

KOCAELI ÜNİVERSİTESİ-FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

END.MÜH. SÜNDÜZ AKAGÜNDÜZ

ANA BİLİM DALI: ENDÜSTRİ

PROGRAMI: ENDÜSTRİ

EKİM 1995

57739

## HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Sündüz AKAGÜNDÜZ

**Anahtar Kelimeler:** Proses FMEA, Tasarım FMEA, Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik, Risk Öncelik Göstergesi

**Özet:** FMEA çıkabilecek olası bütün hata türlerinin ve bunlarla ilgili nedenlerin ele alınmasını ve çözümlenmesini sağlayan bir analitik tekniktir.

Sanayi ürünleri için bu analiz hem tasarım ve hem de üretim prosesi için yapılır.

Her iki analiz yöntemi de, müşteri ürünü kullanılırken çıkabilecek ürün hatalarının nedenlerini ortadan kaldırmaya yöneliktir.

Tasarım FMEA şu konuları kapsamalıdır:

Bütün yeni parçalar,

Eski parçaların yeni uygulamaları,

Parça değişiklikleri, satın alınan veya imal edilen parçalardaki geliştirmeleri.

Proses FMEA aşağıdakilere ait üretim proseslerini kapsamalıdır.

Bütün yeni ürünler / parçalar,

Değişiklik yapılan ürünler / parçalar

Yeni üretim teknolojilerinin uygulandığı bilinen ürünler / parçalar

FMEA çalışmasında Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik faktörleri önemlidir. İyi bir FMEA çalışmasıyla , tasarım ve proses değişiklikleri çok kolaylıkla ve ucuz bir şekilde gerçekleştirileceğinden , imalattan sonra yaşanacak olumsuz krizler önlenir. Bir FMEA çalışması daha büyük endişeler yaratacak bir düzeltici değişikliğini azaltma veya ortadan kaldırma şansında gerçekleştirir. Uygun şekilde kullanıldığında , bölümler arasında bitmeyen bir proses olarak algılanır.

## **FAILURE MODE and EFFECTS ANALYSIS**

**Sündüz AKAGÜNDÜZ**

**Keywords:** Process FMEA, Design FMEA, Probability, Severity, Probability of Detection, Risk Priority Index

**Abstract:** The FMEA technique is a systematic analysis technique which provides a means of identifying and solving potential defects and related causes.

For industrial products, the analysis is carried out for both the design and the manufacturing process. Both of these analysis are intended to eliminate the causes of product failure occurring during customers' use.

-Design FMEA deals with the component or part produced.

-Process FMEA deals with the various stages of the manufacturing process.

Design FMEA shall cover the following subjects.

-All new components.

-New applications of existing components.

-Component changes, improvements on purchased or manufactured parts.

Process FMEA shall cover the following manufacturing processes ,

-New products.

-Revised products.

-Products parts for which new manufacturing technologies have been introduced.

Probability , severity, detection factors are important in FMEA techniques. In a productive FMEA technique ,design and process revisions can be provided easily with less cost, and the probable crisis following the production might be prevented.

An FMEA technique, provides probability of eliminating or diminishing corrective changes which might cause more serious worries. It is considered an endless process among the departments when used efficiently,

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Toplumumuzda "Topyekün Mükemelleşme" yaklaşımı, küçük ölçekli işletmelerden başlayıp , büyük ölçekli işletmelerin tüm üretim , satış ve pazarlama bölümlerinin müşteri tatminine yönelik olarak, kalitenin vageçilmezliği ilkesi, tepe yönetiminin inanç ve kararlılığıyla ve her seviyedeki katılım ve sürekli iyileştirme esasına yönelik bir kalite politikasıdır.

Bu kalite politikasının en önemli özelliklerinden birisi de sorunların henüz ortaya çıkmadan çözülmesidir. Kaliteyi geliştirmenin en iye yolu onu ürün içerisinde tasarlamak ve geliştirmektir. Kaliteyi iyileştirme bir ürünün veya prosesin tasarımı safhalarından başlar ve üretim safhası boyunca devam eder. Kötü bir kalite , proses esnasındaki muayenelerle, ayıklamalarla ve kurtarmalarla iyileştirilemez. Kalite kavramı önleme felsefesinin etrafında geliştirilmeli ve bu temele dayandırılmalıdır. Bu amaca yönelik olarak geliştirilmiş olan yöntemlerin en önemlilerinden biri Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) 'dır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren danışmanım sayın Prof. Dr. Alptekin GÜNEL'e, yardımlarını gördüğüm Yusuf Ziya KASIM'a, Mak.Y.Müh. İşl.Y.Lis. Eğitim Uzmanı Sabri ÇİĞDEM'e, Öğr. Görevlisi Semra BORAN'a, Mak. Müh. Hakan AKINCIOĞLU'na, Mak.Müh. Hakan KARAYANIK'a ve Aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ .....	1
1.1. Tarihçesi .....	2
1.2. FMEA Hata Türü ve Etkileri Analizinin Önemi .....	3
1.3. FMEA Yapılması İçin Gerekli Koşullar.....	4
1.4. FMEA 'nın Çalışma Prensipleri .....	5
1.5. FMEA'nın Adımları .....	6
BÖLÜM 2. FMEA'YA GİRİŞ .....	7
2.1. FMEA ve Toplam Kalite .....	7
2.2. FMEA'nın Temel Amacı .....	9
2.2.1. FMEA'nın Amaçları .....	9
2.3. FMEA'dan Beklenen Yararlar .....	9
2.4. FMEA Türleri .....	10
2.5. FMEA'nın başlatılması , günün ihtiyaçına göre düzenlenmesi....	11
2.6. FMEA'nın Çalışma Grubu.....	11
2.7. Proje Ekibinin Faaliyetinin Yararları.....	12
2.8. Tasarım ve Proses FMEA Arasındaki Farklar.....	13
BÖLÜM 3. PROSES FMEA .....	15
3.1. Genel.....	15
3.2. Proses FMEA Çalışma Ekibinin Oluşumu.....	16
3.3. FMEA Gerçekleştirme Aşamaları, Proses FMEA Prosedürü.....	18
3.4. Proses Aşamaları .....	20
3.5. Hata Türünün Tanımlanması.....	20
3.6. Etkinin (Sonucun ) Tanımlanması.....	21
3.6.1 Hata Türünün Sonuçları ( Etkiler ).....	22
3.7. Nedenlerin Tanımlanması.....	23
3.8. Kontrol Önlemlerinin Tanımlanması .....	26
3.8.1 Kontrol Önlemleri.....	27
3.9. Analizin İlk Aşaması İçin Kontrol Listesi.....	28
3.10. FMEA Parametrelerinin Derecelendirilmesi.....	28
3.11. Puanlandırma Sistemi.....	29
3.11.1. Hata / Neden Olasılığı.....	29
3.11.2. Hatanın Şiddeti.....	34
3.11.3. Hatanın Keşfedilebilirliği.....	38
3.11.4. Keşfedilebilirlik Tahmini.....	43

3.11.5. Keşfedilebilirlik Tahmininde Genel Kıstaslar.....	43
3.12. Risk Öncelik Göstergesi.....	45
3.13. Önerilen İyileştirmeler.....	47
3.14. Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi.....	52
<b>BÖLÜM 4. FMEA'NİN TAMAMLANMASI .....</b>	<b>53</b>
4.1. FMEA Uygulamasının Uzatılması .....	53
4.2. Proses FMEA Kullanma Kılavuzu .....	53
4.3. Proses FMEA Kontrol Listesi.....	58
<b>BÖLÜM 5. UYGULAMALAR .....</b>	<b>61</b>
5.1. Uygulama; Arka El Fren Teli (Proses FMEA) .....	61
5.2. Uygulama; Yağ Çubuğu (Proses FMEA) .....	79
5.3. Uygulama; Arçelik Kazan Körüğü (Proses FMEA) .....	96
5.4. Uygulama; Otosan Transit Ön Aksan (Sol+Sag) .....	119
<b>SONUÇ .....</b>	<b>134</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>135</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>137</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	FMEA Takımı .....	5
Şekil 2.1.	Toplam Kalitenin Üç Bölgesi .....	7
Şekil 2.2.	FMEA Genel Aşamaları .....	14
Şekil 3.1.	FMEA Yöntemi .....	25
Şekil 3.2.	Risk Önceliği .....	44
Şekil 3.3.1.	Hata Nedenleri Diyagramı (% 25 RÖG).....	46
Şekil 3.3.2.	Hata Nedenleri Diyagramı .....	46
Şekil 3.4.	Önerilen İyileştirmeler .....	49
Şekil 4.1.	FMEA Uluslararası İletişimi .....	57
Şekil 5.1.	Arka El Fren Teli RÖG Şekli .....	72
Şekil 5.2.	Yağ Çubuğu RÖG Şekli .....	90
Şekil 5.3.	Kazan körüğü RÖG Şekli .....	108

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik Değerlendirme Ölçeği .....	28
Tablo 3.2. Olasılık Derecesi Seçme Tablosu .....	30
Tablo 3.3. Proses FMEA için Olasılık Derecelendirme Tablosu .....	32
Tablo 3.4. Proses FMEA için Hata / Neden Olasılık Tablosu.....	33
Tablo 3.5. Proses FMEA için Şiddet Derecelendirme Tablosu .....	35
Tablo 3.6. Otomobillerde Şiddet Dereceleri Referans Tablosu .....	36
Tablo 3.7. Eşdeğer Kalite Kusuruna Bağlı Şiddet Değerlendirilmesi .....	37
Tablo 3.8. Birinci Müşteri ( Ara Müşteri) için Hata Şiddeti Değerlendirme Tablosu .....	40
Tablo 3.9. Proses FMEA için keşfedilebilirlik Derecelendirme Tablosu.....	41
Tablo 3.10. Keşfedilebilirlik Olasılık Yüzdesi .....	42
Tablo 4.1. Proses FMEA Kullanma Tablosu .....	56
Tablo 4.2. Proses FMEA Kontrol Tablosu .....	58



**BÖLÜM**  
**HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ**  
**FMEA**

**1. Giriş**

Zaman içinde müşteri beklentilerinin hızla değişmesi ve yasal zorunluklar nedeniyle endüstrinin olası problemlerini belirlemek ve önlemeye yönelik bir tekniğin sistemli bir şekilde kullanılmasına olan gereksinme, eskiye göre daha da artmıştır.

Bugün artık dünyada, ana ürünü imal eden şirketler , yan sanayilerinden sağladıkları parçalar için Proses FMEA çalışması yapılmasını , yan sanayi tarafından tasarlanarak üretilen parçalar için de Tasarım ve Proses FMEA çalışmasının yapılmasını zorunlu kılmaktadır.Tüm olarak uygulanıp sonuçlandırılmış bir FMEA çalışması, çıkabilecek pek çok hata türünün önlenmesini sağlamaktadır.

FMEA "hazırlık" sorumluluğunun bir kişiye verilmesine karşılık , bu çalışmanın bir ekip çalışması gerektirdiği bilinmelidir. Çeşitli ürünler için, bilgili ve deneyimli kişilerden oluşan bir ekip kurulur. .Bu ekip genellikle tasarımda uzman mühendisler , imalatçılar, montaj, servis ve / veya kalite sorumlularından oluşturulur . Bununla beraber , Tasarım FMEA şirketteki tasarım mühendislerinin , Proses FMEA da şirketteki proses mühendislerinin öncülüğünde başlatılır.

Bir FMEA programının başarılı olarak gerçekleştirilmesindeki en önemli faktörlerden birisi tam zamanında yapılmasıdır. Bunun anlamı da , sorunla karşılaşılmadan önce gerekli önlemlerin alınmasıdır.

Her türlü hata /arıza (sonuç) müşteri üzerine olacak etkilerinin tipine ve onu yaratabilecek olası nedenlere göre analiz edilir.

FMEA üretime başlamadan önce ele alınır ve olası hata türlerinin ve nedenlerinin sınırlanmasını kapsar. FMEA çalışmaları hatuları önleyici gerekli önlemleri belirler ve böylece hasar görecekt veya yerine takılmayacak bir parçanın müşteriye ulaşmasını önler. Bu çalışmanın amacı, parçanın planlanan üretim veya montaj operasyonuna göre dizayn karakteristiklerini analiz edip sonuçta müşterinin beklenti ve gereksinimleri karşılayacağından emin olmaktır.

Olası hata nedenleri belirlendiğinde, bunu önleyici tedbir alınabilir veya tekrarlanması azaltılır. Ayrıca FMEA çalışmaları üretim veya montaj işlerinin rasyonel hale gelmesine yardımcı olur.

Çok çabuk gelişen müşteri istekleri, yasal zorlamalar ve tavırlar, hataları önleyici ve sistemli bir teknoloji kullanımını eskiye oranla daha önemli kılmıştır. Bu nedenle, üretim ve montaj proseslerindeki problemlerin önlenmesi FMEA'lar yardımıyla sistemli bir şekil almıştır. .Hedef, bir ürünün imalat ve montaj proseslerinin analiz edilmesini ve ürünün müşteri beklenti ve gereksinmelerini karşılamasını sağlamaktır.

FMEA, potansiyel hataların tespitinden sonra .bu hataların tamamen ortadan kaldırılması veya en azından tekrarlanma olasılığını azaltmak için gerekli iyileştirme tedbirlerinin ortaya konulmasını sağlar. Ayrıca, FMEA, geliştirilmiş olan üretim ve montaj proseslerinin mantıklı bir temele oturtulmasını belgeledir, hataların belirlenmesi veya kaçınılmasına yönelik kontrolleri ortaya koyar. Bu esnada ,uygulanacak giderme önlemlerin sırasını belirleyen Risk Öncelik Göstergesi (RÖG) ile bağlantılı olarak bir hatanın ortaya çıkması ve çıkarılması olasılığını ortaya koyar. Bu analitik metot, yeni bir model parça programının, üretim planlanması sırasında bütün yeni ve değişiklik yapılan imalat ve montaj aşamalarında uygulanır . Deneyimler göstermiştir ki, FMEA programları uygulanmış ve kritik hatalar izlenebilmiş olsaydı, yukarıda belirtilen toplu değişiklik gereksinimleri doğmazdı.

### **1.1. Tarihçesi**

FMEA , ilk olarak NASA tarafından , uzay uygulaması için inşa edilen aracın, istenilen güvenilirlik karakteristiklerine sahip olmasını sağlayacak yöntem olarak geliştirilmiştir. (FI-AT- 00270,1988, Sa 1/16)

FMEKA, kritik hata türlerini önem derecelerine göre sıralayan kantitatif bir yöntemdir ve bu sıralama işlemi , hataların ortaya çıkma olasılığına ve onların kritikliğe olan etkisine göre yapılır. Bugün FMEA, daima bir kritiklik analizini de içerir ve bu nedenle bu iki sistem (FMEA ve FMEKA) uygulama da bir uyum sağlarlar.

1960-1965 yılları arasındaki NASA tarafından , 1969 yılında aya insan indirecek olan APOLLO projesinde FMEA uygulanmaya başlanmıştır. Aya insan indirecek olan ürün bir tane ve çok pahalı olması nedeniyle, hiçbir parça veya sistemin arıza yapmaması isteniyordu. Bunu sağlamak için FMEA uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmaması durumunda APOLLO projesindeki sistemleri yedeklemek gerekiyordu.

1965-1970 yılları arasında, A.B.D. Silahlı Kuvvetlerinde MIL-STD (Askeri Standart) olarak, problemleri toplama ve analiz etme yolu olarak kullanılmış , 1970 yılında çok gizli olma özelliği kaldırılmıştır.

1970-1975 yılları arasında A.B.D. uçak sanayiinde kullanılan FMEA'nın ilk endüstriyel uygulamasını ,1975 yılında Japon NEC firması başlatmış ve daha sonra bu uygulama bütün dünyada yaygınlaşmıştır.(Çiğdem,S,1995,Sa 9 )

FMEA, 1980 yılında FORD tarafından otomotiv sanayiinde uygulanmaya başlanmış, sistemde değişiklik yapılarak çok karmaşık olan askeri uygulama basitleştirilmiştir.Bu yöntem, Fransız Renault ve Citroen otomotiv şirketlerince AMDEC olarak isimlendirilmiştir.

FMEA, 1985 yılından geçerli olarak ,FORD uygulamasından farklı olmayan bir şekilde, İtalyan FIAT şirketinde uygulanmaya başlanmıştır..(Çiğdem,S,1995,Sa 9 )

## 1.2. FMEA Hata Türü ve Etkileri Analizinin Önemi

Çok hızlı değişen müşteri beklentileri,yasal gereksinmeler ve yasal yaptırımlar, potansiyel hataların belirlenmesi ve giderilmesi tekniğini çok önemli hale getirmiştir. FMEA'nun gerekliliği, en çok can güvenliği ve çevre sağlığı gibi konularda önem kazanmaktadır.

FMEA dinamik bir belgedir. Daima en son proses ve konstrüksiyon gelişmelerini gözönüne almalıdır.

FMEA, ürünlerin müşterinin gereksinme ve beklentilerine cevap verecek düzeyde olmasını sağlamak için planlanır, imalat veya montaj prosesine ait tüm özellikleri analiz eder, olası hata nedenleri belirlendiğinde, bunların önlenmesi veya ortaya çıkma frekansının azaltılması yönünde tedbirler alınmasını sağlar. FMEA, aynı zamanda, yeni geliştirilen üretim veya montaj proseslerinin rasyonelliğini belgeler.

Müşteri beklentilerinin, zaman içinde hızla değişmesi nedeniyle, endüstrilerin olası problemleri belirlemeye ve önlemeye yönelik bir tekniği, sistemli bir şekilde kullanma gereksinmesi eskiye göre daha çok önemlidir. Dolayısıyla Proses FMEA üretim ve montaj aşamalarındaki problemlere sistematik bir yaklaşım sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Geniş anlamda bir FMEA, yeni bir prosesin geliştirilmesinde bütün mühendislik deneyimlerini bünyesinde toplar.

Kısaca, FMEA gerekli mi sorusuna şu yanıtı verebiliriz;

- Yasalara uygunluğu veya emniyeti ters yönde etkileyebilecek olası hata nedenlerini belirlemek,
- Ürünün seri üretime başlamadan önce olası tasarım yetersizliklerini belirlemek.
- Üretime başlamadan önce olası proses yetersizliklerini belirlemek,
- Kritik özellikleri ve önemli özellikleri belirlemek.

FMEA için gerekli sistemli bir analiz aşağıdaki gibi yapılır :

- Bütün ürün ayrıntıları ( tasarım FMEA) veya bütün proses çalışmaları ( proses FMEA) hesaba katılır.
- Bütün hata /arıza türleri, her bir parça veya çalışmada aranır.
- Analiz uygun formlar üzerine adım adım kaydedilir.

FMEA, amaçlanan yerler de hataların önlenmesi yanında ekonomik yararlar da sağlar. FMEA'nın mantıksal ve sistematik kullanımı, zaman alıcı ve pahalı değil, metodun sözleşme amaçlı kullanımızaman alıcı ve masraflıdır. Bu özellikte FMEA'ya bir zorunluluk olarak bakıldığında, düşük maliyetli hatasız ürünlerin yapımı için gerekli, bir alet olarak düşünülebilir.

### 1.3. FMEA Yapılması için Gerekli Koşullar

Etkili bir kullanım, doğru kullanım koşulları ve kullanıcının bilgi birikimine ve yeteneğine bağlıdır.

FMEA'dan istenen bilgileri sağlamak için aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir.

1. İşletme yönetimi FMEA'nın yapılmasının isteğini kesinlikle belirtmelidir.
2. Her katılımcı, FMEA'nın kurulmasına ilişkin yeterli bilgiye sahip olmalıdır.
3. Her katılımcı, metodu kullanma stratejisine sahip olmalıdır.
4. Yapılış prosedürü önceden tartışılmalı ve bütün kullanıcılar tarafından anlaşılmalıdır.

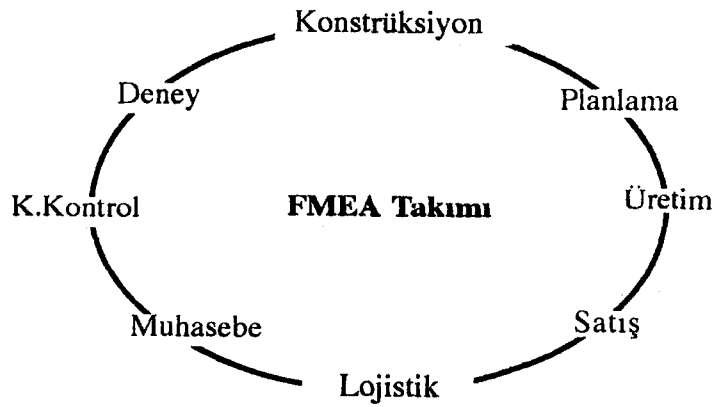
5. İşletmede bir bölüm, metodun uygulanmasını koordine etmelidir.
6. Metodik problemlerin açıklanması ve kullanıcılara yardımcı olmak amacıyla bir başlangıç noktası tespit edilmelidir.

Prensipteki koşullar yanında bir de metodik koşullar vardır. Analizi gerçekleştirebilmek için şu koşullara uyulmalıdır :

1. FMEA'ın amacı, hatasız parça veya fonksiyonların müşteriye teslim edilmesidir.
2. FMEA'da ortaya çıkan bilgiler veya bulgular hemen tanımlanmalı ve değerlendirilmelidir.

#### 1.4. FMEA'nın Çalışma Prensipleri

FMEA'nın çalışma prensibi bir FMEA takımı olarak şematize edilebilir. FMEA taslakların, proseslerin, organizasyonlarının v.s. gerçekleştirilmesindeki risklerin önlenmesinde analitik bir yöntemdir.



Şekil 1.1. FMEA Takımı ( Çiğdem,S,1993, sa 69-96 )

### 1.5.FMEA'nın Adımları

FMEA çalışması bir ekip işidir, işin başlangıcında yapılacak işlemlerin açıkca belirlenmesini sağlar. Bu işlemi şöyle sıralayabiliriz;

1. Analiz edilecek problemin seçimi ve sınıflandırılması ve kayıt formlarının hazırlanması.
2. Temel verilerin tanımlanması ve değerlendirilmesi.
3. Risk Öncelik Göstergesi ( hata önleme sırasını belirleyen sayı) sayısını bulmak için temel verilerin varsayımlara dayalı birleştirilmesi.
4. Düzeltici önlemlerin gerekliliği konusunda hipotezlerin kontrol edilmesi,
5. Gerekli önlemlerin tanımlanması ve değerlendirilmesi.



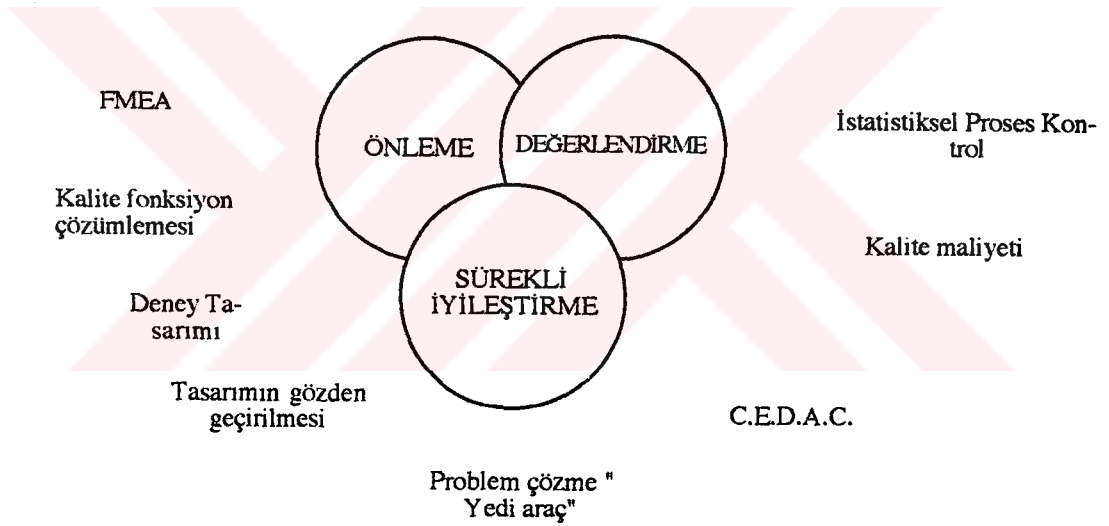
## BÖLÜM 2

### FMEA 'YA GİRİŞ

#### 2.1. FMEA ve Toplam Kalite

FMEA'yı anlatmadan önce, bu tekniğin Toplam Kalite içindeki yerini göstermekte yarar vardır.

Toplam Kalitenin Üç Bölgesi



Şekil 2.1. Toplam Kalitenin Üç Bölgesi ( Çiğdem, S. , 1995, Sa 8 )

Şekil de Önleme , Değerlendirme ve Sürekli İyileştirme öğeleri gösterilmiştir. Bu öğeler , yönetim anlayışı ve felsefesini , organizasyonu , yöntemleri ve sistemleri kapsar, insana en ön sırada değer vermeyi gerektirir , bilimselliği her faaliyete şart koşar.

Bu öğeleri ele alıp incelersek;

Bu ögeleri ele alıp incelersek;

#### A-Önemeye dönük yaklaşım

Toplam Kalite modelinin temelinde, "hataları ayıklamak" yerine "hata yapmamak" yaklaşımı vardır. Kalite - maliyet ilişkisinde bu çok önemlidir. Nitekim, sanayide kalite evrimi de son muayeneden başlamış, Tasarımda Kalite (QFD) aşamasına kadar gelmiştir.

Önemeye dönük yaklaşımın genel bir ifadesi , planlamanın doğru yapılması şeklinde özetlenebilir. Her yönü ile düşünülmüş kapsamlı ve titiz bir çalışma ile oluşabilen hataların çok büyük bir bölümü ortadan kaldırılabilir. Tüm hata kaynaklarını bilmek mümkün değilse de , olası sürprizlere önceden hazırlanmak, tamamen hazırlıksız yakalanmaya karşı büyük avantaj sağlar. Diyebiliriz ki, planlamaya harcanan her dakika son derece değerlidir.

#### B-Değerlendirme (Ölçüm ve İstatistik)

Rekabetin temel kriteri olan kalite-maliyet-termin üçlüsünden üstünlük sağlamak için , şirketin her yönü ile gelişmesi gerekir. Ölçemediğimiz şeyi geliştiremeyiz de. O nedenle , ölçüm ve istatistik, toplam kalitenin vazgeçilmez parçalarıdır. İstatistiğin özellikle üzerinde durmamızın çeşitli nedenleri vardır. Bunları şöyle sıralayabiliriz;

-Doğal olayların tümünde değişkenlik vardır. Bu değişkenliği ölçebilmek için istatistiğe başvurmak şarttır.

-Hataların çok büyük bir bölümü değişkenlikten kaynaklanır. İstatistik biliminin tekniklerini uygulayarak değişkenliğin özelliklerini inceleyebilir ve hataların kaynakları belirlenir.

-İstatistik teknikleri analize yardımcı olduğu gibi, iletişimi de kolaylaştırır, konuya farklı açılardan bakan kişilerin aynı dili konuşmasına olanak sağlar. (Prof Dr. Kavrakoğlu, İbrahim,1992, Sa 33-35)

#### C-Sürekli Gelişme

Günümüzün en yüksek rekabet gücüne sahip şirketlerinde kalite yönetiminin temeli, "Sürekli Gelişmeye" dayalıdır. En alt düzeydeki prosesden, tüm şirketi içine alan hedeflere yönelik planlama ve uygulama çalışmaları bu anlayışa göre düzenlenmiştir. Hedef belirli bir standartı tutturmak değil, seviyeyi sürekli ve hızlı bir tempoda geliştirmektir. (Prof Dr. Kavrakoğlu, İbrahim,1992, Sa 33-35 )



## 2.2 FMEA'nın Temel Amacı

FMEA hata önleme tekniğidir, bununla birlikte temel amaçlarını şöyle sıralayabiliriz;

- Hata / arıza nedenlerini, etkilerini ve kritikliklerini belirler,
- Ürünün kritik hata / arızalarını belirler,
- Hataları, kusurları, arızaları ve kritiklikleri ortadan kaldıracak veya en aza indirecek değişiklikleri, yöntemleri ve testleri kararlaştırarak ürünü geliştirmeyi sağlar.

