

***Failure Mode and Effect Analysis***  
***(Hata Türü ve Etkileri Analizi)***

**Doç. Dr. Nihal Erginel**

# FMEA Nedir?

FMEA'nın temel amacı, geçmiş verilere dayanarak bilinen veya olası problemleri tanımlamak ve önlemektir.

FMEA çalışması sırasında farklı problemlerin farklı önceliğe sahip olduğu varsayımı yapılmaktadır.

Öncelikleri belirlemek ve önlemleri önceliklere göre almak zaman, para ve işgücünden tasarruf sağlayacaktır.

# Tanımı:

- Müşteriye gitmeden önce sistemden, tasarımdan, süreçten ve/veya servisten kaynaklanan bilinen ve/veya potansiyel hataların, problemlerin, yanlışların vb. tanımlanması, belirlenmesi ve giderilmesine yarayan bir mühendislik tekniğidir. (Omdahl, 1988; Stamatis, 1995)

# Tarihsel Gelişim

- İlk olarak 1960'larda Apollo uzay uçuşları sırasında Uzay ve Havacılık Endüstrisinde kullanıldı.
- 1965-1970 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri Silahlı Kuvvetlerinde, problemleri belirleme ve analiz etme yolu olarak kullanılmıştır.
- 1974'de ABD Deniz Kuvvetleri HTEA'nın uygulanmasına yönelik MIL-STD-1629 standardını geliştirdi.

- 1970'lerin sonlarında, HTEA, otomotiv sektöründe garanti kapsamında oluşan maliyetlerin etkisiyle süreçlerin yönetiminde kullanılmaya başlandı.
- İlk açıklanan endüstriyel uygulaması 1975 yılında Japon Firması NEC tarafından başlatılmış, daha sonra pek çok çeşitli endüstrilerde, özellikle otomobil endüstrisinin başta gelen kuruluşları Ford, Chrysler ve General Motors'da kullanılmıştır.

# FMEA, aşağıdakileri sağlayacak yapılandırılmış bir yaklaşımdır:

- sürecin kritik müşteri beklentilerini karşılayamayacak durumlarının tanımlanması
- bu hatalar temelinde özel nedenlerin risklerinin tahmin edilmesi
- bu hataların oluşumunu engellemek üzere mevcut kontrol planlarının değerlendirilmesi
- süreci iyileştirecek faaliyetlerin önceliklendirilmesi

# FMEA'nın Amaçları ve Yararları

- Ürünlerin kalitesini, güvenilirliğini ve emniyetini geliştirir
- Müşteri tatmininin arttırılmasına yardımcı olur
- Ürün geliştirme süresi ve maliyetini azaltır
- Tasarım veya süreç geliştirme faaliyetlerinin önceliklerinin belirlenmesini sağlar.
- Bütün ürün/süreç için potensiyel hata türlerini ve onların etkilerini göz önüne almayı sağlayan benzerlikleri ortaya çıkarır.

- Ürün/süreç tasarım gereksinimleri ve alternatiflerinin analizinde yardımcı olur.
- Potansiyel kritik ve önemli karakteristiklerin tanımlanmasına yardımcı olur.
- Yeni imalat ve/veya montaj sürecinin analiz edilmesine yardım eder.
- Hata önlemek için bir ortam yaratılmasını sağlar.
- Düzeltici faaliyetlerin belirlenmesini sağlar
- Riski azaltacak faaliyetleri belgeler ve izler



# FMEA'nın türleri:

- **Sistem FMEA:** sistem ve bileşenlerinin tasarım aşamalarında analizi için kullanılır. Tasarımdan kaynaklanan sistemin fonksiyonları ile ilgili potensiyel hata türleri üzerine odaklanır.
- **Tasarım FMEA:** üretimine geçilmeden önce ürünlerin analizinde kullanılır.
- **Süreç FMEA:** imalat ve montaj süreçlerinin analizinde kullanılır.
- **Servis FMEA:** Servisin müşteriye ulaşmadan analiz edilmesi için kullanılır. Servis HTEA, sistem veya süreç eksikliklerinin sebep olduğu hata türleri üzerine odaklanır.

