

LabVIEW ve Arduino Uno ile Bir Kaotik Karıştırıcının Kontrolü

¹Onur Kalaycı ¹Ersin Kurt, ²İhsan Pehlivan, *²Metin Varan

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

²Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Özet

Bu çalışmada LabVIEW ve Arduino Uno ile kontrol edilen delta robot tabanlı örnek bir kaotik karıştırıcı tasarımı yapılmıştır. Delta robotun kontrolü için, Lorenz kaotik sistemine ait veriler LabVIEW programı ile delta robotun hareket koordinatlarına dönüştürülerek, Arduino Uno kartına gönderilmekte ve karıştırıcı robotun hareketi gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen kontrol sistemi ile Lorenz kaotik sisteminin gerçek faz portresi yörüngeleri ve delta robotun dolaşma yörüngeleri, LabVIEW programı ile oluşturulan bir ara yüz ekranından takip edilerek birbirleri ile karşılaştırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: delta robot, kaotik sistem, arduino, kaotik karıştırıcı

Control of a Chaotic Mixer with LabVIEW and Arduino Uno

Abstract

In this paper, a sample chaotic mixer with a delta robot base controlled by LabVIEW and Arduino Uno was designed. For the control of the Delta robot, with the LabVIEW program of Lorenz chaotic system, the delta robot is converted into the motion coordinates, sent to the Arduino Uno card and the movement of the mixer robot is performed.

With the control system developed in this study, the real phase portraits of the Lorenz chaotic system and the trajectory of the delta robot are compared with each other by following an interface created by the LabVIEW program.

Key words: Delta robot, chaotic system, arduino, chaotic mixer

1. Giriş

Kaos, en kısa tarifiyle, düzensizliğin düzeni şeklinde tanımlanan, doğrusal olmayan olayları açıklamaya yarayan bir bilim dalıdır. Karmaşık, ama kendi iç düzenine sahip bir süreçtir. Özellikle dikkat edilmesi gereken bir nokta, kaos'un rastgelelik olmadığıdır. Kaos, karmaşık davranışlar gösteren kendine has bir “düzen” dir. Dinamik sistemlerde bilinen en karmaşık kararlı hal davranışı “kaos” dur [1].

Kaos ve Kaotik işaretlerin, zaman boyutunda düzensizliği, başlangıç şartlarına hassas bağımlılığı, sınırsız sayıda değişik periyodik salınımlar içermesi, gürültü benzeri geniş güç spektrumuna sahip olması, limit kümesinin parçalı(fraktal) boyutlu olması, genliği ve frekansı tespit edilemeyen, ancak sınırlı bir alanda değişen işaretler içermesi önemli özellikleridir [1].

İki veya daha çok maddenin bir araya getirilmesine karıştırma, bu işlemi yapan araçlara da karıştırıcı denir. Karıştırılacak maddeler, katı, sıvı ve gaz halinde bulunabileceği gibi bunların kombinasyonu olan katı-sıvı, katı-gaz ve sıvı-gaz şeklinde de olabilir. Günümüzde birçok alanda karıştırıcılar (mikserler) kullanılmaktadır. Özellikle sanayide bu makine ve cihazlar, imalat üretim safhalarında önemli roller üstlenmektedirler. Dolayısıyla bu kadar çok kullanılan bir makinenin geliştirilmesi ve daha verimli olarak tasarlanıp kullanılması imalat amaçlı veya üretim safhasında bu makineleri kullanan firmalar için yüksek önem arz etmektedir.

Bir karıştırma işleminin başarılı olup olmadığı o karışımın ne kadar homojen olduğu ile ilgilidir. Standart karıştırıcılarda tek bir eksen üzerinde hareket olduğu için karıştırıcı motorun devir sayısı ve karıştırma süresi ayarlanarak homojen bir karışım elde edilmektedir. Ancak karıştırma süresinin uzaması aynı zamanda üretim süresini uzatıp enerji maliyetini de artırır. Gereğinden az süren karıştırma işleminde ise belirli bölgelerde bileşenlerin yığıldığı görülür.