### 2.2.1. FMEA'nın Amaçları

İşletme FMEA yaparken amaçlarını şöyle sıralayabilir;

- Olası hata türlerinin belirlenmesi ve etki şiddetinin derecelendirilmesi,
- Kritik özelliklerinin ve önemli özelliklerinin belirlenmesi,
- Olası tasarım ve proses yetersizliklerinin önem sırasına göre sıralanması,
- Mühendislere ürün ve proses ile ilgili endişelerin ortadan kaldırılmasında ve problemlerin ortaya çıkmasını önlemede yardımcı olması,

## 2.3. FMEA'dan Beklenen Yararlar

İşletmelerin FMEA'dan bekledikleri başlıca yarar; emniyet, güvenilirlik, üretim teknolojisi alanlarındaki zayıflıkları belirlemektir.

Diğer yararlarını da şöyle sıralanır;

- Kalıplardaki ve donanımlardaki değişikliklerin sayısını azaltmak,
- Olası değişiklikler, kağıt üzerinde yapıldığında daha az maliyetli ve değişiklik uygulanabilir, buna karşın tezgahlarda , donanımlarda ve kalıplarda yapıldığında maliyet yüksek ve uygulanabilirlik zordur.
- Ürünün satışa hazır olma süresinde azalma,
- İç hurdalarda azalma,
- Daha fazla müşteri memnuniyeti.( Çiğdem, S. ,1994, Sa 10-20)

Genel olarak;

- Ürünlerin kalite, güvenilirlik ve emniyetini geliştirir,
- Şirketin toplumdaki imajını ve rekabet edilebilirliğini geliştirir.
- Müşteri memnuniyetinin artmasına yardım eder,
- Ürün geliştirme zaman ve maliyetini azaltır,
- Riski azaltmak için yapılan çalışmaların izlenmesini ve belgelendirilmesini sağlar.  
(Çiğdem, S. ,1994, Sa 12-18 )

#### 2.4. FMEA Türleri

FMEA , yeni bir prosesin geliştirilmesinde , bütün mühendislik anlayışını,geçmiş deneyim ve problemlere dayanarak hata kaynağının analiz edilmesini sağlar. FMEA ikiye ayrılır. Tasarımda FMEA'a , Proses de FMEA'ya. Şimdi kısaca bu iki FMEA'ı ele alalım;

##### Tasarım FMEA

- Ürünün olası hata türlerinin , ürün geliştirme aşamasında, önceden belirlenmesine yardım eder.
- Ürünün bütün olası hata türlerinin ve onların etkilerinin daha üst düzeyde gözönünde tutulma olasılığını artırır.
- Ürün tasarım gereksinimleri ve alternatiflerinin değerlendirilmesinde yardımcı olur.
- Olası kritik özelliklerin ve önemli özelliklerin belirlenmesine yardım eder.
- Tasarım iyileştirme çalışmaları için bir öncelik sağlar.

##### Proses FMEA

- Yeni üretim ve montaj proseslerinin incelenmesine yardım eder,
- Olası üretim ve/veya montaj prosesinin hata türlerinin ve onların etkilerinin gözönünde tutulma olasılığını artırır.
- Kritik özellikleri ve önemli özellikleri belirler ve doğru bir "üretim kontrol planı" geliştirilmesine yardım eder.

Proses FMEA hakkında Bölüm 3 'de daha ayrıntılı bilgi verilecektir.

## **2.5. FMEA'nun başlatılması, günün gereksinmelerine göre düzenlenmesi ve tamamlanması**

FMEA aşağıdaki durumlarda başlatılır;

- Yeni ürünler ve prosesler tasarlanıyorken,
- Mevcut tasarımlar ve prosesler değiştiriliyorken,
- Bir problem çözme çalışması tamamlandıktan sonra (problemlerin yeniden ortaya çıkmasını önlemek için)
- Proses FMEA için, ürün ilk çizimleri tamamladıktan sonra.

FMEA'nın günün gereksinmelerine göre düzenlenmesi, bir ürünün tasarım , uygulama, çevre, malzeme veya montaj proseslerinde bir değişiklik söz konusu olduğunda ,

FMEA'nın tamamlanması aşağıdaki durumlarda gerçekleşir;

- Bir ürün tasarımına üretim için onay verildiğinde , tasarım FMEA çalışmasının tamamlanmış varsayılır.
- Bütün işlemler, bütün kritik ve önemli özellikler belirlendiğinde ve kontrol planı tamamlanmış olduğunda , bir Proses FMEA çalışması tamamlanmış varsayılır.

## **2.6.FMEA Çalışma Grubu**

FMEA'nın etkinliği, şirketteki görevler arası gruplardan doğru bir çalışma ekibi oluşturulması esasına dayanır.

FMEA çalışma ekibine katılanların, halen incelenmekte olan ürünün tasarımı, gerçekleştirilmesi ve kontrolünde işin içine tam anlamıyla girmiş olmaları gerekir: Sonuçların kalitesi, işi yapan kişilerin kalitesiyle doğrudan ilişkilidir.

Analiz edilecek olan ürün/prosesin seçiminden hemen sonra, çalışma ekibinin oluşturulmasına karar verilmelidir.

Birlikte çalışan kişilerin sayısı 6- 7 ile sınırlıdır. Grup, analiz ve değerlendirme aşamalarının sonuçlandırılmasına kadar, periyodik olarak toplantılar düzenlenir. Grup, çalışma şeklinin kuralları uygulanır, bir Ekip Lideri tarafından yönlendirilir.

Ekip Lideri grubun çalışma şeklini düzenler. Ayrıca;

- Kesin toplantı gündeminin belirlenmesi,
- Toplantıya katılanlara hakim bir şekilde yönlendirilmesi,
- Toplantı sırasında notların alınması,
- Toplantının ertesi günü raporunun hazırlanması,
- İncelemenin devamını sağlama gibi

faaliyetleri yönetir.

Ekip Lideri, ulaşılması istenen hedefe, etkin bir FMEA çalışması gerçekleştirmek için uygun düzenlemeleri sağlamalıdır. Ekip Liderinin, çalıştığı konu üzerinde uzman olması zorunlu değildir. Konu hakkında bilgi toplaması gerekir. Bilgi toplamak aşağıdaki etkinliklerle sağlanır;

- Konu hakkında bilgi toplanması;
- Çalışmayı ilgilendiren belgeleri toplamak,
- Bu, konunun çalışma şeklini ve karakterini anlamak için okumak,
- Üretim alanına gitmek, olaylarla ,ortamla tanışmak
- İlgili kişilerle konuşmak, onları dinlemek.

## **2.7. Proje Ekibinin Faaliyetinin Yararları**

FMEA'nın bir ekip işi olduğunu daha önce belirtmiştik. Bu ekibin yararlarını şöyle sıralayabiliriz;

- Faaliyete katılanların hepsi yeni ürün ve onunla ilgili üretim sistemi hakkında bilgilere sahip olur ve işin içine girer.
- Şirketin değişik fonksiyonları arasında iletişim ve karşılıklı anlayışı geliştirir.
- İyileştirme faaliyetleri üzerinde genel uzlaşma sağlar.
- Tek bir döküman üzerine, farklı kaynaklardan farklı veriler toplar.

## 2.8. Tasarım ve Proses FMEA Arasındaki Farklar

A) Tasarım FMEA , tasarımıla ilgili olan; malzemeler ve parçalar, üretim teknolojileri, işlemler, toleranslar, güvenilirlik v.s. hususlarını kontrol eder.

Tasarım FMEA, sistem ve parça tasarımında , çıkabilecek olası bütün hata türlerini ve bunlarla ilgili , nedenlerin ele alınmasını ve çözümlenmesini sağlayan bir tekniktir. Müşteri üzerine olan etkisine göre sıralanmış, çıkabilecek olası hata türleri listesinin geliştirilmesini sağlayarak , tasarım iyileştirmeleri ve geliştirme testleri için bir sistemin kurulmasına yardımcı olur. (FIAT- 00270, 1989,1/14 )

B) Proses FMEA hata türlerini incelerken;

- Araçlar ve gereçlerle desteklenen veya desteklenmeyen otomatik, yarı-otomatik işlemler,
- Uzman personel tarafından elle yapılan işlemleri ele alır.

Proses FMEA , üretilen ürünle ilgili prosesin hata türlerini , hataların gelecekte müşteri üzerinde olabilecek etkilerini değerlendiren bir tekniktir. Gelecekteki üretim veya montajda, olası proses hata nedenlerini ve hata durumlarını keşfetme veya olasılıklarını azaltmak için gerekli proses değişkenlerini belirler. (FIAT- 00271, 1988, Sa 1/16 )

ÜRÜN TANIMI



ÜRÜN TASARIMI



DENEME



PROSES TASARIMI



SERİ ÖNCESİ

X ÜRETİM



SATIŞ SONRASI



TASARIM

PROSES

FMEA

FMEA

Şekil 2.2. FMEA Genel Aşamaları (Çiğdem, S, 1995, Sa 17)

## **BÖLÜM 3**

### **PROSES FMEA**

#### **3.1.Genel**

Proses FMEA analitik bir teknik olup, proses hatalarından etkilenebilen ürünleri belirler, Ürünlerdeki bu hataların müşteriye hangi yönde etkileyebileceğini araştırır, hata kaynağının hangi üretim ve montaj operasyonunda olduğunu belirler, arıza ve hata şartlarını önlemek veya açığa çıkarmak amacıyla, incelemeye alınması gereken proses değişkenlerini belirler. Düzeltici önlemlerin öncelik sırasını belirlemek için, Olasılık ( hataların tekrarlanma olasılığı), Şiddet (hataların müşteri üzerine etkisi ), Keşfetme( hataların müşteriye ulaşmadan önce yakalanma olasılığı) olasılık faktörlerini kullanarak, bir Risk Öncelik Gösterge puanı (RÖG) belirlenir. Yeni veya eski bir prosesin sistematik bir şekilde gözden geçirilmesi ve analiz edilmesi, yeni bir model veya parça prosesine ilgili sorunların , çözümlenmesini veya kontrol altında tutulmasını sağlar.

Bir proses FMEA, üretimden önce hazırlanır ve üretim sırasında doğabileceği tahmin edilen olası hataların ve bunların nedenlerinin liste halinde dökümünü içerir.

Proses FMEA, yeni makina veya araç proseslerinin de geliştirilmesinde yardımcı olur. Yöntem aynıdır. Dizayn edilen makina ve aracı ürün olarak kabul etmek gerekir.

Proses FMEA ile üretim ve montaj hatalarından korunma önlemleri belirlenir ve hatalı parçaların müşteriye gönderilmesi engellenir. Hedef, bir ürünün konstrüksiyon özelliklerinin, planlanan üretim ve montaj proseslerinin analiz edilmesi ve bununla birlikte bitmiş ürünün müşteri beklenti ve gereksinmelerini karşılamasıdır.

Ayrıca Proses FMEA, ürünün proseslerindeki hata nedenlerini belirleyen analitik bir tekniktir, olası üretim veya montaj proseslerindeki hata nedenlerini belirler ve bunların önceden saptanıp önlenmesini, kontrol altında tutulmasını sağlar. Bu teknik oluşum ve bu oluşumu yakalama olasılığını şiddet (hatanın müşteri üzerine etkisi ) kriteri ile birlikte kullanılır ve RÖG sayısını oluşturur. Böylece, bu sayının büyüklüğüne göre düzeltici önlemler önem sırasına göre alınır. Sistemli bir gözden geçirme ile de, yeni bir ürünün, daha planlama aşamasında ve üretim aşamalarında meydana gelebilecek hatalara da çözüm bulunabilir.

Proses FMEA;

- Olası proses hatalarını gösteren,
- Müşteri üzerinde olası etkileri değerlendiren,
- Üretim ve montaj proseslerindeki olası nedenleri gösteren,
- Önemli proses büyüklüklerini görünür duruma getiren

analitik bir metottur.

Proses FMEA , bütün yeni ürünlere/parçalara, değişiklik yapılan ürünlere, yeni üretim teknolojilerinin uyguladığı bilinen ürünlere/parçalara ait üretim proseslerini kapsar.

### 3.2. Proses FMEA Çalışma Ekibinin Oluşumu

Proses FMEA çalışması, Ürün Mühendisliği(Teknolojist) tarafından, Üretim, Kalite Güvence, Mühendislik Bölümleri ve Yan Sanayicilerin işbirliği ile yürütülerek, son proses onayından önce tamamlanacaktır.

Proses FMEA çalışması yapılırken, benzer proseslerden ve ekipmanlardan sağlanan bilgiler alınmalıdır. Proses FMEA, üretim proseslerinin ön hazırlık çalışmaları esnasında veya öncesinde başlar ve bağımsız parçalardan başlayarak, tüm montaja kadar olan bütün üretim çalışmalarını içerir. Proses FMEA, ürünün tasarlandığı şekilde tasarım amaçlarını karşılayacağını varsayar. Tasarım zayıflığı nedeniyle oluşabilecek olası hatalar Proses FMEA'yı kapsamaz. Bunların etkileri ve önlemleri, Tasarım FMEA'nın kapsamı içerisinde dir. Bir proses FMEA, prosteki zayıflıkların üstesinden gelmek için ürün tasarım değişikliklerine güvenmez. Fakat, son ürünün müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini daha çok karşılaması için, planlanan montaj veya prosesin , ürünün tasarım özelliklerini sağladığı kabul edilir.

Proses FMEA'nın yapılabilmesi için gerekli çalışma grubu , şu kişilerden oluşur; Ekip Lideri, Teknolojist, Sürekli Katılımcılar, Diğer Olası Katılımcılar. Çalışma grubu elemanlarının sorumlulukları ve nitelikleri şöyledir;

Ekip Lideri,

İncelenecek prosesden sorumlu olan kişidir. Sözkonusu prosesin kurulacağı yerde toplantılar düzenler ve değişik bölümlerden uzmanların katılımını sağlar.



Ekip lideri, Proses FMEA için aşağıdaki bilgi ve belgelerin mümkün olduğunca hazırlanmasından sorumludur:

- Parça / ürünün tanımı (şartnamelere uygun olarak )
  - Montaj hattı / prosesin doğal toleranslarının kontrol sınırları dışındaki redler / problemlerle ilişkili keşfedilmiş hata verileri
  - Hata türü sınıflandırılması
  - Proses ve montaj hattı akış şemaları ve açıklamaları
  - Proses yerleşme planı
  - Teknik resimler ,
  - Muayene planı ,
  - Yeni bir parça numunesi
  - Kusurlu bir parça numunesi
- Teknolojist

Prosesin tamamını çok iyi bilen , en yetkili uzman kişidir. Prosesi tasarlayandır.

-Sürekli Katılımcılar

Sürekli Katılımcılar aşağıdaki elemanlardan oluşur;

a-Tasarımcı

Tasarımcı, müşteri isteklerinin tamamını karşılamalıdır. Tasarımcının rolü, müşterinin sözcüsü durumunda olmasıdır. Bu nedenle, tasarımcı ekip içerisinde müşteriye temsil eder.

b-Proses Kalite Yöneticisi

Prosesleri ve üretimi çok iyi bilir, ayrıca üretimde geçmişte yaşanan sorunları bilmesi , geçmiş verileri değerlendirebilmesi esas aranan özelliklerdir.

c-Üretim Yöneticisi

Üretimden sorumlu kişidir. Proses aşamaları ve proses hakkında bilgi verir.

#### d-Yan Sanayiciler (Satınalma yetkilisi)

Proses faaliyetinde , olası hataları tahmin etmek için Yan Sanayicilerin fikir ve görüşlerine ihtiyaç olabilir. Yan sanayicilerinin katılmadığı ekip çalışmalarına , onların temsilcisi olarak Satınalma Sorumlusu katılır.

#### e-Bakım Yöneticisi

Yalnızca arıza çıktığı zaman, arızayı gidermeyen, aynı zamanda planlı bir önleyici bakım da yapan , prosesi ve zayıf yerlerini çok iyi bilen , bakım grubunun yöneticisidir.

#### -Diğer Olası Katılımcı (İncelenen parça/ prosese göre)

#### - Servis Yetkilisi

Servis yetkilisi çalışma grubu içinde yer alır. Geçmişte oluşan hatalar , istekler ve beklentiler konusunda ekip çalışmasına yardım eder.

### 3.3. FMEA Gerçekleştirme Aşamaları , Proses FMEA Prosedürü

Proses FMEA, ilgili prosesin içerdiği tüm işlemlerin listelenmesiyle başlar.

Proses FMEA çalışmasına başlamadan önce , üretim prosesinin hangi parçasının gözüne alınacağı tam olarak kararlaştırılır. Verilen bir ürün veya parça için tüm üretim prosesini kapsayacak şekilde FMEA çalışması yapmak gerekmez. Diğer taraftan, bir ürünün üretim prosesi olarak genelde, değişik makinalarla işleme, şekillendirme, montaj , muayene gibi, hammadde durumundan, tamamlanmış ürün oluncaya kadar geçen tüm aşamalar ele alınır. Bir Proses FMEA çalışmasının bu kadar geniş faaliyet alanlarını kapsaması olanaksızdır.Söz konusu üretim prosesi, her birimin ürüne belirli bir özellik verdiği bağımsız temel faaliyetlere bölünür.

Eğer ürün sistem veya ana grupsa, onu küçük parçalara bölmek gerekir .Yalnızca bu yolla , üretim prosesi için arzu edilen ayrıntı derecesine ulaşmak mümkündür.Hata, prosesin bir uyumsuzluğunu gösterir. Bu ayrıntı derecesiyle, farklı prosesler için değişik çözümler belirlenir. Seçilmiş üretim proseslerinin uygunluğu sürekli olarak yeniden değerlendirilerek, gereksinme durumunda iyileştirmeler anında başlatılır.

Bu incelemeden sonra, her bir üretim prosesi hata türü nedeninin önceki işlemlerde görülmesine karşılık, hatanın ürün üzerine etkisi daha sonraki işlemlerde görülecektir.

Proses FMEA'yı gerçekleştirirken izlenen yollar 8 aşama olarak ele alınıp incelenir. Bu aşamalar;

Birinci aşama; proses fonksiyonlarını içerir,

İkinci aşama; hata türlerini içerir.

nc aşama; hata türünün etkilerini içerir.

Dördüncü aşama; nedenlerin tanımlanmasını içerir.

Beşinci aşama; kontrol önlemlerinin tanımlanmasını içerir.

Altıncı aşama; puanlandırma sistemini içerir.

Yedinci aşama; risk öncelik göstergesini içerir.

Sekizinci aşama; önerilen iyileştirmeleri içerir.



## Birinci Aşama

### 3.4. Proses Aşamaları

Proses FMEA, prosesin akış şemasıyla başlamalıdır. Bu akış şeması, her bir işletmede üretilecek olan ürün özelliklerini belirler. Bazı etkilerin belirlenmesi ve bazı şiddet ( hatanın müşteri üzerine etkisi ) değerlerinin tahmini, sorumlu tasarım mühendisinden veya eğer elde varsa ilgili Tasarım FMEA çalışmasından sağlanır. Proses de bir çok işlem varsa ve farklı olası hata türlerine sahiptirler, bu işlemlerin her birini ayrı prosesler gibi listelemek gerekir.

#### 3.4.1. Proses Fonksiyonları:

Proses fonksiyonları da birincil ve ikincil olarak sırayla yazılır. Prosesin fonksiyonları olarak; her bir parçanın kusursuz ve düzgün olarak üretiminin gerçekleştirilmesi için prosesde yapılan işlemler yazılır. Birincil fonksiyon, prosesi etkileyen fonksiyondur. İkincil fonksiyon ise prosesi çok fazla etkilemeyen fonksiyondur.

## İkinci Aşama

### 3.5. Hata Türünün Tanımlanması

Hata; bir proses veya işlemin belirlenen hedeflere göre tamamlanmaması veya tasarıma uygunluğunun sağlanamaması şeklinde tanımlanır.

Proses FMEA'da , yalnızca prosesden kaynaklanan hatalar incelenir. (Bunun anlamı, tasarımla ilgili ortaya çıkabilecek kritik durumlar üzerinde çalışmanın mümkün olmayacağı demek değildir).

Ürünün yalnızca müşteriye teslim edilmeden hemen önce ortaya çıkabilecek hatalar değil, ömür boyunca çıkabilecek hatalar da gözönüne alınır.

#### Hata Türleri:

Her bir proses fonksiyonu için, bütün olası hata türleri , ortaya çıkma olasılığından bağımsız olarak sıralanır. Hata, prosesin uygunsuzluğu ve prosesin belirlenen hedefleri karşılamıyor olmasıdır. Olası hata türü, bir parça veya grubun belirlenen mühendislik gereksinimleri veya özel proses gereksinimlerini karşılamada başarısız olabileceği bir tavır olarak tanımlanır.

Bir sonraki işlemdeki olası hata türü ile yakından ilişkisi olan bir neden veya bir önceki işlemdeki hata türü ile yakından ilişkisi olan bir sonuç olabilir. Bununla beraber, FMEA'nın hazırlanmasında, gelen parça (ların) / malzeme(lerin) doğru olduğu varsayılır.

Belirli bir işlemde, bir parça veya prosesin fonksiyonları yönünden olası bütün hata türleri liste halinde yazılır. Varsayım olarak, hatanın olabileceği, ancak mutlaka olmasının gerekmediği kabul edilir.

Genelde, proses hata türleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

Üretim : Boyutsal (tolerans dışı),

Montaj : Eksik parça , yanlış montaj,

Test/Muayene : Kötü parça kabul edildi.

Üretilcek olan parçanın amacını veya fonksiyonunu belirlemek için , Tasarım FMEA ile benzer veya aynı parçaların proseslerindeki geçmiş problemler gözden geçirilir. Ayrıca, garanti verileri , saha servis verileri gibi yararlı bilgi kaynakları gözden geçirilir, bilinen tüm geçmiş hata türleri belirlenir.

Hata türleri ,aşağıdaki kademelerin herhangi birinde meydana gelebilir;

- Prosesleme(presle şekillendirme, makinada işleme, yüzey kaplama, kaynak, ısıl işlem, v.s.)
- Montaj
- Muayene/test (üretim prosesinin bütün aşamalarında)
- Elden geçirme, taşıma, depolama.

Üretim prosesi hata türlerini listelemeden önce, belirtilen problemlerin pek çoğunun bir Tasarım FMEA'da ürün hata larının nedenleri olarak tanımlanabileceğine dikkat edilmelidir.

### Üçüncü Aşama

#### 3.6. Etkinin (Sonucun ) Tanımlanması

Hatanın sonuçları, hata türünün müşteri(ler) üzerindeki etkileri olarak tanımlanır. Hatanın olası etkisi değerlendirilirken, her bir hata türü göz önünde bulundurulmalıdır. Bir hata türünün sonucu olan etki(ler), bir sonraki işlemde, daha sonraki aşamalarda parça/ ürünü kullananlar veya son müşteri tarafından dikkat çeken veya yaşanan olumsuzluklardır.

Hatanın sonuçları, müşteri(lerin) nelere dikkat edecekleri veya başlarına neler geleceği yönünden tanımlanır.Son kullanıcı için sonuçlar, daima ürün veya sistem performansı yönünden göz önüne alınır. Eğer müşteri ile tanımlanan, bir sonraki işlem ise , sonuçlar proses performansı olarak ele alınır.

Eğer hatanın sonucu, ürünün emniyetli bir şekilde kullanımını etkileyecek veya yasalarla uygunsuzluk oluşturacak, bu husus aynı şekilde belirtilmelidir.

Üretim prosesindeki hataların nedenleri nasıl ki önceki işlemlerde başlıyorsa, hatanın ürün üzerindeki etkileri(sonuçları) de sonraki işlemlerde görülür.

Ürün hata türlerinin bazıları, Tasarım FMEA tarafından diğer yöntemlerle belirlenenlerin aynısı olabilir. Ürün mühendisi ile tasarımcı, iyileştirmeleri önerirken her ne kadar farklı yollar izlerlerse de, her iki teknik arasında belirli miktarlarda çakışmalar olduğu gerçeğinden hareket ederek, Tasarım, Üretim ve Kalite Güvence arasında yakın işbirliği sağlar.

### 3.6.1. Hata Türünün Sonuçları (Etkiler)

Hata türünün etkileri ikiye ayrılır;

#### a. Son Müşteri(Kullanıcı) Üzerindeki Etkisi

Her bir hata türünün neden olabileceği tüm olası hataları ve bunların sonuçları listelenir;

- Ürünün çalışma durumunda,
- Ürünün kullanılma durumunda,
- Standartlara /şartnamelere uygunluğu, yasalar, standartlar(dış normlar)

#### B. Yan Sanayi ve Ara Müşteri Üzerindeki Etkisi

Aşağıdaki etkilere (sonuçlara ) neden olan bütün hasarlar gözönüne alınacaktır:

- İç hatalar (ıskartalar, yeniden işleme)
- Dış hatalar (garanti,geri iade, iskonto, satış kayıpları, v.b.)

## Dördüncü Aşama

### 3.7. Nedenlerin Tanımlanması

Bir hata türünün nedeni, bir üretim veya montaj yetersizliğidir . Hata türünün nedeni, üretim değişikliğinin kaynağı ve bir prosesin hata türüne nasıl neden olacağına tanımıdır. Hatanın olası nedeni olarak, düzeltilebilecek veya kontrol edilebilecek özellikler yönünden hata türünün nasıl oluşabileceği tanımlanır.

Belirlenen her bir üretim prosesi için, hata türünü etkileyen bütün nedenler sıralanır. Tanımlar açık olarak yapıp, nedenlerle, düzeltici faaliyetler arasında doğru olarak ilişkilendirilmeleri sağlanır .Hata nedeni, proses esnasında problemlerin meydana gelebilme gerekçelerini gösterir.

En yüksek şiddet derecesine sahip olan hata türünden başlayarak, tüm hata türleri ve bunların tüm nedenleri belirlenir. Bir Proses FMEA ekibi , nedenleri ikiye ayırıp ele alır;

1. Bir işlemeye gelen parçaların / malzemelerin doğru olduğu varsayılırsa.;

Tasarım yetersizliğinden dolayı veya daha önceki bazı uygunsuzluklar nedeniyle parçanın arıza yapmayacağı varsayılarak başlanır. Bir hata ile sonuçlanacak birincil nedenler (proses yetersizlikleri) belirlenir. Birincil neden, bir hata türünün ana nedenidir, doğrudan hata türünün oluşmasını sağlar.

Geçmişte yapılan ve yapılmakta olan Proses FMEA'lar ve diğer yararlı bilgi kaynakları gözden geçirilerek geçmişteki bilinen tüm nedenler listelenir.

Her bir hata türünün olası neden(leri) için Beyinfırtınası yapılır. Parçanın nasıl arızalanabileceği (örneğin, parça hata türü - o işletmede parçanın neden rededilebileceği ) ve hataya hangi proses özelliklerinin neden olabileceği gözden geçirilir. Değişiklik kaynakları olarak, ekipman, malzeme, yöntem, işçi ve çevre gözönüne alınır.

Hata türlerinin nedenleri azaltılmaya veya ortadan kaldırılmaya çalışıldığında , proses faaliyetleri veya kontrolleri en etkili yöntemdir.

Hatanın müşteri üzerine etkisi hayati bir tehlikeye neden oluyorsa şiddet derecesi 9 veya 10 verilir. ( Üçüncü bölümde daha geniş anlatılmıştır. Şiddet derecesi ( hatanın müşteri üzerine etkisi) 9 veya 10 değerini almış ise, hata türlerinin nedenleri belirlenir. Ve eğer uygunsa çare olacak tasarım faaliyetleri gözönüne alınır. Tasarım bütün şartnamelerini karşılayamadığından dolayı , ürün mühendisliğince bir malzemenin yerine kullanılacak bir başka malzeme gözönüne alınır.