# Ekibin oluşturulması

- FMEA bir ekip işidir ve bireysel olarak yapılamaz. Seçilen projeye bağlı olarak uygun bir ekibin belirlenmesi gereklidir. İşletme içinde genel bir FMEA ekibi tanımlanmamalıdır. Çünkü problemlerin tanımlanması ve RÖG'lerinin belirlenebilmesi bilgi ve tecrübe gerektirir. Aynı zamanda ekip, görevleri ve birimleri farklı kişilerden oluşmalıdır. FMEA ekibinde yer alan kişilerin meslek ve görevleri FMEA yapabilecek düzeyde olmalıdır.
- FMEA yapılması aşamasında, veri toplama sürecinde ve etkilenen fonksiyonları temsil edecek nitelikte bir ekip oluşturulmalıdır. İlgili tasarım parçasının sorumlusu ekip lideri olarak görev almalıdır. Ekip lideri, toplantıları düzenler, ekibin sekreterlik görevini yapar, ekibi yönetir ve yönlendirir, zaman kaybını önlemeye çalışarak ekibi sürekli kontrol altında tutar.

# Hataların önceliklerini belirlemek için üç kavram bulunmaktadır:

- Meydana gelme olasılığı (Occurance)
- Şiddet (Severity)
- Keşfedilebilirlik (Detection )

# Hata Türü (Failure mode)

Ürünün/sürecin spesikasyonları sağlayamama durumudur. Genellikle **kusur** veya uyumsuzluk olarak kabul edilir.

“Süreç/parça spesifikasyonları nasıl sağlayamaz?”

“Müşteri (son kullanıcı, izleyen operasyonlar veya servis), mühendislik spesifikasyonları dışında nelere itiraz edebilir?”

Tipik Hata Türleri: Çalışmıyor, çatlak, şekli bozukluk, kırık, kirli, yapışık vb.

# Hatanın sebebi (failure causes)

Hata Türüne neden olan bir imalat yetersizliğidir. Sebepler temel süreç girdi değişkenleri ile ilişkili imalat değişkenliğinin kaynaklarıdır. Sebepler, düzeltilebilecek veya kontrol edilebilecek şekilde tanımlanır.

## Tipik Hata Sebepleri:

Uygunsuz tork - fazla, eksik

Uygunsuz kaynak - akım, zaman, basınç

Ayarsız cihaz

Yetersiz giriş/havalandırma

Yetersiz yağlama

# Hata Sebeplerinin Tanımlanması

Hata türünün ilk önce belirlenen birincil sebebinden yola çıkarak ana sebeplere ulaşmaya çalışmak gereklidir. Ana sebepler, bir parçanın özelliklerine göre belirlenir ve tanımlanır. Parça özellikleri boyutlar, ebat, şekil, yer, sertlik, çekme gerilmesi, görünüş, kaplama ve yansıtma gibi göze çarpan özellikleri içerir. Ana sebeplerin bulunmasında beyin fırtınası, sebep-sonuç diyagramı gibi teknikler kullanılabilir. Birincil ve ana sebeplere aşağıdaki gibi bir örnek verilebilir

|           |            |
|-----------|------------|
| Hata türü | Çalışmıyor |
|-----------|------------|

|                |                |
|----------------|----------------|
| Birincil Sebep | Malzeme çatlak |
|----------------|----------------|

|           |   |
|-----------|---|
| Ana sebep | Malzeme çok ince(uygun olmayan tasarım) |
|-----------|---|

- Hata türünün ilk önce belirlenen birincil sebebinden yola çıkarak ana sebeplere ulaşmaya çalışmak gereklidir. Ana sebepler, bir parçanın özelliklerine göre belirlenir ve tanımlanır. Parça özellikleri boyutlar, ebat, şekil, yer, sertlik, çekme gerilmesi, görünüş, kaplama ve yansıtma gibi göze çarpan özellikleri içerir. Ana sebeplerin bulunmasında beyin fırtınası, sebep-sonuç diyagramı gibi teknikler kullanılabilir. Birincil ve ana sebeplere aşağıdaki gibi bir örnek verilebilir

# Hata etkisi (Failure effect)

- Hata türü önlenmediğinde veya düzeltilmediğinde, hatanın son ürün halindeki etkisi/ sonucunun belirlenmesi aşamasıdır. Müşterinin neyi fark edebileceği veya müşterinin başına ne gelebileceğinin tanımlanmasıdır. Müşteri, izleyen operasyon veya son kullanıcı olabilir.
- İlgili hata meydana geldiğinde performans üzerine etkisi, görünüş, ses gibi özellikleri üzerindeki değişiklikler veya ürünün beklenen işlevi yerine getirememesi, ilgili yasal düzenlemeler karşısındaki durumu, müşteride güvenlik/ emniyet açısından yaratacağı tehlikeler hatanın etkisi belirlenirken göz önüne alınmalıdır.



