



DÖVİZ KURU (ABD DOLARI) İLE FAİZ ORANLARI ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİNİN KAOS VERİLERİ KULLANILARAK TEST EDİLMESİ¹

Nizamettin BAŞARAN ²

Öz

Çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; temel zaman serileri arasında ekonometrik ilişkinin tespitinde kullanılan Granger nedensellik analiz testinin yine temel zaman serilerinden RQA (Yineleme Haritaları Analizi) kullanılarak elde edilen türev kaos verileri arasında da ekonometrik ilişki oluşturup oluşturmadığını tespit etmektir. Eğer iki farklı zaman serisinden türetilmiş kaos verileri arasında da ekonometrik ilişki tespit edilebilirse gelecek dönem araştırmaları için analiz edilebilecek verilerin derinliği ve genişliği artırılarak finans literatürüne katkı sağlanmış olacaktır. Çalışmanın diğer amacı ise; döviz kurlarında ve faiz oranlarında meydana gelen oynaklık özellikle dışa bağımlı ekonomilerde karar alıcılar için belirsizliğin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle döviz kurunun mu faiz oranlarındaki değişmelere; yoksa faiz oranlarındaki değişimin mi döviz kurundaki değişmelere neden olduğunun tespit edilmesidir. Çalışmada 01/01/2018- 30/06/2023 tarihleri arasındaki Türkiye 5 yıllık devlet tahvilleri üzerinden günlük hesaplanan faiz oranı ve aynı tarihler arasındaki ABD\$/TL döviz kuru gün sonu verileri kullanılmış olup, Pencerelemiş RQA yöntemi ile faiz ve döviz kuru kaos verileri oluşturulmuş ve değişkenler arasında Granger nedensellik analiz testi uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda kaos verilerinin temel zaman serilerindeki yapısal kırılmaya duyarlı olduğu, bundan sonra yapılacak araştırmalarda, özellikle yapay zeka eğitimi için ihtiyaç duyulan veri çeşitliliğini arttırmada kaos verilerinin faydalı olabileceği anlaşılmış ayrıca, Faiz ve ABD\$/TL döviz kuru ilişkisinin Aralık 2021 sonrasında ortadan kalktığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Döviz Kuru, Faiz Oranı, YHA, Kaos, Granger Nedensellik Testi

Jel Kodu : F41, F31, G10

¹ Bu çalışma 10. Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi'nde "Özet Bildiri" olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğr. Üyesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, nbasaran@ohu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0459-1819

Atıf/Citation (APA 6):

Başaran, N. (2025). Döviz kuru (ABD doları) ile faiz oranları arasındaki nedensellik ilişkisinin kaos verileri kullanılarak test edilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 525-542. <http://doi.org/10.25287/ohuiibf1539725>.

TESTING THE CAUSALITY RELATIONSHIP BETWEEN EXCHANGE RATE (US DOLLAR) AND INTEREST RATES USING CHAOS DATA

Abstract

The study has two main objectives. The first one is to determine whether the Granger causality analysis test, which is used to determine the econometric relationship between the basic time series, can also create an econometric relationship between the derivative chaos data derived from the basic time series using RQA (Recursion Maps Analysis). If an econometric relationship can be detected between chaos data derived from two different time series, it will contribute to the finance literature by increasing the depth and breadth of the data that can be analyzed for future research. The other objective of the study is that the volatility in exchange rates and interest rates leads to an increase in uncertainty for decision makers, especially in externally dependent economies. Therefore, the aim of the study is to determine whether changes in exchange rates cause changes in interest rates or changes in interest rates cause changes in exchange rates. In this study, the daily interest rate calculated over the 5-year government bonds of Turkey between 01/01/2018 and 30/06/2023 and the end-of-day data of the USD/TL exchange rate between the same dates were used. Interest rate and exchange rate chaos data were created with the Windowed RQA method and Granger causality analysis test was applied between the variables. As a result of the tests, it was found that chaos data are sensitive to structural breaks in the underlying time series, chaos data can be useful in future research, especially in increasing the variety of data needed for artificial intelligence training, and it was also found that the relationship between interest rate and USD/TL exchange rate disappeared after December 2021.

Keywords : Exchange Rate, Interest Rate, RQA, Chaos, Granger Causality Test

JEL Classification : F41, F31, G10

GİRİŞ

Ekonomik, finansal ve rekabetçi gelişmeler, riski yönetme ve riskleri gelecekteki belirsiz durumların ve alternatif senaryoların farklı boyutlarıyla ilişkilendirme ihtiyacını artırmıştır. Ekonomik, finansal, politik ve kültürel ortamlardaki hızlı değişim ve dönüşüm, en başta firmalar olmak üzere her seviyede denetim mekanizmalarının önemini artırmış, özellikle yönetim, temsil ve bunların maliyetlerinin daha ciddi ele alınması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Faiz ve döviz kurlarında meydana gelen dalgalanma ile piyasa yapısı üzerindeki etkileri yöneticilerin alacakları kararların isabet derecesini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla bu iki değişken arasındaki ilişki ve belirsizlik firmaların varlıklarını sürdürebilmeleri açısından önemli olmaktadır.

Faiz ve döviz kuru bir ülke ekonomisinin en önemli göstergelerindedir. Bu nedenle de özellikle son dönemlerde çokça araştırma konusu olmaya başlamıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan, enerji ve hammadde konusunda dışa bağımlı ekonomilerde söz konusu değişkenlerin temel dinamikler pozisyonunda olması bunun temel gerekçesi olarak gösterilebilir. Şöyleki; dışa bağımlılık döviz talebi artırmakta, bu da ekonominin temel kuralı olarak döviz kurlarının artmasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan ihracat açısından düşündüğümüzde; politika yapıcıların ihracat rakamlarını artırmak için düşük kur politikası uygulamaları ve yine dövizin yatırım (yada değer koruma) aracı olarak kullanılması da döviz talebinin artmasına dolayısıyla da döviz kurlarının artmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık yine politika yapıcılar faiz oranlarını politika aracı olarak kullanıp döviz kurlarını kontrol etmeye çalışmaktadırlar (Sarı, 2018, s. 218)

Bu çerçevede bazı ekonomistler yüksek faizi döviz kurlarının yükselmesinin önündeki engel olarak görmektedir. Ekonominin en büyük problemini bankacılık krizinden doğan mali yükün ortaya çıkardığı iç borç artışı olarak gören ekonomistlere göre Merkez Bankası kısa vadeli faiz oranlarını daha hızlı ve daha çok indirmelidir. Bu sebeple borç servisinin yapılabilmesi ve borcun sürdürülebilir sınırlar içerisinde kalmasının sağlanması gerekmektedir. Bu ise, iç borçlanmada faiz oranlarının düşürülmesi yoluyla borçlanma maliyetlerinin azaltılmasına bağlıdır. Bunu sağlayacak bir faiz

politikası yürütmek, yani kısa vadeli faizleri aşağı çekmek Merkez Bankası'nın temel görevi olmalıdır. Sermaye hareketlerinin serbest olduğu düşünülürse, döviz kurundaki hareketleri serbest bırakmak gerekecektir. Bu durumda da kur-faiz dengesi, piyasalardaki oyuncuların tercihlerine göre belirlenecektir (Gül, Ekinci ve Özer, 2007, s. 23).

Faizlerin kontrolsüz bir şekilde düşürülmesi. Portföy tercihlerinin döviz cinsinden varlıklara dönmesine neden olabilecektir. Bu ise döviz kurlarında artışa neden olacaktır. Döviz kurlarında meydana gelen oynaklık karar alıcılar için belirsizliğin artmasına neden olacaktır. Bu nedenle döviz kurunun mu faiz oranlarındaki değişmelere; yoksa faiz oranlarındaki değişiminin mi döviz kurundaki değişmelere neden olduğunun tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Bu amaçla çalışmada 01/01/2018- 30/06/2023 tarihleri arasındaki veriler kullanılarak, Pencerelemiş RQA yöntemi ile faiz ve döviz kuru kaos verileri oluşturulmuş ve değişkenler arasında Granger nedensellik analiz testi uygulanmıştır. Çalışma 7 bölümden oluşmakta olup, ikinci bölümde literatüre yer verilmiş, üçüncü bölümde çalışmanın amacı açıklanmış, dördüncü bölümde kullanılan yöntemler anlatılmış, beşinci bölümde veri seti sunulmuş, altıncı bölümde ulaşılan bulgular özetlenmiş ve çalışma sonuç bölümü ile tamamlanmıştır.