Bununla beraber, eğer bu malzeme yeni önerilen geliştirilmiş bir prosesde kullanılırsa, bir hata türüne neden olabilir. (Örneğin, yeni yüksek sıcaklık ısıl işlemi sırasında deforme olursa). Bu durumda tasarım mühendisliğinden yerine kullanılacak diğer bir malzeme seçeneklerinin araştırılmasını istemek uygundur. Örneğin;

Takım ucu ayarı yanlış derinlikte,

Aşınmış takım,

Tork çok düşük,

Fırın sıcaklığı çok yüksek,

Pişirme süresi çok kısa,

Hava basıncı çok düşük,

Konveyör hızı sabit değil,

Malzeme besleme çok hızlı.

## 2. Gelen kaynaklarda değişimler olduğu varsayılırsa;

Gelen kaynaklardaki değişimler; dışarıdan satın alınan parçaları/malzemeleri veya daha önceki işlemde gelen parça/malzemeyi içerir.

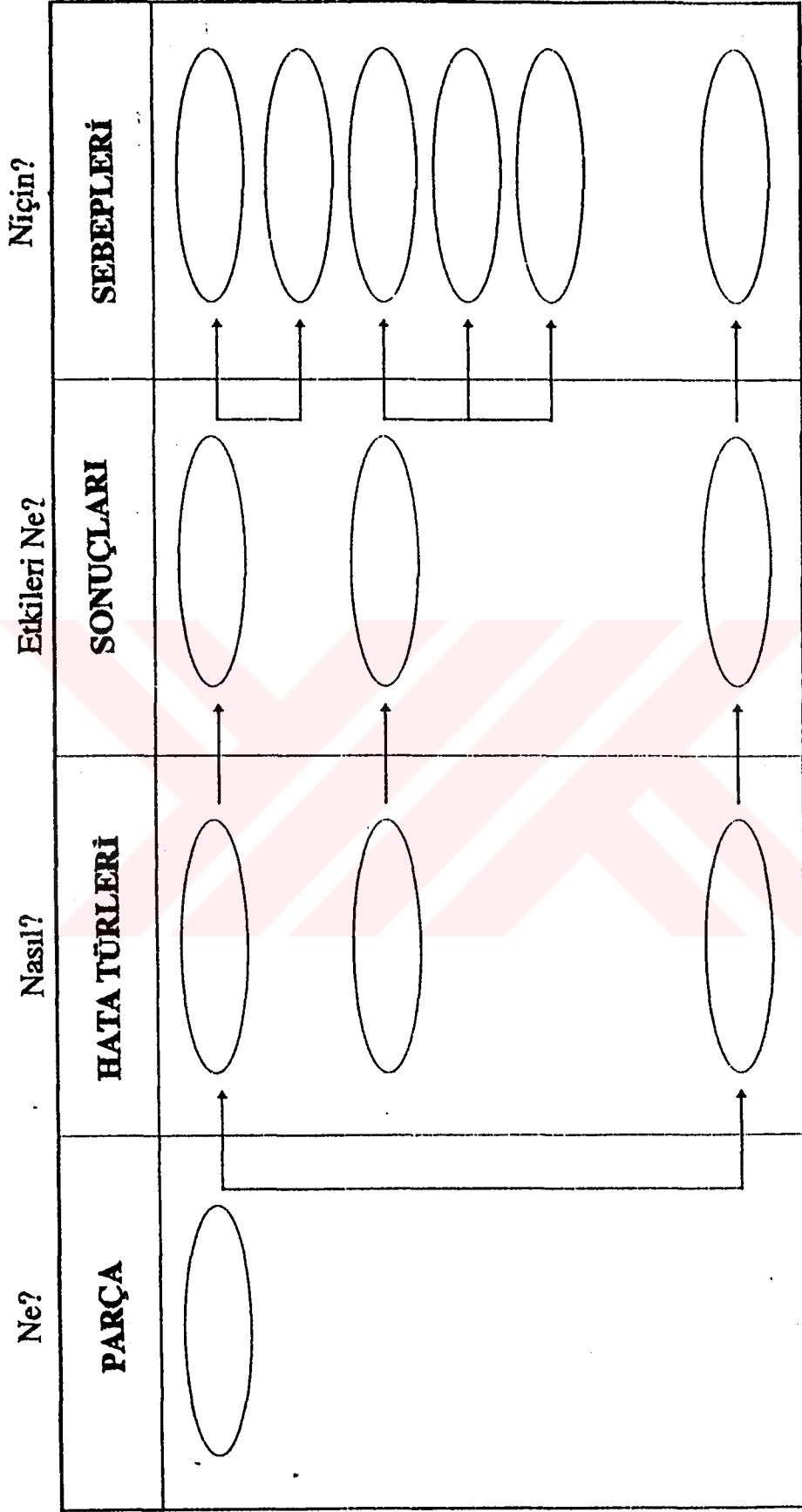
Önceki işlemlerdeki proses FMEA sonuçları gözden geçirilir. Gelen kaynaklarda değişimlerin gözönüne alınıp alınmayacağına karar verilir. Önceki işlemlerdeki hata türlerinin keşfedilebilme olasılığı ( hatanın müşteriye ulaşmadan önceki yakalanma olasılığı) yoksa gelen kaynaklardaki değişimler önemli olur. Önceki işlemlerdeki bir hata türünün, sonraki işlemlerdeki bir hata türünün nedeni olabileceği hatırlanmalıdır. Bir hata türünün neden olabileceği kaynaklar ve faaliyetler belirlenir. Örneğin;

Malzeme çok sert/çok yumuşak/çok gevrek

Boyutlar şartnameyi karşılamıyor. Yüzey parlaklığı şartnameyi karşılamıyor.



## FMEA YÖNTEMİ



Şekil 3.1. FMEA Yöntemi ( Çiğdem, S, 1994, sa 17 )

## Beşinci Aşama

### 3.8. Kontrol Önlemlerinin Tanımlanması( Değerlendirmeler / Kontroller)

Kontrol önlemleri, ürün üzerinde oluşabilecek hatalarının müşteriye giderek bir zarar vermemesi için ,üretici şirket tarafından kurulan filtre (ortaya çıkarma) önlemidir. Herbir hata nederi için bu önlemler liste halinde yazılır.

Kontrol Önlemleri Sisteminin Özelliklerini şöyle sıralanabilir;

Keşfedilebilme,

Frekans,

Teşhis,

Tam zamanındalık.

Kontrol önlemleri, hata türünün oluşmasını önleyen veya çıkabilecek hata türünü keşfeden kontroller olarak tanımlanır. Bunlar, İstatistiksel Proses Kontrol gibi prosesle ilgili kontroller olabileceği gibi, proses sonrası muayene/ testler de olabilir. Muayene /deneyler söz konusu işlemde yapılabileceği gibi, söz konusu hata türünü oluşturabilecek daha sonraki işlemlerde de yapılır,

Seçilen (Yeni üretim prosesleri için) veya kullanılan (Mevcut üretim prosesleri için) önlemler listelenir. Bunlarla hata türleri ve etkileri belirlenir veya hata nedenleri önlenir.

Yeni bir üretim prosesi için, kontrol önlemleri ,(örneğin; mühendislik talimatları, proses çevrimleri, kalite kontrol sistemleri)benzer proseslerdekiyle tanımlanır veya yerine getirilir.

Başlangıç olasılığı ve keşfedilebilirlik derecelerinin tahmin bu önlemlere dayandırılarak yapılır.

En yüksek şiddet ve olasılık derecelerine sahip hata nedeninden başlayarak, tümü için geçerli değerlendirme/ kontrol önlemleri belirlenir.

Geçmişteki mevcut test raporları, servis raporları, garanti verileri ve benzer prosesler için yapılan FMEA çalışmaları gibi bilgi kaynakları gözden geçirilir.Benzer parçaların, hata türlerini keşfetmek veya bir nedenin ortaya çıkmasını önlemek veya azaltmak için geçmişte kullanılan kontroller listelenir.

Olasılık derecesini tahmin ederken, bir hata türünün ortaya çıkması veya azaltılması için düşünülen kontroller gözönüne alınır.

Örneklemeyle yoluyla yapılan kalite kontrol muayeneleriyle, bir hatanın keşfedilmesi sonuçlanmayacaktır. Aynı zamanda, istatistiksel yöntemle yapılan bir numune kontrolü de geçerli bir değişiklikle sonuçlanmayacaktır.

Örnekler:

Denetimler: Az miktarda / Sevk

Proses parametreleri/özellikler

Parçalamak

Kontroller: İşçi (İPKile kullanılır)

%100 Otomatik ölçme

Elle/gözle

Cihazlar(hatasız)

Muayene: Devriye

Proses içinde

Son(boyutsal,fonksiyonel)

Diğer : Mühendislik şartnamesi testleri

Montaj doğrulaması(bir alet veya kalıp değiştirildikten sonra)

Proses içinde veya işleme sonrası laboratuvar testleri

Limit siviçleri

### 3.8.1. Kontrol Önlemleri

Hata türlerinin nedenlerini veya sonuçlarını belirlemek amacıyla, FMEA formunun her bir satırı için, şirketin kontrol sisteminde halen kabul edilmiş bütün kontrol önlemleri listelenir.

Proses FMEA'nın kontrol önlemleri; kabul kontrolleri,ürün kontrolleri, proses kontrolleri, son kontroller v.b. olabilir.

### 3.8.2. Analizin İlk Aşaması İçin Kontrol Listesi

Kontrol listesinde, hata, sonuç ve neden arasında hiçbir mantıksal değişiklik meydana gelmediği kontrol edilir ve mantık sırası belirlenir;

SEBEP..... HATA TÜRÜ..... SONUÇ (ETKİSİ)

Analizin adımları şöyledir;

- Her bir hata türü ayrı olarak listelenir.
- Hata türünün birden fazla nedeni varsa, her bir neden ayrı bir satırda listelenir.
- Eğer yalnızca bir tane hata türü nedeni belirlenmişse, gerektiğinde neden - sonuç diyagramını kullanarak, başka bir nedenin olup olmadığı kontrol edilir. (Bir hata türü genellikle birden çok nedene sahiptir.)

### 3.8.3. FMEA Parametrelerinin Derecelendirilmesi

Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik FMEA parametreleridir. Olasılık, Şiddet ve Keşfedilebilirlik derecelendirme ölçeği şöyledir;

Tablo 3.1. Olasılık, Şiddet ve Keşfedilebilirlik Derecelendirme Ölçeği  
(Çiğdem,S,1995,Sa 9)

Ölçek Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	OLASILIK	Hatanın oluşması olası değil....Hata oluşacak.								
ŞİDDET	Hata ciddi değil.....Hata son ciddi									
KEŞFEDİLEBİLİRLİK	Hata bulunacak.....Hata bulunmayacak									

$$RÖG = OLASILIK \times ŞİDDET \times KEŞFEDİLEBİLİRLİK$$

## Altıncı Aşama

### 3.9.Puanlandırma Sistemi

Puanlandırma için olasılık, şiddet, keşfedilebilirlik parametrelerinin belirlenmiş olması gerekir. Bu parametrelerin çarpılmasıyla da Risk Öncelik Göstergesi bulunur. Aşağıda puanlandırma sisteminin parametreleri ele alınmıştır.

#### 3.9.1. Hata / Neden Olasılığı

Nedenin ve onun yarattığı hatanın birlikte olma olasılığıdır. Olasılık nedenlerini ve hata türleri ile ilişkilidir.

Olasılığı tahmin ederken;

- Üyelerin deneyimi
- Kalite verileri(kalite sonuçları veya etkileriyle ilgili eski verilerdir. Müşteri şikayetleri.)
- Deneysel verilerin kalitesi (Yine denemelerden gelen veriler sözkonusu.) ele alınır.

FMEA yönteminde, bütün olası hata türlerinin nedenleri göz önüne alınır ve olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik esasına dayanılarak değerlendirilir.

Olasılık, belirlenen bir nedenin sonucu olarak, bir hata türünün ne kadar sıklıkla ortaya çıkmasının yansımasıdır. Olasılık değer sayısının bir değerden çok bir anlamı vardır.

Olası hata türlerinin ortaya çıkma olasılıklarını 1 ile 10 arasında derecelendirilir. Bu derecelendirilmede, hata keşfetme önlemleri gözönüne alınmaz. Bu derecelendirme için yalnızca hatanın oluşmasını önlemek için kararlaştırılan yöntemler kullanılır.

Eğer, bir prosesde İstatistiksel Proses Kontrol uygulanıyorsa veya İstatistiksel Proses Kontrol uygulanan daha önceki bir prosesin benzeriyse, olasılık derecelendirilmesi için istatistiksel veriler kullanılır. Diğer bütün durumlarda, benzer proseslerdeki mevcut eski verilerin paralelinde soyut bir değerlendirme yapılır.

Belirlenmiş olan birincil nedenlerin her biri için olasılık derecesi tahmin edilir. Eğer birincil nedenler için olasılık derecesi tahmin edilemezse, o zaman üretilen her 1000 parçaya karşılık hataların kümülatif sayısı (HKS) tahmin edilir. (HKS/ 1000)

Not: Burada bir neden ile onun sonucunda ortaya çıkan hata türü birebir ilişkilendirilmiştir, yani sebep oluşursa hata türü oluşacaktır..

Olasılık derecesi aşağıdaki öncelik sırası kıstasına dayandırılarak Proses FMEA için Olasılık derecelendirme tablosundan seçilmiştir:

1. Cpk ( işlem kapasite indeksi)
2. Kümülatif hata verisi(niteliksel veri)
3. Soyut kıstas(ekibin ortak yargısı)

Tablo 3. 2. Olasılık Derecesi Seçme Tablosu (Çiğdem, S, 1995, Sa 99 )

Eğer:	Öyle ise kullan:	Olasılık derecesini sütuna göre seçmek için:
Proses, İstatistiksel Proses Kontrol altında (IPK)	İstatistiksel veriler (proses yeterliliği veya gerçek dağılım)	Cpk
Proses, benzer veya geçmişteki proseslerin aynısı ise	Benzer veya geçmiş prosesden istatistiksel veriler	Cpk
Benzer veya aynı parçalar ile hata geçmişi elde varsa	Geçmiş kümülatif hata verileri ve/veya kusurlu üretimin kesiri	HKS/1000 Hatların kümülatif sayısı
Proses yeni ve/veya istatistiksel veriler mevcut değil	Mühendisilik yargısı	Soyut kıstas-ekibinin müşterek kararı kullanılır ( tutucu olunur, büyük derece seçilir.)

Belirlenen her bir birincil neden için ortaya çıkacak hata sayısı, FMEA ekibinin ortak düşüncesini, yansıtan bir derecedir. Eğer Cpk veya HKS / 1000 tahminleri iki derecenin arasına rastlarsa, o zaman yüksek olan derece kullanılır

Benzer bir prosesle ilgili, FMEA ekibinin elinde red oranlarının bulunduğu varsayalım. Ayrıca, red oranı % 0.1 olsun. Bunun anlamı  $HKS/1000=1(0.001 \times 1000)$  demektir. Aşağıdaki tabloya göre Olasılık derecesi 4 ile 5 arasındadır. Böylece, yüksek olan derece kullanılır. (Olasılık derecesi= 5 )

Not: Cpk sütununun altındaki veriler için, prosesin İstatistiksel Proses Kontrol kullanılarak kontrol edildiği ve prosesin kararlı olduğu varsayılmıştır. Cpk değerleri, gerçek proses yeterlilik çalışma verilerine dayandırılır. Eğer bu veriler elde mevcut değil ise, benzer bir prosesin üretim verileri kullanılır. Proses kararlı değilse, onarım, yeniden işleme ve/veya hurda verileri (işletme içi göstergeler) kullanılır ve bu veriler HKS / 1000 sütunuyla kıyaslanır.

Bir proseste, bir hatanın nedenleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

İşlemenin uygunsuzluğu

Montaj hataları

Üretim sırasındaki hasar

Son iki durumda , meydana gelecek olayın olasılığı, aşağıdaki işletme verileri kullanılarak tahmin edilir. Olasılık tahmini yapılırken, hatanın, ürün müşteriye ulaşmadan ortaya çıkmamış olduğu varsayılır. Hata / neden olasılığı, üretim prosesinde bir problemin ortaya çıkma olasılığıdır. Bu durumda ortaya çıkma olasılığı, bir prosesin iç etkenidir. Bunun sonucu olarak, sık sık (örneğin, makina ile üretimlerde) proses yeterliliği ile ilişkilendirilir. Bu, proses FMEA; hataya neden olan üretim prosesi uygunsuzluğunun ortaya çıkmasını önleyerek, son ürün üzerindeki hatanın etkilerini önlemeye çalışır gerçeğine uyar.

Olasılık değerlendirmede kullanılan tablo şöyledir;

## Proses FMEA için olabilirlik derecelendirme tablosu

Tablo 3.3. Proses FMEA İçin Olabilirlik Derecelendirme Tablosu (Çiğdem, S, 1995, sa 100 )

OLASILIK	DERECE	Cpk	HKS/1000	KISTASI
HEMEN HEMEN OLANAKSIZ	1	$\geq 1.67$	$< 0.00058$ (1.500.000 da 1 den küçük)	Hata olasılığı yok. Geçmişteki benzer proseslerde hata görülüyor.
UZAK	2	$\geq 1.5$	0.0068 (150.000 de 1)	Çok uzak sayıda hatalar olası.
ÇOK ÖNEMSİZ	3	$\geq 1.33$	0.063 (15.000 de 1)	Çok az sayıda hata olası.
ÖNEMSİZ	4	$\geq 1.17$	0.46 (2.000 de 1)	Az sayıda hata olası.
DÜŞÜK	5	$\geq 1.00$	2.7 (400 de 1)	Seyerek sayıda hata olası.
ORTA	6	$\geq 0.83$	12.4 (80 de 1)	Biraz yüksek sayıda hata olası.
BİRAZ YÜKSEK	7	$\geq 0.67$	46 (20 de 1)	Sık sık hata olası.
YÜKSEK	8	$\geq 0.51$	134 (8 de 1)	Yüksek sayıda hata olası.
ÇOK YÜKSEK	9	$\geq 0.33$	316 (3 de 1)	Çok yüksek sayıda hata olası.
HEMEN HEMEN KESİN	10	$< 0.33$	$> 316$ (3 de 1 den çok)	Hata olasılığı hemen hemen kesin. Benzer proseslerle ilgili geçmişte pek çok hata görülüyor.



Örnek: Proses FMEA hata / neden tablosu

Aşağıdaki tablo da istatistiksel verilerin kullanılmasıyla derecelendirmenin bulunmasını sağlayan bir örnektir.

Tablo 3.4. Örnek: Proses FMEA Hata/Neden Olabilirlik Tablo (Anonim,1988,sa11)

OLASILIK DEĞERLENDİRİLMESİ	DERECE	REFERANS YÜZDE
<b>ÇOK UZAK OLASILIKTA</b> Arızanın olacağını kabullenmek mantıklı değil, Üretim prosesi uygun; yeterlilik en az $\bar{4}\sigma$	1	$<1/10.000$ ( $<0.0001$ )
<b>DÜŞÜK OLASILIKLA</b> Benzer proseslerde çok az kusur görüldü. Üretim prosesi uygun; yeterlilik en az $\bar{3}.1\sigma$	2 3	$<1/2000$ ile $1/10.000$ $<1/1000$ ile $1/2000$ ( $<0.001$ ile $0.0001$ )
<b>ORTA OLASILIKTA</b> Benzer proseslerde seyrek arızalar görüldü, fakat çok ciddi değillerdi. Üretim prosesi uygun değil; yeterlilik en az $\bar{2}.33\sigma$	4 5 6	$<1/500$ ile $1/1000$ $<1/200$ ile $1/500$ $<1/100$ ile $1/200$ ( $<0.01$ ile $0.001$ )
<b>YÜKSEK OLASILIKTA</b> Benzer prosesler büyük problemlere neden oldular. Üretim prosesi uygun değil, yeterlilik en az $\bar{1}.65\sigma$	7 8	$<1/50$ ile $<1/100$ $<1/20$ ile $1/50$ ( $0.05$ ile $0.01$ )
<b>ÇOK YÜKSEK OLASILIKTA</b> Pek çok problemin ortaya çıkması hemen hemen mümkün. Üretim prosesi uygun değil; yeterlilik $\bar{1}.65\sigma$ 'den az	9 10	$<1/10$ ile $1/20$ 1 ile $\geq 1/10$ ( $\leq 0.05$ )

### 3.9.2. Hatanın Şiddeti

Şiddet, olası hata türünün müşteriye olan etkisinin(sonucunun) önem ve tehlikesinin derecelendirmesidir. Eğer bir montaj hattında çalışan işçi veya ürünü kullanan müşteri bir hata türü tarafından etkilenirse, hata şiddeti değerlendirilmeye alınır.

Hatanın şiddeti; müşteriye olan etkisi yönünden 1 ile 10 arasında derecelendirilir.

Şiddet, sadece bir hata türünün etkilerine uygulanır.

Müşteri yönünden şiddetin derecesi, sadece ürün tasarımı üzerinde yapılacak değişikliklere göre değişir. Üretim sırasındaki kontrollerden etkilenmez. Şiddet değeri saptanırken sadece hatanın sonucu (etkisi) esas alındığından, belirli bir sonuç yaratan hatanın tüm olası nedenleri de aynı şiddet değerini alır. Önerilen şiddet değerleri için üretim mühendisliği ve rilerine başvurulur veya tasarım ile ilgili bilgi yoksa bu değer tahmin edilir.

Üretim, sistemin tamamında etkili olduğundan, hatanın daha sonraki proses işlemlerinde doğurduğu sonuca bağlı olarak şiddet değeri artar.

FMEA çalışma grubu, tabloyu kullanarak, her bir etki için Şiddet derecesi belirlenmesinde ortak karar vermelidir. En önemli etki derecesi seçilir ve kullanılır.

Şiddet değerlendirilmesinde kullanılan tablo şöyledir;

## Proses FMEA için şiddet derecelendirme tablosu

Tablo 3.5. Proses FMEA İçin Şiddet Derecelendirme Tablosu (Anonim,1988,Sa12)

ETKİ	ŞİDDET DERECESESİ	KİSTAS
ETKİSİ YOK	1	Ürün veya sistem performansına, daha sonraki proses ve/veya montaj işlemleri üzerine hiç etkisi yok.
ÇOK ÖNEMSİZ ETKİ	2	Ürün performansı veya proses işlemesi üzerine çok önemsiz etki. Müşteri olasılıkla hatının farkında olmayacaktır. Bazen önemsiz kusurlar gözlenmektedir.
ÖNEMSİZ ETKİ	3	Ürün performansı veya proses işlemesi üzerine önemsiz etki. Müşteri biraz rahatsız oluyor. Pek çok zaman süresince önemsiz kusurlar gözlenmektedir.
KÜÇÜK ETKİ	4	Ürün performansı veya proses işlemesi üzerine küçük etki. Kusurun onarılması gerekmiyor. Müşteri ürün veya sistem performansında küçük etkilerin farkına varacaktır. Yaşamsal olmayan kusurlar sürekli gözlenmektedir.
ORTA ŞİDDETE ETKİ	5	Ürün performansı veya proses işlemesi üzerine orta şiddette etki. Müşteri ürün kullanımında bazı tatminsizlikler yaşamaktadır. Yaşamsal olmayan parçadaki hata onarım gerektirir.
ÖNEMLİ ETKİ	6	Proses üzerine önemli etki; parçanın yeniden işlenmesine / onarılmasına neden olabilir. Ürün performansının derecesi düşmüştür, fakat ürün çalışmaktadır ve emniyetlidir. Müşteri ürün kullanımını esnasında rahatsızdır. Yaşamsal olmayan bir parçası çalışmıyordur.
BÜYÜK ETKİ	7	Proses üzerine çok büyük bir etki; ekipman hasar görmüştür. Ürün kullanılamamaktadır, fakat emniyetlidir. Müşteri tatmin olmaktadır. Üründe bir alt sistem çalışmıyordur.
ÇOK BÜYÜK ETKİ	8	Proses üzerine çok büyük etki; ekipman hasar görmüştür. Ürün kullanılamamaktadır, fakat emniyetlidir. Müşteri tatminsizliği çok fazladır. Sistem çalışmıyordur. Daha sonraki proses işlemlerinde kopukluk (ekipman kırılması, aşırı yeniden işleme ihtiyacı).
CİDDİ ETKİ	9	Olasılıkla tehlikeli etki. Bir kaza olmaksızın ürünün kullanılmasını durdurur. Emniyetle ilgili düşük düzeyli arıza. Tehlike durumunda yasalarda yumlu.
TEHLİKELİ ETKİ	10	Tehlikeli etki. Emniyetle ilgili ani arıza. Yasalardaki uyumsuz bir arıza.

Örnek: Otomobillerde şiddet dereceleri referans tablosu

Tablo 3.6.Otomobillerde Şiddet Dereceleri Ref. Tablosu ( Çiğdem,S,1995,sa 106 )

Şidet Derecesi	Etki	Hata Türü
1	*Belirsiz varlık Saptanması güç	-Gizli bölgelerde -Belirsiz dış kusurlar
2	*Belirsiz varlık	-İç parçalarda -Kusurlu çekilmeler -Kırışık halı -Koltuk kılıfında kırışıklık
3	*Belirsiz tatminsizlik	-Gürültü ve gıcırdama -Kapı ayarsızlığı -Kapı menteşesinde ayarsızlık -Plastik parçalarda yüzeysel kusurlar
4	*Orta düzeyde tatminsizlik	-Hava/su cereyanı -Plastik parçalarda çatlak -Mat/kaba boya
5	*Tatminsizlik	-İç lamba yanmıyor -Fan çalışmıyor -Amortisör arızası -Ayarsız karbüratör -Elektrik panosu oksitlenmiş -Pencere kolu arızalı
6	*Yüksek düzeyde tatminsizlik	-Su/yağ sarfiyatı -Kaportada oksitlenme -Buji kablosu bağlantısız -Yanlış hata sinyali -Susturucu aşınmış
7	*Performans düşüklüğü *Dikkate değer müşteri tatminsizliği	-Ön farlar arızalı -Motor çalışmıyor
8	*Araç veya sistem arızası	-Debriyaj arızalı -Vites kolu arızalı -Buji arızalı
9	*Toplam arıza *Kurallara uyumsuzluk	-Ön cam silecekler arızalı -Fren arızası
10	*Yolcuların güvenliği	-Tekerlek arızası -Emniyet kemeri yırtık

Ürün auditi yapılan şirketlerde, Hata Şiddeti Derecelendirme Tablosu ile birlikte Eşdeğer kalite Kusurunu da içeren bir tablo kullanılabilir. Kalite kusurları, ürün sınıflandırma sistemi içerisinde şirketlerin Kalite bölümlerince kullanılır. Şiddet derecelendirilmesiyle kesin bir uygunluğu olmasa da bilgilendirme için gösterilirler.

Tablo 3.7. Eşdeğer Kalite Kusuruna Bağlı Şiddet Değerlendirilmesi Tablosu  
( Çiğdem, S, 1995, sa 107 )

ŞİDDET DEĞERLENDİRİLMESİ	ŞİDDET DERECELEN DİRMESİ	EŞ DEĞER KALİTE KUSURU	
		A	B
<b>ZOR ALGILANABİLEN:</b> Hata türünün ürün veya sistem performansı üzerine açık bir etkinin olacağını düşünmek mantıklı değildir. Bir arıza mevcut değil veya olasılıkla müşteri tarafından farkedilemeyecektir.	1	3	1
<b>AZ ÖNEMLİ:</b> Arıza nedeniyle müşterinin ürün veya sistem performansında dikkatini çekecek önemli değişiklikler yoktur ve müşteri için önemsiz bir sorun oluşturur. Müşteri ürün veya sistemin performans düşüklüğünü belirlemede zorlanır.	2 3	3	10
<b>ORTA CİDDİYET:</b> Arıza önemsizdir, fakat müşteride tatminsizlik yaratacaktır. Aşık bir performans düşüklüğü nedeniyle müşteriyi sinirlendirir ve sıkıntıya sokar.	4 5 6	6	50
<b>CİDDİ:</b> Arıza nedeniyle ürün kullanılmamaktadır veya üründe yüksek performans düşüklüğü vardır ve bu husus müşteride dikkate değer tatminsizlik yaratır. Yasal olarak sağlanan performans hususlarını arıza aksi yönde etkileyecektir, fakat emniyet ve yasal gereksinimler yönünden bir sorun yoktur.	7 8	20	100
<b>ÇOK CİDDİ:</b> Arıza nedeniyle ürün alımayacaktır veya ürün emniyeti ile ilgili sorunlar olduğundan yasal gereksinimleri karşılamamıştır. Şiddet derecelendirmesi sadece tasarım değişiklikleriyle değiştirilebilir ve bu suretle kullanılan kontrol türlerinden etkilenmez.	9 10	50	100

### 3.9.3 . Hatanın Keşfedilebilirliği

Keşfedilebilirlik, parça üretim veya montaj bölgesini terketmeden önce, önerilen proses kontrol önlemleri ile hata türünün belirlenmesidir; 1 ile 10 arasındaki derecelendirme düzeyine göre değerlendirilir. Hata oluşmuş gibi varsayıp, mevcut bütün kontrol önlemleri ile bu hata türüne sahip parçanın sevk edilmesini önleme yeteneği değerlendirilir. Hatanın ortaya çıkma olasılığının düşük olduğu varsayılarak, otomatik olarak keşfedilebilirlik sayısının da düşük olduğu düşünülmemelidir. Fakat , düşük frekanslı hata türlerini keşfetmek veya onların prosesin daha sonraki aşamalarına gitmelerini önlemek için, proses kontrollerinin yetenekleri değerlendirilir.

