105	1.25	58.18
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	1.19	59.36
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	1.19	60.55
Konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	1.17	61.72
Konteynerin üst saca çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	1.17	62.89

Çizelge 4.40 'ın devamı

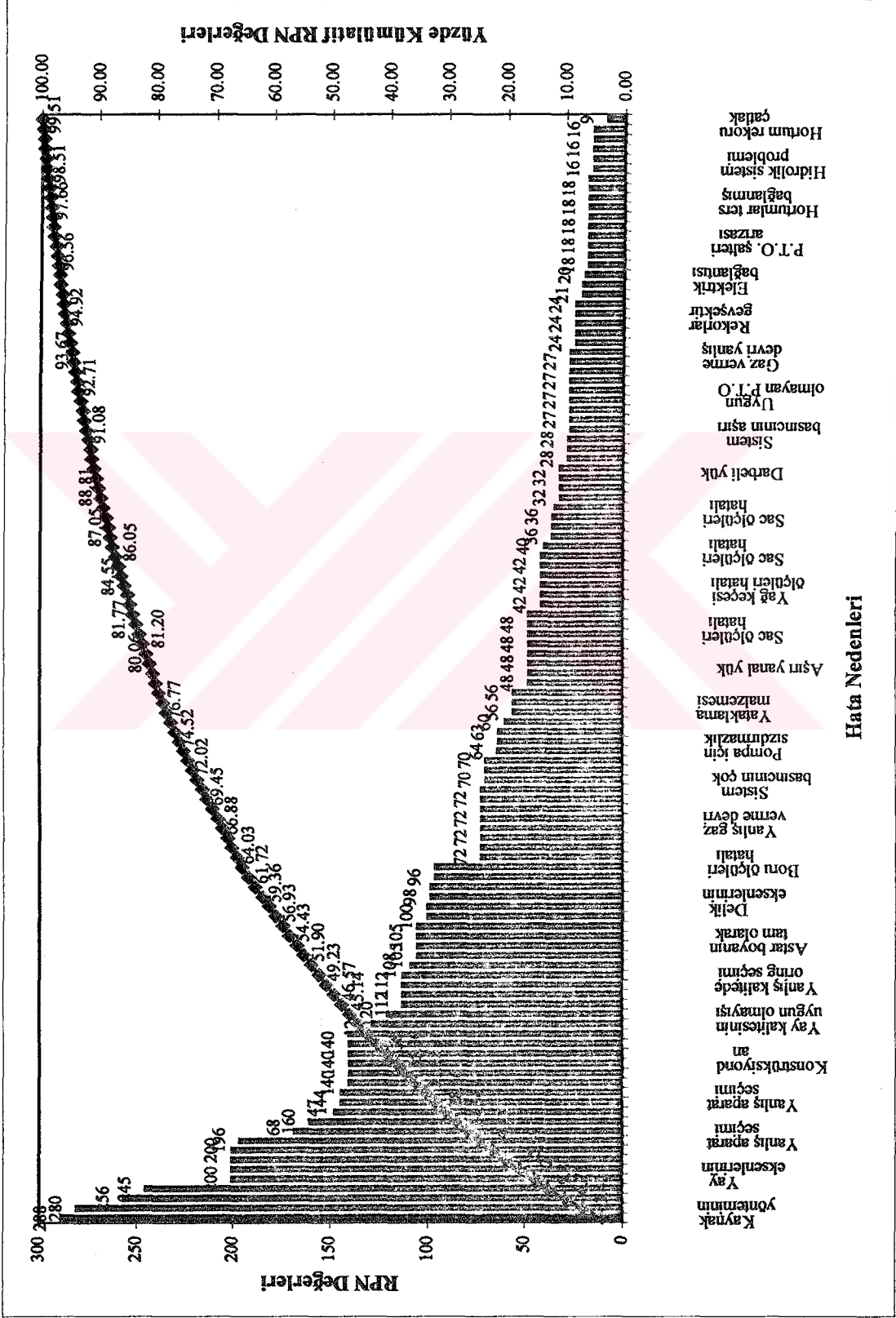
Konteyner bağlantı malz. yanlış seçimi ve deformasyona uğraması ile zamanla oluşan boşluklar	96	1.14	64.03
Boru ölçüleri hatalı	96	1.14	65.17
Uygun olmayan malzeme kullanımı	72	0.86	66.02
Uygun olmayan ısı işlem yöntemlerinin kullanılması	72	0.86	66.88
Piston ölçüleri hatalı	72	0.86	67.74
Yanlış gaz verme devri	72	0.86	68.59
Araç havası yetersiz	72	0.86	69.45
Yanlış switch seçimi	72	0.86	70.31
Kızak boşluğu fazla verilmiştir	72	0.86	71.16
Sistem basıncının çok yüksek ayarlanması	72	0.86	72.02
Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	70	0.83	72.85
Silindir malzemesinin kalitesizliği	70	0.83	73.68
Malzeme yorulması	70	0.83	74.52
Pompa için sızdırmazlık elemanlarının uygun olmayışı	64	0.76	75.28
Mil ölçüsü yanlış	63	0.75	76.03
Yataklama ölçüsü yanlış	63	0.75	76.77
Yanlış ölçülendirme	60	0.71	77.49
Yataklama malzemesi ölçüleri yanlış	56	0.67	78.15
Aşırı basınç	56	0.67	78.82
Sac ölçüleri hatalı	56	0.67	79.49
Yanlış malzeme seçimi	48	0.57	80.06
Aşırı yanal yük	48	0.57	80.63
Aşırı yanal yük	48	0.57	81.20
Yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi	48	0.57	81.77
Sac ölçüleri hatalı	48	0.57	82.34
Sac ölçüleri hatalı	48	0.57	82.91
Sac ölçüleri hatalı	48	0.57	83.48
Sac ölçüleri hatalı	48	0.57	84.05
Malzeme seçimi hatalı olabilir	42	0.50	84.55

Çizelge 4.40 'ın devamı

Yanlış mil malzemesi seçimi	28	0.33	91.41
Sistem basıncının aşırı yüksek olması	28	0.33	91.75
Uygun olmayan selenoid valf seçimi	27	0.32	92.07
Selenoid valfe enerji gelmeyişi	27	0.32	92.39
Rulman arızası	27	0.32	92.71
Uygun olmayan P.T.O seçilmesi	27	0.32	93.03
Uygun olmayan emniyet valfi seçimi	27	0.32	93.35
Uygun olmayan emiş filtresi seçimi	27	0.32	93.67
Tesisat boruları yanlış	27	0.32	93.99
Gaz verme devri yanlış	27	0.32	94.32
Basınç ayarı hatalı	27	0.32	94.64
Uygun olmayan conta kullanımı	24	0.29	94.92
Sac ölçüleri hatalı	24	0.29	95.21
Rekorlar gevşektir	24	0.29	95.49
Yüzük bozuk. yanlış montaj	24	0.29	95.78
Sac ölçüleri hatalı	24	0.29	96.06
Uygun olmayan bobinli valf seçimi	21	0.25	96.31
Elektrik bağlantısı tasarımının yanlış yapılması	21	0.25	96.56
Sac ölçüleri hatalı	20	0.24	96.80
Sistemde basınçlı havanın olmayışı	18	0.21	97.02
Selenoid valfin yanması	18	0.21	97.23
P.T.O. şalteri arızası	18	0.21	97.44
Adaptör milinin kesilmesi	18	0.21	97.66
P.T.O ve pompanın birbiri ile uygunsuzluğu	18	0.21	97.87
Kol malzemesinin yorulmuş olması	18	0.21	98.09

Çizelge 4.40 'ın devamı

Hortumlar ters bağlanmış	18	0.21	98.30
Pompa yanlış seçilmiş	18	0.21	98.51
Valfler arızalı/yanlış seçilmiş	18	0.21	98.73
Hidrolik kelepçeler yeterli değil	18	0.21	98.94
Hidrolik sistem problemi	16	0.19	99.13
P.T.O. dişlilerinin diş ölçülerinin uygun olmayışı	16	0.19	99.32
Conta kalınlığının uygun olmayışı (yan çıkışlı P.T.O 'larda)	16	0.19	99.51
Rondela deforme olmuştur	16	0.19	99.70
Hortum rekoru çatlak	16	0.19	99.89
Boru çapları yanlış/hatalı	9	0.11	100.00



Şekil 4.29 HSKÇ'nin Tüm Bileşenlerine Ait Pareto Diyagramı

Bileşenlerin kendi içlerinde hazırlanan diyagramdan sonra bileşenlerin birbirleri arasında yapılan pareto diyagramına bakıldığında % 80 sınırını sağlayan hatalara ait RPN değerleri 48 ve üzeri olan hatalardır. Bu değerlerin hangi bileşenlerde olduğu saptanmıştır. Bunlar; silindirler, boya, sürgü-kepçe, basamak, teleskopik silindir, yağ tankı ve konteyner sistemidir. Bu bileşenler arasında yeniden bir pareto diyagramı oluşturularak, RPN değerleri yüksek olan hataların en fazla hangi bileşende bulunduğu belirlemek istenmiştir.

Çizelge 4.41 Pareto Diyagramında % 80 koşulunu sağlayan Bileşenlere Ait RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	288	4.14	4.14
Konteyner kolundaki bırakma açısının yetersiz olması	280	4.02	8.16
Yay eksenlerinin düzgün ayarlanmaması	256	3.68	11.83
Boya karışım oranlarının iyi ayarlanmaması	245	3.52	15.35
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	2.87	18.22
Yay eksenlerinin hatalı verilmesi	200	2.87	21.10
Konteynerin uygun olmayan tasarımı	200	2.87	23.97
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	200	2.87	26.84
Yanlış aparat seçimi	196	2.81	29.66
Tasarımda eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi	168	2.41	32.07
Yanlış eksen ölçüleri	160	2.30	34.37
Sac ölçüleri hatalı	147	2.11	36.48
Yanlış aparat seçimi	144	2.07	38.55
Yanlış malzeme seçimi	144	2.07	40.61

Çizelge 4.41 'in devamı

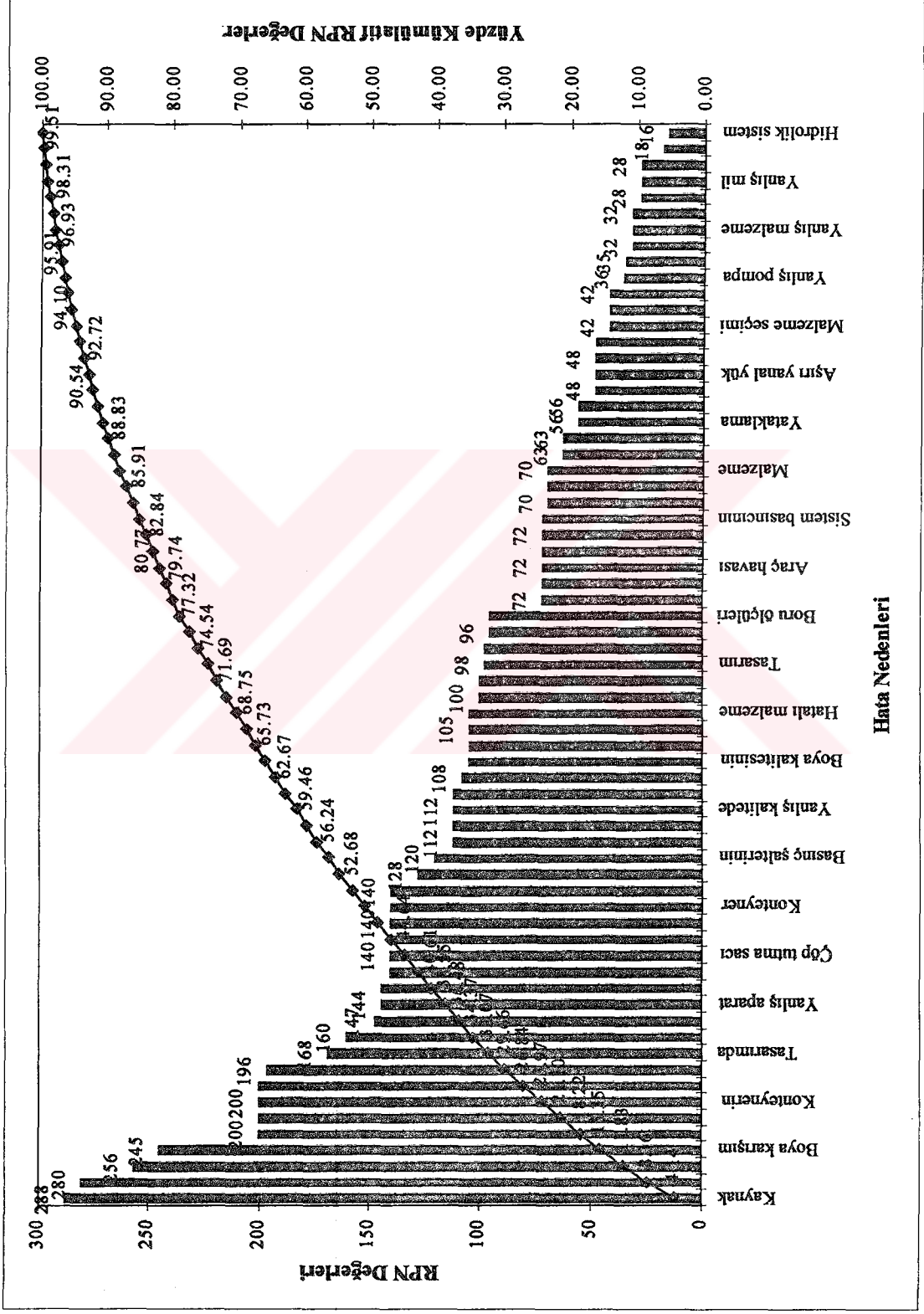
Konstrüksiyondan kaynaklanabilir	140	2.01	42.63
Çöp tutma sacı açısının doğru ayarlanmaması	140	2.01	44.64
Konstrüksiyondan kaynaklanabilir	140	2.01	46.65
Konteyner ölçülerinin bilinmemesi	140	2.01	48.66
Konteyner ölçülerinin kontrol edilmemesi	140	2.01	50.67
Yanlış astar boya seçimi	140	2.01	52.68
Yay kalitesinin uygun olmayışı	128	1.84	54.52
Basınç şalterinin basınç ayarı hatalı	120	1.72	56.24
Yanlış boru malzemesi seçimi	112	1.61	57.85
Uygun olmayan yağ	112	1.61	59.46
Yanlış kalitede oring seçimi	112	1.61	61.07
Yanlış valf seçimi	112	1.61	62.67
Sac ölçüleri hatalı	108	1.55	64.23
Boya kalitesinin yetersiz olması	105	1.51	65.73
Astar boyanın tam olarak kurumaması	105	1.51	67.24
Yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçimi	105	1.51	68.75
Hatalı malzeme	105	1.51	70.26
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	1.44	71.69
Delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	100	1.44	73.13
Tasarım aşamasında konteynerin kepçeye çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	1.41	74.54
Tasarım aşamasında konteynerin üst saca çarpıp çarpmadığının kontrol edilmemesi	98	1.41	75.94
Konteyner bağlantı mlz. yanlış seçimi ve deformasyona uğraması	96	1.38	77.32
Boru ölçüleri hatalı	96	1.38	78.70

Çizelge 4.41 'in devamı

Piston ölçüleri hatalı	72	1.03	79.74
Yanlış gaz verme devri	72	1.03	80.77
Araç havası yetersiz	72	1.03	81.80
Yanlış switch seçimi	72	1.03	82.84
Kızak boşluğu fazla verilmiştir	72	1.03	83.87
Sistem basıncının çok yüksek ayarlanması	72	1.03	84.91
Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	70	1.01	85.91
Silindir malzemesinin kalitesizliği	70	1.01	86.92
Malzeme yorulması	70	1.01	87.92
Mil ölçüsü yanlış	63	0.90	88.83
Yataklama ölçüsü yanlış	63	0.90	89.73
Yataklama malz. ölçüleri yanlış	56	0.80	90.54
Aşırı basınç	56	0.80	91.34
Yanlış malzeme seçimi	48	0.69	92.03
Aşırı yanal yük	48	0.69	92.72
Aşırı yanal yük	48	0.69	93.41
Yanlış sürgü takozu malz. seçimi	48	0.69	94.10
Malzeme seçimi hatalı olabilir	42	0.60	94.70
Yağ keçesi ölçüleri hatalı	42	0.60	95.30
Hatalı işçilik	42	0.60	95.91
Yanlış pompa seçilmiştir	36	0.52	96.42
Yanlış perde sacı seçimi	35	0.50	96.93
Darbeli yük	32	0.46	97.39
Yanlış malzeme seçimi	32	0.46	97.85
Darbeli yük	32	0.46	98.31
Yağ keçesi yanlış	28	0.40	98.71
Yanlış mil malzemesi seçimi	28	0.40	99.11

Sistem basıncının aşırı yüksek olması	28	0.40	99.51
Kol malzemesinin yorulmuş olması	18	0.26	99.77
Hidrolik sistem problemi	16	0.23	100.00





Şekil 4.30 Pareto Diyagramında % 80 Koşulunu Sağlayan Bileşenlere Ait Pareto Diyagramı

Şekil 4.30 'da yer alan pareto diyagramı incelendiğinde RPN değerleri 72 ve üzerinde olan hatalar % 80 sınırını sağlamaktadır. Bileşenlere bakıldığında RPN değerleri 72 'den büyük olan hatalar çoğunlukla boya, basamak, yağ tankı ve konteyner sistemindedir. Bu bileşenler arasında da en yüksek RPN değerlerine sahip hatalar konteyner sisteminde bulunmaktadır.

Tasarım FMEA çalışmasında yüksek RPN değerlerine sahip hataların Konteyner Sistemine ait olması süreçte de bu sistemde fazla hata çıkabilir düşüncesiyle Süreç FMEA çalışması bu bileşene uygulanmıştır. Ayrıca bu bileşenin seçilmesinde hataların önem dereceleri de göz önünde bulundurulmuştur. Konteyner sistemi incelendiğinde olası hataların etkileri olarak sistemin problemlili çalışması ve hatta çalışmaması görülmektedir. Bu etkiler düşünüldüğünde FMEA çalışma ekibinin ortak kararı bu bileşen üzerinde çalışma yapmak olmuştur.



4.2.2 EFE ENDÜSTRİ ve TİCARET A.Ş. 'DE SÜREÇ FMEA ÇALIŞMASI

Yapılan Tasarım FMEA çalışması sonucunda HSÇK 'nın bileşenleri arasında, öncelik konteyner sistemine verilmiştir. Konteyner sistemi için yapılacak Süreç FMEA çalışması için öncelikle "Süreç Fonksiyon Matrisi" oluşturulmuştur. Matrisi oluşturmak için konteyner sistemini oluşturan parçaların listesi Çizelge 4.42 'de verilmiştir.

Çizelge 4.42 HSÇK Konteyner Düzeni

Parça No	Rev	Parça Adı
201-05-0106	2	Destek Profili
201-08-0101	3	Boru
201-08-0004	1	Perno
201-08-0010	0	Bronz Burç
201-08-0030	0	Kam Baskı Laması
201-08-0031	1	Kam Baskı Laması Destek Sacı
201-08-0030	0	Çevirme Laması
201-08-0006	1	Askı Sacı – İç
201-08-0007	1	Askı Sacı – Dış
201-08-0002	0	Kol Yatak Laması –1
201-08-0003	0	Kol Yatak Laması –2
201-08-0005	2	Konteyner Sıkma Sacı
201-08-0004	0	Konteyner Kaldırma Sacı
201-08-0018	0	Kaldırma Kolu Pernosu
201-08-0027	0	Kaldırma Kolu Kilidi
201-08-0028	0	Kilit Destek Laması
201-08-0016	0	Tahdit Flanşı
201-08-0012	0	Burç –1
201-08-0011	0	Burç –2
201-08-0009	0	Boru Kapama Sacı
201-08-0008	0	Profil Kapama Sacı
201-08-0019/20	0	Kestamid Takoz

Konteyner sistemini oluşturan bu parçaların sisteme etkileri belirlenmiştir.

1. Destek Profili: Konteyner kolları arasında denge sağlar
2. Boru: Kol grubunun ve çevirme lamasının taşınmasını sağlar
3. Perno: Konteyner kolunun sabitletmesini sağlar
4. Bronz Burç: İç ve dış boru arasında yataklama görevi yapar
5. Kam Baskı Laması: Plastik konteynerin kilitlenmesi görevini sağlar
6. Kam Baskı Laması Destek Sacı: Lamanın esnemesini engeller
7. Çevirme Laması: Konteyner grubunun çevrilmesini sağlar
8. Askı Sacı – iç: Konteyner kol yataklamasının bağlanmasına yarar
9. Askı Sacı – dış: Konteyner kol yataklamasının bağlanmasına yarar
10. Kol Yatak Laması –1: Konteyner kolunun takılmasına yarar
11. Kol Yatak Laması –2: Konteyner kolunun takılmasına yarar
12. Konteyner Sıkma Sacı: Plastik konteynerin düşmesini engeller
13. Konteyner Kaldırma Sacı: Plastik konteynerin takılmasını engeller
14. Kaldırma Kolu Pernosu: Kaldırma kolunun sabitletmesini sağlar
15. Kaldırma Kolu Kilidi: 1100 lt konteynerin düşmesini engeller
16. Kilit Destek Laması: Konteyner kilidinin dönmesini engeller
17. Tahdit Flaşı: Konteyner kolunun eksenlenmesini sağlar
18. Burç –1: Konteyner kolunun taşınmasını sağlar
19. Burç –2: Konteyner kolunun taşınmasını sağlar
20. Boru Kapama Sacı: Borunun alınının kapatılmasını sağlar
21. Profil Kapama Sacı: Profilin alınının kapatılmasını sağlar
22. Kestamid Takoz: Plastik konteynerin takılmasını sağlar

Konteyner sistemini oluşturan parçaların işlevlerinin belirlenmesinden sonra geçirdikleri işlemler ve sistem için önemli etkilere sahip olan parçalar listelenmiş ve (Ö) harfi ile gösterilmiştir. Bütün bu veriler ışığında süreç fonksiyon matrisi Çizelge 4.43 'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.43 Süreç Fonksiyon Matrisi

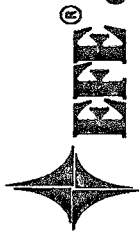
İŞLEM		1. İŞLEM	2. İŞLEM	3. İŞLEM	4. İŞLEM	5. İŞLEM	6. İŞLEM	7. İŞLEM	8. İŞLEM	9. İŞLEM	10. İŞLEM	11. İŞLEM
		Giriş kalite kontrol	Kesme	Kaynak	Torna	Matkap	Montaj	Bükme	Optik	Freze	Boşaltma	Kalite kontrol
İŞLEVLER												
Destek profil		X	X	X								
Konteyner kolları arasında denge sağlar		X	X	X	X							
Boru												
Kol grubunun ve çevirme lamasının taşınmasını sağlar												
Perno		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
Konteyner kolunun sabitlenmesini sağlar		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
Bronz burç		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
İç ve dış boru arasında yataklama görevi yapar		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
Kam baskı laması		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
Plastik konteynerin kilitlemesi görevini sağlar		ÖX	ÖX		ÖX	ÖX						ÖX
Kam baskı laması destek sacı		X		X					X			
Lamanın esnemesini engeller		ÖX		ÖX		ÖX			ÖX			ÖX
Çevirme laması		X	X	X								
Konteyner grubunun çevrilmesini sağlar		X	X	X								
Askı sacı-İç		X	X	X								
Konteyner kol yataklamasının bağlanmasına yarar		X	X	X				X				
Askı sacı-dış		X	X	X								
Konteyner kol yataklamasının bağlanmasına yarar		X	X	X				X				
Kol yatak laması-1		ÖX	ÖX	ÖX		ÖX		ÖX				ÖX
Konteyner kolunun takılmasına yarar		X	X	X								
Kol yatak laması-2		X	X	X		X		X				
Konteyner kolunun takılmasına yarar		ÖX	ÖX	ÖX		ÖX		ÖX				ÖX
Konteyner sıkma sacı		ÖX	ÖX	ÖX		ÖX		ÖX				ÖX
Plastik konteynerin düşmesini engeller		X	X	X		X		X				
Konteyner kaldırma sacı		X	X	X		X		X				
Plastik Konteynerin takılmasını sağlar		X	X	X		X		X				

AÇIKLAMA:

Çizelge 4.44 Süreç Fonksiyon Matrisi (devamı)

İŞLEM		1. İŞLEM	2. İŞLEM	3. İŞLEM	4. İŞLEM	5. İŞLEM	6. İŞLEM	7. İŞLEM	8. İŞLEM	9. İŞLEM	10. İŞLEM	11. İŞLEM
		Giriş kalite kontrol	Kesme	Kaynak	Torna	Matkap	Montaj	Bükme	Optik	Freze	Boşaltma	Kalite kontrol
İŞLEVLER												
	Kaldırma kolu pernosu	ÖX	ÖX		ÖX	ÖX	ÖX					ÖX
	Kaldırma kolunun sabitlenmesini sağlar	X				X	X					
	Kaldırma kolu kılıdı	X	X	X					X			
	Kilit destek laması	X	X	X								
	Konteyner kilitinin dönmelerini engeller	ÖX	ÖX	ÖX	ÖX							ÖX
	Tahdit Fianşı	ÖX	ÖX	ÖX	ÖX							ÖX
	Konteyner kolunun eksenlenmesini sağlar	ÖX	ÖX	ÖX	ÖX							ÖX
	Burç-1	X	X		X							
	Konteyner kolunun taşınmasını sağlar	X	X		X							
	Burç-2	X	X		X							
	Konteyner kolunun taşınmasını sağlar	X	X	X								
	Boru kapama sacı	X	X	X								
	Borunun alüminün kapatılmasını sağlar	X	X	X								
	Profil kapama sacı	X	X	X								
	Profilin alüminün kapatılmasını sağlar	X	X	X								
	Kestamid takoz	X	X	X						X		
	Plastik konteynerin takılmasını sağlar	X	X	X								
	Güplüya	X										
	Pernoya takılan rondelaların çıkmasını engeller	X										
	Rondela	X										
	Pernoya takılır	X										
	İmbus civata	X										
	Delik yüzeylere takılır	X										
	Çatal bağlama	X										
	Araya geçen kulağı tutar	X										
	Somun	X										
AÇIKLAMA:												

SÜREÇ FONKSİYON MATRİSİ



endüstri ve ticaret a.ş.

Tarih : 20.06.2003

Parça Adı / Kodu : Konteyner Sistemi

Form No : 2

Sayfa : 2

Yukarıda EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. 'ye ait süreç fonksiyon matrisi görülmektedir. Matrisin yatay ekseninde parçalar ve bu parçaların işlevleri, dikey ekseninde bu parçaların geçirdikleri işlemler verilmiştir. Parçalara ait olan işlemlere (X) işareti konularak matris tamamlanmıştır. Diğer parçalara göre daha fazla önemli olan parçalar ve geçirdikleri işlemler matriste (Ö) harfi ile gösterilmiştir. Çalışma ekibinin ortak kararı üzerine Süreç FMEA çalışması, tüm parçalar yerine önemli olarak düşünülen parçalar üzerinde yapılmıştır. Parçaların geçirdikleri tüm işlemler incelenmiş, olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri üzerinde durulmuştur. Tasarım FMEA çalışmasında olduğu gibi sadece % 80 sınırını sağlayan hatalar için öneriler düşünülmemiş, tüm hatalar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve her bir hata için önleyici faaliyetler sunulmuştur.

Buradaki çalışma, süreçler üzerine olduğundan konteyner sistemini oluşturan parçaların oluşmasındaki işlemler incelenmiştir. Bu işlemler sırasında oluşabilecek hatalar üzerinde durulmuştur. Bu hataların nedenleri ve etkileri belirlenmiş ve hataların önemi Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine, oluşma olasılıkları Süreç FMEA Oluşma Olasılıkları Değerlendirme Çizelgesine ve keşfedilebilirlikleri Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre derecelendirilmiştir. Bu değerlerin çarpılması ile risk öncelik sayısı (RPN) hesaplanmıştır. Süreç fonksiyon matrisinin oluşturulmasından sonra, tüm parçaların geçirdikleri işlemler için Tasarım FMEA çalışmasında izlenen yol uygulanmıştır. Parçalara ait pareto diyagramları çizilmiş, tüm işlemler için önerilerde bulunulmuş ve önerilerin gerçekleştirilmesi sonucunda ortaya çıkan durum ilk durum ile karşılaştırılmıştır. Kazanımlar en iyi çizilen diyagram ile gözlenmiştir. Önerilen faaliyetler sonucunda iyileştirme sağlandığı görülmüştür.

Konteyner sistemi için FMEA çalışmasının, önemli olarak belirlenen parçalar üzerinde yapılması düşünülmüştür. Bunlar; perno, çevirme laması, kol yatak laması, kam baskı laması, konteyner sıkma sacı, kaldırma kolu pernosu, bronz burç, tahdit flanşı ve burç -1 'dir.

Bir yıllık (12 ay) üretim sonucunda her parçanın hatası belirlenmiş ve çizelge oluşturulmuştur. Çizelgeden elde edilen bilgilerle kontrol kartları çizilmiş ve süreç

hakkında yorum yapabilmek için yeterlilik indeksi C_{pk} hesaplanmıştır. Bu işlemler için Minitab istatistik programı kullanılmıştır.

Minitab, araştırmacılar, istatistikçiler için hazırlanmış, temel ve ileri istatistiksel veri analizi yöntemlerini içeren bir paket programdır. Program çalıştırıldığında; açılış ekranının ardından veri analizi işlemlerinin yürütülmesine yönelik menülerin yer aldığı ana işlem ekranı görüntülenmektedir. Minitab 'ta 9 ana menü bulunmaktadır. Açılan work sheet sayfasından veri girişı yapılmakta ve yapılan tüm işlemler session sayfasında görüntülenmektedir[61].



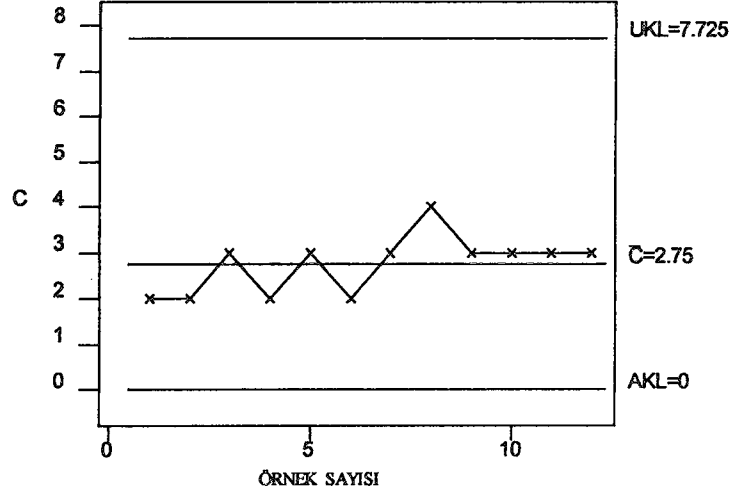
Çizelge 4.45 Konteyner Sisteminde İncelenecek Parçaların Hata Sayıları

Aylar	Perno Hata sayısı	Çevirme Laması Hata sayısı	Kol Yatak Laması Hata sayısı	Kam Baskı Laması Hata sayısı	Konteyner Sıkma Sacı Hata sayısı	Kaldırma Kolu Pernosu Hata sayısı	Bronz Burç Hata sayısı	Tahdit Flaşı Hata sayısı	Burç 1 Hata sayısı
Ocak	2	3	1	5	1	1	4	2	3
Şubat	2	3	2	4	0	2	3	2	3
Mart	3	3	3	3	0	3	4	3	3
Nisan	2	3	2	3	1	2	4	3	3
Mayıs	3	3	1	4	0	3	4	3	3
Haziran	2	3	2	4	1	3	4	3	3
Temmuz	3	3	3	4	1	3	5	4	4
Ağustos	4	4	1	4	1	3	5	3	4
Eylül	3	4	2	4	0	3	4	3	3
Ekim	3	5	3	5	1	3	6	4	4
Kasım	3	3	2	5	1	3	5	4	4
Aralık	3	3	3	4	1	3	5	5	5

Konteyner sistemi için bileşenlere ait hata sayıları belli olduğundan stat menüsünden bileşenlerin kontrol kartları çizilmiş ve ardından süreç analizi için capability analysis seçeneği kullanılmıştır.