I. LİTERATÜR

Literatürde Türkiye'de döviz kuru ve faiz oranları ilişkisini ele alan çalışmalardan bir bölümü aşağıda özetlenmiş olup, görüleceği üzere görüş birliği olduğunu söylemek mümkün değildir. Çalışmaların bir kısmında ilişkiye rastlanmazken, bir kısmında karşılıklı, bir kısmında da tekyönlü bir ilişkiden bahsedilmiştir. Bazı çalışmalarda güçlü bir ilişkiden bahsedilirken, bazı çalışmalarda zayıf bir ilişkiden bahsedilmektedir. Uluslararası literatüre baktığımızda da durum farklı değildir. Tüm bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere, döviz kuru-faiz oranları ilişkisi hala tüm yönleriyle araştırılmaya muhtaçtır.

(Karaca 2005) yılında yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de döviz kuru ile faizler arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Ancak 1990-2005 dönemini kapsayan çalışmasında; sadece dalgalı kur dönemini ele aldığı iki değişken arasında pozitif yönlü zayıf bir ilişki bulunduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Gül, Ekinci ve Özer 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada, 1984:01-2006:06 dönemine ait aylık verileri kullanarak döviz kuru ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi incelemişler ve döviz kurundan faiz oranlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sever ve Mızrak 2007 yılında VAR yöntemini kullanarak Türkiye'deki döviz kuru, enflasyon ve faiz arasındaki ilişkileri incelemişler; döviz kuru, enflasyon ve faiz oranlarının kendi gecikmeli değerlerinin yine kendilerini etkiledikleri gibi birbirlerini de etkilediklerini, ancak döviz kurlarında meydana gelen değişmelere enflasyon ve faiz oranının tepkisinin daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve döviz kurunun istikrar kazanmasının, fiyatlar ve faiz oranlarının da istikrar kazanmasında belirleyici unsur olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Karahan ve Çolak (2017) 2002-2016 dönemine ait aylık verileri kullanarak Türkiye'deki faiz oranı ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi ARDL modelini kullanarak incelemişlerdir. Ulaşılan bulgulara göre; faiz oranlarından döviz kuruna doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Doğan ve diğerleri (2017) Türkiye'de döviz kuru ve faiz oranı arasındaki volatilité yayılma etkisini eşik değerli ARCH (TARCH) analizi ile incelemiştir. Ocak 2002-Nisan 2017 haftalık verilerinin ele alındığı çalışmada, faiz oranı volatilitésinin döviz kuru volatilitésini artırdığı tespit edilmiştir.

Sarı 2018 yılında 2016-2018 ilk yarı verilerini ele alarak yapmış olduğu çalışmasında döviz kuru ile mevduat faiz oranlarının birbirlerinden karşılıklı olarak etkilendikleri sonucuna ulaşmıştır. Çalışmada Johansen eşbütünlük testi ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır.

Ayla 2019 yılında yapmış olduğu çalışmada, Türkiye’de 2006-2017 yıllarını kapsayan dönemde kısa vadeli reel faiz oranları ve ortalama döviz kurları arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerini incelenmiştir. Çalışmadan elde ettiği bulgulara göre kısa dönemli reel faiz oranları ile ortalama döviz kuru değişkenlerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiklerini tespit etmiş olup, söz konusu her iki değişkenin de birbirleri üzerinde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Okur 2019 yılında yapmış olduğu çalışmada, Türkiye ekonomisinde faiz oranı ve döviz kurunun enflasyon hedefi üzerine etkisini incelediği çalışmada; 2008-2016 yıllarını kapsayan verileri kullanarak yapmış olduğu analizlerde, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkiye rastlamamıştır. Ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla Granger nedensellik testi uygulamış ve enflasyon oranı ve faiz oranı arasında çift yönlü bir ilişkiye ulaşırken, reel efektif döviz kurundan faiz oranına ve enflasyon oranına doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edememiştir.

Uçak ve Şahan (2019) 2006–2017 dönemine ait verileri kullanarak faiz, enflasyon, döviz kuru ve büyüme ilişkisini birim kök testi, eş bütünleşme testi, vektör hata düzeltme modeli, Granger nedensellik testi ve VAR modeli denklem analizi ile incelemiştirlerdir. Ulaştıkları bulgulardan VAR modeli denklem sonuçlarına göre; faiz oranlarında meydana gelen yüzde 1’lik bir artış döviz kurlarında yüzde 0,32’lik bir azalmaya neden olmaktadır.

II. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın temel amacı zaman serilerinden türetilen kaos verileri arasında ekonometrik bir ilişkisinin bulunup bulunmadığının tespit edilmesidir. Eğer kaos verileri arasında da ekonometrik bir ilişki tespit edilebilirse bu tür çalışmalarda kullanılan veri çeşitliliğinin artırılmasına katkı sağlanmış olacaktır.

Kaos verileri daha çok fizik ve farklı mühendislik alanlarında zaman serileri üzerinden farklı veriler üretmek ve araştırma konusu üzerinde farklı perspektifler ortaya koyarak daha kesin çözümler üretmek için kullanılmaktadır. Diğer bilim dallarında yaşanan bu gelişme finans alanında da kendini göstermeye başlamıştır. Çalışmamızda kaos verilerinin nasıl elde edilebileceği, nasıl yorumlanacağı açıklanmaya çalışılırken, aynı zamanda faiz ve ABD Doları arasında kaos verileri üzerinden ilişki/ilişkiler araştırılacaktır. Kullanılacak zaman serileri Türkiye Cumhuriyeti beş yıllık devlet tahvilleri üzerinden hesaplanan faiz oranları ve günlük ABD Dolar/Türk Lirası döviz kuru verileridir. Kaos verileri ise bu iki veri üzerinden hesaplanan türev zaman serileridir. Hesaplanacak kaos zaman serileri üzerinden nedensellik analizleri ile iki değişken arasında ekonometrik ilişkinin varlığı sorgulanacaktır.

III. YÖNTEM (RQA - YİNELEME HARİTALARI ANALİZİ)

Literatürde kullanılan zaman serisi analizleri zaman serisinin durağan olma ön koşulunu ortaya koymaktadır. Eğer zaman serisi durağan değilse, zaman serisinin durağanlaştırılması talep edilmektedir. Zaman serisinin durağanlaştırma işlemi ise özellikle finansal zaman serilerinde veri kaybına neden olmakta ve sonuçların yorumlanmasını zorlaştırmaktadır (Engle ve Granger, 1987, s. 251). Durağanlık sorununa bağlı olarak zaman serilerinde araştırmayı kolaylaştırmak adına Eckmann (1987) tek boyutlu zaman serilerini j gecikme ile iki boyutlu hale dönüştürerek görselleştirmenin bir yöntemini geliştirmiştir. Eckmann’ın geliştirdiği yöntemde x_i zaman serisini yine aynı zaman serisinin j gecikmeli x_j zaman serisi ile bir matris oluşturmuştur. Elde edilen matris üzerinde Heaviside Θ (basamaklandırma) fonksiyonu çalıştırılarak tespit edilen tekrarlamalar 1, tekrarlamaya yok ise 0 değerine dönüştürülmektedir. 1 ve 0’dan oluşan matris renklendirilerek görsel grafikler de elde edilebilmektedir. Elde edilen bu kare matris görseline yineleme matrisi (R_{ij}) denmektedir. Yineleme matrisinin elde edilme yöntemi Formül (1)’de gösterildiği gibidir:

$$R_{ij} = \theta(\varepsilon_i \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|), \vec{x}_i \in R^m, i, j = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

$$\theta(x) = \begin{cases} 1, & x_j \geq x_i \\ 0, & x_j < x_i \end{cases}$$

Formülde ε_i eşik mesafesini, θ Heaviside adımlama fonksiyonunu, \vec{x}_i zaman serisi vektörünü \vec{x}_j j gecikmeli zaman serisi vektörünü tanımlamaktadır. Elde edilen yineleme grafiği durağan ya da durağan olmayan tüm zaman serilerinde uygulanabilmektedir. Yineleme grafiğinde koyu renkli yerler iki vektörün birbirine yakınlaştığına, diğer bir ifade ile zaman serisi üzerinde bir tekrarın oluştuğuna ve açık bölgeler ise iki vektör arasında bir yakınlaşmanın bulunmadığına ya da bir tekrarın oluşmadığına işaret olarak kabul edilmektedir (Çelik ve Afşar, 2010, s. 3). Her ne kadar zaman serileri Eckmann tarafından görselleştirilmiş ise de matematiksel olarak analiz etme ve görseli açıklama yöntemleri Zbilut ve Webber (1992) tarafından geliştirilmiş ve geliştirdikleri yöntem RQA (Yineleme Haritaları Analizi) olarak adlandırılmıştır. RQA ilk zamanlarda topolojik (görsel üzerindeki değişimler) analizler ile sonuçlar çıkarılmaya çalışılan bir yöntemken Zbilut, Webber, Marwan ve Kurths (2002) çalışmaları ile RQA'yı matematiksel modellere dönüştürmüşlerdir. Bu aşamadan sonra RQA ile elde edilen çeşitli değişkenlerin yorumlanması sonrasında daha anlaşılır bir model haline gelmiştir. RQA ile elde edilen sayısal verilerin bir kısmı aşağıda sırası ile açıklanmıştır (Marwan ve Kurths, 2002, s. 301; Zbilut ve Webber, 2006, s. 3):

RR Tekrarlama Oranı: RQA'ya bağlı olarak elde edilen yineleme grafiği üzerindeki tekrarlar yoğunluğunu yüzde olarak ölçmektedir. Bu oran ne kadar yüksek ise zaman serisi üzerinde tekrarlanan bilgi sayısı o kadar fazla olmaktadır. RR oranı Formül (2)'de gösterilmektedir:

$$RR = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N R(i, j) \quad (2)$$

Formül (2)'de gösterilen N yineleme grafiği üzerinde oluşan tekrarlar noktalarını açıklamaktadır.