Karıştırıcıların geliştirilmesine, kaotik sistemlerin karıştırıcılarla birlikte kullanılmasına ve bu çalışmada karıştırıcı olarak tasarlanan delta robota yönelik literatürde birçok çalışma mevcuttur.

M. M. Tütüncükara, çalışmasında endüstriyel karıştırıcıların kullanım alanlarını inceleyerek, tank ile pervane arasındaki boyutsal ilişkiler, bu ilişkiye bağlantılı olarak, motor gücü, mil çapı, pervane çalışma devri ve kritik devir hesaplamaları yapmıştır. Ayrıca prototip bir karıştırıcı imal ederek karışım sonuçlarını analiz etmiştir [2].

K.T. Chau ve arkadaşları çalışmalarında karıştırıcı olarak geri beslemeli bir DC motor kullanılmıştır. DC motorun hızı kaotik olarak ayarlanmaktadır ve karıştırma işlemi zaman gecikmeli olarak yapılmaktadır. Kaotik karıştırma sonuçları sabit hızda yapılan karıştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır [3].

S. Ye ve K.T. Chau çalışmalarında karıştırıcı olarak bir DC motor kullanılmıştır. DC motorun hızı kararsızlaştırma yöntemi ile kaotik olarak ayarlanmaktadır. Kaotik karıştırma sonuçları sabit hızda yapılan karıştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır [4].

A.E. Kavur ve arkadaşları çalışmalarında Grafen Nanoplateletlerini karıştırmak için kaotik sistem tabanlı bir Delta Robot tasarlamışlardır [5].

İ.H. Şanlıtürk tez çalışmasında görerek işlem yapabilen Delta robotun tasarımını yapmış ve performans karakteristiklerini araştırmıştır [6].

Bu çalışmada, delta robot tabanlı kaotik karıştırıcının kontrolü LabVIEW programı ve Arduino Uno kartı kullanılarak yapılmıştır. Karıştırma yörüngeleri için Lorenz kaotik sistemi kullanılmış ve hesaplanan yörüngeler ile delta robottan gelen gerçek dolaşma yörüngeleri bir ara yüz ekranında birlikte gösterilerek karşılaştırılması yapılmıştır.

2. Seçilen Kaotik Sistem

LabVIEW programı ile kontrol edilen delta robot tabanlı kaotik karıştırıcıda örnek kaotik sistem olarak Lorenz sistemi kullanılmıştır. Prototip karıştırıcı ve yazılımı kaotik yörüngeler ile karıştırma yapacak şekilde tasarlandığından Lorenz sistemi yerine herhangi bir kaotik sistem kullanıldığında da çalışabilecektir.

2.1. Lorenz Sistemi

1963 yılında, M.I.T.'den meteoroloji uzmanı E. N. Lorenz'in atmosferdeki akışkan ısı-yayınımını benzetim yaparken bulduğu denklemler başlangıç şartlarına hassas bağıllık ve kaos göstermekte olan doğrusal olmayan sistemlerin ilkidir [7].

Lorenz'in önerdiği otonom doğrusal olmayan birinci dereceden adi diferansiyel denklem sistemi, aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \sigma \cdot (y - x) \\ \dot{y} &= -x \cdot z + r \cdot x - y \\ \dot{z} &= x \cdot y - b \cdot z\end{aligned}\tag{1}$$

Sistem, iki adet ikinci dereceden doğrusal olmayan terim (xz, xy) olmak üzere toplam yedi terim içermektedir. Burada $\sigma = 10$, $r = 28$ ve $b = 8/3$ parametreleri ve $x(0) = 0$, $y(0) = -0.1$, $z(0) = 9$ başlangıç şartları için elde edilen kaotik çözümler kullanılmıştır.

