

PARALEL SİSTEMLERİN MONTE CARLO YÖNTEMİ İLE GÜVENİLİRLİK ANALİZİ

Türker F. ÇAVUŞ¹

Ertan YANIKOĞLU²

A. Serdar YILMAZ³

^{1,2} Elektrik-Elektronik Müh. Böl. Mühendislik Fakültesi

Sakarya Üniversitesi, SAKARYA

¹ tfcavus@sakarya.edu.tr ² yanik@sakarya.edu.tr

³ Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü Sütçü İmam Üniversitesi

Karacasu Kampüsü, K. Maraş

³ asyilmaz@ksu.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Monte Carlo, Güvenilirlik Analizi, Paralel Sistemler

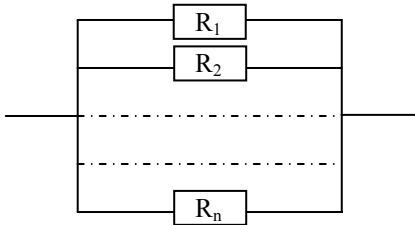
ÖZET

Monte Carlo, rastgele değişkenlerin simülasyonu ile matematiksel problemlerin çözümünde kullanılan nümerik bir metottur. Yaygın bir nümerik teknik olan Monte Carlo metodu bilgisayarların yaygınlaşmasıyla gelişmiştir ve yeni nesil bilgisayarların üretimi ile birlikte kullanım alanı genişlemiştir. Monte Carlo metodu gerçek güvenilirlik problemlerinin çözümünde oldukça yararlıdır. Monte Carlo metodu sistemin rastgele davranışlarının ve gerçek süreçlerin benzetimlerinde güvenilirlik indislerini tahmin eder.

1. GİRİŞ

Enerji sistemlerinin güvenilirlik analizinde bir çok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan bir çoğu analitik yöntemlerdir ve yüksek matematik bilgisi gerektirir. Bu yöntemlerin yanı sıra, özellikle bilgisayarların gelişmesi ile Monte Carlo Yöntemi de kullanılmaya başlanmıştır.

Monte Carlo, rastgele değişkenlerin simülasyonu ile matematiksel problemlerin çözümünde kullanılan nümerik bir metottur [1]. Başlangıçta elle ve hazır tablolar yardımıyla yapılan rastgele sayı üretimi bilgisayarların gelişmesi ile bilgisayarlarla yapılmaya başlandı. Bu gelişme Monte Carlo Metodunun bir çok alanda uygulanmasına imkan verdi. Güvenilirlik analizi için en basit ve temel sistemlerden biri paralel sistemdir [2-3].

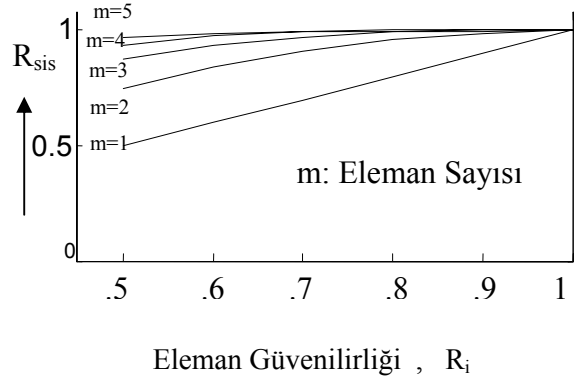


Şekil 1. Paralel Sistem Modeli

Paralel Sistemlerde sistem güvenilirliği denklem 1 de belirtilen şekilde hesaplanır.

$$R_{sis} = 1 - ((1-R_1) (1-R_2) (1-R_n)) \quad (1)$$

Denklem 1'den de anlaşılacağı üzere paralel sistemlerde paralel eleman sayısı arttıkça sistemin güvenilirliği artmaktadır.



Şekil 2. n Elemanlı Paralel sistemin Güvenilirliği

2. MONTE CARLO MODELİ

Monte Carlo yönteminde her eleman için rastgele sayılar üretilir ve üretilen rastgele sayılar için sistemin sağlanıp sağlanmadığı incelenir.

Rastgele sayıların üretimi için çeşitli matematiksel yöntemler kullanılabileceği gibi elle uygulanabilen pratik yöntemler ve daha önceden hazırlanmış tablolar da kullanılabilir. Çözümünecek sistemin durumuna göre, uygun rastgele sayı üretme yöntemlerinden biri kullanılır.

Şekil 1 de gösterilen seri sistemin sağlanması için sistemdeki herhangi bir elemanın sağlanması yeterlidir. Bu durum paralel sistemlerde, sistem güvenilirliğinin yüksek olmasını sağlar.

Sistemdeki her bir eleman için üretilen rastgele sayılara, sırası ile X_1, X_2, X_3, X_n dersek her bir elemanın sağlanması için,

$$X_1 \leq R_1, X_2 \leq R_2, X_3 \leq R_3, \dots, X_n \leq R_n \quad (2)$$

Olmalıdır. Sistemin sağlanması için herhangi bir elemanın sağlanması yeterlidir.