DET Determinizm Oranı: Zaman serisinin öngörülebilirliğini yüzde oranı olarak ölçen değerlerdir. DET ölçüm değerleri ne kadar büyükse zaman serisi üzerindeki sistemin o kadar öngörülebilir bir durumda olduğu anlaşılmaktadır. DET değerinin hesaplanması Formül (3)'te gösterilmektedir:

$$DET = \frac{\sum_{l=l_{min}}^N lP(l)}{\sum_{i,j=1}^N R(i, j)} \quad (3)$$

Formülde gösterilen (l) yineleme grafiğinde oluşan diyagonal çizgilerin uzunluğunu, (P(l)) ise diyagonal çizgi uzunluk frekansını göstermektedir.

Entr Entropi: RQA yapısı ile hesaplanan entropi değeri Shannon Entropisi olarak tanımlanan düzensizlik değerini belirtmektedir. Entr değerinin artması sistemdeki düzensizlik artışını yani zaman serisinin kaotik yapıya dönüştüğünü göstermekte, azalması ise düzensizliğin azaldığını göstermektedir. Entr değerinin hesaplanması Formül (4)'te gösterilmektedir:

$$Entr = - \sum_{l=l_{min}}^N p(l) \ln p(l) \quad (4)$$

Formül (4)'te gösterilen (p(l)) diyagonal çizgilerin olasılığını ifade etmektedir.

LAM Laminerlik: Zaman serisinde laminer akışı temsil etmektedir. Zaman serisinde LAM değeri ne kadar yüksek ise sistem o kadar durağan olarak kabul edilmektedir. Lam değerinin hesaplanmasında vertikal çizgilerin frekansları kullanılmakta ve hesaplama Formül (5)'te gösterilmektedir:

$$LAM = \frac{\sum_{v=v_{min}}^N vP(v)}{\sum_{v=1}^N vP(v)} \quad (5)$$

Formül (5)'te gösterilen v yineleme grafiği üzerindeki vertikal çizgi uzunluğunu, P(v) ise vertikal çizgi uzunluk frekansını belirtmektedir.

RQA içerisinde daha birçok değişken hesaplamak mümkün olmakla beraber çalışmamızda açıklanan dört değişken ile analizler yapılmaktadır. Araştırmada yer almayan diğer RQA değişkenlerinin hesaplama formüllerine bu çalışmada yer verilmemektedir.

RQA değişkenleri hesaplamalarından anlaşılacağı üzere zaman serisi verileri ile statik sonuçlar alınmaktadır. Daha önce yapılan RQA araştırmaları incelendiğinde çoğunlukla elde edilen statik değişkenler üzerinden sistemin kaotik bir yapıya sahip olup olmadığı belirlenmiştir. RQA'nın bu statik yapısının dinamik bir yapıya dönüşmesi için Zbilut, Thomasson ve Webber (2002) yaptıkları çalışma ile pencerelenmiş RQA yöntemini oluşturmuşlardır. Yapılan bu önerme ile RQA hesaplamalarında statik yapıdan dinamik bir veri setine nasıl geçiş yapılabileceği gösterilmiştir. Pencerelenmiş RQA yapısı normal RQA yapısından farklı olarak, araştırmaya konu olan zaman serisi pencere adım sayısı (s) ve pencere büyüklüğü (m) parametreleri kullanılarak daha küçük zaman serilerine bölünmekte ve yeni oluşturulan bu küçük zaman serileri üzerinden RQA verileri hesaplanmaktadır. Elde edilen RQA verileri ile mevcut zaman serisinin RQA veri temelli türev zaman serileri oluşturulabilmektedir. Pencerelenmiş RQA birçok farklı bilim alanında zaman serilerinin analizinde kullanım alanı bulmuş, finans alanında ise Bastos and Caiado (2011), Piskun and Piskun (2011), Sasikumar ve Kamaiah (2014), Soloviev vd. (2020), Soloviev ve Belinskiy (2018) ve Unal (2022) pencerelenmiş RQA analiz tekniklerini kullanan öncü araştırmacılar olmuşlardır. Pencerelenmiş RQA tekniğinin uygulamaya geçmesinden sonra RQA statik verileri üzerinden çıkarımlar yapmanın dışında, dinamik kaos verileri türetilerek zamana bağlı kaos veri endeksleri ile farklı ekonometrik analizler yapılabilir duruma geçilmiştir. Oluşan bu yeni durumla birlikte zaman serisi verilerinden elde edilen kaos verilerinin bizzat aynı zaman serisine etkisinin varlığı incelenebilir hale gelmiştir.

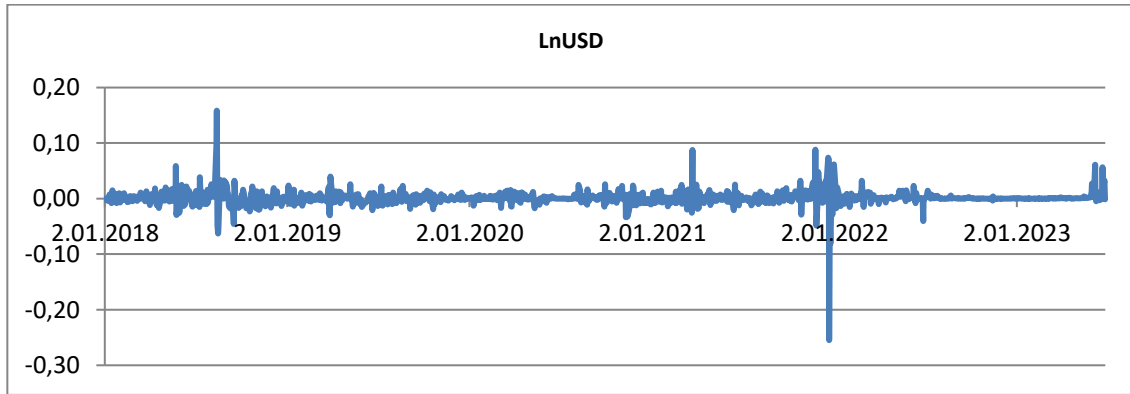
Türkiye 5 yıllık tahvil değeri üzerinden hesaplanan faiz oranı ile ABD \$/TL döviz kuru arasındaki ilişkinin varlığının hesaplanmasında söz konusu zaman serileri üzerinden logaritmik farklar hesaplanarak yeni zaman serileri LnFaiz ve LnUSD oluşturulmuştur. Elde edilen zaman serileri üzerinden önceki bölümde açıklanan kaos verileri türetilmiştir.

IV. VERİ SETİ

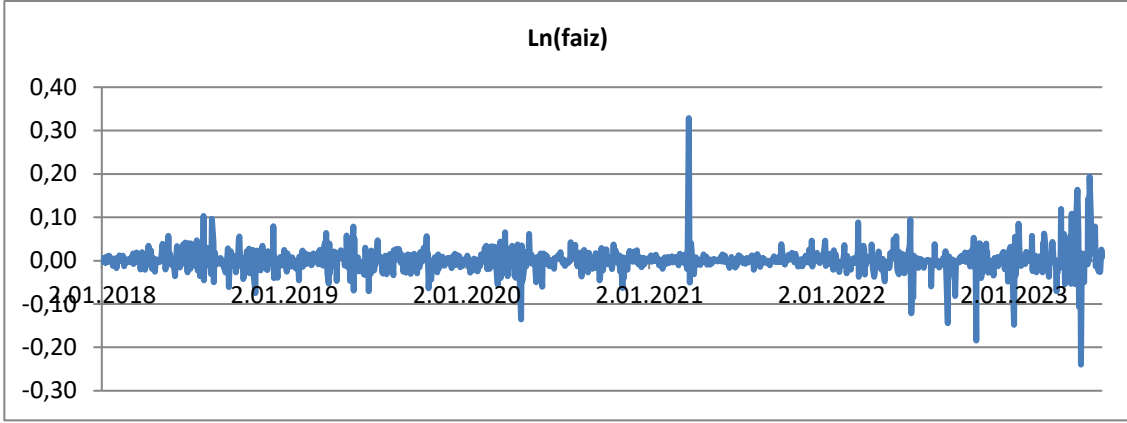
Veri seti 01/01/2018-30/06/2023 tarihleri arasında 1362 günlük faiz ve ABD\$/TL kuru gün sonu değerlerinden oluşturulmuş olup Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Web sitesinden elde edilmiştir. Elde edilen veri seti üzerinden günlük logaritmik farklar Formül (6)'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$LnFaiz = \frac{Ln(P_t)}{Ln(P_{t-1})}, LnUSD = \frac{Ln(P_t)}{Ln(P_{t-1})} \quad (6)$$

Oluşturulan logaritmik fark zaman serileri Grafik-1 ve 2'de gösterilmiştir.