- Etki belirlenirken, benzer özellik taşıyan ürünlerin sonuçları ve geçmişteki hata türleri dikkate alınmalıdır.
- Hata türünün etkileri son müşteri üzerinde incelenebileceği gibi, yan sanayi veya iç müşteri üzerindeki etkisi de göz önüne alınmalıdır. Böyle bir durumda yeniden işleme, hurda nedenleri ve oranları gibi veriler incelenmelidir.
- Tipik Hata Etkileri: (son kullanıcı için)  
Gürültü, elektrik çarpması, ürün kullanılamaz, ürün performansı düşük vb.)
- Tipik Hata Etkileri : (izleyen operasyon için)  
Bağlanamıyor, İşlenemiyor, Uymuyor, Birleştirilemiyor

# Kontrol edilebilirlik

**Mevcut Kontrollar:** Hata türünü müşteriye ulaşmadan önce önleyen veya belirleyen mekanizmalardır. Mevcut Kontrollar İPK, Muayeneler, İzleme, Eğitim, Koruyucu Bakım gibi konuları içerir.

# Risk Öncelik Göstergesi (RÖG)

- Hataların ortaya çıkma olasılığı, şiddet ve keşfedilebilirliğe göre Risk Öncelik Göstergesi (RÖG) belirlendikten sonra, riske bağlı olarak hataların değerlendirilmesi yapılır. Risk genellikle küçük (minor), orta (moderate), yüksek (high) ve kritik (critical) olarak tanımlanır. Farklı durumlarda riskler de farklı olabilir:

# Risk Öncelik Göstergesi (RÖG)

- Bir FMEA'nın çıktısı "Risk Öncelik Göstergesidir"
- RÖG potansiyel hata türleri, onların etkileri ve hatanın müşteriye ulaşmasından önce sürecin hatayı yakalabilme yeteneğine bağlı olarak hesaplanan bir sayıdır.
- Her biri etkiler, sebepler ve kontroller ile ilişkili olan üç sayısal değerın çarpımı şeklinde hesaplanır:

$$RÖN = \text{Şiddet} \times \text{Ortaya Çıkma} \times \text{Keşfedilebilirlik}$$

Etkiler

Sebepler

Kontroller

# Risk;

- Eğer risk küçük ise, herhangi bir faaliyet yapmaya gerek yoktur,
- Eğer risk orta ise, bazı faaliyetler planlanabilir,
- Eğer risk yüksek ise, gerekli faaliyetlerin planlaması yapılır (doğrulama ve değerlendirme gerekebilir),
- Eğer risk kritik ise, gerekli faaliyetler planlanır ve sistem, tasarım, ürün, süreç ve/veya serviste gerekli değişiklikler yapılır.

- Eğer aynı RÖG'ne sahip iki hata türü var ise, ilk olarak daha yüksek şiddete ve daha sonra da en yüksek keşfedilebilirliğe sahip olan hata türü ele alınmalıdır.
- Şiddet ilk önceliklidir çünkü hatanın etkisi ile ilgilidir.
- Keşfedilebilirlik de müşteri ile ilgili olduğu için hatanın meydana çıkması olasılığından daha önce gelir.

- Meydana gelme olasılığı, hatanın frekansıdır.
- Şiddet, hatanın etki derecesidir.
- Keşfedilebilirlik ise, hatanın müşteriye gitmeden önce yakalanabilme kabiliyetidir.
- Belirtilen üç kavramın derecelerinin belirlenebilmesi için çeşitli yollar mevcuttur. Genelde Risk Kriterleri Tablosu olarak adlandırılan sayısal derecelendirme kullanılır. Derecelendirmede herhangi bir kriter olmamasına karşılık genellikle 1-5 veya 1-10 kriteri kullanılır.