Tablo 1. n Elemanlı Sistem için Sistemin Sağlanabilirlik Tablosu

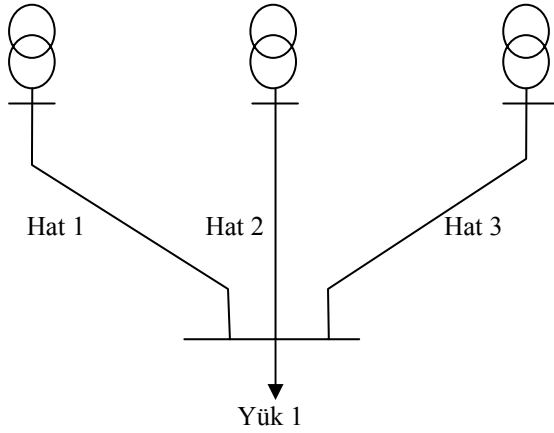
E ₁	E ₂	E ₃	....	....	E _n	Sistem
Ç	Ç	Ç	....	....	Ç	Ç
A	Ç	Ç	....	....	Ç	Ç
Ç	A	Ç	....	....	Ç	Ç
Ç	Ç	A	....	....	Ç	Ç
....						
....						
....	....	....	....	....	Ç	Ç
....	....	....	....	....	A	Ç
A	A	Ç	....	....	Ç	Ç
A	Ç	A	....	....	Ç	Ç
....						
....						
....						
A	A	A	....	....	A	A

Ç: Çalışır Durum

A: Arıza Durumu

Tablo 1'den de görüleceği üzere sistem sadece, sistemdeki tüm elemanların arızalanması durumunda sağlanamamaktadır.

3. UYGULAMA



Şekil 3. Örnek Sistem

Şekil3 de verilen elektrik şebekesinde yük 1'in sağlanabilirliği denklem 1 kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$R_1 = 0.9$ (Hat 1 için)

$R_2 = 0.8$ (Hat 2 için)

$R_3 = 0.85$ (Hat 3 için)

$$\begin{aligned} R_{sis} &= 1 - [(1-R_1) \times (1-R_2) \times (1-R_3)] \\ &= 1 - [(1-0.9) \times (1-0.8) \times (1-0.85)] \\ &= 1 - [0.1 \times 0.2 \times 0.15] \\ &= 0.997 \end{aligned}$$

olarak hesaplanır.

Aynı sistemi Monte Carlo yöntemi ile çözmek için her bir eleman için bir birinden bağımsız rastgele sayılar üretilir. Üretilen rastgele sayılar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 3 Elemanlı Sistem için Rastgele Sayılar

Örnekleme Sayısı	E ₁	E ₂	E ₃	Sistem
1	0.45	0.03	0.15	Ç
2	0.99	0.17	0.80	Ç
3	0.33	0.27	0.69	Ç
4	0.23	0.25	0.47	Ç
5	0.30	0.01	0.89	Ç
6	0.11	0.82	0.94	Ç
7	0.44	0.62	0.33	Ç
8	0.46	0.56	0.43	Ç
9	0.01	0.24	0.47	Ç
10	0.66	0.82	0.14	Ç
11	0.92	0.26	0.13	Ç
12	0.28	0.75	0.53	Ç
13	0.26	0.65	0.72	Ç
14	0.70	0.21	0.39	Ç
15	0.78	0.60	0.35	Ç
16	0.98	0.60	0.28	Ç
17	0.47	0.65	0.86	Ç
18	0.90	0.18	0.62	Ç
19	0.45	0.63	0.24	Ç
20	0.80	0.17	0.97	Ç
21	0.82	0.53	0.64	Ç
22	0.16	0.62	0.22	Ç
23	0.39	0.68	0.68	Ç
24	0.52	0.67	0.66	Ç
25	0.71	0.87	0.13	Ç
26	0.56	0.01	0.02	Ç
27	0.46	0.31	0.26	Ç
28	0.09	0.11	0.63	Ç
29	0.75	0.81	0.66	Ç
30	0.89	0.90	0.77	Ç
31	0.28	0.15	0.37	Ç
32	0.25	0.12	0.44	Ç
33	0.93	0.76	0.48	Ç
34	0.13	0.72	0.60	Ç
35	0.94	0.65	0.17	Ç
36	0.70	0.75	0.01	Ç
37	0.84	0.66	0.79	Ç
38	0.20	0.88	0.51	Ç
39	0.45	0.35	0.21	Ç
40	0.08	0.27	0.10	Ç
41	0.85	0.41	0.15	Ç
42	0.56	0.21	0.40	Ç

