

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) – Hata Türü ve Etkileri Analizi

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis - Hata Türü ve Etkileri Analizi), bir süreç, ürün veya sistemdeki potansiyel hataları belirlemek, etkilerini değerlendirmek ve önleyici tedbirler almak için kullanılan sistematik bir risk analizi yöntemidir.

1. FMEA Nedir?

FMEA, sistemin başarısız olmasına neden olabilecek **hata türlerini** ve bu hataların **etkilerini** analiz eden **proaktif** bir yaklaşımdır. **Üretim, hizmet, otomotiv, havacılık, sağlık ve enerji** gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılır.

FMEA'nın temel amacı:

- ✓ Olası hataları ve bunların etkilerini önceden belirlemek
- ✓ Hata oluşmadan önce önleyici tedbirler almak
- ✓ Süreçlerin güvenilirliğini ve verimliliğini artırmak
- ✓ Müşteri memnuniyetini sağlamak

2. FMEA Türleri

FMEA, kullanım alanına göre farklı türlere ayrılır:

2.1 Sistem FMEA (System FMEA)

- Bütün bir sistemin güvenilirliğini analiz eder.
- Örneğin, bir otomobilin fren sistemindeki olası hatalar değerlendirilir.

2.2 Tasarım FMEA (Design FMEA - DFMEA)

- Ürünün tasarım aşamasında oluşabilecek hataları belirler.
- Örneğin, bir elektronik devredeki bileşenlerin arızalanma riskleri analiz edilir.

2.3 Proses FMEA (Process FMEA - PFMEA)

- Üretim veya hizmet süreçlerinde meydana gelebilecek hataları analiz eder.
- Örneğin, bir montaj hattında yanlış parça montajı yapılmasının etkileri incelenir.

3. FMEA Süreci

FMEA yöntemi **6 temel adımda** uygulanır:



1071 Plaza Kızılırmak Mahallesi 1443. Cad. No: 25 B / 8 Çankaya / ANKARA



+90 533 695 65 82

Adım 1: Sürecin veya Ürünün Tanımlanması

- Hangi ürün, süreç veya sistem analiz edilecek?
- Süreç akışı belirlenir.

📌 **Örnek:** Bir otomobilin fren sistemi analiz ediliyorsa, fren balataları, hidrolik sistem ve pedal mekanizması gibi bileşenler incelenir.

Adım 2: Olası Hata Türlerinin Belirlenmesi

- Hangi hata türleri oluşabilir?
- Bu hatalar neden meydana gelebilir?

📌 **Örnek:** Fren balatasının aşırı aşınması

Adım 3: Hataların Etkilerinin Analiz Edilmesi

- Hata gerçekleşirse, sistem veya kullanıcı üzerindeki etkisi nedir?

📌 **Örnek:** Fren balatası aşınırsa, fren mesafesi uzar ve kazaya sebep olabilir.

Adım 4: Risk Öncelik Numarasının (RPN) Hesaplanması

RPN = Şiddet (S) × Olasılık (O) × Tespit Edilebilirlik (D)

Faktör	Tanım	Puanlama (1-10)
Şiddet (S)	Hatanın etkisi ne kadar ciddi?	1 (Düşük) - 10 (Çok yüksek)
Olasılık (O)	Hata ne kadar sık oluşabilir?	1 (Çok nadir) - 10 (Çok sık)
Tespit Edilebilirlik (D)	Hata oluşmadan önce fark edilme olasılığı nedir?	1 (Kolay tespit edilir) - 10 (Zor tespit edilir)

📌 **Örnek:** Fren balatası aşınması için RPN hesaplaması

- Şiddet (S) = 9 (Fren kaybı kazaya neden olabilir)
- Olasılık (O) = 5 (Sık görülmese de zamanla oluşur)
- Tespit Edilebilirlik (D) = 7 (Gözle tespit edilmesi zor)



- $RPN = 9 \times 5 \times 7 = 315$

Adım 5: Önleyici ve Düzeltici Faaliyetlerin Planlanması

- Hatanın etkisini azaltmak veya tamamen önlemek için ne gibi önlemler alınabilir?

📌 Örnek:

- ✓ Balata aşınma sensörü eklenmesi
- ✓ Fren bakım periyotlarının sıklaştırılması

Adım 6: Yeni RPN Hesaplanması ve İyileştirme

- Önleyici tedbirler sonrası RPN tekrar hesaplanır ve azaltılmaya çalışılır.