# Tasarım FMEA İçin Ortaya Çıkma Olasılığı Derecelendirme Tablosu

| OLASILIK                 | DERECE | HKS/1000                    | KISTAS   |
|--------------------------|--------|-----------------------------|--|
| HEMEN HEMEN<br>OLANAKSIZ | 1      | < 0.00058<br>(1500000 da.1) | Hatanın ortaya çıkması mümkün değildir. Olasılık derecesi=1 demek, hiç bir hata türü yok demektir ve hem;<br>(a) tasarımın beklenen üretim /montaj değişikliklerini karşılayabileceğini,<br>hem de;<br>(b) normal kontroller, ürünlerin tasarım beklentilerine göre üretildiğini göstermektedir. |
| UZAK                     | 2      | 0.0068<br>(150.000 de 1)    | Ender sayıda hata olası.   |
| ÇOK ÖNEMSİZ              | 3      | 0.063<br>(15.000 de 1)      | Çok az sayıda hata olası.  |
| ÖNEMSİZ                  | 4      | 0.46<br>(2.000 de 1)        | Az sayıda hata olası.  |
| DÜŞÜK                    | 5      | 2.7<br>(400 de 1)           | Seyrek sayıda hata olası.  |
| ORTA                     | 6      | 12.4<br>(80 de 1)           | Orta sayıda hata olası.  |
| BİRAZ YÜKSEK             | 7      | 46<br>(20 de 1)             | Biraz yüksek sayıda hata olası.  |
| YÜKSEK                   | 8      | 134<br>(8 de 1)             | Yüksek sayıda hata olası.  |
| ÇOK YÜKSEK               | 9      | 316<br>(3 de 1)             | Çok yüksek sayıda hata olası.  |
| HEMEN HEMEN KESİN        | 10     | 316<br>(3 de 1 den çok)     | Hata olasılığı hemen hemen kesin. Önceki veya benzer tasarımlarla ilgili geçmişteki pek çok hatalar .  |



# Tasarım FMEA İçin Ortaya ıkma Olasılığı Derecelendirme Tablosu

| OLASILIK DERECELENDİRMESİ   | DERECELENDİRME |  |
|---|----------------|--|
| <b>ÇOK UZAK OLASILIKTA</b><br>Arızanın olacağını kabullenmek mantıklı değil                         | 1              |  |
| <b>DÜŞÜK OLASILIKTA</b><br>Satılan ürünlerdeki benzer tasarımlarda çok az arızalarla karşılağıldı   | 2,3            |  |
| <b>ORTA OLASILIKTA</b><br>Benzer tasarımlar seyrek arızalara neden oldu, fakat çok ciddi değillerdi | 4,5,6          |  |
| <b>YÜKSEK OLASILIKTA</b><br>GeçmiŐte benzer tasarımlardaki yanlışlıklar problem yarattı             | 7,8            |  |
| <b>ÇOK YÜKSEK OLASILIKTA</b><br>Ciddi arızaların ortaya çıkması hemen hemen mümkün                  | 9,10           |  |
|   |                |  |