43	0,31	0,03	0,40	Ç
44	0,37	0,98	0,05	Ç
45	0,86	0,85	0,94	Ç
46	0,37	0,34	0,15	Ç
47	0,07	0,47	0,38	Ç
48	0,19	0,91	0,31	Ç
49	0,04	0,22	0,16	Ç
50	0,56	0,86	0,89	Ç
51	0,12	0,65	0,32	Ç
52	0,52	0,19	0,73	Ç
53	0,11	0,48	0,41	Ç
54	0,77	0,99	0,39	Ç
55	0,37	0,37	0,50	Ç
56	0,82	0,53	0,16	Ç
57	0,95	0,18	0,52	Ç
58	0,60	0,50	0,64	Ç
59	0,94	0,42	0,01	Ç
60	0,28	0,66	0,83	Ç
61	0,88	0,67	0,80	Ç
62	0,10	0,95	0,69	Ç
63	0,06	0,19	0,46	Ç
64	0,23	0,11	0,08	Ç
65	0,93	0,96	0,82	Ç
66	0,06	0,56	0,19	Ç
67	0,26	0,02	0,44	Ç
68	1	0,87	0,01	Ç
69	0,21	0,02	0,30	Ç
70	0,49	0,51	0,87	Ç
71	0,29	0,19	0,83	Ç
72	0,67	0,71	0,33	Ç
73	0,96	0,25	0,88	Ç
74	0,76	0,93	0,47	Ç
75	0,67	0,13	0,56	Ç
76	0,13	0,77	0,11	Ç
77	0,44	0,30	0,06	Ç
78	0,08	0,92	0,85	Ç
79	0,44	0,68	0,18	Ç
80	0,37	0,07	0,03	Ç
81	0,30	0,08	0,73	Ç
82	0,85	0,01	0,53	Ç
83	0,75	0,22	0,27	Ç
84	0,94	0,51	0,36	Ç
85	0,55	0,45	0,01	Ç
86	0,01	0,70	0,88	Ç
87	0,59	0,58	0,86	Ç
88	0,81	0,50	0,25	Ç
89	0,97	0,07	0,57	Ç
90	0,22	0,19	0,15	Ç
91	0,70	0,38	0,59	Ç
92	0,52	0,27	0,33	Ç
93	0,93	0,77	0,65	Ç
94	0,71	0,31	0,86	Ç
95	0,23	0,63	0,56	Ç
96	0,45	0,98	0,98	Ç
97	0,17	0,50	0,79	Ç
98	0,97	0,94	0,15	Ç
99	0,35	0,82	0,83	Ç
100	0,05	0,91	0,19	Ç

$$R_{\text{sis}} = (\text{Çalışır durdurum sayısı}) / (\text{Örnekleme Sayısı}) \\ = 100/100 \\ = 1$$

olarak bulunur.

Aynı sistem için 100 örnekleme alınarak yapılan 5 ayrı analizde tablo 3'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. 5 Ayrı Analiz için Sonuçlar

ANALİZLER				
I	II	III	IV	V
0,99	1	1	0,98	1

Monte Carlo yönteminde örnekleme sayısı arttıkça nümerik metotlarla elde edilen sonuca daha çok yaklaşırlar [4,5]. Kabul edilebilir örnekleme sayısı kabul edilebilir hata miktarına ulaşılması ile bulunur.

Örnekleme sayısının sırası ile 1000 ve 10000 alınarak yapılan analiz sonuçları tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Örnekleme Sayısı İle Sonucun Değişimi

Örnekleme Sayısı	ANALİZLER				
	I	II	III	IV	V
100	0,99	1	1	0,98	1
1000	0,999	0,996	0,997	0,999	0,995
10000	0,996	0,997	0,997	0,998	0,998

4. SONUÇ

Bu çalışmada Monte Carlo yöntemiyle paralel sistemlerin güvenilirlik analizinin nasıl yapılacağı gösterilmiştir. Bu analiz yapılırken 3 elemanlı bir örnek sistem incelenmiştir.

Sonuç olarak diyebiliriz ki,

a) Monte Carlo yöntemi bilgisayarlar kullanıldığında analitik yöntemlere göre daha kısa zamanda sonuç verir fakat bilgisayarlar maliyeti artırır.

b) Nümerik metotlar aynı sistem için her zaman aynı sonucu verirken, Monte Carlo metodu üretilen rastgele sayılara bağlı olarak birbirine yaklaşık sonuç verir.

c) Monte Carlo metodunu kullanırken uygun örnekleme sayısını seçmek önemlidir. Örnekleme sayısını arttırmak hem simülasyon süresini uzatır hem de daha gelişmiş bilgisayarlar gerektirdiğinden maliyeti artırır.

KAYNAKLAR

[1] Sobol Ilya M., A Primer for the Monte Carlo Method, CRC Press, 1994, London

[2] Özbey Ş., Demir Z., Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemlerinde Güvenilirlik, Sakarya Üniversitesi Yayınları, 1996, Sakarya

[3] Yanıkoglu E., Enerji Sistemlerinde Güvenilirlik Analizi Ders notları, 2002, Sakarya

[4] Billinton Roy, Reliability Evaluation of Engineering Systems, Plenum Press, 1992, New York

[5] Billinton Roy, Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods, Plenum Press, 1996, New York