



Improving the Performance of Mixers Used in Humic Acid Production with Chaotic Systems

Onur Kalaycı^{1,a,*}, İhsan Pehlivan^{2,b}, Selçuk Coşkun^{3,c}

¹Mechatronics Engineering, Sakarya Applied Sciences University, 54050 Sakarya, Turkey

²Electrical - Electronics Engineering, Sakarya Applied Sciences University, 54050 Sakarya, Turkey

³Electric-Electronic Technologies, IMKB Sakarya Vocational and Technical Anatolian High School, 54100 Sakarya, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 23/09/2020 Accepted : 13.12.2020</p> <p>Keywords: Humic Acid Mixer Chaos Chaotic Systems Sprott A</p>	<p>In this study; it is aimed to increase the efficiency of the mixers in terms of important criteria such as product quality, homogeneity, time and energy saving by using chaotic systems instead of traditional mixing methods in the production of humic acid, which is one of the most widely used plant nutrition and soil conditioning products in our country and in the world. Based on these properties of chaotic systems: For experimental studies; by designing A PLC (Programmable Logic Controller) controlled mixer, whose all functions can be controlled by the HMI (Human Machine Interface) operator panel, was manufactured. In this mixer, liquid humic acid was obtained by mixing water, leonardite and potassium hydroxide (KOH). For chaotic mixing process; chaotic systems with different dynamic properties had been selected from the literature. The differential equations of these chaotic systems were solved according to the Runge Kutta 45 (RK45) numerical solution algorithm in an interface program developed in the Labview program, and the chaotic time series results of each chaotic system were obtained. By transforming those results into frequency datas with the program written on the PLC device, the mixer motor connected to the frequency inverter was provided to rotate in variable speeds according to the selected chaotic systems. By means of obtaining same mixture also with traditional methods (constant speed), the comparison was done in terms of product quality, solute ratio, pH values and total energy consumption. With respect to the derived results; it has been observed that mixing done by using chaotic systems is more efficient than traditional mixing methods in terms of criterion such as product quality, homogeneity, time and energy savings.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3): 508-514, 2021

Humik Asit Üretiminde Kullanılan Karıştırıcıların Kaotik Sistemler İle Performanslarının İyileştirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 23/09/2020 Kabul : 13.12.2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Humik Asit Karıştırıcı Kaos Kaotik Sistemler Sprott A</p>	<p>Bu çalışmada; ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan bitki besleme ve toprak düzenleyici ürünlerden biri olan humik asitin üretiminde, geleneksel karıştırma metodları yerine kaotik sistemler kullanılarak, ürün kalitesi, homojenlik, zaman ve enerji tasarrufu gibi önemli kriterler açısından karıştırıcıların verimlerini arttırmak hedeflenmiştir. Kaotik sistemlerin bu özelliklerinden yola çıkılarak deneysel çalışmalar için; tüm fonksiyonları HMI (Human Machine Interface) operatör panel tarafından kontrol edilebilen, PLC (Programmable Logic Controller) kontrollü bir karıştırıcı tasarlanarak imalatı gerçekleştirilmiştir. Bu karıştırıcıda, su, leonardit ve potasyum hidroksit (KOH) karıştırılarak, sıvı humik asit elde edilmiştir. Karıştırma işlemi için literatürden farklı dinamik özelliklerde kaotik sistemler seçilmiştir. Bu kaotik sistemlerin diferansiyel denklemleri, Labview programında geliştirilen bir ara yüz programında Runge Kutta 45 (RK45) sayısal çözüm algoritmasına göre çözdürülerek her kaotik sistemin kaotik zaman serisi sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlar, PLC cihazına yazılan program ile frekans verilerine dönüştürülerek frekans invertörüne bağlı karıştırıcı motorun, seçilen kaotik sistemlere göre değişken hızlarda dönmesi sağlanmıştır. Aynı karışım geleneksel yöntemlerle (sabit hız) de elde edilerek, ürün kalitesi, çözünen madde oranı, pH değerleri ve toplam enerji tüketimi açısından karşılaştırmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; kaotik sistemler kullanılarak yapılan karıştırmanın, ürün kalitesi, homojenlik, zaman, enerji tasarrufu gibi kriterler açısından geleneksel karıştırma yöntemlerine göre daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.</p>

^a okalayci67@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-8180-8025>

^c ipehlivan@sakarya.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-6107-655X>

