

# TEMEL GÜVENİLEBİLİRLİK KAVRAMI

Ahmet ERKOÇ / Yıldız Üniversitesi

## ÖZET

Güvenilebilirlik, bir sistem veya şebekenin tanımlanan görevini belirli bir zaman aralığı içinde başarıyla yerine getirebilme olasılığıdır ve sayısal bir özelliğe sahiptir. Günümüzde güvenilebilirlik incelemeleri; bilgisayarlardan uzay kapsüllerini ve balistik füzelere, telefon sistemlerinden otomobil fabrikalarına kadar her sahada yapılmaktadır. Bu yazıda temel güvenilebilirlik kavramı özetlenmiştir.

## SUMMARY

Reliability is probability of a system or a network whether it will succeed its duty at a specified time duration or not. Reliability has a quantitative property. Nowadays reliability studies have been performed from computers to space ships and ballistic missiles, from public or private exchanges to auto-

mobile factories, and in other fields.

In this article the basic reliability concept has been summarized.

## 1. GENEL GÜVENİLEBİLİRLİK İŞLEVİ

Sınırlı bir  $N_0$  sayıda özdeş elemanın sınırlı bir süre içinde çalışması için gerekli olan güvenilirlik kavramını düşünelim.

$N_s(t)$  : t anındaki sağlam eleman sayısı

$N_f(t)$  : t anındaki hatalı (bozuk) eleman sayısı

olmak üzere herhangi bir t anındaki güvenilebilirlik

$$R(t) = \frac{N_s(t)}{N_0} \quad (D)$$

ifadesiyle verilir. Güvenilebilirlik işlevinin zamana göre türevinin eksi işaretlisi  $f(t)$  ani hata yoğunluk işlevi olarak tanımlanırsa

$$-f(t) = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} \quad (2)$$

ifadesi elde edilir.  $X(t)$  ani hata oranını göstermek üzere

$$\lambda(t) = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt}$$

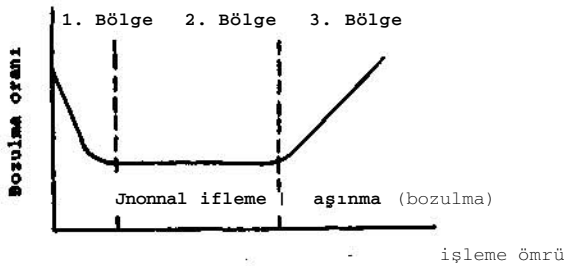
$$\int_0^t \lambda(t) dt = -\int_1^R \frac{dR(t)}{R(t)} \quad (3)$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (4)$$

Bu eşitlik güvenilebilirliği zamanın işlevi olarak verir. Burada hata oranı  $f(t) = \lambda(t)$  de zamanın işlevidir. Kestiremeyen hata işlevi biçimleri  $\lambda(t)$  ifadesinden elde edilmelidir. Eğer ani hata oranı sabit ve zamana bağlı değilse

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (5)$$

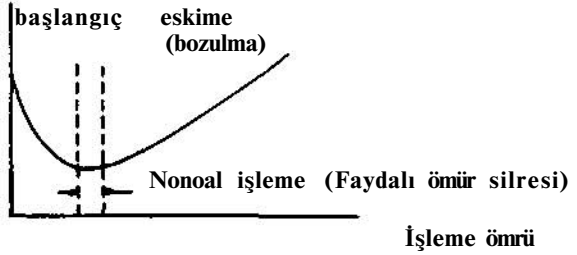
ifadesi elde edilir. Birçok eleman özellikle elektronik elemanlar zamana göre görece olarak sabit bir hata (bozulma) oranına sahiptir. Çizim 1 ve 2'de görülen klasik eğri birçok eleman için geçerlidir.



Çizim 1— İşleme ömrünün bölümleri olarak elektronik elemanların bozulma oranı.

Çizim 1 görece olarak uzun çalışma ömrüne sahip elektronik elemanlara ait bir değişimdir. Çizimdeki birinci bölge fabrika yapım hatası veya başlangıç hatası aşaması olarak bilinir. Üretim hatası ve uygun olmayan tasarım sonucu hata oranı yüksektir. İkinci bölge yararlı ömür veya normal işleme aşamasıdır. Kalite denetim çalışmalarıyla hata oranı belirli bir

sabit değere düşürülür. Bu bölgede hata oranı sabit ve hataların tamamıyla rasgele olduğu kabul edilir. Üçüncü bölge bozulma veya aşınma safhasıdır. Zamanla, hızla artan hata oranıyla belirginleşir. Faydalı ömür hata oranına dayanan güvenilebilirlik kestirimlerinin geçerli olabilmesi için, sistem ileri bozulma aşamasındaki elemanları içermemelidir. Ters durumda güvenilebilirlik kestirimi geçersiz ve aşırı iyimser olur.