3. Tasarlanan Delta Robot

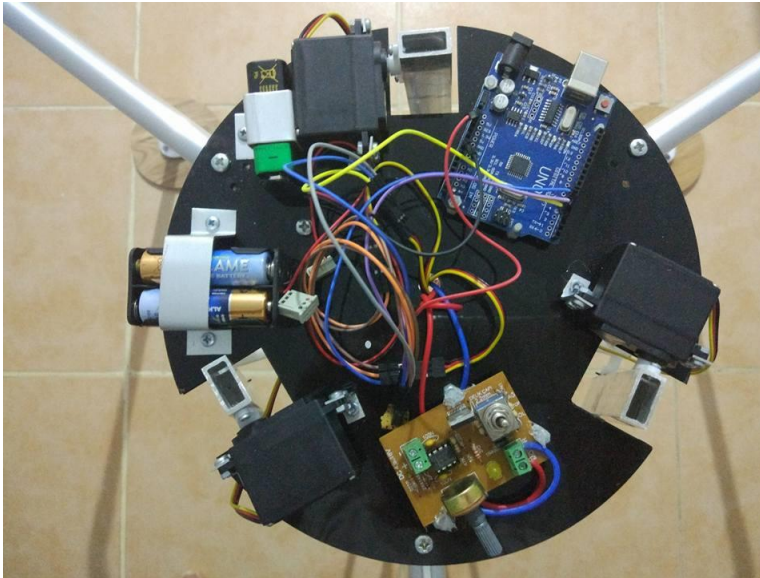
İlk delta robot 1988'de Clavel tarafından Lausanne Federal Polytechnic Institute (EPFL)'de geliştirilmiştir [8]. Delta robotlar 3D yazıcı teknolojisine dayanmaktadır. Çok esnek ve hızlı programlamaya uygundur. Tekrarlama yapan tüm işlerde çok az hata ile çalışır. Kullanılan alanları başlıca şunlardır: Paketleme, sıralama, toplama, bir noktadan bir noktaya taşıma, dizme gibi işlemler, model çıkartma, kalıp oluşturma işlemlerinde hatasız, hızlı ve verimlidir. Son zamanlarda

elektronik dizgi işleri, tıp ve cerrahi alanlarda kullanılmaktadır.

Şekil 1.'deki gibi tasarlanan delta robot, Şekil 2.'de görüldüğü üzere üzerindeki 3 adet servo motor aracılığı ile birbirlerine 120 derece eksen yönünde hareket edebilmektedir. Seri iletişim devresi ile PC kontrollü kullanılabildiği gibi, PC'den bağımsız olarak programlanıp aynı anda hareket eden eksenlere uygun otonom fonksiyonlar yaptırılabilir.



Şekil 1. Tasarlanan delta robot



Şekil 2. Tasarlanan delta robot kontrol düzeneği

3.1. Delta Robotun Kontrolü

Bu çalışmada tasarlanan delta robotun genel blok diyagramı Şekil 3.'de verildiği gibidir.