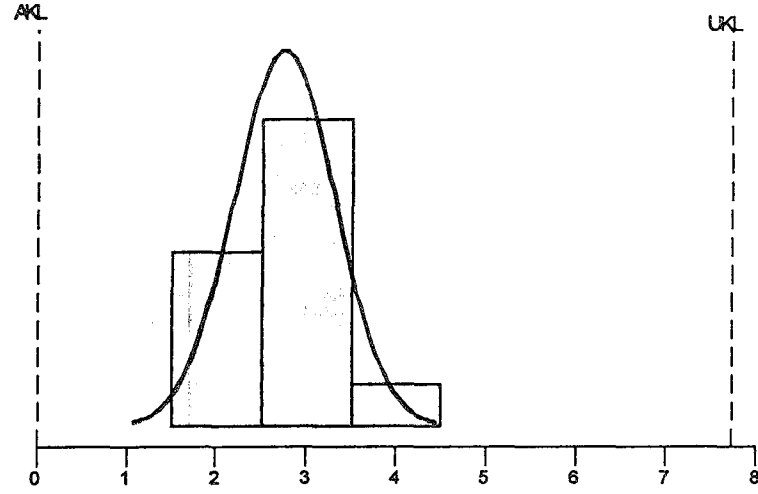
Çizelge 4.46 Verilerin Minitab İstatistik Program Sayfasına Girilmesi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	parne	çaldırma	kapı yatakl	kon bandı	konteyner	kaldırma	bronz burç	tabak flensi	burç 1		
1	2	3	1	5	1	1	4	2	3		
2	2	3	2	4	0	2	3	2	3		
3	3	3	3	3	0	3	4	3	3		
4	2	3	2	3	1	2	4	3	3		
5	3	3	1	4	0	3	4	3	3		
6	2	3	2	4	1	3	4	3	3		
7	3	3	3	4	1	3	5	4	4		
8	4	4	1	4	1	3	5	3	4		
9	3	4	2	4	0	3	4	3	3		
10	3	5	3	5	1	3	6	4	4		
11	3	3	2	5	1	3	5	4	4		
12	3	3	3	4	1	3	5	5	5		
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											



Şekil 4.31 Perno için C Kontrol Kartı

Perno için çizilen kontrol kartına bakıldığında değerlerin orta çizgiye yakın dağıldığı görülmektedir. Tüm değerler kontrol limitleri içersindedir, ancak dağılımları rastgele nitelikte değildir. Ortalamanın üzerinde yer alan değerler altında yer alan değerlere göre daha fazladır. Süreçlerin kontrol altında olabilmesi için değerlerin limitler içersinde ve rastgele olarak dağılımları gerekmektedir. Alt kontrol limit değeri negatif çıkmıştır ancak negatif hata sayısı olmayacağından bu değer sifira eşit alınmıştır. Sürecin kontrol altında olup olmadığının değerlendirilmesi için süreç yeterlilik analizi yapılmış ve sonuçları Şekil 4.32 'de verilmiştir. Şekle göre ortalamadan şiddetli kaymaların olmadığı ancak alt kontrol limitine yaklaşmanın olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.32 Perno için Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=7.725 \quad \mu=2.750$$

$$AKL=0 \quad \sigma=0.564$$

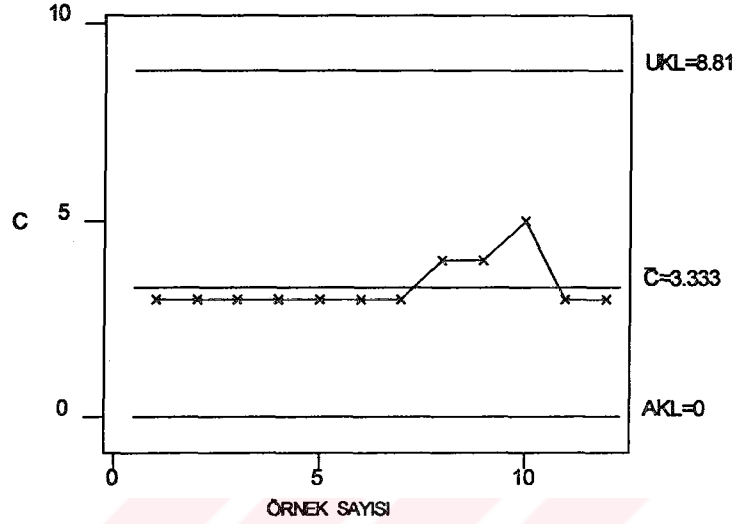
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{7.725 - 0}{6 \times 0.564} = 2.28$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{7.725 - 2.750}{3 \times 0.564}, \frac{2.750 - 0}{3 \times 0.564}\right) = 1.62$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{7.725 - 2.750}{3 \times 0.564} = 2.94$$

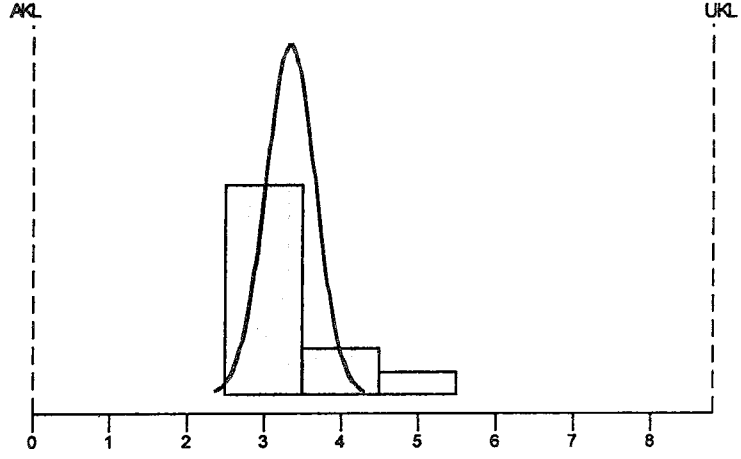
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{2.750 - 0}{3 \times 0.564} = 1.62$$

Hesaplanan C_p ve C_{pk} değerleri 1 'den büyük çıkmıştır; bu istenen bir durumdur. Perno üretimi için süreç yeterlidir denilmektedir.



Şekil 4.33 Çevirme Laması için C Kontrol Kartı

Çevirme laması için çizilen kontrol kartında değerlerin orta çizgiye yakın hatta çizginin altında dağıldığı görülmüştür. Tüm değerler kontrol limitleri içindedir, ancak dağılımları rastgele nitelikte değildir. Değerler büyük çoğunluğu ortalamanın altında yer almaktadır. Alt kontrol limit değeri negatif çıkmıştır ancak negatif hata sayısı olmayacağından bu değer sifıra eşit alınmıştır. Sürecin kontrol altında olup olmadığının değerlendirilmesi için süreç yeterlilik analizi yapılmış ve sonuçları Şekil 4.34 'de verilmiştir. Şekle göre ortalamadan şiddetli kaymaların olmadığı ancak alt kontrol limitine yaklaşmaların olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.34 Çevirme Laması için Süreç Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=8.811 \quad \mu=3.333$$

$$AKL=0 \quad \sigma=0.322$$

$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{8.811 - 0}{6 \times 0.322} = 4.56$$

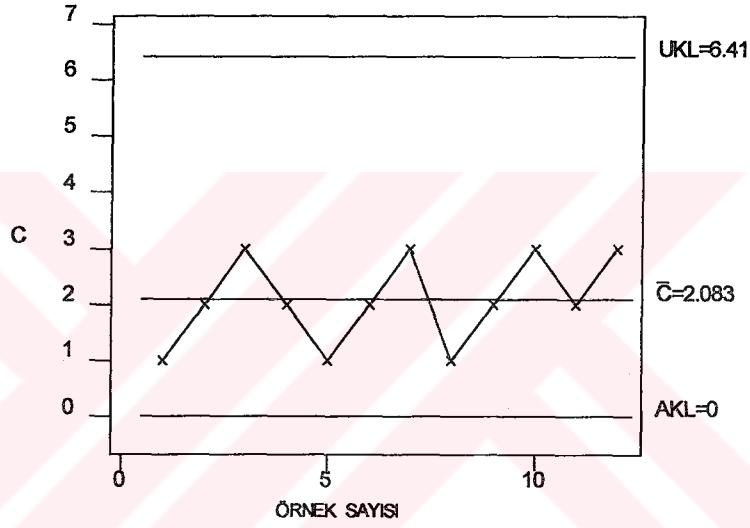
$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{8.811 - 3.33}{3 \times 0.322}, \frac{3.33 - 0}{3 \times 0.322}\right) = 3.45$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{8.811 - 3.33}{3 \times 0.322} = 5.66$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{3.33 - 0}{3 \times 0.322} = 3.45$$

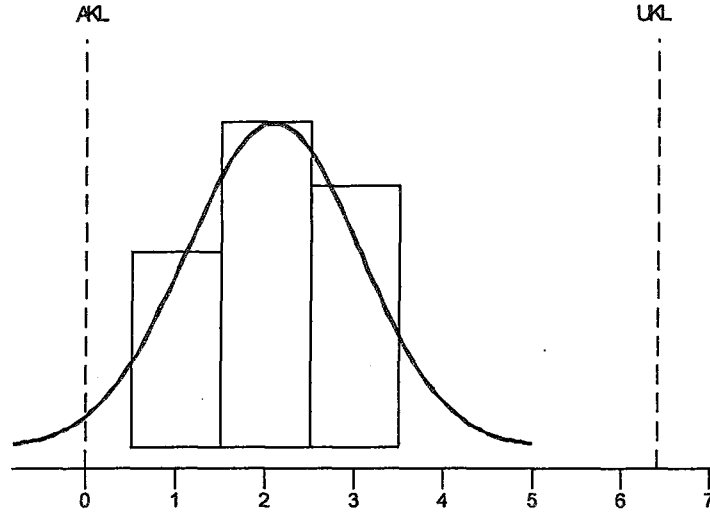
Hesaplanan C_p ve C_{pk} değerleri 1 'den büyük olduğu için süreç yeterlidir denilmektedir.

Kol yatak laması için kontrol kartı Şekil 4.35 'de verilmiştir. Üst kontrol limiti 6.41 ve alt kontrol limiti 0 'dır. İncelenen diğer bileşenlerde olduğu gibi burada da alt kontrol limiti negatif çıkmıştır ancak negatif hata sayısı olmayacağından sıfır olarak alınmıştır.



Şekil 4.35 Kol Yatak Laması için C Kontrol Kartı

Kontrol kartına bakıldığı zaman değerlerin alt ve üst limitler arasında olduğu ve değerlerin rastgele olarak dağıldığı görülmektedir. Süreç hakkında daha sağlıklı yorum yapabilmek için süreç yeterlilik analizi yapılmış ve Şekil 4.36 'da verilmiştir. Ortalamanın alt kontrol limitine yaklaştığı gözlenmektedir.



Şekil 4.36 Kol Yatak Laması için Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=6.413$$

$$\mu=2.083$$

$$AKL=0$$

$$\sigma=0.967$$

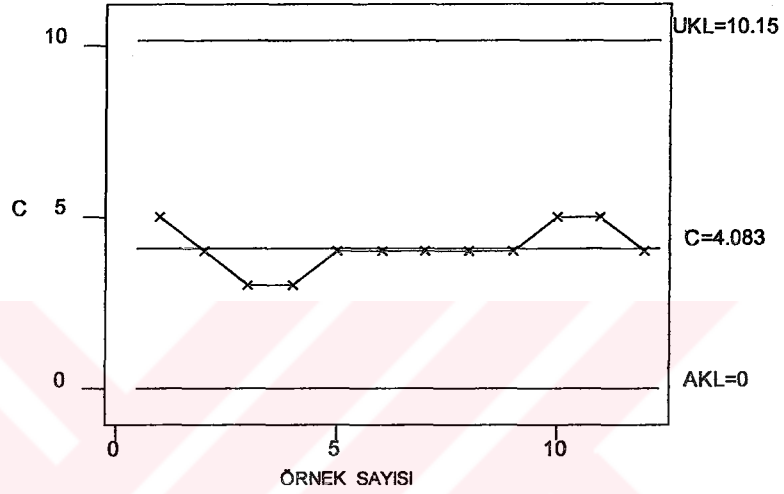
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{6.413 - 0}{6 \times 0.967} = 1.11$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma} \text{ ve } \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{6.413 - 2.083}{3 \times 0.967}, \frac{2.083 - 0}{3 \times 0.967}\right) = 0.72$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{6.413 - 2.083}{3 \times 0.967} = 1.49$$

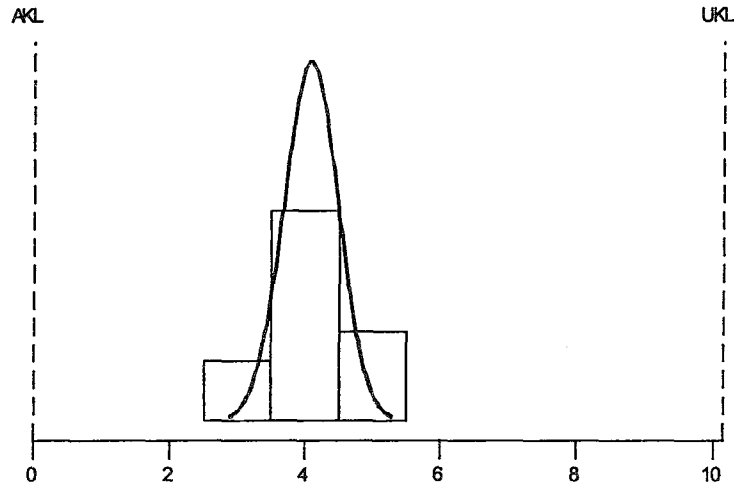
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = 0,72$$

C_p değeri 1,11 ve C_{pk} değeri de 0.72 olarak bulunmuştur. C_p değerinin 1 'den büyük olması istenen bir durumdur ancak C_{pk} değerinin 1.33 'den büyük olması istenmektedir. C_{pk} değeri 1 'in altında çalışan bir süreç için her zaman doğruyu üretiyor denememektedir. Süreç gözlenmeli ve iyileştirme çalışmalarına gidilmelidir.



Şekil 4.37 Kam Baskı Laması için C Kontrol Kartı

Kam baskı lamasına ait kontrol kartı incelendiğinde değerlerin limitler dışına çıkmadığı ancak orta çizgiye çok yakın dağıldığı görülmektedir. Değerlerin büyük çoğunluğu orta çizginin altında bulunmaktadır. Limitler dışında değer bulunmadığı halde süreç için kontrol altındadır denilememektedir. Değerlerin rastgele olarak dağılmamasından dolayı süreç hakkında sağlıklı yorum yapabilmek için süreç analizi yapılması düşünülmüştür. Yapılan süreç analizi sonuçları Şekil 4.38 'de verilmiştir. Süreç yeterlilik analizi sonuçları incelendiğinde bulunan C_p ve C_{pk} değerlerinin 1 'den büyük olduğu gözlenmiştir. Son zamanlarda bu değerlerin 1.66 'dan büyük olması önerilmektedir. Kam baskı laması için süreç yeterlidir denilmektedir.



Şekil 4.38 Kam Baskı Laması için Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=10.150$$

$$\mu=4.00$$

$$AKL=0$$

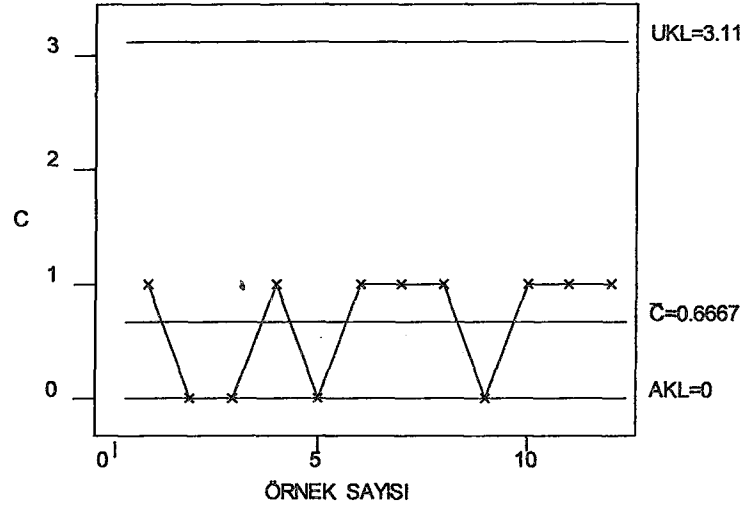
$$\sigma=0.403$$

$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{10.150 - 0}{6 \times 0.403} = 4.20$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \left(\frac{10.150 - 4.00}{3 \times 0.403}, \frac{4.00 - 0}{3 \times 0.403}\right) = 3.38$$

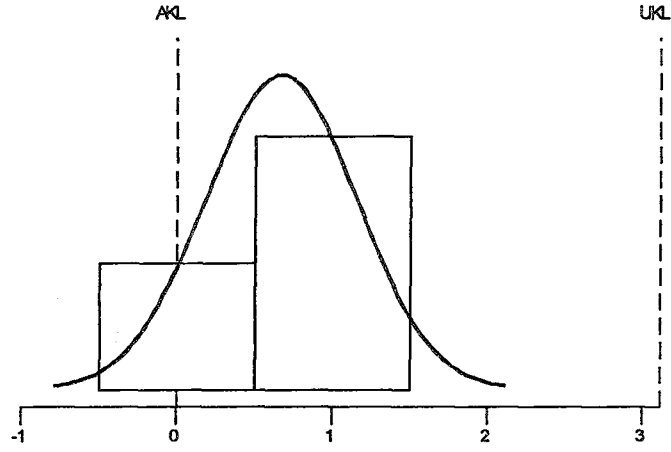
$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{10.150 - 4.00}{3 \times 0.403} = 5.02$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{4.00 - 0}{3 \times 0.403} = 3.38$$



Şekil 4.39 Konteyner Sıkma Sacı için C Kontrol Kartı

Konteyner sıkma sacı için hazırlanan kontrol kartı Şekil 4.39 'da verilmiştir. Kontrol kartı incelendiği zaman, üst kontrol limitinin 3.11 ve alt kontrol limitinin 0 ve değerlere göre hesaplanan ortalamamın 0.6667 olduğu görülmektedir. Değerlerin büyük çoğunluğu orta çizginin üstünde yer almaktadır. Süreçlerin kontrol altında olduğunu söyleyebilmek için, değerlerin limitler içersinde ve rastgele olarak dağılması gerekmektedir. Konteyner sıkma sacına ait kontrol kartında değerlerin limitler içersinde ancak rastgele olarak dağılmadığı gözlenmektedir. Süreç hakkında daha sağlıklı yorum yapabilmek için süreç yeterlilik analizi yapılması uygun görülmüştür. Bileşen için yapılan süreç yeterlilik analizi sonuçları Şekil 4.40 'da verilmiştir. Şekle göre ortalamada kaymaların ve spesifikasyon limitlerinin dışına çıkmanın olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.40 Konteyner Sıkma Sacı için Süreç Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=3.116 \quad \mu=0.667$$

$$AKL=0 \quad \sigma=0.483$$

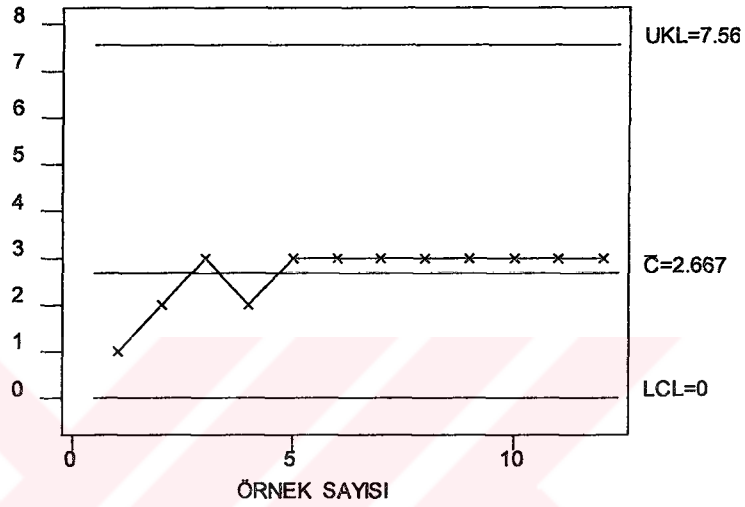
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{3.116 - 0}{6 \times 0.483} = 1.07$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \left(\frac{3.116 - 0.667}{3 \times 0.483}, \frac{0.667 - 0}{3 \times 0.483}\right) = 0.46$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{3.116 - 0.667}{3 \times 0.483} = 1.69$$

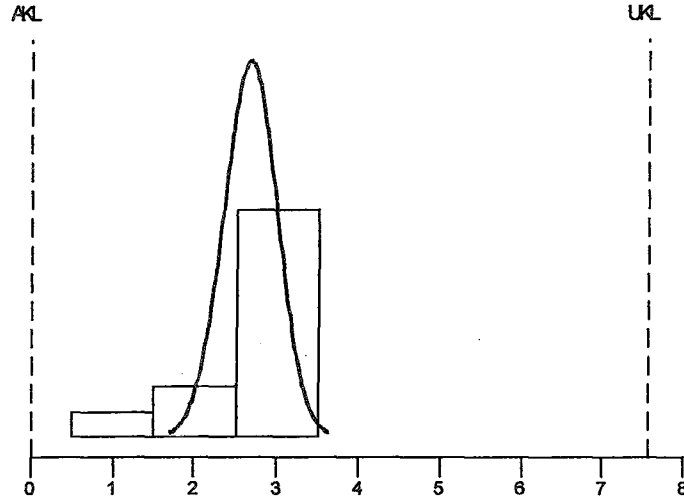
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{0.667 - 0}{3 \times 0.483} = 0.46$$

C_p ve C_{pk} değerlerine bakıldığında C_p değerinin 1 'den büyük ancak C_{pk} değerinin 1 'den küçük olduğu hesaplanmıştır. Sonuçlara göre süreç için yeterlidir ancak ortalamadan kayma vardır denilmektedir. Süreç iyileştirme çalışmalarına gidilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.41 Kaldırma Kolu Pernosu için C Kontrol Kartı

Kaldırma kolu pernosuna ait kontrol kartı incelendiğinde, değerlerin orta çizgiye yakın hatta çoğunlukla üzerinde dağıldığı görülmektedir. Ard arda değerlerin bulunması sürecin kontrol altında olmadığını düşündürmektedir. Süreç hakkında yorum yapmak için süreç yeterlilik analizine gereksinim duyulmuş ve yapılan analiz sonuçları Şekil 4.42 'de verilmiştir.



Şekil 4.42 Kaldırma Kolu Pernosu için Proses Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=7.566 \quad \mu=2.667$$

$$AKL=0 \quad \sigma=0.322$$

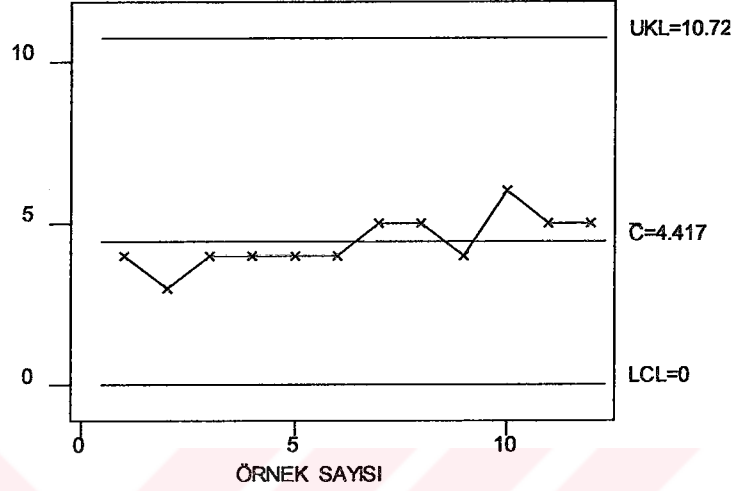
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{7.566 - 0}{6 \times 0.322} = 3.91$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{7.566 - 2.667}{3 \times 0.322}, \frac{2.667 - 0}{3 \times 0.322}\right) = 2.76$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{7.566 - 2.667}{3 \times 0.322} = 5.07$$

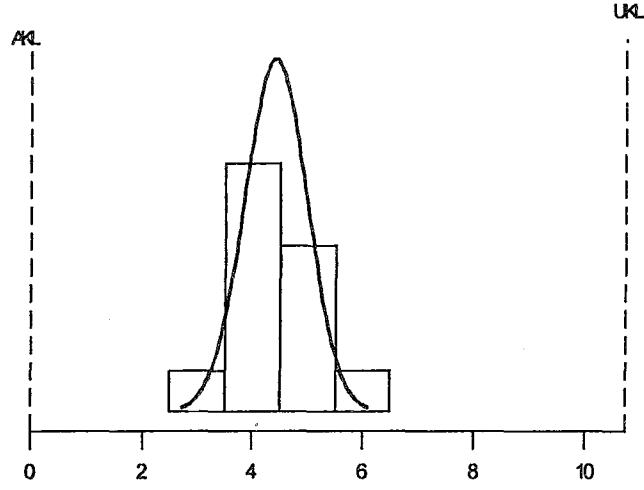
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{2.667 - 0}{3 \times 0.322} = 2.76$$

Hesaplanan C_p ve C_{pk} değerlerinin 1 'den büyük olması sürecin yeterli olduğunu vermektedir. Ancak kontrol kartında değerlerin rastgele dağılım göstermemeleri sürecin kontrol altında tutulması gerektiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.43 Bronz Burç için C Kontrol Kartı

Şekil 4.43 'de verilen bronz burç için kontrol kartı incelendiğinde ilk olarak değerlerin ard arda sıralandığı görülmektedir. Ancak sürecin bir süre sonra düzeldiği gözlenmiştir. Kontrol limitlerinin dışında veya orta çizginin altında yahut üzerinde bir yığılmanın olmadığı görülmektedir. Süreç için kontrol altındadır denilebilmektedir. Sürecin yeterli olup olmadığı konusunda yorum yapabilmek için süreç yeterlilik analizine gereksinim duyulmaktadır.



Şekil 4.44 Bronz Burç için Proses Analizi

Süreç verileri:

$$\begin{array}{ll} UKL=10.720 & \mu=4.416 \\ AKL=0 & \sigma=0.564 \end{array}$$

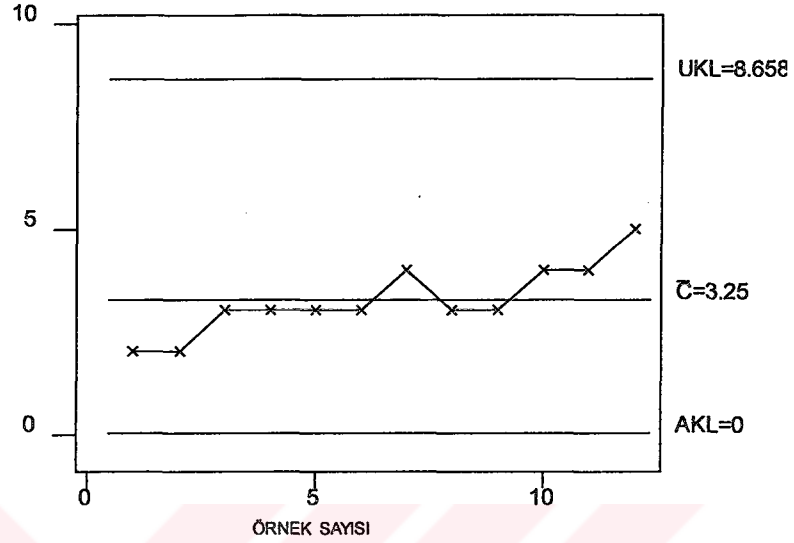
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{10.720 - 0}{6 \times 0.564} = 3.17$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{10.720 - 4.416}{3 \times 0.564}, \frac{4.416 - 0}{3 \times 0.564}\right) = 2.61$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{10.720 - 4.416}{3 \times 0.564} = 3.72$$

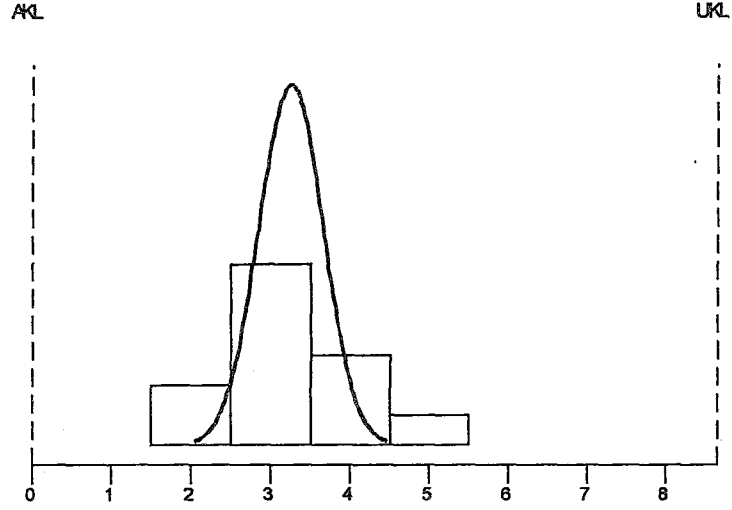
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{4.416 - 0}{3 \times 0.564} = 2.61$$

Yapılan analiz sonuçlarına göre hesaplanan C_p ve C_{pk} değerleri 1 'den büyüktür. Bu istenen bir durum olduğundan süreç için yeterlidir yorumu yapılmaktadır.



Şekil 4.45 Tahdit Flanşı için C Kontrol Kartı

Tahdit flanşına ait kontrol kartı incelendiğinde üst kontrol limitinin 8.658, alt kontrol limitinin negatif çıkması nedeniyle sıfır alındığı görülmektedir. Süreç ortalaması 3.25 bulunmuştur. Değerlerin büyük çoğunluğunun ard arda ve ortalamanın altında dağıldığı gözlenmektedir. Sürecin kontrol altında olup olmadığı konusunda yorum yapabilmek için süreç yeterlilik analizi yapılmış ve analiz sonuçları Şekil 4.46 'da verilmiştir.



Şekil 4.46 Tahdit Flanşı için Proses Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=8.658$$

$$\mu=3.250$$

$$AKL=0$$

$$\sigma=0.403$$

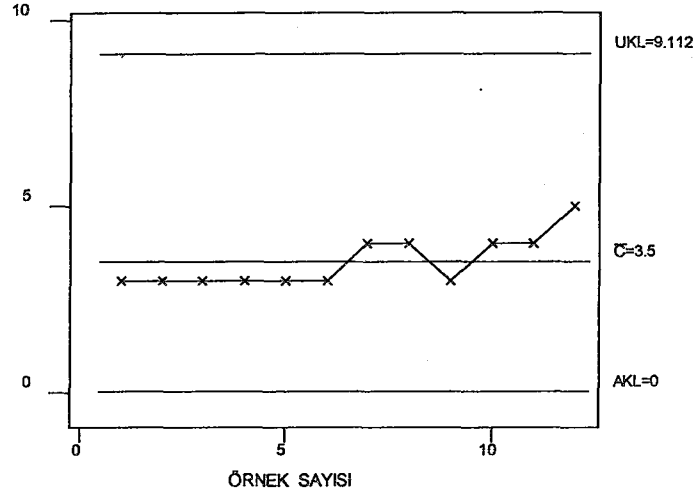
$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{8.658 - 0}{6 \times 0.403} = 3.58$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma} \text{ ve } \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{8.658 - 3.250}{3 \times 0.403}, \frac{3.250 - 0}{3 \times 0.403}\right) = 2.69$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{8.658 - 3.250}{3 \times 0.403} = 4.47$$

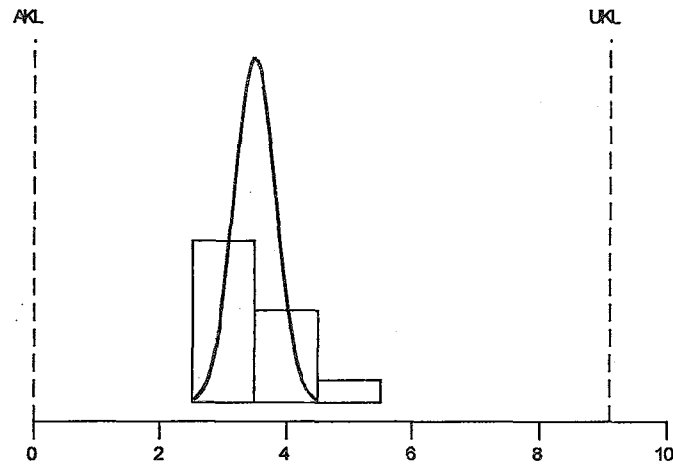
$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{3.250 - 0}{3 \times 0.403} = 2.69$$

Hesaplanan C_p ve C_{pk} değerlerinin 1 'den büyük olması sürecin yeterli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.47 Burç-1 için C Kontrol Kartı

Burç-1 'e ait kontrol kartında değerlerin limitler dışında olmadığı ancak orta çizgiye yakın ve rastgele olarak dağılmadığı görülmektedir. Ard arda değerlerin bulunması sürecin kontrol altında olmadığını düşündürmektedir. Süreç hakkında daha sağlıklı yorum yapabilmek için süreç yeterlilik analizi yapılmıştır ve sonuçları Şekil 4.48 'de verilmiştir.



Şekil 4.48 Burç-1 için Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç verileri:

$$UKL=9.112 \quad \mu=3.500$$

$$AKL=0 \quad \sigma=0.322$$

$$C_p = \frac{UKL - AKL}{6\sigma} = \frac{9.112 - 0}{6 \times 0.322} = 4.71$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{UKL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - AKL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{9.112 - 3.500}{3 \times 0.322}, \frac{3.500 - 0}{3 \times 0.322}\right) = 3.62$$

$$C_{pu} = \frac{UKL - \mu}{3\sigma} = \frac{9.112 - 3.500}{3 \times 0.322} = 5.80$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - AKL}{3\sigma} = \frac{3.500 - 0}{3 \times 0.322} = 3.62$$

Hesaplanan yetenek indekslerinin 1 'den büyük olduğu gözlenmekte ve süreç için yeterlidir denilmektedir.

Konteyner sistemini oluşturan parçalardan önemli olanları incelenmiş, hatalara ait kontrol kartları oluşturulmuş ve bu bileşenlerin süreç analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre süreçlerin yeterli olduğu ancak kol yatak laması ve konteyner sıkma sacının üretim süreçlerine dikkat edilmesi gerektiği gözlenmiştir. Bu amaçla süreçleri iyileştirmek için çalışmalar yapılmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. Firma süreçlerini inceleyip, analiz etmek ve geliştirmek amacıyla Süreç FMEA çalışmalarına başlamıştır.

PERNO

Konteyner sistemini oluşturan parçalar üzerinde yapılan Süreç FMEA çalışmasında öncelikle perno üzerinde durulmuştur. Konteyner kolunun sabitlenmesini sağlayan pernonun geçirdiği işlemler; giriş kalite kontrol, kesme, matkap, torna ve kalite kontroldür. Perno için yapılan Süreç FMEA çalışması Ek 37 'de verilmiştir.

Giriş kalite kontrol işlemi esnasında çıkabilecek hatalar yan sanayi temini ve firmada üretilmesi durumunda olmak üzere iki aşamada incelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Ölçüm hatası	-Yanlış malzeme kabulü	-Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği
-Muayene riski	-Yanlış malzeme kabulü	-Muayene yöntemi
-Sertlik değerinin uygun olmaması	-Pernonun kırılması -Yüzey aşınması, mukavemetini yitirmesi	-Uygun tavlama ortamlarının sağlanamaması

Yan sanayi temini durumunda operatörün dikkatsizliği ve eğitimsizliği sonucu ölçüm hatası oluşmakta ve sonuçta yanlış malzeme kabulü olmaktadır. Bu hatanın önemi Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 7, oluşma olasılığı Süreç FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre 4 olarak belirlenmiştir. Giriş kalite kontrolü yapılıyor olması hatanın fark edilmesi için yeterince etkili olmamaktadır. Keşfedilebilirlik değeri 5 olarak belirlenmiştir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine bağlı olarak hataya ait risk öncelik sayısı 140 olarak hesaplanmıştır. Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda, operatörün ölçme eğitimi alması önerisi ile hatanın oluşma olasılığı düşürülmüş, alınan eğitim ile hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilme olasılığı da artırılmıştır. Hatanın RPN değeri 140 'tan 84 'e indirilmiştir.

Muayene yönteminden kaynaklanan muayene riski hatasının olası etkisi yanlış malzeme kabulüdür. Hatanın önemi 7, oluşma olasılığı 5 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrol hatanın oluşması durumunda yetersiz kalmaktadır. Burada giriş kalite kontrol elemanları için ölçme eğitimi önerisi sunulmuştur. Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda gerçekleştirilecek olan eğitim ile hatanın oluşma olasılığı azaltılacak ve keşfedilebilirliği artırılabilecektir.