^e coskunsalcuk@yahoo.com

^f <https://orcid.org/0000-0001-6351-789X>



Giriş

Karıştırıcıların en çok kullanıldığı sektörlerden biri de tarımsal gübre ve bitki besleme ürünlerinin imalatıdır. Bu alanda yapılan araştırmalarda, imalatı yapılan ürünlerin birden fazla bitki besin maddesinin bir araya getirilip homojen bir şekilde karıştırılmasıyla elde edildiği gözlemlenmiştir. Tarım alanında ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan ürünlerden biri leonardit kaynaklı sıvı humik asittir. Humik Asit, alkali ortamda kolayca çözülebilen, fakat suda yavaşça çözünüp asidik ortamda çözünmeyen, koyu kahverengi – gri - siyah organik maddelerdir. Topraktaki organik madde oranını arttırarak bitkilerin gelişmesine olumlu katkıda bulunmasının yanı sıra kullanılacak kimyasal gübre oranının düşürülmesini ve dolayısı ile bu kimyasal gübrelerin çevreye olan olumsuz etkilerini de azaltmaktadır. Humik asitler ve fulvik asitler bitkide kök gelişimini arttırarak mineral alımını hızlandırır. Dolayısıyla bitki daha gelişmiş, büyük bir gövdeye sahip olur, meyve sayısı ve olgunluğu artar (Yiğit ve Dikilitaş, 2008). Humik asitlerin en önemli kaynağı genellikle leonarditte bulunan yumuşak kahverengi kömürlerin çökelmiş tabakalarıdır. Humik asit gübre değildir. Fakat gübrenin çok önemli bir tamamlayıcısıdır. Humik asit besinlerin topraktan bitkiye geçmesine yardımcı olmaktadır (Engin ve Cöcen,2012).

Humik asit elde edilmesine yönelik farklı yöntemler kullanılarak ve karışım oranları kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bentli ve ark. (2015) Leonarditten humik asit üretiminde; alkali tipi ve konsantrasyonu, ortam sıcaklığı, reaksiyon süresi, karıştırma hızı ve katı oranı gibi çalışma parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir dizi deneyler gerçekleştirmişler ve 0.5M NaOH ile yapılan liçde, oda sıcaklığında (23°C), 60 dakika karıştırma süresi ve 750 Rpm. karıştırma hızında %80-85 humik asit verimi, elde etmişlerdir. David W. Goff (1980), humik asit üretim metodları ile ilgili patent çalışmasında, 3482 litre suya 907 kilogram leonardit ve 181kg sodyum hidroksiti (NaOH) 40Rpm. hızla 40 saat karıştırarak %23 humik asit verimi elde etmiştir. Özdemir (2011), çalışmasında Manisa'nın Bükköy, Edirne'nin Türkobası ve Çobançesmesi bölgelerinden temin edilen linyitlerden humik ve fulvik asit üretimindeki optimum parametrelerin belirlenmesini araştırmış ve en humik asit verimi optimum KOH miktarı ve 9 saat karıştırma süresi ile %42,74 olarak elde etmiştir. Ayrıca her bölgeden elde edilen humik ve fulvik asit verimlerinin hammaddede kalitesinden dolayı farklı olduklarını analiz etmiştir.

Karıştırıcılar, gıda, ilaç ve kimya sanayilerinde kullanılan en önemli cihazlardandır. Karıştırıcıların temel görevi kimyasal ve fiziksel değişim meydana getirmektir. Karıştırmaya etki eden faktörler; karıştırma sıcaklığı, karıştırma süresi, karıştırıcı tipi ve karıştırıcı motor devir sayısıdır. Özellikle endüstriyel uygulamalarda karıştırıcıların en büyük sorunu, karışımların homojenliğinin yeterince sağlanamamasıdır. Geleneksel endüstriyel karıştırıcılarda homojenliği sağlamak için daha yüksek motor devir sayısı, daha fazla zaman ve daha fazla enerji tüketimi gerekmektedir. Karışımların çoğunluğu sıvı-sıvı ve sıvı-katı karışımlarından oluştuğu için, araştırmalar bu iki karışım üzerine yoğunlaşmıştır. Banhero ve Bodger (1979) çalışmalarında, maddelerin katı, sıvı ve gaz hallerindeki karıştırılma teorisini araştırmıştır, Vauck ve Müller (1966),

karışımın derecesi, karıştırma süresi, karıştırma yöntemleri ve karıştırıcıların standartlaştırılması için çalışmalar yapmıştır. Henzler (1972) araştırmasında, devamlı çalışan karıştırıcıların homojenliğini gözlemlemiştir. İlten (1986), yüksek lisans tez çalışmasında karıştırıcıları, karışım yöntemlerini, karışım olaylarını ve karıştırıcı güç hesaplarını incelemiştir.