Şekil 3. Tasarlanan delta robotun genel blok diyagramı

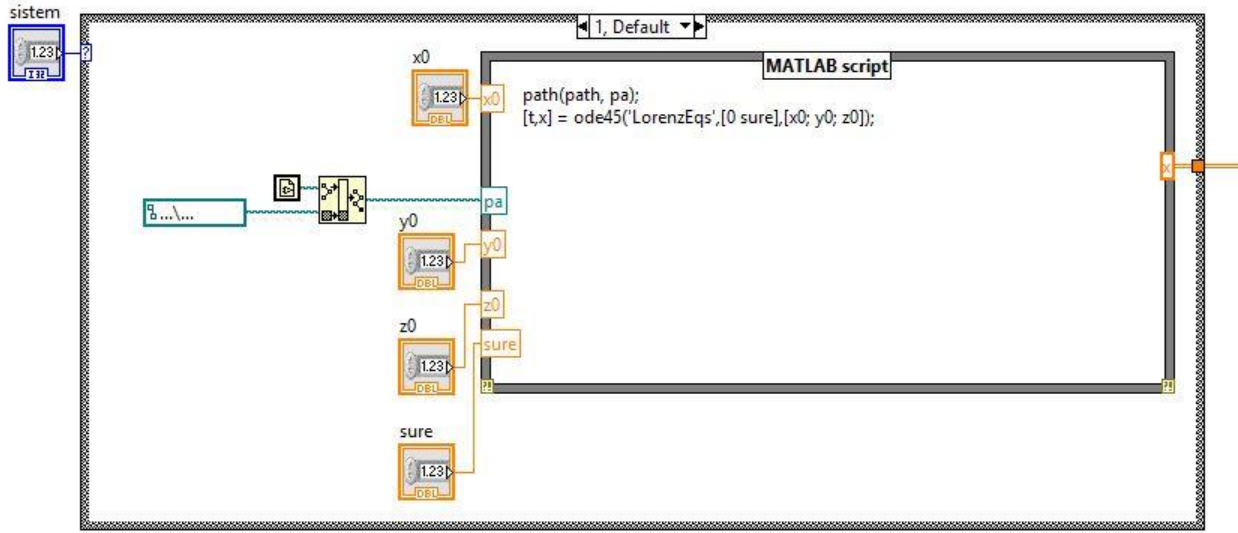
Tasarlanan delta robotun kontrolü LabVIEW programı ile yapılan arayüz ile sağlanmaktadır. Bu arayüz ekranında analizi yapılmak istenen kaotik sistem seçilerek bu sisteme ait başlangıç şartları, iterasyon sayısı ve delta robotun çalışma hızı girilir. Arayüz ekranında hem kaotik sisteme hem de delta robota ait yörüngelerin farklı eksenlere göre faz porteleri çizdirilerek, gerçek delta robotun kaotik hareketleri ile seçilen referans kaotik sistemin yörüngeleri karşılaştırılabilmektedir.

İlk olarak lorenz kaotik sistemine ait (1) no'lu denklemler Matlab programı editör ortamında (2) no'lu fonksiyonlarda gösterilen formatta kaydedilir.

```
function dxdt = LorenzEqs(t, x)
    dxdt(1) = 10*(x(2)-x(1));
    dxdt(2) = x(1)*(28-x(3))-x(2);
    dxdt(3) = x(1)*x(2)-(8/3)*x(3);
    dxdt = dxdt';
```

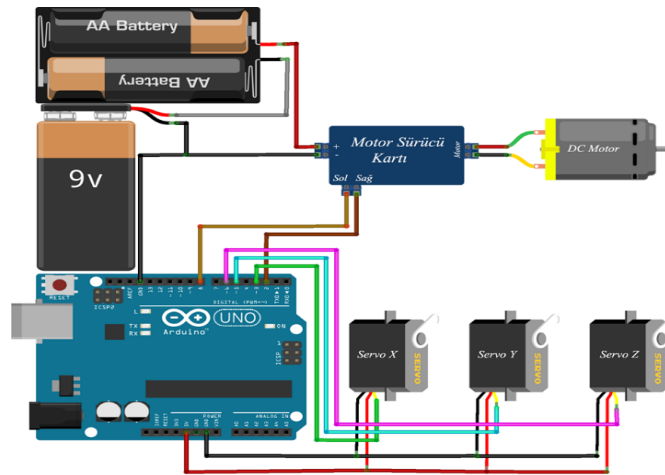
(2)

Şekil 4.'den görüleceği üzere, LabVIEW programı içinde bulunan Matlab script komutu, seçilen kaotik sisteme ait diferansiyel denklemin dosyasını çağırarak Matlab programını çalıştırır ve arayüz ekranından girilen iterasyon sayısı ve başlangıç şartlarına göre Runge-Kutta sayısal çözüm algoritması(ode45) fonksiyonu kullanılarak denklem çözülür.



