

Saha Geri Dönüş Oranını AR-GE Aşamasında İndikatör ile Tahmin Etme Yöntemi

Tarkan TEKCAN
Gürmen KAHRAMANOĞLU
Mustafa Nevzat YATIR
Barbaros KİRİŞKEN
Vestel Elektronik A.Ş.
Mustafa GÜNDÜZALP
Yaşar Üniversitesi



İçerik

- Giriş ve Mevcut Yöntemler
- Modelde Kullanılan Parametreler
 - Parça Sayımı Güvenilirlik Tahmini
 - Hızlandırılmış Ömür Testleri
 - Olgunluk Seviyesi
- Saha Geri Dönüş Oranı Tahmin Metodu
- Sorular

Giriş ve Mevcut Yöntemler

Güvenilirlik ve saha geri dönüş oranını tahmin etmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Örneğin, stres tabanlı standartlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

MIL-HDBK-217F gibi stress tabanlı standartlar, malzemelerin güvenilirlik ve hata oranı değerlerini malzeme üzerindeki stres seviyesiyle tanımlarlar. Tanımlanan ana stres faktörleri; sıcaklık, gerilim ve harcanan güçtür.

Giriş ve Mevcut Yöntemler

Birçok üretici şirket yüksek stres seviyelerinde hızlandırılmış ömür testleri gerçekleştirmekte ve test sonuçlarını istatistiksel dağılımlar ile analiz etmektedirler.

Hata mekanizmasını hızlandırmak için sıcaklık, bağıl nem, gerilim, sıcaklık çevrimi ve titreşim stres faktörü olarak kullanılmaktadır.

Bu testlerden elde edilen sonuçlardan yola çıkarak, saha kullanım koşulundaki güvenilirlik ve geri dönüş oranı tahmin edilmektedir.

Giriş ve Mevcut Yöntemler

Tasarım geliştirme fazı boyunca yukarıda belirtilen stres faktörleri yapılan çeşitli kalite testleriyle kontrol edilmektedir.

Bununla beraber, bu testlerin çıktısı güvenilirlik ve saha geri dönüş oranı tahminlerinde kullanılmamaktadır.

Dolayısıyla, bu testlerin çıktısını kullanacak ve diğer metodlarla birleştirecek bir yöntem geliştirilmelidir.

Parça Sayımı Güvenilirlik Tahmini

Parça sayımı güvenilirlik tahmini metoduna göre, elektronik sistemi oluşturan parçaların hata oranları toplamı, elektronik sistemin hata oranına eşittir.

$$\lambda_{sistem} = \sum_{i=1}^n \lambda_{parça_i}$$

λ : Birim zamandaki hata oranı

Parça Sayımı Güvenilirlik Tahmini

Güvenilirlik Fonksiyonu

$$R(t) = e^{-\lambda t} \qquad R(t)_{sistem} = \prod_{i=1}^n R(t)_{parça_i}$$

$$R(t)_{sistem} = e^{-\left(\sum_{i=1}^n \lambda_{parça_i}\right)t}$$

Kümülatif Hata Oranı Fonksiyonu

$$F(t)_{sistem} = 1 - R(t)_{sistem}$$

Hızlandırılmış Ömür Testleri

Hızlandırılmış ömür testlerinin amacı, ürünün normal kullanım koşullarında maruz kaldığı stres faktörü seviyesini arttırarak hata yapma zamanını hızlandırmaktır.

Arrhenius Modeli

$$AF = e^{-(Ea / K)(1/T_1 - 1/T_2)}$$

Hızlandırılmış Ömür Testleri

Korozyon Modeli

$$AF = e^{-(Ea/K)(1/T_1 - 1/T_2)} \times (RH_1 / RH_2)^n$$

Gerilim Uygulamalı Korozyon Modeli

$$AF = e^{-(Ea/K)(1/T_1 - 1/T_2)} \times (RH_1 / RH_2)^n \times (V_1 / V_2)^N$$

Hızlandırılmış Ömür Testleri

Değiştirilmiş Coffin-Manson Modeli

$$AF = e^{-(0.123/K)(1/T_u - 1/T_s)} \times (f_u / f_s)^{0.3} \times (\Delta T_s / \Delta T_u)^{1.9}$$

