

## LATİN AMERİKA ÜLKELERİ ENDEKSİ'NDE FRAKTAL PIYASA HİPOTEZİNİN ANALİZİ\*

Analysis of Fractal Market Hypothesis in Latin American Countries Index

Mehmet Erkan SOYKAN<sup>1</sup>

### ÖZ

Etkin Piyasa Hipotezi, politika oluşturucular, portföy yöneticileri, kurumsal ve bireysel yatırımcılar bakımından büyük önem taşımaktadır. Etkin Piyasa Hipotezi'nde, piyasada bulunan bütün bilginin hisse senedi fiyatına yansıtıldığı ve anormal getiri elde edilemeyeceği savunulmaktadır. Fraktal Piyasa Hipotezi ise bunun tam tersine incelenen endekste uzun hafızanın varlığını savunmakta, geçmiş fiyatlar analiz edilerek ilerideki fiyatların veya getirilerin tahmin edilebileceğini öne sürmekte yani bir bakıma teknik analiz vs. yapmanın avantaj sağlayacağını ifade etmektedir. Bu çalışmanın amacı MSCI Latin Amerika gelişmekte olan ülkelerinin oluşturduğu endekste Fraktal Piyasa Hipotezi'nin geçerli olup olmadığını uzun hafıza varlığı bağlamında analiz etmektir. Bu endeksin kapsadığı ülkeler Brezilya, Şili, Kolombiya, Meksika ve Peru'dur. Çalışmada 05/11/1997 ile 16/11/2023 tarihleri arasında günlük kapanış fiyatlarından faydalanılmaktadır. Veriler Refinitiv-Eikon veri tabanından sağlanmıştır. İlgili veri için en uygun model GED dağılımlı ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1) modelidir. Modelde d katsayısı 0.5'den büyük ve anlamlı olduğundan seride uzun hafıza yoktur. Yani uygulanan yöntemlere göre Fraktal Piyasa Hipotezi bu endeks için geçerli değildir. d katsayısı 0.5'den büyük olduğu için sürecin her ne kadar ortalamaya dönme eğilimi sergilense bile kovaryans açısından durağanlığı sağlanamayacak ve sonsuz varyanslı olacaktır. Bu yüzden sürecin ortalamaya dönüşü çok uzun bir zaman geçmesini gerektirecektir. Kaldıraç gösteren katsayı negatif ve anlamlı çıktığından seride kaldıraç etkisi bulunduğu olumsuz haberlerin olumlu haberlere kıyasla volatiliteleri daha fazla artırdığı ifade edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Fraktal piyasa hipotezi, FIEGARCH, uzun hafıza, volatilité, etkin piyasa hipotezi.

### ABSTRACT

The Efficient Market Hypothesis is of great importance for policy makers, portfolio managers, institutional and individual investors. In the Efficient Market Hypothesis, it is argued that all information available in the market is reflected in the stock price and abnormal returns cannot be obtained. On the contrary, the Fractal Market Hypothesis defends the existence of long memory in the index examined and suggests that future prices or returns can be predicted by analyzing past prices, in a sense, technical analysis etc. and that doing so will be advantageous. The target of this research is to analyze if the Fractal Market Hypothesis is valid in the MSCI Emerging Markets Latin America Index-USD in the context of long memory availability. The countries by this index are Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru. Daily closing prices between 05/11/1997 and 16/11/2023 are used in the study. The data is obtained from Refinitiv-Eikon database. The most suitable model for the relevant data is the ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1) model with GED distribution. Since the d coefficient in the model is greater than 0.5 and significant, long memory does not exist in the series. In other words according to the applied methods, the Fractal Market Hypothesis is not valid for this index. Since the d coefficient is greater than 0.5, even if the process tends to return to the mean, stationarity in terms of covariance will not be ensured and it will have infinite variance. Therefore, it will take a very long time for the process to return to the mean. Since the coefficient showing leverage is negative and significant, it can be mentioned that there is leverage effect in the series and negative news increase volatility more than positive news.