Şekil 4. LabVIEW Matlab script komutu ile seçilen kaotik sistemin çalıştırılması

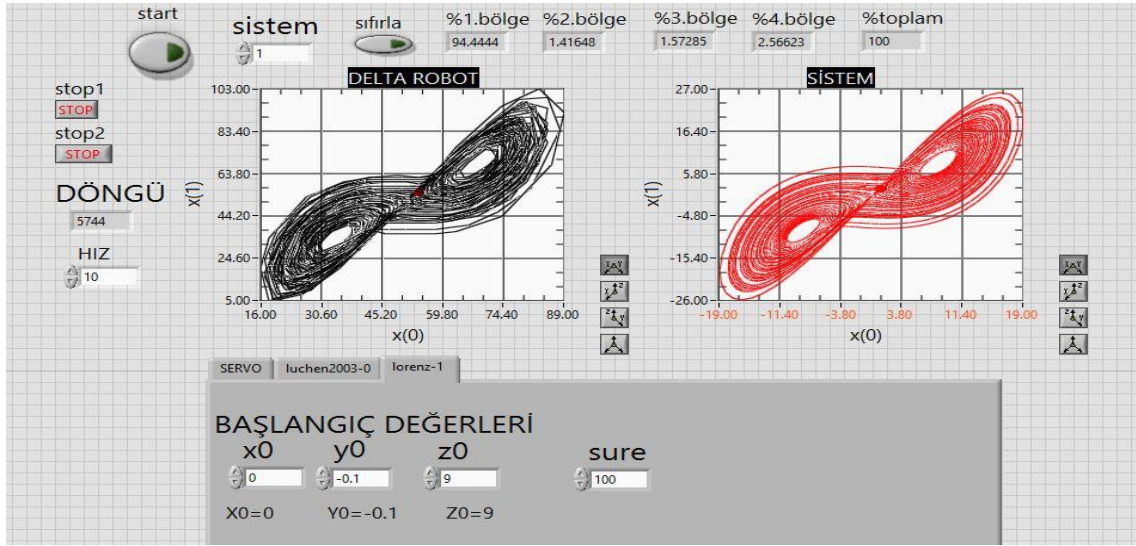
Öncelikle seçilen kaotik sistemin sayısal çözümünden elde edilen veriler ile 3 sütunlu bir X matrisi oluşturulur. Tasarlanan delta robotun mekanik kısıtlamalardan dolayı bir ekseninde en fazla 144° hareket edebildiği için, X matrisinin en büyük ve en küçük değerleri arasındaki fark 144° 'e bölünerek Açıya Dönüştürme Çarpım Değeri(ADÇD) bulunur. X matrisi sütunlarındaki her bir değerden, en küçük değer çıkartılır ve ADÇD ile çarpılır. Böylece yapılan skalalama işlemi ile delta robotun her bir ekseninde 0° ile 144° arası hareket edebilmesi için gerekli olan Robot Açısı Değerleri(RAD) elde edilmiş olur. Elde edilen RAD verileri Şekil 5.'de şematik bağlantısı gösterilen sistemdeki Arduino Uno kartına gönderilerek, delta robotun x, y, z eksenlerinde hareketini sağlayan servo motorlar gerekli oranlarda döndürülmüş olur. Sonuç olarak x, y, z eksenlerindeki robot kollarına bağlı olan karıştırıcı pervanenin istenilen açı ve konumlara hareketi sağlanmış olur.