T_u : Maksimum Kullanım Lehim Noktası Sıcaklığı (°K),

T_s : Maksimum Test Lehim Noktası Sıcaklığı (°K),

f_u : Kullanım Sıcaklık Çevrim Frekansı,

f_s : Test Sıcaklık Çevrim Frekansı,

ΔT_u : Kullanım Anında Sıcaklık Değişimi (°C),

ΔT_s : Test Anında Sıcaklık Değişimi (°C),

Hızlandırılmış Ömür Testleri

Weibull Dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(T) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{T - \gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{T - \gamma}{\eta}\right)^{\beta}}$$

β : Şekil Parametresi

η : Skala Parametresi

γ : Lokasyon Parametresi

Hızlandırılmış Ömür Testleri

Güvenilirlik Fonksiyonu

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

Kümülatif Hata Oranı Fonksiyonu

$$F(T) = 1 - R(T)$$

Olgunluk Seviyesi

Uluslararası stres tabanlı standartlarda ve hızlandırılmış ömür testlerinde kullanılan ana stres faktörleri sıcaklık, nem, gerilim, harcanan güç, titreşimdir.

Bununla beraber ürün, sahada birçok farklı sebepten arızalanabilir. Bu arıza sebepleri de sayısal ifadelere dönüştürülmeli ve ürünün sahada arızalanma riski sayısal olarak belirlenmelidir.

Bu da, olgunluk seviyesi testleriyle mümkündür. Olgunluk seviyesi testleri 3 ana grup altında toplanabilir.

Bunlar, güvenilirlik onay testleri, erken ömür testleri ve tasarım doğrulama testleridir.

Güvenilirlik Onay Testleri

Test Türü	Test Adı	Test Puanı
Elektriksel	Akım Gerilim Stres Test	100
	Sıcaklık Stres Test	100
	Açık/Kısa Devre Testi	100
	Elektrostatik Boşalım Test	100
	Ani Yükselmelere Karşı Bağışıklık Testi	25
	Yıldırım Testi	50
	Gerilim Çukurları, Kısa Kesintiler ve Gerilim Değişmeleri Testi	50
	Açma/Kapama Testi	50
	Anma Akımı Testi	75
Çevresel	Sıcakta Çalışma Testi	100
	Yüksek Sıcaklık Testi	50
	Düşük Sıcaklık Testi	50
	Yüksek Nem Ömür Testi	50
Mekaniksel	Titreşim Dayanım Testi	25
	Duvara Asma Dayanım Testi	25
	Düşme Testi	50
	Toplam	1000

Erken Ömür Testleri Testleri

Erken ömür testleri, kart bazında yapılan, malzeme ve lehimleme/üretim süreci kaynaklı problemleri tespit etmeye yarayan testlerdir.

Test Türü	Test Adı	Test Puanı
Çevresel	Sıcaklık Çevrim Testi	75
	Yüksek Sıcaklık Yüksek Nem Testi	50
	Sıcaklık Şok Testi	50
Mekaniksel	Rastgele Titreşim Dayanım Testi	50
	Toplam	225

Tasarım Doğrulama Testleri

Test Türü	Test Adı	Test Puanı
Elektriksel	Enerjili/Enerjisiz Sıcaklık Çevrim Testi	100
	Kademeli Elektrostatik Boşalım Testi	50
Çevresel	Birleştirilmiş Yüksek Sıcaklık ve Yüksek Nem Testi	50
	Sıcaklık Şok Testi	75
	Kademeli Sıcaklık Testi	50
	Enerjili/Enerjisiz Yüksek/Düşük Sıcaklık ve Nem Testi	50
	Yük Nem Depo Testi	25
	Sıcaklık Devrim Testi	50
Mekaniksel	Yapısal İnceleme Testi	50
	Paketsiz Şok Test	50
	Kademeli Rastgele Titreşim Dayanım Testi	25
	Toplam	575