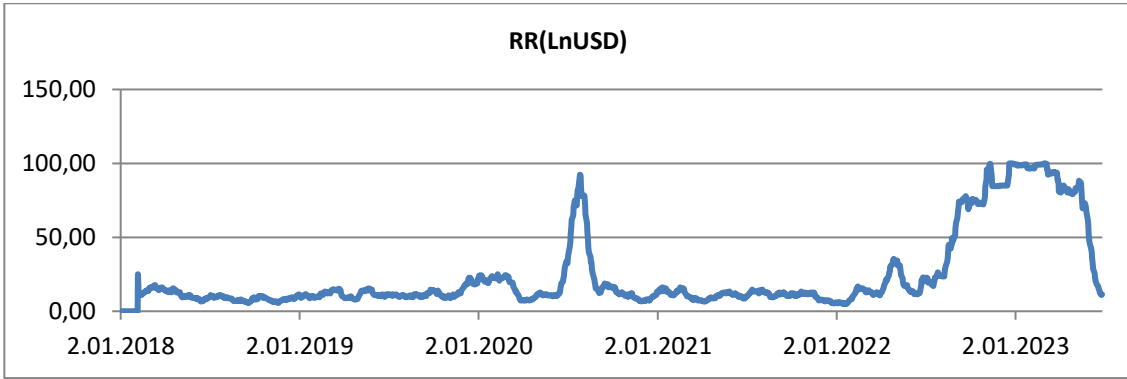


Grafik-1: ABD\$/TL Günlük Logaritmik Fark Zaman Serisi



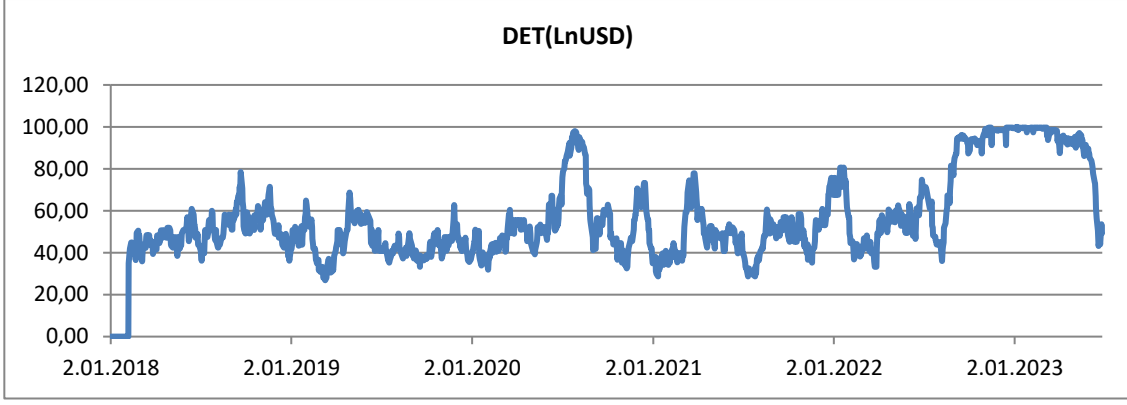
Grafik-2: 5 Yıllık Tahvil Faiz Günlük Logaritmik Fark Zaman Serisi

Elde edilen bu seri üzerinden kaos göstergeleri olan RR, DET, Entr ve LAM verilerini oluşturabilmek için Coco vd. (2020) tarafından hazırlanan (CRQA) yazılımı kullanılmıştır. CRQA yazılım paketi aslen Cross RQA yapıları için hazırlanmasına karşılık değişkenlerin farklı seçilmesi yerine iki değişkenin de aynı olması durumunda RQA yapısına dönüşmektedir. Ayrıca kullanım kolaylığı ve test edilen analiz sonuçlarının güvenilir olması (Coco ve Dale. 2014; s. 11) bu yazılım paketini seçmemizde etkili olmuştur. Söz konusu CRQA yazılım paketi R paket programı üzerinde çalışmaktadır. CRQA yazılım paketinde pencerelenmiş RQA sonuçlarının alınabilmesi için RQA yapısının bir gereği olan gecikme sayısının (d), faz uzayının gömme derecesinin (n) ve kritik eşik değer çapının (r) tespit edilmesi gerekmektedir. Bu verilerin elde edilmesi için yine aynı yazılım paketi içerisinde yer alan “optimizeParam” modülünün çalıştırılması gerekecektir. Söz konusu modül çalıştırıldığında $d= 2$, $n=1$ ve $r=0,001$ olarak tespit edilmiştir. Gerekli parametreler hazırlandıktan sonra pencerelenmiş RQA için pencere büyüklüğü (m) ve pencere adım sayısı (s) değerleri tespit edilmiştir. Araştırmada günlük kur verileri kullanıldığı için kaos verilerinin de günlük veriler olarak üretilmesinin uygun olacağı düşünülerek $s=1$ yani pencere adım sayısı 1 günlük olarak kararlaştırılmıştır. Uygun pencere büyüklüğü için “windowdrp” modülü çalıştırılmış ve burada uygun en küçük pencere büyüklüğünün $m=20$ olacağı tespit edilmiştir. Elde edilen tüm parametreler ile LnFaiz ile LnUSD zaman serisinin kaos verileri elde edilmiş ve kaos verilerinin grafikleri aşağıda sunulmuştur.



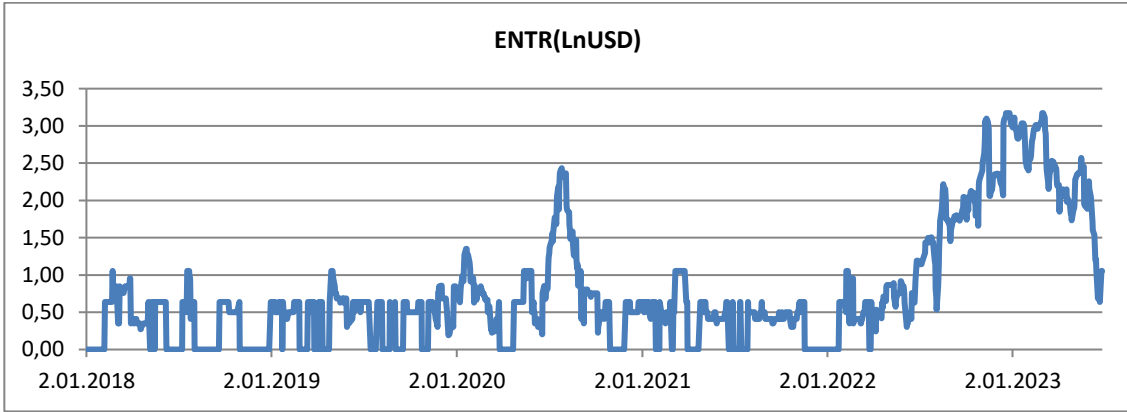
Grafik-3: LnUSD Üzerinden Oluşturulan RR (Tekrarlama Oranı) Zaman Serisi

Grafik 3’te görüldüğü üzere ABD\$/TL döviz kurunda günlük logaritmik fark değerlerinde 2020 Temmuz ayında tekrarlar kısa süreliğine artmış sonrasında 2022 yılı başlangıcına kadar tekrar normal seviyesine inmiştir. 2022 yılı başlangıcı ile birlikte söz konusu değerlerde tekrarlar miktarları artmış ve 2023 Mart ayına kadar yüksek seviyelerde kalmıştır. Belirtilen dönemlerde döviz kuru logaritmik fark değerlerinin sıklıkla aynı değerler aldığı görülmekte ve bu durum zaman serisinin deterministik bir yapı almasına sebep olmaktadır.