Teminde karşılaşılan son hata da sertlik değerinin uygun olmamasıdır. Sert olduğu durumda perno kırılmakta, yumuşak olduğunda yüzey aşınmakta, mukavemetini yitirmektedir. Hataya, uygun tavlama ortamlarının sağlanamaması neden olmaktadır. Öneri olarak ısıtma işlem tedarikçilerinin denetimi verilmektedir. Denetimler ile hatanın önemi düşürülemeyecektir ama oluşma olasılığı azaltılacaktır. Bu faaliyetin gerçekleştirilmesinden Kalite Güvence Bölümü sorumludur.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Ölçüm hatası	-Yanlış malzeme kabulü	-Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği
-Muayene riski	-Yanlış malzeme kabulü	-Muayene yöntemi

Pernonun firmada üretilmesi durumunda iki tür hata gözlenmektedir. Operatörün dikkatsizliğinin ve eğitimsizliğinin yol açtığı ölçüm hatası, muayene yönteminden kaynaklanan muayene riskidir. Hataların oluşması durumunda müşteri için önemi Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 7 olarak derecelendirilmiştir. Ölçüm hatasının, operatörün dikkatsiz ve eğitimsiz olması sonucu ortaya çıkma olasılığı 4 'tür. Giriş kalite kontrolü yapılmasıyla hatanın keşfedilebilirliği 3 olarak belirlenmiştir. Operatör ölçme eğitimi ile hatanın oluşma olasılığı azaltılacak ve keşfedilebilirliği artırılabilecektir.

Muayene riski hatasının oluşma olasılığı ve keşfedilebilirliği 3 olarak derecelendirilmiştir. Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda operatör ölçme

eğitimi önerilmiş ve bu eğitimlerin gerçekleştirilmesi ile RPN değeri 84 'den 42 'ye düşürülmüştür.

Perno için kesme işlemi incelendiğinde, tezgah ayar hatası, teknik resim hatası ve kesici takımın aşınması durumları görülmektedir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Tezgah ayar hatası	-Malzeme teknik resme uygun olmaz	-Yanlış teknik resim kullanılması -Operatör eğitimsizliği
-Teknik resim hatası	-Yanlış malzeme kesilir	-Proje Bölümünün yanlış teknik resim çizmesi -Üretim Planlama Bölümünün yanlış resmi dağıtması
-Kesici takımın aşınması	-Malzemenin kesilen yüzeyleri düzgün olmaz ve ek taşlama ve tornalama işçiliği gerektirir	-Değiştirilme periyodunun belirlenmemiş olması

Yanlış teknik resim kullanılması ve operatör eğitimsizliği, tecrübesizliği sonucu oluşan tezgah ayar hatasının olası etkisi malzemenin teknik resme uygun olmamasıdır. Bu hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki 6 olarak derecelendirilmiştir. Hatanın birinci nedenden dolayı oluşma olasılığı 3, diğer nedenden dolayı oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. Bu bölümde mevcut kontrollerin olmadığı dikkat çekmektedir. Kontrollerin olmayışından hatanın müşteriye ulaşma olasılığı yüksektir ve bu değeri 9 'dur. Değerin yüksek olması RPN değerini de olumsuz etkilemektedir. Burada öneri olarak prototip imalat ile öngörülen tasarımın sınanması ve operatörler için ölçme eğitimi verilmiştir. Kalite

Güvence ve Proje Bölümlerinin sorumlu olduğu bu faaliyetler ile hataların oluşma olasılıkları ve hataların müşteriye ulaşma olasılıkları düşürülmüştür.

Proje bölümünün yanlış teknik resim çizmesinden ve Üretim Planlama bölümünün yanlış resmi dağıtmasından kaynaklanan teknik resim hatasının olası etkisi, yanlış malzemenin kesilmesidir. Hatanın müşteri için önemi 6, oluşma olasılığı 3 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrolün olmaması hatanın oluşması durumunda müşteriye ulaşma riskini arttırmaktadır. Hatanın risk öncelik sayısı yüksek çıkmıştır. Hatanın proje bölümünün yanlış teknik resim çizmesinden dolayı meydana gelmesini önlemek amacıyla prototip imalat ile öngörülen tasarımın sınanması önerisi sunulmuştur. Kalite Güvence ve Proje Bölümünün sorumluluğunda gerçekleşecek bu çalışma ile oluşma olasılığı azaltılacak ve firma içersinde müşteriye gitmeden fark edilebilirliği artacaktır. Hatanın Üretim Planlama bölümünün yanlış resmi dağıtmasından kaynaklanması durumu için bir öneri sunulamamıştır.

Diğer bir hata da, değiştirilme periyodunun belirlenmemesinden kaynaklanan kesici takımın aşınmasıdır. Hatanın olası etkisi, malzemenin kesilen yüzeyleri düzgün olmaz, ek taşlama ve tornalama işçiliği gerektirir. Hatanın önem değeri 6, oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrolün olmaması hatanın müşteriye ulaşma riskini arttırmaktadır. Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre 9 olarak derecelendirilmiştir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpılması sonucu 216 olarak hesaplanan risk öncelik sayısı alınan kesici takımlar için ömür çizelgelerinin oluşturulması ile 162 'ye düşürülmüştür. Atölye Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülen bu öneri ile hatanın müşteri için önem değeri düşürülemediği ancak hatanın oluşma olasılığı azaltılmıştır.

Matkap işlemi incelendiğinde dört tür hata ile karşılaşılmıştır. Yanlış uç kullanılması, teknik resmin hatalı olması, delik kaçıklığı ve takım aşınmasından dolayı delik yüzeyi pürüzlülüğüdür.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Yanlış uç kullanılması	-Delik çapı yanlış	-Operatör hatası -Yanlış teknik resim gönderilmesi -Teknik resmin yanlış tasarlanması
-Teknik resim hatası	-Parça tasarlanana göre yanlış üretilir	-Teknik resmin yanlış tasarlanması -Yanlış teknik resim gönderilmesi
-Delik kaçıklığı	-Parça montaj edilemez	-Bağlama aparatının iyi sıkılmamış olması
-Takım aşınmasından dolayı delik yüzeyi pürüzlülüğü	-Ek temizleme işçiliği gerektirir	-Takım değiştirme periyotlarının belirlenmemiş olması

Yanlış uç kullanılması hatasının olası etkisi delik çapının yanlış olmasıdır. Hatanın olası nedenleri, operatör hatası, yanlış teknik resim gönderilmesi ve teknik resmin yanlış tasarlanmasıdır. Hatanın oluşması durumunda müşteri için önemi Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 6 olarak derecelendirilmiştir. Hata, operatör hatası sonucunda oluşmuşsa oluşma olasılığı 4, yanlış teknik resim gönderilmesi ve teknik resmin yanlış tasarlanması sonucunda oluşmuşsa oluşma olasılığı 2 'dir. Mevcut % 100 operatör kontrolü ve kalite kontrol ile hatanın keşfedilebilirliği Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre 6 olarak belirlenmiştir. Üretim Planlama Bölümü tarafından işlem kartlarına kullanılacak uç tiplerinin yazılması ile operatörün yanlış uç kullanmasının düşürülmesi amaçlanmıştır. Kalite Güvence Bölümü ve Proje Bölümü sorumluluğunda prototip imalat ile öngörülen tasarımın kontrol edilmesi ile de bu hatanın oluşması azaltılmaktadır.

Matkap işleminde karşılaşılan bir diğer hata teknik resim hatasıdır. Bu hata sonucunda parça tasarlanana göre uygun üretilmemiş olmaktadır. Hatanın olası nedenleri, teknik resmin yanlış tasarlanması ve yanlış teknik resim gönderilmesidir. Hatanın önemi 6 ve oluşma olasılıkları 2 ve 3 olarak derecelendirilmiştir. Hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliği de 6 olarak belirlenmiştir. Teknik resmin yanlış tasarlanması hatası Kalite Güvence ve Proje Bölümü tarafından yürütülecek prototip imalat ile öngörülen tasarımın kontrolü çalışması ile önlenmek istenmektedir. Bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığı azaltılmış ve hatanın müşteriye gitmeden önce fark edilme ihtimali artırılmıştır. Yanlış teknik resim gönderilmesi hatasının oluşmasını minimum yapacak bir öneri bulunamamıştır.

Parçanın montaj edilememesi sonucunu veren delik kaçıklığı hatasının nedeni olarak bağlama aparatının iyi sıkılmamış olması verilebilir. Hatalı parça, ya hiç monte edilemez, ya da çok zor monte edilir. Ancak toleransı çok az aşmış parçalar, çok az zorlukla monte edilebilir ve o zaman hata yine fark edilmez ve hatalı ürün müşteriye kadar varabilir [3].

Hatanın müşteri üzerinde yaratacağı etki 6, oluşma olasılığı 3, mevcut % 100 operatör ve son kalite kontrolün yapıyor olması ile hatanın keşfedilebilirliği 6'dır. Hatanın risk öncelik sayısı 108 olarak hesaplanmıştır. Düzeltici önlem olarak operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim verilmesi önerilmiştir. Bu faaliyetin gerçekleştirilmesinden Kalite Güvence Bölümü sorumludur. Önerilen faaliyet ile RPN değeri 108'den 72'ye düşürülmüştür.

Delik yüzeyi pürüzlülüğü hatası, takım değiştirme periyotlarının belirlenmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Hatanın olası etkisi ek temizleme işçiliği gerektirmesidir. Hatanın önemi 6, oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. Öneri olarak kesici takımlar için ömür çizelgelerinin oluşturulması sunulmaktadır. Atölye Mühendisliği tarafından gerçekleştirilecek olan bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığı düşürülmektedir.

Pernonun geçirdiği diğer bir işlem tornadır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Yanlış takım kullanılması	-Uzun zamanda talaş kaldırılır -Takım çabuk aşınır	-Operatör eğitimsizliği -Yanlış teknik resim gönderilmesi
-Teknik resim hatası	-Parça tasarlanana göre yanlış üretilmiş olur	-Teknik resmin yanlış tasarlanması
-Boy hatası	-Konteyner montajı tamamlanamaz	-Operatör hatası -Teknik resim hatası
-Kademe boyu hatası	-Perno yerine takılamaz, montaj sağlanamaz	-Operatör hatası -Teknik resim hatası
-Tornalama yüzeyinin hatalı olması	-Ek temizleme işçiliği gerektirir	-Takım aşınması

Torna işleminde hatalar çoğunlukla teknik resim ve operatör hatasından kaynaklanmaktadır. Torna işlemindeki hatalar; yanlış takım kullanılması, teknik resim hatası, boy hatası, kademe boyu hatası ve tornalama yüzeyinin hatalı olmasıdır.

Yanlış takım kullanılması hatasının olası etkileri; uzun zamanda talaş kaldırılması ve takımın çabuk aşınmasıdır. Önem değeri 6 olan bu hatanın oluşma olasılığı 3 olarak belirlenmiştir. % 100 operatör ve son kalite kontrolün yapılıyor olması ile hatanın fark edilebilirliğine 6 değeri verilmiştir. Hata için düşünülen önlemler sonucunda, Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda gerçekleştirilecek operatörler için ölçme eğitimi ile hatanın oluşma olasılığı azaltılmıştır.

Torna işlemi için söz konusu olan diğer bir hata teknik resim hatasıdır. Bu hata yanlış teknik resim gönderilmesi ve teknik resmin yanlış tasarlanması sonucunda oluşmaktadır. Hatanın olası etkisi parçanın tasarlanana göre üretilmemesidir. Hatanın önem değeri 6, oluşma olasılıkları 2 ve 3 'tür. Yapılan mevcut kontrol ile hatanın keşfedilebilirliği 6 olarak belirlenmiştir. Hatanın oluşma nedenlerinden, Üretim Planlama Bölümü tarafından yanlış resmin dağıtılması konusunda bir öneri bulunamamıştır. Resmin yanlış tasarlanmasını önlemek için prototip imalat ile

öngörülen tasarımın kontrolünün yapılması önerilmiştir. Bu öneri ile hatanın oluşma olasılığı düşürülmüştür.

Operatörden ve teknik resmin hatalı olmasından kaynaklanan boy hatası sonucunda konteyner montajı tamamlanamamaktadır. Hatanın önemi Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 6, oluşma olasılığı Süreç FMEA Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesine göre 3 olarak derecelendirilmiştir. % 100 operatör kontrolü ve son kalite kontrolü yapılıyor olması hatanın keşfedilebilirliğini arttırmaktadır. Operatör hatalarının alınacak eğitim, teknik resim hatalarının da prototip imalat ile tasarlananın karşılaştırılması yapılarak önleneceği düşünülmüştür. Alınan önlemler ile hatanın oluşma olasılıkları azaltılmış, hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilme ihtimali arttırılmıştır.

Kademe boyu hatası, pernonun yerine takılamaması ve montajın sağlanamaması durumu ile sonuçlanmaktadır. Hata operatör ve teknik resim hatasından kaynaklanmaktadır. Hatanın oluşma olasılığı yüksek değildir. Diğer hatalarda olduğu gibi burada da operatör ve teknik resim hatası için aynı öneriler sunulmuştur.

Torna işleminde karşılaşılan son hata takım aşınmasından dolayı tornalama yüzeyinin hatalı olmasıdır. Hatanın önem değeri 6, oluşma olasılığı 3 olarak belirlenmiştir. Hatanın meydana gelmesini önlemek için kesici takımlar için ömür çizelgelerinin oluşturulması önerilmiştir. Atölye Mühendisliği tarafından gerçekleştirilecek olan bu faaliyet ile hatanın risk öncelik sayısı 108 'den 72 'ye düşürülmüştür.

Pernonun geçirdiği son işlem kalite kontroldür. Ölçüm ve muayene olmak üzere iki tip hata ile karşılaşılmaktadır. Operatörün eğitimsizliği ve dikkatsizliği sonucu oluşan ölçüm hatasının etkisi yanlış malzeme kabulüdür. Bu hatanın müşteriye etkisinin önemi 8, oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrol ile hatanın müşteriye ulaşma riski azaltılmıştır. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan RPN değeri yüksek çıkmıştır. Kalite Güvence Bölümü tarafından yapılacak operatör eğitimi ile bu hatanın oluşma

olasılığı azaltılmış ve RPN değeri 128 'den 96 'ya indirilmiştir. Muayene yönteminin yanlış olmasından kaynaklanan yanlış malzeme kabulü, önerilen giriş kalite kontrol ölçme eğitimi çalışması ile azaltılmaya çalışılmıştır.

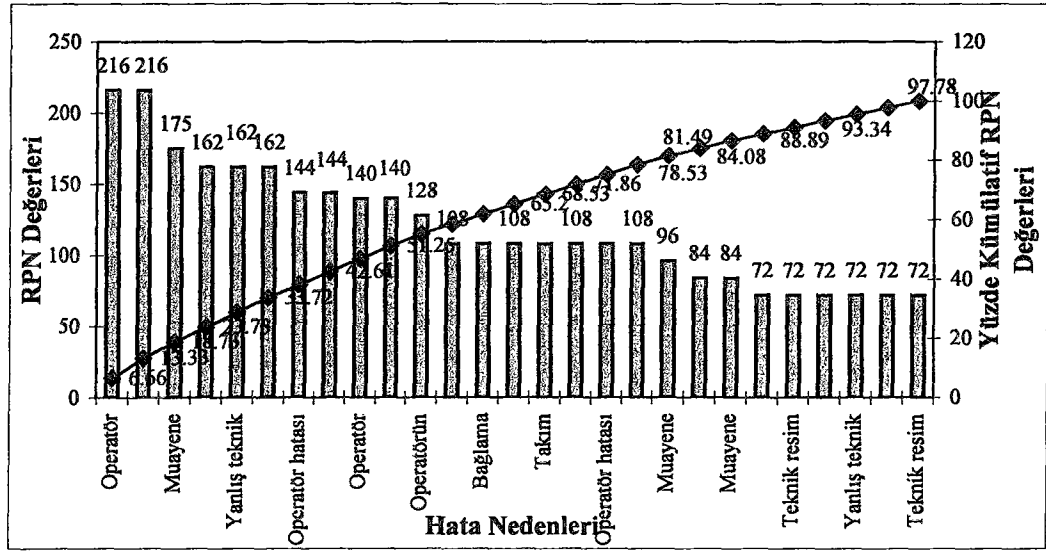
Pernonun geçirdiği işlemler esnasında çıkması olası hatalar ve bunlara ait RPN değerleri Çizelge 4.47 'de verilmiştir.

Çizelge 4.47 Perno İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	216	6.66	6.66
Değiştirilme periyodunun belirlenmemiş olması	216	6.66	13.33
Muayene yöntemi	175	5.40	18.73
Yanlış teknik resim kullanılması	162	5.00	23.73
Yanlış teknik resim çizilmesi	162	5.00	28.73
Yanlış resim dağıtılması	162	5.00	33.72
Operatör hatası	144	4.44	38.17
Takım değiştirme periyotlarının belirlenmemiş olması	144	4.44	42.61
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	140	4.32	46.93
Uygun tavlama ortamının sağlanamaması	140	4.32	51.25
Operatörün eğitimsizliği	128	3.95	55.20
Teknik resim yanlış tasarlanmış	108	3.33	58.53
Bağlama aparatının iyi sıkılmaması olması	108	3.33	61.86

Çizelge 4.47 'nin devamı

Operatör eğitimsizliği	108	3.33	65.20
Takım aşınması	108	3.33	68.53
Teknik resmin yanlış tasarlanması	108	3.33	71.86
Operatör hatası	108	3.33	75.19
Teknik resim hatası	108	3.33	78.53
Muayene yöntemi	96	2.96	81.49
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	84	2.59	84.08
Muayene yöntemi	84	2.59	86.67
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	2.22	88.89
Teknik resim yanlış tasarlanmış	72	2.22	91.11
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	2.22	93.34
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	2.22	95.56
Operatör hatası	72	2.22	97.78
Teknik resim hatası	72	2.22	100.00



Şekil 4.49 Perno İçin Pareto Diyagramı

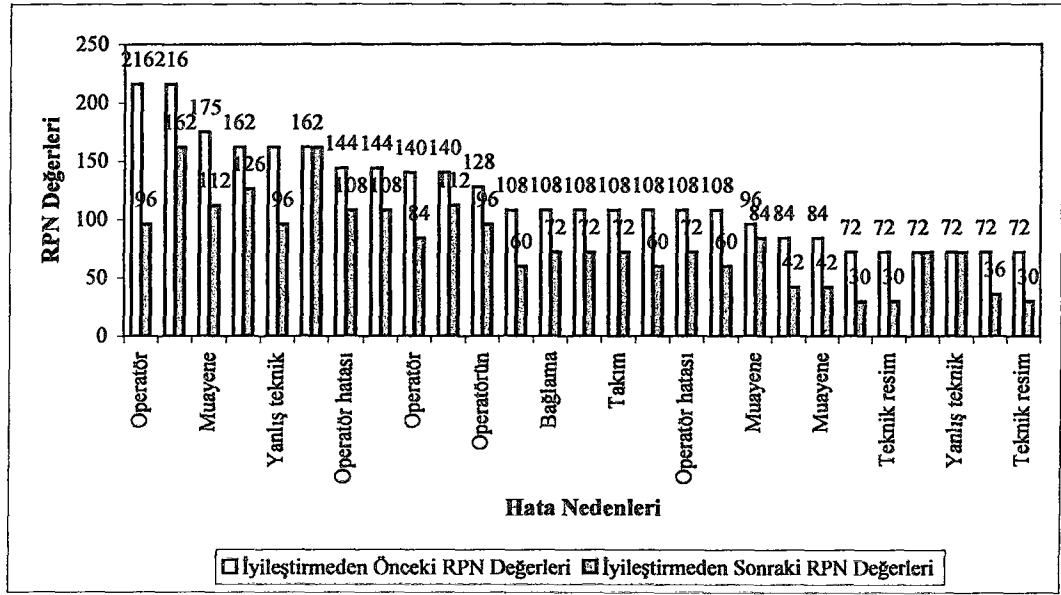
Perno'ya ait pareto diyagramı incelendiğinde, % 80 sınırını sağlayan hatalara ait RPN değerlerinin 96 ve üzeri olan hatalar olduğu görülmüştür. Süreç FMEA çalışması tek bileşen üzerinde yapıldığından sadece % 80 sınırını sağlayan hatalara önlem alınması düşünülmemiş tüm hatalar için öneriler sunulmuş ve iyileştirmeler sağlanmıştır. Hatalara ait RPN değerlerinin iyileştirmeden önceki ve sonraki durumları Çizelge 4.48 'de verilmiştir.

Çizelge 4.48 Perno İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	216	96
Değiştirilme periyodunun belirlenmemiş olması	216	162
Muayene yöntemi	175	112
Yanlış teknik resim kullanılması	162	126
Yanlış teknik resim çizilmesi	162	96
Yanlış resim dağıtılması	162	162

Çizelge 4.48 'in devamı

Operatör hatası	144	108
Takım değiştirme periyotlarının belirlenmemiş olması	144	108
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	140	84
Uygun tavlama ortamının sağlanamaması	140	112
Operatörün eğitimsizliği	128	96
Teknik resim yanlış tasarlanmış	108	60
Bağlama aparatının iyi sıkılmamış olması	108	72
Operatör eğitimsizliği	108	72
Takım aşınması	108	72
Teknik resmin yanlış tasarlanması	108	60
Operatör hatası	108	72
Teknik resim hatası	108	60
Muayene yöntemi	96	84
Operatör eğitimsizliği, dikkatsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	30
Teknik resim yanlış tasarlanmış	72	30
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	72
Yanlış teknik resim gönderilmesi	72	72
Operatör hatası	72	36
Teknik resim hatası	72	30



Şekil 4.50 Perno İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Şekle bakıldığında, hatalara ait risk öncelik sayılarının yapılan iyileştirmeler ile azaldığı görülmektedir. Alınan önlemler ile hataların oluşma olasılıkları azaltılmış veya keşfedilebilirlikleri artırılmış, dolayısıyla bu değerlere göre hesaplanan RPN değerlerinde iyileşme sağlanmıştır.

ÇEVİRME LAMASI

Giriş kalite kontrol, matkap, optik ve kalite kontrol işlemlerine tabi tutulan çevirme laması, konteyner grubunun çevrilmesini sağlamaktadır. Çevirme laması için yapılan Süreç FMEA çalışması Ek 46 'da verilmiştir. Bileşenin geçirmiş olduğu işlemler esnasında mevcut ve çıkması olası hatalar incelenmiş ve listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Radüsler hatalı	-Sonraki işlemde delik hatası oluşabilir -Monte edilemez	-Optik resim yanlış çizilmiştir -Optik resim yıpranmıştır
-Boy uzunlukları hatalı	-Sonraki işlemde delik hatası oluşabilir -Monte edilemez	-Optik resim yanlış çizilmiştir -Optik resim yıpranmıştır

Radüslerde ve boy uzunluklarında hataların oluşabildiği optik işlemi incelendiğinde, bu hataların optik resmin yanlış çizilmesinden ve optik resmin yırtılmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Hataların önem değerlerine bakıldığında, radüslerin hatalı olmasının müşteri üzerinde yaratacağı etki, boy uzunluklarının hatalı olmasına göre daha fazladır. Bu hataların oluşma olasılıkları düşüktür. % 100 operatör kontrolünün yapıldığı optik işlemde hataların keşfedilebilirlikleri 7 olarak verilmiştir. Optik resmin yanlış çizilmesine öneri olarak Atölye Mühendisliğinin sorumluluğunda ilk üretim onay sisteminin çalıştırılması verilmiştir. Böylece hatanın fark edilebilmesi arttırılmıştır. Optik resmin yıpranmasını önlemek için ise optik resimler için kontrol sistemi oluşturulması önerisi sunulmuştur.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Delik çapaklıdır	-Parça monte edilemez. -Sistemin çalışma performansını etkiler	-Matkap devri hatalı -Parçanın optik kesimi hatalı -Aparata bağlama hatası -Operatör kaynaklı hata -Yanlış uç kullanımı

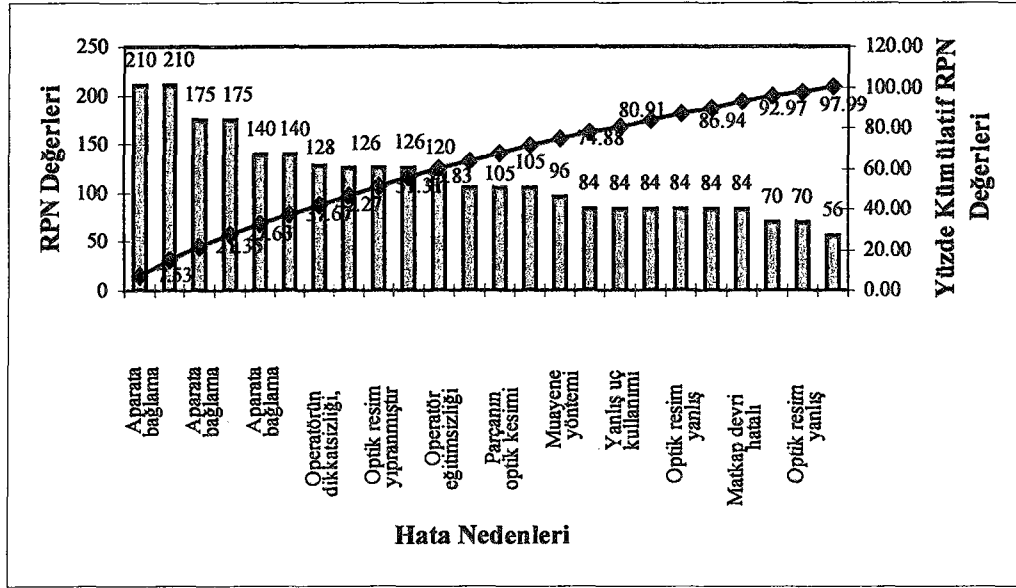
-Delik konumu yanlıştır	-Parça monte edilemez -Sistemin çalışma performansını etkiler	-Matkap devri hatalı -Parçanın optik kesimi hatalı -Aparata bağlama hatası -Operatör kaynaklı hata -Yanlış uç kullanımı
-Delik çapı hatalı	-Parça monte edilemez -Sistemin çalışma performansını etkiler	-Matkap devri hatalı -Parçanın optik kesimi hatalı -Aparata bağlama hatası -Operatör kaynaklı hata -Yanlış uç kullanımı

Matkap işlemindeki olası hatalar; delik çapıdır, delik konumu yanlıştır ve delik çapı hatalıdır. Bu hataların oluşması ile parça monte edilememekte ve sistemin çalışma performansı olumsuz etkilenmektedir. Hataların önem değerleri Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre derecelendirilmiştir. Hatanın matkap devrinin hatalı olmasından kaynaklanmasının oluşma olasılığı 2 'dir. Mevcut % 100 operatör kontrolü ile keşfedilebilirlik 7 olarak belirlenmiştir. Üretim Planlama Bölümü tarafından kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması ile hatanın bu nedenden oluşması azaltılmıştır. Hatanın optik kesim hatasından dolayı meydana gelme sıklığı 3 'tür. % 100 operatör kontrolünün yapılması ile hatanın fark edilebilirliği 7 olarak belirlenmiştir. Hatalar, aparata bağlama esnasında yapılan hatalardan ve operatörden kaynaklanıyorsa oluşma olasılıkları 5 'tir. Hataların bu nedenlerden dolayı oluşma olasılıkları diğer nedenlere göre fazladır ve operatörlere verilecek eğitim ile bu olasılık en aza indirilmiştir. Yanlış uç kullanımı sonucu hataların meydana gelmesinin RPN değeri işlem kartlarına, kullanılacak takım tiplerinin yazılması ile düşürülmüştür. Önerilen bu faaliyet Üretim Planlama Bölümünün sorumluluğunda gerçekleştirilmiştir.

Çevirme lamasına ait hesaplanan RPN değerleri ve bu değerlere göre çizilen pareto diyagramı Şekil 4.51 'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.49 Çevirme Laması İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Aparata bağlama hatası	210	7.53	7.53
Operatör kaynaklı hata	210	7.53	15.07
Aparata bağlama hatası	175	6.28	21.35
Operatör kaynaklı hata	175	6.28	27.63
Aparata bağlama hatası	140	5.02	32.65
Operatör kaynaklı hata	140	5.02	37.67
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	4.59	42.27
Yanlış uç kullanımı	126	4.52	46.79
Optik resim yıpranmıştır	126	4.52	51.31
Parçanın optik kesimi hatalı	126	4.52	55.83
Operatör eğitimsizliği	120	4.31	60.14
Yanlış uç kullanımı	105	3.77	63.90
Parçanın optik kesimi hatalı	105	3.77	67.67
Optik resim yıpranmıştır	105	3.77	71.44
Muayene yöntemi	96	3.44	74.88
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	3.01	77.90
Yanlış uç kullanımı	84	3.01	80.91
Muayene yöntemi	84	3.01	83.93
Optik resim yanlış çizilmiştir	84	3.01	86.94
Parçanın optik kesimi hatalı	84	3.01	89.95
Matkap devri hatalı	84	3.01	92.97
Matkap devri hatalı	70	2.51	95.48
Optik resim yanlış çizilmiştir	70	2.51	97.99
Matkap devri hatalı	56	2.01	100.00



Şekil 4.51 Çevirme Laması İçin Pareto Diyagramı

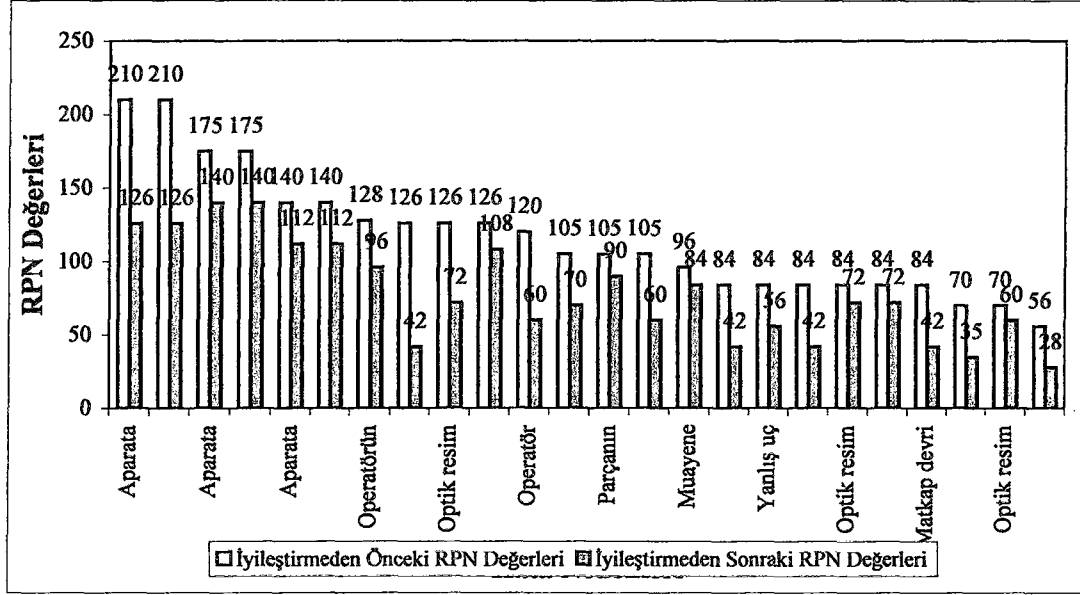
Çevirme lamasına ait pareto diyagramına bakıldığında, iki hatanın risk öncelik değerinin diğer değerlere göre çok yüksek olduğu görülmektedir. Bunlar aparata bağlama hatası ve operatör kaynaklı hatalardır. Tüm hataların oluşmasını önlemek için öneriler sunulmuş ve bu öneriler neticesinde değişen RPN değerleri, ilk hesaplanan RPN değerleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.50 Çevirme Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Aparata bağlama hatası	210	126
Operatör kaynaklı hata	210	126
Aparata bağlama hatası	175	140
Operatör kaynaklı hata	175	140
Aparata bağlama hatası	140	112
Operatör kaynaklı hata	140	112

Çizelge 4.50 'nin devamı

Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Yanlış uç kullanımı	126	42
Optik resim yıpranmıştır	126	72
Parçanın optik kesimi hatalı	126	108
Operatör eğitimsizliği	120	60
Yanlış uç kullanımı	105	70
Parçanın optik kesimi hatalı	105	90
Optik resim yıpranmıştır	105	60
Muayene yöntemi	96	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Yanlış uç kullanımı	84	56
Muayene yöntemi	84	42
Optik resim yanlış çizilmiştir	84	72
Parçanın optik kesimi hatalı	84	72
Matkap devri hatalı	84	42
Matkap devri hatalı	70	35
Optik resim yanlış çizilmiştir	70	60
Matkap devri hatalı	56	28



Şekil 4.52 Çevirme Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Yapılan FMEA çalışması sonucunda, çevirme lamasının geçirmiş olduğu işlemler ve bu işlemlerde çıkması olası hatalar belirlenmiş, hataların neden ve etkileri üzerinde durulmuştur. Süreç FMEA 'da bir sonraki işlem müşteri durumundadır ve hataların oluşması durumunda yaratacağı etki büyük önem taşımaktadır. Hatanın oluşma sıklığı ve müşteriye gitmeden önce fark edilebilirliği ortaya çıkabilecek kayıpları minimuma indirmek için önemlidir. Hatanın oluşması durumunda, istenen özellikleri sağlamak için yeniden işlem gerekmekte ve ikinci bir işleme gerek duyulması zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Düzeltilemeyecek bir hata ise ve firmadan çıkmadan fark edilemediyse, bu durum daha fazla önem taşımaktadır.

Müşterinin hata ile karşılaşması durumunda, müşteri üzerinde yaratacağı etki değerlendirilmiş ve puan olarak derecelendirilmiştir. Hatanın oluşma sıklığı ve keşfedilebilirlik değerleri belirlenmiş ve bu değerlere bağlı olarak risk öncelik değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler üzerinde daha rahat yorum yapabilmek için pareto diyagramı çizilmiştir ve öncelikle önlem alınması gereken hatalar tespit edilmiştir. Bu hataların oluşması durumunda müşteride yaratacağı etki büyük önem taşımaktadır. Günümüz koşullarında rekabet edebilirlik müşteri memnuniyeti ile

orantılı olarak değiştiği için müşterilerin düşünceleri ön plana geçmiştir. Önemli hatalar için çalışma ekibi tarafından öneriler sunulmuş ve bu faaliyetleri gerçekleştirmek üzere sorumlu bölümler belirlenmiştir. Gerekli önlemlerin alınması ile belirlenen önem, oluşma sıklığı ve keşfedilebilirlik değerleri yeni durum için yeniden derecelendirilmiş ve RPN değeri hesaplanmıştır.

İlk durum ile önlemlerin alınmasından sonraki durum arasındaki iyileştirmenin daha iyi görülmesi amacıyla iyileştirmeden önceki ve sonraki RPN değerlerine göre histogram çizilmiştir. Şekilden de açıkça görüleceği üzere hataların risk değerlerinde % 50 ve hatta daha fazla azalma sağlanmıştır. Hataların oluşmasından önce yapılan FMEA çalışmaları ile çıkması olası hatalar, bu hataların nedenleri ve etkileri belirlenmekte ve önceden önlemlerin alınması ile bu hatalar minimize edilmektedir. En başta zaman ve maliyet kazancı sağlayan bu çalışmalar ile rekabet edebilirliğin önemli şartlarından olan müşteri memnuniyeti yerine getirilmiş olmaktadır.