📌 Örnek: Sensör eklenmesi ve bakım periyotlarının artırılması sonrası **RPN 315'ten 120'ye düşürülebilir.**

4. FMEA İçin Örnek Şablon

Hata Türü	Hata Nedeni	Hata Etkisi	Şiddet (S)	Olasılık (O)	Tespit (D)	RPN	Önlemler
Fren Balatası Aşınması	Malzeme kalitesi düşük	Fren mesafesi artar, kaza riski	9	5	7	315	Balata sensörü ekleme, bakım süresini kısaltma
Motor Yağ Kaçağı	Conta hatası	Motor zarar görür	8	4	6	192	Daha dayanıklı conta kullanımı
Elektrik Devresi Arızası	Kablo bağlantı sorunu	Sistem çalışmaz	7	6	8	336	Kaliteli kablo kullanımı, sıkı bağlantı kontrolleri

5. FMEA'nın Avantajları



1071 Plaza Kızılırmak Mahallesi 1443. Cad. No: 25 B / 8 Çankaya / ANKARA



+90 533 695 65 82

- ✓ **Proaktif Yaklaşım:** Hata gerçekleşmeden önce önlem almayı sağlar.
- ✓ **Risk Azaltma:** Ürün veya süreç hatalarının neden olduğu riskleri minimize eder.
- ✓ **Maliyet Tasarrufu:** Hataların neden olduğu onarım ve geri çağırma maliyetlerini azaltır.
- ✓ **Müşteri Memnuniyeti:** Daha güvenilir ürün ve hizmetler sunulmasını sağlar.

6. FMEA'nın Kullanım Alanları

FMEA birçok sektörde yaygın olarak kullanılır:

-  **Otomotiv:** Fren, motor, elektronik sistemler analizi
-  **Sağlık:** Tıbbi cihaz ve ilaç üretim süreçleri
-  **Havacılık:** Uçuş sistemleri, güvenlik kontrolleri
-  **Üretim:** Fabrika süreçleri, montaj hatları
-  **Enerji:** Elektrik santralleri, güç sistemleri

7. Sonuç

FMEA, sistematik bir hata analizi yöntemidir ve riskleri önceden belirleyerek organizasyonlara büyük faydalar sağlar.

✓ FMEA'nın Etkili Kullanımı İçin:

- ✓ Ekip çalışmasıyla yapılmalıdır.
- ✓ RPN hesaplamaları düzenli olarak güncellenmelidir.
- ✓ Önleyici tedbirler sürekli iyileştirilmelidir.

Bu yöntemle süreçlerinizi güvence altına alabilir ve riskleri minimize edebilirsiniz! 🚀

40

Şunu dedin:

Şiddet (S) = (1-10) her bir madde açıklamaları Olasılık (O) = (1-10) her bir madde açıklamaları Tespit Edilebilirlik (D) = (1-10) her bir madde açıklamaları

ChatGPT:

FMEA Derecelendirme Kriterleri: Şiddet (S), Olasılık (O) ve Tespit Edilebilirlik (D) Açıklamaları



1071 Plaza Kızılırmak Mahallesi 1443. Cad. No: 25 B / 8 Çankaya / ANKARA



+90 533 695 65 82

FMEA analizinde **Şiddet (S), Olasılık (O) ve Tespit Edilebilirlik (D)** için **1 ile 10 arasında bir puanlama yapılır**. Bu puanlar, hatanın ne kadar ciddi olduğu, ne sıklıkla meydana geldiği ve ne kadar kolay tespit edilebildiğini belirlemeye yardımcı olur.

Aşağıda her bir kriter için detaylı açıklamalar bulunmaktadır.

1. Şiddet (S) - Hata Etkisinin Ciddiyeti

Hata gerçekleştiğinde **müşteri, üretim süreci veya sistem üzerindeki etkisini** belirler. **Şiddet puanı ne kadar yüksekse, hatanın etkisi o kadar kritiktir.**

Puan	Şiddet Seviyesi	Açıklama
1	Önemsiz	Hata algılanamaz veya herhangi bir etkiye sahip değildir.
2	Çok Hafif	Hata çok küçük bir rahatsızlık yaratır ancak operasyonu etkilemez.
3	Hafif	Hata küçük bir performans düşüşüne neden olur, müşteri fark etmeyebilir.
4	Orta	Hata sistemde küçük bir aksama yaratır, ancak müşteri üzerinde büyük bir etkisi yoktur.
5	Önemli	Hata, üretim sürecini yavaşlatır veya müşteri için fark edilir hale gelir.
6	Ciddi	Hata, ürünün belirli bir işlevini kaybetmesine veya müşterinin memnuniyetsiz olmasına neden olur.
7	Çok Ciddi	Ürün veya sistem işlevini kısmen kaybeder, müşteri şikayetlerine neden olabilir.
8	Tehlikeli (Uyarı Var)	Hata, sistemin veya ürünün büyük bir bölümünü işlevsiz hale getirir, ancak bir uyarı mekanizması vardır.
9	Çok Tehlikeli	Hata, sistem veya ürünün tamamen işlevsiz hale gelmesine neden olur, müşteri veya süreç büyük zarar görebilir.
10	Felaket	Hata, hayati tehlikeye, ciddi çevresel zararlara veya yasal yaptırımlara neden olur.