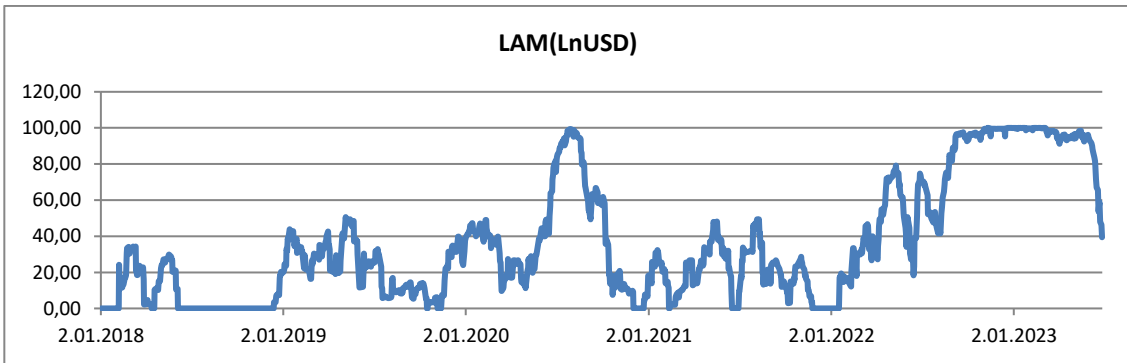
Grafik-4: LnUSD Üzerinden Oluşturulan DET (Determinizm Oranı) Zaman Serisi

RQA teoremi doğrultusunda RR (tekrarlama oranı) veri değerleri arttıkça zaman serisi üzerindeki DET (determinizm oranı) veri değerlerinin de artması öngörülmektedir. Yapılan öngörünün Det(LnUSD) zaman serisi üzerinde yapılan inceleme ile doğru olduğu anlaşılmıştır. Gerçekten de Temmuz 2022 ile Mart 2023 tarihleri arasında zaman serisinin öngörülebilirlik seviyesi oldukça yüksektir.



Grafik-5: LnUSD Üzerinden Oluşturulan ENTR (Entropi) Zaman Serisi

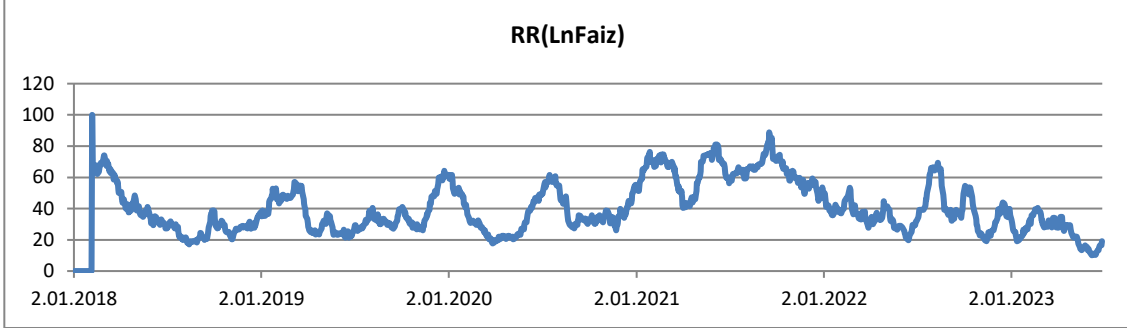
Zaman serisinde öngörülebilirliğin artmasıyla karmaşıklığın azalması gerektiği tahmin edilmektedir. Ancak zaman serisi durağanlaştıkça sistemin kaosa doğru eğiliminin arttığı anlaşılmaktadır. Zaman serisinde volatilitenin arttığı dönemlerde ise kaostan uzaklaşıp düzene girme eğiliminin arttığı görülmektedir.



Grafik-6: LnUSD Üzerinden Oluşturulan LAM (Laminerlik) Zaman Serisi

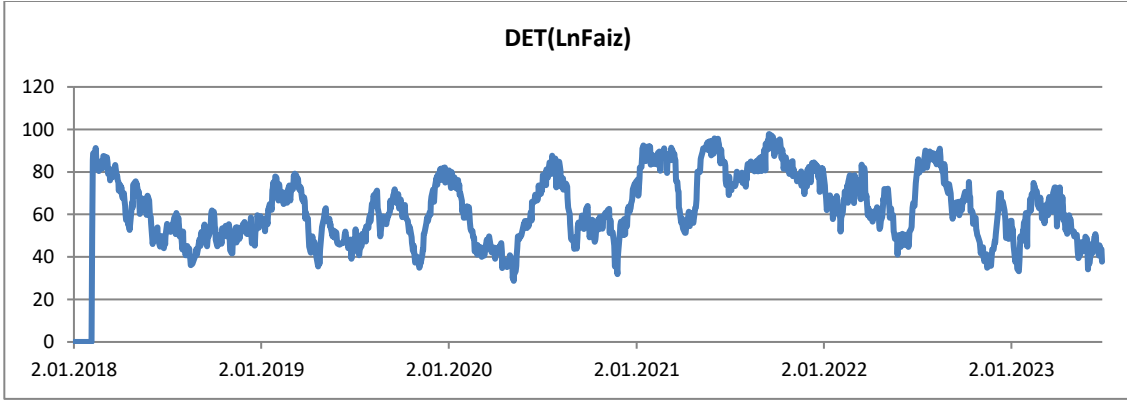
Laminerlik değeri tekrarlama grafiğinde durağanlığı göstermektedir ve Temmuz 2022 sonrasında zaman serisinin oldukça durağan hale geldiği anlaşılmaktadır.

Araştırmanın ikinci değişkeni olan faiz oranları üzerinden türetilen kaos verilerinin zaman serileri ile grafik 7, 8, 9 ve 10) aşağıdaki gibidir:



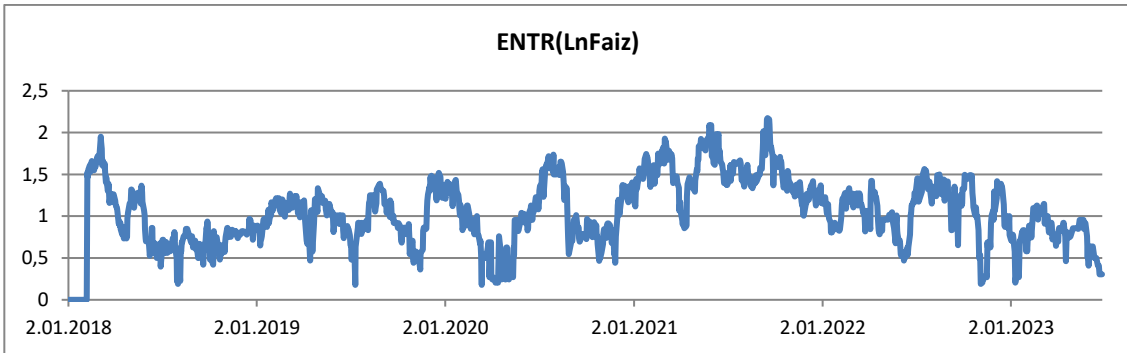
Grafik-7: LnFaiz Üzerinden Oluşturulan RR (Tekrarlama Oranı) Zaman Serisi

Faiz oranı logaritmik fark zaman serisi üzerindeki tekrarlama oranları dönemsel artış ve azalışlar gösterirken Eylül 2021 tarihinden itibaren dramatik bir azalma trendine girmekte ve dönem sonrasında sistemin daha kaotik bir yapıya dönüştüğü anlaşılmaktadır.



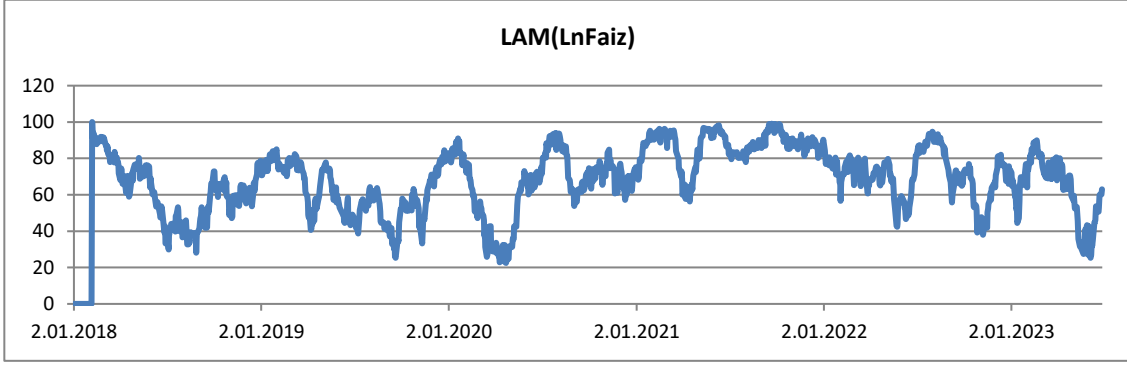
Grafik-8: LnFaiz Üzerinden Oluşturulan DET (Determinizm Oranı) Zaman Serisi

RR(LnFaiz) zaman serisinde tespit edilen yapı kendisini Det(LnFaiz) zaman serisinde göstermekte ve Eylül 2021 tarihinden sonra zaman serisinin öngörülebilirlik oranı düşmektedir.



Grafik-9: LnFaiz Üzerinden Oluşturulan ENTR (Entropi) Zaman Serisi

Lnfaiz değerlerindeki Eylül 2021 sonrası yapı faiz oranı zaman serisinde kaotik bir yapı sistemin enteropisi ile de kendini göstermektedir. Eylül 2021 sonrasında entropi değerleri hızlı bir düşüş trendindedir.