KOL YATAK LAMASI

Konteyner kolunun takılmasına yarayan kol yatak lamasının geçirdiği işlemler ve bu işlemler esnasında ortaya çıkabilecek hataların analiz edildiği Süreç FMEA formu Ek 52 'de verilmiştir. Kol yatak lamasının geçirdiği kesme işlemini incelendiğinde, bu süreçte çıkabilecek hata, boy uzunluklarının hatalı olmasıdır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Boy uzunlukları hatalı	-Parça monte edilemez -Yeniden işlem gerektirir	-Optik resim yanlış çizilmiştir. -Optik resim yıpranmıştır.

Optik resmin yanlış çizilmesinden ve yıpranmasından kaynaklanan bu hata sonucunda parça monte edilememekte ve yeniden işlem gerektirmektedir. Bu ek

maliyet ve zaman kaybına yol açmaktadır. Bu hatanın oluşma olasılıkları çok yüksek olmasa da hatanın oluşması durumunda müşteride yaratacağı etki önemlidir. Diğer parçalarda da karşılaşılan benzer hatalar için yapılan faaliyetler bu bölümde de önerilmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Delik çapı hatalı	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	-Optik kesim hatası -Tezgah devri hatalı -Aparat iyi bağlanmamış -Yanlış uç kullanımı -Yanlış markalama
-Delik konumu yanlıştır	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	-Optik kesim hatası -Tezgah devri hatalı -Aparat iyi bağlanmamış -Yanlış uç kullanımı -Yanlış markalama
- Delik çapaklıdır	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	-Optik kesim hatası -Tezgah devri hatalı -Aparat iyi bağlanmamış -Yanlış uç kullanımı -Yanlış markalama
- Delik eğik delinmiş	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	-Optik kesim hatası -Tezgah devri hatalı -Aparat iyi bağlanmamış -Yanlış uç kullanımı -Yanlış markalama

Matkap işleminde oluşabilecek hatalar; delik çapının hatalı olması, delik konumunun yanlış olması, deliğin çapaklı ve eğik delinmiş olmasıdır. Hataların önem değerleri Süreç FMEA Önem Değerlendirme çizelgesine göre değerlendirilmiştir.

Hataların olası nedenleri; optik kesim hatası, tezgah devri hatası, aparatın iyi bağlanmamış olması, yanlış uç kullanımı ve yanlış markalamadır. Hataların bu nedenlerden dolayı oluşma sıklıkları fazla yüksek değildir. Mevcut kontrol ile hataların müşteriye ulaşmadan fark edilebilirlikleri 7 olarak belirlenmiştir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan RPN değerleri yüksek çıkmıştır.

Hataların optik kesim hatasından kaynaklanması durumu için Atölye Mühendisliği sorumluluğunda ilk üretim onay sisteminin çalıştırılması önerilmiştir. Bu sayede hatanın oluşması durumunda keşfedilebilirliği artmaktadır. Tezgah devrinin hatalı olması sonucu hatalar meydana geliyorsa, Üretim Planlama Bölümü'nün sorumluluğunda kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerisi sunulmuştur. Böylelikle hatanın RPN değeri düşürülmüştür. Aparatın iyi bağlanmamış olması ve yanlış markalama durumu için operatörlere aparat bağlama ve markalama ile ilgili eğitimler verilmesi düşünülmüştür. Bu çalışma ile operatörden kaynaklanan hatalar yok edilmeye çalışılmıştır. Yanlış uç kullanımının önlenmesi için Üretim Planlama Bölümü tarafından işlem kartlarına kullanılacak takım tiplerinin yazılması önerilmiştir. Bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığı düşürülmüş ve dolayısıyla RPN değerinde iyileşme sağlanmıştır.

Kol yatak laması için bükme işlemi incelenmiş, çıkması olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri listelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Bükme açısı yanlıştır	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması
-Bükme açısı mesafesi yanlıştır	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin

-Doğrusal olmayan kaçık bükme	-Parça monte edilemez	hatalı çalışması -Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması
----------------------------------	-----------------------	---

Bükme işlemi esnasında oluşması olası hataların etkisi, parçanın monte edilememesidir. Hataların olası nedenleri olarak abkant ayarı hatası, dayama hatası ve abkant basınç sisteminin hatalı çalışması belirlenmiştir. Hataların önem değeri Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 6 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrol ile hatanın keşfedilebilirliği Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre belirlenmiştir. Abkant ayarı hatası ve abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması ile önlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma ile hataların RPN değerleri 168 'den 126 'ya indirilmiştir. Dayama hatası için operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim verilerek hatanın oluşma olasılığı düşürülmüş, sonuçta RPN değerinde iyileşme sağlanmıştır.

Kaynak işlemi incelendiğinde olası hata olarak kaynak nüfuziyet yetersizliği gözlenmiştir. Bu hatanın olası nedenleri kaynak nüfuziyeti eksikliği, kaynak yetersizliği ve güçsüz konstrüksiyondur. Hatanın müşteri üzerinde yaratacağı etki 5 olarak derecelendirilmiştir. Bu hatanın oluşma olasılığı 3 ve keşfedilebilirliği 8 olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrolün yetersiz oluşu hatanın fark edilebilirliğini azaltmaktadır. Öneri olarak tahribatlı örnekleme ile muayene yapılması verilmiştir. Bu muayenenin yapılması ile hatanın oluşması durumunda müşteriye ulaşmadan firma içersinde fark edilebilirliği artacaktır.

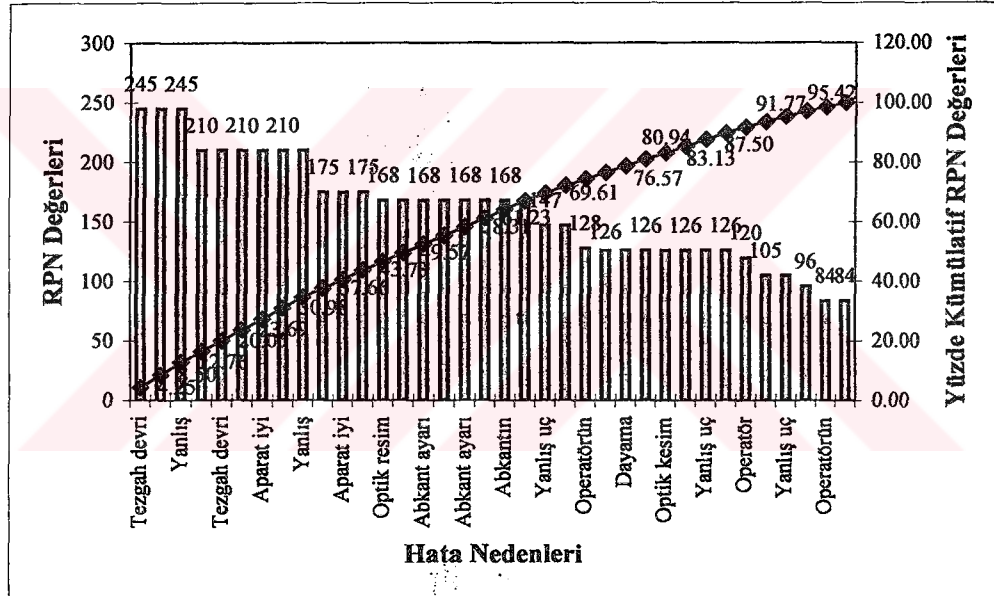
Kol yatak lamasının geçirdiği işlemler esnasında çıkması olası hatalara ait RPN değerleri ve bu değerlere göre çizilen pareto diyagramı Şekil 4.53 'de verilmiştir.

Çizelge 4.51 Kol Yatak Laması İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Tezgah devri hatalı	245	4.25	4.25
Aparat iyi bağlanmamış	245	4.25	8.50
Yanlış markalama	245	4.25	12.76
Tezgah devri hatalı	210	3.64	16.40
Tezgah devri hatalı	210	3.64	20.05
Aparat iyi bağlanmamış	210	3.64	23.69
Aparat iyi bağlanmamış	210	3.64	27.33
Yanlış markalama	210	3.64	30.98
Yanlış markalama	210	3.64	34.62
Tezgah devri hatalı	175	3.04	37.66
Aparat iyi bağlanmamış	175	3.04	40.70
Yanlış markalama	175	3.04	43.73
Optik resim yanlış çizilmiştir	168	2.92	46.65
Optik resim yıpranmıştır	168	2.92	49.57
Abkant ayarı hatalı	168	2.92	52.48
Abkant ayarı hatalı	168	2.92	55.40
Abkant ayarı hatalı	168	2.92	58.31
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	2.92	61.23
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	2.92	64.14
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	2.92	67.06
Yanlış uç kullanımı	147	2.55	69.61
Optik kesim hatası	147	2.55	72.16
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	2.22	74.38
Dayama hatası	126	2.19	76.57
Dayama hatası	126	2.19	78.76
Yanlış uç kullanımı	126	2.19	80.94
Optik kesim hatası	126	2.19	83.13
Optik kesim hatası	126	2.19	85.32

Çizelge 4.51 'in devamı

Yanlış uç kullanımı	126	2.19	87.50
Dayama hatası	126	2.19	89.69
Operatör eğitimsizliği	120	2.08	91.77
Optik kesim hatası	105	1.82	93.60
Yanlış uç kullanımı	105	1.82	95.42
Muayene yöntemi	96	1.67	97.08
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	1.46	98.54
Muayene yöntemi	84	1.46	100.00



Şekil 4.53 Kol Yatak Laması İçin Pareto Diyagramı

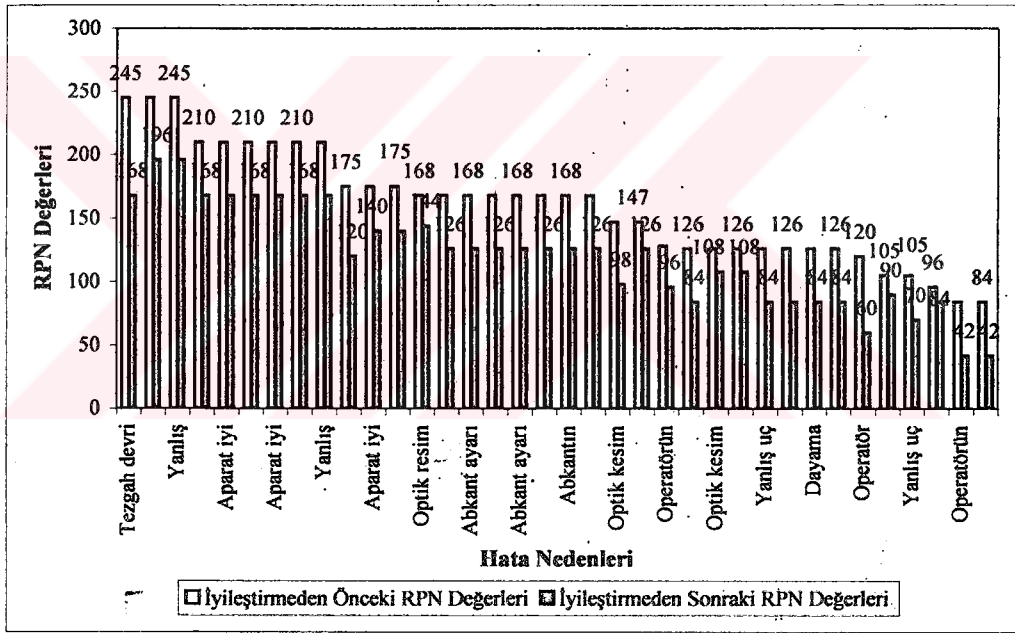
Pareto diyagramına bakıldığında % 80 sınırını sağlayan hataların RPN değerlerinin 126 ve üzeri olan değerler olduğu görülmektedir. RPN değerlerinin yüksek olmasından dolayı tüm hatalar için öneriler sunulmuş ve oluşma olasılıkları, keşfedilebilirlik değerlerine göre bulunan RPN değerleri yeni durum için yeniden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.52 Kol Yatak Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Tezgah devri hatalı	245	168
Aparat iyi bağlanmamış	245	196
Yanlış markalama	245	196
Tezgah devri hatalı	210	168
Aparat iyi bağlanmamış	210	168
Tezgah devri hatalı	210	168
Aparat iyi bağlanmamış	210	168
Yanlış markalama	210	168
Yanlış markalama	210	168
Tezgah devri hatalı	175	120
Aparat iyi bağlanmamış	175	140
Yanlış markalama	175	140
Optik resim yanlış çizilmiştir	168	144
Optik resim yıpranmıştır	168	126
Abkant ayarı hatalı	168	126
Abkant ayarı hatalı	168	126
Abkant ayarı hatalı	168	126
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	126
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	126
Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	168	126
Optik kesim hatası	147	98
Optik kesim hatası	147	126
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Dayama hatası	126	84
Optik kesim hatası	126	108
Optik kesim hatası	126	108
Yanlış uç kullanımı	126	84

Çizelge 4.52 'nin devamı

Yanlış uç kullanımı	126	84
Dayama hatası	126	84
Dayama hatası	126	84
Operatör eğitimsizliği	120	60
Optik kesim hatası	105	90
Yanlış uç kullanımı	105	70
Muayene yöntemi	96	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42



Şekil 4.54 Kol Yatak Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Karşılaştırmalı duruma bakıldığında, alınan önlemler ile RPN değerlerinde iyileşme sağlandığı görülmüştür. Hataların oluşması durumunda maliyet, zaman, şirket imajı ve müşteri kaybı olacaktır. Yapılan Süreç FMEA çalışması ile bu kayıplar oluşmadan önlenmeye çalışılmaktadır.

KAM BASKI LAMASI

Plastik konteynerin kilitlemesi görevini sağlayan kam baskı laması, giriş kalite kontrol, kesme, kaynak, montaj, bükme ve kalite kontrol işlemlerinden geçmektedir. Kam baskı laması için yapılan Süreç FMEA çalışmasına ait form Ek 60 'da verilmiştir. Bileşenin geçirmiş olduğu işlemler ve bu işlemler esnasında oluşabilecek hatalar incelenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Boy hatası		
*Boy uzun	-Yeniden işlem gerektirir	-Dayama yanlış ayarlanmıştır
*Boy kısa	-Kullanılamaz	

Kesme işleminde boy hatası görülmektedir. Dayamanın yanlış ayarlamasından kaynaklanan bu hata sonucunda boy kısa veya uzun olmaktadır. Boyun uzun olması durumunda yeniden işlem gerektirmekte, boyun kısa olmasında ise parça kullanılmamaktadır. Mevcut kontrolün yetersiz olması nedeniyle hatanın müşteriye ulaşma riski 7 'dir. Kalite Güvence Bölümü sorumluluğunda operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim verilmesi düşünülmüştür. Böylece operatör nasıl yapması gerektiğini öğrenecek ve daha bilinçli bir şekilde işini yerine getirecektir. Sonuçta hatanın oluşma olasılığı azalacak ve dolayısıyla hatanın risk değeri düşecektir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Delik kaçık olabilir	-Monte edilemez	-Markalama hatası
	-Sistem performansını olumsuz etkiler	-Operatör hatası
		-Tezgah ayarı yanlış
		-Aparatın iyi sıkılmaması
		-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması

-Delik konumu yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparatın iyi sıkılmaması -Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapı yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparatın iyi sıkılmaması -Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapaklı	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparatın iyi sıkılmaması -Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması

Matkap işleminde tezgah ayarlarından ve operatör hatalarından kaynaklanan hatalar görülmektedir. Bu hataların sonucunda parça monte edilemez hale gelmekte ve sistem performansını etkilemektedir. Mevcut kontroller ile hata yüksek oranda fark edilmektedir. Diğer parçalarda bulunan aynı işlemdeki benzer hatalar için yapılan çalışmaların burada da yapılması uygun görülmüştür. Bunlar operatör eğitimi ve kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılmasıdır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Açı yanlışlığı	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı olması
-Açı mesafesi hatası	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı olması
-Kaçık bükme	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı olması

Bükme işleminde açı yanlışlığı, açı mesafesi hatası ve kaçık bükme görülmektedir. Parçanın monte edilmesini engelleyen bu hataya abkant ayarının hatalı olması, dayama hatası ve abkantın basınç sisteminin hatalı olması neden olmaktadır. % 100 operatör ve örnekleme yoluyla kontrolün olduğu bükme işleminde hataların bu yöntemlerle müşteriye ulaşmasının önlenmesi olasılığı orta derecededir. Abkant ayarı hatası ve abkantın basınç sisteminin hatalı olması için Üretim Planlama Bölümü 'nün sorumluluğunda kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerilmiştir. Dayama hatası için de Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim önerisi sunulmuştur. Alınan bu önlemler ile hataların oluşma olasılıkları azaltılmıştır.

Kam baskı lamasının geçirdiği bir diğer adım kaynak işlemdir. Bu adımda oluşması olası hata olarak kaynak nüfuziyet yetersizliği belirlenmiştir. Hatanın etkileri kaynak nüfuziyeti eksikliği, kaynak yetersizliği, güçsüz konstrüksiyon ve hatanın nedeni olarak operatör eğitimsizliği düşünülmüştür. Hatanın oluşması durumunda müşteri üzerindeki etkisi 5 olarak derecelendirilmiştir. Oluşma olasılığı yüksek olmayan hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliği yapılan göz ile kontrol ile çok

düşüktür. Bu yüzden kaynak işlemi için tahribatlı örnekleme ile muayene yapılması önerilmiştir. Bu önerinin uygulanması ile hatanın oluşması durumunda müşteriye gitmeden firma içersinde yakalanma olasılığı arttırılmış böylece önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan risk öncelik değerinde azalma kaydedilmiştir.

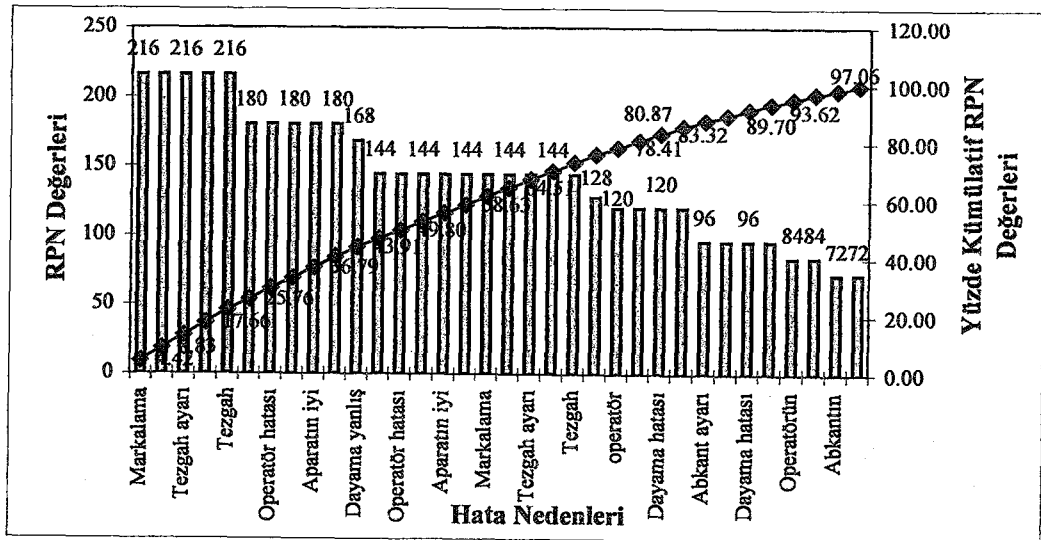
Kam baskı lamasının geçirdiği işlemler esnasında çıkması olası hatalar, bu hatalara ait risk öncelik değerleri ve bu değerlere bağlı olarak pareto diyagramı Şekil 4.55 'de verilmiştir.

Çizelge 4.53 Kam Baskı Laması İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Markalama hatası	216	4.35	4.35
Operatör hatası	216	4.35	8.70
Tezgah ayarı yanlıştır	216	4.35	13.05
Aparatın iyi sıkılmaması	216	4.35	17.41
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	216	4.35	21.76
Markalama hatası	180	3.63	25.38
Operatör hatası	180	3.63	29.01
Tezgah ayarı yanlıştır	180	3.63	32.63
Aparatın iyi sıkılmaması	180	3.63	36.26
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	180	3.63	39.89
Dayama yanlış ayarlanmıştır	168	3.38	43.27
Markalama hatası	144	2.90	46.17
Operatör hatası	144	2.90	49.07
Tezgah ayarı yanlıştır	144	2.90	51.97
Aparatın iyi sıkılmaması	144	2.90	54.88
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	144	2.90	57.78
Markalama hatası	144	2.90	60.68
Operatör hatası	144	2.90	63.58
Tezgah ayarı yanlıştır	144	2.90	66.48

Çizelge 4.53 'ün devamı

Aparatın iyi sıkılmaması	144	2.90	69.38
Tezgaah devrinin iyi ayarlanmaması	144	2.90	72.28
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	2.58	74.86
Operatör eğitimsizliği	120	2.42	77.28
Abkant ayarı hatalı	120	2.42	79.69
Dayama hatası	120	2.42	82.11
Dayama hatası	120	2.42	84.53
Abkant ayarı hatalı	96	1.93	86.46
Abkant ayarı hatalı	96	1.93	88.40
Dayama hatası	96	1.93	90.33
Muayene yöntemi	96	1.93	92.26
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	1.69	93.96
Muayene yöntemi	84	1.69	95.65
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	1.45	97.10
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	1.45	98.55
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	1.45	100.00



Şekil 4.55 Kam Baskı Laması İçin Pareto Diyagramı

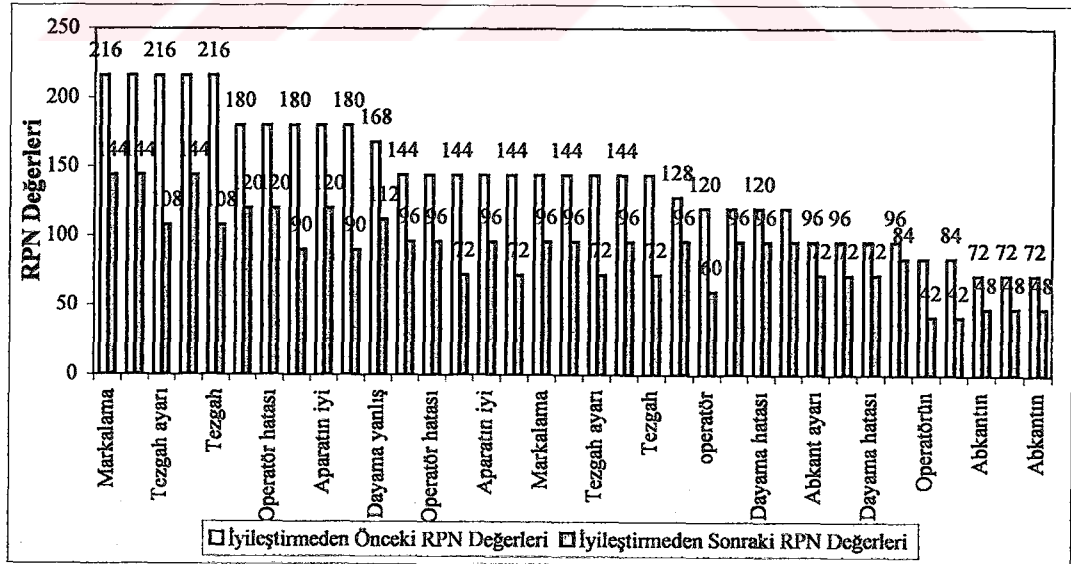
Kam baskı lamasına ait pareto diyagramı incelendiğinde, hataların risk öncelik sayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Tüm bu hatalar için öneriler sunulmuş ve hataların oluşma olasılıkları, keşfedilebilirlikleri Süreç FMEA Oluşma Olasılıkları ve Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgelerine göre yeniden derecelendirilmiştir. İyileştirmeden önceki ve sonraki durum Çizelge 4.54 'de verilmektedir.

Çizelge 4.54 Kam Baskı Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Markalama hatası	216	144
Operatör hatası	216	144
Tezgah ayarı yanlıştır	216	108
Aparatın iyi sıkılmaması	216	144
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	216	108
Markalama hatası	180	120
Operatör hatası	180	120
Tezgah ayarı yanlıştır	180	90
Aparatın iyi sıkılmaması	180	120
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	180	90
Dayama yanlış ayarlanmıştır	168	112
Markalama hatası	144	96
Operatör hatası	144	96
Tezgah ayarı yanlıştır	144	72
Aparatın iyi sıkılmaması	144	96
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	144	72
Markalama hatası	144	96
Operatör hatası	144	96
Tezgah ayarı yanlıştır	144	72
Aparatın iyi sıkılmaması	144	96
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	144	72

Çizelge 4.54 'ün devamı

Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Operatör eğitimsizliği	120	60
Abkant ayarı hatalı	120	96
Dayama hatası	120	96
Dayama hatası	120	96
Abkant ayarı hatalı	96	72
Abkant ayarı hatalı	96	72
Dayama hatası	96	72
Muayene yöntemi	96	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	48
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	48
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	72	48



Şekil 4.56 Kam Baskı Laması İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Çizelgede hatalara ait RPN değerlerinin hesaplanan ilk değerleri ile alınan önlemler sonrasında elde edilen yeni değerleri bulunmaktadır. Alınan önlemler ile hataların oluşma olasılıkları azaltılmış veya keşfedilebilirlikleri artırılmıştır. Hesaplanan yeni RPN değerlerine bakıldığında önerilen önleyici faaliyetlerin ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki işletmeler için çok büyük önem taşımaktadır. Müşteri memnuniyetinin çok önemli olduğu günümüz koşullarında kötü bir durumla karşılaşılması istenmemektedir. Hatanın müşteriye ulaşması durumunda küçük bir hata bile olsa müşteri üzerinde yaratacağı hoşnutsuzluk büyük kayıplara neden olabilmektedir. Bu yüzden bu tür durumlarla karşılaşmamak için önceden önlem alınması rekabet avantajı sağlamaktadır. Aynı zamanda hataların oluşması durumunda kaybedilecek zamandan ve maliyetten kazanımlar sağlanmış olacaktır.

KONTEYNER SIKMA SACI

Süreç fonksiyon matrisinde yer alan önemli diğer bir parça, plastik konteynerin düşmesini engelleyen konteyner sıkma sacıdır. Bileşen için yapılan Süreç FMEA çalışması EK 68 'de yer almaktadır. Konteyner sıkma sacının geçirdiği işlemler, giriş kalite kontrol, kaynak, matkap, bükme, optik ve kalite kontroldür.

Matkap işlemi incelendiği zaman, aşağıda çizelgede listelenen olası hatalar, bunların nedenleri ve etkileri belirlenmiştir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Delik kaçık	-Parça monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -tezgah devrinin iyi ayarlanmaması

-Delik konumu yanlış	-Parça monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapı yanlış	-Parça monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapaklı	-Parça monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması

Matkap işleminde karşılaşılabilecek olası hatalar; delik kaçık olabilir, delik konumu ve çapı yanlış olabilir ve delik çapaklıdır. Hataların etkisi parçanın monte edilememesi ve sistem performansının olumsuz etkilenmesidir. Hataların önem değerleri Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre derecelendirilmiştir. Hataların oluşma olasılıkları her neden için ayrı olarak belirlenmiştir. Mevcut kontrol ile hataların müşteriye ulaşmadan fark edilebilirlikleri Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre düşüktür. Hataların meydana gelmelerini önlemek için, incelenen diğer parçalarda önerilen düzeltici önlemler bu bölümde de uygulanmıştır. Sonuçta; hataların oluşma sıklıkları azaltılmış ve bu değere bağlı olarak risk öncelik değerleri düşürülmüştür.

Optik işlemi incelendiğinde olası hata olarak parçanın kenarlarında aşırı derecede çapakların oluşması belirlenmiştir. Hatanın müşteri üzerinde yaratacağı etki ve oluşma olasılığı ilgili çizelgelere göre derecelendirilmiştir. Süreç içi örnekleme ve göz ile operatör kontrolünün % 100 yapılması hatanın keşfedilebilirliğini arttırmıştır. Hatanın oluşma olasılığını azaltmak için kesme gazı debi ayarı için malzeme/kalınlık/gaz türü çizelgesi oluşturulması ve operatör eğitimi düşünülmüştür. Bu önerinin gerçekleştirilmesi ile hatanın oluşma olasılığı ve bu değere bağlı olarak risk öncelik sayısı düşürülmüştür.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Açı yanlış	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması
-Açısı mesafesi yanlış	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması
-Kaçık bükme	-Parça monte edilemez	-Abkant ayarı hatalı -Dayama hatası -Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması

Konteyner sıkma sacının geçirdiği bir diğer işlem bükmedir. Bükme işleminde karşılaşılabilecek olası hatalar, açı yanlışlığı, açı mesafesi hatası ve kaçık bükmedir. Bu hataların olası etkisi parçanın monte edilememesidir. Hataların önem değerleri 5 olarak belirlenmiştir.

Hatalar, abkant ayarının hatalı olmasından dolayı meydana geliyorsa oluşma olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir ve hatanın bu nedenden dolayı oluşmasını engellemek

için Üretim Planlama Bölümü tarafından kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerisi sunulmuştur. Bu öneri ile tezgah ayarları planda verilenlere göre olacaktır ve bu konuda yapılan hatalar azaltılacaktır. Dayama hatası yüzünden hatanın ortaya çıkması durumu için operatörlere eğitim verilmesinin gerekli olacağı düşünülmüştür. Operatörler, eğitim ile teknik bilgileri uygulamada nasıl kullanacakları hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Böylelikle bu konuda yapılan hatalar minimuma indirilecektir.

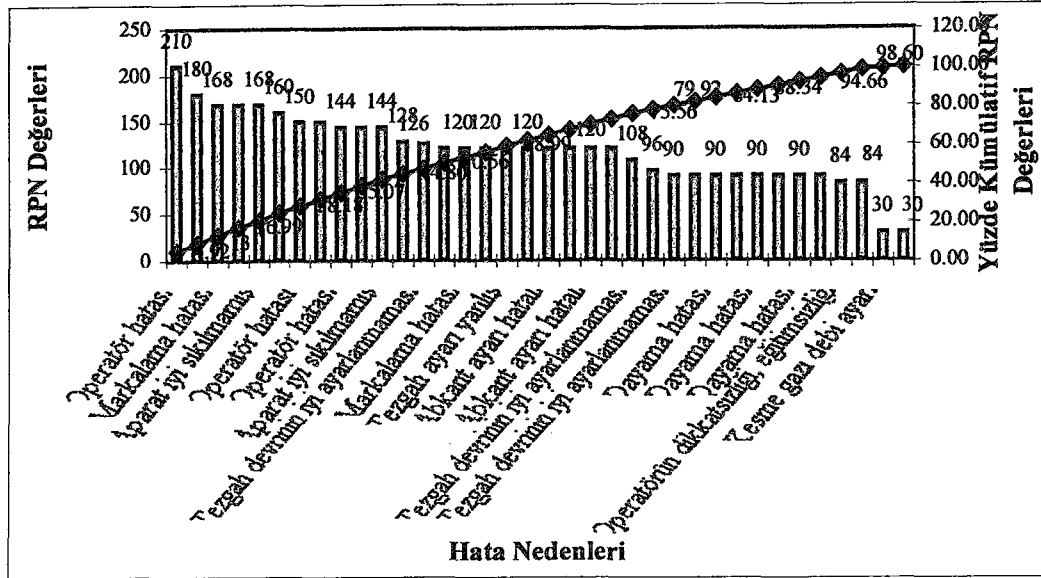
Abkantın basınç sisteminin hatalı olması sonucu hataların oluşma olasılığı 3, hataların oluşması durumunda müşteriye gitmeden fark edilmesi 6 olarak belirlenmiştir. Kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerisi ile hataların bu nedenden dolayı ortaya çıkma sıklığı azalacak ve risk öncelik değerlerinde düşüş sağlanacaktır.

Çizelge 4.55 Konteyner Sıkma Sacı İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Operatör hatası	210	4.92	4.92
Operatör hatası	180	4.21	9.13
Markalama hatası	168	3.93	13.06
Tezgah ayarı yanlış	168	3.93	16.99
Aparat iyi sıkılmamış	168	3.93	20.93
Operatörün eğitimsizliği	160	3.75	24.67
Operatör hatası	150	3.51	28.18
Operatör hatası	150	3.51	31.69
Operatör hatası	144	3.37	35.07
Markalama hatası	144	3.37	38.44
Aparat iyi sıkılmamış	144	3.37	41.81
Operatörün eğitimsizliği	128	3.00	44.80
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	126	2.95	47.75

Çizelge 4.55 'in devamı

Markalama hatası	120	2.81	50.56
Markalama hatası	120	2.81	53.37
Tezgah ayarı yanlış	120	2.81	56.18
Tezgah ayarı yanlış	120	2.81	58.99
Aparat iyi sıkılmamış	120	2.81	61.80
Abkant ayarı hatalı	120	2.81	64.61
Abkant ayarı hatalı	120	2.81	67.42
Abkant ayarı hatalı	120	2.81	70.22
Abkant ayarı hatalı	120	2.81	73.03
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	108	2.53	75.56
Muayene yöntemi	96	2.25	77.81
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	90	2.11	79.92
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	90	2.11	82.02
Dayama hatası	90	2.11	84.13
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	2.11	86.24
Dayama hatası	90	2.11	88.34
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	2.11	90.45
Dayama hatası	90	2.11	92.56
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	2.11	94.66
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	1.97	96.63
Muayene yöntemi	84	1.97	98.60
Kesme gazı debi ayarı	30	0.70	99.30
Yanlış malzeme seçimi	30	0.70	100.00



Şekil 4.57 Konteyner Sıkma Sacı İçin Pareto Diyagramı

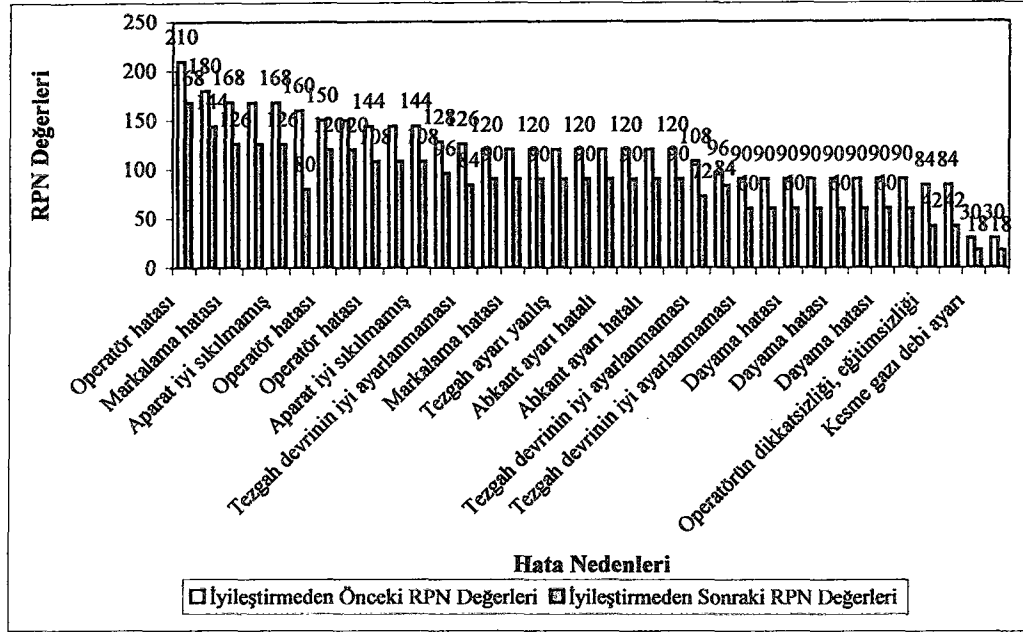
Konteyner sıkma sacının geçirdiği işlemler, bu işlemler esnasında çıkması olası hatalar listelenmiş, hataların nedenleri ve etkileri incelenmiştir. Hatalara verilen önem, oluşma olasılığı ve müşteriye ulaşmadan önce fark edilebilirliği derecelendirilmiş ve bu değerlerin çarpımı ile elde edilen risk öncelik değerleri hesaplanmıştır. Hataların risk öncelik değerlerine göre çizilen pareto diyagramı incelendiğinde firmanın isteği olan % 80 'nin RPN değeri 90 ve üzeri olan hataların oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.56 Konteyner Sıkma Sacı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Operatör hatası	210	168
Operatör hatası	180	144
Markalama hatası	168	126
Tezgah ayarı yanlış	168	126

Çizelge 4.56 'nın devamı

Aparat iyi sıkılmamış	168	126
Operatörün eğitimsizliği	160	80
Operatör hatası	150	120
Operatör hatası	150	120
Operatör hatası	144	108
Markalama hatası	144	108
Aparat iyi sıkılmamış	144	108
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	126	84
Markalama hatası	120	90
Markalama hatası	120	90
Tezgah ayarı yanlış	120	90
Tezgah ayarı yanlış	120	90
Aparat iyi sıkılmamış	120	90
Abkant ayarı hatalı	120	90
Abkant ayarı hatalı	120	90
Abkant ayarı hatalı	120	90
Abkant ayarı hatalı	120	90
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	108	72
Muayene yöntemi	96	84
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	90	60
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	90	60
Dayama hatası	90	60
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	60
Dayama hatası	90	60
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	60
Dayama hatası	90	60
Abkantın basınç sistemi hatalı	90	60
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42
Kesme gazı debi ayarı	30	18
Yanlış malzeme seçimi	30	18



Şekil 4.58 Konteyner Sıkma Sacı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

KALDIRMA KOLU PERNOSU

Kaldırma kolunun sabitlenmesini sağlamaktadır. Kaldırma Kolu Pernosu, giriş kalite kontrol, kesme, torna, matkap, montaj ve kalite kontrol işlemlerini geçirmektedir. Yapılan Süreç FMEA çalışmasına ait form Ek 77 'de verilmiştir.