2. Olasılık (O) - Hatanın Oluşma Sıklığı

Hata türünün **ne sıklıkla meydana geldiğini** belirler. **Olasılık puanı ne kadar yüksekse, hatanın oluşma ihtimali o kadar yüksektir.**

Puan	Olasılık Seviyesi	Açıklama	Olasılık Aralığı
1	Neredeyse İmkansız	Hata pratikte hiç oluşmaz.	< %0,01 (10 ⁶ 'da 1)
2	Çok Nadiren	Hata çok nadir oluşur, ancak mümkün olabilir.	%0,01 - %0,1
3	Nadiren	Hata düşük olasılıkla meydana gelir.	%0,1 - %0,5
4	Seyrek	Hata bazen oluşur, ancak büyük ölçüde kontrol altındadır.	%0,5 - %1
5	Orta	Hata zaman zaman meydana gelir.	%1 - %2
6	Sık	Hata sıkça meydana gelir, ancak büyük bir risk oluşturmaz.	%2 - %5
7	Çok Sık	Hata çoğu durumda meydana gelir, süreçte ciddi bir tehdit oluşturur.	%5 - %10
8	Sürekli	Hata genellikle her üretim döngüsünde oluşur.	%10 - %20
9	Çoğunlukla	Hata, süreç içinde sürekli olarak gözlemlenir.	%20 - %50
10	Kesinlikle Olur	Hata kesinlikle meydana gelir, önlem alınmazsa sistem her zaman başarısız olur.	> %50

3. Tespit Edilebilirlik (D) - Hatanın Tespit Edilme Kolaylığı

Hata meydana geldiğinde, **onu tespit etme olasılığını** değerlendirir. **Düşük puan, hatanın kolayca tespit edilebileceğini; yüksek puan, hatanın tespit edilmesinin zor olduğunu gösterir.**



Puan	Tespit Edilebilirlik Seviyesi	Açıklama
1	Kesin Tespit Edilir	Hata oluştuğunda %100 tespit edilir ve düzeltici işlem anında yapılabilir.
2	Çok Kolay	Hata çok net bir şekilde belirlenebilir, sistemde otomatik kontroller var.
3	Kolay	Hata genellikle tespit edilir, ancak zaman zaman gözden kaçabilir.
4	Orta Kolaylıkta	Hata fark edilebilir, ancak kontrol mekanizmaları tam olarak güvenilir değildir.
5	Orta Zorlukta	Hata bazen tespit edilebilir, ancak gözden kaçma riski vardır.
6	Zor	Hata tespit edilse bile genellikle geç fark edilir.
7	Çok Zor	Hata çoğu zaman tespit edilemez veya fark edilmesi uzun sürer.
8	Neredeyse Tespit Edilemez	Hata ancak büyük sistemsel incelemeler sonucu fark edilir.
9	Çoğunlukla Tespit Edilemez	Hata, özel testler veya analizler yapılmadıkça belirlenemez.
10	Kesinlikle Tespit Edilemez	Hata oluştuğunda fark edilmesi imkansızdır , ancak büyük sonuçlara yol açabilir.

4. Risk Öncelik Numarası (RPN) Hesaplama

Riskleri önceliklendirmek için **RPN (Risk Öncelik Numarası)** hesaplanır:

$$RPN=S \times O \times D \text{ \textbf{RPN} = S \times O \times D}$$

Örnek RPN Hesaplaması:

- Hata Türü:** Fren balatası aşınması
- Şiddet (S):** 9 (Çok ciddi, fren kaybı olabilir)



1071 Plaza Kızılırmak Mahallesi 1443. Cad. No: 25 B / 8 Çankaya / ANKARA



+90 533 695 65 82

- **Olasılık (O): 5 (Orta seviyede, belirli zamanlarda meydana gelir)**
- **Tespit Edilebilirlik (D): 7 (Zor fark edilir)**

$$RPN=9 \times 5 \times 7 = 315 \quad \text{RPN} = 9 \times 5 \times 7 = 315$$

5. FMEA Puanlamasının Yorumu

- **$RPN \leq 100$ → Düşük Risk** – Küçük önlemlerle kontrol edilebilir.
- **$100 < RPN \leq 250$ → Orta Risk** – İyileştirme fırsatları değerlendirilmeli.
- **$250 < RPN \leq 400$ → Yüksek Risk** – Önleyici tedbirler zorunludur.
- **$RPN > 400$ → Çok Yüksek Risk** – Acil müdahale gerektirir!

Önlem Aldıktan Sonra:

RPN yeniden hesaplanmalı ve düşürülmelidir.

6. Sonuç

- ✓ **Şiddet (S)**, hatanın etkisini ölçer.
- ✓ **Olasılık (O)**, hatanın oluşma sıklığını gösterir.
- ✓ **Tespit Edilebilirlik (D)**, hatanın fark edilme kolaylığını belirtir.
- ✓ **RPN ($S \times O \times D$)**, hatanın genel risk seviyesini belirler.

Bu sayede **riskler önceliklendirilir** ve **önleyici tedbirler** alınarak süreçler daha güvenli hale getirilir. 🚀