Grafik-10: LnFaiz Üzerinden Oluşturulan DET LAM (Laminerlik) Zaman Serisi

LnFaiz zaman serisinin laminarlik seviyelerinin Mart 2020 ve Nisan 2023 tarihlerinde oldukça düştüğünün ve bu dönemlerde sistemin durağanlığının çok azaldığının tespiti yapılmıştır.

V. BULGULAR

Araştırmaya konu olan zaman serilerinin grafikleri incelendiğinde belirgin bir trend oluşumu gözlenmediği için zaman serilerinde birim kök sorunu yaşanmayacağı tahmin edilmektedir. Ancak, serilerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesi için ADF ve PP birimkök testleri uygulanmış ve sonuçları Tablo-1’de sunulmuştur.

Tablo-1: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	PP Birim Kök Testi (Düzy)		ADF Birim Kök Testi (Düzy)	
	t-İstatistiği	Olasılık (P value)	t-İstatistiği	Olasılık (P value)
LnUSD	-24.1336	0.0000	-29.9155	0.0000
LnFaiz	-31.7023	0.0000	-31.0054	0.0000
RR(LnUSD)	-4.3498	0.0247	-4.4741	0.0328
DET(LnUSD)	-3.2326	0.0184	-3.1575	0.0228
ENTR(LnUSD)	-3.3980	0.0112	-3.3067	0.0148
LAM(LnUSD)	-3.7487	0.02954	-4.2154	0.0356
RR(LnFaiz)	-3.3210	0.0142	3.9682	0.0245
DET(LnFaiz)	-4.3816	0.0003	-3.6369	0.0052
ENTR(LnFaiz)	-4.8069	0.0001	-4.9033	0.0000
LAM(LnFaiz)	-4.1036	0.0010	-3.9319	0.0019

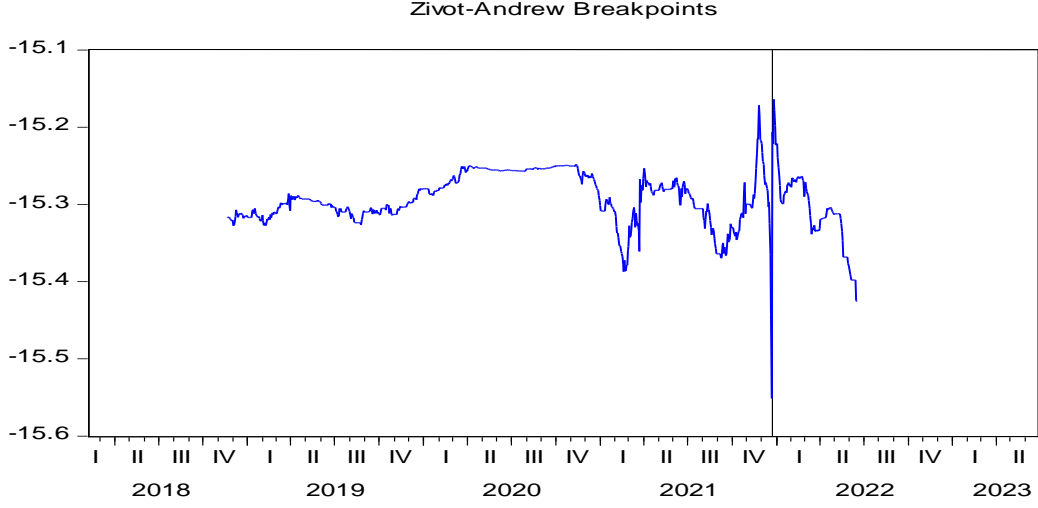
Tablo 1’de görüldüğü üzere, LnUSD ve LnFaiz değişkenlerinin her iki testte de %1 anlamlılık seviyesinde düzeyde durağan olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer değişkenler (RR, DET, ENTR ve LAM) ise %1 veya %5 anlamlılık seviyelerinde durağanlık göstermektedir.

LnUSD ve LnFaiz değişkenleri kendi arasında Granger nedensellik analizine tabii tutulurken, kaos değişkenleride kendi aralarında Granger nedensellik analizine tabii tutulmuştur. Yapılan bu analizin amacı LnUSD ve LnFaiz değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi tespit ediliyorsa kaos değişkenleri arasında da bir nedensellik ilişkisinin olması beklentisidir. Eğer beklenen nedensellik ilişkisi tespit edilebilirse kaos değişkenleri ile araştırmaya konu olan değişkenler birbirlerini açıklayabilme yeteneğine sahiptir. Eğer beklenen ilişki tespit edilemezse tüm değişkenlerin birbirini açıklamasında sorun olduğu anlaşılacaktır. Yapılan Granger nedensellik analiz sonuçların Tablo-2’de sunulmuştur.

Tablo-2: Garanger Nedensellik Analiz Sonuçları

H₀ Hipotezi	Obs	F-Statistic	Prob.
DETFaiz Granger nedeni değildir DETusd	1238	3.65650	0.2061
DETusd Granger nedeni değildir DETFaiz		1.35717	0.2578
ENTRfaiz Granger nedeni değildir ENTRusd	1238	0.16423	0.8486
ENTRusd Granger nedeni değildir ENTRfaiz		1.71653	0.1801
LAMFaiz Granger nedeni değildir LAMusd	1238	2.51312	0.0814
LAMusd Granger nedeni değildir LAMfaiz		0.70323	0.4952
RRfaiz Granger nedeni değildir RRusd	1238	14.4710	6.E-07
RRusd Granger nedeni değildir RRfaiz		3.25445	0.0389
LnUSD Granger nedeni değildir LnFaiz	1263	0.62244	0.5368
LnFaiz Granger nedeni değildir LnUSD		56.6765	3.E-24

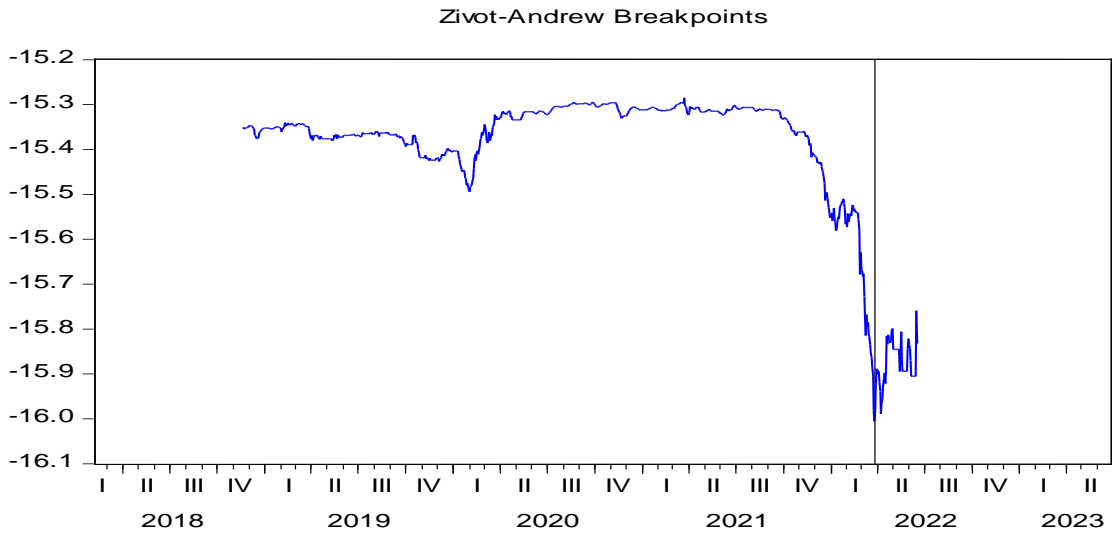
Elde edilen sonuçlara göre LnFaiz LnUSD değişkeninin nedeni olarak tespit edilmekte ve bu tespite bağlı olarak t_0 zamanı faiz değişkeni t_n zamanı ABD\$/TL kur değişkenini etkilemektedir. Kaos verilerinde ise RR dışında benzer bir ilişki tespit edilememiştir. Elde edilen tüm bulgular incelendiğinde LnUSD ve LnFaiz değişkenleri arasında ilişki tespit edilip, kaos değişkenleri arasında ise benzer ilişkinin tespit edilememesi, zaman serileri üzerinde yapısal kırılma ya da başka bir sorun olabileceğini ortaya koymaktadır. Zaman serilerinde yapısal kırılmanın varlığını tespit edebilmek için Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testinin yapılmasına karar verilmiştir. Yapılan yapısal kırılmalı birim kök test sonucu Grafik-10-11-12’de sunulmuştur.