Proses FMEA için bir keşfedilebilirlik derecesi seçmek amacıyla Keşfedilebilirlik Derecelendirme Tablosu kullanılır. Bu tablo hata türünü keşfetmeyi amaçlayan kontrolleri değerlendirir. Kontrol yöntemleriyle , hata türünün keşfedilebilmesi sağlanamıyorsa bu durumda keşfedilebilirlik derecesi olarak 10 kullanılır.

Belirli bir hata türü için birkaç kontrol birden listelenirse, her kontrol için Keşfedilebilirlik derecesi tahmin edilir. İçlerinden en iyi derece (en düşük olanı) seçilir. Eğer bütün kontroller uygulanacaksa, kontroller beraberce gözönüne alınarak karma bir Keşfedilebilirlik derecesi tahmin edilir. Şimdi bu durumları örneklerle inceleyelim;

Senaryo 1: Keşfedilebilirlik yeteneği biliniyor;

150.000 parçalık bir üretim faaliyetinde, hata türünü keşfetmek için mevcut kontrollerin kullanılacağı varsayalım .Tüm hata türleri için her parça kontrol edilecektir ve eğer hata oluşursa kesinlikle kontrolcu tarafından keşfedilecektir. Bu durumda keşfedilebilirlik derecesi (1)'dir.

Senaryo 2: Keşfedilebilirlik yeteneği bilinmiyor;

Belirlenen hata türünü keşfetmek için kullanılan mevcut kontrollerin keşfedilebilirlik yeteneğinin bilinmediği varsayalım. Bu durumda, Keşfedilebilirlik derecesi (10)'dur.

İstatistiksel esaslar dahilinde numune kontrolleri geçerli bir keşfetme kontrolüdür.

**Keşfedilebilirlik, üretim prosesi sırasında üretim prosesindeki problemleri ve bunlardan kaynaklanan ürün üzerindeki hata türlerini / etkilerini ürün müşteriye ulaşmadan önce keşfetme derecesidir. Analizci, kusurun oluştuğunu varsayar ve daha sonra hatayı keşfetmede bütün proses/ürün kontrol faaliyetlerinin yeteneklerini tahmin eder. Keşfedilebilirlik değerlendirilmesinde kullanılan tablo şöyledir;**



Proses FMEA için keşfedilebilirlik derecelendirme tablosu

Tablo 3.8. Proses FMEA İçin Keşfedilebilirlik Derecelendirme Tablosu  
(Çiğdem, S, 1995, sa 112 )

KEŞFEDİLEBİLİRLİK	DERECESİ	KISTAS
HEMEN HEMEN KESİN	1	Mevcut kontroller hata türünü hemen mutlaka yakalıyorlar. Benzer proseslerin güvenilir keşfetme kontrolleri biliniyor.
ÇOK YÜKSEK	2	Çok yüksek olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
YÜKSEK	3	Yüksek olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
ORTA ŞİDDETE YÜKSEK	4	Orta şiddette olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
ORTA	5	Orta olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
DÜŞÜK	6	Düşük olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
ÖNEMSİZ	7	Önemsiz olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
ÇOK ÖNEMSİZ	8	Çok önemsiz olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
PEK ZAYIF	9	Pek zayıf olasılıklı mevcut kontroller hata türünü keşfedeceklerdir.
HEMEN HEMEN OLANAKSIZ	10	Hata türünü keşfetmek için bilinen hiçbir kontrol yok.



Aşağıdaki tabloda ise, derecelendirmenin belirlenmesinde kullanılan keşfedilebilirlik olasılık yüzdesini göstermektedir.

Tablo 3.9. Keşfedilebilirlik Olasılık Yüzdesini Tablosu ( Çiğdem, S, 1995, sa 112 )

MÜŞTERİYE SEVKETMEDEN ÖNCE KEŞFEDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI	DERECESİ	% OLASILIK
<b>YÜKSEK</b> Hata veya kusurun sonraki işlemlerde farkına varılacaktır(örneğin, direksiyon eksik).	1	>% 99.99
<b>ORTA</b> Hata veya kusur gözle görülebilir. Basit özellik için otomatik %100 muayene sağlanır(Örneğin, kapı kolu eksik).	2 3 4 5	>% 99.95 >% 99.90 >% 99.80 >% 99.50
<b>ÖNEMSİZ</b> Hata veya kusur kolaylıkla görülebilir. Ölçülebilir özellik (örn.,çap) için otomatik %100 muayene sağlanır.	6 7 8	>% 99.00 >% 98.00 >% 95.00
<b>ÇOK ÖNEMSİZ</b> Hata veya kusur kolaylıkla farkedilemez. Gözle veya elle %10 muayene sağlanır(örneğin, eksik kablo bağlantısı)	9	>% 90.00
<b>OLASI DEĞİL</b> Özellik kontrol edilemez veya edilemeyebilir. Gözlenebilir türde kusur veya hata üretim veya montaj esnasında farkedilemez.(parça ömür beklentisi üzerine etki olarak).	10	≤% 90

Örnek: Müşteriye sevketmeden önce hatanın keşfedilebilirliği derecelendirme tablosu

Tablo 3.10. Müşteriye Sevketmeden Önce Hatanın Keşfedilebilirliği Derecelendirme Tablosu ( Çiğdem, s, 1995, Sa 62 )

	KISTAS	DERECE
YÜKSEK:	Kusur muyenelerden geçmez >99.99 %	1
ORTA:	Gözle görülebilir kusur >99.7 %	2,3
DÜŞÜK :	Saptanması kolay olan kusurlu özellik >98 %	4,5,6
ÇOK DÜŞÜK :	Saptanması kolay olmayan kusurlu özellik > 90 %	7,8
OLASI DEĞİL:	Kontrol edilmeyen veya kontrol edilemeyen özellik; gizili kusur	9,10

nedenleri filtrelemek için de bazı eski veriler kullanılabilir. Yukarıdaki bu veriler, tamamen Otomotiv Endüstrisindeki otomatik kontrolle filtreleme yapılan belirli bazı talaşlı imalat tezgahları için yaratılmıştır. Her şirket kendi kıstas ve sınıflandırma düzeyini yaratmalıdır.

### 3.9.4. Keşfedilebilirlik Tahmini

Keşfedilebilirlik tahmini aşağıdaki hususlar gözönüne alınarak gerçekleştirilir:

- Planlanan kontrollerin türleri (gözle, aletlerle, otomatik, v.b.)
- Keşfetme frekansı  
Proses FMEA için kolaylıkla açıklanabilir; %100 muayene, her vardiya, her saatte kontrol. Tasarım FMEA için kolay değil, tasarımın gözden geçirilmesi veya bazı parçaların kontrol edilmesiyle sağlanır.
- Neden değişkenliği / tekrarlanabilirliği  
Aynı nedenler / hatalar kolaylıkla keşfedilir. Değişkenlik biliniyorsa, keşfedilebilirliği bilmek kolaydır. Değişkenlik bilinmiyor veya aniden oluşursa, keşfedilebilirliği belirlemek kolay değildir. Örneğin kazan körtük lastiği için, tamburun ayarsızlığı biliniyor, fakat bazı deterjanların etkileri bilinmiyor.

### 3.9.5. Keşfedilebilirlik Tahmininde Genel Kıstaslar

Keşfedilebilirlik tahmininde aşağıdaki kıstaslar genellikle uygulanır;

Bir insan tarafından yapılan kontrolün keşfedilebilirliği, otomatik olarak yapılandırılan daha yetersizdir.

Gözle kontrolde keşfedilebilirlik, aletlerle yapılandırılan daha yetersizdir.

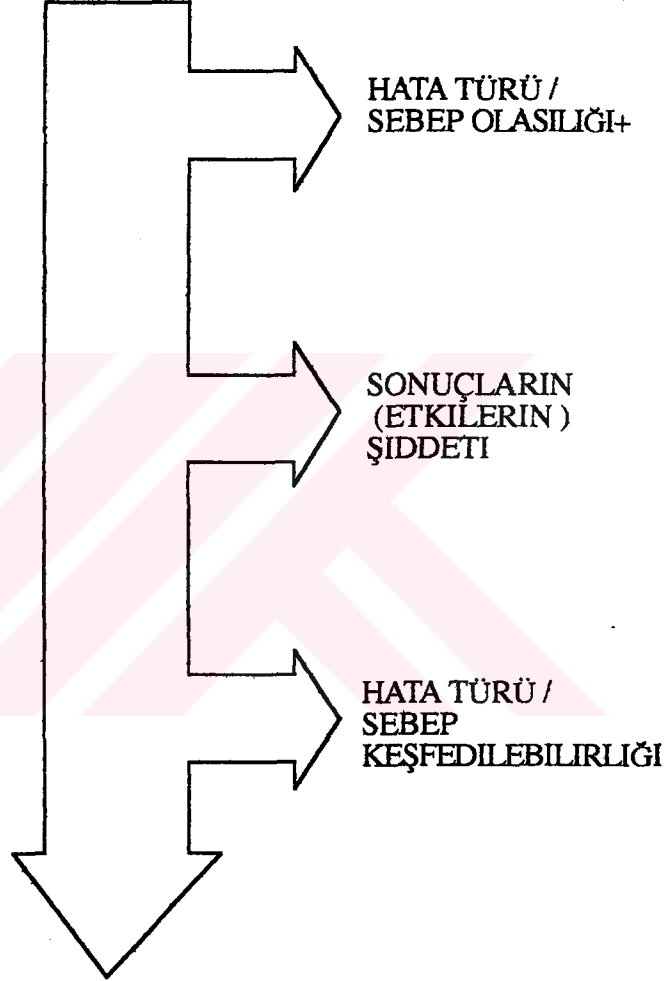
Eğer özellikler çok yüksek oranda tekrarlanmıyorsa, bir örnekleme kontrolünün keşfedilebilirliği çok zayıftır.

Eğer özellikler çok yüksek oranda tekrarlanıyorsa, bir örnekleme kontrolünün keşfedilebilirliği iyi olabilir.

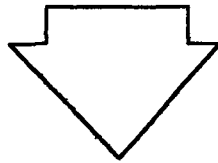
## Yedinci Aşama

RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ  
RİSK ÖNCELİĞİ

---



YÜKSEK DEĞERLER : YÜKSEK RİSK



ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER

### 3.10. Risk Öncelik Göstergesi

Risk Öncelik Göstergesi, her bir hata nedeni için, saptanan Olasılık(O), Şiddet (Ş) ve Keşfedilebilirlik (K) değerlerinin çarpılması ile bulunur. Risk Öncelik Göstergesi, hata nedenlerinin önemini gösterir ve düzeltici önlemlerin önceliğini tanımlar. Dereceler ve RÖG'ler kritiklik azaltmak ve prosesi daha güçlü yapmak (üretim ve/veya montaj değişmelerini azaltmak) için gözönüne alınacak olası faaliyetler belirlemek amacıyla ve proses zayıflıklarını sınıflandırmada kullanılır. Yüksek RÖG sayıları ve şiddet dereceleri, iyileştirici önlemlerin uygulanmasında ve İstatistiksel Proses Kontrol listesine alınmasında, öncelikle ele alınması gereken durumlardır. FMEA çalışma grubu, ayrıca hata türü/sebebe karşımlarını, Şiddet x Olasılık dereceleriyle de sıralandırmak isteyebilir.

$$RÖG = O \times \text{Ş} \times K$$

RÖG 'nin büyüklüğü ile bağlantılı olarak ,iyileştirme faaliyetlerine gereksinme vardır.

Düzeltilici faaliyetlerin başlatılması kararı, değişik şirketlerde farklı değerlendirmelere göre yapılır. Örnek olarak, aşağıdaki bazı özel değerlendirmeler verilmiştir.

1.	Şiddet derecesi	ve	RÖG sayılarının	karşılaştırmasına	göre:
	Şiddet derecesi	9/10 (kritik)	RÖG >= 40		
	Şiddet derecesi	7/8	RÖG >= 100		
	Şiddet derecesi	9/5/6	RÖG >= 120		
	Şiddet derecesi	1/2/3	RÖG >= 150		

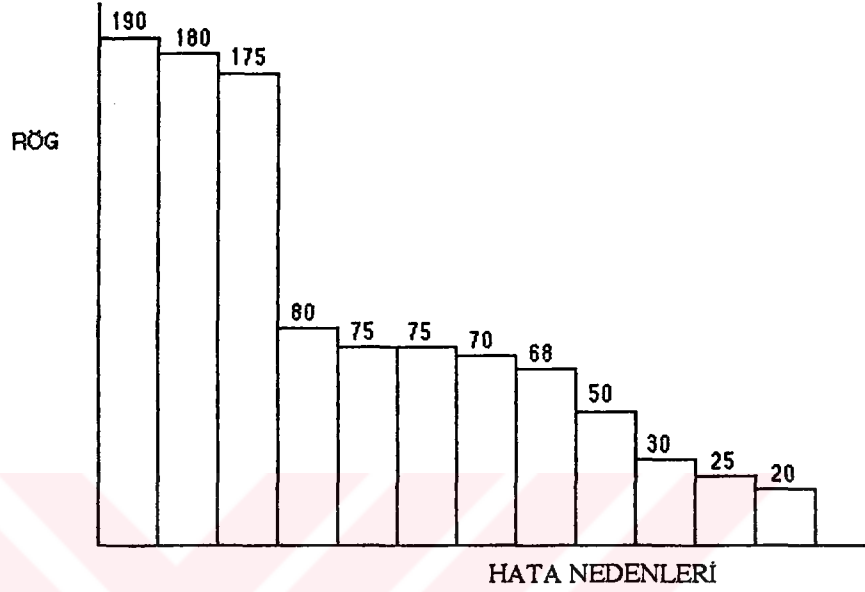
2.RÖG sayılarının karşılaştırmasına göre:

RÖG <= 40 Risk yok

40<= RÖG <=100 Risk belirsiz

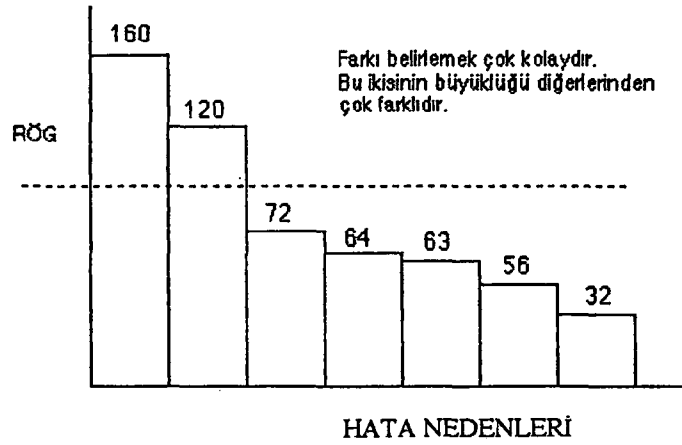
RÖG >= 100, O >=9, Ş >=9, K >= 9 Risk var.

3. Hata nedenlerinin içerisinde en yüksek % 25 RÖG'ne sahip olanlar seçilerek iyileştirilebilir (Ekip ortak kararıyla):



Şekil 3.3.1. Hata Nedenleri Diyagramı (% 25 RÖG)

4. Hata nedenlerinin içerisinde belirli bir RÖG sayısının üzerinde olanlara iyileştirme kararı verilebilir (Ekip ortak kararıyla):



Şekil 3.3.2. Hata Nedenleri Diyagramı

Analizin İkinci Kısmı İçin Kontrol listesi;

Her bir hata türü nedeninin bir RÖG değeri olmalıdır. Benzer hata türünün şiddet sayısı her zaman aynıdır.

## Sekizinci Aşama

### 3.11. Önerilen İyileştirmeler

Önerilen iyileştirmelerinin RÖG (Risk Öncelik Göstergesi ) sayılarına dayandırıldığı, daha önce belirtilmişti. Önlemler bir defa önerildikten, onaylandıktan ve tamamlandıktan sonra, sonuçların iyileştirmeleri izlenir.

Önerilen iyileştirme faaliyetleri kısaca tanımlanır. Her bir önlem açıkça belirlenir ve saptanır.

Hata türleri nedenlerini en büyük RÖG' sayısından başlayarak, büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra, iyileştirme faaliyeti, en yüksek derecede olan şiddet derecesine ve kritik hususlara yönlendirilir

Belirlenmiş bir hata türü sonucunun üretim / montaj personeli için bir tehlike oluşturabileceği bütün durumlarda, nedenler kontrol edilir ve ortadan kaldırılması için düzeltici faaliyetler uygulanır veya operatör için uygun korunma yolları belirlenir.

Her bir iyileştirme önlemi tam olarak saptanır ve açıkça belirlenir. Eğer önerilen iyileştirmeler, yüksek bir maliyet ve uzun bir gerçekleştirme süresi gerektiriyorsa, birkaç alternatif çözüm önerilir ve böylece karar vericiye en uygun çözümü seçme olanağı sağlanır. Olumlu ve etkili düzeltici faaliyetleri gerçekleştirilmeden yapılan bir Proses FMEA ,doğru düşünülmüş ve iyi geliştirilmiş de olsa, sınırlı bir değere sahip olacaktır. Belirlenmiş bütün öneriler için, etkili izleme programlarının gerçekleştirilmesinden, etkilenen bütün bölümler sorumludur.

İyileştirmeler üzerinde, Tasarım, Kalite Güvence ve Üretim bölümleri uzlaşma sağlamalıdır.

Önerilen iyileştirme faaliyetleri, Şiddet, Olasılık, ve/veya Keşfedilebilirlik derecelerinden birini veya daha fazlasını azaltmak için alınan proses faaliyetleridir.

Montaj veya üretim personeline bir hata türü etkisinin tehlikeli olması durumunda düzeltici önlemler alınır. Düzeltici proses faaliyetlerinin amacı, Şiddet, Olasılık ve Keşfedilebilirlik derecelerini bu sraya göre azaltmaktır.

Önerilen faaliyetlerin önlemeye yönelik olanları (Ö) ve keşfetmeye yönelik olanlarını da (K) harfi ile belirtmek işe yarar. Bu harfler, hatanın ortaya çıkmasını azaltmaya veya önlemeye (Ö) veya hata türünü keşfetmeye (K) yönelik olduğunu gösterir. Aynı zamanda, faaliyetleri izlemek için, her birine bir numara vermek yararlı olabilir.

Hata türü / neden karışımlarından Şiddet derecesi 8'den büyük ve Olasılık derecesi 1'den büyük ise, kritikliği (Şiddet ve/veya Olasılık derecelerini ) azaltmak için proses faaliyetleri gözönüne alınır ve proses gözden geçirilir.

Eğer hiç bir düzeltici önlem gerekmiyorsa, bu sütuna yok, gereksiz, -, v.s. ifadeleri yazılır ve daha önce hesaplanan RÖG kaydedilir.

Proses Aşaması Önlemleri;

-Yeterlilik çalışmasının gerçekleştirilmesi (Cpk, Cp)

-Aletlerin ayarlanması

-İşlem sırasının en uygun sayıya indirilmesi

-Programlı bakımın başlatılması

-Aletlerin talimatmalara göre değiştirilmesi

-Tezgah ve üretim makinaları kontrolünün otomatik olarak yapılması

-Tahripsiz muayenin başlatılması , v.s.,



**ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER****A. ÖNERİLEN FAALİYETLER****ÖNCELİK****KOŞUL****SORUMLULUK****B. GERÇEKLEŞEN FAALİYETLER****TANIM****SONUÇ (RİSK)****SORUMLULUK**

Şekil 3.4. Önerilen İyileştirmeler ( Çiğdem, s, 1994, sa 57 )

### Tamamlanan Önlemler ve Tamamlanma Tarihi:

Bir faaliyet etkili olarak gerçekleştirildikten sonra, şimdiki önlemlerin kısa bir tanımı yapılır ve tamamlanmış veya geçerlilik tarihi yazılır. Etkili olarak gerçekleştirilen önlemler (örneğin, teknik resim değişiklikleri, %100 boyut kontrolü otomatik olarak yapılıyor, vb. gibi) referanslar gösterilerek (resim numarası, vb.) ve gerçekleştirilen tamamlanma tarihi belirtilerek kısaca yazılır. Eğer önerilen iyileştirmelerin uygun olmadığı konusunda (malîyetler veya aşırı zaman sarfı, vb.), görüş birliği sağlanırsa alternatif önlemler üretilir.

Tanım  
Ne yapıldı?



Sonuç (risk)

Faaliyetlerden sonra RÖG'lerini yeniden değerlendiriniz.

### İyileştirilen Durum

Hataları önleyici olumlu ve etkili faaliyetler gerçekleştirilmediği sürece, Proses FMEA'nın değeri sınırlı olacaktır. Bütün önerilen iyileştirmelerin uygun olarak gerçekleştirildiğini sağlamak için bir izleme programı gereklidir. En azından:

Üretim / montaj hatalarını ortaya çıkartılmalıdır.

Kritik ve özel kontrolleri belirlemelidir ve üretici kontrol planlarını içermelidir.

Proses FMEA yaşanan bir belgedir. Daima en son proses düzeylerini ve ilgili faaliyetleri içerir. FMEA güncelleştirilmesi işlemi, üretim yapılan işlemlerdeki proses mühendisi, belirlenmiş bir FMEA koordinatörü veya diğer uygun kişilerlerce koordine edilir.

### Birinci Değerlendirme;

Önerilen iyileştirmeler tespit edildiğinde, bu iyileştirmelerle ulaşılabilecek yeni olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik dereceleri tahmin edilir ve RÖG bulunur (bir ve/veya alternatif tahminler gösterilebilir). Bu tahmin bilgileri, FMEA formunun ilk doldurulduğunda gösterilir.

### İkinci Değerlendirme;

Düzeltilen önlemler tamamlandıktan sonra, hatanın olası nedenleri, Proses FMEA çalışma grubunca, Olasılık, Şiddet (eğer tasarım faaliyetleri gerçekleştirilmişse) ve Keşfedilebilirliğe göre yeniden değerlendirilir. Daha sonra yeni Risk Öncelik Göstergesi hesaplanır ve yeniden büyükten küçüğe doğru sıralanır.

Proses mühendisi yeni RÖG'ni gözden geçirecek ve daha fazla tasarım faaliyetlerine gereksinme olup olmadığına karar verecektir. Eğer varsa yeni önerilerde bulunacaktır. Hiçbir önlem alınmamışsa, önceden hesaplanan Risk Öncelik Göstergesi yazılır.



Sorumluluk

Kim yaptı?

FMEA ekibi üyelerinin ait oldukları bölümlerinin isimleri yazılır.

### 3.11.1. Düzeltici Önlemlerin Alınması ve FMEA'nın İzlenmesi

FMEA faaliyetleri iki aşamalıdır:

1. Hata türünün nedenlerini ve etkilerini araştırılan analiz aşaması,
2. RÖG'lerinin belirlenen değerden yukarı olanlarını, düşürmek için yapılan Düzeltici Faaliyetler aşamasıdır.

Bir FMEA faaliyeti çok iyi hazırlanmış ve sunulmuş da olsa, eğer uygun düzeltici önlemler alınmamışsa, bu çalışma sınırlı bir yarara sahiptir. Burada ekip lideri olası problemlerin doğru kişilerin dikkatine sunulmasını sağlamalıdır.

Ekip lideri, FMEA'a ile şunları gerçekleştirir;

- Gerçekte hatanın gerçekleşme nedenini azaltarak, hata olma olasılığını azaltır,
- Parça ve ilişkili üretim prosesinin yeniden tasarımı ile, hata şiddetini azaltır,
- Parça veya sistem müşteriye ulaşmadan önce keşfedilebilme olasılığı artırır,
- RÖG'ni azaltmak için, O, Ş veya K'yı azaltmak gerekir.
- Olasılık sayısını(O), tasarım değiştirerek (malzeme, boyutlar, bilgiler, v.b.) veya prosesi değiştirerek (makinalar, kalıplar, çevrimler, tezgah yerleştirilmesi, v.b. ) azaltır,
- Keşfedilebilme sayısı (K), mevcut kontrol önlemlerini iyileştirerek ve daha etkili kontrolleri benimseyerek azaltır. (gözle, amaca yönelik işlemler, v.b.)

### 3.12. Düzeltici Önlemlerin Gerçekleştirilmesi

Olumlu ve etkili düzeltici faaliyetler olmadan tam olarak iyi düşünülmüş ve geliştirilmiş bir proses FMEA sınırlı bir değere sahip olacaktır. İlgili bütün birimlerin görevi, düzeltici faaliyetlerin etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamaktır.

Prosesin kritik noktaları belirlendikten , öneriler iyileştirmeler yapıldıktan sonra, proses sorumlusu uygun bir kararın alınmasından, düzeltici önlemlerin gerçekleştirilmesinden ve kontrol edildiğinin garanti edilmesinden sorumludur.

FMEA yaşayan bir belgedir ve daima tasarımın son aşamasını yansıtır ve en son önlemlerin alındığını gösterir.

Önlemler aşağıdaki şekilde düşünülür;

- Ortaya çıkma olasılığını azaltmak için, proses tekrar gözden geçirilerek düzeltilmesi gerekir.
- Şiddet derecesinin azaltılması sadece tasarımın tekrar gözden geçirilmesi ile sağlanır.
- Keşfetme olasılığını arttırmak için proses ve /veya tasarımın tekrar gözden geçirilerek düzeltilmesi gerekir. Genelde, hata keşfetme kontrollerinin iyileştirilmesi çok pahalıdır ve kalite iyileştirme için etkisizdir. Kalite kontrol muayene frekanslarının artırılması olumlu bir düzeltici faaliyet değildir ve sadece en son çözüm olarak veya geçici bir önlem olarak kullanılır. Bazı durumlarda, hata keşfetmeye yardımcı olmak, özel bir parçada tasarım değişikliği gerekebilir. Bu olasılığı arttırmak için mevcut kontrol sisteminde değişiklik yapılır.. Bununla beraber, esas önlem hataları keşfetmekten çok onları önleme yönünde (örneğin, olasılıkları azaltma) harcanmalıdır. Rastgele numune alma veya % 100 muayene yerine İstatistiksel Proses Kontrol ve Proses İyileştirme bir örnek olarak kullanılır.

## BÖLÜM 4

### FMEA 'NİN TAMAMLANMASI

#### Genel

Teknik çizimlerdeki en son değişiklikleri yansıtması için FMEA, şirket içindeki bölümlerarası bir faaliyet olarak sürekli olarak güncelleştirilir.

FMEA bir defa tamamlandıktan sonra, ortaya çıkan problemin bilinmeyen bütün durumları hakkındaki notlarını ve önerilerini yazmalarını sağlamak için şirket içindeki bütün organizasyonlara verilir.

FMEA tasarımı içine alan (Tasarım FMEA) veya üretim çevrimini içine alan (Proses FMEA) olarak düşünülür.

#### 4.1. FMEA Uygulamasının Uzatılması

Bu teknik bir defa kullanıldıktan sonra, şunlar gereklidir:

Anı sonuçlar beklenilmez, fakat yararları anlaşılır ve uygulamasına devam edilir.