Giriş kalite kontrol işlemi diğer parçalarda incelendiği gibidir. Aynı hata türleri ile karşılaşılmaktadır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Boy hatalı		
*Uzun	-Yeniden işlem gerektirir	-Dayama yanlış ayarlanmıştır
*Kısa	-Kullanılamaz	-Dayama yanlış ayarlanmıştır

Kesme işleminde karşılaşılan hata boy hatasıdır. Boyun istenenden uzun ve kısa olması durumları bulunmaktadır. Boyun kısa olması durumunda, parçanın kullanılması için yeniden işlem gerektirmektedir. Boyun uzun olması durumunda da kullanılamamakta ve hurdaya kaldırılmaktadır. Hatalara dayamanın yanlış ayarlanması neden olmaktadır. % 100 operatör kontrolü yapılmaktadır ve hatanın fark edilebilirliği azdır.

Önem, sıklık ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpımı ile elde edilen RPN değeri yüksek bulunmuştur. Hatanın oluşması durumunda, parçanın boyunun uzun olması ek işçilik gerektirmekte bu da hem zaman kaybına hem de maliyete neden olmaktadır. Boyun kısa kesilmesi durumunda parça istenen özelliği sağlamadığından kullanılamamaktadır. Kalite Güvence Bölümü'nün sorumluluğunda operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim verilmesi düşünülmüştür. Böylece hatanın operatörden kaynaklanan kısmı önlenmiş olacaktır.

Kaldırma kolu pernosunun geçirdiği bir diğer işlem tornadır. Bu işlem sırasında görülen hatalar, çap ve derinlik hatasıdır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Çap hatası	-Monte edilemez -Sistem problemleri çalışır	-Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Operatör hatası
-Derinlik hatası	-Monte edilemez -Sistem problemleri çalışır	-Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Operatör hatası

Her iki hatanın oluşması durumunda parça monte edilememekte, edilirse de sistem problemleri çalışmaktadır. Hatalara tezgah ayarının yanlış olması, aparatın iyi sıkılmamış olması ve operatör hatası neden olmaktadır.

Hataların önem değeri 6 olarak belirlenmiştir. Hataların bu nedenlerden dolayı oluşma olasılıkları 4 ve keşfedilebilirlikleri % 100 operatör ve örnekleme ile kalite kontrolü sonucunda 6 olarak derecelendirilmiştir. Hatalara ait hesaplanan risk öncelik değerleri yüksektir ve her neden için önlem alınmıştır. Önerilen düzeltici önlemler ile hataların oluşma olasılık değerleri düşmüştür ve risk öncelik değerlerinde iyileştirme sağlanmıştır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Derin tarama	-Etkisi yok	-Aparata yanlış bağlanmış -Tezgah ayarı yanlış
-Eğik tarama	-Etkisi yok	-Aparata yanlış bağlanmış -Tezgah ayarı yanlış

Frezeleme işlemine bakıldığında derin ve eğik tarama hatası görülmektedir. Etkisi olmayan bu hatalara parçayı aparata yanlış bağlama ve tezgah ayar hatası neden olmaktadır. Hataların önem değerleri 6 olarak belirlenmiştir. Hataların aparata yanlış bağlamadan dolayı oluşma olasılıkları 5, tezgah ayarının yanlış olması sonucu oluşma olasılıkları 4 olarak derecelendirilmiştir. % 100 operatör kontrolünün yapıldığı bu işlemde aparata yanlış bağlamadan kaynaklanan hatanın önlenmesi için eğitim önerilmiştir. Aynı şekilde tezgah ayarının yanlışlığının azaltılması için de tezgah ayarlarının kontrol planlarına yazılması düşünülmüştür. Bu faaliyeti gerçekleştirmekten sorumlu olan bölüm Üretim Planlama Bölümüdür.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Delik kaçık olabilir	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparatın iyi sıkılmaması -Tezgah devrinin iyi

		ayarlanmaması
-Delik konumu yanlış	-Monte edilemez	-Markalama hatası
	-Sistem performansını olumsuz etkiler	-Operatör hatası
		-Tezgah ayarı yanlış
		-Aparatın iyi sıkılmaması
		-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapı yanlış	-Monte edilemez	-Markalama hatası
	-Sistem performansını olumsuz etkiler	-Operatör hatası
		-Tezgah ayarı yanlış
		-Aparatın iyi sıkılmaması
		-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması
-Delik çapaklı	-Monte edilemez	-Markalama hatası
	-Sistem performansını olumsuz etkiler	-Operatör hatası
		-Tezgah ayarı yanlış
		-Aparatın iyi sıkılmaması
		-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması

Matkap işleme bakıldığında, delik kaçık, delik konumu yanlış, delik çapı yanlış, delik çapaklı hataları görülmektedir. Hataların olası etkileri, parçanın monte edilememesi ve sistem performansının olumsuz etkilenmesidir. Hataların nedenleri aynıdır. Bunlar; markalama hatası, operatör hatası, tezgah ayarının yanlış olması, aparatın iyi sıkılmaması ve tezgah devrinin iyi ayarlanmamasıdır. Hataların oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı önem değerleri Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre belirlenmiştir. Hatanın operatörden dolayı meydana gelme olasılığı 5, markalama hatası, tezgah ayarının yanlış olması, aparatın iyi sıkılmaması ve tezgah devrinin iyi ayarlanmaması sonucunda oluşma olasılığı 4 olarak belirlenmiştir. % 100 operatör kontrolü yapılmaktadır, ancak kontrol esnasında dikkatsizlikler olabilmektedir. Bu yüzden hatanın oluşması durumunda

keşfedilebilirliği düşüktür. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan risk öncelik sayıları bu hata için yüksek çıkmıştır ve önlem alınması gerekmektedir. Önlem olarak operatör eğitimi ve kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması düşünülmüştür. Sonuçta hatanın oluşma olasılıkları azaltılacak ve risk öncelik sayısında iyileşme sağlanacaktır.

Çizelge 4.57 Kaldırma Kolu Pernosu İçin RPN Değerleri

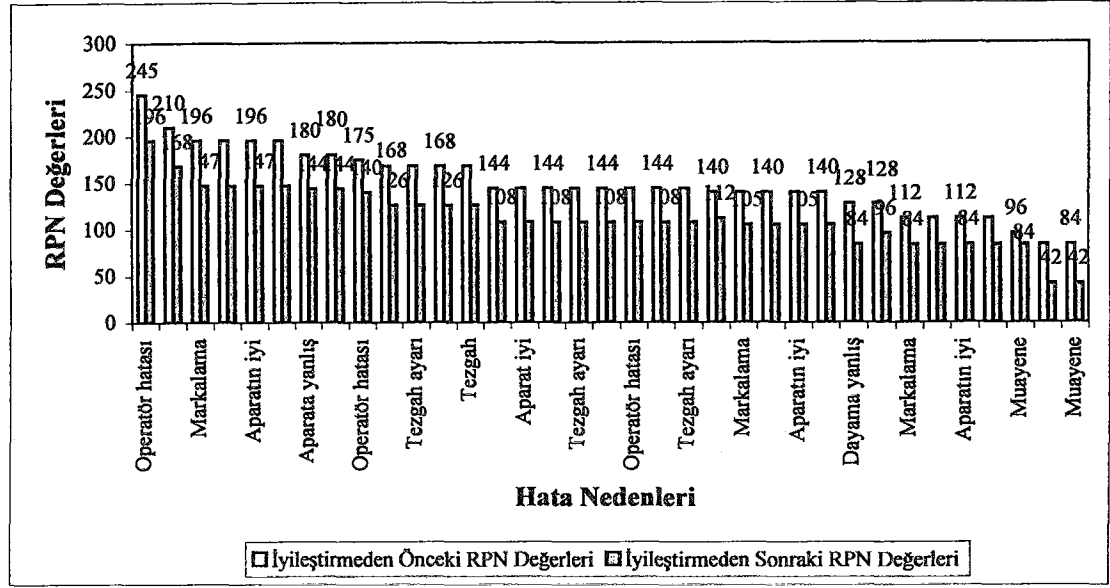
Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Operatör hatası	245	4.65	4.65
Operatör hatası	210	3.99	8.64
Markalama hatası	196	3.72	12.36
Operatör hatası	196	3.72	16.08
Aparatın iyi sıkılmaması	196	3.72	19.81
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	196	3.72	23.53
Aparata yanlış bağlanmıştır	180	3.42	26.95
Aparata yanlış bağlanmıştır	180	3.42	30.36
Operatör hatası	175	3.32	33.69
Markalama hatası	168	3.19	36.88
Tezgah ayarı yanlıştır	168	3.19	40.07
Aparatın iyi sıkılmaması	168	3.19	43.26
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	168	3.19	46.45
Tezgah ayarı yanlış	144	2.73	49.18
Aparat iyi sıkılmamış	144	2.73	51.92
Operatör hatası	144	2.73	54.65
Tezgah ayarı yanlıştır	144	2.73	57.39
Aparat iyi sıkılmamış	144	2.73	60.12
Operatör hatası	144	2.73	62.86

Çizelge 4.57 'nin devamı

Tezgah ayarı yanlışır	144	2.73	65.59
Tezgah ayarı yanlışır	144	2.73	68.33
Operatör hatası	140	2.66	70.98
Markalama hatası	140	2.66	73.64
Tezgah ayarı yanlışır	140	2.66	76.30
Aparatın iyi sıkılmaması	140	2.66	78.96
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	2.66	81.62
Dayama yanlış ayarlanmıştır	128	2.43	84.05
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	2.43	86.48
Markalama hatası	112	2.13	88.61
Tezgah ayarı yanlışır	112	2.13	90.73
Aparatın iyi sıkılmaması	112	2.13	92.86
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	112	2.13	94.99
Muayene yöntemi	96	1.82	96.81
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	1.60	98.40
Muayene yöntemi	84	1.60	100.00

Çizelge 4.58 'in devamı

Aparatın iyi sıkılmaması	196	147
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	196	147
Aparata yanlış bağlanmıştır	180	144
Aparata yanlış bağlanmıştır	180	144
Operatör hatası	175	140
Markalama hatası	168	126
Tezgah ayarı yanlıştır	168	126
Aparatın iyi sıkılmaması	168	126
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	168	126
Tezgah ayarı yanlış	144	108
Aparat iyi sıkılmamış	144	108
Operatör hatası	144	108
Tezgah ayarı yanlıştır	144	108
Aparat iyi sıkılmamış	144	108
Operatör hatası	144	108
Tezgah ayarı yanlıştır	144	108
Tezgah ayarı yanlıştır	144	108
Operatör hatası	140	112
Markalama hatası	140	105
Tezgah ayarı yanlıştır	140	105
Aparatın iyi sıkılmaması	140	105
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	105
Dayama yanlış ayarlanmıştır	128	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Markalama hatası	112	84
Tezgah ayarı yanlıştır	112	84
Aparatın iyi sıkılmaması	112	84
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	112	84
Muayene yöntemi	96	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42



Şekil 4.60 Kaldırma Kolu Pernosu İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Kaldırma kolu pernosu için iyileştirmeden önceki ve sonraki RPN değerlerini karşılaştırmalı olarak göstermek üzere histogram çizilmiştir. Alınan önlemler ile hataların oluşma olasılıkları azaltılmış veya müşteriye gitmeden fark edilebilirlikleri artırılmıştır. Bu değerlerde sağlanan iyileştirmeler hataların RPN değerlerini etkilemiştir. RPN değerlerinde % 50 'ye varan azalmalar sağlanmıştır. Bunun anlamı, hataların oluşması ile kaybedilecek zaman, maliyet ve müşteri kaybı önlenecektir.

BRONZ BURÇ

Konteyner sistemini oluşturan diğer bir parça bronz burçtur. İç ve dış boru arasında yataklama görevi yapan bronz burcun geçirdiği işlemler giriş kalite kontrol, kesme, tormalama, matkap, montaj ve kalite kontroldür. Bronz burç için yapılan Süreç FMEA çalışması Ek 85 'te yer almaktadır.

Giriş kalite kontrolde ve son olarak yapılan kalite kontrolde konteyner sistemini oluşturan tüm parçalar için aynı olası hatalar görülmektedir. Bu yüzden her parça için bu işlemler ayrı ayrı incelenmemiştir.

Bronz burç için kesme işlemi incelendiğinde parçanın boyunun uzun ve kısa kesilmesi sorunu ile karşılaşılmaktadır. Hatanın olası etkileri; bir sonraki süreçte kullanılamaması veya ikinci bir işlem yapılarak kullanılabilmesidir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
Boy hatası	-Bir sonraki süreçte kullanılamaz	-Operatör hatası
*Boy kısa		-Aparat hatalı
*Boy uzun	-Tahsis edilerek kullanılabilir	-Tezgah ayarı yanlış

Hatanın müşteri için önemi, oluşma olasılığı ve mevcut kontrol ile hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilme olasılığı derecelendirilmiştir. Hatayı meydana getirecek nedenlerden operatör hatası için Kalite Güvence Bölümü 'nün sorumluluğunda ölçme eğitimi, aparat hatası için operatörlere aparat bağlama ile ilgili eğitim verilmesi önerilmiştir. Tezgah ayarı hatası için de kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması düşünülmüştür. Böylelikle hataların oluşma olasılıkları azaltılmıştır.

Bronz burç için torna işlemine bakıldığında dış çap hatası ve boy hatası görülmektedir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Dış çap hatalı	-Parça monte edilemez,	- Operatör hatası
*Dış çap küçük	kullanılamaz	-Aparat hatalı
*Dış çap büyük	-Tahsis edilerek kullanılabilir	-Tezgah ayarı yanlış
	-Bir sonraki süreçte kullanılamaz	-Parça iyi sıkılmamış

		-Takım aşınmış
	-Parça monte edilemez,	- Operatör hatası
-Boy hatası	kullanılamaz	-Aparat hatalı
	-Tahsis edilerek kullanılabilir	-Tezgah ayarı yanlış
	-Bir sonraki süreçte kullanılamaz	-Parça iyi sıkılmamış
		-Takım aşınmış

Torna işleminde görülen dış çap ve boy hatası sonucunda parça monte edilememekte, bir sonraki süreçte kullanılamamakta ve ikinci bir işleme tabi tutulmaktadır. Hataların nedenleri operatör, tezgah ayarı ve aparat hatalarıdır. Önem değeri Süreç FMEA Önem Değerlendirme Çizelgesine göre 4 olarak değerlendirilmiştir. Hatanın oluşma olasılığı operatörden, tezgah ayarının yanlış olmasından ve parçanın iyi sıkılmamış olmasından kaynaklanıyorsa 4, aparatın hatasından ise 5 ve takım aşınmasından kaynaklanıyorsa 3 olarak belirlenmiştir. Kesme işleminde olduğu gibi hata operatörden ve aparatın hatalı olmasından kaynaklanıyorsa, operatöre eğitim verilmesi, tezgah ayarının yanlış olması durumu için Üretim Planlama Bölümü sorumluluğunda kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerilmiştir. Hata, parçanın iyi sıkılmamasından kaynaklanmışsa, bu hatanın önemi ve oluşma olasılığı 4 olarak derecelendirilmiştir. % 100 operatör kontrolü ve örnekleme yolu ile kalite kontrol yapıldığından bu hatanın keşfedilebilirliği 6 'dır. Operatörün ölçme eğitimi alması ile hatanın nedeni ortadan kaldırılmak istenmiştir. Takımın aşınmış olması için önceki işlemlerde olduğu gibi kesici takımlar için ömür çizelgelerin oluşturulması önerilmiştir. Atölye Mühendisliğinin sorumluluğundaki bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığı azaltılmıştır.

Matkap işleminde üç tip hata oluşmaktadır. Bu hatalar iç çap ölçüsü hatalı, iç çap kaçık ve dış yüzeyler çapaklıdır. Hataların olası etkileri, parçanın monte edilememesi ve sistem performansını olumsuz etkilemesidir.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-İç çap ölçüsü hatalı	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Tezgah devri iyi ayarlanmamış
-İç çap kaçık	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Tezgah devri iyi ayarlanmamış
-Delik yüzeyleri çapaklı	-Sistem performansını olumsuz etkiler	-Markalama hatası -Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat iyi sıkılmamış -Tezgah devri iyi ayarlanmamış

İç çap ölçüsünün hatalı olması ve iç çap kaçıklığı, parçanın monte edilmesini engellemekte ve sistem performansını olumsuz etkilemektedir. Matkap işleminde oluşması olası bu üç hatanın nedenleri ve etkileri aynıdır. Etkiler ve nedenler her bir hata için aynı değere sahiptir. Markalama hatası ve aparatın iyi sıkılmamasından kaynaklanması sonucu hatanın oluşma olasılığı 6, operatör hatasından veya tezgah devrinin iyi ayarlanmamasından kaynaklanması durumunda 5 olarak belirlenmiştir. İç çap ölçüsünün hatalı olması tezgah ayarının yanlış olması sonucunda oluşursa hatanın önem değeri 4 olarak derecelendirilmiştir. % 100 operatör kontrolü yapılmasına rağmen hatanın fark edilme olasılığı düşüktür. Hesaplanan risk öncelik değerinin yüksek olması önlem alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Kalite Güvence Bölümü tarafından yürütülecek operatörlere markalama, ölçme ve aparat

bağlama ile ilgili eğitimlerin verilmesi hatanın oluşma olasılıkları azaltılacak, dolayısıyla risk öncelik değerleri düşecektir. Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması durumu için kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerisinde bulunulmuştur. Üretim Planlama bölümünün sorumluluğunda olacak bu çalışma ile hatanın oluşma olasılığı azaltılacaktır.

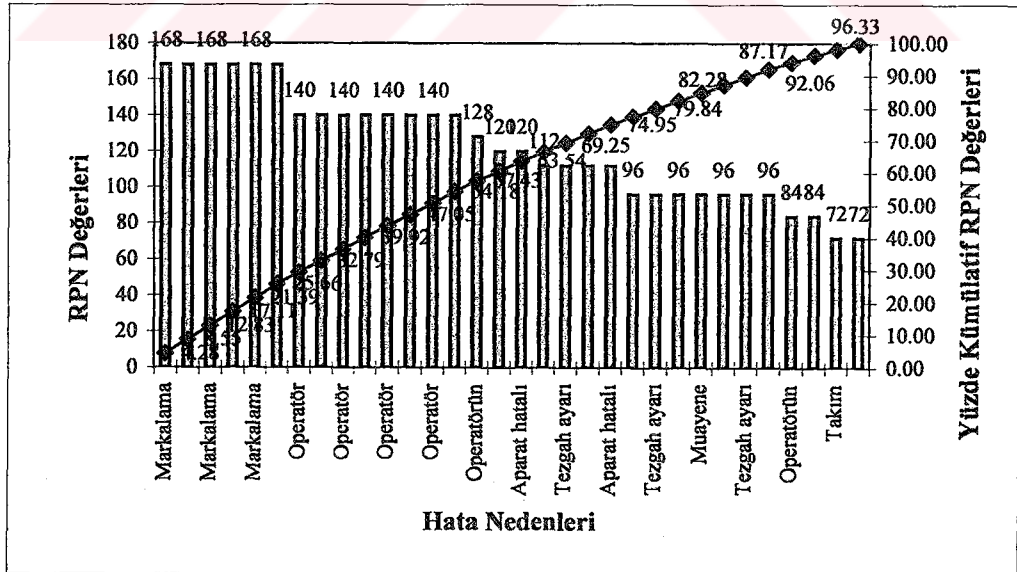
Bronz burcun geçirmiş olduğu tüm işlemler ve bu işlemler sırasında çıkması olası hatalar ve bunlara ait risk öncelik değerlerine göre çizilmiş olan pareto diyagramı Şekil 4.61 'de verilmiştir.

Çizelge 4.59 Bronz Burç İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Markalama hatası	168	4.28	4.28
Aparatın iyi sıkılmaması	168	4.28	8.55
Markalama hatası	168	4.28	12.83
Aparatın iyi sıkılmaması	168	4.28	17.11
Markalama hatası	168	4.28	21.38
Aparatın iyi sıkılmaması	168	4.28	25.66
Operatör hatası	140	3.56	29.23
Tezgah ayarı yanlış	140	3.56	32.79
Operatör hatası	140	3.56	36.35
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	3.56	39.92
Operatör hatası	140	3.56	43.48
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	3.56	47.05
Operatör hatası	140	3.56	50.61
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	3.56	54.18
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	3.26	57.43
Aparat hatalı	120	3.05	60.49

Çizelge 4.59 'un devamı

Aparat hatalı	120	3.05	63.54
Tezgah ayarı yanlış	112	2.85	66.40
Tezgah ayarı yanlış	112	2.85	69.25
Tezgah ayarı yanlış	112	2.85	72.10
Aparat hatalı	112	2.85	74.95
Operatör hatalı	96	2.44	77.39
Tezgah ayarı yanlış	96	2.44	79.84
Parça iyi sıkılmamış	96	2.44	82.28
Muayene yöntemi	96	2.44	84.73
Operatör hatalı	96	2.44	87.17
Tezgah ayarı yanlış	96	2.44	89.61
Parça iyi sıkılmamış	96	2.44	92.06
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	2.14	94.20
Muayene yöntemi	84	2.14	96.33
Takım aşınmış	72	1.83	98.17
Takım aşınmış	72	1.83	100.00



Şekil 4.61 Bronz Burç İçin Pareto Diyagramı

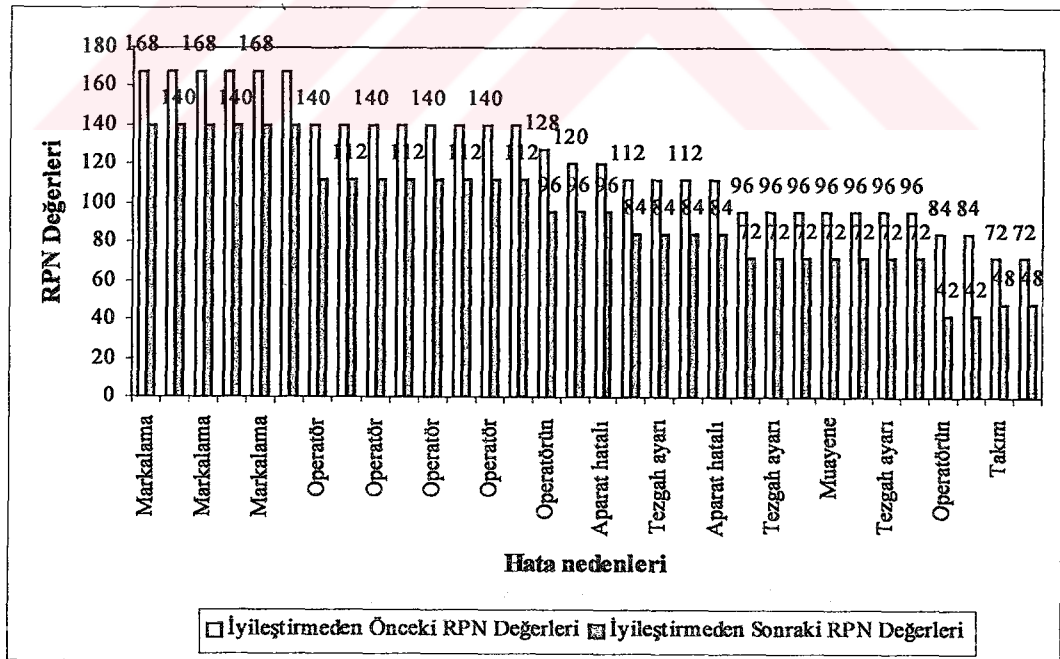
Bronz burç için çizilen pareto diyagramına bakıldığında hataların risk öncelik değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Pareto diyagramına göre firmanın kabul sınırı % 80 'e karşılık gelen RPN değerleri 96 ve üzeri olan değerlerdir. Bu değerler için önlem alınması gerekmektedir. Ancak tüm hatalar için iyileştirici önlemler alınması uygun görülmüştür. Bronz burcun geçirdiği tüm işlemler incelenmiş, bu işlemler esnasında çıkması olası hatalar listelenmiştir. Bu hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpılması ile hesaplanan risk öncelik değerleri belirlenmiştir. Bu değerler alınan önlemler sonrasında, belirlenen yeni değerlere göre yeniden hesaplanmıştır. Karşılaştırmalı durum Çizelge 4.60 'da verilmiştir.

Çizelge 4.60 Bronz Burç İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Markalama hatası	168	140
Aparatın iyi sıkılmaması	168	140
Markalama hatası	168	140
Aparatın iyi sıkılmaması	168	140
Markalama hatası	168	140
Aparatın iyi sıkılmaması	168	140
Operatör hatası	140	112
Tezgah ayarı yanlış	140	112
Operatör hatası	140	112
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	112
Operatör hatası	140	112
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	112
Operatör hatası	140	112
Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	140	112
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Aparat hatalı	120	96
Aparat hatalı	120	96

Çizelge 4.60 'ın devamı

Tezgah ayarı yanlış	112	84
Tezgah ayarı yanlış	112	84
Tezgah ayarı yanlış	112	84
Aparat hatalı	112	84
Operatör hatalı	96	72
Tezgah ayarı yanlış	96	72
Parça iyi sıkılmamış	96	72
Muayene yöntemi	96	72
Operatör hatalı	96	72
Tezgah ayarı yanlış	96	72
Parça iyi sıkılmamış	96	72
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42
Takım aşınmış	72	48
Takım aşınmış	72	48



Şekil 4.62 Bronz Burç İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Çizelgede hatalara ait RPN değerlerinin hesaplanan ilk durumları ile alınan önlemler sonrasında elde edilen yeni değerleri bulunmaktadır. Alınan önlemler ile bazı hataların RPN değerlerinde fazla iyileştirme sağlanamadığı bazılarının da ise % 50 'ye varan düşüşlerin olduğu gözlenmiştir. Risk öncelik sayılarında sağlanan bu düşüşler ile hataların oluşması ve müşteriye ulaşması önlenmiş olmaktadır.

TAHDİT FLANŞI

Konteyner kolunun eksenlenmesini sağlayan tahdit flanşının geçirdiği işlemlerden giriş kalite kontrol ve kalite kontrol diğer parçalarda incelendiği gibidir. Bileşen için yapılan FMEA çalışması Ek 92 'de yer almaktadır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-Boy hatalı *Uzun	-Yeniden işlem gerektirir	-Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparat hatalı
*Kısa	-Bir sonraki işlemde kullanılamaz	-Operatör hatası -Tezgah ayarı yanlış -Aparatın iyi sıkılmaması

Tahdit flanşı için kesme işlemi incelendiğinde, diğer parçalarda görülen boyun kısa veya uzun olması hataları görülmektedir. Boy uzun olduğu zaman ikinci bir işlem gerektirmekte bu da hem zaman kaybı hem de maliyet getirmektedir. Boyun kısa olması durumunda istenen özellikleri sağlamadığından bir sonraki işlemde kullanılamamaktadır. Hatalara operatör hatası, tezgah ayarının yanlış olması ve aparatın hatalı olması neden olmaktadır. Bu iki neden için eğitim önerilmiştir. Alınan eğitim ile hataların bu nedenler ile oluşması önlenmek istenmektedir. Tezgah

ayarının yanlış olması durumu için kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması önerilmekte ve bu öneri ile hatanın oluşma olasılığı azaltılmaktadır.

<u>Hata Türü</u>	<u>Hatanın Etkileri</u>	<u>Hatanın Nedenleri</u>
-İç çap hatalı *küçük *büyük	-Parça monte edilemez, tahsis edilir -Parça kullanılamaz -Tahsis edilmesi gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez -Parça monte edilemez, tahsis edilir	-Operatör hatası -Tezgah ayarı hatalı -Kalıp hatalı -Takım aşınmış -Operatör hatası
-Dış çap hatalı -küçük *büyük	-Parça monte edilemez, tahsis edilir -Parça kullanılamaz -Tahsis edilmesi gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez -Parça monte edilemez, tahsis edilir	-Tezgah ayarı hatalı -Kalıp hatalı -Takım aşınmış -Operatör hatası
-Yüzey pürüzlülüğü	-Parça kullanılamaz -Parça monte edilir ama verimli çalışmaz -Parça monte edilemez, tahsis edilir	-Tezgah ayarı hatalı -Kalıp hatalı -Takım aşınmış -Operatör hatası
-Alın tornalama *alın açık *parça boyu kısa *yüzey pürüzlü *parça boyu uzun	-Parça kullanılamaz -Tahsis edilmesi gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez	-Tezgah ayarı hatalı -Kalıp hatalı -Takım aşınmış

Torna işleminde; iç ve dış çap hataları, yüzey pürüzlülüğü ve alın tornalama hataları görülmektedir. Bu hataları operatör hatası, tezgah ayar hatası, kalıp hatası ve takımın aşınmış olması gibi nedenler ortaya çıkarmıştır.

İç çap, dış çap ve alın tornalama hatalarının oluşması sonucunda parça kullanılamamakta, tahsis edilmesi gerekmekte, istenilen fonksiyonu yerine getirmemekte ve parça monte edilememektedir. Hataların önem derecesi 5 olarak belirlenmiştir. Hataların operatör hatasından veya kalıbın hatalı olmasından dolayı oluşma olasılığı 5, tezgah ayarının hatalı veya takımın aşınmış olmasından kaynaklanması durumunda 6 olarak derecelendirilmiştir. Mevcut kontrol olarak % 100 operatör ve örnekleme ile kalite kontrolü yapılmaktadır. Hataların oluşması durumunda müşteriye gitmeden mevcut kontroller sonucu fark edilme olasılığı 6 olarak belirlenmiştir. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan risk öncelik sayıları yüksek çıkmıştır.

Torna işleminde görülen bir diğer hata yüzey pürüzlülüğüdür. Hatanın oluşması durumunda parça kullanılamamakta, tahsis edilmesi gerekmekte, istenilen fonksiyonu yerine getirmemekte ve parça monte edilmekte ama verimli çalışmamaktadır. Mevcut kontroller ile hatanın oluşması durumunda fark edilebilirliği orta derecededir. Bulunan önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hataların oluşma nedenlerinin risk öncelik sayıları hesaplanmıştır. Hataların oluşmasında hangi nedenin etkili olduğunun belirlenmesi açısından kolaylık sağlayan RPN değerlerinin iyileştirilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

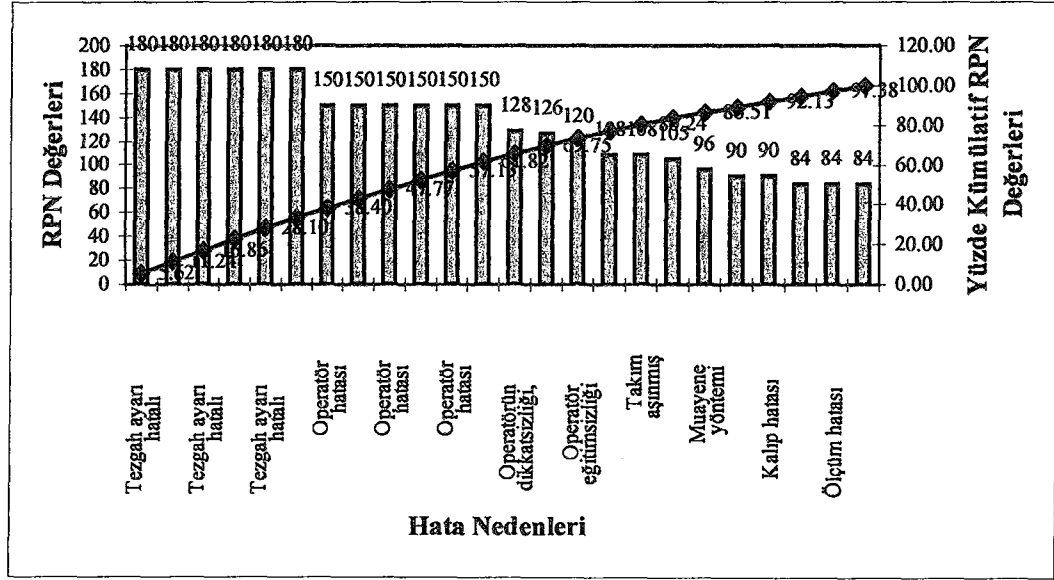
Tahdit flanşının geçirdiği tüm işlemlerde karşılaşılabilecek hatalara ait pareto diyagramı Şekil 4.63 'deki gibidir.