Grafik-11: LnUSD Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonucu

LnUSD: 2/07/2018 - 6/27/2023		
Kırılma Zamanı: 12/22/2021		
	t-Statistic	Prob.
Zivot-Andrews test istatistiği	-15.55105	5.44E-05
1% Kritik Değer	-5.57	
5% Kritik Değer	-5.08	
10% Kritik Değer	-4.82	

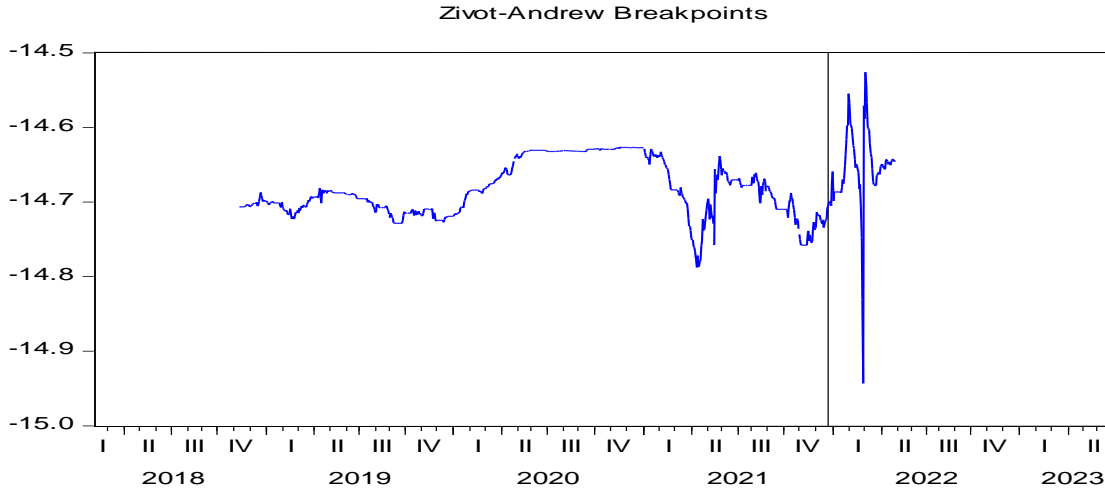
LnUSD zaman serisinin 22/12/2021 tarihinde yapısal kırılmaya uğradığı tespit edilmiştir. Aynı testler LnFaiz zaman seri üzerine de uygulanmış ve sonuçları Grafik 11’de sunulmuştur:



Grafik-12: LnFaiz Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonucu

LnFaiz: 2/07/2018 - 6/27/2023		
Kırılma Zamanı: 03/25/2022		
	t-Statistic	Prob.
Zivot-Andrews test istatistiği	-16.00559	3.39E-05
1% Kritik Değer	-5.57	
5% Kritik Değer	-5.08	
10% Kritik Değer	-4.82	

LnFaiz zaman serisi ise 25/03/2022 tarihinde yapısal kırılmaya uğramıştır. İki farklı zaman serisi farklı zamanlarda yapısal kırılmaya uğradığı için uygun ortak yapısal kırılma zamanının tespit edilmesi gerekmektedir. Ortak yapısal kırılma zamanının tespit edilebilmesi için LnUSD ve LnFaiz zaman serileri ile regresyon modeli kurulmuş ve bu modelin hata terimlerinden yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur. Elde edilen hata terim zaman seri üzerine ise Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmış ve sonuçları Grafik 12’de sunulmuştur.



Grafik-13: LnFaiz-LnUSD Hata Terimleri Zaman Serisi Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonucu

LnFaiz-LnUSD (ε): 2/07/2018 - 6/27/2023		
Kırılma Zamanı: 12/22/2021		
	t-Statistic	Prob.
Zivot-Andrews test istatistiği	-14.94291	3.83E-05
1% Kritik Değer	-5.57	
5% Kritik Değer	-5.08	
10% Kritik Değer	-4.82	

LnUSD ve LnFaiz ortak hata terimlerinin yapısal kırılma zamanı 22/12/2021 tarihi olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın bundan sonra iki farklı zaman serisi üzerinden devam etmesi gerekliliği ortaya çıkmış ve milat olarak 22/12/2021 tarihinin alınması gerektiği anlaşılmıştır.

İlk olarak 01/01/2018-22/12/2021 tarihleri arasında Granger nedensellik test araştırması yapılmış ve sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo-3: 01/01/2018-22/12/2021 Tarihleri Arasında Garanger Nedensellik Analiz Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Obs	F-Statistic	Prob.
DETFaiz Granger nedeni değildir DETusd	903	3.17498	0.0280
DETusd Granger nedeni değildir DETFaiz		1.28934	0.2760
ENTRFaiz Granger nedeni değildir ENTRusd	903	4.74981	0.0144
ENTRusd Granger nedeni değildir ENTRFaiz		1.90553	0.1493
LAMFaiz Granger nedeni değildir LAMusd	903	4.43020	0.0122
LAMusd Granger nedeni değildir LAMFaiz		1.32349	0.2667
RRFaiz Granger nedeni değildir RRusd	903	16.4213	1.E-07
RRusd Granger nedeni değildir RRFaiz		5.74216	0.0033
LnUSD Granger nedeni değildir LnFaiz	1106	0.49978	0.6068
LnFaiz Granger nedeni değildir LnUSD		69.5028	4.E-29

Tablo 3'te görüldüğü üzere 01/01/2018-22/12/2021 Tarihleri arasında RR değişkeni hariç tüm değişkenlerde faizden ABD\$/TL döviz kuruna doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. RR değişkeninde ise çift yönlü bir ilişki mevcuttur. 22/12/2021 sonrası zaman serileri arasındaki nedensellik araştırması sonuçları ise Tablo-4'te sunulmuştur.

Tablo-4: 22/12/2021-30/06/2023 Tarihleri Arasında Garanger Nedensellik Analiz Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Obs	F-Statistic	Prob.
DETFaiz Granger nedeni değildir DETusd	130	1.36098	0.2602
DETusd Granger nedeni değildir DETFaiz		1.28934	2.14027
ENTRFaiz Granger nedeni değildir ENTRusd	130	1.33519	0.2668
ENTRusd Granger nedeni değildir ENTRFaiz		1.90553	0.95092
LAMFaiz Granger nedeni değildir LAMusd	130	1.33338	0.2673
LAMusd Granger nedeni değildir LAMFaiz		1.32349	0.66279
RRFaiz Granger nedeni değildir RRusd	130	16.4213	1.E-07
RRusd Granger nedeni değildir RRFaiz		5.74216	0.0033
LnUSD Granger nedeni değildir LnFaiz	356	0.05254	0.9488
LnFaiz Granger nedeni değildir LnUSD		69.5028	1.96205

Tablo 4'te görüldüğü üzere 22/12/2021 sonrasında RR dışındaki diğer değişkenler arasında nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Yapılan ilk Granger nedensellik analizi sonuçlarına bağlı olarak zaman serisindeki yapısal kırılma şüphesi yapılan ek testler ile doğrulanmıştır. Yapısal kırılma öncesi değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmekte, ancak yapısal kırılma sonrası değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi tespit edilememektedir.

SONUÇ

Ekonomilerin işleyişlerini sağlıklı bir biçimde sürdürebilmelerinin temel şartlarından bir tanesi mal ve hizmet piyasaları ile finansal piyasaların birbirleri ile uyumudur. Bu uyumun sağlanmasında enflasyon, döviz kurları ve faiz oranları arasındaki ilişki önemli olmaktadır. Bu durum döviz ile faiz arasındaki ilişkiyi önemli hale getirmektedir. Faizlerin temel ekonomik prensipler dikkate alınmadan kontrolsüz bir şekilde düşürülmesi, yatırımcı tercihlerinin döviz cinsinden varlıklara dönmesine neden olabilmektedir. Böyle bir durum ise döviz kurlarında artışa neden olabilmektedir. Yada tam tersi bir durum borçlanma maliyetlerinin artmasına dolayısıyla sermayeye erişimin sınırlanmasına neden olabilmektedir. Döviz kurlarında ve faiz oranlarında meydana gelen oynaklık özellikle dışa bağımlı ekonomilerde karar alıcılar için belirsizliğin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle döviz kurunun mu faiz oranlarındaki değişmelere; yoksa faiz oranlarındaki değişimin mi döviz kurundaki değişmelere neden olduğunun tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada zaman serileri arasında ekonometrik ilişki kurulduğunda yine aynı zaman serileri üzerinden türetilen kaos verilerinin de benzer bağıntıya sahip olup olmadıkları Faiz ve ABD\$/TL döviz kurları kullanılarak test edilmiştir. Söz konusu zaman serileri 2018-2023 yılları arasındaki gün sonu değerleri üzerinden logaritmik farkları alınarak hazırlanmıştır. Elde edilen zaman serileri ile kaos verileri olan RRFaiz, RRusd, DETFaiz, DETusd, ENTRFaiz, ENTRusd, LAMFaiz ve LAMusd türev zaman serileri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu zaman serileri arasında Granger nedensellik analizi testleri gerçekleştirilmiştir. 01/01/2018-30/06/2023 dönemi için yapılan analizde LnFaiz ve LnUsd arasında LnFaiz'den LnUsd'ye doğru Granger nedensellik tespit edilmiştir. Aynı dönem için kaos verileri ile yapılan analizde değişkenler arasında nedensellik tespit edilmemiştir. Sonuçlardaki bu farklılığın nedeni olarak zaman serilerinde yapısal bir kırılmanın olabileceği ya da kaos verilerin bağımsız veriler olabileceği düşünülmüştür. İlk olarak zaman serilerinde yapısal bir kırılmanın varlığı Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi ile araştırılmış ve 22/12/2021 tarihinde yapısal kırılma tespit edilmiştir. Tespit edilen yapısal kırılma öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı zaman diliminde tüm değişkenler Granger nedensellik analiz testine tabii tutulmuştur. Yapısal kırılma öncesi tüm değişkenlerde Faizden ABD\$/TL döviz kuruna doğru Granger nedenselliği doğrularken, yapısal kırılma sonrası değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir.