Analiz becerileri geliştikçe güçlükler üzerinde çalışılır ve diğer ürünleri de kapsam içine alır.

Zamanı azaltmak, analizi ve sonuçları geliştirmek için bir dosya oluşturulur.

#### 4.2. Proses FMEA Kullanma Kılavuzu

Üretim ve montaj proseslerinde olası hata türleri ve sonuç analizinin standart şekilde uygulanması amacıyla FMEA formları hazırlanır. Formun içindeki rakamlar aşağıdaki rakamlara ve açıklayıcı bilgilere karşılık gelir.

1. Yeni proses  
Etüd edilen prosesin yeni bir proses olduğunu belirler.
2. Mevcut proses  
Etüd edilen prosesin mevcut proses olduğunu belirler.

3. Ekip Lideri  
Bu prosese liderlik yapacak kişinin ismi yazılır.
4. İşletme  
FMEA'nın yapıldığı yer yazılır.
5. Yan sanayi  
FMEA'nın yapıldığı yer yansanayi isi bu kısma, yan sanayinin ismi yazılır.
6. Sistem/Parça  
Analiz edilmekte olan parçaların adları belirtilir.
7. İşleme/Makina  
Proses hangi makinada gerçekleşiyorsa buraya makina adı ve nosu yazılır.
8. Tarih  
Çalışmanın yapıldığı tarih yazılır.
9. Resim No  
İncelenmekte olan ürünün numarası yazılır.
10. Revizyon Tarihi  
Revizyon tarihi yazılır.
11. Son Revizyon  
Son revizyon tarihi yazılır.
12. Sayfa  
Sayfa sayısı yazılır.
13. Proses Kademesi  
Analiz edilen komponent veya prosesin kısaca hangi proses kademesinde olduğunu belirler.
14. Proses Hata Türleri  
Olası tüm hata türleri sıralanır.
15. Hatanın Sonuçları (Etkileri)  
Hata türlerinin doğurabileceği tüm etkiler yazılır.
16. Hatanın Nedenleri  
Hatanın oluşmasına neden olan tüm nedenler sıralanır.
17. Kontrol önlemleri

Hata türü nedeni veya sonuçlarını belirlemek amacıyla, FMEA formunun her bir satırı için, şirketin kontrol sisteminde halen kabul edilmiş bütün kontrol önlemleri listelenir.

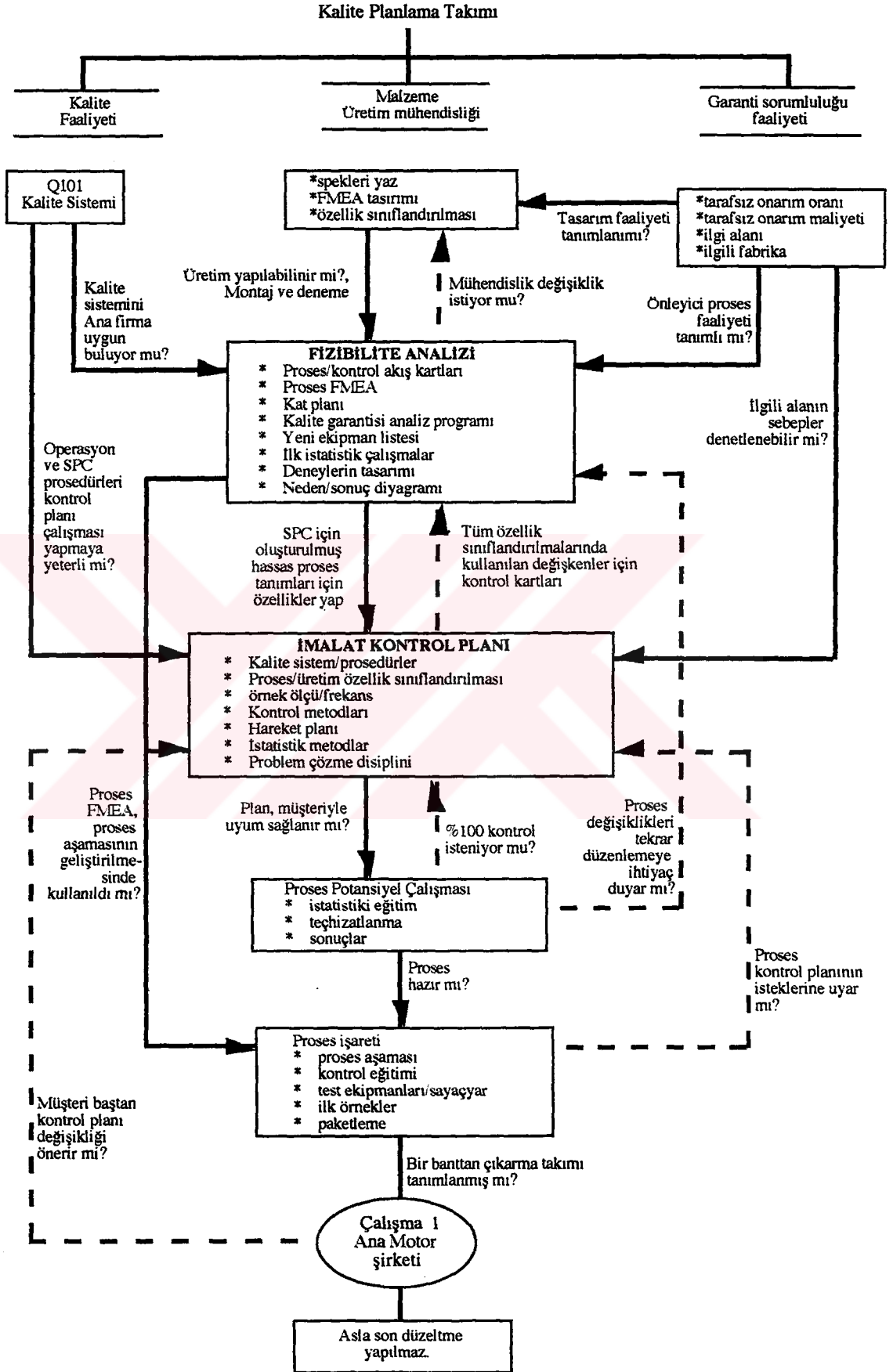
18. **Olasılık**  
Olasılık tablosundan yararlanır.
19. **Şiddet**  
Şiddet tablosundan yararlanır.
20. **Keşfedilebilirlik**  
Keşfedilebilirlik tablosundan yararlanır.
21. **Önerilen iyileştirmeler**  
Hissedilebilir bir iyileştirme sağlayan olumlu ve spesifik düzeltici tedbirlerin alınmasına duyulan ihtiyaç, başka faaliyetlere önerilen önlemler ve bunların sonuna kadar izlenmesini içerir..
22. **Tamamlanma Planı ve Sorumluluk**  
Önlemlerin gerçekleştirileceği tarih ve sorumlu olan kişi ve/ veya bölüm
23. **Tamamlanan önlemler ve Tamamlanma Tarihi**  
Önerilen iyileştirmeler bölümünde önerilen ve sonuçta gerçekleştirilen önlemlerin yazılması ve tamamlanma tarihi belirtilir.

PROSES FMEA (HATA TÜRÜ ve ETKİSİ ANALİZİ)									
SİSTEM / PARÇA : (6)		RESİM NO : (9)		İŞLETME / MAKİNA : (7)		SON REVİZYON : (11)		SAYFA : (12)	
YAN SANAYİ (1)		REVİZYON TARİHİ : (10)		TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TARİHİ		İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	
KONTROL ÖNLEMLERİ (17)		ŞİMDİKİ KOŞULLAR (18)		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ (19)		OHNERİLEN İYİLEŞTİRMELER (21)		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ (22)	
HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ) (15)		HATANIN SEBEPLERİ (16)		KUSUR PUANI		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ	
PROSES HATA TÜRLEİ (14)		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ) (15)		HATANIN SEBEPLERİ (16)		KUSUR PUANI		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
PROSES KADEMESİ (13)		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ) (15)		HATANIN SEBEPLERİ (16)		KUSUR PUANI		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
OLASILIK DEĞERLENDİRME		ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) DEĞERLENDİRME		KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		BOLUM	
ÇOK UZAK	TAHMIN 1	MEVCUT DEĞİL	TAHMIN 1	YÜKSEK	TAHMIN 1	1			
DUŞUK	2,3	DUŞUK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	2,3	2,3			
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DUŞUK	4,5,6	4,5,6			
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	7,8			
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	9,10			

Tablo 4.1.1. Proses FMEA Tablosu ( Anonim, 1987, sa 18 )



## FMEA ULUSLARARASI İLETİŞİMİ



Şekil 4.1. FMEA Uluslararası İletişimi ( Anonim, 1987, sa 3 )

### 4.3. Proses FMEA Kontrol Listesi

Proses FMEA'nın tam olduğundan emin olmak için aşağıdaki kontrol listesi kullanılır. Aşağıdaki bütün soruların cevabı evet olmalıdır.

Tablo 4.2. Proses FMEA - Kontrol Tablosu (Çiğdem, S, 1995, Sa 129-130)

Ön Hazırlıklar	FMEA ekibi oluşturuldu mu? Geçmişteki bilgiler kontrol edildi mi?
Proses Akış Şeması	Bir proses akış şeması hazırlandı mı? Listelenen her bir işlemdeki parça özellikleri ortaya konuldu mu veya değerlendirildi mi? Her bir işlemdeki proses özellikleri liste halinde yazıldı mı? Uygulabilmesi için, girdi değişme kaynakları belirlendi mi?
Başlık Bilgileri	Başlıktaki tüm uygulanabilir kayıtlar tamamlandı mı?
Tanım / Amaç	Her bir işletmenin amacı veya fonksiyonu listelendi mi?
Hata Türleri	Hata türleri, " Parça reddi niçindir?" e göre listelendi mi? Parça özellikleri şartname sınırları dışında olduklarından rededileceklerinden, hata türleri, parçaların üretildikleri işlemdeki parça özelliklerini listeledi mi? Hata türleri Muayene/ Test işlemlerini içeriyor mu; örneğin, kötü parçalı kabul, iyi parçaları red? Bir hata türü daha sonraki bir işlemi ters yönde etkilerse : - Hata türü daha sonraki işleminin bir nedeni gibi listelendi mi? - Daha sonraki işlemdeki hata türü belirlendi mi?

<p><b>Hata Etkileri</b></p>	<p>Tezgahlara, fabrika işçilerine ve son müşteriye olabilecek olası tehlikeli etkiler gözönüne alındı mı?</p> <p>Etkiler, hata türünün aşağıdakiler üzerine olan etkisine göre tanımlandı mı?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yerel işleme, bir sonraki işleme, daha sonraki işlemler.</li> <li>- Bir sonraki kullanıcı (üretim veya montaj işletmesi) ? Son kullanıcı olan müşteri?</li> <li>- Ürün?</li> <li>- Yasalar?</li> </ul>
<p><b>Hata Sebepleri</b></p>	<p>Prosesde yanlış gidebilecek hususlar belirlendi mi?</p> <p>Nedenler, giderilebilen veya kontrol edilebilen özelliklere göre tanımlandı mı?</p> <p>Proses özellikleri gözönüne alındı mı?</p> <p>Tasarım zayıflıkları gözönüne alındı mı?</p> <p>Her bir işleme için malzeme ve parça girişleri gözönüne alındı mı?</p> <p>İşçi faaliyetleri gözönüne alındı mı?</p>
<p><b>Geçerli Proses Kontrolları</b></p>	<p>Kötü parçaları keşfetmek için uygulanacak kontroller listelendi mi?</p> <p>Kötü parçalar üretim / montaj işletmesini terketmeden önce kontroller onları keşfedebilecekler mi?</p> <p>Kontroller, keşfetme veya önlemeye yönelik olarak belirlendiler mi?</p>
<p><b>Şiddet Derecesi</b></p>	<p>Derecelendirmeler hata türünün en ciddi etkilerine dayandırıldı mı?</p> <p>Müşteriye olan etkiler göre değerlendirmeler, tasarım</p> <p>FMEA'da gösterilen derecelendirmelerde uyum sağlıyor mu?</p>
<p><b>Olasılık Derecesi</b></p>	<p>Derecelendirmeler, bir hata türü olasılığını azaltmak için önleyici kontrollerin yeterliliğini gözönüne alıyor mu?</p>
<p><b>Keşfedebilme Derecesi</b></p>	<p>Derecelendirmeler, parçaların üretim veya montaj işletmesini terketmeden önce, hata türünün mevcut kontrollerin keşfetme yeterliliğine dayandırıldı mı?</p>

<p>Özellik Sınıflandırılması</p>	<p>Kritik özellikler ve onların özel kontrolleri belirlendi mi?</p> <p>Kritik özellikler, bir proses (veya parça) özelliği olarak belirlendi mi?</p> <p>Kritik özellikler ve onların özel kontrolleri, sorumlu tasarım mühendisine bildirildi mi?</p>
<p>Risk Öncelik Göstergesi</p>	<p>Risk Öncelik Göstergeleri (RÖG) büyükten küçüğe doğru sıralandı mı?</p>
<p>Önerilen İyileştirmeler</p>	<p>Kritik özelliklerin kritikliğini azaltmak için proses faaliyetleri gözönüne alındı mı?</p> <p>Kritik özellikler için özel üretim / montaj kontrolleri belirlendi mi?</p> <p>Bütün kritik özellikler sorumlularına yöneltildi mi?</p> <p>En yüksek değerdeki RÖG'lerine sahip olan hata türlerinin, RÖG değerlerinin azaltılması için çare olacak faaliyetler gözönüne alındı mı?</p> <p>Önerilen faaliyetler için sorumlular ve zamanlama listelendi mi?</p> <p>Uygun yerlerde keşfetme yerine önleyici faaliyetler listelendi mi?</p> <p>Uygulanabilir yerlerde, olası tehlikeli hata türlerinin olasılığını ortadan kaldırmak / azaltmak için faaliyetler gözönüne alındı mı?</p>
<p>İzleme</p>	<p>Risk Öncelik Göstergeleri (RÖG) büyükten küçüğe sıralandı mı?</p>

## **BÖLÜM 5**

### **5.1. UYGULAMA**

#### **ARKA EL FREN TELİ UYGULAMASI**

**FMEA**  
**PROSES FMEA**

**PROSES FMEA****PARÇA : ARKA EL FREN TELİ****KATILIMCILAR**

<b>Ekip Lideri</b>	: (Kalite Güvence Müd.)	:Sündüz AKAGÜNDÜZ
	(Teknik Müd.)	:Yusuf Ziya KASIM
	(Üretim Müd.)	:Levent ŞENGÖZ
	(Bakım Müd.)	:Fatmagül KOBAK
	(Formen)	:Celal TANER
	(Formen)	:Deniz EFE

**YER : ARK OTOMOTİV-İZMİT****TARİH : 23 .02.1995**

**İNCELENEN ÜRÜNÜN TANIMI**

Tofaş yeni model arabalara kullandığı 12194-12195 numaralı Arka El fren tellerini ARK OTOMOTİV'den temin etmektedir.

Ucundaki T boncukların arabaya takılmasıyla monte edilmektedir.



**REFERANS DÖKÜMANLAR**

- Teknik resimler
- Spesifikasyonlar
- Numune raporları





**İNCELENMEKTE OLAN PROSESİN TANIMI**

Arka El Fren telinin üretim prosesi ARK OTOMOTİV firmasında gerçekleştirilir. Yarı mamulleri yan sanayiden alınır ve mamul hale getirilir.

**Ana operasyonlar şunlardır;**

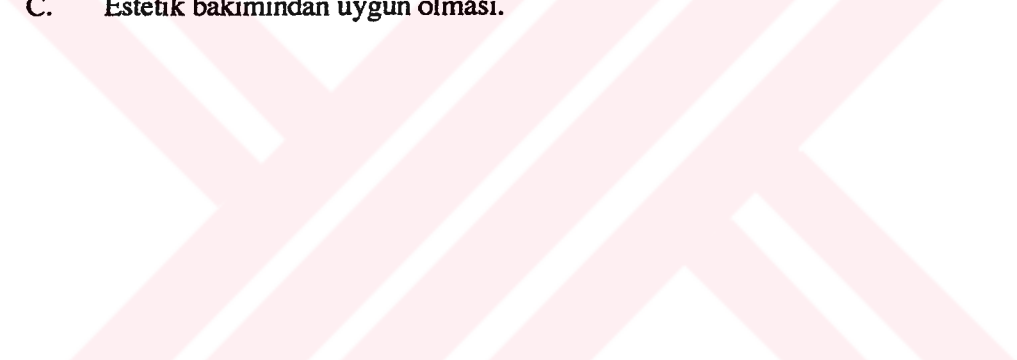
- T boncuğu , pim, desmoğan , burç yansanayiden alınır ve malzeme giriş uygulanır.
- Halat istenilen ölçüde kesilir.
- Spiral çap ölçüsüne uygun sarılır ve kaplanır , uygun boyda kesilir.
- Burçlar spirale geçirilip , basılır.
- Burçların spiralden çıkma yükleri kontrol edilir.
- Halatın bir ucuna pim basılır ve yay takılarak spiral içinden geçirilir.
- Diğer ucuna diğer pim basılır.
- Pimlerin çıkma yükleri %100 kontrol edilir.
- Markalama yapıp, paketlenir ve depolama , sevkiyat için ambara gönderilir.

## **ÜRÜN FONKSİYONLARI**

### **Birincil Fonksiyon**

- A. Fren işlemini yerine getirmek

### **İkincil Fonksiyon**

- A. Kolay monte edilmesi,
  - B. Baskı kuvvetinin fazla olmaması,
  - C. Estetik bakımından uygun olması.
- 

**PROSES SEÇİMİ**

Her proses aşaması ele alınmıştır.



## PROSES FONKSİYONLARI

### Birincil Fonksiyonlar

- A. Spiral sarma ve kaplama
- B. Spiral kesme
- C. Halat kesme ve yağlama
- D. Burç basma
- E. Halat basma

### İkincil Fonksiyonlar

- A. Hasarsız - hurdasız parçalar üretmek.

**HATA TÜRLEİ**

- HT1. Spiral ap ölçüsünün uygun olmaması,
- HT2. Spiral sarımının yumuşak olması,
- HT3. Spiralin ondülali sarılması,
- HT4. Spiral kaplamasının homojen olmaması,
- HT5. Burçların ölçüsel hataları,
- HT6. Burçların ıkma yükü uyunsuzluğu,
- HT7. Desmopanların yerine takılmaması,
- HT8. Halat boyu uygunsuzluğu,
- HT9. Nipellerin ölçüsel uygunsuzluğu,
- HT10. Halat yağlamasının uygun olmaması,
- HT11. Lastik apağının çok olması.

**ETKİLER**

- HT1. Büyük;burçların basılamaması,  
Küçük;hortum geçmez.
- HT2. Kurs boyunu etkiler , fonksiyonunu yerine getiremez,
- HT3. Ölçüsel değişikliğe uğrar, hortum geçmez,
- HT4. Kalın;nipeller geçmez,  
İnce;burçlardan çıkma ve spiralde yırtılma,
- HT5. Büyük;montajda yerine geçmez,  
Küçük;boşluk yaratır,
- HT6. Düşük kuvvette burçların çıkması,
- HT7. Montaj tamamlanmaz,
- HT8. Uzun;kurs boyu uzun olur,  
Kısa;kısa kurs boyu kısa olur,
- HT9. Ölçüsel uygunsuzluk,
- HT10. Ömür açısından uygun değil,
- HT11. Yerine geçmez, montajda zorluk yaratır.

**SEBEPLER**

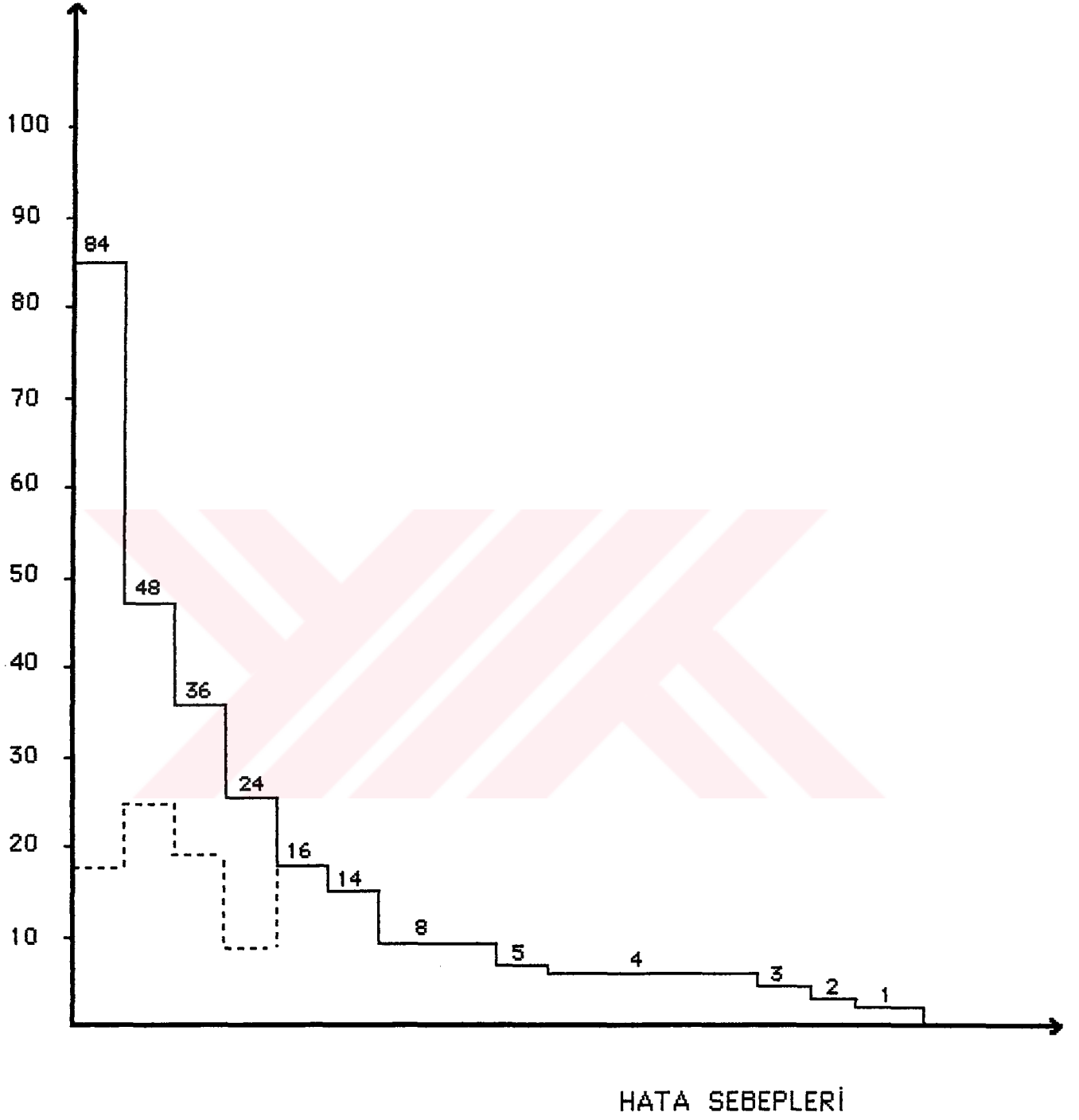
- HT1. Operatör dikkatsizliği,
- HT2. Operatör dikkatsizliği,
- HT3. Operatör dikkatsizliği,
- HT4. Operatör dikkatsizliği,
- HT5. Malzeme giriş eksikliği,
- HT6. Kontrol yetersizliği,
- HT7. Operatör dikkatsizliği,
- HT8. Eksik ve yetersiz bilgi,
- HT9. Malzeme giriş eksikliği,
- HT10. Operatör dikkatsizliği,
- HT11. Malzeme giriş eksikliği,

**KONTROL ÖNLEMLERİ**

- HT1. Operatör eğitilmiştir.
- HT2. Operatör eğitilmiştir.
- HT3. Operatör eğitilmiştir.
- HT4. Operatör eğitilmiştir.
- HT5. % 100 malzeme giriş.
- HT6. Pres başlangıcında ayar yapılırken,
- HT7. Desmopanın çıkma durumu el ve gözle kontrol edilmektedir
- HT8. Şablon kullanılmaktadır,
- HT9. Malzeme giriş ve %100 kontrol,
- HT10. Proses esnasında kontrol,
- HT11. Malzeme giriş.



## RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ



Şekil 5.1. Arke El Fren Teli RÖG Şekli

**ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER**

Risk öncelik göstergeleri ekip tarafından incelenmiş ve bütün RÖG sayıları büyükten küçüğe doğru sıralı olarak Pareto diyagramında gösterilmiştir. Ekip 84-48-36-24 olan dört en büyük RÖG'ne kendileriyle ilgili olan risklerini azaltmak için iyileştirme çalışması yapmaya karar vermiştir. Geri kalan diğer durumların riskleri nisbeten göze alınabilir olarak düşünülmüştür.

**RÖG 84.**

- A. Ara kontroller uygulanmaya başlanmalı, sadece pres ayarında değil aralarda da kontrol edilmeli, Görev Kalite kontrolün.

**RÖG 48.**

- A. 50m.deki ölçüm yapılmalıdır,Görev operatör ve kalite kontrolün,
- B. Bu konuda operatör eğitilmelidir.

**RÖG 36.**

- A. Ara kontroller sıklaştırılmalı,
- B. Operatör eğitimi yapılmalı,  
Görev, operatör ve kalite kontrol

**RÖG 24.**

- A. Ölçüsel kontrol sıklaştırılmalı,
- B. Operatör eğitilmelidir.

**PROSES FMEA'NİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ****PARÇA : ARKA EL FREN TELİ****KATILIMCILAR**

<b>Ekip Lideri</b>	<b>:</b>	<b>(Kalite Güvence Müd.)</b>	<b>:Sündüz AKAGÜNDÜZ</b>
		<b>(Teknik Müd.)</b>	<b>:Yusuf Ziya KASIM</b>
		<b>(Üretim Müd.)</b>	<b>:Levent ŞENGÖZ</b>
		<b>(Bakım Müd.)</b>	<b>:Fatmagül KOBAK</b>
		<b>(Formen)</b>	<b>:Celal TANER</b>
		<b>(Formen)</b>	<b>:Deniz EFE</b>

**YER : ARKOTOMOTİV-İZMİT****TARİH : 15.05.1995**

**TOPLANTI TUTANAĞI**

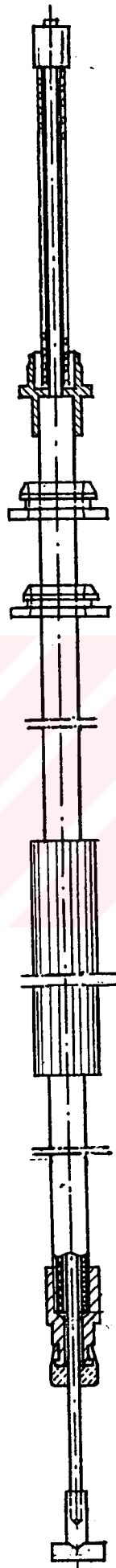
Toplantının konusu önerilen iyileştirilmelerden sonra FMEA gözden geçirilmiştir.

- RÖG 84,** Kalite kontrol bölümü burçların çıkma yükü uygunsuzluğunu önlemek ve kontrol altına almak için SPC kart uygulamasına geçilmesine karar verilmiştir. Üretimin %25'ini kontrol edecek şekilde kartın tutulmasına karar verilmiştir. Bu tarihe kadar yapılan SPC kartları kontrol bakımından kolaylık sağlamıştır.
- RÖG 48,** Formenin tuttuğu proses kontrol kartına ilave kontrol maddesi eklenmiştir. Operatöre eğitim verilmiştir. Kayıtlar kalite kontrol tarafından kontrol edilmektedir.
- RÖG 36,** Kalite kontrol bölümü halat boyunun kontrol altında tutulması amacıyla bu noktada SPC kartı uygulamasına başlatılmasına karar verilmiştir. SPC kartı kontrolü kolaylaştırılmıştır. Kalite kontrol tarafından sonuçlar izlenmektedir.
- RÖG 24,** Formenin tuttuğu proses kontrol kartına ilave kontrol maddesi eklenmiştir. Operatöre eğitim verilmiştir. Kayıtlar kalite kontrol tarafından kontrol edilmektedir.