**Keywords:** Fractal Market Hypothesis, FIEGARCH, long memory, volatility, efficient market hypothesis.

1. ORCID: 0000-0003-2329-4315

1. Doktor Öğretim Üyesi, Kayseri Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO, İşletme Yönetimi, mehmeterkan.soykan@kayseri.edu.tr

\* SOYKAN, M. E. (2025). "Latin Amerika Ülkeleri Endeksi'nde Fraktal Piyasa Hipotezinin Analizi" *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, C.12, S.34, s.17-30.

Makale Geliş Tarihi: 29 Ağustos 2024 Kabul Tarihi: 25 Aralık 2024

**EXTENDED ABSTRACT**

According to the Efficient Market Hypothesis proposed by Fama (1965), the proposition that the market is efficient is supported if the stock price reflects all accessible information. Efficiency can be divided into three types: weak, semi-strong and strong form efficiency. When there is weak form efficiency, the stock price reflects all past price information. When there is semi-strong form efficiency, all information available to the public is included in stock prices. When there is a strong form efficiency, insider information is additionally reflected in stock prices. That is, when the market is efficient in the strong form, the price of the asset reflects all available information and it is very difficult to obtain abnormal returns. The Efficient Market Hypothesis is related to the random walk that suggests that the price is independent and unpredictable. When prices exhibit a random walk, prices are not affected by the price of the past period, that is, they have a short memory feature. (Eyüboğlu ve Eyüboğlu, 2022: 703).

In examining financial time series in the context of the Efficient Market Hypothesis put forward by Fama, assumptions such as the absence of long memory, homoscedasticity, normality of return, independence of asset returns are made. In the Fractal Market Hypothesis, the fact that it is based on short- and long-term memory research in the volatility of returns, that it exhibits a non-normal distribution, that the role of liquidity and investor's horizon is mentioned instead of market efficiency, and that it does not have a link with market efficiency, have attracted the attention of researchers in the face of the Efficient Market Hypothesis. According to the Fractal Market Hypothesis (FMH), returns in the markets can be predicted in the long term by technical analysis. Therefore, essentially all of the articles in the literature analyzing the existence of long-term memory can be included in the scope of an FMH research. The founder of FMH is Peters (1994), and this academician researched the application of chaos theory and fractal in his work (Bezgin, 2022:141-142).

In this article, whether the Fractal Market Hypothesis is valid in the MSCI Emerging Markets Latin America Index-USD is analysed in the context of long memory existence. The countries covered by this index are Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru. According to the review made in the literature, there is no similar study with current data utilising relevant methods on this index. Therefore, it is thought that this analysis will make contribution to literature. It is believed that if there is a long memory in the volatility series, it can help investors, academicians and portfolio managers, especially in pricing of derivative products, portfolio diversification and risk management, since volatility is predictable (Eyüboğlu vd., 2022: 703).

Daily returns between 05/11/1997 and 16/11/2023 are used in the study. Data is obtained from the Refinitiv-Eikon database. After performing basic tests with the data, the lag numbers that constitute the most appropriate ARMA structure of the index are determined as ARMA(4,6) according to AIC. Here, according to the principle of economy, the number of lags is desired to be as low as possible. Then, after this most appropriate lagged ARMA model is estimated with OLS, GARCH derivative models are estimated in the continuation of the analysis, since the ARCH effect is detected in the error term in this ARMA model.

As it can be examined in Table 4 (Tablo 4), best model for the relevant data is ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1) model with GED distribution, which gives the minimum Akaike information criterion and the maximum log likelihood value (Ln(L)). This determination indicates that this model is generally the most suitable model. Since the d coefficient in the model is greater than 0.5 and significant, long memory does not exist in the series. In other words, according to the applied methods, the Fractal Market Hypothesis is not valid for this index. Since the d coefficient is greater than 0.5 and is significant, even if the process tends to return to the mean, stationary in terms of covariance will not be ensured and it will have infinite variance. Therefore, it will take a very long time for the process to return to the mean (Buğan, Çevik ve Çevik, 2019: 227). In addition, the coefficients of the ARCH and GARCH terms in the resulting model are also insignificant. Since the theta1 coefficient, which shows leverage, is negative and significant at 1%, it can be stated that negative news that has a leverage effect in the series increases volatility more than positive news. Theta2 coefficient, which expresses the size of the effect, is positive and significant at 1%.