Faiz oranlarının döviz fiyatlarını etkilediği finans literatüründe çok geniş bir şekilde araştırılmış ve doğrulanmıştır. Bizim çalışmamızda da literatüre uygun sonuçlar elde edilmiş, ancak kaos verilerindeki anormal durum dikkate alınarak Türkiye'de Aralık 2021 sonrası faiz ve döviz arasındaki ilişkinin koptuğu anlaşılmıştır.

Yapılan bu tespitlere bağlı olarak kaos verilerinin de türetildiği ana zaman serisi gibi ekonometrik bağıntılar içerdiği anlaşılmıştır. Böylece finansal araştırmalarda kaos verileri kullanılarak farklı ekonometrik modellerin geliştirilebileceği kabul edilmektedir. Elde edilen bu sonucun diğer önemli çıktısı ise yapay zeka sistemlerinin eğitiminde ihtiyaç duyulan geniş ve derin veri yapısına kaos verileri yardımcı olabilecek ve buna bağlı olarak daha etkili finansal yapay zeka sistemleri geliştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

- Ayla, D. (2019). Türkiye'de Faiz Oranı Ve Döviz Kuru İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, <http://busbed.bingol.edu.tr>, Yıl: 9 • Cilt: 9 • Sayı: 17 • Bahar/Spring 2019
- Bastos, J. A., ve Caiado, J. (2011). Recurrence Quantification Analysis Of Global Stock Markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(7), 1315-1325. DOI: 10.1016/j.physa.2010.12.008
- Coco, M. I., ve Dale, R. (2014). Cross-Recurrence Quantification Analysis of Categorical and Continuous Time Series: an R Package. *Frontiers in Psychology*, 5, 510. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00510

- Coco, M. I., Mønster, D., Leonardi, G., Dale, R., ve Wallot, S. (2020). Unidimensional and multidimensional methods for Recurrence Quantification Analysis with crqa. *arXiv preprint arXiv:2006.01954*. https://www.researchgate.net/publication/341899318_Unidimensional_and_Multidimensional_Methods_for_Recurrence_Quantification_Analysis_with_crqa
- Çelik, M. Y., ve Afşar, K. E. (2010). Finansal Zaman Serilerinde Yineleme Haritaları Analizi: İmkb Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (28). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/4770/65644>
- Doğan, İ.; Afsal M.Ş.; Aydın, S. ve Gürbüz, S. (2017). Faiz Oranları ve Döviz Kuru Dönemsel Analizi; Türkiye Örneği, *International Journal of Academic Value Studies (Javstudies)*, Vol:3, Issue:13; pp:199-205 (ISSN:2149-8598). https://www.researchgate.net/publication/336771652_Faiz_Oranlari_ve_Doviz_Kuru_Donemsel_Analizi_Turkiye_Ornegi
- Eckmann, J., Kamphorst, S. O., ve Ruelle, D. (1987). Recurrence Plots of Dynamical Systems. *Europhysics Letters*, 5, s:973-977. <http://iopscience.iop.org/0295-5075/4/9/004>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276. <http://dx.doi.org/10.2307/1913236>
- Gül, E., Ekinci, A., Özer, M. (2007). Türkiye’de Faiz Oranları Ve Döviz Kuru Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1984 – 2006, *Iktisat İşletme ve Finans*, Bilgesel Yayıncılık, vol. 22(251), pages 21-31. DOI:10.3848/iif.2007.251.2312
- Karaca, O. (2005). Türkiye’de Faiz Oranı ile Döviz Kuru Arasındaki İlişki: Faizlerin Düşürülmesi Kurları Yükseltirmi?, Discussion Paper, No. 2005/14, *Turkish Economic Association*, Ankara. <http://hdl.handle.net/10419/83232>
- Karahan, Ö. ve Çolak, O. (2017). Enflasyon Hedeflemeli Rejim Altında Türkiye Ekonomisinde Faiz Oranı Ve Döviz Kuru İlişkisi . *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı , 983-991 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijmeb/issue/54601/744539>
- Marwan, N., ve Kurths, J. (2002). Nonlinear Analysis of Bivariate Data With Cross Recurrence Plots. *Physics Letters A*, 302(5-6), 299-307. <https://doi.org/10.48550/arXiv.physics/0201061>
- Okur, A. (2017). Türkiye Ekonomisinde Faiz Oranı ve Döviz Kurunun Enflasyon Hedefi Üzerine Etkisi . *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (13) , 146-164 . DOI: 10.17828/yalovasosbil.333897
- Piskun, O., ve Piskun, S. (2011). Recurrence Quantification Analysis of Financial Market Crashes and Crises. *arXiv preprint arXiv:1107.5420*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1107.5420>
- Sarı, S. (2018). Döviz Kuru ile Faiz Oranları Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 2006-2018 Dönemi, *Social Sciences Research Journal*, Volume 7, Issue 4, 218-230 (December 2018), ISSN: 2147-5237. https://www.researchgate.net/publication/332446392_Doviz_Kuru_ile_Faiz_Oranlari_Arasindaki_Nedensellik_Iliskisi_2006-2018_Donemi
- Sasikumar, A., ve Kamaiah, B. (2014). A Complex Dynamical Analysis of The Indian Stock Market. *Economics Research International*. DOI:10.1155/2014/807580
- Sever, E. ve Mızrak, Z. (2007). Döviz Kuru, Enflasyon ve Faiz Oranı Arasındaki İlişkiler: Türkiye Uygulaması . *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi* , 7 (13) , 264-283 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susead/issue/28428/302806>
- Soloviev, V. N., ve Belinskiy, A. (2018, May). Complex Systems Theory and Crashes of Cryptocurrency Market. In International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications (pp. 276-297). *Springer, Cham*. DOI:10.1007/978-3-030-13929-2_14
- Soloviev, V., Serdiuk, O., Semerikov, S., & Kiv, A. (2020). Recurrence Plot-Based Analysis of Financial-Economic Crashes. *CEUR Workshop Proceedings*. https://www.researchgate.net/publication/358638543_Recurrence_plot-based_analysis_of_financial-economic_crashes
- Uçak, S. ve Şahan, B. (2019). Faiz; Enflasyon, Döviz Kuru ve Büyüme İlişkisi, *Ekev Akademi Dergisi* • Yıl: 23 Sayı: 79 (Yaz 2019), 53-68. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sosekev/issue/72083/1158864>
- Ünal, B., (2022). Stability Analysis of Bitcoin using Recurrence Quantification Analysis. *Chaos Theory and Applications*, 4(2), 104-110. DOI:10.51537/chaos.1112188
- Zbilut, J. P., ve Webber Jr, C. L. (1992). Embeddings and Delays as Derived From Quantification of Recurrence Plots. *Physics letters A*, 171(3-4), 199-203. DOI:10.1016/0375-9601(92)90426-M

Başaran, N. (2025). Döviz kuru (ABD doları) ile faiz oranları arasındaki nedensellik ilişkisinin kaos verileri kullanılarak test edilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 525–542.

Zbilut, J. P., ve Webber Jr, C. L. (2006). Recurrence Quantification Analysis. Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering. DOI:10.1002/9780471740360.ebs1355

Zbilut, J. P., Thomasson, N., ve Webber, C. L. (2002). Recurrence Quantification Analysis as A Tool for Nonlinear Exploration of Nonstationary Cardiac Signals. *Medical engineering & physics*, 24(1), 53-60. DOI:10.1016/S1350-4533(01)00112-6

Etik Beyanı : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazar(lar)ına aittir.

Teşekkür : Yayın sürecinde katkısı olan hakemlere ve editör kuruluna teşekkür ederiz.

Ethics Statement : The author declares that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, ÖHÜİBF Journal does not have any responsibility and all responsibility belongs to the author (s) of the study.

Acknowledgement : I thank the referees and editorial board who contributed to the publishing process.