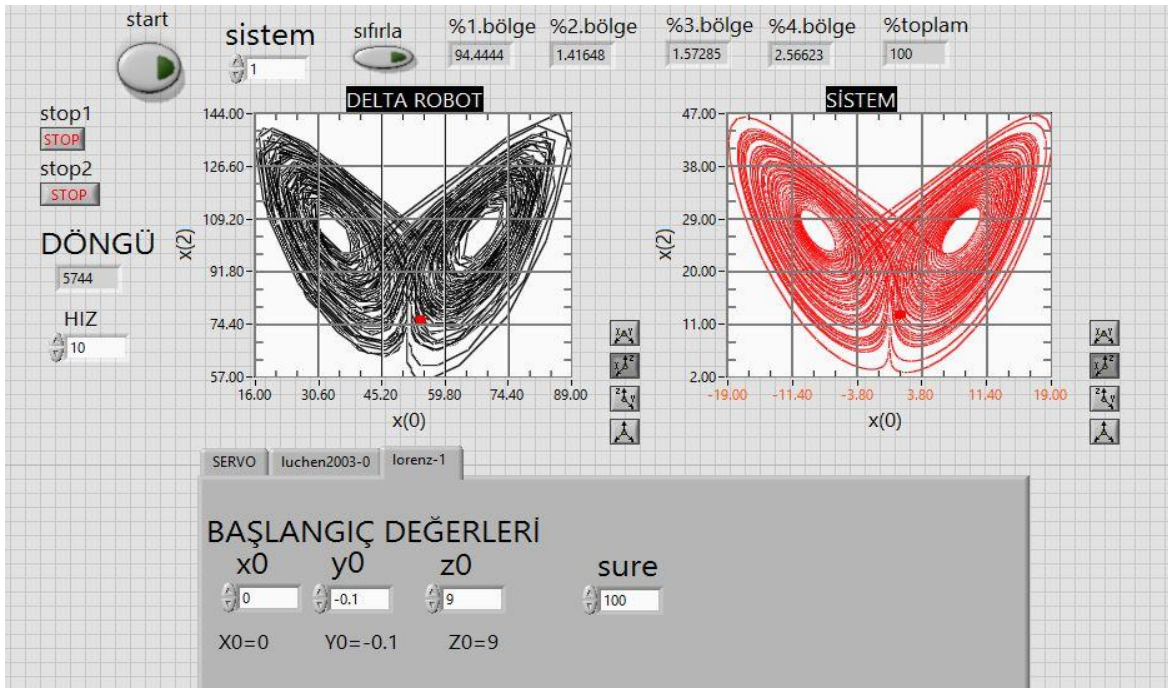
Şekil 5. Arduino kart bağlantısı

3.2. LabVIEW Kontrol Ekranı

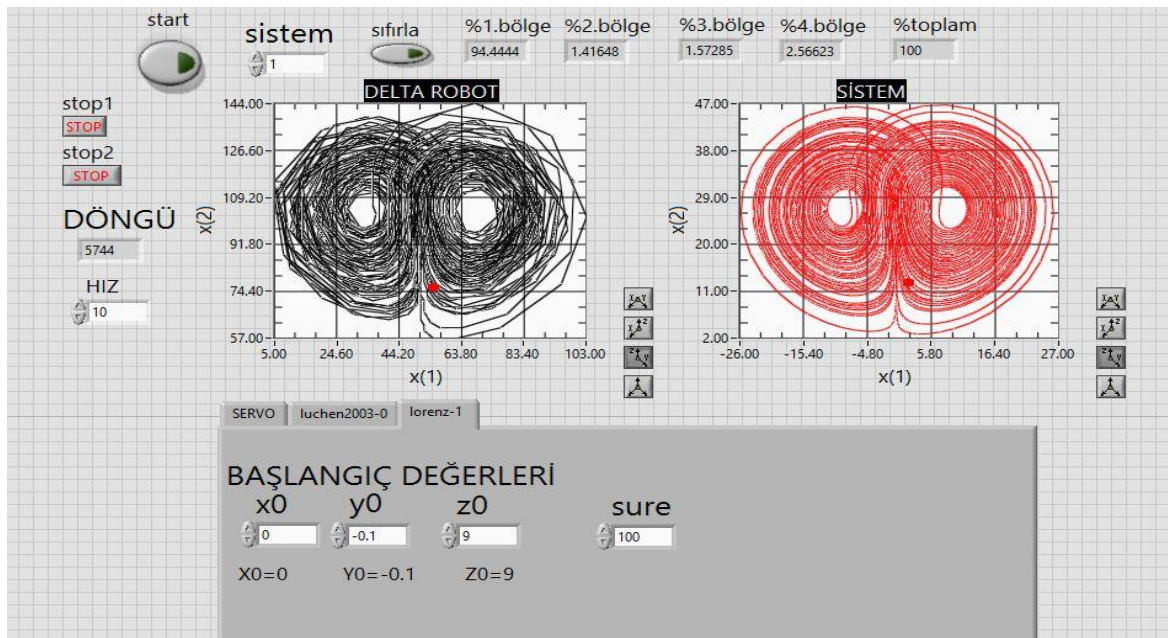
LabVIEW programı ile hazırlanan kontrol ekranı, kaotik sistemin başlangıç şartlarını, delta robotun çalışma süresini ve hızını değiştirilebilir şekilde tasarlanmıştır. Program 'run continuously' butonuna basılarak çalıştırıldıktan sonra 'start' butonuna basılarak delta robot çalıştırılır. Delta robot Lorenz kaotik sistemine ait tüm yörüngeleri gezdikten sonra durmaktadır. Delta robotun hareket etmesiyle birlikte kontrol ekranında Lorenz kaotik sistemine ait faz portreleri çizdirilmektedir. Delta robotun tüm karıştırma hareketlerini bitirmesinden sonra, Şekil 6.-9. arasında görüldüğü gibi, robotun gezdiği gerçek faz portresi yörüngeleri ve sayısal çözümden elde edilen ideal yörüngeler kontrol ekranında yan yana çizdirilmek suretiyle karşılaştırılır.