Çizelge 4.61 Tahdit Flanşı İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Tezgah ayarı hatalı	180	5.62	5.62
Takım aşınmış	180	5.62	11.24
Tezgah ayarı hatalı	180	5.62	16.86
Takım aşınmış	180	5.62	22.48

Çizelge 4.61 'in devamı

Tezgah ayarı hatalı	180	5.62	28.10
Takım aşınmış	180	5.62	33.72
Operatör hatası	150	4.68	38.40
Kalıp hatası	150	4.68	43.08
Operatör hatası	150	4.68	47.77
Kalıp hatası	150	4.68	52.45
Operatör hatası	150	4.68	57.13
Kalıp hatası	150	4.68	61.82
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	4.00	65.81
Operatör hatası	126	3.93	69.75
Operatör eğitimsizliği	120	3.75	73.49
Tezgah ayarı hatalı	108	3.37	76.87
Takım aşınmış	108	3.37	80.24
Aparat hatalı	105	3.28	83.52
Muayene yöntemi	96	3.00	86.51
Operatör hatası	90	2.81	89.32
Kalıp hatası	90	2.81	92.13
Tezgah ayarı hatalı	84	2.62	94.75
Ölçüm hatası	84	2.62	97.38
Muayene riski	84	2.62	100.00



Şekil 4.63 Tahdit Flanşı İçin Pareto Diyagramı

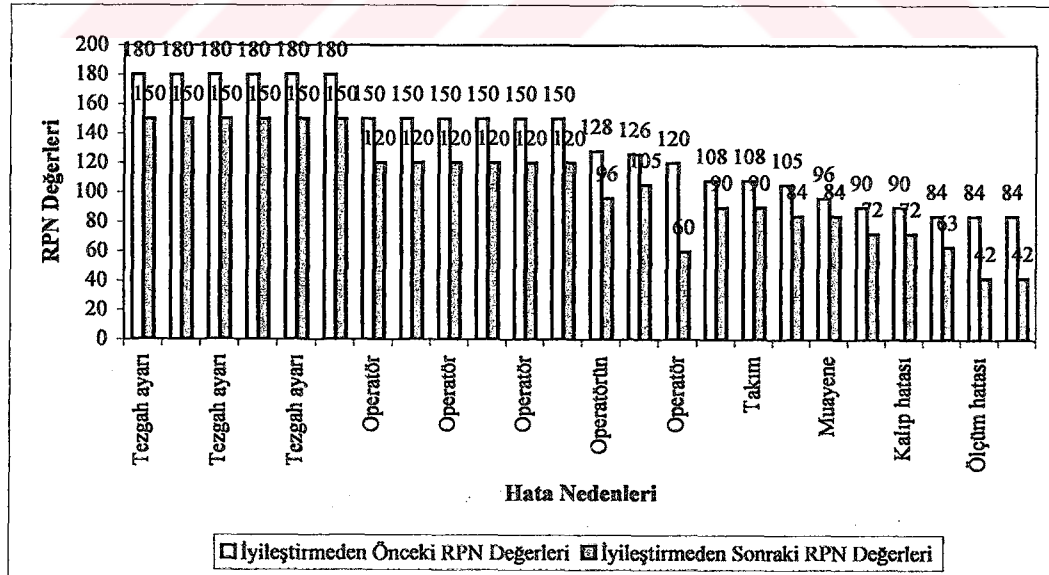
Tahdit flanşı incelendiğinde, hataların oluşma sıklığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin yüksek olduğu, dolayısıyla RPN değerlerinin yüksek çıkmasını etkilediği görülmektedir. RPN değerlerinin azaltılması için düzeltici önerilerde bulunulmuş ve elde edilen iyileştirmeler aşağıda karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.62 'de verilmiştir.

Çizelge 4.62 Tahdit Flanşı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Tezgah ayarı hatalı	180	150
Takım aşınmış	180	150
Tezgah ayarı hatalı	180	150
Takım aşınmış	180	150
Tezgah ayarı hatalı	180	150
Takım aşınmış	180	150

Çizelge 4.62 'nin devamı

Operatör hatası	150	120
Kalıp hatası	150	120
Operatör hatası	150	120
Kalıp hatası	150	120
Operatör hatası	150	120
Kalıp hatası	150	120
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Operatör hatası	126	105
Operatör eğitimsizliği	120	60
Tezgah ayarı hatalı	108	90
Takım aşınmış	108	90
Aparat hatalı	105	84
Muayene yöntemi	96	84
Operatör hatası	90	72
Kalıp hatası	90	72
Tezgah ayarı hatalı	84	63
Ölçüm hatası	84	42
Muayene riski	84	42



Şekil 4.64 Tahdit Flanşı İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Karşılaştırmalı duruma bakıldığında, ilk elde edilen RPN değerleri ve alınan önlemler sonucu yeni değerlere göre yeniden hesaplanan RPN değerleri görülmektedir. Alınan önlemler ile hataların yüksek olan oluşma olasılık değerleri azaltılmış veya keşfedilebilirlik değerleri artırılmıştır. Sonuçta hatalara ait RPN değerlerinde iyileştirmeye gidilmiş ve bu durum Şekil 4.64'de gösterilmiştir. Karşılaştırmalı duruma bakıldığında alınan önlemlerin ne kadar etkili olduğu görülmektedir. RPN değerlerinde % 50 ' ye varan iyileştirmeler sağlanmıştır.

BURÇ -1

Burç-1, konteyner kolunun taşınmasını sağlamaktadır. Geçirdiği işlemler giriş kalite kontrol, kesme, torna, montaj ve kalite kontroldür. Ek 98 'de burç-1 için yapılan Süreç FMEA çalışması yer almaktadır.

Kesme işleminde parça boyunun kısa veya uzun kesilmesi durumu mevcuttur. Parça boyunun istenenden uzun kesilmesi durumunda, ikinci bir işlem ile parça istenen boya getirilmekte ve bir sonraki işlemde kullanılmaktadır. Ancak parça boyunun istenenden kısa kesilmesi durumunda yapılacak bir işlem yoktur. Çünkü parça istenen özellikleri sağlamamaktadır ve bir sonraki işlemde kullanılamamaktadır. Hataların operatörden kaynaklanması durumu için operatör eğitimi önerilmiştir. Aparatın hatalı olması sonucu hata oluşuyorsa, kalıp kodlarının işlem kartlarında belirtilmesi düşünülmüştür. Böylece hatanın bu nedenden dolayı ortaya çıkma olasılığı azaltılmıştır. Tezgah ayarının yanlış olması kontrol planlarına tezgah ayarlarının yazılması ile önlenmiştir. Alınan önlemler ile hataların oluşma olasılıkları düşürülmüş ve bu değere bağlı olarak hesaplanan RPN değerinde iyileşme sağlanmıştır.

Burç-1 için torna işlemi incelendiğinde dış çap hatası ve boy hatası görülmektedir. Dış çap büyük olduğunda, ek bir işlem gerektirmektedir. Küçük olması durumunda ise parça monte edilememekte ve kullanılamamaktadır.

Boy hatasının olası etkisi bir sonraki süreçte kullanılmamasıdır. Hataların nedenleri; operatör hatası, aparat hatalı, tezgah ayarı yanlış, parça iyi sıkılmamış ve takım aşınmıştır. Mevcut kontrol olarak % 100 operatör kontrolü ve örnekleme ile kalite kontrol yapılmaktadır. Hataların müşteriye ulaşma riski Süreç FMEA Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesine göre belirlenmiştir. Hataların oluşmasını önlemek için alınan önlemler diğer parçalarda alınan önlemler ile aynıdır. Sonuçta hataların önem dereceleri düşürülememiştir ancak oluşma olasılıkları düşürülmüştür. Önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin çarpılması ile hesaplanan risk öncelik sayısı, oluşma olasılığına bağlı olarak düşmüş ve hataların önem değerlerinde iyileşme sağlanmıştır.

Matkap işlemine bakıldığında; iç çap ölçüsü hatası, iç çapın kaçık olması ve delik yüzeylerinin çapaklı olması görülmektedir. Hataların olası etkileri, parçanın monte edilememesi ve sistem performansını olumsuz etkilemesidir. Hataların oluşma nedenleri diğer parçalarda incelenen nedenler ile aynıdır. Konteyner sistemini oluşturan parçalar için, geçirdikleri işlemler esnasında oluşabilecek hatalar, bunların nedenleri ve etkileri benzerlik göstermektedir. Benzer hatalar için benzer önlemler önerilmiştir. Burada karşılaşılan hatalar için de önceden incelenmiş olan nedenler ve bu nedenleri ortadan kaldırmak için aynı önlemler sunulmuştur.

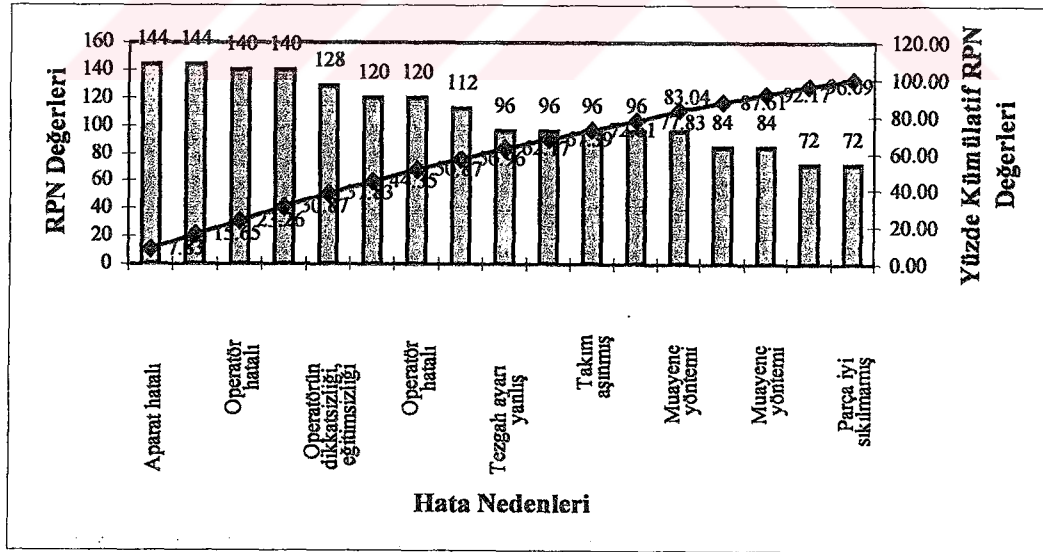
Burç-1 'in geçirdiği tüm işlemlerde çıkması olası hatalar ve bu hatalara ait RPN değerleri aşağıda verilmiştir. Bu değerlere göre burç-1 için pareto diyagramı çizilmiştir.

Çizelge 4.63 Burç-1 İçin RPN Değerleri

Hata Nedenleri	RPN Değerleri (azalan sıralama)	Yüzde RPN Değerleri	Yüzde Kümülatif RPN Değerleri
Aparat hatalı	144	7.83	7.83
Aparat hatalı	144	7.83	15.65
Operatör hatalı	140	7.61	23.26

Çizelge 4.63 'ün devamı

Aparat hatalı	140	7.61	30.87
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	6.96	37.83
Operatör hatalı	120	6.52	44.35
Operatör hatalı	120	6.52	50.87
Tezgah ayarı yanlış	112	6.09	56.96
Tezgah ayarı yanlış	96	5.22	62.17
Tezgah ayarı yanlış	96	5.22	67.39
Takım aşınmış	96	5.22	72.61
Takım aşınmış	96	5.22	77.83
Muayene yöntemi	96	5.22	83.04
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	4.57	87.61
Muayene yöntemi	84	4.57	92.17
Parça iyi sıkılmamış	72	3.91	96.09
Parça iyi sıkılmamış	72	3.91	100.00

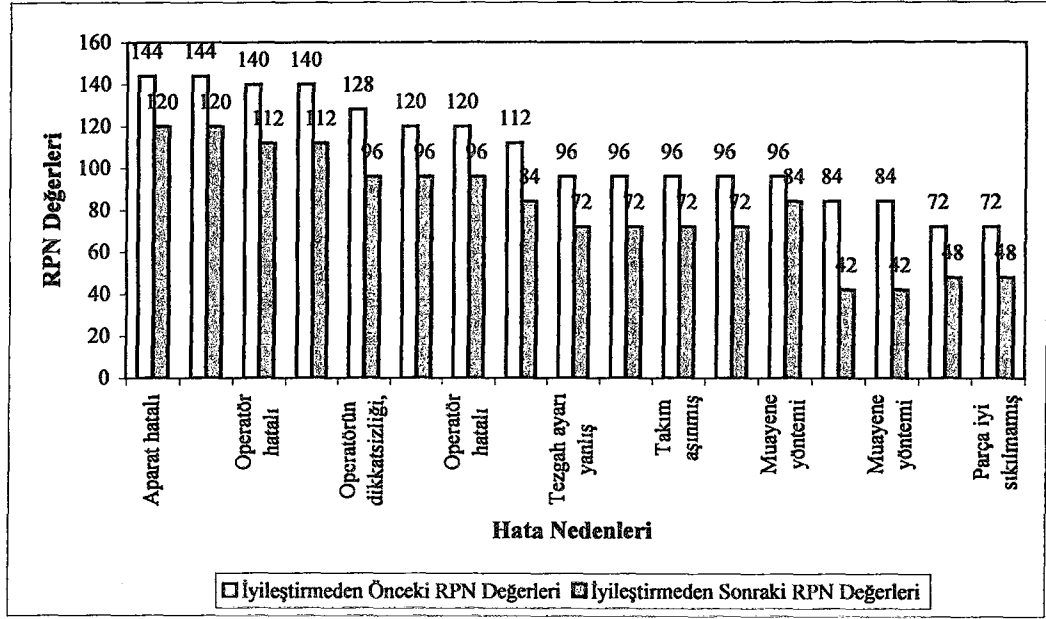


Şekil 4.65 Burç-1 İçin Pareto Diyagramı

Konteyner kolunun taşınmasını sağlayan burç-1 incelendiğinde, hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerlerine göre hesaplanan RPN değerleri ve bu değerlere göre çizilen pareto diyagramı görülmektedir. Süreç FMEA çalışmasında tüm hatalar için öneriler sunulmuş ve önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile elde edilen iyileştirmeler gösterilmiştir. Burç-1 için yapılan FMEA çalışması ile olası hatalar, bu hataların önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin çarpılması ile hesaplanan RPN değerleri bulunmuştur. Hataların oluşma olasılık değerlerinin yüksek olması veya keşfedilebilirliklerinin düşük olması durumunda öneriler sunulmuş ve bu önerileri gerçekleştirmekten sorumlu bölümler belirlenmiştir. Önerilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile elde edilen yeni duruma ait değerler aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 4.64 Burç-1 İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki Durumun Karşılaştırılması

Hata Nedenleri	İyileştirmeden önceki RPN Değerleri	İyileştirmeden sonraki RPN Değerleri
Aparat hatalı	144	120
Aparat hatalı	144	120
Operatör hatalı	140	112
Aparat hatalı	140	112
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	128	96
Operatör hatalı	120	96
Operatör hatalı	120	96
Tezgah ayarı yanlış	112	84
Tezgah ayarı yanlış	96	72
Tezgah ayarı yanlış	96	72
Takım aşınmış	96	72
Takım aşınmış	96	72
Muayene yöntemi	96	84
Operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	84	42
Muayene yöntemi	84	42
Parça iyi sıkılmamış	72	48
Parça iyi sıkılmamış	72	48



Şekil 4.66 Burç-1 İçin İyileştirmeden Önceki ve Sonraki RPN Değerleri

Burç-1 için iyileştirmeden önceki ve iyileştirmeden sonraki RPN değerlerine ait durum Çizelge 4.120 'de verilmiştir. Karşılaştırmalı durum için çizilen histogramda hataların RPN değerlerinde büyük oranda azalma sağlanmıştır. Elde edilen iyileştirmeler ile hataların oluşması durumunda oluşacak zaman ve maliyet kaybı en aza indirgenmeye çalışılmıştır.

5. SONUÇ

Firmaların rekabet gücünü ürettikleri ürünün kalitesi, düşük maliyet, sunulan hizmet, gelişmeye ve yeniliğe açık olabilmeleri belirlemektedir. Kalite, firmaların rekabet edebilirliklerinde vazgeçilmez bir unsurdur. Firmalar kalite standartlarına göre üretim yapmakta, süreçlerini standardın gereklerine göre iyileştirme ve geliştirme yoluna gitmektedirler.

Tüketicilerin bilinçlenmesi ve haklarına sahip çıkar duruma gelmeleri ile artık firmalar daha kaliteli ürün üretmek zorunda kalmışlardır. Aldığı ürün veya hizmetten memnun kalmayan tüketici şikayetini dile getirmekte, üretici firma tarafından şikayetler değerlendirilmekte ve olumsuz durum düzeltilmeye çalışılmaktadır. Müşterilerden gelen şikayetler doğrultusunda firmalar tasarımlarını ve süreçlerini gözden geçirmek, gelişme amaçlı değişiklikler yapmak için kalite tekniklerinden yararlanmışlardır. Tasarım yetersizliği nedeniyle oluşabilecek hataları önceden belirleyen, bu hataların oluşması durumunda yaratacağı etkileri dikkate alan ve hataların oluşmaması için gerekli önleyici faaliyetleri gerçekleştiren yaklaşım Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) 'dır.

FMEA, ürünün tasarımından tüketiciye ulaşıncaya kadar geçirdiği tüm süreçleri inceleyip, analiz eden mevcut ve olası tüm hataları, bunların neden ve etkilerini belirleyen ve risk öncelik değerlerine göre hataları sıralayan ve gerekli önlemleri alan proaktif bir yaklaşımdır. Olası hataları da dikkate aldığından tasarım veya üretim süreçlerini değiştirmekte ve geliştirmektedir. Amaç hatanın oluşmasını önlemek, oluşması durumunda da müşteriye ulaşmadan fark edilebilirliğini artırmak ve müşteriye hatasız ürün/hizmet sunabilmek, sonuçta müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

Uygulama çalışması EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. 'de ana üretim konuları olan hidrolik sıkıştırılmalı çöp kasaları üzerinde yapılmış, ürünün tasarımı ve üretim

süreçleri gözden geçirilmiş, tasarımda ortaya çıkabilecek olası hatalar, bu hataların neden ve etkileri belirlenmiştir. Hatalar kritikliklerine göre karşılaştırılmış ve sıralanmıştır. Hataların kritikliklerine göre değerlendirmeler yapılmış ve kritik hataların oluşmaması için gerekli önlemler alınmıştır. Üretim süreçlerinin incelenmesi aşamasında süreç yeterlilik analizleri yapılmış ve sonuçlara göre süreçler hakkında karara varılmıştır. Süreçlerin genelde yeterli olduğu ancak kol yatak laması ve konteyner sıkma sacı üretimi için yapılan analizlere göre bu süreçlerin her zaman doğruyu ürettiği söylenememektedir. Bu yüzden süreçlerin gözden geçirilip iyileştirme ve geliştirme çalışmalarına gidilmesi uygun görülmüş ve Süreç FMEA çalışmalarına geçilmiştir. Bu çalışmada oluşabilecek hatalar belirlenip, bu hataların nedenleri araştırılmıştır. Hataların oluşması durumunda yaratacağı etkiler dikkate alınarak önleyici faaliyetler ileri sürülmüştür. Tasarım ve Süreç FMEA çalışmalarının gerçekleştirilmesi ile firmanın üretimlerinde iki kat artış ve fire oranlarında % 20 'ye varan azalma sağlanmıştır. Firma yakın zamanda geçirdiği denetimler sonucunda ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi 'nin alınmasında FMEA çalışmalarının çok fazla yararını görmüştür. FMEA ile tasarımlar ve süreçler irdelenerek, olası hatalar saptanmış, yeni süreç önerileri oluşturulmuş ve gelişme amaçlı değişiklikler yapılmıştır. Firma aynı zamanda askeri standart olarak bilinen AQAP Kalite Güvence Sistemi çalışmalarında da FMEA yönteminden yararlanmaktadır.

FMEA yöntemi sisteme erken bakış imkanı verdiği için en iyi sistem tasarımının yapılmasını sağlamakta, ürün geliştirme zamanını ve maliyetini, üretim sırasında oluşabilecek fireleri azaltmaktadır. Müşteri kullanımı esnasında oluşabileceği düşünülen hatalar da dikkate alındığından garanti giderlerinde azalma sağlanmaktadır.

FMEA yöntemi ile olası hatalar önceden görülmekte ve önleyici faaliyetler ile hatalar oluşmadan yok edilmektedir. Böylece firmalar hem ürünün pazara sunuş süresini azaltmakta hem de müşterilerine kaliteli, güvenilir ve hatasız ürün/hizmet sunmaktadırlar. Müşteri güvenliğinin ve tatmininin sağlanması ile firmaların imajı ve pazarda rekabet edebilirlikleri artmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] YAMAK, O., Kalite Odaklı Yönetim, Panel Matbaacılık, İstanbul (1998)
- [2] Musubeyli, N., Ürünün Önemli Kalite Özelliklerinin Belirlenmesinde Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi İle Kalite Evinin Birlikte Kullanılması, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir (1999)
- [3] AKKURT, M., Kalite Kontrol Excel Destekli, Birsen Yayınevi, Ekim (2002), sy:307-360
- [4] http://www.idea.com.tr/arsiv/arsiv/fmes_onemi.htm 14.10.2002
- [5] <http://www.inoteconline.com/main/train/course/einv0600.asp> 06.11.2003
- [6] KÖSOĞLU, L., Dövme Ürünlerin Kalitesinin Geliştirilmesinde Olası Hata Türü ve Etkisi Analizi Tekniğinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (1996)
- [7] <http://www.kageme.itu.edu.tr/icerik/5teknik/html/fmea1.htm> 14.10.2002
- [8] <http://www.kalder.org/egitim/html/b-002.htm> 05.08.2002
- [9] Stamatis, D.H., Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution, Quality Press, Milwaukee (1995)
- [10] Potential Failure Mode And Effects Analysis In Design (Design FMEA) And Potential Failure Mode And Effects Analysis In Manufacturing And Assembly Processes (Process FMEA) Reference Manual-SAE J1739 JUL94 SAE Recommended Practice
- [11] Potential Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Reference Manual, Third Edition, April (2001), DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation
- [12] <http://www.yenginol.com/uzmanlik/hmea.htm> 05.08.2002

- [13] www.bassengineering.com/fmea.htm 23.10.2002
- [14] Jeremy, L. and Stephen, L., "FMEA applied to cladding systems-reducing the risk of failure", *Centre for Window and Cladding Technology*, University of Bath, BA2 7AY, UK
- [15] İpekçil, D. Ö., Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 2 Sayı 1 Ocak Şubat Mart (2000)
- [16] Hradesky, J. L., *Productivity and Quality Improvement A Practical Guide to Implementing Statistical Process Control*, Mc Graw-Hill Book Company
- [17] www.quality_one.com/services/fmea.cfm 16.09.2002
- [18] <http://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/087389300X> 16.09.2002
- [19] web2.concordia.ca/Quality/tools/11failuremodeanalysis.pdf 15.08.2002
- [20] Franceschini, F., and Galetto, M., "A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA", (1998)
- [21] ŞEN, A., "Hata Modu ve Etki Analizi", TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Kalite Danışma Merkezi, İzmir
- [22] GÜRKAYNAK, Y., Hizmet Kalitesi, Hata Modu ve Etkileri Analizi Açısından Hizmet İlişkilerinin İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir (1999)
- [23] KAYA, D., KAYABAŞI, F., "Süreç FMEA", Balıkesir Üniversitesi, Toplam Kalite Yönetimi Dersi Ödevi, (2004)
- [24] ESİN, A., ISO 9001:2000 Işığında Hizmette Toplam Kalite, METU Press, Nisan (2002)
- [25] AKIN, B., ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi, *Bilim Teknik Yayınevi*, (1998), sy:12-63
- [26] <http://www.mylmz.net/Kalite/FMEA/index.htm> 05.08.2002

- [27] BOYACIOĞLU, B., "Hata Etkileri Analizi-FMEA", Elginkan Vakfı FMEA Semineri, Manisa (2003)
- [28] IŞLAR, O., Makine İmalatında OHTEA ve KFG Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2000)
- [29] TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemleri-Şartlar, Türk Standartları Enstitüsü
- [30] http://altisigma.com/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=7 20.06.2004
- [31] ÖZAY, S., Ürün Geliştirmede Toplam Kalite Yönetim Tekniklerinden Hata Türü ve Etkisi Analizinin İncelenmesi ve Bu Tekniğin Bir Otomotiv Firmasındaki Uygulaması, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, İstanbul, (1999)
- [32] <http://www.haldunturan.net/makaleler.asp> 14.05.2002
- [33] ÖZEVREN, M., Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Basım Yayım Dağıtım, (1997), sy:136-141
- [34] <http://www.mapqe.com/fmea/sld001.htm> 31.10.2002
- [35] YILMAZ, B. S., "Hata Türü ve Etki Analizi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:2, Sayı:4, (2000)
- [36] www.sbe.deu.edu.tr/Yayinlar/dergi07/yilmaz.pdf 12.05.2004
- [37] www.ytukvk.org.tr/html/index.htm 11.03.2003
- [38] http://www.cvtr.net/makale/haber.asp?id=26180&kose=is_trend 10.06.2004
- [39] http://www.yediocak.com/indexs/rehberlik_servisi_bf.htm 10.06.2004

- [41] http://www.canaktan.org/canaktan_personal/canaktan-arastirmalari/toplam-kalite/aktan-yeni-yonetim-teknikleri.pdf 10.06.2004
- [42] http://www.geocities.com/alti_sigma/analiz3.htm 10.06.2004
- [43] KÖKSAL, G., Problem Çözme Teknikleri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi Semineri, Yalova, Haziran (2001)
- [44] <http://www.mtk.gov.tr/elkitap4.htm>, 10.06.2004
- [45] <http://www.canaktan.org/yonetim/stratejik-yonetim/araclar.htm> 10.06.2004
- [46] <http://www.iso-soft.com/id.php?name=haberler&file=article&sid=7>
10.06.004
- [47] AKBAL, N., Pareto Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İş Etüdü Ödevi,
- [48] <http://www.maliye.gov.tr/kalite/menu/elkitabi/ arac1.htm> 10.06.2004
- [49] PEŞKİRCİOĞLU, N., Kalite Yönetiminde ISO 9000 Uygulamaları, MPM Yayınları, Ankara 1997, syf. 54
- [50] ÇAĞLAR, H., Hata Türü ve Etkileri Analizi "FMEA", KOSGEB İstanbul İmes Küçük İşletmeler Geliştirme Merkezi, (2002)
- [51] Bozkurt, R., Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri, MPM Yayınları (2001)
sy:142
- [52] ÖZVERİ, O., Ölçüm Sistemleri ve Süreç Yeterlilik Analizi Tekniklerinin İşletmelerde Uygulanması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İzmir
- [53] www.sytsma.com/tqmttools/proccapanal.html 06.05.2002
- [54] www.shsu.edu/~mgt481/lesson8/sld003.htm 05.08.2002

- [55] www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/stats/capable.shtml
05.08.2002
- [56] www.qualityamerica.com/knowledgecente/knowctrCp_index.htm 05.08.2002
- [57] <http://www.isixsigma.com/library/content/c010806a.asp> 05.08.2002
- [58] Pearn, W. L., Chen, K.S., "New Generalization of Process Capability Index C[SUB PK]", *Journal of Applied Statistics*, 02664763, Dec98, Vol. 25, Issue 6
- [59] www.uytes.com.tr/verianalizi/process.html 15.06.2004
- [60] EŞİT, C., Süreç İyileştirme ve Sorun Çözme Teknikleri Semineri Ders Notları, Milli Prodüktivite Merkezi, Balıkesir (2001)
- [61] ÖZDAMAR, K., Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Anadolu Üniversitesi no: 1001 Eskişehir, (1997)

EKLER





Parça.....
Ürün.....
Ekip Üyeleri.....

Hazırlayan :

Form No:.....

Tasarım/Süreç Yüklümlüğü..... FMEA Gerçekleşme Tarihi.....
Planlanan Tamamlanma Tarihi.....

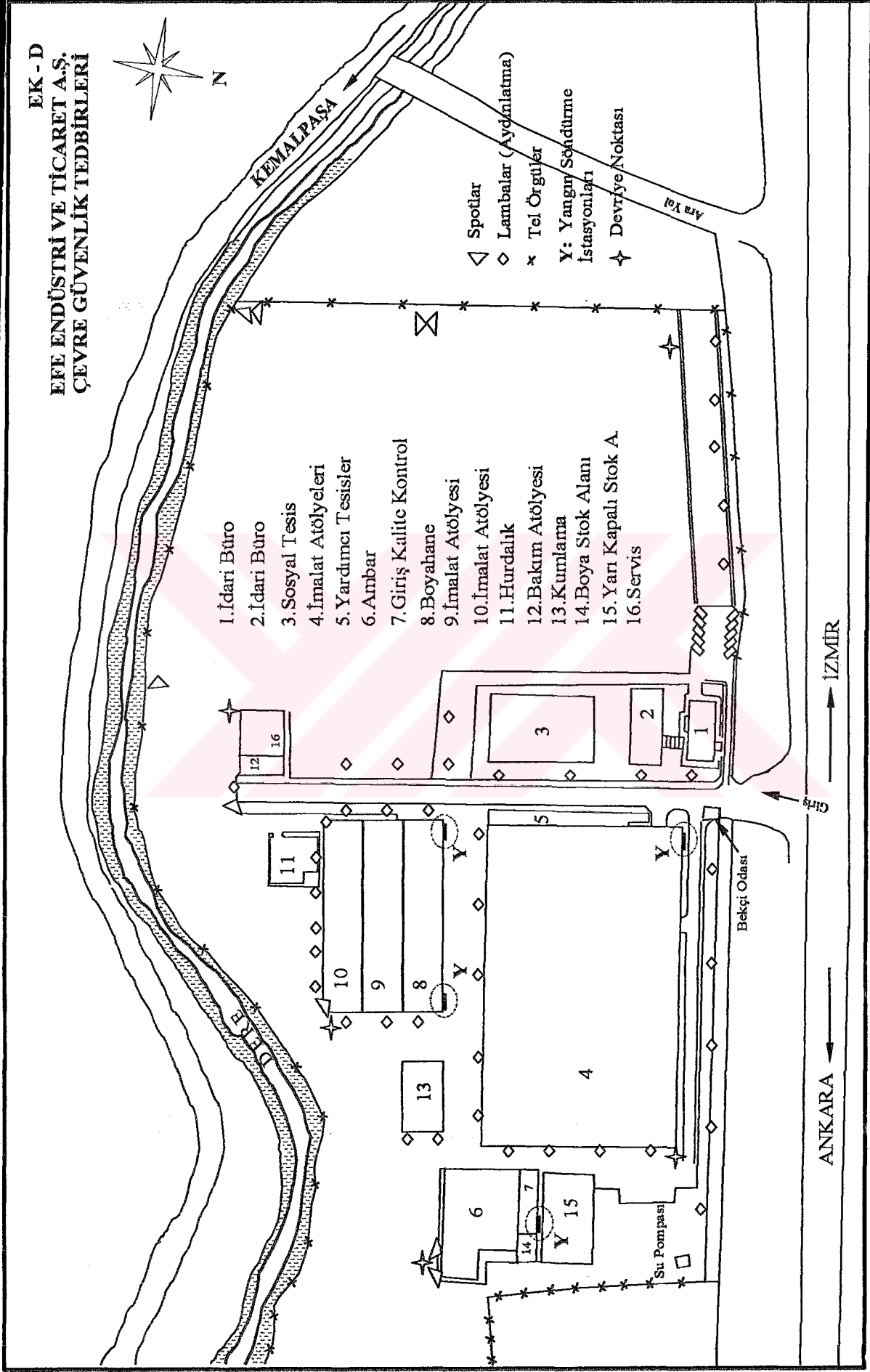
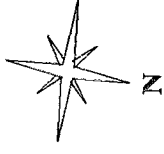
Rev No:.....