Kaos, en kısa tarifıyla, düzensizliğin düzeni şeklinde tanımlanan, doğrusal olmayan olayları açıklamaya yarayan bir bilim dalıdır. Kaos karmaşık davranışlar göstermesinin yanında kendine özel bir iç düzene sahiptir. Karmaşıklık özelliğinin yanında bir düzene sahip olması kaos olayının bir rastgele durum olmadığını belirtir. (Pehlivan, 2007). 1963 yılında, M.I.T.'den meteoroloji uzmanı E.N. Lorenz'in atmosferdeki akışkan ısı-yayınımını benzetim yaparken bulduğu denklemler, başlangıç şartlarına hassas bağlılık ve kaos göstermekte olan doğrusal olmayan sistemlerin ilkidir. Kaotik sistemlerin başlangıç şartlarına hassas bağımlılığı, zaman boyutundaki düzensiz yapısı, birbirinden farklı ve sınırsız periyodik salınımları barındırması, geniş bir güç spektrumu olması, parçalı(fraktal) bir limit kümesinin olması, sınırlı bir alanda frekansı ve genliği tespit edilemeyecek kadar değişken işaretler içermesi önemli özellikleridir. Kaotik sinyallerin özellikle karmaşıklık ve rastgelelik özellikleri yenilikçi mühendislik uygulamalarında kaotik sistemleri ön plana çıkarmaktadır.

Karışımlarda homojenliğin sağlanmasında, kaliteli karıştırma ve yayılmanın iki temel gereksinim olduğu bilinmektedir. Kaotik sistemlerin; başlangıç koşulları ve kontrol parametrelerine hassas bağımlılık özelliği, yayılmayı; karmaşıklık ve rastgelelik özelliği ise kaliteli karıştırmayı sağlayacak olan en önemli unsurlardır. Kaotik sistemlerin bu özelliklerinden yola çıkılarak; Kurt (2017), yüksek lisans tez çalışmasında sabit ve dairesel hareketli karıştırıcılar yerine daha az çalışma süresi, daha az güç tüketimi ve daha yüksek yüzdede homojen karışım elde edebilme bakımından kaotik karıştırıcıların kullanılıp kullanılmayacağını incelemiştir. Chau ve arkadaşları (2004) çalışmalarında devir hızının kaotik olarak ayarlandığı geri beslemeli bir DC motor kullanarak kaotik karıştırma sonuçlarını sabit hızda yapılan karıştırma sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Ye ve Chau (2005), çalışmalarında devir hızının kararsızlaştırma yöntemi ile kaotik olarak ayarlandığı bir DC motor kullanarak kaotik karıştırma sonuçlarını sabit hızda yapılan karıştırma sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Yapılan deneyde Asit-Baz Nötrleşme tepkimesi değerlendirilmiştir. Murtadha ve arkadaşları (2008), bir sıvı karıştırıcının kaotik kontrolü üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada Su-tuz karışımı 30 saniye süreyle karıştırılmıştır. Sonuçlar konsantre ölçümleri yapılarak değerlendirilmiştir. Zhang ve Chen (2008), çalışmalarında karıştırıcı kanatları sabit tutarak, karışımın içinde bulunduğu hazneyi bir dc motor ile döndürmüşlerdir. Motorun hızı Chua devresi kullanılarak kaotik olarak ayarlanmıştır. Yapılan deneyde su-şeker karışımı değerlendirilmiştir. Kavur ve arkadaşları (2016), çalışmalarında Grafen Nanoplateletlerini karıştırmak için kaotik sistem tabanlı bir Delta Robot tasarlamışlardır.

Bu çalışmada, sıvı humik asit elde etmek için, Şekil 1'de görülen tüm fonksiyonları HMI (Human Machine

Interface) operatör panel tarafından kontrol edilebilen, PLC (Programmable Logic Controller) kontrollü bir prototip karıştırıcı tasarlanıp imalatı yapılarak bu karıştırıcının kaotik sistemler ile performansının artırılmasına yönelik deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu karıştırıcıda, karıştırma motoru olarak 0,55 kw asenkron motor (Şekil 2) ve karıştırıcı modeli olarak Şekil 3'de görülen helezonik karıştırıcı kullanılmıştır.

PLC kontrol cihazı olarak Omron NX1P2-9024DT1 (Şekil 4), operatör panel olarak Omron HMI (Şekil 5) ve karıştırıcı motorun hız kontrolü için Omron 0,75kw frekans invertörü (Şekil 6) kullanılmıştır.