PROSES FMEA (HATA TÜRÜ ve ETKİSİ ANALİZİ)										RESİM NO : 12194-12185	
<input checked="" type="checkbox"/> YENİ PROSES <input type="checkbox"/> MEVCUT PROSES EKİP LİDERİ : SÜNDÜZ AKAGÜNDÜZ İŞLETME / MAKİNA : ARKA ELFREN TELİ SON REVİZYON : 19.06.1995 TARİH : 01.04.1995 REVİZYON TARİHİ : 15.05.1995 SAYFA : 1/2										SİSTEM / PARÇA :	
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	
				KONTROL ÖNLEMLERİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	SAYI
-SİRAL SARIMA	SİRAL ÇAP ÖLÇÜSÜNÜN UYGUN OLMAMASI	Büyük; boncuklar takılamaz. Küçük; hortum geçmez	Operatör dikkat-sizliği Operatör dikkat-sizliği	Operatör eğitimi yapıldı Operatör eğitimi yapıldı	2 4 1 2 2 1	8 4	-Yok -Yok	-Yok -Yok	-Yok -Yok	2 4 1 2 2 1	8 4
	SİRAL SARMANIN YUMUŞAK OLMASI	Kurs boyunu etkiler, fonksiyonunu yerine getirmez	Operatör dikkat-sizliği	Operatör eğitimi yapıldı	4 4 3	48	NISAN 1995 KALİTE KONTROL	19.06.1995 -Operasyon sayfasına kontrol eklendi. Operatöre eğitim verildi. -Yok	3 4 2	24	
	SİRALIN ÖLÇÜSÜNÜN SAĞLAM OLMASI	Hortum geçmez	Operatör dikkat-sizliği	Operatör eğitimi yapıldı	1 2 1	2	-Yok	-Yok	1 2 1	2	
-SİRAL KAPLAMA	SİRAL KAPLAMASININ HOMOJEN OLMAMASI	Kalın; Nipellerden geçmez, İnce; burçlardan çıkma, spiralin yırtılması	Operatör dikkat-sizliği Operatör dikkat-sizliği	Operatör eğitimi yapıldı Operatör eğitimi yapıldı	1 1 1 3 4 2	1 24	-Yok NISAN 1995 KALİTE KONTROL	-Yok -Operasyon sayfasına kontrol eklendi. Operatöre eğitim verildi. 19.06.95	1 1 1 2 4 1	1 8	
-BURÇ BASMA İŞLEMİ	BURÇLARIN ÖLÇÜSEL HATASI	Büyük; yerine geçmez Küçük; boşluk oluşturur	Malzeme giriş eksikliği	%100 malzeme giriş uygulanmaktadır ve bu konuda yan sanayi uygulanmaktadır.	1 8 1 1 4 1	8 4	-Yok -Yok	-Yok -Yok	1 8 1 1 4 1	8 4	
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMIN	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)	TAHMIN	KUSUR PUANI	KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME	TAHMIN	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	DEĞERLENDİRME	TAHMIN	DEĞERLENDİRME	BÖLÜM
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YOKSEK	YOKSEK	1					
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	ORTA	2,3					
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	DÜŞÜK	4,5,6					
YOKSEK	7,8	YOKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	7,8					
ÇOK YOKSEK	9,10	ÇOK YOKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASIDİĞİL	OLASIDİĞİL	9,10					

PROSES FMEA (HATA TÜRÜ ve ETKİSİ ANALİZİ)															
PROSES		İŞLETME		YAN SANAYİ		RESİM NO :		12194-12195							
YENİ PROSES		MEVCUT PROSES				SİSTEM / PARÇA :		ARKA EL FREN TELİ							
EKİP LİDERİ		İŞLETME				İŞLETME / MAKİNA :		1995-Doğan							
SONDÜZ AKAGÜNDÜZ		ARK. PRES				REVİZYON TARİHİ :		15.05.1995							
SONDÜZ AKAGÜNDÜZ		ARK. PRES				REVİZYON TARİHİ :		15.05.1995							
SONDÜZ AKAGÜNDÜZ		ARK. PRES				REVİZYON TARİHİ :		15.05.1995							
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	KONTROL ONLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ONLEMLER			İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR				
					KONTROL ONLEMLERİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ONLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ			
MONTAJ İŞLEMİ	-ÇIKMA YÜKÜ UYGUNSUZLUĞU	-Düşük kuvvette burçların çıkması	-Kontrol yetersiz- liği	-Pres ayarı yapılırken kontrol edili- mektedir.	3	4	7	84	-Ara kontroller uygu- lanmaya alınmalı	-NİSAN 1995 KALİTE KONTROL	-SPC kartı uygulaması başlatıldı. 15.05.1995	2	4	2	16
MONTAJ İŞLEMİ	-DESMOPAN- LARIN YERİNE TAKILMAMASI	-Montaj işlemleri gerçekleşmez	-Operatör dikkat- sizliği	-Desmopanla rın çıkma du- rumu el ve gözle kontrol edilmektedir	2	7	1	14	-Yok	-Yok	-Yok	2	7	1	14
HALAT KESME	-HALAT BOYU UYGUNSUZLUĞU	-Uzun; kurs boyu- nun uzun olması -Kısa; kurs boyu- nun kısa olması	-Eksik ve yetersiz bilgi -Eksik ve yetersiz bilgi	-Şablon kul- lanılmaktadır	1	2	2	4	-Yok	-Yok	-Yok	1	2	2	4
NIPEL TAKMA	-NİPELLERİN ÖLÇÜSEL UY- GUNSUZLUĞU	-Delik çapının uy- gun olmaması	-Büyük; halattan çıkması, -Küçük; halata takılmaması	-%100 kon- trol edilmek- tedir.	2	8	1	16	-Yok	-Yok	-Yok	2	8	1	16
HALAT YAĞLAMA	-HALAT YAĞLAMASININ UYGUN OLMA- MASI	-Ömür açısından uygun olmaması	-Operatör dikkat- sizliği	-El ve gözle kontrol yapılmakta- dır.	1	1	1	1	-Yok	-Yok	-Yok	1	1	1	1
LASTİK TAKMA	-LASTİĞİN ÇAPAKLI OL- MASI	-Montajda güçlüğ çıkarr.	-Malzeme giriş eksikliği	-Malzeme gi- riş uygulan-	4	2	1	8	-Yok	-Yok	-Yok	4	2	1	8
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMIN 1	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)			KUSUR PUANI	KEŞFEDİLEBİLİRLİK			RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	EKİP ÜYELERİ	BÖLÜM				
		MEVCUT DEĞİL	TAHMIN 1	TAHMIN 1		TAHMIN YÜKSEK	DEĞERLENDİRME	TAHMIN 1				DEĞERLENDİRME			
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	1		YÜKSEK	1								
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA		ORTA	2,3								
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK		DÜŞÜK	4,5,6								
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK		ÇOK DÜŞÜK	7,8								
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASIL DEĞİL		OLASIL DEĞİL	9,10								

12194 - 12195  
ARRR EL FREN TELI



## 5.2. UYGULAMA

### YAĞÇUBUĞUUYGULAMASI

**FMEA**  
**PROSES FMEA**



**PROSES FMEA****PARÇA : YAĞ SEVİYE ÇUBUĞU****KATILIMCILAR**

<b>Ekip Lideri</b>	: (Kalite Güvence Müd.)	:Sündüz AKAGÜNDÜZ
	(Teknik Müd.)	:Yusuf Ziya KASIM
	(Üretim Müd.)	:Levent ŞENGÖZ
	(Bakım Müd.)	:Fatmagül KOBAK
	(Formen)	:Celal TANER
	(Formen)	:Deniz EFE

**YER : ARK PRES-İZMİT****TARİH : 15.02.1995**

**İNCELENEN ÜRÜNÜN TANIMI**

Otomobillerde yağ seviyesini ölçmede kullanılan yağ seviye çubuğu ARKPRES bünyesinde gerçekleştirilmektedir.



**REFERANS DÖKÜMANLAR**

- Teknik resim
- Numune raporları
- Spekler



## ÜRÜN FONKSİYONLARI

### **Birincil Fonksiyonlar**

- A. Yağ miktarını göstermek

### **İkincil fonksiyonlar**

- A. Estetik bakımından uygun olması
- B. Rahat yerine takılmalı
- C. Çekme kuvvetinin az olması

## **PROSES SEÇİMİ**

Yağ seviye çubuğunun sadece bir prosesi yerine tüm spiral özelliği ve boy kontrolü olmak üzere önemli proseslerinin hepsi kabul edilmiştir.



## **PROSES FONKSİYONLARI**

### **Birincil Fonksiyonlar**

- A. Spiral sarma ve kaplama
- B. Gösterge ucunu basma
- C. Elle tutamak kısmının basılması

### **İkincil Fonksiyonlar**

- A. Hasarsız ve hurdasız parçalar üretmek.

**HATA TÜRLERİ**

- HT1. Spiral ap ölçüsünün uygun olmaması,
- HT2. Seviye gösterge ucunun konikliğinin düz olması,
- HT3. Gösterge ucunun çıkma yükü uygunsuzluğu,
- HT4. Komple boy ölçüsünün uygunsuzluğu,
- HT5. O-ring malzemesinin uygunsuzluğu.



**ETKİLER**

- HT1. Büyük;boruya spiral geçmez,  
Küçük;gösterge ucu geçmez,
- HT2. Gösterge ucunun çıkması,
- HT3. Çıkma yükünün az olması,
- HT4. Uzun; mamulun istenilen ölçüleri kapsamadığı için gönderilmez veya gönderildiğinde ıskarta edilir,  
Kısa; Firmada ıskarta,gönderildiği taktirde iade edilir.
- HT5. Yerine oturmaması.





**SEBEPLER**

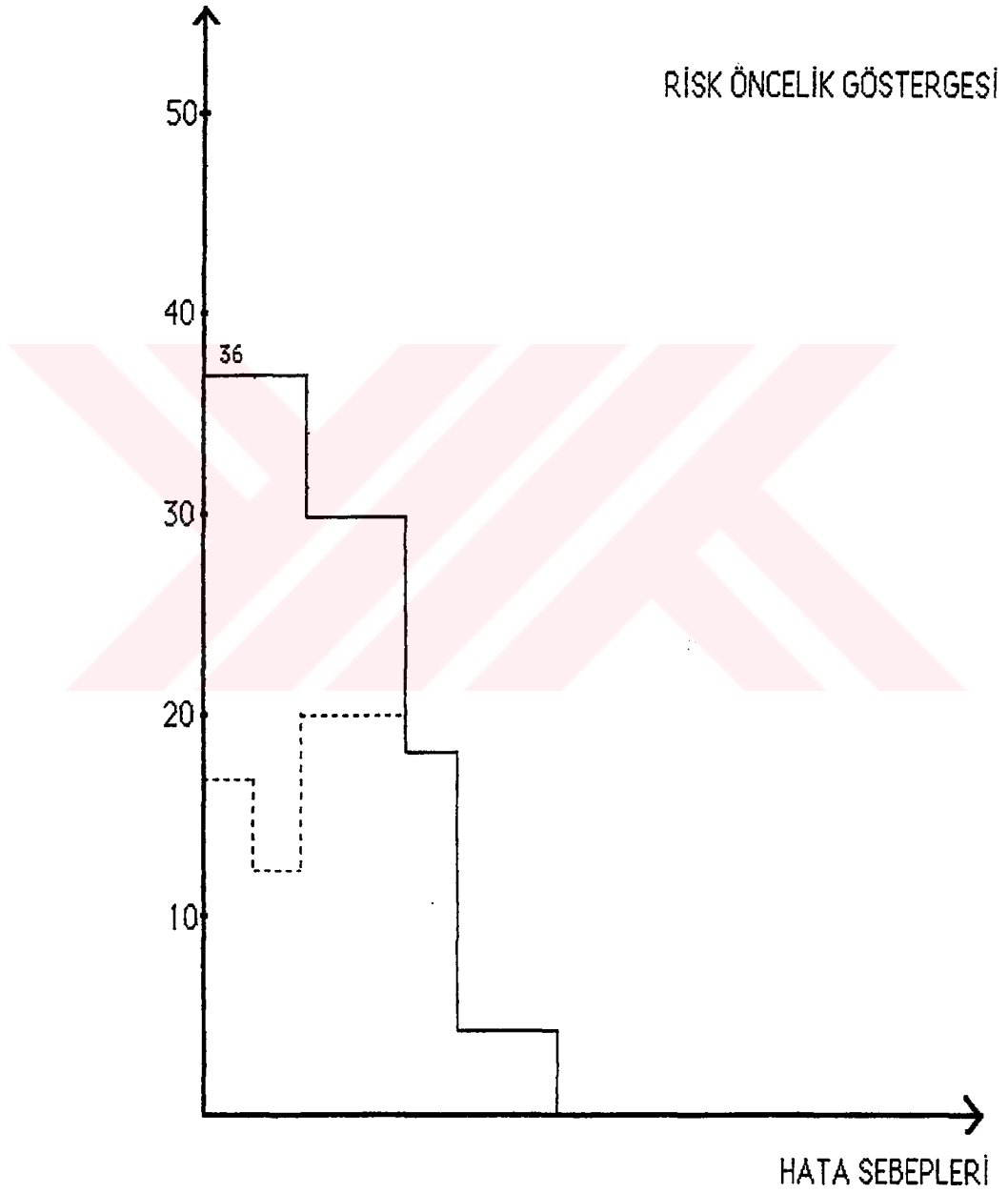
- HT1. Operatör dikkatsizliği
- HT2. Talaşlı imilittaki hatadan,
- HT3. Talaşlı imilittaki hatadan,
- HT4. Kontrol yetersizliği,
- HT5. Malzemedен kaynaklanmaktadır.



**KONTROL ÖNLEMLERİ**

- HT1. 50 m.'de bir çapının ölçülmesi,
- HT2. Malzeme giriş uygulanır,
- HT3. Kontroller yapılmaktadır, 10 kg'da çıkma yükü uygulanır,
- HT4. Son kontrol ve ara kontrol yapılmaktadır,
- HT5. Test plakası yan sanayiden istenilecektir.





Şekil 5.2. Yağ Çubuğu RÖG Şekli

## ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER

Risk öncelik göstergeleri ekip tarafından incelenmiş ve bütün RÖG sayıları büyükten küçüğe doğru sıralı olarak Pareto diyagramında gösterilmiştir. Ekip 36-36-30-30 olan dört en büyük RÖG'ne kendileriyle ilgili olan risklerini azaltmak için iyileştirme çalışması yapmaya karar vermiştir.

Geri kalan diğer durumların risklerini nisbeten göze alınabilir olarak düşünülmüştür.

### RÖG 36,

- A. Test plakası istenilecek,
- B. Malzeme özellikleri istenilecek,
- C. Daha sık malzeme giriş yöntemi uygulanacak.

### RÖG 36,

- A. Kontroller sıklaştırıldı,
- B. Son kontrol yapılacaktır.
- C. % 100 kontrole tabi tutulacak

### RÖG 30,

- A. Daha sık malzeme giriş uygulanacak,numune büyüklüğü arttırılacaktır. (Sıkı muayane uygulanmaktadır.)
- B. Yan sanayi bu konuda eğitilecek ve uyarılacaktır.

### RÖG 30

- A. Ara kontrol sıklaştırılacaktır.
- B. SPC kartı uygulaması başlatılmalıdır.

**PROSES FMEA'NIN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ****PARÇA** : YAĞ SEVİYE ÇUBUĞU**KATILIMCILAR****Ekip Lideri** : (Kalite Güvence Müd.) :Sündüz AKAGÜNDÜZ  
(Teknik Müd.) :Yusuf Ziya KASIM  
(Üretim Müd.) :Levent ŞENGÖZ  
(Bakım Müd.) :Fatmagül KOBAK  
(Formen) :Celal TANER  
(Formen) :Deniz EFE**YER** : ARK PRES-İZMİT**TARİH** : 15.04.1995

**TOPLANTI TUTANAĞI:**

Toplantının konusu, önerilen iyileştirilmelerden sonra FMEA'nın durumu gözden geçirmektir.

**RÖG 36,** Malzeme girişe bakan kalitekontrol elemanı yan sanayiden tes plakalarını parti bazında istemektedir. Kalite Güvence bölümü tarafından yan sanayi eğitime tabi tutulmuştur.

**RÖG 36,** Kalite kontrol bölümü tarafından komple boyun tolerans sınırları içinde olması için ara kontrol ve son kontrol sıklığını artırmıştır. Bir süre sonra bunun yetersiz olduğu gözlenmiştir. Bu aşamada % 100 kontrolü sağlayabilmek için master yapılmasına karar verilmiştir. Master ile % 100 boy kontrolüne tabi tutulacaktır.

**RÖG 30,** Gösterge ucunun çıkması , gösterge ucunun talaşlı imalattaki yapımından kaynaklanmaktadır. Kalite kontrol elemanı malzeme giriş de kullandığı normal muayeneden sıkı muayeneye geçmiştir. Durum da iyileşme görülene kadar sıkı muayene uygulanacaktır. Normal muayeneye geçme kararını malzeme girişe bakan kalite kontrol elemanı tarafından verilecektir.

**RÖG 30,** Yağ çubuğunun tutamak kısmının 10kg'nın altında çıkmasını önlemek için yapılan ilk baskı esnasındaki kontrolden sonra , kontroller sıklaştırılmıştır. Bu noktaya SPC kartı uygulanmaya başlatılmıştır. Üretimin %10'unu kapsayacak şekilde SPC kartı uygulanmaktadır.

**PHOSSES FIMEA (HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)**

İŞLETME / MAKİNA: 1994-TOFAŞ SON REVİZYON: 15.04.1995  
TARİH: 15.02.1995 REVİZYON TARİHİ: 01.04.1995 SAYFA: 1/1

YAN SANAYİ

İŞLETME

ARK OTOMOTİV

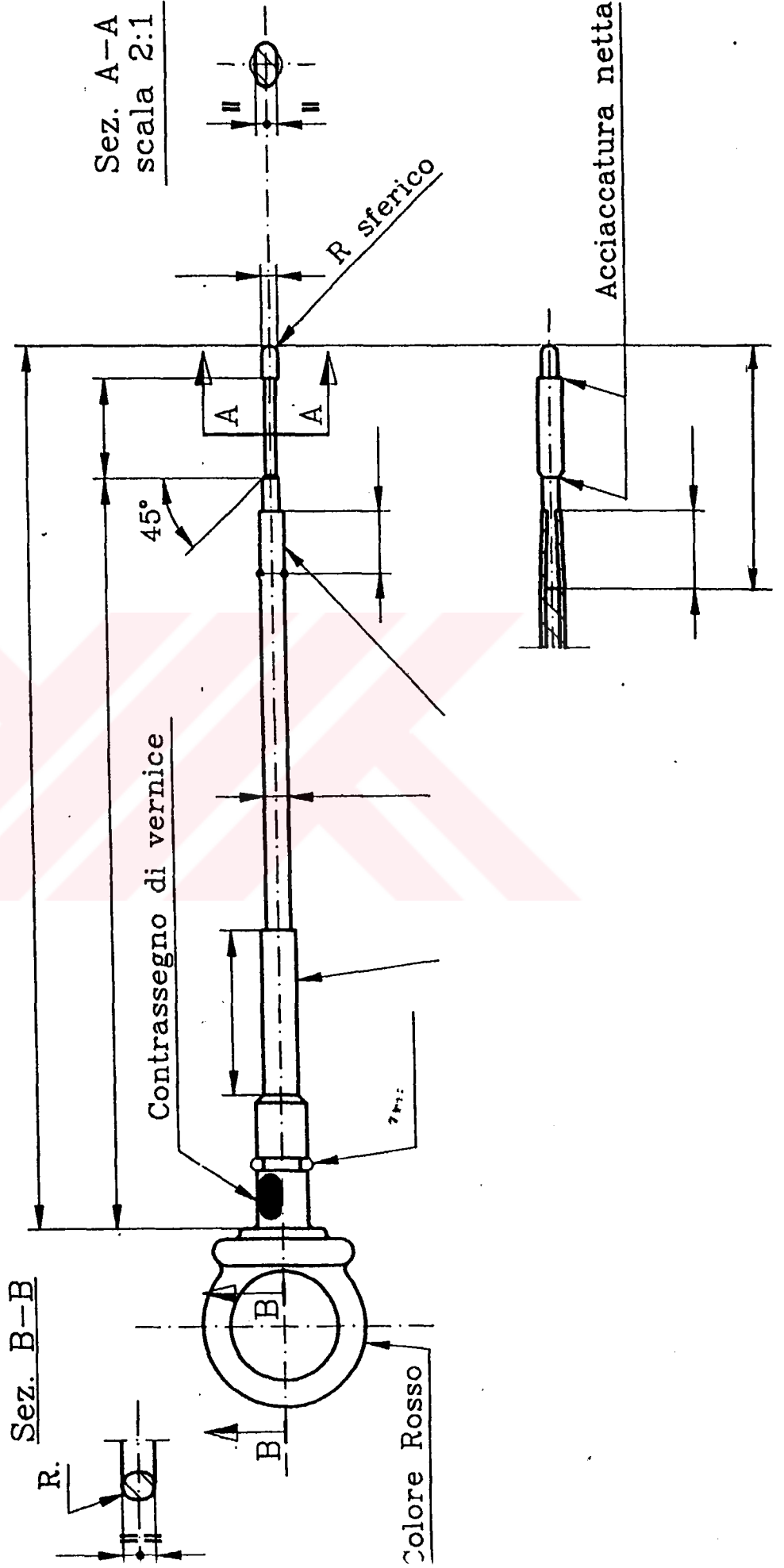
SÜNDÜZ AKAGÜNDÜZ

YENİ PROSES

MEVCUT PROSES

PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ			
					2	1	2		ÖNERİLEN İVİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ		2	1	2
-SİRAL SARMA İŞLEMİ	SİRAL ÇAP ÖLÇÜSÜNÜN UYGUN OLMAMASI	Büyük;boru spirale geçmez	Operatör dikkatsizliği	50 m'de ölçüm yapılmakta	2	1	2	4	-Yok	-Yok	-Yok	2	1	2	4
	Küçük; gösterge ucu geçmez	Operatör dikkatsizliği	Operatör dikkatsizliği	50 m'de ölçüm yapılmakta	2	1	2	4	-Yok	-Yok	-Yok	2	1	2	4
-GÖSTERGE UCU BASMA İŞLEMİ	GÖSTERGE UÇ KISMININ KONİKLİĞİNİN DÜZ OLMASI	Gösterge ucunun çıkması	Talaşlı imalattaki hatadan kaynaklanır	Malzeme giriş uygulanmaktadır.	2	5	3	30	NİSAN 1995 Kalite kontrol	Numune büyüklüğü artırıldı.(Sıki muayene) 15.04.95	Numune büyüklüğü artırıldı.(Malzeme giriş)	2	5	2	20
	ÇIKMA YÜKÜ UYGUNSUZLUĞU	Düşük kuvvette çıkmanın olması	Baskının yeterli olmaması ve kontrol yetersizliği	10 kg'de çekme ve ara kontroller yapılmaktadır.	2	5	3	30	NİSAN 1995 Kalite kontrol	SPC kartı uygulanması başlatıldı. 01.04.95	Ara kontroller sıklaştırılmalı.	2	5	2	20
-SON MUAYENE İŞLEMİ	KOMPLE BOY	Uzun;iskarta, yağı çok gösterir	Kontrol eksikliği	Ara kontrol ve son kontrol uygulanmaktadır.	3	3	3	18	-Yok	-Yok	-Yok	3	3	3	18
	KISA; iskarta, yağı az gösterir	Kontrol eksikliği	Kontrol eksikliği	Ara kontrol ve son kontrol uygulanmaktadır.	3	4	3	36	NİSAN 1995 Kalite kontrol	-%100 kontrol için master yapıldı. 01.04.95	Ara kontrol ve son kontrol sıklaştırılmalı.	2	4	2	16
-O-RİNG MALZEMESİ	ÖRİNG MALZEMESİ	Yerine oturmaz	Malzemeden kaynaklanır	Malzeme giriş	2	3	6	36	NİSAN1995 Kalitekontrol	NİSAN1995 Kalitekontrol	Test plakası istenmeli(mal.giriş)	2	3	2	12
	YERİNE OTURMAZ	Yerine oturmaz	Malzemeden kaynaklanır	Malzeme giriş	2	3	6	36	NİSAN1995 Kalitekontrol	NİSAN1995 Kalitekontrol	Test plakası istenmeli(mal.giriş)	2	3	2	12
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMIN	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) DEĞERLENDİRME	TAHMIN	KUSUR PUANI	KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME	TAHMIN	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ DEĞERLENDİRME	TAHMIN	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ			EKİP ÜYELERİ			BÖLÜM
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	YÜKSEK	1	1	1							
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	ORTA	2,3	2,3	2,3							
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	DÜŞÜK	4,5,6	4,5,6	4,5,6							
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	7,8	7,8	7,8							
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASIDİĞİL	OLASIDİĞİL	9,10	9,10	9,10							

UNO YRĠ ĆUBUĠU





### 5.3. UYGULAMA

#### ARÇELİK KAZAN KÖRÜĞÜ UYGULAMASI

**FMEA**  
**PROSES FMEA**

**PROSES FMEA**

**PARÇA** : Kazan körüğü prosesi ( su sızdırmazlığı sağlayan conta-  
P/N 2600180000-Y26 Çamaşır makinası)

**KATILIMCILAR** :

<b>Ekip Lideri</b>	(Üretim Müd.)	:Selim KENT
	(Teknik Müd.)	:E.Feyyaz YARAR
	(Kalite Güv.Müd.)	:Gökhan TUNÇ
	(Üretim Müdürlüğü)	:Cemil GÖK
	(Bakım Müdürlüğü)	:Semih DERYA

**YER** : ARÇELİK ÇAYIROVA İŞLETMESİ / İSTANBUL

**TARİH** : 3-5 MART 1994

**İNCELENEN ÜRÜNÜN TANIMI**

Kazan körüğü, çamaşır makinasının önünden suyun sızmasının önlemek üzere tasarlanmış bir contadır.

Kazan körüğü gövde ile kazan arasına konulur.

Kazan körüğü, gövde ve kazan üzerinde bulunan ilgili oluklar üzerinden iki kelepçe ile sabitlenir.

Su sızdırmazlığını garanti etmek için, kapak kapandığı zaman kazan körüğü kapak camı ile temas halindedir.

Kazan körüğü, çamaşırların tanbur ile kazan arasındaki kaçmasına engel olmak için bir çıkıntı oluşturur.

**REFERANS DÖKÜMANLAR**

Ürün (kazan körüğü)	Resim no.2600180000Rev.E	(ekte)
Tahrik grubu patlatılmış resmi		(ekte)
Komple gövde grubu patlatılmış resmi		(ekte)
Tahrik Gr.	Resim no.260360.00Rev.C	(ekte)
ARY26 Otomatik çamaşır mak.montaj ve test talimatı		2.SO.063
ARY26 Otomatik çamaşır kakinası ürün şartnamesi		2.TN.014
Proses akış şeması		(ekte)
Otomatik çamaşır makinaları Lup bölgesi görünüş kontrol talimatı		2.KK.057
Ürün kalite Audit ' i mühendislik talimatı		9.KK.0015
İş istasyonu denetim planı		2.ST.016
Giriş kalite kontrol talimatı		2.SO.069
Kontrol talimatı (Kazan ön kapak otokontrol)		2.ST.005

## İNCELENMEKTE OLAN PROSESİN TANIMI

Kazan körüğünün üretim prosesi yan sanayi de başlar. Yan sanayi lastik hamurunu kalıplamaktadır. Çapakları kesildikten sonra, ürün kontrol edilir, paketlenir ve Arçelik'e sevk edilir.