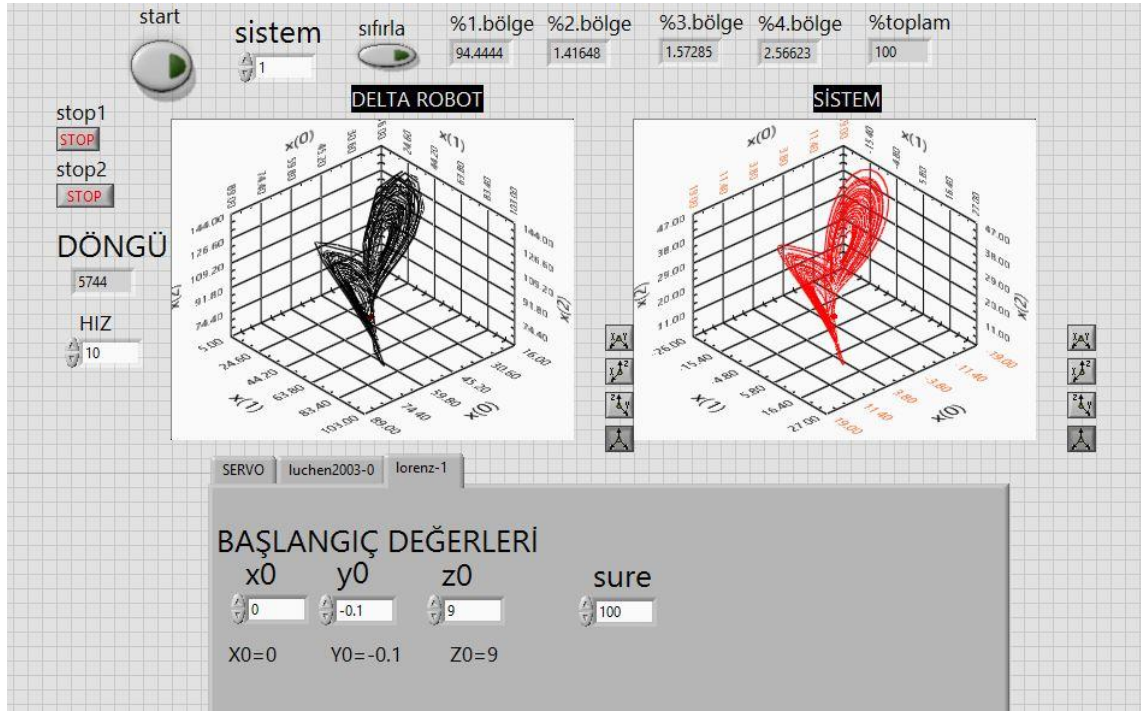
Şekil 6. LabVIEW ekranında Lorenz sistemi ideal x-y faz portresi ile Delta robotun x-y faz portresinin karşılaştırılması