## GİRİŞ

Fama (1965)'nin önerdiği Etkin Piyasa Hipotezine göre, hisse senetleri fiyatının erişilebilen bütün bilgiyi yansıtması halinde piyasa etkindir önermesi desteklenmektedir. Etkinlik, zayıf, yarı güçlü ve güçlü formda etkinlik olarak üçe ayrılabilir. Zayıf formda etkinlik olduğunda hisse senedi fiyatı bütün geçmiş fiyat bilgisini yansıtmaktadır. Yarı güçlü formda etkinlik olduğunda kamuoyunun ulaşabildiği tüm bilgiler de hisse senedi fiyatlarına dâhildir. Güçlü formda etkinlik olduğunda ise içeriden gelen bilgiler de ilave olarak hisse senedi fiyatlarına yansımaktadır. Yani piyasa güçlü formda etkin olduğunda varlığın fiyatı hâlihazırdaki bütün bilgileri yansıtmaktadır ve anormal getiri elde etmek çok zordur. Etkin Piyasa Hipotezi fiyatın bağımsız olduğu ve tahmin edilemez yapıda olduğunu ileri süren rassal yürüyüş ile ilgilidir. Fiyatlar rassal yürüyüş sergilediği durumda, fiyatlar geçmiş döneme ilişkin fiyatın etkisi altında kalmamakta, yani kısa hafıza özelliği göstermektedir (Eyüboğlu vd., 2022: 703).

Finans piyasasının sistematik olmaması ve karmaşık yapıya sahip olması yatırımcı ve akademisyenin piyasaya farklı perspektiften yaklaşmasına sebep olmuştur. Fraktal geometrinin geliştirdiği çalışmalar sayesinde kaotik ve karmaşık bir yapıda olan piyasa davranışı daha net analiz edilebilir hale gelmektedir (Mulligan, 2000: Mulligan, 2003; Peters, 1991). Fraktal geometri kaotik ve karmaşık yapılarının geometrisi anlamına gelmektedir. Fraktal geometri, doğadaki birimleri simetrik olan nesneye dönüştüren bir vasfa sahip Öklid geometrisi aksine karışık ve asimetric sistemi incelemektedir. Fraktallar her bir parçası bütün yapı ile benzerliğe sahip yapıdır. Buna örnek olarak ağaç ve benzerlik gösteren ağacın dalları verilebilir. Bu nedenle finans piyasasının fraktal yapı sergilemesi doğrusallık göstermeyen bir sistem olduğunun işareti olabilir. Bu durumda Etkin Piyasa Hipotezi daha da sorgulanabilir hale gelmektedir. Black Scholes (1973)'un opsiyonları fiyatlayan modelin, Sharpe (1964)'in sermaye varlıklarının fiyatlandırılması modelinin ve Markowitz (1952)'in geliştirdiği ortalama varyans yaklaşımının normal yani gauss dağılım sergilediği kabulünün sorgulanmasının gerektiği ifade edilebilir (Aygören, 2008: 126).

Fama'nın öne sürdüğü Etkin Piyasa Hipotezi bağlamında finansal zaman serilerinin irdelenmesinde, uzun hafızanın bulunmaması, eş varyanslılık, getirinin normalliği, varlık getirilerinde bağımsızlık gibi varsayımlarda bulunulması; Fraktal Piyasa Hipotezi'nde ise getirinin volatilitesinde kısa ve uzun dönem hafıza araştırmasına dayanmış olması, normal olmayan dağılım sergilendiğinin ifade edilmesi, piyasa etkinliği yerine likidite ve yatırımcının ufkunun rolünden bahsedilip piyasa etkinliğine bağlanılmaması Etkin Piyasa Hipotezi karşısında araştırmacıların dikkatlerini çekmesine neden olmuştur. Fraktal Piyasa Hipotezi'ne (FPH) göre piyasalarda getiriler uzun vadede teknik analiz yapılarak tahmin edilebilir. Bu yüzden esasen literatürde yapılan uzun dönem hafızanın varlığını analiz eden makalelerin tamamı bir FPH araştırması kapsamına sokulabilir (Bezgin, 2022: 141).