### Ana operasyonlar şunlardır:

- Kazan körüğünün girişi-yan sanayiden gelen ürün idari ve teknik kontrollerden geçirilir.
- Kazan körüğünün kontrolleri -kazan körüğü kümesi ilgili kalite prosedürlerine göre kontrol edilir.
- Kazan körüğünün depolanması -kazan körüğü kümesi, kalite onayından sonra malzeme ambarında depolanır.
- Kazan körüğünün taşınması-ana taşıma faaliyeti ambar ile 1.montaj faaliyeti arasındadır - diğer taşımalarından bahsedilmemiştir-taşıma belirlenmiş yöntemler ve araçlarla yapılırlar.
- Kazan körüğü montajı 1-bu işlemede işçi kazan körüğünü eline almakta ve kazanın ilgili oluğunun üzerine elleriyle zorlayarak yerleştirmektedir. Ayrıca kazan körüğünü sabitlemek için üzerinde sıkma vidası olan kazan körük kelepçesi yerleştirilmektedir. Vidanın sıkılması, değiştirilebilir uçlu ve ayarlanabilir torklu bir havalı tornavida ile yapılmaktadır,
- Kazan körüğü montajı 2- bu işlemede işçi kazan körüğünün diğer kenarını gövde üzerindeki oluk üzerine yerleştirmektedir. Ayrıca basit bir aletle gövde körük kelepçesini yerleştirmektedir.
- Makinanın son kontrolleri -montajı tamamlanan makinaların gözle kontrolünün ardından %100 fonksiyon testleri (içlerine çamaşır konulmaksızın) yapılır. Makinaların % 2'sine ürün auditi uygulanır.
- Makinanın ambalajlanması-tamamlanan ve onaylanan makinalar otomatik olarak ambalajlanırlar ve depolanma ve sevkiyat için ürün ambarına gönderilirler.

**ÜRÜN FONKSİYONLARI****F.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ****Birincil Fonksiyonlar**

- A. Kazan ile gövde arasındaki sızdırmazlığı garanti etmek,
- B. Ön kapaktan sızdırmazlığı garanti etmek,
- C. Tamburdan kazana çamaşırların geçmesini önlemek.

**İkincil Fonksiyonlar**

- D. Kazan sarsıntısının emilmesine katılmak,
- E. Estetik özelliğe hizmet etmek,
- F. Kolay monte edilebilir olmak,
- G. Çamaşırlara hasar vermekten sakınmak,
- H. kapağın belirlenen gerekli kuvvetle kapanırlığını sağlamak,
- I. Diğer makina fonksiyonlarının kaybından sakınmak,
- J. Kilit mekanizmasına müdahaleden sakınmak,
- K. Suyu kolaylıkla boşaltmak.

## PROSES SEÇİMİ

Akış şemasi incelendikten sonra, ekip tarafından kazan körüğü montajının 1.işlemesi üzerine uygulanmasına karar verilmiştir.Çünkü bu işleme en kritik faaliyet olarak var-sayılmıştır. Montaj işleme tanımı ilgili döküman üzerinde gösterilmiştir.



**PROSES FONKSİYONLARI****Birincil Fonksiyonlar**

- A. Kazan körüğünü kazan üzerine düzgün olarak yerleştirmek,
- B. Kazan körüğünü kazan üzerine doğru olarak yerleştirmek,
- C. Kazan körük kelepçesini düzgün olarak yerleştirmek,
- D. Kazan körük kelepçesini sıkmak.

**İkincil Fonksiyonlar**

- E. Hasarsız parçalar üretmek.



**HATA TÜRLERİ**

**A. Kazan körüğünü kazan üzerine düzgün olarak yerleştirmek,**

HT1. Kazan körüğü doğru yerine yerleştirilmedi,

HT2. Kazan körük kelepçesini yerleştirirken körüğün yer değiştirilmesi.

**B. Kazan körüğünü kazan üzerine doğru olarak yerleştirmek,**

HT3. Kazan körük çentiği ve kazan çentiğinin karşılıklı gelmemesi

**C. Kazan körük kelepçesini düzgün olarak yerleştirmek,**

HT4. Kazan körük kelepçesi doğru yerine yerleştirilmedi,

HT5. Sıkma esnasında kazan körük kelepçesinin yer değiştirilmesi.

**D. Kazan körük kelepçesini sıkmak,**

HT6. Uygun olmayan tornavida kullanılması,

HT7. Vidayı yetersiz sıkma,

HT8. Uygun olmayan parçaların kullanılması.

**E. Hasarsız ürünler üretmek,**

HT8. Uygun olmayan parçaların kullanılması,

HT9. Uygun olmayan aletlerin kullanılması,

HT10. El ile çok fazla işleme,

**ETKİLER**

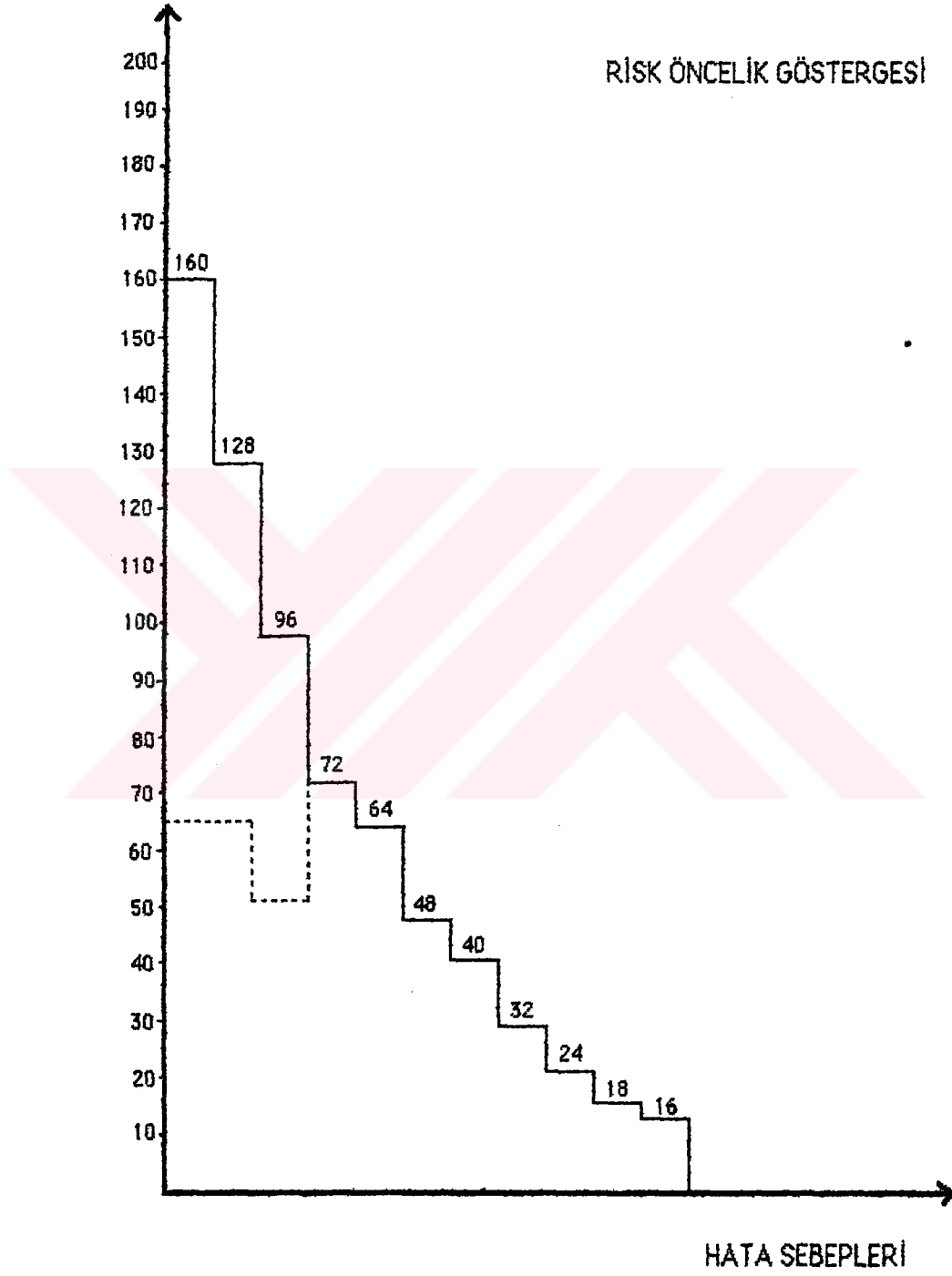
- HT1. Su sızdırması -tamir gerektirir-makina ana fonksiyonlarından birinin kaybı-  
müşteriye hasar (halılar,yer,makina)
- HT2. HT1'in aynı,
- HT3. Sürtünme+HT1'in aynı,
- HT4. HT1'in aynı,
- HT5. HT1'in aynı,
- HT6. HT1'in aynı,
- HT7. HT1'in aynı,
- HT8. HT1'in aynı - Estetik problemler nedeniyle müşteri tatminsizliği,
- HT9. HT8'in aynı.
- HT10. HT8'in aynı.

**SEBEPLER**

- HT1. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.  
- Uygun olmayan kazan körüğü,  
- uygun olmayan kazan,
- HT2. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.  
- Uygun olmayan kazan körük kelepçesi,
- HT3. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.
- HT4. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.  
- Uygun olmayan kazan körük kelepçesi.
- HT5. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.
- HT6. Yetersiz bakım ve onarım,  
- Tornavida seçim hatası,
- HT7. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.  
- Yetersiz hava basıncı  
- Uygun olmayan parçalar  
- Yanlış tork belirlenmesi
- HT8. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.  
- Yan sanayi hatası  
- Uygun olmayan depolama  
- Taşıma esnasında malzemenin karışması
- HT9. Yetersiz bakım ve onarım  
- Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.
- HT10. Eğitim eksikliği, deneyimsizlik.

**KONTROL ÖNLEMLERİ**

- A. Üretim hattını terketmeden önce, montajı tamamlanan makinalara %100 olarak son test yapılır.Bu test makinaların performans değerlendirilmesini ve yıkama çevrimlerini (işlerine çamaşır konulmaksızın ) içerir. Gözle muayene kontrolü sonra erdirir ve şaşı üzerine "kontrol edilmiştir" damgası vurulur. Bu işlem, 2.KK.057 kontrol talimatına göre yapılır.
- B. Üretilen makinaların % 2 oranındaki bir miktarı ürün ambarından alınarak laboratuvarda ürün auditi yapılır.Bu test bütün performans değerlendirilmesini içerir.Ürün auditi gözle yapılan kontrolla son bulur.Bu işlem, 9.KK.015 mühendislik talimatına göre yapılır.
- C. Her altı ayda bir işletmede iç audit yapılır. Bu auditte montaj işçilerinin yetenek ve deneyimi, kullanılan yöntemler, tezgah ve aletlerin durumu ile çalışma ortamı kontrol edilir. Bu işlem 2.ST.016 denetim planına göre yapılır.
- D. kazan körüğü için gelen malzeme kabul prosedürü, malzeme kontrollerinin frekans, özellikler, araçlar ve yöntemler yönünden nasıl yapılacağını belirler(16/300 oranında numune alınarak kontrol yapılır). Bu işlem, 2.SO.069 kontrol talimatına göre yapılır.
- E. Körük kelepçeleri için gelen malzeme kabul prosedürü, malzeme kontrollerinin frekans, özellik, araçlar ve yöntemler yönünden nasıl yapılacağını belirler (2/100 oranında numune alınarak kontrol yapılır). Bu işlem, GK 260090 talimatına göre yapılır.
- F. Montaj işçisinin kullanılan malzemeler ve işlemenin sonucu hakkında değerlendirme ve yorum yapması gerekir.
- G. Seri başı olarak imal edilen ilk 100 makinanın imalatı esnasında, montaj hattı üzerinde kararlaştırılan yöntemler, araçlar ve parçalar için çeşitli testler yapılır. Bu seri başı testleri; prosesi değerlendirmek için kullanılmasının yanısıra, makina analizleri için de kullanılırlar.
- H. Kazan ön kapakları imal edildikten sonra % 100 olarak gözle kontrol edilirler, 1/500 oranında da boyutsal olarak kontrol edilirler. Bu işlem, 2.ST.005 kontrol talimatına göre yapılır.



Şekil 5.3. Kazan Körtüğü RÖG Şekli

## ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER

Risk öncelik göstergeleri ekip tarafından incelenmiş ve bütün RÖG sayıları büyüktü küçüğe doğru sıralı olarak Pareto diyagramında gösterilmiştir.Ekip, 160-128-96-96 olan dört en büyük RÖG'ne, kendileriyle ilgili olan risklerini azaltmak için iyileştirme çalışması yapmaya karar vermiştir. Geri kalan diğer durumların riskleri nisbeten göze alınabilir olarak düşünülmüştür.

**RÖG 160.** Tornavida için aşağıdaki hususları içeren bir önleyici bakım düzenleyiniz:

- İşlevini yerine getirme,tork sınırları için haftalık revizyon yapınız,gerekliyorsa değiştiriniz.
- Ucunun günlük revizyonunu yapınız ve gerekliyorsa değiştiriniz.
- Tornavidayı ayda bir defa, tam bakımdan geçmiş bakım stoğundaki bir tornavida ile değiştiriniz. Değiştirilen tornavidanın tam bakımını gerçekleştiriniz.

Görev Bakım Müdürlüğüne, sorumluluk S.DERYA 'ya verilmiştir.

Onarım 30 Haziran 1994 ' e kadar tamamlanacaktır.

**RÖG 128.** Durumu yeniden inceleyerek,uygun olmayan bir tork seçilme olasılığını azalt.Olası alternatif torklar hakkında bilgi topla ve buna dayanarak talimatları değiştir.Bu görev üretim müdürlüğüne ve S.KENT'in sorumluluğuna verilmiştir. İnceleme sonucu ve talimat değişikliği 15 Mayıs 1994 tarihine kadar yayınlanacaktır.

**RÖG 96.** Sorunu ortaya koymasına rağmen, havalı tornavidanın yetersiz hava basıncına sahip olma olasılığını azaltma olasılığını ekip olanağı dışında olduğu vrsayılmıştır.bu nedenle, keşfedilebilirliği iyileştirmek için hava basınç değerinin montaj işçisi tarafından kolay okunmasını sağlamak amacıyla, işçiye yakın bir yere bir manometre konulmasını ekip önermiştir. Görev Bakım müdürlüğünün yardımıyla Üretim müdürlüğüne ve C.GÖK'ün sorumluluğuna verilmiştir. Manometrenin yerine takılması 30 Haziran 1994 tarihine kadar gerçekleşecektir.

**RÖG 96.** Yan sanayiden uygun olmayan körük kelepçelerinin alınması olasılığını azalt.Yan sanayi proses v ekalite sistemini tekrar gözden geçirilerek düzelt ve iyileştirilmesini iste veya yan sanayiye değiştir. Görev Kalite Güvence Müdürlüğüne G.TUNÇ'un sorumluluğuna verilmiştir. Yan anayi incelemesi 30 mayıs 1994 tarihine kadar gerçekleşecektir.



**PROSES FMEA'NİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ****PARÇA** : Kazan körüğünün 2600180000 1.Montaj faaliyeti**KATILIMCILAR :**

<b>Ekip Lideri</b>	(Üretim Müd.)	:Selim KENT
	(Teknik Müd.)	:E.Feyyaz YARAR
	(Kalite Güv.Müd.)	:Gökhan TUNÇ
	(Üretim Müdürlüğü)	:Cemil GÖK
	(Bakım Müdürlüğü)	:Semih DERYA

**YER** : ARÇELİK ÇAYIROVA İŞLETMESİ / İSTANBUL**TARİH** : 2 HAZİRAN1994



## TOPLANTI TUTANAĞI

Toplantının konusu, önerilen iyileştirmelerden sonra FMEA'nın durumunu gözden geçirmektedir.

**RÖG 160.** Bakım müdürlüğü, havalı tornavidaların koruyucu bakımı hakkında raporunu vermiştir. İş yolunda gitmektedir ve bütün veriler teyid edilmektedir: yapılış şekli, programlanan tarih olasılık değerinin düşürülmesi tahmini yapılmalıdır. Bu konuda ekipte görüş birliği sağlanmıştır.

**RÖG 128.** Üretim bölümü tonk analiz raporunu vermiştir. Belirlenmiş olan eski tonk değeri gözden geçirilmiştir. Benzer durumlardaki derinlemesine araştırmaların gösterdiğine göre; torkta büyük tolerans problem yaratmaktadır. Bu nedenle, min 1.5 n.m. olan eski değer yerine 1.8 n.m. +0.2 n.m. olarak kararlaştırılmıştır. Talimatlar yazılı şekle sokulmuş ve ilgili şahıslara dağıtılmıştır. Faaliyetler 15 Mayıs 1994 tarihinde tamamlanmıştır. Bu konu da ekip de görüş birliği sağlanmıştır.

**RÖG 96.** Üretim müdürlüğü yetersiz hava basınç raporu vermiştir. Esas sorunun hava kompresörlerinin yetersiz kapasiteleri nedeniyle olduğu teyid edilmiştir. Fakat bu konuya yakın bir gelecekte çözüm bulunması olası görünmemektedir. Manometre hareketi yolunda gitmekte ve bakım müdürlüğüne başka öncelikli işler verilmediği sürece programın tamamlanacağı teyid edilmiştir. Bununla beraber, montaj işçisine halen kullanılmak üzere tork ayarlı el tornavidası ve kullanma talimatı verilmiştir. Bu konuda ekipte görüş birliği sağlanmıştır.

**RÖG 96.** Kalite Givence Müdürlüğü yan sanayi iyileştirilmesi raporunu vermiştir. Yan sanayi ziyaret edilmiş ve değerlendirilmiştir. Yan sanayinin şu andaki kalite organizasyonu çok zayıftır, bu nedenle uygun olmayan parça alma olasılığımız hala çok yüksektir. Halehazırda, alternatif olarak daha iyi bir yan sanayi bulmak mümkün değildir.

Kalite Müdürlüğümüz, yan sanayi güvenilir asgari kontrol performansını sağlamak için bir yarım faaliyeti başlatmaktadır. Sonuçlar Eylül ayı ortasına kadar tahmin edilir. Bu sırada kabul muayenelerini yoğunlaştırılacaktır. Bu konuda ekipte görüş birliği sağlanmıştır.

PROSES KADEMESİ	PROSES HTEA - (ATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)			MEVCUT PROSES			ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			MÜESTRİLERİN KOŞULLAR				
	YENİ PROSES	EKİP LİDERİ	İŞLETME	YAN SANAYİ	HATANIN SEBEPLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN	KONTROL ÖNLEMLERİ	OLASILIK	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ	OLASILIK	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	
MONTAJ 1	KAZAN KÖRÜĞÜ DOĞRU YERİNE YERLEŞTİRİLMEDİ	MAKİNA FONKSİYON KAYBI	EĞİTİM EKSKİPLİĞİ VE DENEYİMLİLİK YERİNE YERLEŞTİRİLMEDİ	MAKİNAYA HASAR	HATA TURLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	OLASILIK	8	2	48	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ	OLASILIK	8	2	48
	"	"	"	"	"	"	"	"	1	8	16	"	"	"	1	8	16

DEĞERLENDİRME	TAHMİN			*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR DEĞERLENDİRME	TAHMİN PUANLARI			*RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	EKİP ÜYELERİ			BÖLÜM
	DEĞERLENDİRME	TAHMİN	TAHMİN		DEĞERLENDİRME	TAHMİN	TAHMİN		DEĞERLENDİRME	TAHMİN	TAHMİN	
- ÇOK UZAK	• 1	- MEVCUT DEĞİL	• 1	- YUKSEK	• 1	SELM KENDER	• 1	DEĞERLENDİRME	FEYYAZ YARAR	• 1	TEKNİK	
- DÜŞÜK	• 2,3	- DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	• 2,3	- ORTA	• 2-5	GÖKHAN TOĞRUL	• 2-5	DEĞERLENDİRME	SEMİH ÇEŞMECİ	• 1	KALİTE	
- ORTA	• 4,5,6	- ORTA KRİTİKLİKTE	• 4,5,6	- DÜŞÜK	• 4-6	CEMİL MİRKELEM	• 4-6	DEĞERLENDİRME	SEMİH ÇEŞMECİ	• 1	BAKIM	
- YUKSEK	• 7,8	- YUKSEK KRİTİKLİKTE	• 7,8	- ÇOK DÜŞÜK	• 7,8		• 7,8	DEĞERLENDİRME				
- ÇOK YUKSEK	• 9,10	- ÇOK YUKSEK KRİTİK	• 9,10	- ÇOK DÜŞÜK	• 9,10		• 9,10	DEĞERLENDİRME				

PROSES KADEMESİ	PROSES HTEA - (TA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)		TEM / PARÇA KAZAN KÖRÜĞÜ		RESİM NO :						
	YENİ PROSES	MEVCUT PROSES	İŞLEME / MAKİNA		SON REVİZYON :						
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		TARİH :					
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		REV. TAR. :					
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		SAYFA : 2/5					
PROSES HATA TÜRLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR		DÜZELTİCİ ÖNEMLER		TAMAMLANAN ÖNLEMLER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TAMAMLANMA TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER	MÜESTİRLEN KOSULLAR	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
			KONTROL ÖNLEMLERİ	ÖLÇÜMLER	ÖLÇÜMLER	ÖLÇÜMLER					
KAZAN KÖRÜĞÜ MAKİNA FONKSİYON DOĞRULUYE-SİYON KAYBIŞRINE YERLEŞMÜŞTERİYE VE TİRİLMEDİ MAKİNAYA HASAR	UYGUN OLMA-YAN KAZAN	UYGUN OLMA-YAN KAZAN	a) b) KAZAN ÖN KAPAK OTO KONTROLLU 2600140000 REF: 2-51.005 GÖZLE:%100 BOYUT:1/500	1	8	2	16				
KAZAN KÖRÜK KELEPESİNİ YERLEŞTİRMEYİ KÖRÜĞÜN YER DEĞİŞTİRMESİ	//	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	1	8	2	16				
//	//	UYGUN OLMA-YAN KAZAN KÖRÜK KELEPÇESİ	a) b) e) GELEN MALZEME KABUL KONTROLU 2600900000 2/100 ORANINDA f) İŞÇİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMU	1	8	2	16				
DEĞERLENDİRME	TAHMIN	*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR	KEŞFEDİLEBİLİRLİK		RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ		BÖLÜM		
- ÇOK UZAK	- 1	DEĞERLENDİRME	TAHMIN	PUANLARI	DEĞERLENDİRME	TAHMIN	DEĞERLENDİRME				
- DÜŞÜK	- 2,3	- MEVCUT DEĞİL	- 1	- 1	- YUKSEK	- 1					
- ORTA	- 4,5,6	- DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	- 2,3	- 2,3	- ORTA	- 2,5					
- YUKSEK	- 7,8	- ORTA KRİTİKLİKTE	- 4,5,6	- 4,6	- DÜŞÜK	- 4,6					
- ÇOK YUKSEK	- 9,10	- YUKSEK KRİTİKLİKTE	- 7,8	- 7,8	- ÇOK DÜŞÜK	- 7,8					
		- ÇOK YUKSEK KRİTİK	- 9,10	- 9,10	- OLASI DEĞİL	- 9,10					

PROSES HİEA - (YATIRIM VE ETKİSİ ANALİZİ)		YENİ PROSES		MEVCUT PROSES		RESİM NO :				
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		İŞLEME / PARÇA KAZAN KÖRÜĞÜ				
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		SON REVİZYON :				
TARİH :		REV. TAR. :		SAYFA :3/5						
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TURLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER				
				KONTROL ÖNLEMLERİ	OLASILIK	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANMA TARİHİ	OLASILIK
	KAZAN KÖRÜK ÇENTİĞİ VE KAZAN ÇENTİĞİNİN KARIŞIKLIĞI GELME MESİ	//	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	1 8 5	40				
	KAZAN KÖRÜK KELEPÇESİ DOĞRU YERİNE YERLEŞTİRİLMEDİ	//	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	1 8 2	16				
	//	//	UYGUN OLMAYAN KAZAN KÖRÜK KELEPÇESİ	a) b) e) f)	3 8 2	48				
	SIKHA ESNAFINDA KAZAN KÖRÜK KELEPÇESİNİN YER DEĞİŞTİRMESİ	//	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	1 8 2	16				
	UYGUN OLMAYAN TORNAVİDA KULLANILMASI	//	YETERSİZ BAKIM VE ONARIM	a) b) c) f)	5 8 4	160	ÖNLEYİCİ BAKIM: BAKIM BÖLÜMÜ İŞ YOLUNDA GÜNLÜK, HAFTALIK (S.ÇEŞMECİ) GİTİKTEDİR AYLIK 30.HAZ.'94 TEYİT EDİLMİŞTİR	2 8 4	64	
	//	//	TORNAVİDA SEÇİM HATASI	a) b) f) g) SERİ BAŞI MONTAJ ANALİZİ	2 8 2	32				
▲ OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMİN	*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR PUANLARI		▲ KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME		● RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ		BÖLÜM
- ÇOK UZAK	• 1	DEĞERLENDİRME		DEĞERLENDİRME TAHMİN		DEĞERLENDİRME				
- DÜŞÜK	• 2,3	- MEVCUT DEĞİL		- YÜKSEK		-				
- ORTA	• 4,5,6	- DÜŞÜK KRİTİKLİKTE		- ORTA		-				
- YÜKSEK	• 7,8	- ORTA KRİTİKLİKTE		- DÜŞÜK		-				
- ÇOK YÜKSEK	• 9,10	- YÜKSEK KRİTİKLİKTE		- ÇOK DÜŞÜK		-				
		- ÇOK YÜKSEK KRİTİK		- OLASI DEĞİL		-				

PROSES HTEA - (TA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)		MEVCUT PROSES		YAN SANAYİ		RESİM NO :	
YENİ PROSES		YAN SANAYİ		REV. TAR. :		SAYFA : 4/5	
EKİP LİDERİ		İŞLETME		TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARAMLANMA TARİHİ		SON REVİZYON :	
İŞLETME		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TARAMLANMA TARİHİ		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
PROSES KADEMESİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
			KONTROL ÖNLEMLERİ	OLASILIK	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	OLASILIK	
VİDAYI YETERSİZ SIKMA	II	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	1 8 3	24		
II	II	YETERSİZ HAVA BASINCI	a) b) f)	3 8 4	96	MANOMETRE NEMİ ÜRETİM TAJ İŞÇİSİNİN YAT KININA KONULACAK YETERSİZ HAVA BA SINCINDA SIKNA EL DORNAVİDASIYLA TAMAMLANACAK.	3 8 2
II	II	UYGUN OLMAYAN YAN PARÇALAR	a) b) e) f)	3 8 4	96	YAN SANAYİDENİ KALİTE İYİLEŞTİRME İSTE BÖLÜMÜ NEĞEK VEYA YAN (G.TÖGRÜL) TIRMESİ BAŞLA SANAYİ DEĞİŞTİRİLE CEK 30. MAY. 94	3 8 2
II	II	YANLIŞ TORX BELİRLENMESİ	a) b) g)	4 8 4	128	TORX SEÇİMİ ÜRETİM YENİDEN ANALİZ EDİLMİŞ SUNA (S.KENDER) OLARAK GÖRE DEĞİŞTİRİLEK 15. MAY. 94	2 8 4
UYGUN OLMAYAN PARÇALARIN KULLANILMASI	II	EĞİTİM EKSİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	a) b) c)	2 8 3	48		
II	II	YAN SANAYİ HATASI	a) b) d) e) f) h)	3 8 3	72		
TAHMİN		TAHMİN		TAHMİN		TAHMİN	
- ÇOK UZAK	• 1	- MEVCUT DEĞİL	• 1	- YÜKSEK	• 1	DEĞERLENDİRME	
- DÜŞÜK	• 2.3	- DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	• 2.3	- ORTA	• 2-5		
- ORTA	• 4.5.6	- ORTA KRİTİKLİKTE	• 4.5.6	- DÜŞÜK	• 4-6		
- YÜKSEK	• 7.8	- YÜKSEK KRİTİKLİKTE	• 7.8	- ÇOK DÜŞÜK	• 7.8		
- ÇOK YÜKSEK	• 9.10	- ÇOK YÜKSEK KRİTİK	• 9.10	- OLASI DEĞİL	• 9.10		
*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR PUANLARI		*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR PUANLARI		*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR PUANLARI		*ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR PUANLARI	
DEĞERLENDİRME		DEĞERLENDİRME		DEĞERLENDİRME		DEĞERLENDİRME	
TAHMİN		TAHMİN		TAHMİN		TAHMİN	
• 1		• 1		• 1		• 1	
• 2.3		• 2.3		• 2.3		• 2.3	
• 4.5.6		• 4.5.6		• 4.5.6		• 4.5.6	
• 7.8		• 7.8		• 7.8		• 7.8	
• 9.10		• 9.10		• 9.10		• 9.10	
• 1		• 1		• 1		• 1	
• 2-5		• 2-5		• 2-5		• 2-5	
• 4-6		• 4-6		• 4-6		• 4-6	
• 7.8		• 7.8		• 7.8		• 7.8	
• 9.10		• 9.10		• 9.10		• 9.10	
• 1		• 1		• 1		• 1	
• 2-5		• 2-5		• 2-5		• 2-5	
• 4-6		• 4-6		• 4-6		• 4-6	
• 7.8		• 7.8		• 7.8		• 7.8	
• 9.10		• 9.10		• 9.10		• 9.10	