Sayfa:

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN

EK 1 FMEA Analiz Formu

EK - D
EFE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.
ÇEVRE GÜVENLİK TEDBİRLERİ



EK 2 EFE Endüstri ve Ticaret A.Ş. 'nin Yerleşim Planı

KALİTE PLANI

KP KODU : KP-200-01
 TARİH : 18.12.2002
 DEĞİŞİKLİK : 000

ÜRÜN : HİDROLİK SIKIŞTIRMA LI ÇÖP KASASI

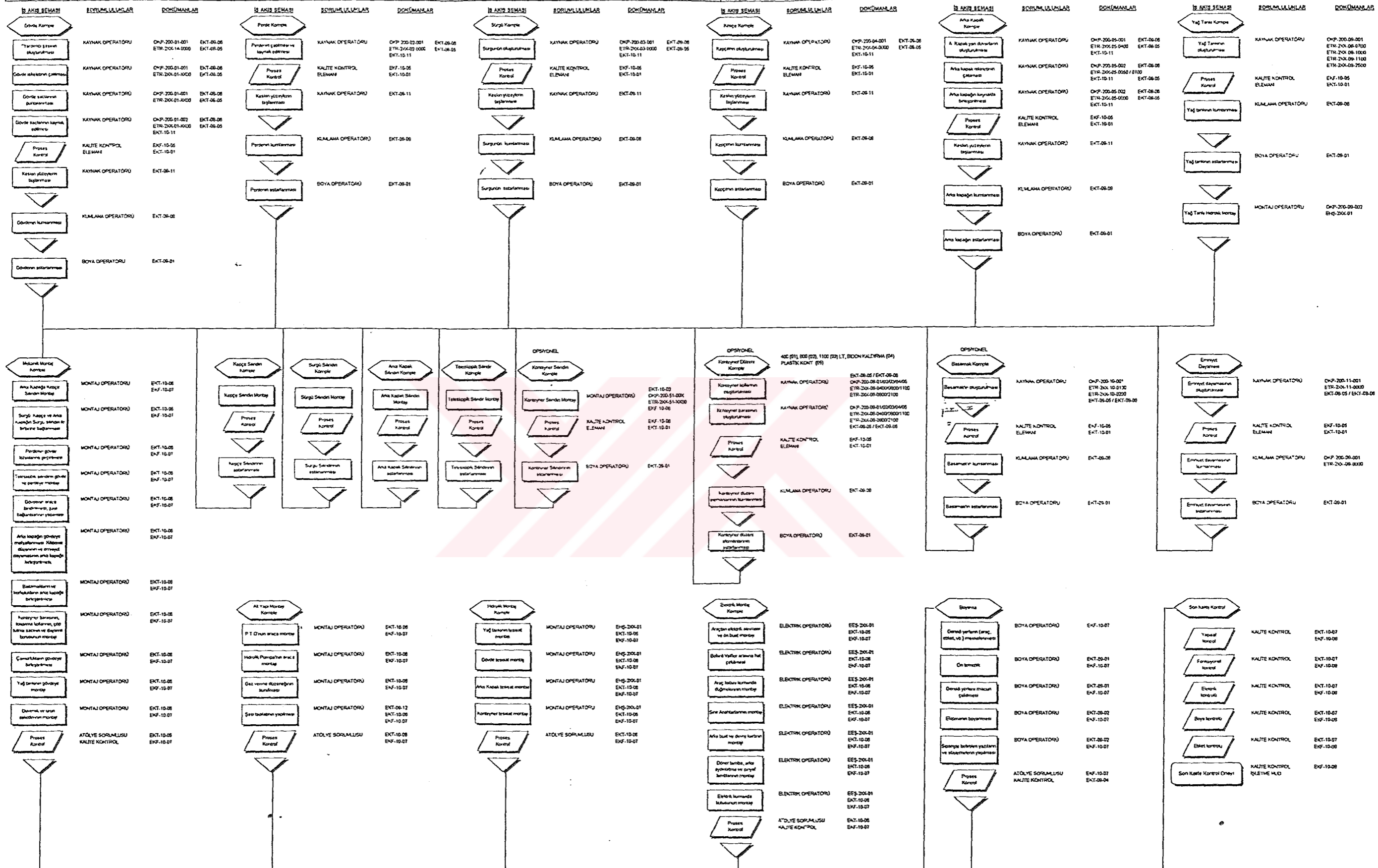
MODEL : TÜM MODELLER

ÜRÜN KODU : ZXC-00-XX001

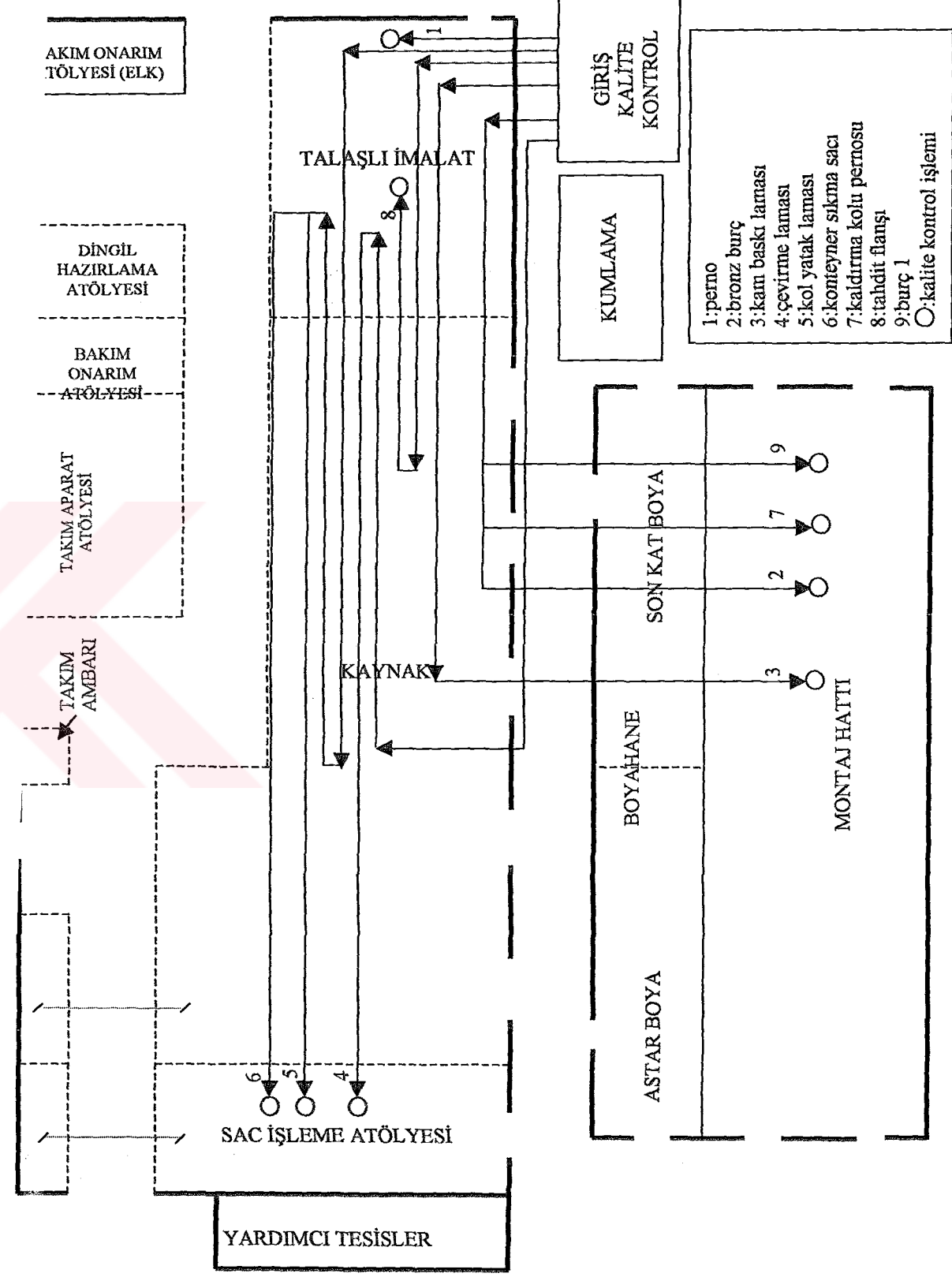
KALİTE GÜVENCE

AG ve PROJE

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ



EK 3 Kalite Planı





Parça.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T. Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

Tasarım Yüklümlülüğü: E. Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 1

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Boya	Bölgesel boya arızası	-kısa sürede korozyon oluşur -estetik görüntü problemi -müşteri memnuniyetsizliği	5	0	-boya kalitesinin yetersiz olması	3	Gözle kontrol	7	105	-Giriş kalite kontrol (boyaların kontrolü) -Boyalarda ömür kontrolü	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	4	2	6	60
					-astar boyanın tam olarak kurumaması	3	Gözle kontrol	7	105	-Giriş kalite kontrolü -firin kullanımını veya kurumayı hızlandırıcı malzeme kullanımı	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003 Atölye Mühendisiği 30.06.2003	4	2	7	56
					-yanlış astar boya seçimi	4	Gözle kontrol	7	140	-Ürün ağaçlarında kullanılacak astar boyanın özelliklerinin verilmesi -imalat iş emirlerinde veya mühendislik talimatlarında kullanılacak astar boya türü veya bilesiminin verilmesi	Proje Bölümü 15.06.2003	4	3	7	84
					-boya karışım oranlarının iyi ayarlanmaması	7	Gözle kontrol	7	245	-boya karışım oranları için ölçeklerin kullanılması -boya karışım oranlarının operasyon talimatlarında verilmesi	Kalite Güvence Bölümü 30.06.2003	4	6	7	168



Parça...
Ürün: HŞCK
Ekip Üyeleri: T. Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Günen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 2

Tasarım Yükümlülüğü: E. Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Emniyet Dayaması	Ölçüler hatalı	-yerine oturmaz -karşılık yuvasına basmaz -uygun kullanılamaz -Müşteri memnuniyetsizliği	2		-yanlış ölçülendirme	3	Kontrol yok	10	60	Prototip kontrol ana formal değil	Kalite Güvence Bölümü 30.06.2003	2	3	7	42



Parça., andüstri ve Hizmet A.Ş.
Ürün: HSKK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:
FMEA Gerçekleşme Tarihi: Rev No:
Sayfa: 3

Tasarım Yüklümlüğü: E. Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları		
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik
Gövde	Gövde iç ölçüleri küçük ise	-perde girmez -perde sürülebilir -müşteri memnuniyetsizliği	8	Ö	-sac ölçüleri hatalı	5	Gövde iskeletinin çatılmasında %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	1	40	Yöntem önerilemiyor				
	Gövde iç ölçüleri büyük ise	-perde boşluğu artar -deformasyon oluşabilir -çöp perdenin arkasına geçer -müşteri memnuniyetsizliği	4	Ö	-sac ölçüleri hatalı	5	Gövde iskeletinin çatılmasında %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	1	20					

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olgu	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olgu	Keşfedilebilirlik	RPN
Sürgü-Keçpe	Sürgü-keçpe çevrim süresinin tam olmaması	-sistem arızalı çalışır -zaman kaybı -müşteri memnuniyetsizliği	6	0	-yanlış pompa seçilmiştir	2	Prototip kontrol var ana formal değil	3	36							
Çevrim hatalı ise	Çevrim hatalı ise	-çöp sıkıştırılmaz -sistem arızalı çalışır -zaman kaybı -müşteri memnuniyetsizliği	8	0	-yanlış gaz verme devri	4	Prototip kontrol var ana formal değil	3	72	Son kalite kontrol formlarının yazılması	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003		6	4	2	48
					-basınç şalterinin basınç ayarı hatalı	5	Prototip kontrol var ana formal değil	3	120	Son kalite kontrol formlarının yazılması	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003		8	5	2	80
					-araç havası yetersiz	3	Prototip kontrol var ana formal değil	3	72	Son kalite araç havasının kontrolü	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003		8	3	2	48
					-yanlış switch seçimi	3	Prototip kontrol var ana formal değil	3	72	Satınalma şartnamelerinde switch satıcısı, markası, modelinin tanımlanması	Proje Bölümü 30.06.2003		6	2	3	36

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 4



Parça:
Ürün: HSCK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 5

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Sürgü-Kepeç	Sürgü takozunun çok sık kırılması	-sistem arızalanır -deformasyon (sürgü, kepeç, arka kapak) oluşur	8		-yanlış sürgü takozu malzemesi seçimi	2	Prototip kontrol var ama formal değil	3	48						
					-kızak boşluğu fazla verilmiştir	3	Prototip kontrol var ama formal değil	3	72	Süreç içinde ölçü kontrolü %100	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	8	3	2	48
					-sistem basıncının çok yüksek ayarlanması	3	Prototip kontrol var ama formal değil	3	72	Son kalite kontrol	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	8	3	2	48



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.
Ürün: HSÇK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 6

Tasarım Yüklümlülüğü: E.Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Perde	Perde iy ölçüleri büyük ise	-gövdeye girmez -çok sıkı girer/gövdeye sürter	8	0	-sac ölçüleri hatalı	6	Perdenin çatılması ve kaynak işlerinde %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılmakta	1	48	Perde çatma aparatı kontrol sıklığı artırılır		8	4	1	32	
	Küçük ise	-gövde ile arasında boşluk oluşur -deformasyon oluşabilir -çöp perde arkasına geçer	6	0	-sac ölçüleri hatalı	6	Perdenin çatılması ve kaynak işlerinde %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılmakta	1	36							



Parçın. endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Geryekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 7

Tasarım Yükdümlülüğü: E. Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlar	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Arka Kapak	Arka Kapak eksen ölçüleri hatalı	-kapak çarpık durur -silindirler çarpık durur -arka kapak gövdeye takılmaz -kapak burulur	8		-sac ölçüleri hatalı	3	Arka kapak iskeletinin çatılmasında %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	1	24	Arka Kapak çatma aparatları için doğrulama periyotları oluşturulmuştur	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	8	2	1	16



Parça...endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 8

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	
Basamak	Yere paralel durmuyor	-Üzerindeki insan düşebilir -konteyner sistemine çarpabilir -uygun kullanılmamaz	10	K	-delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	2	Prototip kontrol var ama formal değil	5	100	Göz ile kontrol Örneklerle ile son audit aşamasında	Proje Bütümü 25.06.2003	10	2	3	60
Kırılıyor	-üzerindeki insan düşebilir	10	K	-delik eksenlerinin yanlış tasarlanması	2	Prototip kontrol var ama formal değil	5	100	Göz ile kontrol Örneklerle ile son audit aşamasında	Proje Bütümü 25.06.2003	10	2	3	60	



Parça... a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hataların Olası Etkileri

Önem

Sınırlar

Hatanın Olası Nedenleri

Mevcut Kontroller

RPN

Önerilen Düzeltici Önlemler

Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi

Düzeltici Faaliyet Sonuçları

Önem

Keşfedilebilirlik

RPN

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlar	Hatanın Olası Nedenleri	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
										Önem	Keşfedilebilirlik	RPN	
Keççe	Keççe iç ölçüleri küçük ise	-alışma boşluğu artar -çöpleri yeterince sıyıramaz	8		-sac ölçüleri hatalı	3 Keççe oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapıyor	48	Keççe oluşturma aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	8	2	2	32
	Keççe iç ölçüleri büyük ise	-kapak yanlarına sırtlar (deformasyon)	7		-sac ölçüleri hatalı	3 Keççe oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapıyor	42	Keççe oluşturma aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	2	2	28

TASARIMI FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Tasarım Yürümlülüğü: E.Tuncel

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 9



Parça:

Ürün: HSCK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan: Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 10

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Keççe	Eksenler farklı ise	-sürgüye takılamaz -takılsa da az ya da çok kapanır	7		-sac ölçüleri hatalı	3	Keççe oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	42	Keççe oluşturma aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	2	2	28	
	Kaçıklık (-) ise	-kazan ilave sacına sürter	6		-sac ölçüleri hatalı	3	Keççe oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	36							
	Kaçıklık (+) ise	-çöp sıkıştırması yeterli olmaz	8		-sac ölçüleri hatalı	3	Keççe oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	48	Keççe oluşturma aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	8	2	2	32	



Parça...endüstri ve ticaret a.ş.
Ürün: HSCK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:.....

Tasarım Yüklümlüğü: E.Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Sayfa: 11

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Sürgü	Sürgü iç ölçüleri küçük ise	-çalışma boşluğu fazla olur -sürgü takozları uygun çalışmaz	7	0	-sac ölçüleri hatalı	4	Sürgünün oluşturulması işleminden sonra %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	2	56	Sürgü aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	2	42
	Sürgü iç ölçüleri büyük ise	-çalışma boşluğu azalır -kızak arasına girmeyebilir	7		-sac ölçüleri hatalı	3	Sürgünün oluşturulması işleminden sonra %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	2	42	Sürgü aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	2	2	28

EK 15 Sürgü için Tasarım FMEA Formu



Parça. - endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Tasarım Yüklülüğü: E.Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Hazırlayan:

Form No:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Sayfa: 12

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçüm	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Sürgü	Eksenler farklı ise	-keçpe takılamaz	6	0	-sac ölçüleri hatalı	4	Sürgünün oluşturulması işleminden sonra %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	2	48	Sürgü aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	6	3	2	36
	Keçpe bağlantı ekseni farklı ise	-keçpe çalışması uygun olmaz -yeterli sıkıştırma sağlanamaz	6		-sac ölçüleri hatalı	2	Sürgünün oluşturulması işleminden sonra %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	2	24	Sürgü aparatında doğrulama sistemi kurulması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	6	1	2	12

EK 16 Sürgü için Tasarım FMEA Formu (devamı)



Parça...endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Hazırlayan :

Form No:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Sayfa: 13

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Teleskopik silindir	Teleskopik silindir milinin eğrimesi	-çöp doldürülmez -çöp boşulamaz -sistem çalışmaz -deformasyon (perde, gövde) oluşur	7	7	-yanlış sıralama valfi ve basınç kontrol valfi seçimi	3	Prototip kontrol ama formal değil	5	105	Silindir kontrolü öncesi malzeme kontrolü %100	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	3	63	
					-silindir malzemesinin kalitesizliği	2	Prototip kontrol ama formal değil	5	70	Giriş kalite kontrolü malzeme kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	2	3	42	
					-sistem basıncının aşırı yüksek olması	2	Son kalite kontrol	2	28							
					-yanlış perde sacı seçimi	1	Prototip kontrol ama formal değil	5	35							



Parçaları, aletleri ve hizmetleri a.s.
Ürün: HŞÇK
Ekip Üyeleri: T. Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

TASAKIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:

Tasarım Yüklümlüğü: E. Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Sayfa: 14

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Teleskopik silindir	Boru şişmesi	-silindir kapanamaz, çalşmaz	7	0	-malzeme yorulması	2	Prototip kontrol ama formal değil	5	70	Silindire için ömür testi düzenleği örnekleme	Proje Bölümü 21.07.2003	7	2	3	42
					-hatalı malzeme	3	Prototip kontrol ama formal değil	5	105	Giriş kalite kontrol örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	3	63
					-hatalı işçilik	3	Süreç kontrol	2	42	Kalite kontrol örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	1	21
					-aşırı basınç	4	Son kalite kontrol	2	56	Son ürün audit ile son kalite kontrolün yapılması	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	4	1	28



Parça: ..endüstri ve hizmet a.Ş.
Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Tasarım Yükümlülüğü: E. Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 15

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıt	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Yağ Tankı	Yağ Tankı ölçütleri hatalı	Az/çok yağ hacmi değişir	7	0	-aparat hatalı	4	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	7	196	Yağ Tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	4	84
					-sac ölçütleri hatalı	3	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	7	147	Yağ Tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	2	4	56
					-operatör hatası	5	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	7	245	Yağ Tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	7	3	4	84

EK 19 Yağ Tankı için Tasarım FMEA Formu



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan: Form No:.....

Tasarım Yüklülüğü: E. Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Önem

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Sınırlar	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Yağ Tankı	Eksensleri hatalı	-yerine oturamaz -filtre takılamaz -montaj eksik kalır	0	-aparat hatalı	4	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	6	144	Yağ Tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	6	3	4	72	
				-sac ölçüleri hatalı	3	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	6	108							
				-operatör hatası	5	Prototip ölçü ve hacim kontrolü	6	180	Yağ Tankı çatma aparatı doğrulama sistemi ve örnekleme ile kontrol	Kalite Güvence Bölümü 01.07.2003	6	4	4	96	

EK 20 Yağ Tankı için Tasarım FMEA Formu (devamı)



Parça...endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

IASAKIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Tasarım Yüklümlüğü: E. Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 17

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıt	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları		
												Düzeltici Önlem	Önem	Keşfedilebilirlik
P.T.O. Montajı														
P.T.O.	P.T.O. şanzıman arası contadan yağ kaçağı	Dişli kutusundan yağ eksiliyor	8		Uygun olmayan conta kullanımı	3	Son kalite kontrol %100	1	24					
P.T.O.	P.T.O. dişilerinde ses	Şanzıman dişisi bozulur	8		-P.T.O. dişilerinin diş ölçülerinin uygun olmayışı	2	Son kalite kontrol %100	1	16					
					-conta kalınlığının uygun olmayışı	2	Son kalite kontrol %100	1	16					



Parça: ..endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSCK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Tasarım Yüklümlülüğü: E.Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 18

TASAKLIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
P.T.O.	P.T.O. dişlilerinde çatlak	-P.T.O. görevini tam anlamıyla yapamaz -dişliler çabuk aşınır, dişli ömrü kısalmır	9	K	-uygun olmayan malzeme kullanımı	2	Prototip kontrol ama formal değil	4	72	PTO test düzenneği ile örneklem ile kontrol	Atölye Mühendisliği 30.08.2003	9	2	2	36
					-uygun olmayan ısı işlem yöntemlerini kullanılması	2	Prototip kontrol ama formal değil	4	72	-PTO test düzenneği ile örneklem ile kontrol -ısı işlem yöntemleri için tedarikçi ile toplantı organizasyonu	Atölye Mühendisliği 30.08.2003	9	1	2	18
	P.T.O. devreden çıkmıyor	-araç kullanılmaz -vitesler zarar görür	9	K	uygun olmayan selenoid valif seçimini	3	Son kalite kontrol %100	1	27						



Parça...
Ürün: HSCCK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Tasarım Yüklülüğü: E.Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 19

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıt	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları		
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik
P.T.O.	P.T.O. devreye girmiyor	-ekipman çalışmaz -şanzıman zarar görür	9	K	-sistemde basınçlı havanın olmayışı	2	Son kalite kontrol %100	1	18					
					-selenoid valfe enerji gelmeyişi	3	Son kalite kontrol %100	1	27					
					-selenoid valfin yanması	2	Son kalite kontrol %100	1	18					
					-P.T.O. şalteri arızası	2	Son kalite kontrol %100	1	18					
					-adaptör milinin kesilmesi	2	Son kalite kontrol %100	1	18					
					-rulman arızası	3	Son kalite kontrol %100	1	27					



Parça: ..
Ürün: HŞÇK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Güner

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:

Tasarım Yüklümlüğü: E.Tuncel
FMEA Gerçekleşme Tarihi: Rev No:

Planlanan Tamamlanma Tarihi: Sayfa: 20

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıt	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları		
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik
Hidrolik Pompa	Harici yağ kaçaqları	-sistemdeki yağ eksilir -ekipman istenen randımanla çalışmaz	8		Pompa için sızdırmazlık elemanlarını uygun olmayanı değiştirmek	2	Prototip kontrol ama formal değil	4	64	Hidrolik pompa test düzeneği örneklerle	Atölye Mühendisliği 15.09.2003	8	2	2
	Sesli ve titreşimli çalışma, basınç eksikliği	-müşteri memnuniyetsizliği oluşur -mekanik arızalar meydana gelir	9	K	-uygun olmayan P.T.O seçilmesi	3	Son kalite kontrol %100	1	27					
					-uygun olmayan emniyet valfi seçimi	3	Son kalite kontrol %100	1	27					
					-uygun olmayan emniyet valfi seçimi	3	Son kalite kontrol %100	1	27					
	P.T.O. çalıştığı halde pompanın devreye girmeyişi	Ekipman çalışmaz	9	K	P.T.O ve pompanın birbiri ile uyumsuzluğu	2	Son kalite kontrol %100	1	18					



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:

Tasarım Yüklümlüğü: E. Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Sayfa: 21

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Gaz verme düzeniği	Otomatik gaz verme düğmesi çalışmamaktadır	Çöp doldurma ve boşaltma işlemleri yavaş olur	7		-uygun olmayan bobinli valf seçimi	3	Son kalite kontrol %100	1	21						
					-elektrik bağlantısı tasarımının yanlış yapılması	3	Son kalite kontrol %100	1	21						



Parça...eşleştirme ve ticaret a.ş.

Ürün: HSÇK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:.....

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel

Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Sayfa: 22

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
												Önem	Oluşma	Düzeltici Önlem Sonucu	Keşfedilebilirlik	Oluşma	Önem	Keşfedilebilirlik	RPN
Hidrolik Montaj	Yağ sızıntısı	-Müşteri memnuniyeti zihgi -güvenlik eksisiği -çevre kirliliği	8	Ö	rekorlar gevşektir	3	Son kalite kontrol %100	1	24	Operatör eğitimi	Sistem Mühendisliği 15.08.2003	8	2	1	16	
					rondela deforme olmuştur	2	Son kalite kontrol %100	1	16							
					yüzeylerde çapak	4	Son kalite kontrol %100	1	32	Öneri yok						
					hortum rekoru çatlak	2	Son kalite kontrol %100	1	16							
					yüzük bozuk, yanlış montaj	3	Son kalite kontrol %100	1	24	Operatör eğitimi	Sistem Mühendisliği 15.08.2003	8	2	1	16	



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSCK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

Tasarım Yükümlülüğü: E. Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 23

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Hidrolik Montaj	Silindirler yanlış çalışıyor (biri açılıyor, diğeri kapanıyor)	Sistem arzasa	9	K hortumlar ters bağlanmış	2	Son kalite kontrol %100	1	18							
				tesisat boruları yanlış	3	Son kalite kontrol %100	1	27	Öneri yok						



Parça...
Ürün: HŞÇK
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 24

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Hidrolik Montaj	Sistemde aşırı ses/sürtat	-Müşteri memnuniyetsizliği -Sistem arızaları -deformasyon	9	K gaz verme devri yanlış	3	Son kalite kontrol %100	1	27	Operatör eğitimi	Sistem Mühendisliği 15.08.2003	9	2	1	18	
				pompa yanlış seçilmiş	2	Son kalite kontrol %100	1	18							
				boru çapları yanlış/hatalı	1	Son kalite kontrol %100	1	9							
				basınç ayarı hatalı	3	Son kalite kontrol %100	1	27	Operatör eğitimi	Sistem Mühendisliği 15.08.2003	9	2	1	18	
				valfler arızalı/yanlış seçilmiş	2	Son kalite kontrol %100	1	18							
				hidrolik kelepçeler yeterli değil	2	Son kalite kontrol %100	1	18							

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: HSCK

Ekib Üyeleri: T. Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

Hazırlayan :

Form No:

Tasarım Yüklümlülüğü: E. Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 26

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçümler	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Düzeltici Önlem Sonuçları	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Silindirdirler	Basınç kaçağı (kaybı)	-performans kaybı -sistem arzusu -az sıkıştırma	8	0	-boru ölçüleri hatalı	4	Süreç kontrol Örnekleme	3	%100 operatör ölçü kontrolü	Kalite Güvence Bölümü 30.06.2003	8	2	2	32
					-yanlış boru malzemesi seçimi	2	Prototip kontrol ama formal değil	7	Giriş Kalite Kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 15.07.2003	8	2	3	48
					-yanlış kalitede oring seçimi	2	Prototip kontrol ama formal değil	7	Giriş Kalite Kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 15.07.2003	8	3	2	48
					-piston ölçüleri hatalı	3	Süreç kontrol Örnekleme	3	Giriş Kalite Kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 15.07.2003	8	2	3	48
					-uygun olmayan yağ	2	Prototip kontrol ama formal değil	7	Giriş Kalite Kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 15.07.2003	8	2	3	48
					-yanlış valf seçimi	2	Prototip kontrol ama formal değil	7	Giriş Kalite Kontrolü örnekleme	Kalite Güvence Bölümü 15.07.2003	8	2	3	48

EK30 Silindirdirler için Tasarım FMEA Formu (devamı)

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU



Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 27

Tasarım Yükümlülüğü: E.Tuncel
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatırlar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olası Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Ulaşım	Test Etme	RPN
Silindirdirler	Mil eğrilişmesi	-silindirdir kilitlenir -sistem çalışmaz -müşteri memnuniyetsizliği	8		-yanlış malzeme seçimi	3	Prototip kontrol ana formal değil	2	48	Giriş Kalite Kontrolü örneklem	Kalite Güvence Bölümü 25.07.2003	8	3	1	24	
					-aşırı yanal yük	3	Prototip kontrol ana formal değil	2	48	Ömür testi örneklem	Proje Bölümü 01.08.2003	8	3	1	24	
	Boru şişmesi	-basınç kaybı -silindirdir kilitlenmesi -sistem çalışmayabilir -performans azalır	8		-darbeli yük	2	Prototip kontrol ana formal değil	2	32							
					-yanlış malzeme seçimi	2	Prototip kontrol ana formal değil	2	32	Ömür testi örneklem	Proje Bölümü 01.08.2003	8	3	1	24	
					-darbeli yük	2	Prototip kontrol ana formal değil	2	32							

EK 31 Silindirdirler için Tasarım FMEA Formu (devamı)

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU



Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 28

Tasarım Yükümlülüğü: E. Tuncel
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önemlilik	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları		
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Keşfedilebilirlik	RPN
Konteyner sistemi	Konteyner silindiri açılmıyor	Sistem çalışmaz	8	-hidrolik sistem problemi	2	-Silindir montajı esnasında örnekleme şeklinde fonksiyonel test yapılıyor - Konteyner kolları ve barası oluşturulurken %100 kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	1	16					
Kollar eğriyor	Sistem problemleri çalışır	6	-Kol malzemesinin yorulmuş olması	3		-kolların tretim esnasında gözle kontrol -kolun montajı esnasında gözle kontrol ve %100 fonksiyonel test yapılıyor	1	18					
Kol kulakları kırılıyor	Konteyner kaldırılmaz	7	Ö	-Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	5	-montaj esnasında fonksiyonel test ve %100 kontrol yapılıyor	2	70					
				-Malzeme seçimi hatalı olabilir	3	-montaj esnasında fonksiyonel test ve %100 kontrol yapılıyor	2	42					

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU



Parça... endüstri ve ticaret a.ş.
 Ürün: HSCK
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan: Form No:.....

Tasarım Yükmüllüğü: E. Tuncel
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 29

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olası Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
											Düzeltici Önlem Sonuçları	Önem	Olası Oluşma		Keşfedilebilirlik
Konteyner sistemini	Bara eğiliyor	Sistem problemli çalışır	6		-yanlış malzeme seçimi	3	-prototip kontrol ama formal değil	8	Test Düzeneği ile Kontrol (2 Kat Emniyetli yükte)	Proje Bölümü 05.07.2003	6	3	3	54
	Döndürme kolu kırılıyor	Sistem çalışmaz	7		-tasarımda eksenleme ölçülerinin hatalı verilmesi	3	-prototip kontrol ama formal değil	8	Montaj Kontrol noktaları oluşturulacak	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	7	3	3	63
	Silindirik kulağı kaynak çatlamaşı	Sistem çalışmaz	6	Ö	-kaynak yönteminin yanlış seçilmesi	6	-prototip kontrol ama formal değil	8	Test Düzeneği Oluşturulacak, Kaynak Kontrolü yapılacak	Kaynak Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003 Test Düzeneği : Proje Bölümü 05.07.2003	6	6	3	108



Parça... endüstri ve ticaret a.s.

Ürün: HSCK

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Tasarım Yüklümlülüğü: E.Tuncel

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Sayfa: 30

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	
Konteyner sistemi	Çöp yere dökülüyor	-Sistem problemleri çalışır -Çevre kirliliği -İlave temizlik işçiliği	5	Ö	-konteynerin uygun olmayan tasarımı	4	-kontrol yok	10	200	Konteyner ölçülerinin önceden temini	Satış Bölümü 20.06.2003	5	3	7	105
Çöp dökme açısı az		-sistem problemleri çalışır -İlave temizlik işçiliği	5	Ö	-konstrüksiyondan kaynaklanabilir	4	-prototip kontrol ama formal değil	7	140	Konteyner ölçülerinin önceden temini	Satış Bölümü .20.06.2003	5	3	7	105
					-çöp tutma sacı açısının doğru ayarlanmaması	4	-kontrol yok	10	200	Montaj %100 Kontrol	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	5	4	7	140
					-konstrüksiyondan kaynaklanabilir	4	-prototip kontrol ama formal değil	7	140	Montaj %100 Kontrol	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	5	4	5	100
					-yanlış eksen ölçüleri	4	-prototip kontrol ama formal değil	8	160	Montaj %100 Kontrol	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	5	4	6	120

EK 34 Konteyner Sistemi için Tasarım FMEA Formu (devamı)

TASARIM FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 31

Tasarım Yükümlülüğü: E. Tuncel
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Konteyner sistemi	Konteynerin kapağının kepeğe çarpması	-çöpün yeterli dökülmemesi -konteynerde deformasyon -boya hasarı	7	2	-tasarım aşamasında konteynerin kepeğe çarpıp çarpmadığının kontrol edilmesini	-prototip kontrol ama formal değil	7	98							
Konteyner üst saca çarpıyor	Konteyner üst saca çarpıyor	-konteyner deformasyonu -üst sac deformasyonu -çöpün az dökülmesi (aracın içine)	7	2	-konteyner ölçülerinin kontrol edilmesini	Kontrol yok	10	140	Konteyner ölçülerinin önceden temini (Satış Ekibi tarafından)	Satış Bölümü 20.06.2003		7	1	10	70

EK 35 Konteyner Sistemi için Tasarım FMEA Formu (devamı)

İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Konteyner sistemi	Konteyner koldan kurtulmuyor	-konteyner deformasyonu -kol kırılabilir -zaman kaybı	8	-konteyner kolundaki bırakma açısının yetersiz olmasından dolayı koldan kurtulmuyor, deforme oluyor	5	-prototip kontrol ana formal değil	7	280	Montaj %100 Kontrol	Kalite Güvence Bölümü 15.06.2003	8	5	5	160
Kollar konteyneri çarpık tutuyor	Kollar konteyneri çarpık tutuyor	-konteyner düşebilir -kollar eğrilebilir -çöp az -dokütr (aracın içine)	6	-konteyner bağlantı malzemelerinin yanlış seçimi ve deformasyona uğraması ile zamanla oluşan boşluklar	2	-prototip kontrol ana formal değil	8	96						
Dayama kulaklarının eğrilmesi	Dayama kulaklarının eğrilmesi	-kol açıklığı değişir -konteyner düzgün kaldırılamaz -konteyner düşebilir	8	-yay eksenlerinin düzgün ayarlanmaması	4	-prototip kontrol ana formal değil	8	256	Test Düzeneği Oluşturulacak	Proje Bölümü 05.07.2003	8	4	6	192
				-yay kalitesinin uygun olmayışı	4	-prototip kontrol ana formal değil	8	128						



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 1

Hazırlayan :

Form No:

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
										Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	RPN	
Giriş Kalite Kontrol işlemi														
Yan Sanayi Temini	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	140	Operatörler için Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	4	84	
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü		-muayene yöntemi	5	Giriş Kalite Kontrol	175	Giriş Kalite Kontrol elemanları için Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	7	4	4	112	
	-Sertlik değerinin uygun olmaması *sert ise *yumuşak ise	-perno kırılabilir -yüzeyi aşınır, mukavemetini yitirir		-uygun tavlama ortamlarının sağlanamaması	5	Giriş Kalite Kontrol	140	Isıl İşlem Tedarikçilerin Denetimi	Kalite Güvence 15.09.2003	7	4	4	112	

EK 37 Perno için Süreç FMEA Formu



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

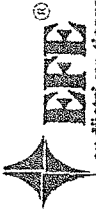
FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 2

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroler	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları											
										Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik								
Giriş Kalite Kontrol işlemi																					
Firmada üretiliyor ise	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulu	7	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimini	Kalite Güvence 10.08.2003		7	3	2	42						
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulu		-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimini	Kalite Güvence 10.08.2003		7	2	3	42						

EK 38 Perno için Süreç FMEA Formu (devamı)



Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekib Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

Rev No:

Sayfa: 3

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıfl	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçümler	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Önem	Olusma	RPN		
Kesme işlemi	-Tezgaah ayar hatası	-malzeme teknik resme uygun olmaz	6	0	-yanlış teknik resim kullanılması	3	Kontrol yok	9	162	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Sınanması	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	3	7	126
					-operatör eğitimsizliği, tecrübesizliği	4	Kontrol yok	9	216	Operatörler için Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	6	2	8	96
	-teknik resim hatası	-yanlış malzeme kesilir	6		-projenin yanlış teknik resim çizmesi	3	Kontrol yok	9	162	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Sınanması	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	2	8	96
					-üretim planlama bölümünün yanlış resmi dağıtması	3	Kontrol yok	9	162	Öneri Yok					

EK 39 Perno için Süreç FMEA Formu (devamı)



Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 4

Hazırlayan :

Form No:

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sıfır	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Kesme işlemi	-kesici ekip aşınması	-malzemenin kesilen yüzeyleri düzgün olmaz ek taşlara ve tornalama işçiliği getirir	6	0	-değiştirilme periyodunun belirlenmemiş olması	4	Kontrol yok	9	216	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgelerinin Oluşturulması	Atölye Mühendisiği 20.08.2003	6	3	9	162



Parça : Perno

Endüstri ve ticaret a.ş.