Karışımı sabit sıcaklıkta tutmak için sisteme yine PLC tarafından kontrol edilen bir ısıtıcı eklenmiştir. Ayrıca PLC, operatör panel ve PC bağlantıları için bir CNet 8 Port Ethernet switch kullanılmıştır (Şekil 7). PLC ve frekans invertörü ise Omron ürünlerinin standardı olan Ethercat haberleşme kablosu ile birbirine bağlanmıştır.

Sistemin bütün fonksiyonları HMI operatör paneli üzerinden kontrol edilmektedir (Şekil 8).

Elde edilen humik asit karışımının pH değerini gerçek zamanlı olarak ölçmek için Şekil 9'da görülen DFRobot SEN0161 model pH sensörü kullanılmıştır. pH sensörü, Arduino uyumlu olup 0-10V aralığında analog sinyal üretmektedir. Çıkış sinyali PLC cihazının analog giriş ucuna bağlanmıştır. Şekil 10'da görülen iki noktalı kalibrasyon sistemine sahip Adwa Ad12 model 2. bir pH sensörü kullanılarak karışımın pH değeri manuel olarak ölçüldükten sonra sistemde kullanılan pH sensörünün kalibrasyonu operatör panel üzerinden plc'ye yazılan bir program aracılığı ile yapılmaktadır.

Kaotik Dataların Oluşturulması

Labview programında geliştirilen arayüz programında (Şekil 11), seçilen kaotik sistemlere ait diferansiyel denklemler, yazılan MATLAB script kodları (Şekil 12) ile Runge Kutta (RK45) sayısal çözüm algoritması kullanılarak çözdürülmüş ve her kaotik sistemin x, y, z koordinatları elde edilmiştir.



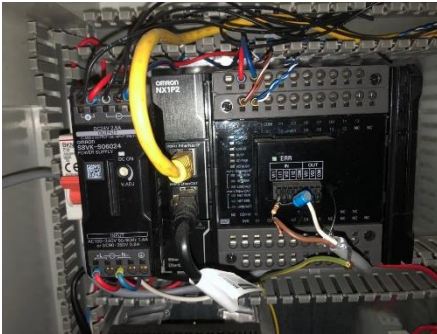
Şekil 1. Prototip karıştırıcı
Figure 1. Prototype mixer



Şekil 2. Karıştırıcı Motoru
Figure 2. Mixer Motor



Şekil 3. Helezonik karıştırıcı
Figure 3. Spiral mixer



Şekil 4. PLC
Figure 4. PLC



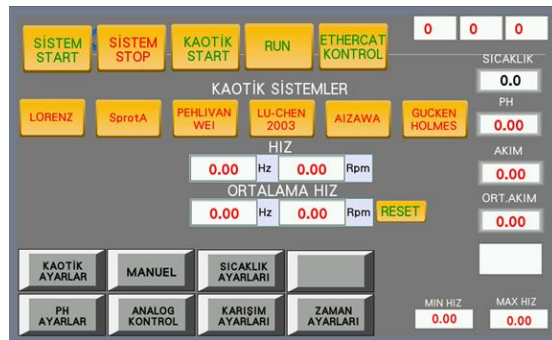
Şekil 5. HMI
Figure 5. HMI



Şekil 6. Frekans İnvörtörü
Figure 6. Frequency inverter



Şekil 7. 8 port ethernet switch
Figure 7. 8 port Ethernet switch



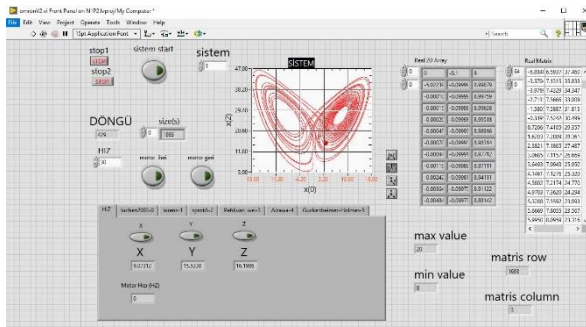
Şekil 8. Sistemin bütün fonksiyonlarının kontrol edildiği ana ekran
Figure 8. Main screen where all functions of the system are controlled



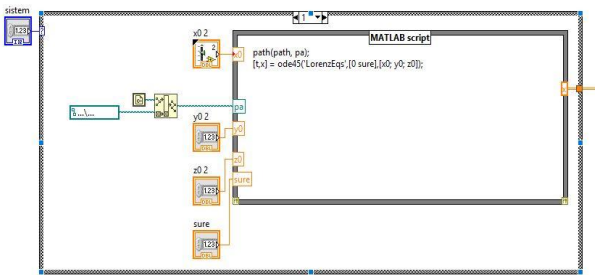
Şekil 9 DFRobot SEN0161 pH Sensörü
Figure 9 DFRobot SEN0161 pH sensor