# Tasarım HTEA İçin Şiddet Derecelendirme Tablosu

| ETKİ               | ŞİDDET DERECEŐİ | KİSTAS   |
|--------------------|-----------------|--|
| ETKİŐİ YOK         | 1               | Etkisi yok   |
| ÇOK ÖNEMSİZ ETKİ   | 2               | rn performansı üzerine çok önemsiz etkisi vardır. Müşteri rahatsız olmamaktadır. Bazen nemsiz kusurlar gözlenmektedir.  |
| ÖNEMSİZ ETKİ       | 3               | rn performansı üzerine önemsiz etkisi vardır. Müşteri birazcık rahatsız olmaktadır. Pek çok zaman süresince önemsiz kusurlar gözlenmektedir.   |
| KÜÇÜK ETKİ         | 4               | rn performansı üzerine küçük etkisi vardır. Kusurun onarılması gerekmemektedir. Müşteri rn veya sistem performansı üzerinde küçük etkilerin farkına varabilir. YaŐamsal olmayan kusurlar sürekli gözlenmektedir. |
| ORTA ŐİDDETTE ETKİ | 5               | rn performansı üzerine orta Őiddette etkisi vardır. Müşteri rn kullanımında bazı tatminsizlikler yaŐamaktadır. YaŐamsal olmayan parçadaki hatalar onarım gerektirir.   |
| ÖNEMLİ ETKİ        | 6               | rn performansının derecesi düŐmüŐtür, fakat ürün çalıŐmaktadır ve emniyetlidir. Müşteri rn kullanımı esnasında rahatsızdır. YaŐamsal olmayan bir parçası alıŐmıyordur.  |
| BÜYÜK ETKİ         | 7               | rn performansı ciddi olarak etkilenmiŐtir, fakat kullanılabilirlikte ve emniyetlidir. Müşteri tatmin olmamaktadır. Üründe bir alt sistem alıŐmıyordur.  |
| ÇOK BÜYÜK ETKİ     | 8               | rn kullanılamamaktadır, fakat emniyetlidir. Müşteri tatminsizliği çok fazladır. Sistem alıŐmıyordur.  |
| CİDDİ ETKİ         | 9               | Olasılıkla tehlikeli etki söz konusudur. Bir kaza olmaksızın ürünün kullanılmasını durdurur-kısmi arıza. Tehlike durumunda yasalarla uyumlu.   |
| TEHLİKELİ ETKİ     | 10              | Tehlikeli etki. Emniyetle ilgili ani arıza. Yasalarla uyumsuz bir arıza.   |

# Tasarım FMEA İçin Keşfedilebilirlik Derecelendirme Tablosu

| KEŞFEDİLEBİLİRLİK        | DERECE | KİSTAS  |
|--------------------------|--------|---|
| HEMEN HEMEN KESİN        | 1      | Kontrol önlemleri uygulanabilir ve en yüksek etkililiğe sahip.  |
| ÇOK YÜKSEK               | 2      | ok yüksek etkililiğe sahip.                                    |
| YÜKSEK                   | 3      | Yüksek etkililiğe sahip.  |
| ORTA ŐİDDETTE YÜKSEK     | 4      | Orta Őiddette yüksek etkililiğe sahip.                          |
| ORTA                     | 5      | Orta etkililiğe sahip.  |
| DÜŞÜK                    | 6      | Düşük etkililiğe sahip.   |
| ÖNEMSİZ                  | 7      | ok düşük etkililiğe sahip.                                     |
| ÇOK ÖNEMSİZ              | 8      | Uygulamadaki her bir sınıfta en düşük etkililik.                |
| PEK ZAYIF                | 9      | Kanıtlanamaz, güvenilemez ve etkililiği bilinmiyor.             |
| HEMEN HEMEN<br>OLANAKSIZ | 10     | Mevcut Tasarım Değerlendirme Tekniği yok veya hiç planlanmamış. |

- RÖG, hataların öncelik derecelendirilmesini yaparak, iyileştirme çalışmalarında öncelikle ele alınması gereken hataların belirlenmesini sağlar.
- Hataları önceliklendirirken göreceli olarak derecelendirir.
- En yüksek RÖG'ne sahip hata en öncelikli hata olarak belirlenir.
- RÖG, iyileştirme çalışmasını yapan kişilere bir yol göstericidir.

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

- Keşfedilebilirlik yeterince sağlanabiliyor olsa bile, fazla miktarda kontrol etmenin maliyet ve zaman açısından yük getirdiği düşünülerek hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı çalışmalar yaparak, kontrol edilen parametre sayısını azaltmak da mümkün olacaktır.

**RÖG İyileştirme Çalışmalarını Yönlendirir**

# FMEA-İyileştirme Planı

Faaliyetin gerçekleştirilmesinden ve gerekli verilerin derlenmesinden sorumlu olanı gösterir