PROSES HTEA - (HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)		SİZ TEM / PARÇA KAZAN KÖRÜĞÜ		RESİM NO :	
YENİ PROSES		MEVCUT PROSES		SON REVİZYON : 4	
EKİP LİDERİ		İŞLETME		REV. TAR. : SAYFA : 5/5	
		YAN SANAYİ			
		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER		MYLESTİRİLEN KOŞULLAR	
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR	
				KONTROL ÖNLEMLERİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
	UYGUN OLMAYAN PARÇALARIN KULLANILMAMIŞI	//	UYGUN OLMAYAN DEPOLAMA	28 4	64
	//	//	TAŞIMA ESNAFINDA MALZEMENİN KARŞIYAMA	28 3	48
	UYGUN OLMAYAN ALETLERİN KULLANILMASI	//	YETERSİZ BAKIM VE ONARIM	28 4	64
	//	//	EĞİTİM EKSLİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	28 3	48
	EL İLE ÇOK FAZLA İŞLEME	//	EĞİTİM EKSLİKLİĞİ VE DENEYİMSİZLİK	23 3	18
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMİN	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) KUSUR DEĞERLENDİRME	TAHMİN PUANLARI	KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME TAHMİN	
- ÇOK UZAK	• 1	- MEVCUT DEĞİL	• 1	- YÜKSEK	- 1
- DÜŞÜK	• 2,3	- DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	• 2,3	- ORTA	- 2,5
- ORTA	• 4,5,6	- ORTA KRİTİKLİKTE	• 4,5,6	- DÜŞÜK	- 4,6
- YÜKSEK	• 7,8	- YÜKSEK KRİTİKLİKTE	• 7,8	- ÇOK DÜŞÜK	- 7,8
- ÇOK YÜKSEK	• 9,10	- ÇOK YÜKSEK KRİTİK	• 9,10	- OLASI DEĞİL	- 9,10
				• RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
				DEĞERLENDİRME	
				EKİP ÜYELERİ	
				BÖLÜM	

## 5.4. UYGULAMA

### OTOSAN TRANSİT ÖN AKSAN

**FMEA**  
**PROSES FMEA**

PHOENIX FİLİA (TARİHİ İZLENİMLER VE İZLENİMLER)		İŞLETME / MAKİNA:		1989 - TRANSİT   SUN REVİZYON TARİHİ:		YAN SANAYİ		REVİZYON TARİHİ: 15 EYLÜL 1989		SAYFA: 1/14	
YENİ PROSES		İŞLETME		TARİH: 15 OCAK 1989		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ		İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	
EKİP LİDERİ		İSTANBUL		KONTROL ÖNLEMLERİ		ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER		TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
Y. Z. BÜYÜKBAŞI		HATANIN SEBEPLERİ		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		İYİLEŞTİRMELER		TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
PROSES HATA TÜRÜLERİ		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER		TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
Op 10	Punta merkezleri kaçık ve spindil ucu frezelenmesi	Op 20 ve Op 30 yüzey bozuk ve salgı çıkar.	Tezgah spindil eksenleri bozukluk Fıxtür hatalı monte edilmiştir.	Seribaşında eksenlerin kontrolü %10 üretim kontrolü	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	4 2 5	40
	punta açısı bozuk	Op 20 ve Op 30'da puntalar oturmaz.	Bileme hatalıdır	punta matkapları bilme. %100 kontrol	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	3 1 5	15
	Punta matkabi ve plaket üzerinde talaş kayması	Punta yuvası yüzeyi bozuk olur. Op20 ve Op 30'da çap salgıdır. Tüm op.'na yansır.	Kesme hızı veya ilerleme düşüktür. Soğutma sıvısı yetersizdir.	Teorik değerler ile pratik değerler karşılaştırılmaktadır.	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	-Yok	3 1 2	6
	22.0 mm'lik Ref. pedi frezeleme ölçüsü knuckle bass eklenmesinden kaçık	Knuckle bass delikleri ve flanş civara merkezi dövme parçaya göre kaçık olur tüm op.'na yansır.	Freze işleme kolu hatalıdır. Fıxtürün parçayı konumlaması hatalıdır.	Seribaşı ile 10 parça kontrolü % 10 üretim kontrolü	22.0 mm işleme ölçüsüne ve bass konumuna tolerans eklenmelidir.	10.05.1989 imalat Müh.	Konum kontrol takımı yapıldı 15.05.1989	2 3 4	24	2 3 4	24
OLASILIK DEĞERLENDİRME		ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)		KUSUR PUANI		KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ	
TAHMIN		TAHMIN		TAHMIN		TAHMIN		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ	
1	MEVCUT DEĞİL	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1	YÜKSEK	1	YÜKSEK		
2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	2,3	ORTA	2,3	ORTA		
4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6	DÜŞÜK		
7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	ÇOK DÜŞÜK		
9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	OLASI DEĞİL		





**FHUSES FIMEA (HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)**

İŞLETME / MAKİNA: 1989-TRANSIT		SON REVİZYON: 10.01.1990							
TARİH: 15.OCAK.1989		REVİZYON TARİHİ: 15 EYLÜL 1989							
YAN SANAYİ		SAYFA: 3/14							
İŞLETME İSTANBUL		DÜZELTİCİ ÖNLEMLER							
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ			
				KONTROL ÖNLEMLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
OP30 -Spindil ön ve arka rulman ve keçe çaplarının taşlanması	-Rulman çapları küçük	-Rulman döner, yatak sarar	-Şablonlaşmış -Ölçme hatası	-%100 üretim kontrolü	3 8 3	-Yok	72	3 8 3	72
	-Rulman çapı büyük	-Rulman çakılmaz	-Ölçme hatası	-%100 üretim kontrolü	3 8 3	-Yok	72	3 8 3	72
	-Taşlanan çaplarda tırmalama	-Çap ve ek-santritik bozuk çıkar. -Rulman montajı zor olur.	-Taş salgılı -İş parçası devri düşük -Soğutma sıvısı yetersiz -Taş yumuşak -Taş iri taneli	-%100 Göz kontrolü ---%2 ölçme ile kontrol -Teorik kesme değerleri ile pratik kesme değerleri karşılaştırılmaktadır.	3 7 3	-Yok	63	3 7 3	63
-Ön ve arka rulman çapları arasındaki salgı		-Teker salgılı döner, balans yapılamaz. -Teker disk montajı zor -kasintili olur. -Rulman dağılır. Boşluktan dolayı direksiyon titer ve ses yapar. -Direksiyon döndürme sıklığına neden	-Punta eksenleri kaçık -Punta eksenleri ile şablon arasında uyumsuzluk var.	-%2 üretim kontrolü	4 8 7	-Seri başında puntalar ile kızakların paralellikleri kontrol edilmektedir. 16.05.1989	224	2 8 4	64
OLASILIK DEĞERLENDİRME		ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)		KUSUR PUANI		KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ DEĞERLENDİRME	
ÇOK UZAK	TAHMIN 1	MEVCUT DEĞİL	TAHMIN 1	YÜKSEK	YÜKSEK	TAHMIN 1	YÜKSEK	TAHMIN 1	YÜKSEK
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	ORTA	2,3	ORTA	2,3	ORTA
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	DÜŞÜK	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6	DÜŞÜK
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASI DEĞİL	OLASI DEĞİL	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	OLASI DEĞİL



**PHUSE FIMEA (HATA TURU VE E KİSİ ANALİZİ)**

İŞLETME / MAKİNA:		1989- TRANSİT		SON REVİZYON :										
TARİHİ : 15 OCAK 1989		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989		SAYFA : 5/14										
İŞLETME / MAKİNA:		1989- TRANSİT		SON REVİZYON :										
TARİHİ : 15 OCAK 1989		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989		SAYFA : 5/14										
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ										
Y.Z. BÜYÜKHAN		İSTANBUL												
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNEMLER			RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ				
				KONTROL ÖNEMLERİ	7	5	6	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
-Dümen kolu bağlama civatası oturma yüzeyi işleme	-47.3 mm ölçüsü küçük	-Civata başı yukarıda kalır. Dingile sürter.	-Freze burçları hatalı	- Burçlar serri başında % 100 ölçülür.	7	5	6	-Yok	-Yok	-Yok	7	5	6	210
	-Spindil ek-senine paralel değil	-Civata başı oturmaz.	-Fixtür ko-numlaması hatalı	-% 2 üretim hatası	7	4	6	-Yok	-Yok	-Yok	7	4	6	168
OP 50 -Dümen kolu oturma yüzeyi işleme	-62.0mm ölçüsü büyük	-Rot kolu yüksekliği farklı olud, bağlanmaz.	-Freze arbar burçları hatalı	-% 2 üretim hatası	7	3	3	-Yok	-Yok	-Yok	7	3	3	63
	-Yüzey kalitesi bozuk	-Yüzey baskısı sağlanmaz.	-Freze salgılı -Kesme rejimi uygun değil	-% 2 üretim hatası	6	3	6	-Yok	-Yok	-Yok	6	3	6	108
	-76.5 ve 5.35 mm ölçüsü büyük veya küçük (tolerans dışı)	-Finiş operasyonunda kurtarmaz((OP 98)	-Fixtür ko-numlaması hatalı	-Seri başında fixtür arlanır.	7	3	2	-imalat toleransı dahil edilmiştir.	16.05.1989 imalat müh.	0.1 tolerans eklendi. 16.05.1989	5	3	2	30
	-Spindil ve knuckle bass eksenlerine olan açılmalık numuru hatalı		-Arbar burçları hatalı -Freze salgılı	-% 2 üretim kontrolü	8	4	3	-Yok	-Yok	-Yok	8	4	3	96
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMIN	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)		KUSUR PUANI	KEŞFEDİLEBİLİRLİK		RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ	BÖLÜM				
		DEĞERLENDİRME	TAHMIN		DEĞERLENDİRME	TAHMIN	DEĞERLENDİRME	TAHMIN						
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1		YÜKSEK	1								
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3		ORTA	2,3								
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6		DÜŞÜK	4,5,6								
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8		ÇOK DÜŞÜK	7,8								
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10		OLASI DEĞİL	9,10								







# FHUSES FMEA (HATA TÜRÜ ve ETKİSİ ANALİZİ)

YENİ PROSES  MEVCUT PROSES

PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			DÜZELTİCİ ÖNEMLER			TAMAMLANAN ÖNEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR		
				KONTROL ÖNEMLERİ	KONTROL	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLAMA TARİHİ		İYİLEŞTİRİLEN	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	
				8	8	3	8	8	3		8	8	3
OP 94 Knuckle bassları deliklerine M 29x 1.5 kılavuz çekme	-Diş çekme boyu küçük	-Tapa oturmaz. Yağ kaçağı olur.	-Operatör hatası	- %100 Diş mastarı ile kontrol	192	-Yok	-Yok	-Yok	8	8	3	192	
	-Delik çapı ile kılavuz spindil eksenini konumu kaçık	-Diş kesiti zayıf olur.Sıyirmalara neden olur. -Tapa takılamaz.	-Fixtür ile kılavuz spindil uyumsuz	-Seri başında kontrol	324	-imalatçı için konum kontrol takımı yapılmalı	-Konum kontrol takımı yapılacak kalite kontrol 16.11.1989	-Dizayn bitti 05.01.1990	2	9	6	108	
OP 95 Knuckle bassları deliklerine 2 adet burç çakma	-2.3 ve 3.3 mm ölçüsü küçük	-Keçeler oturmaz.	-Fixtür hatası	- % 10 derinlik mastarı ile kontrol	36	-Yok	-Yok	-Yok	3	6	3	36	
	-2.3 ve 3.3 mm ölçüsü büyük	-Tapa oturmaz.	-Burç boyu hatası										
OP 96 Knuckle bassları burç delikleri finiş ray-balamak	-Delik çapı büyük	-Roll-burnising yapılamaz.	-Burç aşınmıştır	- % 100 havalı tk. ile kontrol	27	-Yok	-Yok	-Yok	3	3	3	27	
	- 6 Kambur açısı hatası	-Lastik aşınır, ön düzlen ayarı yapılamaz.	-Burç konumları hatası	- % 10 konum kontrol	168	-imalatçı için konum kontrol takımı yapılmalı	-Konum kontrol takımı yapılacak kalite kontrol 16.11.1989	-Dizayn bitti 05.01.1990	2	8	5	80	
	-Konsantriklik tolerans dışı	-Dingil pimi takılamaz.	-Burç konumları hatası -Kesici tk. sağıllı	- % 100 havalı tk. ile kontrol	140	-Yok	-Yok	-Yok	4	5	7	140	
<b>OLASILIK DEĞERLENDİRME</b>	<b>TAHMIN</b>	<b>ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) DEĞERLENDİRME</b>	<b>TAHMIN</b>	<b>KUSUR PUANI</b>	<b>KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME</b>	<b>TAHMIN</b>	<b>RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ DEĞERLENDİRME</b>	<b>TAHMIN</b>	<b>EKİP ÜYELERİ</b>	<b>BÖLÜM</b>			
<b>ÇOK UZAK</b>	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1								
<b>DUŞUK</b>	2,3	DUŞUK KRITIKLIKTE	2,3	ORTA	2,3								
<b>ORTA</b>	4,5,6	ORTA KRITIKLIKTE	4,5,6	DUŞUK	4,5,6								
<b>YÜKSEK</b>	7,8	YÜKSEK KRITIKLIKTE	7,8	ÇOK DUŞUK	7,8								
<b>ÇOK YÜKSEK</b>	9,10	ÇOK YÜKSEK KRITIKLIKTE	9,10	OLASI DEĞİL	9,10								





**PHUSEE FMEA (HATA TURU VE EİKİSİ ANALİZİ)**

İŞLETME / MAKİNA:		1989- TRANSİT		SON REVİZYON :		09.04.1991								
TARİH: 15 OCAK 1989		REVİZYON TARİHİ: 15 EYLÜL 1989		SAYFA :		10/14								
EKİP LİDERİ		İŞLETME		YAN SANAYİ										
Y.Z. BÜYÜKHAN		İSTANBUL												
PROSES HATA TÜRLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR				DÜZELTİCİ ÖNEMLER							
			KONTROL ÖNEMLERİ	7	8	3	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLANAN PLANI VE SORUMLULUK TARİHİ	TAMAMLANAN ÖNEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		
OP 100 -Dümen kolu bağlama deliklerini deirme	-Civata bağlanamaz	-OP 98 fixtürü ile kot farkı var. -Burç plakası hatalı	-% 2 üretim kontrolü	7	8	3	168	-OP 98 'de işlenen kanal ölçüsü toleransı daraltılmalıdır.	16.05.1989 imalat müh.	+ 0.20tolerans +0.15 olarak değiştirildi. 16.05.1989	3	8	2	48
-Delik çapı küçük		-Matkap çapı aşınmıştır.	-%10 tampon masar ile kontrolü	3	2	3	18	-Yok	-Yok	-Yok	3	2	3	18
-Delik eksen arası tolerans dışı		-Matkap salgılı -Burçlar aşınmıştır. -Burç plakası hatalı	-% 2 üretim kontrolü	5	2	3	30	-Yok	-Yok	-Burç periyodu mevcut gelişme olumlu. 09.04.1991	3	2	3	18
OP 110 A -Fianş deliklerinin matkapla delinmesi	-OP 110 B de delik çapları kur-tarmaz	-Ref pedi ölçüsü hatalı -Burç plakası hatalı	-% 10 üretim kontrolü	7	8	3	168	-Parça konumlama referans pedi yerine M ve N çaplarından olmalıdır.	16.08.1989 imalat müh.	-Fixtürde parça konumlama yerleri değiştirildi.	4	8	2	64
-Delik çapları büyük		-Burçlar aşınmıştır.	-% 10 tampon ile kontrolü	3	2	3	18	-Yok	-Yok	-Yok	3	2	3	18
-E-K eksenine olan diklik hatalı		-Fixtür spindil konuları ile burçların eksenleri birbirine dik değil -Burç hatalı	-% 10 üretim kontrolü	4	2	3	24	-Yok	-Yok	-Uyum gözleniyor.	3	2	3	18
<b>OLASILIK DEĞERLENDİRME</b>	<b>TAHMIN</b>	<b>ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)</b>	<b>KUSUR PUANI</b>	<b>KEŞFEDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME</b>		<b>RISK ÖNCELİK GÖSTERGESİ</b>		<b>DEĞERLENDİRME</b>		<b>EKİP ÜYELERİ</b>		<b>BÖLÜM</b>		
ÇOK İZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YÜKSEK	1	TAHMIN	1							
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	2,3	TAHMIN	2,3							
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6	TAHMIN	4,5,6							
YÜKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8	TAHMIN	7,8							
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASI DEĞİL	9,10	TAHMIN	9,10							





**PHOSES FMEA (HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)**

YENİ PROSES		MEVCUT PROSES		İŞLETME		YAN SANAYİ		İŞLETME / MAKİNA:		1989- TRANSİT		SON REVİZYON :			
EKİP LİDERİ		EKİP LİDERİ		İSTANBUL		YAN SANAYİ		TARİH: 15 OCAK 1989		REVİZYON TARİHİ: 15 EYLÜL 1989		SAYFA : 13/14			
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TÜRÜLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞİMDİKİ KOŞULLAR			RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ			
					KONTROL ÖNLEMLERİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR					
3. İstasyon: -Spindil ucu gupilya deliği delme	-Delik konumu hatalı	-Somun + Gupilya takilamaz	-Fixtür ile burç arasında uyumsuzluk var	-% 2 üretim kontrolü	4	3	3	36	-Yok	-Yok	-Seri üretimde problem yok . Uyum iyi. 09.04.1991	3	3	27	
5. İstasyon: -Spindil ucu kama kanalı açma	-Delik çapı büyük -Matkap kırılması	-Spindil kesiti zayıflar. Kesilme olur -Aksan kul lanılmaz	-Burç aşınmıştır. -Matkap salgılı -Matkap körlenmiş -İlerleme yüksek	-% 2 tampon master ile kontrol	3	7	5	105	-Kontrol frekansı 01.05.1989 Kalite kontrol artırılmalıdır.	-Yok	-% 10 tampon master ile kontrol 16.05.1989	1	7	4	28
				-Yok	3	2	1	6	-Yok	-Yok	-Yok	3	2	1	6
				-% 2 üretim kontrolü	5	3	3	45	-Yok	-Yok	-Yok	5	3	3	45
				-% 2 üretim kontrolü	4	3	7	84	-Yok	-Yok	-Yok	4	3	7	84
<b>OLASILIK DEĞERLENDİRME</b>				<b>ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ)</b>		<b>KUSUR PUANI</b>		<b>KEŞFEDİLEBİLİRLİK</b>		<b>RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ</b>		<b>EKİP ÜYELERİ</b>		<b>BÖLÜM</b>	
UZAK				MEVCUT DEĞİL		YÜKSEK		TAHMIN		DEĞERLENDİRME					
1				1		YÜKSEK		1							
2,3				2,3		ORTA		2,3							
4,5,6				4,5,6		DÜŞÜK		4,5,6							
7,8				7,8		ÇOK DÜŞÜK		7,8							
9,10				9,10		OLASI DEĞİL		9,10							

**FHUSES FMEA (HATA TÜRÜ VE ETKİSİ ANALİZİ)**

YENİ PROSES		İŞLETME		YAN SANAYİ		SON REVİZYON :			
<input checked="" type="checkbox"/> MEVCUT PROSES		İSTANBUL		YAN SANAYİ		09.04.1991			
EKİP LİDERİ		HATANIN SEBEPLERİ		ŞİMDİKİ KOŞULLAR		1989- TRANSİT			
Y.Z. BÜYÜKHAN		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
PROSES HATA TÜRLERİ		HATANIN SEBEPLERİ		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
PROSES KADEMESİ		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
OP 140		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
OP 150		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
OP 160		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		KONTROL ÖNLEMLERİ		REVİZYON TARİHİ : 15 EYLÜL 1989			
PROSES KADEMESİ	HATA TÜRÜ	HATANIN SEBEPLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLAMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLAMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
OP 140	-Çapak alma ve pah kırma ( Bütün işlenen yüzeylerde)	-Karşı parçalar oturmaz -Montaj operatörlerinde ke-silmelere neden olur	-% 100 göz kontrolü	216	-Yok	-Yok	-Yok	8 3 9	216
OP 150	-Çatlak kontrolü	-Spindil de çatlak	-% 100 üretim kontrolü	200	-Operatör hatası	-Yok	-Yok	2 10 10	200
OP 160	-Demanyetize	-Miknatıslanma özelliği tak alınmamış -Demir parça cıkları aksan üzerinde toplanır. Ses yapar. Sürtünme olur ve ısınmadan dolayı sarma olur. ( Dönen yerlerde )	-% 100 üretim kontrolü	140	-Operatör hatası -Manyetik kabir hatası	-Yok	-Yok	2 7 10	140
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAHMİN	ŞİDDET (MÜŞTERİYE ETKİSİ) DEĞERLENDİRME	KUSUR PUANI	KEŞFİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	DEĞERLENDİRME	EKİP ÜYELERİ	BÖLÜM	
ÇOK UZAK	1	MEVCUT DEĞİL	1	YOKSEK	1				
DÜŞÜK	2,3	DÜŞÜK KRİTİKLİKTE	2,3	ORTA	2,3				
ORTA	4,5,6	ORTA KRİTİKLİKTE	4,5,6	DÜŞÜK	4,5,6				
YOKSEK	7,8	YÜKSEK KRİTİKLİKTE	7,8	ÇOK DÜŞÜK	7,8				
ÇOK YÜKSEK	9,10	ÇOK YÜKSEK KRİTİKLİKTE	9,10	OLASI DEĞİL	9,10				



## SONUÇ

### TASARIM FMEA VE PROSES FMEA

Daha önce de bahsedildiği gibi, Tasarım FMEA ve Proses FMEA birçok noktada üst üste çakışırlar.

Bir tasarım FMEA'ya bakarak, tasarımcının ürün hata türlerine yaratacak üç tip esas neden belirleyeceğine dikkat edilmelidir:

Tasarımdaki kusurlar ve ihmaller nedeniyle olanlar (örneğin, düşük mühendislik tasarımı, destek eksikliği, v.s.)

Çevre koşulları nedeniyle olanlar (iç / dış )

Uygunsuz üretim prosesi nedeniyle olanlar

Tasarımcı, yapılabirlik, yönetilebilirlik ve kontrol edilebilirliği geliştirmek için tasarımı değiştirebilir. Ek olarak da üretim bölümüne prosesleme kontrol tekniklerinin geliştirilmesini önerebilir. Bu, iki FMEA'yı yöneten bölümlerin arasında işbirliği ve beraber çalışmayı da içerir.

Benzer bir çalışma, bağımsız parçayı analiz eden tasarımcı ile ürün mühendisi arasında ve parçayı daha karmaşık bir sistemin parçası olarak analiz eden tasarımcı ve üretim uzmanı arasında da gereklidir. Bazı durumlarda, araç üzerine komple bir sistemin (fren sistemi gibi) montajı için bir FMEA (tasarım veya proses) gerekebilir.

FMEA sürecinin sınırlamaları:

Yukarıda tanımlanan işlemler alt parçalara ayrılmadan uygulanırsa, hammaddelerden başlayarak, örneğin bir otomobilin tamamının üretimi ile sonuçlanan bir procese uygulandığında çok geniş bir boyuta sahip olacaktır.

FMEA uygulaması kritik ürünler veya proses parçaları ile sınırlandırılarak, yüksek maliyetler karşılığında önemsiz sonuçlara ulaşılmaktan kaçınılacaktır. Yüksek Risk Öncelik Göstergeli olan alanlarda yoğunlaşmak, en ciddi problemlerin çözümüne gayretleri yönlendirmeyi mümkün kılacaktır.

Benzer proseslere ve ürünlere ait geçmişte yapılan çalışmalara ait belgelerin çok yararı olmakla birlikte bir prosesin hangi parçalarının en kritik olduğuna karar vermek FMEA uzmanlarının deneyimli olmalarını gerektirir.

## KAYNAKLAR

1. BELL,D. COK,L. JACKSON,S. SCHAFER,P. 1992,  
Using causal reasoning for automated failure modes and effects analysis(FMEA) Conference , Proceedings of the 1992 Annual Reliability and Maintainability Symposium, Proceedings of the 1992 Annual Reliability and Maintainability Symposium Publ by IEEE, IEEE Service Center, p 343-353 Pisceteway, NJ, USA (IEEE cat n 92CH3108-8).
2. DALE, B.G. SHAW, P. 1990, Failure mode and effects analysis in the U.K. motor industry. A state of the art study., Quality and Reliability Engineering International v 6 n3 Jun -Aug 1990 p 179-188
3. ÇİĞDEM, S .Mak.Y.Müh./ İşl. Y.Lis., Eğitim uzmanı. 26.04.1994 .  
Hata türü ve Etkileri Analzi (Seminer notları),  
KOGEM Koç Holding A.Ş. Eğitim ve Geliştirme Merkezi
4. ÇİĞDEM, S .Mak.Y.Müh./ İşl. Y.Lis., Eğitim uzmanı; 26.04.1995 .  
Hata türü ve Etkileri Analzi (Seminer notları),  
KOGEM Koç Holding A.Ş. Eğitim ve Geliştirme Merkezi
5. ULUSOY,S. TOPÇU, S.  
1993.Kocaeli Üniv. Bitirme tezi, Hata ve Analiz Teknikleri, sayfa 69-96
6. ANONİM. Ocak,1987. İmalat ve montaj proseslerinde potansiyel hata şekilleri ve sonuç analizi, Proses FMEA Kılavuz El Kitabı, İmalat Müh.
7. ANONİM. Ocak 1988. Potentral Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), In desing (Desing FMEA) and For Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA),, Ford Motor Company
8. ANONİM. Mayıs 1988, Process FMEA Failure Mode And Effects Analysis, FIAT Auto s.p.a. norm, 00271 standard, page, 1/16
9. ANONİM.Ocak 1989. ,Desing FMEA Failure Mode And Effects Analysis, FIAT Auto s.p.a. norm, 00270 standard, page, 1/14
10. ANONİM. November, 1987,Potential Failure Mode and Effects Analysis for Manufacturing and assembly processes( Ford Engineering Manufacturing Staff), page 3
11. KOGEM Seminer Notları, 7-8 / 12 /1994

12. : EWALD,N.M. 1993, Failure mode and hazardous effects analysis (FMHEA) what is it?. , Proceedings, Annual Technical Meeting -Institute of Enviromental Sciences v 21993. Publ by Inst of Enviromental Sciences, Mount Prospect, IL,p 60-67. USA.
13. Goyal,R.K,1993, FMEA, the alternative process hazard method.,Hydrocarbon Processing v 72 n 5 May 1993. p 95-99
14. Prof. Dr. KAVRAKOĞLU,İ. Toplam Kalite 1992, Sa 33-35





## ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Bitlis'de doğdu. Lise öğrenimini Kütahya'da tamamladı. 1988 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 1992 yılında Endüstri mühendisi olarak mezun oldu.

1993 yılından beri ARK PRES şirketinde Kalite Güvence Müdürü olarak görev yapmaktadır.