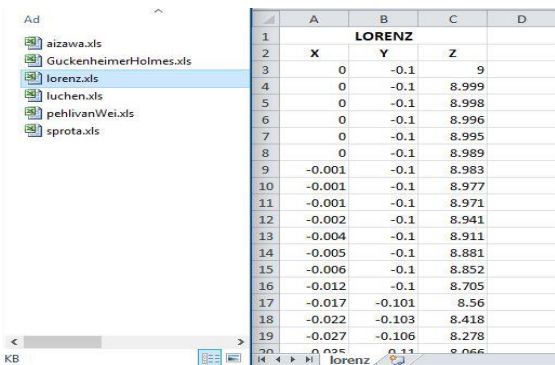
Şekil 10. Adwa Ad12 pH Sensörü
Figure 10. Adwa Ad12 pH Sensor



Şekil 11. Kaotik verilerin elde edildiği labview arayüz programı
Figure 11. Labview interface program that chaotic data is obtained.



Şekil 12. Labview matlab script Kodu (Lorenz)
Figure 12. Labview matlab script Code (Lorenz)



Şekil 13 Kaotik sistemlerin x, y z koordinatları (Lorenz)
Figure 13 x, y z coordinates of chaotic systems (Lorenz)

Elde edilen veriler excel formatında kaydedilmiştir. (Şekil 13). Özel olarak X koordinatları text dosyası şeklinde ayrıca kaydedilerek PLC cihazında bulunan Sd kart içine kopyalanmıştır. Sysmac Studio PLC programı kullanılarak oluşturulan yazılım (Şekil 14) ile operatör panel üzerinden seçilen her kaotik sistemin X koordinatı, operatör panel üzerinden ayarlanabilen minimum ve maksimum frekans aralıklarında skala edildikten sonra yine operatör panel üzerinden ayarlanabilen zaman aralıklarında PLC tarafından kontrol edilen frekans invertörüne gönderilerek karıştırıcı motorun değişken kaotik hızlarla dönmesi sağlanmıştır.

Kullanılacak Kaotik Sistemlerin Belirlenmesi

DeneySEL çalışmalarda kullanılacak en uygun kaotik sistemi belirlemek için, Lu-Chen, Lorenz, Sprotta, Aizawa, Guckenheimer-Holmes ve Pehliyan-Wei kaotik sistemleri arasında ortalama karıştırma hızlarına göre bir seçim yapılmıştır. Bu kaotik sistemlerin karıştırıcıda minimum 8 Hz, maksimum 20 Hz frekans aralıklarında 60 dakika çalıştırılmaları sonucunda Çizelge 1'de görülen ortalama karıştırma hızları ölçülmüştür. Buna göre 15,71 Hz. frekansında 471,3 Rpm. ile en yüksek ortalama hızı sahip olan Sprotta kaotik sisteminin karıştırıcıda kullanılması uygun görülmüştür. Seçilen Sprotta A kaotik sisteminin diferansiyel denklemi Denklem 1.'de görüldüğü gibidir ve başlangıç şartları $x(0)=0$, $y(0)=0,5$ ve $z(0)=0$ alınmıştır.

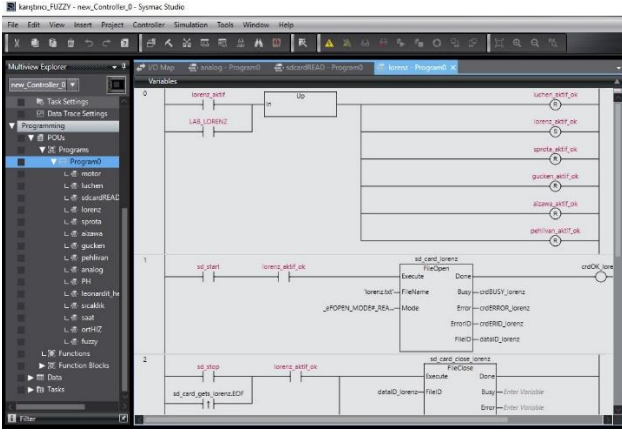
$$\begin{aligned} x &= y \\ y &= -x + yxz \\ z &= 1 - y^2 \end{aligned} \quad (1)$$

DeneySEL Çalışmalar

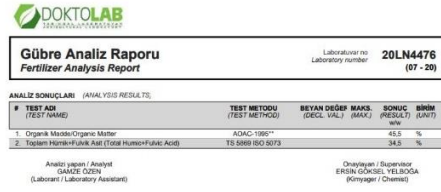
DeneySEL çalışmalarda, Leonardit humik asit elde edilmesine yönelik literatür araştırmaları ve üreticilerle yapılan görüşmelere göre yapılan deneySEL çalışmaların neticesinde, 10 lt su, yem kırma makinasında öğütülmüş 2,5 kg Leonardit ve çözücü olarak 200 gr, Potasyum hidroksit (KOH) kullanılmasına karar verilmiştir. Literatür araştırmalarında Sodyum Hidroksit (NaOH) kullanıldığı görülse de tarımda zararlı etkilerinden dolayı bu çalışmada tercih edilmemiştir.