Fraktal, Manderbot'un ifadesiyle kaos teorisi ile farklı kavramlardır, ancak finansal yazındaki sınıflama sebebiyle kaos teorisinin çerçevesinde konumlanmaktadır. Selvam vd. (2011)'in ifade ettiği gibi fraktal piyasalar hipotezi tanımlanırken FPH finans için fraktal ve kaos teorisinin uygulanmasını analiz eden hipotez konumundadır. Cao ve Ling (2022) ise fraktalların teorisini doğrusal yapı sergilemeyen teorisinin mühim bir dalı olarak göstermektedir. FPH'nin kurucusu Peters (1994)'dir ve bu akademisyen çalışmasında kaos teorisine fraktalın uygulanmasını araştırmıştır (Bezgin, 2022: 142).

Bu makalede MSCI Latin Amerika gelişmekte olan ülkelerinin oluşturduğu endekste (MSCI Emerging Markets Latin America Index-USD) Fraktal Piyasa Hipotezi'nin geçerli olup olmadığı uzun hafıza varlığı bağlamında analiz edilecektir. Bu endeksin kapsadığı ülkeler Brezilya, Şili, Kolombiya, Meksika ve Peru'dur. Literatürde yapılan incelemeye göre bu endekste ilgili metotları kullanarak yapılan güncel veri ile benzer bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle bu analizin literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Volatilite serisinde uzun hafıza bulunduğu durumunda volatilité tahmin edilebilir yapıda olduğundan özellikle türev ürünün fiyatlandırılması, portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetimi konularında yatırımcı, akademisyen ve portföy yöneticisine yardımcı olabileceğine inanılmaktadır (Eyüboğlu vd., 2022: 703).

Çalışmanın ikinci bölümünde konu ile alakalı literatür taraması yapılacaktır. Üçüncü bölümde kullanılan veri ile metodoloji ile ilgili bilgi verilecektir. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular sunulacak ve sonuç bölümü ile makale sonlanacaktır.

## 1. Literatür Taraması

Akademik yazın incelendiğinde tüm dünyada geçmiş araştırmalarda farklı ülke endekslerinde, farklı dönemler için ve farklı teknikler kullanılarak uzun hafızanın analiz edildiği görülmektedir. Aşağıdaki tabloda bu çalışmalardan bir kısmı kullanılan yöntemler biçiminde gruplandırılarak özetlenmektedir. Analizlerin bulgularında genellikle farklı sonuçlar elde edildiği ve genel bir konsensüs olmadığı dikkati çekmektedir.

R/S testi kullanılarak yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Cheung ve Lai (1995) 18 ülkeyi (MSCI Endeksi) 1970-1992 arasında modifiye R/S testi ve kesirli fark testi ile analiz etmiş ve uzun hafıza için çok az destek bulunmuştur. Cheung vd. (2000)'nin makalesinde ise Asya endeksleri Lo (1991) modifiye R/S testi ile ele alınmış, getiride uzun hafıza bulunmazken, volatilitede uzun hafıza tespit edilmiştir. Ayrıca Quang (2005) 1993 ile 2004 arasındaki periyotta PX 50(Çek hisse senedi endeksi)'i incelemiş ve elde ettiği bulgulara göre endeks rassal yürüyüş takip etmemektedir ve etkin piyasa olmaktan oldukça uzaktır. Aygören (2008) ise araştırmasında İMKB'yi 1987-2007 arasında R/S analizi ile incelemiş ve endeksin davranışı fraktal yapıya uygun bulunmuştur.

Bazı araştırmacılar da uygulamada ARFIMA & FIGARCH türevi modellere yoğunlaşmış ve yine farklı ülkeler ve farklı periyotlar için çelişen neticelere ulaşılmıştır. Örneğin Panas ve Ninni (2010) makalesinde Londra Metal Borsası'nı 1989-2000 için ARFIMA modeli ile incelemiş ve fraktal özellikler tespit edilmiştir. Çevik ve Topaloğlu (2014) ise araştırmalarında BİST 100 ve BİST 30 endekslerini 1988 ile 2014 arasında A-FIGARCH yöntemi ile analiz etmiştir. Bulgularına göre koşullu varyansta uzun hafıza bulunmaktadır ve endeksler zayıf formda etkin değildir. Bunun dışında, Özdemir ve Çelik (2020) 2002 ile 2017 arasında S&P 500(ABD) ve BİST 100(Türkiye)'ü irdelemiş, her iki endekste de getiride uzun hafıza yokken, volatilitede uzun hafıza olduğu belirlenmiştir. Özdemir vd. (2021) ARFIMA-FIGARCH yöntemi ile 2011 ile 2019 arası için Model Portföy Endeksi, BİST Katılım-50 ve BİST Katılım-30 endeksini analiz etmiştir, volatilitede serisinde uzun hafıza özelliği, endeksin getirisinde ise kısa hafıza varlığı tespit edilmiştir. Tripathy (2022) BRICS endekslerini 2000-2019 için ele almıştır ve endekslerin uzun hafıza özelliği taşıdığı iddia edilmiştir. Eyüboğlu vd. (2022) ise 2000 ile 2021 arasında Türkiye BİST Ana Sektör Endekslerini FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri ile analiz etmiştir ve endekslerin uzun hafıza özelliği taşıdığı sonucuna ulaşımlardır.

