

## Doğrusal Olmayan Sistemlerde 0/1 Metodu ile Kaos Analizi

### Chaos Analysis with 0/1 Method in Nonlinear Systems

Kenan Altun

kaltun@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7419-1901  
Sivas Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

#### ÖZET

Bu çalışmada, sürekli kaotik sistem örneklerinden olan Sprott B kaotik sisteminin kaos analizi 0/1 test kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kaos analizinin literatürde çokça tercih edilen Lyapunov üstelleri, Poincare haritası, faz-uzay gösterimi gibi yöntemler haricinde bir yöntem kullanılmıştır. Sprott B kaos sinyalinin Matlab Simulink benzetimi gerçekleştirilmiş ve dinamik veriler elde edilmiştir.

Kaos için 0-1 testi, deterministik bir sistemin düzenli ve kaotik dinamikleri arasında ayırım yapma yöntemlerinden biridir. Diğer yaklaşımların aksine, sistemin dinamik yapısı önemli değildir. Bu nedenle test doğrudan deneysel verilere, sıradan diferansiyel denklemlere veya kısmi diferansiyel denklemlere uygulanabilir. Elde edilen sonuçlar 0 veya 1'e yakın grafiksel sonuçlar olarak elde edilir. 0 doğrusal sistem verilerini temsil ederken ve 1 doğrusal olmayan dinamik davranışı gösteren sistemleri temsil etmektedir. Kolay uygulanması, değerlendirilmesi ve geniş uygulama alanıyla, bu yöntem ile kaosu tespit etmek için kullanmak daha popüler hale gelmektedir. Kaos analizinde kullanılan 0/1 test metodu ile, deterministik ayrık ve sürekli sistemlerde kaos kontrolü için yeni bir yöntemdir. Test uygulanmasında sistem boyutu önemli değildir. Ayrıca bir sistemin temel matematiksel modeli bilinmediğinde de uygulanabilir. Test parametreleri olan  $p$  ve  $q$  değerlerinin dizilerine dayanarak,  $q$ 'ya karşı  $p$ 'nin iki boyutlu grafikleri oluşturulur. Buna göre sistem kaos davranış gösteriyorsa şekil düzensiz olurken doğrusal sistemlerde düzenli şekiller elde edilir. Ayrıca 0/1 test metodunda hesaplanan  $K$  değeri 0'a yakın sonuçlar için doğrusal sistemleri temsil ederken 1'e yakın değerler ise kaotik davranışları temsil etmektedir.

Elde edilen verilerin matematiksel analiz yöntemleri kullanılarak sistemin kaos veya periyodikliği incelenmiştir. Çalışma neticesinde Matlab Simulink ile gerçekleştirilen simülasyon sonuçları ve elde edilen grafikler karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**—Doğrusal olmayan sistemler; Sprott B; Kaos analizi, 0/1 Test.

## ABSTRACT

In this study, the chaos analysis of the Sprott B chaotic system, which is one of the examples of the continuous chaotic system, was carried out using the 0/1 test. In the study, a method other than Lyapunov exponentials, Poincare map, phase-space representation, which are widely preferred in the literature, of chaos analysis were used. Matlab Simulink simulation of the Sprott B chaos signal has been carried out and dynamic data have been obtained.

The 0-1 test for chaos is one of the ways to distinguish between the ordered and chaotic dynamics of a deterministic system. Unlike other approaches, the dynamic nature of the system is not important. Therefore, the test can be applied directly to experimental data, ordinary differential equations or partial differential equations. The results obtained are obtained as graphical results close to 0 or 1. 0 represents linear system data and 1 represents systems with nonlinear dynamic behavior. With its easy application, evaluation and wide range of application, this method is becoming more popular to use to detect chaos. With the 0/1 test method used in chaos analysis, it is a new method for chaos control in deterministic discrete and continuous systems. System size is not important in test application. It can also be applied when the basic mathematical model of a system is unknown. Two-dimensional plots of  $q$  versus  $p$  are created based on the series of test parameters  $p$  and  $q$  values. Accordingly, if the system behaves in chaos, the shape will be irregular, while regular shapes are obtained in linear systems. In addition, the  $K$  value calculated in the 0/1 test method represents linear systems for results close to 0, while values close to 1 represent chaotic behaviors.

Using the mathematical analysis methods of the data obtained, the chaos or periodicity of the system has been investigated. As a result of the study, the simulation results performed with Matlab Simulink and the graphs obtained were given comparatively.

**Keywords-** *Nonlinear systems; Sprott B; Chaos analysis; 0/1 Test.*

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından SMYO-029 proje numarası ile desteklenmiştir.