Kullanılan Leonardit Uşak yöresi ocaklarından alınmış olup yapılan analiz sonucunda organik madde oranı %45,5, toplam humik ve fulvik asit oranının ise %34,5 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 15). Bu çalışmada 180 dk. süre ile, 50° sabit sıcaklıkta Sprotta kaotik sistemi kullanılarak değişken hızlarda ve 20 Hz. frekansta 600 Rpm. sabit hızında, karıştırma deneyleri yapılmıştır. Sprotta kaotik sisteminde minimum frekans 10 Hz., maksimum frekans ise 20 Hz. seçilmiştir.

Karıştırma esasında her 30 dakikada bir karışımın pH değerleri ölçülmüştür. 3 saat sonunda elde edilen sıvı humik asit alındıktan sonra karıştırma kazanı dibinde kalan çözünmeyen Leonardit bir kaba alınıp Şekil 16'da görülen Mega-Therm M160 sterilizatör cihazında 105° sıcaklıkta 12 saat boyunca kurutularak çözünen kuru Leonardit miktarı hesaplanmıştır. Ayrıca deneySEL çalışmalarda elde edilen humik asitlerin içerdiği toplam humik ve fulvik asit oranları (HA+FA) özel bir laboratuvarında Kaliforniya metoduna göre analiz ettirilerek sadece çözünme oranına göre değil ürün kalitesine göre de değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 14. Sysmac studio ile yazılan PLC yazılımı
Figure 14. PLC software written with sysmac studio



Şekil 15. Leonardit analiz raporu
Figure 15. Leonardit analysis report



Şekil 16. Mega-Therm M160 sterilizatör cihazı
Figure 16. Mega-Therm M160 sterilizer device

Çizelge 1. Kaotik sistemlerin ortalama karıştırma hızları

Table 1. Average Mixing Speed of Chaotic Systems

Kaotik Sistem	Aralık (Hz.)	Süre (Dakika)	Ort. Frekans (Hz.)	Ort. Hız (Rpm.)
Lu-Chen 2003	8×20	60	13,89	416,7
Lorenz			14,88	446,4
Sprotta			15,71	471,3
Aizawa			13,95	418,5
Gucken-Holmes			14,63	438,9
Pehlivan-Wei			13,78	413,4

Çizelge 2. Karışımların pH değerleri

Table 2. pH values of mixtures

Sistem	Sıcaklık °C	Başlangıç Ph	30dk. Ph	60dk. Ph	90dk. Ph	120dk. Ph	150dk. Ph	180dk. Ph
SprottA 20Hz. Sabit (600Rpm.)	50	12,47	11,66	11,13	11	10,85	10,65	10,5
		12,95	11,55	11,19	10,9	10,75	10,58	10,5

Çizelge 3. Karışımların çözünme, enerji tüketimi ve toplam humik-fulvik asit değerleri

Table 3. Dissociation, energy consumption and total humic-fulvic acid values of mixtures

Sistem	Sıcaklık °C	Posa (kg.)	Çözünme (%)	Ort. Hız (Hz.)	Ort. Hız (Rpm.)	Ort. Akım (Amper)	Ort. Tük (KwH.)	Topl. Tük (KwH.)	HA+FA (%)
SprottA 20Hz. Sabit (600Rpm.)	50	0,138	94,48	15,73	471,87	1,57	0,3454	1,0362	2,61
		0,258	89,68	20	600	1,65	0,363	1,089	2,75

Bulgular

SprottA kaotik sistemi ve 20 Hz. sabit frekansta(600 Rpm.) geleneksel metod kullanılarak 50° sabit sıcaklıkta, 180 dk. karıştırma sonunda elde edilen pH değerleri Çizelge 2’de, çözünmeyen leonardit miktarı (posa), çözünme oranı, ortalama hız, toplam enerji tüketimi ve toplam humik + fulvik asit değerleri ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Deneyisel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, her iki sistemde de karışımın pH değeri 180 dk.’lık karıştırma sonunda aynı 10,50 pH değerine düşmüştür (Şekil 17).