| .....TASARIM HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ ANALİZİ |   |                                  |   |  |   |                            |                   |                       |   |                              |                                    |   |                            |                   |
|--|---|----------------------------------|---|--|---|----------------------------|-------------------|-----------------------|---|------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|-------------------|
| Parça Adı: ...                             |   | Parça Kodu: ....                 |   | Resim No: ...  |   | .....                      |                   | .....                 |   | .....                        |                                    | .....                                   |                            |                   |
| Parça adı (A)                              | Parçanın Fonksiyonu/ İşlevi (B)                             | Hata türü (C)                    | Hata sebebi (D)   | Hatanın etkileri (sonuçları) (E)                           | Kontrol işlemleri (F)   | ŞİMDİKİ KOŞULLAR           |                   |                       |   | İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİ     |                                    |   |                            |                   |
|  |   |                                  |   |  |   | ortaya çıkma olasılığı (G) | etki derecesi (H) | keşfedilebilirlik (I) | RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ (J)               | iyileştirme faaliyetleri (K) | Tamamlanma Planı ve Sorumluluk (L) | Tamamlanan iyileştirme faaliyetleri (M) | ortaya çıkma olasılığı (N) | etki derecesi (O) |
| termostat                                  | iç sıcaklığını hissederek kompresöre açma/ kapama yaptırır. | açma/ kapama sıcaklıkları yanlış | ayar banyosunda yanlış ayarlanması                      |  |   | 7                          | 5                 | 315                   | Ayar banyosunun kalibrasyonunun yapılması | ...                          | ...                                | 6                                       | 7                          | 210               |
| Termostat düğmesi                          | ayar milini çevirerek soğutma ayarını yapar                 | dönmüyor                         | Düğme-ayar mili uyumsuz, çarpmıyor                      |  | milin GKK'da kontrolü   | 4                          | 7                 | 8                     | 224                                       | Resim değişikliği            | ...                                | ...                                     | 8                          | 112               |
|  |   | çıkıyor                          | ...   |  |   | 3                          | 5                 | 8                     | 120                                       |                              | ...                                | ...                                     | ...                        | ...               |
| Ayar mili                                  | soğutma ayarını yapıyor                                     | Zor çevriliyor.                  | perçin hatalı   | ...  | ...   | 5                          | 7                 | 7                     | 245                                       |                              |                                    | ...                                     | ...                        | ...               |
|  |   | 0 konumuna alınamıyor.           | kamanın yüksekliğini aşmaması                           | ...  | ...   | 3                          | 7                 | 7                     | 157                                       |                              |                                    | ...                                     | ...                        | ...               |
| kapileri                                   | kapileri gazını tutar, evadaki sıcaklığı hisseder           | kapileri boyunun uzun olması     | Makine ayarının tam yapılamaması                        | montajı esnasında kapilerinin deforme olması olasılığı var | GKK'da boy ölçüsü yapılıyor, yardımcı sanayide otomatik olarak boy kesimi yapılıyor | 4                          | 3                 | 4                     | 48  |                              |                                    | ...                                     | ...                        | 24                |
|  |   | kapileri boyunun kısa olması     | Makine ayarının tam yapılamaması                        | gazın genişmesi farklı olacağından, hatalı açıp/ kapama    | ...   | 4                          | 8                 | 4                     | 128                                       |                              |                                    | ...                                     | ...                        | ...               |
|  |   | kopuk olması                     | Yardımcı sanayide makaron takılması için açılması, .... | termostat çalışmaz, soğutma sistemi çalışmaz               | GKK'da görünüş kontrolde bakılıyor.   | 6                          | 8                 | 5                     | 240                                       | ...                          | ...                                | ...                                     | ...                        | 5                 |

RÖN Pareto diyagramına bağlı olarak önerilen faaliyetleri belgelendir

Faaliyet tamamlandığında RÖG yeniden hesaplanır

# İyileştirme faaliyetleri

- **Önerilen Faaliyetler**: Hata türünün ortaya çıkma sıklığını azaltacak ve keşfedilebilirlik derecesini yükseltecek düzeltici faaliyetlerdir. En yüksek RÖG ve kritik şiddete sahip hata türlerine öncelik verilir.
- Not: Şiddet derecesini **azaltamazsınız**. İyileştirme faaliyetleriniz sadece kusurun ortaya çıkması ve/veya kusurun belirlenmesi şansını azaltır.



- İyileştirme faaliyetleri tasarım değişikliği, parametre değer değişikliği, deney tasarımı, toleransların değiştirilmesi, test yöntemlerinin iyileştirilmesi, test faaliyet planının iyileştirilmesi gibi yöntemlerle sağlanabilir. Ancak iyileştirme faaliyetleri açıkça tanımlanmalı ve takip edilmelidir.