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: I.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan :

Form No:

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Rev No:

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Sayfa: 5

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Keşfedilebilirlik	Oluşma	
Matkap işlemi	Yanlış uç kullanılması	Delik çapı yanlış olur	6	Ö	-operatör hatası	4	%100 operatör kontrolü ve son kalite	6	144	İşlem Kartlarına Uç Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 05.09.2003	6	3	6	108
						2	%100 operatör kontrolü ve son kalite	6	72	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Sınanması	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	1	5	30
Teknik resim hatası	-parça tasarlanana göre yanlış üretilmiş olur		6		-teknik resmin yanlış tasarlanması	2	%100 operatör kontrolü ve son kalite	6	72	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Sınanması	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	1	5	30
						3	%100 operatör kontrolü ve son kalite	6	108	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Sınanması	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	2	5	60



Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Sayfa: 6

Hazırlayan :

Form No:.....

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıflama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Matkap işlemi	Delik kaçıklığı	Parça montaj edilemez	6		bağlama aparatının iyi sıkılmaması olması	3	%100 operatör kontrolü ve son kalite kontrol	6	108	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	2	6	72
	Ekibin aşınmasından dolayı delik yüzeyi pürüzlülüğü	Ek temizleme işçiliği gerektirir	6	Ö	Ekibin periyotlarının belirlenmemiş olması	4	%100 operatör kontrolü ve son kalite kontrol	6	144	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgelerinin Oluşturulması	Atölye Mühendisiği 20.08.2003	6	3	6	108



Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

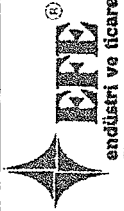
Sayfa: 7

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlar	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik
Torna işlemi	Yanlış Takım kullanılması	-uzun zamanda talaş kaldırılır -Takım çabuk aşınır	6		-yanlış teknik resim gönderilmesi	2	%100 operatör kontrolü ve son kalite kontrol	6	72	Öneri Yok					
	Teknik resim hatası	-parça tasarlanana göre yanlış üretilmiş olur	6		-teknik resmin yanlış tasarlanması	3	%100 operatör kontrolü ve son kalite kontrol	6	108	Prototip İmalat ile Öngörülen Tasarımın Kontrolü	Kalite Güvence/Proje Bölümü 30.08.2003	6	2	5	60

EK 43 Perno için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Perno

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev. No:

Sayfa: 9

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıfl	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Çevirme Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 10

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42

EK 46 Çevirme Laması için Süreç FMEA Formu



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Çevirme Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tunçel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 11

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıt	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik
Optik işlemleri	-Radyüsler hatalı	-sonraki operasyonda delik hatası oluşur -monte edilemez	6		-Optik resim yanlış çizilmiştir	2	%100 Operatör Kontrolü	7	84	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	6	2	6	72
						3	%100 Operatör Kontrolü	7	126	Optik Resimler için Kontrol Sistemi Oluşturulması	Üretim Planlama 15.09.2003	6	2	6	72
	-Boy uzunlukları hatalı	-sonraki operasyonda delik hatası oluşur -monte edilemez	5		-Optik resim yanlış çizilmiştir	2	%100 Operatör Kontrolü	7	70	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	5	2	6	60
						3	%100 Operatör Kontrolü	7	105	Optik Resimler için Kontrol Sistemi Oluşturulması	Üretim Planlama	5	2	6	60

EK 47 Çevirme Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Matkap işlemi	Delik çapıdır	-Parça monte edilemez -Sistemin çalışma performansını etkiler	4	Ö	-Matkap devri hatalı	2	% 100 operatör kontrolü	7	56	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	1	7	28
					-Parçanın optik kesimi hatalı	3	% 100 operatör kontrolü	7	84	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	4	3	6	72
					-Aparata bağlama hatası	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
					-Operatör kaynaklı hata	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Üretim Planlama 05.09.2003	4	4	7	112
					-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	84	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	2	7	56



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Çevirme Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 13

Hazırlayan :

Form No:

SUKEÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik
Matkap işlemi	-Deiik konumu yanlışlıştır	-Parça monte edilemez -Sistemin çalışma performansını etkiler	5	Ö	-Matkap devri hatalı	2	% 100 operatör kontrolü	7	70	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlarına 10.09.2003	5	1	7	35
					-Parçanın optik kesimi hatalı	3	% 100 operatör kontrolü	7	105	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	5	3	6	90
					-Aparata bağlama hatası	5	% 100 operatör kontrolü	7	175	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	7	140
					-Operatör kaynaklı hata	5	% 100 operatör kontrolü	7	175	Operatör Ölçme Eğitimi	Üretim Planlarına 05.09.2003	5	4	7	140
					-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	105	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlarına 10.09.2003	5	2	7	70



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Çevirme Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA AYAKLIZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E. Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Sayfa: 14

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Matkap işlemi	-Delik çapı hatalı	-Parça monte edilemez -Sistemin çalışması performansını etkiler	6	0	-Matkap devri hatalı	2	% 100 operatör kontrolü	7	84	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	1	7	42
					-Parçanın optik kesimi hatalı	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	6	3	6	108
					-Aparata bağlama hatası	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 10.08.2003	6	3	7	126
					-Operatör kaynaklı hata	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatör Ölçme Eğitimi	Üretim Planlama 05.09.2003	6	3	7	126
					-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	1	7	42

EK 50 Çevirme Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Çevirme Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 15

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kaynak işlemleri	kaynak tutulmazlığı yetersizliği	kaynak tutulmazlığı, kaynak yetersizliği, güçsüz konstrüksiyon	5	Ö	-operatör eğitimsizliği	3	Göz kontrolü	8	120	tahribatlı örnekleme ile muayene koy	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	4	60
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemini	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Kol Yatak Laması
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Göhen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 16

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sını	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulu	7	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulu			-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42
Kesme işlemleri	Boy uzunlukları hatalı	-Parça monte edilemez	6	Ö	-Optik resim yanlış çizilmiştir	4	%100 operatör kontrolü	7	168	İlk Üretim Onay Sisteminin Çatıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	6	4	6	144
		-Yeniden işlem gerektirir														Optik Resimler için Kontrol Sistemi Oluşturulması	Üretim Planlama 15.09.2003	6	3	7	126

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kol Yatak Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tunçel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 17

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemini	-Deşik çapı hatalı	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	6	Ö	-Optik kesim hatası	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	6	3	6	108
					-Tezgah devri hatalı	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	4	6	168
					-Aparat iyi bağlanmamış	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	4	7	168
					-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 05.09.2003	6	2	7	84
					-Yanlış markalama	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatörlere Markalama Eğitimi	Kalite Güvence 30.08.2003	6	4	7	168

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kol Yatak Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 18

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Zincir	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Deşik konumu yanlış	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	7	Ö	-Optik kesim hatası	3	% 100 operatör kontrolü	7	147	İlk Üretim Onay Sisteminin Çatıştırmaması	Atölye Müh. 05.08.2003	Düzeltici Önlem Sonucu	7	3	6	126
					-Tezgah devri hatalı	5	% 100 operatör kontrolü	7	245	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		7	4	6	168
					-Aparat iyi bağlanmamış	5	% 100 operatör kontrolü	7	245	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003		7	4	7	196
					-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	147	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 05.09.2003		7	2	7	98
					-Yanlış markalama	5	% 100 operatör kontrolü	7	245	Operatörlere Markalama Eğitimi	Kalite Güvence 30.08.2003		7	4	7	196



andıştrisi ve ticaret a.ş.

Parça : Kol Yatak Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekib Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....
Sayfa: 19

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçüm	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
										Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik çapaklı	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	5	-Optik kesim hatası	3	% 100 operatör kontrolü	7 105	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	5	3	6	90
				-Tezgah devri hatalı	5	% 100 operatör kontrolü	7 175	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	4	6	120
				-Aparat iyi bağlanmamış	5	% 100 operatör kontrolü	7 175	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	5	4	7	140
				-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7 105	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 05.09.2003	5	2	7	70
				-Yanlış markalama	5	% 100 operatör kontrolü	7 175	Operatörlere Markalama Eğitimi	Kalite Güvence 30.08.2003	5	4	7	140



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kol Yatak Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
Süreç Yüklülüğü: E. Ergün
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 20

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik
Matkap işlemleri	-Delik eğik delinmiş	-Parça monte edilemez -Ek işlem gerektirir -Sistem verimli çalışmaz	6	-Optik kesim hatası	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İlk Üretim Onay Sisteminin Çalıştırılması	Atölye Müh. 05.08.2003	6	3	6	108
				-Tezgah devri hatalı	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	4	6	168
				-Aparat iyi bağlanmamış	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	4	7	168
				-Yanlış uç kullanımı	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	İşlem Kartlarına Kullanılacak Takım Tiplerinin Yazılması	Üretim Planlama 05.09.2003	6	2	7	84
				-Yanlış markalama	5	% 100 operatör kontrolü	7	210	Operatörlere Markalama Eğitimi	Kalite Güvence 30.08.2003	6	4	7	168



Endüstri ve Ticaret A.Ş.

Parça : Kol Yatak Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 21

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Zincir	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	
Bükme işlemini	-Bükme açısı yanlış	Parça monte edilemez	6	0	-Abkant ayarı hatalı	4	% 100 operatör kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126
					-Dayama hatası	3	% 100 operatör kontrolü	7	126	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	2	7	84
Bükme açısı mesafesi yanlış	-Bükme açısı mesafesi yanlış	Parça monte edilemez	6	0	-Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	4	% 100 operatör kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126
					-Abkant ayarı hatalı	4	% 100 operatör kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126
		-Dayama hatası	3		% 100 operatör kontrolü	7	126	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	Üretim Planlama 10.09.2003	6	2	7	84	
		-Abkantın basınç sisteminin hatalı çalışması	4		% 100 operatör kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126	

EK 57 Kol Yatak Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)



Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Parça : Kol Yatak Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 22

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevleri	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçüm	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN	
Bükme işlemi	-Doğrusal olmayan kaçık bükme	Parça monte edilemez	6	-Abkant ayarı hatalı	4	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126	
Kaynak işlemi	kaynak nüfuziyet yetersizliği	-kaynak nüfuziyeti eksikliği, -kaynak yetersizliği, -güçsüz konstrüksiyon	5	-operatör eğitimsizliği	3	göz kontrolü	8	120	tahribatlı örnekleme ile muayene koy	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	4	60	
															7	126	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	2	7	84



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Kol Yatak Laması

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 23

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sinyal	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84

EK 59 Kol Yatak Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 24

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlevi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabutu	7	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabutu	8		-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42

EK 60 Kam Baskı Laması için Süreç FMEA Formu



Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 25

Süreç Yüklümlüğü: E. Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sını	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Testere işlemleri	Boy hatalı uzun ise kısa ise	Yeniden işlem gerektirir Kullanılmamaz (hurda)	4	Ö	Dayama yanlış ayarlanmıştır	6	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	7	112
Matkap işlemleri	-Delik kaçık olabilir	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	4	Ö	-Markalama hatası -Operatör hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	4	6	96
							%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	6	96
					-Tezgah ayarı yanlışdır	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-Aparatın iyi sıkılmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 26

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Deiik konurmu yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	6	Ö	-Markalama hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	216	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003		6	4	6	144
					-Operatör hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	216	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003		6	4	6	144
					-Tezgah ayarı yanlış	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	216	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		6	3	6	108
					-Aparatın iyi sıkılmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	216	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003		6	4	6	144
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	216	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		6	3	6	108

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: I.Hayret, E.Tunçel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 27

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Önlem Sonucu	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Deiik çapı yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	Ö	-Markalama hatası	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	Düzeltici Önlem Sonucu	5	4	6	120
					-Operatör hatası	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003		5	4	6	120
					-Tezgah ayarı yanlış	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		5	3	6	90
					-Aparatın iyi sıkılmaması	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003		5	4	6	120
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		5	3	6	90



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 28

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Önem	Olusma	RPN	
Matkap işlemi	-Deşik çapaklıdır	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	4	Ö	-Markalama hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	144	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	4	6	96
					-Operatör hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	144	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	6	96
					-Tezgah ayarı yanlışdır	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	144	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-Aparatın iyi sıkılmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	144	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	144	Kontrol Planlarına Tezgah ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kam Baskı Laması
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 29

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kaynak işlemi	kaynak nüfuziyet yetersizliği	-kaynak nüfuziyeti eksikliği, -kaynak yetersizliği, -güçsüz konstrüksiyon	5		-operatör eğitimsizliği	3	göz kontrolü	8	tahribatlı örneklerle ilgili muayene koy	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	4	60
Bükme işlemi	-Açık yanlışlığı	Parça monte edilemez	4	Ö	Abkantın hatalı	4	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
		-Dayama hatası	5			5	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
		-Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	3			3	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	2	6	48

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Kam Baskı Laması
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E. Tuncel, E. Ergün, D. Gönen

Süreç Yüklülüğü: E. Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 30

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	
Bükme işlemi	-Açı mesafesi hatası	Parça monte edilemez	4	Ö	-Abkant ayarı hatalı	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	96	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-Dayama hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	120	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
					-Abkantin basınç sisteminin hatalı olması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	72	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	2	6	48

EK 66 Kam Baskı Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Kam Baskı Laması
 Ürün: Konicyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 31

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Bükme işlemi	-Kaçık bükme	Parça monte edilemez	4	0	-Abkant ayarı hatalı	5	%100	6	120	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	4	6	96
					-Dayama hatası	4	Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	96	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	3	6	72
					-Abkantin basınç sisteminin hatalı olması	3		6	72	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	2	6	48
Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulu	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
					-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84

EK 67 Kam Baskı Laması için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Konteyner Sıkma Sacı

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E. Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 32

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Hataların Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
									Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Endüstri ve Ticaret A.Ş.

Parça : Konteyner Sıkma Sacı

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yürütücüsü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 33

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıflama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik kaçık olabilir	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	0	-Markalama hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	5	3	6	90
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	6	120
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	3	6	90
					-Aparatın iyi sıkılmaması	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	6	90
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	2	6	60

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Konteyner Sıkma Sacı
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
Süreç Yüklümlüğü: E. Ergün
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 34

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Süreç	Hatanın Olası Nedenleri	Olası	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem	Önem	Olası	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik konumu yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	7	Ö	-Markalama hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	168	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	7	3	6	126
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	210	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	4	6	168
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	168	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	7	3	6	126
					-Aparatın iyi sıkılmaması	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	7	3	6	126
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	126	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	7	2	6	84

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Konteyner Sıkma Sacı
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 35

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik çapı yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	6	0	-Markalama hatası	4	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	144	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	6	3	6	108
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	180	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	6	4	6	144
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	144	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	6	108
					-Aparatın iyi sıkılmaması	4	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	144	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	3	6	108
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	3	%100 Operatör ve Örneklerle ilgili Kalite	6	108	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	2	6	72



Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Parça : Konteyner Sıkma Sacı
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 36

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma		Keşfedilebilirlik
Matkap işlemi	-Delik çapıdır	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	0	-Markalama hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	5	3	6	90
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	6	120
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	3	6	90
					-Aparatın iyi sıkılmaması	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	6	90
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	2	6	60

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Konteyner Sıkma Sacı
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan :

Form No:

Süreç Yükümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 37

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Olası	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Önem	Olası	Keşfedilebilirlik	RPN
Optik İşlemi	parçanın kenarlarında aşırı derecede çapaklar	kötü görünümlü	3	- malzeme seçimi hatası	5	Süreç içi örnekleme göz ile operatör %100	2	30	operatör eğitimi	Kalite Güvence 12.02.2004	3	3	2	18
Bükme işlemi	-Ağı yanlışlığı	Parça monte edilemez	5	-Abkant ayarı hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	3	6	90
				-Dayama hatası	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Operatörlere Aparat Bağlama ile İlgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	5	2	6	60
				-Abkantın basınç sisteminin hatalı olması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	2	6	60

EK 73 Konteyner Sıkma Sacı için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Konteyner Sıkma Sacı
 Ürün : Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, K.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 38

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Bükme işlemi	-Açı mesafesi hatası	Parça monte edilemez	5	Ö	-Abkant ayarı hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	5	3	6	90
					-Dayama hatası	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Operatörlere Aparat Bağlama ile İlgili Eğitim	Operatörlere Aparat Bağlama ile İlgili Eğitim	5	2	6	60
					-Abkantan basınç sisteminin hatalı olması	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	5	2	6	60

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Konteyner Sıkma Sacı
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

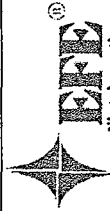
Form No:

Rev No:

Sayfa: 39

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Bükme işlemi	-Kaçık bükme	Parça monte edilemez.	5	Ö	-Abkant ayarı hatalı	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	3	6	90
Kaynak işlemi	kaynak nüfuziyet yetersizliği	kaynak nüfuziyeti eksikliği, kaynak yetersizliği, güçsüz konstrüksiyon	5	Ö	-operatör eğitimsizliği -kaynak makinesi ayarları hatalı	4	göz kontrolü	8	160	tahribatlı örneklerle muayene	Kalite Güvence 20.08.2003	5	4	4	80
					-Dayama hatası	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Operatörlere Aparat Bağlama ile İlgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	5	2	6	60

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Konteyner Sıkma Sacı
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

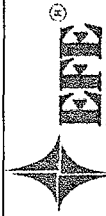
Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 40

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84



Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

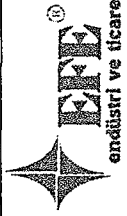
Hazırlayan : Form No:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 41

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlar	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları				
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlemi	Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42
Testere işlemi	Boy hatalı uzun ise kısa ise	-Yeniden işlem gerektirir -Kullanılmaz (hurda)	6		Dayama yanlış ayarlanmıştır	3	%100 Operatör Kontrolü	7	128	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	2	7	84

EK 77 Kaldırma Kolu Pernosu için Süreç FMEA Formu

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayre, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 42

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-Çap hatası	-Monte edilemez -Sistem problemleri çalışır	6	Ö	-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108
	-Derinlik hatası	-Monte edilemez -Sistem problemleri çalışır	6	Ö	-Aparat iyi sıklımmamış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108
	-Derinlik hatası	-Monte edilemez -Sistem problemleri çalışır	6	Ö	-Operatör hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	144	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108
			6		-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrol	6	144	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108
			6		-Aparat iyi sıklımmamış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108
			6		-Operatör hatası	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	6	3	6	108
												6	3	6	108

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E. Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Form No:

Rev No:

Sayfa: 43

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sıklık	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma		Keşfedilebilirlik
Frezeleme işlemleri	-Derin tarama	Etkisi yok	6	0	-Aparata yanlış bağlanmıştır	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	4	6	144
												6	3	6	108
	-Eğik tarama	Etkisi yok	6	0	-Aparata yanlış bağlanmıştır	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	4	6	144
												6	3	6	108

EK 79 Kaldırma Kolu Pernosu için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 44

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik kaçık olabilir	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	6	Ö	-Markalama hatası	4	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	6	3	7	126
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	210	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	6	4	7	168
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126
					-Aparatın iyi sikilmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	6	3	7	126
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	6	3	7	126

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Kaldırma Kolu Pernosu

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Hazırlayan :

Form No:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Sayfa: 45

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik konumu yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	7	0	-Markalama hatası	4	%100 Operatör Kontrolü	7	196	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	7	3	7	147
					-Operatör hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	245	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	4	7	196
					-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	196	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	7	3	7	147
					-Aparatın iyi sıklanmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	196	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	7	3	7	147
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	196	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	7	3	7	147

EK 81 Kaldırma Kolu Pernosu için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler		Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltilici Faaliyet Sonuçları	RPN	
									Keşfedilebilirlik			Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik
Matkap işlemleri	-Delik çapı yanlış	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler		4	Ö	-Markalama hatası	4	%100 Operatör Kontrolü	7	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	3	84
						-Operatör hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	112
						-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	84
						-Aparatın iyi sıklanmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	3	84
						-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	4	%100 Operatör Kontrolü	7	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	84

EEI[®]
 endüstri ve ticaret a.ş.
 Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan :
 Form No:.....
 Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
 Rev No:.....
 Sayfa: 46

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
 Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 47

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltilici Faaliyet Sonuçları	RPN	Keşfedilebilirlik	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltilici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltilici Faaliyet Sonuçları	Önem	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-Delik çapıdır	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	Ö											
						140	7	%100 Operatör Kontrolü	140	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003		5	7	105
						175	7	%100 Operatör Kontrolü	175	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003		5	7	140
						140	7	%100 Operatör Kontrolü	140	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		5	7	105
						140	7	%100 Operatör Kontrolü	140	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003		5	7	105
						140	7	%100 Operatör Kontrolü	140	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003		5	7	105

EK 83 Kaldırma Kolu Pernosu için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.
 Parça : Kaldırma Kolu Pernosu
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 48

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü	8		-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 15.08.2003	8	2	4	84

EK 84 Kaldırma Kolu Pernosu için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 49

Süreç İşlevler	Olasi Hatalar	Hataların Olasi Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olasi Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Ölçüm Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Giriş Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	7	2	3	42
Kesme işlemi	Boy hatası	-bir sonraki Süreçte kullanılamaz	4	Ö	-operatör hatalı	5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
	-Boy kısa -boy uzun	-tahsis edilerek kullanılabilir (2. bir işleme tabi tutulur)			-aparat hatalı	4	%100 Operatör Kontrolü	7	112	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	3	7	84
		-tezgah ayarı yanlış	5			5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	4	7	112

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 50

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Ölçüm	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-dış çap hatalı *küçük *büyük	-parça monte edilemez, kullanılamaz -tahsis edilerek kullanılabilir -bir sonraki Süreçte kullanılamaz	4	0	-operatör hatalı	4	%100 Operatör Kontrolü	6	96	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	3	6	72
					-aparat hatalı	5	%100 Operatör Kontrolü	6	120	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	6	96	Kontrol Planlarına Tezgaah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-parça iyi sıklanmamış	4	%100 Operatör Kontrolü	6	96	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	3	6	72
					-Ekip aşınmış	3	%100 Operatör Kontrolü	6	72	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	4	2	6	48

EK 86 Bronz Burç için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 51

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Zarar	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-boy hatalı	-parça monte edilemez, kullanılamaz -tahsis edilerek kullanılabilir -bir sonraki Süreçte kullanılamaz	4	Ö	-operatör hatalı	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	96	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	3	6	72
					-aparat hatalı	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	120	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	4	6	96
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	96	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-parça iyi sıklanmış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	96	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	3	6	72
					-Takım aşınmış	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	72	Kesici Ekipmanlar için Ölçüm Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	4	2	6	48

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: I.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan:

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 52

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
											Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-iç çap ölçüsel hatalı	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	-Markalama hatası	6	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	5	7	140
				-Operatör hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
				-Tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	112	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	7	84
				-Aparatın iyi sıklanması	6	%100 Operatör Kontrolü	7	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	5	7	140
				-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	4	7	112



Endüstri ve Ticaret A.Ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Planlanan Tamamlanma Tarihi:..... Sayfa: 53

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Matkap işlemi	-iç çap kaçık	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	5	0	-Markalama hatası	6	% 100 operatör kontrolü	7	168	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	5	7	140
					-Operatör hatası	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
					-Tezgah ayarı yanlış	4	% 100 operatör kontrolü	7	112	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	7	84
					-Aparatın iyi sıkılmaması	6	% 100 operatör kontrolü	7	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	5	7	140
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	4	7	112

EK 89 Bronz Burç için Süreç FMEA Formu (devamı)



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:.....

Rev No:.....

Sayfa: 54

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Matkap işlemi	-delik yüzeyleri çapaklıdır	-Monte edilemez -Sistem performansını olumsuz etkiler	4	0	-Markalama hatası	6	% 100 operatör kontrolü	7	168	Operatörlere Markalama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 30.08.2003	4	5	7	140
					-Operatör hatası	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
					-Tezgah ayarı yanlış	4	% 100 operatör kontrolü	7	112	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	7	84
					-Aparatın iyi sikılmaması	6	% 100 operatör kontrolü	7	168	Operatörlere Aparat Bağlama ile ilgili Eğitim	Kalite Güvence 20.08.2003	4	5	7	140
					-Tezgah devrinin iyi ayarlanmaması	5	% 100 operatör kontrolü	7	140	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	4	7	112

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça: Bronz Burç

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, K.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 55

Hazırlayan:

Form No:

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sih	Hatanın Olası Nedenleri	Olası	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olası	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-15.08.2003	8	2	4	84

EK 91 Bronz Burç için Süreç FMEA Formu (devamı)



endüstri ve ticaret a.Ş.

Parça : Tahdit Flanş

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....

Sayfa: 56

Süreç Yüklülüğü: E. Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	
Giriş Kalite Kontrol işlemi	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	7	2	3	42
Kesme işlemi	Boy hatası	-bir sonraki Süreçte kullanılmaz	3	Ö	-operatör hatası	6	%100 Operatör Kontrolü	7	126	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	3	5	7	105
	-Boy kısa -boy uzun	-tahsis edilerek kullanılabilir (2. bir işleme tabi tutulur)			-aparata hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	105	Operatörlere Aparat Bağlama Eğitimi	Kalite Güvence 20.08.2003	3	4	7	84
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	84	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	3	3	7	63

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Tahdit Flanş
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 57

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-İç çap hatalı *küçük *büyük	-parça kullanılmamaz -tahsis edilmesi gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez -parça monte edilemez, tahsis edilir	5	Ö	-operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	150	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	6	120
					-tezgah ayarı hatalı	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	180	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	5	6	150
					-kalıp hatalı	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	150	Bağlanacak Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirlenmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	5	4	6	120
					-Takım aşınmış	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite	6	180	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisiği 20.08.2003	5	5	6	150

EK 93 Tahdit Flanş için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Tahdit Flanş
 Ürün : Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklümlülüğü: E. Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Form No:

Rev No:

Sayfa: 58

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-dış çap hatalı *küçük *büyük	-parça kullanılmaz -tahsis edilmesi gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez -parça monte edilemez, tahsis edilir	5	Ö	-operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	6	120
					-tezgah ayarı hatalı	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	5	6	150
					-kalıp hatalı	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Bağlanacak Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirtilmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	5	4	6	120
					-Takım aşınmış	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisiği 20.08.2003	5	5	6	150



endüstri ve ticaret a.ş.
Parça : Tahdit Flanşı
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....
Süreç Yüklümlülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 59

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işleni	-yüzey pürüzlülüğü	-parça kullanılmaması -tahsis edilmesinin gerekir, istenilen fonksiyonu yerine getirmez -parça monte edilir fakat verimli çalışmaz	3	0	-operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvencesi 10.08.2003	3	4	6	72
					-tezgah ayarı hatası	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	108	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	3	5	6	90
					-kalıp hataları	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	90	Bağlanacak Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirlenmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	3	4	6	72
					-Takım aşınmış	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	108	Kesici Ekipmanlar için Ölçüm Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	3	5	6	90



Parça : Tahdit Flanş

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E. Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
Sayfa: 60

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik
Torna işlemi	-alın tornalama *alın kaçık *parça boyu kısa *yüzey pürüzlü *parça boyu uzun	-parça monte edilemez, tahsis edilir -parça kullanılmaz -tahsis edilmesi gerekir, istenen fonksiyonu yerine getirmez	5	0	-operatör hatası	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	5	4	6	120
					-tezgah ayarı hatalı	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	5	5	6	150
					-kalıp hatalı	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	150	Bağlanacak Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirlmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	5	4	6	120
					-Takım aşınmış	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	180	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	5	5	6	150
Kaynak İşlemi	kaynak nüfuziyet yetersizliği	-kaynak nüfuziyeti eksikliği, -kaynak yetersizliği, -güçsüz konstrüksiyon	5		operatör eğitimsizliği	3	Göz kontrolü	8	120	tahribatlı örnekleme ile muayene koy	Kalite Güvence 20.08.2003	5	3	4	60

EK 96 Tahdit Flanş için Süreç FMEA Formu (devamı)

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Tahdit Flanşı
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri: T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Hazırlayan : Form No:.....

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 61

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemini	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Kontrol Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-15.08.2003	8	2	4	84



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Burç 1

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri : T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

Form No:

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

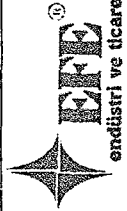
Rev No:

Sayfa: 62

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınırlama	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN
												Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	
Giriş Kalite Kontrol işlemi	Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	7	0	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Giriş Kalite Kontrol	3	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	7	3	2	42
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Giriş Kalite Kontrol	4	84	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence-10.08.2003	7	2	3	42
Kesme işlemi	Boy hatası	-bir sonraki Süreçte kullanılmaz	4	0	-operatör hatası	5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	7	112
	-Boy kısa -boy uzun	-tatasis edilerek kullanılabilir (2. bir işleme tabi tutulur)			-aparar hatalı	5	%100 Operatör Kontrolü	7	140	Kalip Kodlarının İşlem Kartlarında Belirlenmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	4	4	7	112
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	7	112	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	7	84

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU



Parça : Burç 1
 Ürün: Konteyner Sistemi
 Ekip Üyeleri : T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
 Planlanan Tamamlanma Tarihi:.....

Hazırlayan : Form No:.....
 FMEA Gerçekleşme Tarihi:..... Rev No:.....
 Sayfa: 63

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıf	Hatanın Olası Nedenleri	Olusma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Olusma	Keşfedilebilirlik	RPN
Torna işlemi	-dış çap hatalı *dış çap küçük *dış çap büyük	-parça monte edilemez, kullanılamaz -tahtis edilerek kullanılabılır -bir sonraki Süreçte kullanılamaz	4	Ö	-operatör hatalı	5	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	120	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	6	96
					-aparatt hatalı	6	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	144	Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirtilmesi	Üretim Planlama 20.09.200	4	5	6	120
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	96	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-parça iyi sıklanmamış	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	72	Operatörlere Aparat Bağlama Eğitimi	Kalite Güvence 20.08.2003	4	2	6	48
					-Takım aşınmış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	96	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	4	3	6	72



endüstri ve ticaret a.ş.

Parça : Burç 1

Ürün: Konteyner Sistemi

Ekip Üyeleri : T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

Hazırlayan :

Form No:

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Rev No:

Sayfa: 64

Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Sınıflama	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			RPN	
											Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik		
Torna işlemi	-boy hatalı	-parça monte edilemez, kullanılamaz -tahsis edilerek kullanılabılır -bir sonraki Süreçte kullanılamaz	4	Ö	-operatör hatalı	5	%100 Operatör Kontrolü	6	120	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence 10.08.2003	4	4	6	96
					-aparar hatalı	6	%100 Operatör Kontrolü	6	144	Kalıp Kodlarının İşlem Kartlarında Belirlenmesi	Üretim Planlama 20.09.2003	4	5	6	120
					-tezgah ayarı yanlış	4	%100 Operatör Kontrolü	6	96	Kontrol Planlarına Tezgah Ayarlarının Yazılması	Üretim Planlama 10.09.2003	4	3	6	72
					-parça iyi sıklanmamış	3	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	72	Operatörlere Aparat Bağlama Eğitimi	Kalite Güvence 20.08.2003	4	2	6	48
					-Takım aşınmış	4	%100 Operatör ve Örnekleme ile Kalite Kontrolü	6	96	Kesici Ekipmanlar için Ömür Çizelgeleri Oluşturma	Atölye Mühendisliği 20.08.2003	4	3	6	72

EK 100 Burç 1 için Süreç FMEA Formu (devamı)



Parça : Burç 1
Ürün: Konteyner Sistemi
Ekip Üyeleri : T.Hayret, E.Tuncel, E.Ergün, D.Gönen

Süreç Yüklülüğü: E.Ergün
Planlanan Tamamlanma Tarihi:

Hazırlayan :

FMEA Gerçekleşme Tarihi:

Form No:

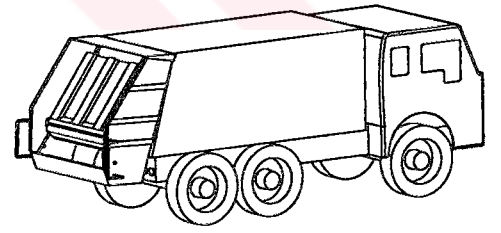
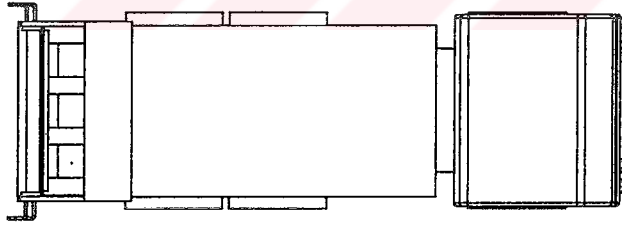
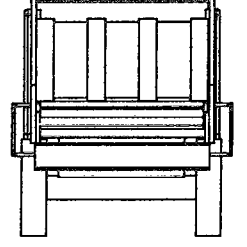
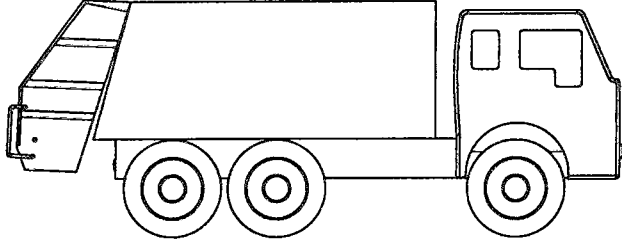
Rev No:

Sayfa: 65

SÜREÇ FMEA ANALİZ FORMU

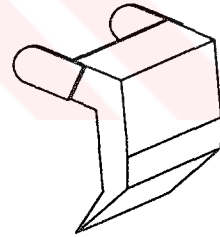
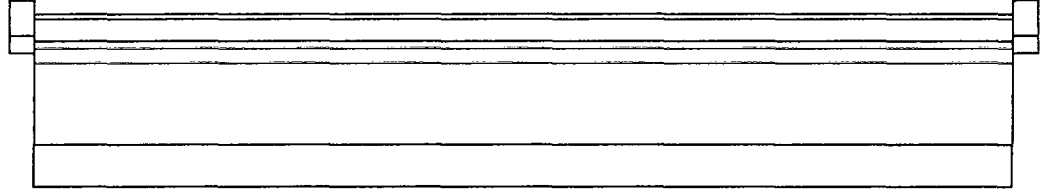
Süreç İşlevler	Olası Hatalar	Hataların Olası Etkileri	Önem	Seyir	Hatanın Olası Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RPN	Önerilen Düzeltici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltici Faaliyet Sonuçları			
												Düzeltici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RPN
Kalite Kontrol işlemleri	-Ölçüm hatası	-yanlış malzeme kabulü	8	Ö	-operatörün dikkatsizliği, eğitimsizliği	4	Son Kalite Kontrol	4	128	Operatör Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence - 10.08.2003	8	3	4	96
	-Muayene riski	-yanlış malzeme kabulü			-muayene yöntemi	3	Son Kalite Kontrol	4	96	Giriş Kalite Ölçme Eğitimi	Kalite Güvence - 15.08.2003	8	2	4	84

EK 101 Burç 1 için Süreç FMEA Formu (devamı)



	ÇİZEN	Demet Gönen	TARİH	BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
	KONTROL		24/03/2004	MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
ÖLÇEK:1:200				SAYFA 1

EK 102 Çöp Arabasının Üç Görünüşü



	CİZEN	Demet GÖNEN	TARİH	BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
	KONTROL		24/03/2004	MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
ÖLÇEK:				SAYFA 2

EK 103 Kepçenin Üç Görünüşü