Deneyisel çalışmalardan elde edilen humik asit karışımlarındaki en yüksek çözünme oranının, %94.48 ile Sprott A kaotik sistemi ile yapılan karıştırma yönteminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 18).

Deneyisel çalışmalarda 180 dk’lık karıştırma sonunda hesaplanan en fazla enerji tüketiminin, 1,089kwh ile 20 Hz.(600Rpm.) sabit frekansta karıştırma yönteminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 19).

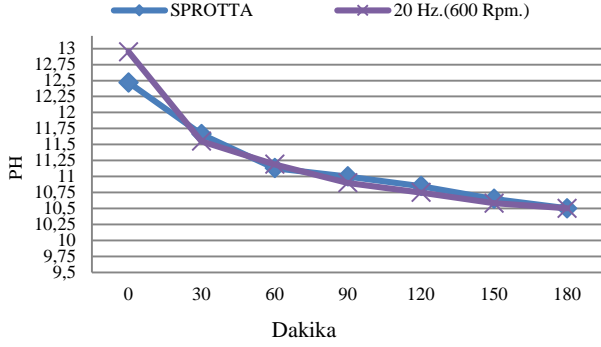
Deneyisel çalışmalardan elde edilen humik asit numunelerinin analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam humik fulvik asit oranının, %2,75 ile 20 Hz.(600 Rpm.) sabit frekansta karıştırma yönteminde olduğu gözlemlenmiştir. (Şekil 20)

Sonuçlar

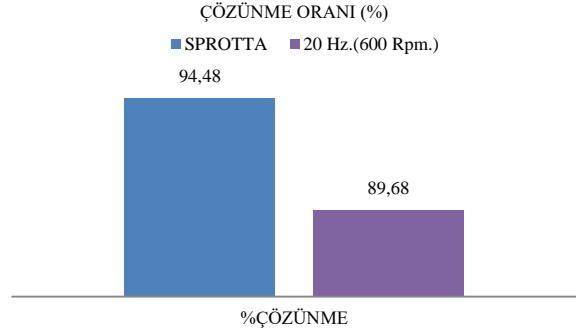
Karıştırma işlemi sonunda her iki yöntemle elde edilen humik asitteki pH değerinin aynı, karıştırma esnasında da birbirine yakın değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Karıştırma süresi veya kullanılan potasyum hidroksit(KOH) oranı artırıldığında pH değeri daha fazla düşürülebilir. Fakat pH 7 değerinin altında ürünün formu bozulacak ve kullanılmaz hale gelecektir. Sprott A kaotik sistemi ile yapılan karıştırmadaki çözüme oranının, geleneksel karıştırma yöntemine göre daha yüksek olduğu, SprottA kaotik sistemi ile yapılan karıştırmadaki enerji tüketiminin geleneksel yöntemle yapılan karıştırmaya göre

%5 daha az olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre kaotik sistemle yapılan karıştırmanın, geleneksel yöntemle yapılan karışırmaya göre aynı sürede ve pH değerinde daha iyi çözünürlük sağlarken enerjiden de tasarruf edildiği sonucuna varılmıştır. Elde edilen humik asitin analiz sonuçlarına göre ise, geleneksel karıştırma yöntemiyle yapılan karışırmadaki toplam humik+fulvik asit oranının Sprotta kaotik sistemine göre %5 daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum leonarditten humik ve fulvik asitin ayrıştırılmasında karıştırma hızının etkili bir faktör

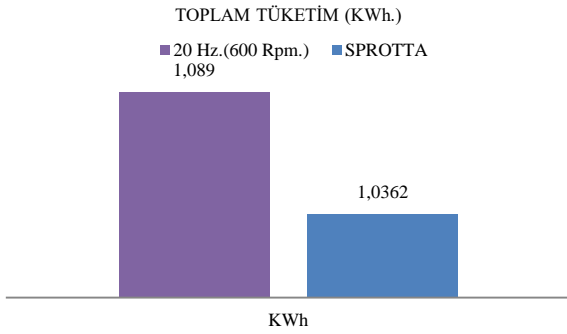
olduğunu ortaya koymuştur. Farklı kaotik sistemlerin kullanılması yada kullanılan kaotik sistemlerin minimum ve maksimum frekans değerlerinin değiştirilerek ortalama karıştırma hızının artırılması halinde elde edilen humik asitteki toplam humik+fulvik asit oranlarının daha yüksek değerlere iyileştirilebileceği düşünülmektedir. Yapılan bu çalışma, humik asit üretiminde kullanılan karıştırıcıların kaotik sistemler kullanılarak ürün kalitesi, homojenlik, zaman, enerji tasarrufu gibi kriterler açısından daha verimli hale getirilebileceğini ortaya koymaktadır.