Toplam Test Puanı ve Toplam Hata Puanı

Test Grubu	Test Puanı
Güvenilirlik Onay Testleri	1000
Erken Ömür Testleri	225
Tasarım Doğrulama Testleri	575
Toplam Test Puanı	1800

Hata Sınıfı	Hata Puanı
Üretim Durduran Hata	120
Yüksek Önemli Hata	24
Orta Önemli Hata	15
Düşük Önemli Hata	9

Olgunluk Seviyesi

Olgunluk Seviyesi

$$OS = (TTP - THP) / TTP$$

Olgunluk seviyesi 0-1 arası bir değerdir.

Hata Oranı;

$$F = 1 - OS$$

Bu değer, ürünün, yapılan testlerde karşılaşılan hatalarına ait, sabit kümülatif hata oranı olarak değerlendirilmektedir.

Saha Geri Dönüş Oranı Tahmin Metodu

Proje	$F(T)_1$ (%)	$F(T)_2$ (%)	Olgunluk Seviyesi ($1 - F_3$) (%)	SGDOI	Gerçek Geri Dönüş Oranı (%)
1	10.7	4.00	64.94	1499.2	4.19
2	7.56	1.82	82.75	237.31	2.60
3	4.85	0.26	93.60	8.07	0.87
4	5.02	2.83	89.50	149.09	RR_4
5	5.00	0.48	91.00	21.60	RR_5
6	3.61	0.46	88.56	18.99	RR_6

Saha Geri Dönüş Oranı Tahmin Metodu

$$\frac{SGDOI(T)_1}{SGDOI(T)_2} \approx A \times \left(\frac{RR(T)_1}{RR(T)_2} \right)^3$$

Geri Dönüş Oranı Tahminleri (%)			Gerçek Saha Geri Dönüş Oranları (%)	
RR ₄	1.90	Ort. 1.84	RR ₄	1.57
RR ₄	1.45			
RR ₄	2.16			
RR ₅	1.18	Ort. 1.32	RR ₅	1.19
RR ₅	1.16			
RR ₅	1.61			
RR ₆	1.13	Ort. 1.29	RR ₆	1.14
RR ₆	1.13			
RR ₆	1.59			

Saha Geri Dönüş Oranı Tahmin Metodu

Proje	$F(T)_1$ (%)	$F(T)_2$ (%)	Önerilen Metod Sonuçları – Ort. (%)	Gerçek Geri Dönüş Oranı (%)
4	5.02	2.83	1.84	1.57
5	5.00	0.48	1.32	1.19
6	3.61	0.46	1.29	1.14

Sonuçlar

Bilinen standartlar ve hızlandırılmış ömür testleri teknikleri belli stres faktörleri kullanarak hata oranı ve güvenilirlik tahminleri yaparken, ürün, sahada, daha farklı bir çok sebepten dolayı arızalanmaktadır. Bu da yapılan tahminlerin gerçek saha verisinden farklı olmasına yol açmaktadır.

Saha geri dönüş oranını doğru tahmin edebilmek ancak ve ancak bu farklı sebeplerden oluşan arızaları da “hata oranı” olarak ifade edebilecek yeni bir parametre ile mümkündür.

Sonuçlar

Bu yeni parametre “olgunluk seviyesi” olarak verilmiş ve bu yeni parametre kullanılarak saha geri dönüş oranı matematiksel olarak modellenmiştir.

Saha geri dönüş oranını AR-GE aşamasında bir indikatör ile tahmin etme yöntemi sayesinde, şirketler, ürünlerinin güvenilirliklerini, üretim öncesinde, kontrol edebilir ve saha geri dönüş oranlarını çok daha yüksek güvenilirlikle tahmin edebilirler. Bu da, olası yüksek servis maliyetlerinin önüne geçilmesini sağlar.

Tahmin sonuçları, proje üretime girmeden elde edildiği için, üründe yapılacak değişiklik ve iyileştirmelerin maliyeti de asgari olacaktır.