Çizim 2 — İşleme ömrünün bölümleri olarak, mekanik elemanların tipik bozulma oranı

## 2. ÜSTEL DAĞILIM

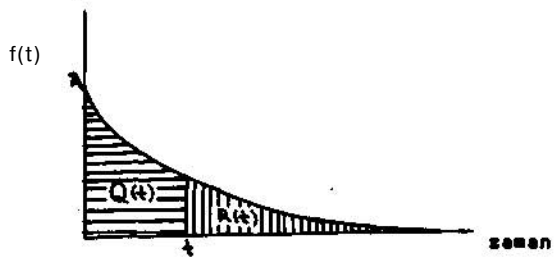
Sabit hata oranı dolayında bir  $t$  anında elemanın sağlam kalma olasılığı (5) denklemiyle

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

olarak verilmiştir. Ve hata yoğunluk işlevi

$$f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t} \quad (6)$$

olur. (6) ifadesinde verilen üstel hata yoğunluk işlevi Çizim 3'te çizilmiştir.



Çizim 3. Üstel Yoğunluk İşlevi

$t$  anındaki hata olasılığı:  $Q(t)$  olmak üzere

$$Q(t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda t} \quad (7)$$

t anındaki sağlam kalma olasılığı: R(t) olmak üzere

$$R(t) = \int_t^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt = e^{-\lambda t} \quad (8)$$

olarak bulunur. Faydalı ömür döneminde, herhangi bir A t zaman aralığındaki hata olasılığı önceki işleme süresinden bağımsızdır. Diğer bir şekilde ifade edilirse elemanın faydalı ömrü boyunca, eşit işleme dönemleri için güvenilebilirlik sabittir.

### 3. ORTALAMA ARIZA OLUŞMA SÜRESİ

Eğer x, olasılık yoğunluk işlevi f(x) olan sürekli bir raslantı değişkeniyse umu değeri

$$E(x) = \int_0^{\infty} x \cdot f(x) \cdot dx \quad (9)$$

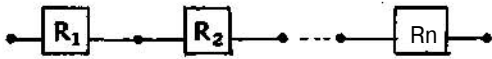
olarak tanımlanır. Bu tanımdan hareketle

$$E(t) = \int_0^{\infty} t \cdot X e^{-\lambda t} \cdot dt \quad (10)$$

ifadesi yazılabilir. Parçalı tümlev olarak (partial integration)  $E(t) = \frac{1}{\lambda}$  olarak bulunur. Umu değeri güvenilebilirlikte bir sistem için ortalama arıza oluşma süresi (OAOS) olarak isimlendirilir. OAOS, faydalı ömür hata oranıyla ters orantılıdır. OAOS, normal olarak yalnızca faydalı ömür döneminde verilir.

### 4. DİZİ VE KOŞUT SİSTEMLER

Güvenilebilirlikleri  $R_1$  ve  $R_2$  olan dizi bağlanmış iki elemandan oluşan bir sistemi gözönüne alalım. Sistemin güvenilebilirliği  $R = R_1 \cdot R_2$  dir. Eğer seri bağlı n adet eleman varsa



$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n = \prod_{i=1}^n R_i \quad (11)$$

bu eşitlik güvenilebilirliğin çarpım yasası olarak bilinir. Faydalı ömür dönemlerinde işleyen elemanlardan oluşan seri sistemin güvenilebilirliği

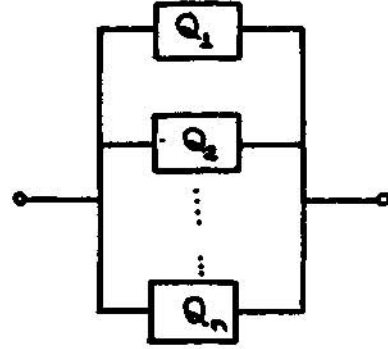
$$\prod_{i=1}^n X_i t$$

$$R_s(t) = e^{-\lambda t} \quad (12)$$

bağınusryla tanımlanır. O güvenilmezliği göstermek üzere  $R + Q = 1$  'dir. iki gruptan oluşan bir paralel sistemde yalnız bir grup devredeyken başarı gerçekleşebiliyorsa bu sisteme "indirgenebilir" sistem denir, iki birimli indirgenebilir bir sistem gözönüne alalım. Eğer elemanlar tek tek faydalı ömür dönemlerinde çalışıyorsa sistemin güvenilebilirliği

$$\begin{aligned} \bar{K}_j &= R_1 + R_2 - R_1 R_2 \\ &= 1 - (Q_1 \cdot Q_2) = 1 - Q_s \quad (13) \end{aligned}$$

Bu ifadede  $O_1$ ,  $O_2$  ve  $O_i$  birinci, ikinci elemanın ve sistemin güvenilmezlik değerleridir. Eğer n adet koşul bağlı eleman varsa



$$Q_s = \prod_{i=1}^n Q_i \quad (14)$$

Bu eşitlik koşul işlemede güvenilmezliğin çarpım yasası olarak bilinir. Koşut bir sistemin güvenilebilirliği

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i \quad (15)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

### KAYNAKLAR

1. BILLINTON, R., Power System Reliability Evaluation, 40-90, Gordon and Breach Science Publishers Inc., 1970.
2. ERKOÇ, A., terim Sistemleri Güvenilebilirlik Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.O. Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik - Elektronik Fak., 1984
- S. GEORGE, R.C and CLARE, D.Mc G., Probabilistic Methods of Signal and System Analysis, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1971.