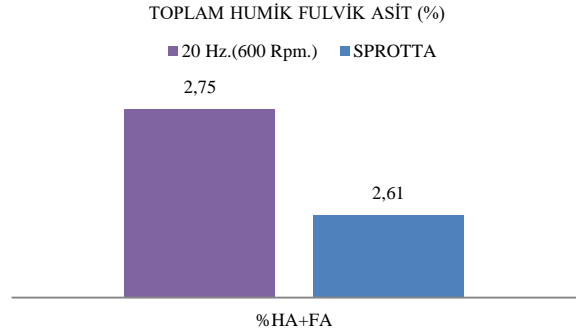
Şekil 17. Karışımların pH ölçüm grafiği
Figure 17. pH measurement chart of mixtures



Şekil 18. Karışımların çözünme oranı
Figure 18. Dissolution rate of mixtures



Şekil 19. Karıştırma sistemlerinin toplam enerji tüketimi
Figure 19. Total energy consumption of mixing systems



Şekil 20. Karışımların toplam humik + fulvik asit oranı
Figure 20. Total humic + fulvic acid rate of mixtures

Teşekkür

Yazarlar adına 2018-2-9-163 nolu doktora tez projesine sağladığı finansal destek için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAP) teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Banhero JT, Bodger, WL. 1979. Kimya Mühendisliğine Giriş. 2. Cilt, İTÜ yayınları, 731-737.
- Bentli İ, Demir U, Karaağaçlıoğlu İE, Çelik MS. 2015. Tarımsal Verimi Arttırmada Leonarditten Alkali Liç Yöntemiyle Hüyük Asit Üretimi. MINEX 2015 6.Madencilik, Doğal Kaynaklar ve Teknolojileri Fuarı,14-16 Mayıs 2015, Fuar, İzmir.
- Chau KT, Shuang Y, Yuan G, Chen JH. 2004. Application of chaotic-motion motors to industrial mixing processes. IAS2004, 1874-1880
- Engin VT, Cöcen Eİ. 2012 Leonardit ve humik maddeler .Yer Altı Kaynakları Dergisi, Yıl:1, Sayı:2, Temmuz 2012
- Goff, DW, United States Patent 19 Goff 54 Method Of Producing Humic Acid. 76 872 Bettino Ct., #412, Houston, Tex. 77024 21 Appl. No.: 188,360 22 Filed: Sep. 18, 1980 51.

- Henzler HJ. Eignung von kontinuierlich durchströmten mischern zum homogenisieren. WILEY-VCH yayınları, 1-8, 1972.
- İlten, N. 1986. Karıştırıcılar ve Karıştırma Kabındaki Akım Olaylarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.
- Kavur AE, Demiroğlu S, Seydibeyoğlu MÖ, Baser Ö, Güzeliş C, Şahin S. 2016. Design and Implementation of Chaotic System Based Robust Delta Robot for Blending Graphene Nanoplatelets. Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR), 21st International Conference on (IEEE Conference Publications).
- Kurt E. 2017. Yeni Bir Kaotik Karıştırıcı Tasarımı ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya, Türkiye
- Murtadha MA, Abdurrahman M, Korman AI. 2008. Chaotic Control of Liquid Mixer. Senior Design Project II, University of Sharjah, Department Of Electrical & Computer Engineering, Sharjah, United Arab Emirates
- Özdemir A. 2011. Linyitlerden Humik ve Fulvik Asit Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

- Pehlivan İ. 2010. Yeni kaotik sistemler: Elektronik Devre Gerçeklemeleri, Senkronizasyon ve Güvenli Haberleşme Uygulamaları, Doktora tez çalışması Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, , Sakarya, Türkiye
- Vauck W, Müler H. 1966. Kimyasal Mühendisliğin Temel İşlemleri Giriş. 2. Cilt. Theodor Steinkopff, 307-328.
- Ye S, Chau KT. 2005. Destabilization control of a chaotic motor for industrial mixers. IAS2005, 1724-1730
- Yigit F, Dikilitas M . 2008. Effect of humic applications on the root-rot diseases caused by fusarium spp. on tomato plants. Plant Pathology Journal, 7 (2), 179- 182.
- Zhang Z, Chen G. 2008. Liquid Mixing Enhancement By Chaotic Perturbations In Stirred Tanks Mixing. ScienceDirect, Chaos, Solitons and Fractals, 36: 144-149.