Şekil 7. LabVIEW ekranında Lorenz sistemi ideal x-z faz portresi ile Delta robotun x-z faz portresinin karşılaştırılması



Şekil 8. LabVIEW ekranında Lorenz sistemi ideal y-z faz portresi ile Delta robotun y-z faz portresinin karşılaştırılması



Şekil 9. LabVIEW ekranında Lorenz sistemi ideal x-y-z faz portresi ile Delta robotun x-y-z faz portresinin karşılaştırılması

4. Sonuçlar

Bu çalışmada öncelikle delta robot tabanlı yeni bir kaotik karıştırıcı tasarımı yapılarak, prototipi üretilmiştir.

Tasarlanan prototip karıştırıcının örnek olarak seçilen Lorenz kaotik sistemine ait yörüngelere göre hareket edebilmesi için LabVIEW ortamında Matlab programı kullanılarak, Runge-Kutta (ode45) algoritması ile kaotik sistemi çözümleyen, elde ettiği sonuçları karıştırıcı robotun yörünge koordinatlarına dönüştürerek robot üzerindeki Arduino Uno işlemcisine gönderen bir kontrol yazılımı geliştirilmiştir.

Lorenz kaotik sisteminin Matlab üzerindeki sayısal çözüm yörüngeleri ile delta robottan gelen gerçek dolanma yörüngelerine ait koordinatlar, LabVIEW programında hazırlanan kontrol ekranında faz portreleri çizdirilerek karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak tasarlanan delta robotun x, y, z eksenlerindeki kollarına bağlı olan karıştırıcı pervanenin, orijinal Lorenz sistemi yörüngelerine çok yakın yörüngelerde hareket ettiği gözlemlenmiştir.

Bundan sonraki çalışmalarda tasarlanan kaotik karıştırıcının, farklı kaotik sistemler ile çeşitli karışımlar için gerçek deneysel çalışmaları yapılacaktır. Makalede sunulan bu prototipin, daha kısa sürede daha homojen karışımların elde edilebilmesi için yeni kaotik karıştırıcı sistemlerin ve algoritmalarının geliştirilebilmesi amacına hizmet edeceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Pehlivan İ., Yeni Kaotik Sistemler: Elektronik Devre Gerçeklemeleri, Senkronizasyon ve Güvenli Haberleşme Uygulamaları, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2007.
- [2] Tütüncükara M.M. Endüstriyel Karıştırıcıların Kullanım Alanları ve Boyutlandırma Hesabı, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [3] Chau K.T., Shuang Ye, Yuan Gao, Chen J.H. , Application of Chaotic-Motion Motors to Industrial Mixing Processes, IAS2004, 2004; pp.1874-1880.
- [4] Ye S. and Chau K.T., Destabilization Control of a Chaotic Motor for Industrial Mixers, IAS2005, 2005; pp.1724-1730.
- [5] Kavur A.E., Demiroglu S., Seydibeyoglu M.Ö., Baser Ö., Güzelis C., Sahin S. , Design and Implementation of Chaotic System Based Robust Delta Robot for Blending Graphene Nanoplatelets , IEEE, 2016.
- [6] Şanlıtürk İ.H., Görerek İşlem Yapabilen Delta Robotun Tasarımı ve Performans Karakteristiklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [7] Lorenz E.N., Deterministic nonperiodic flow, J.Atmos. Sci., 1963;20:13-141.
- [8] Angeles, J., Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods and Algorithms, Springer, New York, 1997.