Analistler tarafından uzun hafıza testi son yıllarda MF-DFA analizi yardımı ile çok sayıda çalışmada yapılmıştır. Örneğin Ali vd. (2018) 2003-2016 arasında 12 Geleneksel ve İslami Endeksi incelemiştir. Bulgularına göre Rusya, Ürdün ve Pakistan hariç tüm İslami endeksler geleneksel endekslerden daha etkindir. Gelişmekte olan ülkelerin endeksleri genelde daha etkindir. Mensi vd. (2018) 2005 ile 2018 arasında 5 Körfez ülkesi endekslerini ele almıştır ve tüm endekslerin çoklu fraktal yapı sergilediği neticesine ulaşmıştır. Yine Mensi vd. (2019) bu defa Yunanistan, İrlanda, Portekiz, İspanya ve İtalya ile global ve ABD piyasalarına 1999-2017 arası periyot için yoğunlaşmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre Yunanistan endeksi en yüksek etkisiz piyasa iken, Portekiz ve İrlanda kısa ve uzun vadede en az etkisiz endekslerdir. Kısa vadede global ve bölgesel endeksler Avrupa ülkelerinden daha az etkindir. Tiwari vd. (2019) 8 gelişmiş ve 2 gelişmekte olan ülke borsasına eğilmiş, elde ettiği bulgulara göre endeksler çoklu fraktal yapıya sahiptir ve zayıf formda etkin değildir. Hkiri vd. (2021) 2005 ile 2016 arasındaki dönem için Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerini analiz etmiştir. Bulgular çoklu fraktal yapıyı desteklemekte ve düşük formda etkinlikten uzak olduğunu göstermektedir. Maciel (2023) makalesinde 2015 ile 2022 arası için Brezilya borsasını incelemiştir. Kovid pandemisi sonrasında ve öncesinde çoklu fraktal yapı teyit edilmiştir. Pandemiden sonra Brezilya borsasında işlem gören hisse senetlerinin etkinliği daha da azalmıştır. Lee ve Choi (2023) 2007-2022 arasında 23 gelişmiş, 22 gelişmekte olan ve 15 öncü ülkelerin borsalarını ele almıştır ve finansal olarak ileri ülkelerin (İsviçre, İngiltere ve ABD gibi) diğer endekslerden daha etkindir sonucuna ulaşmıştır. Saadaoui (2024) makalesinde 2010-2023 dönemi için Kuzey Afrika borsalarını (Mısır, Fas ve Tunus) incelemiştir ve anlamlı asimmetrik çoklu fraktal yapı bulunmuştur.

Yukardaki yöntemlerden de farklı çalışmalar da literatürde bulunmaktadır. Örneğin Lim (2007) 1992-2005 arasındaki dönem için 13 farklı ülkeyi (Arjantin, Brezilya, Şili, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Filipinler, Güney Kore, Tayvan, Tayland, Japonya, ABD) doğrusal olmayan perspektiften incelemiştir. ABD en etkin piyasa olarak bulunurken, Arjantin en düşük etkinliğe sahip borsa olarak belirlenmiştir. Onali ve Goddard (2010) ise analizlerini bu defa Hurst bileşeni tahmini ile 1995-2009 arasında yapmışlardır ve Çek borsası için uzun hafıza belirlenirken, İsviçre ve İspanya borsaları için daha zayıf uzun hafıza saptanmıştır. Diğer 5 ülke borsası için uzun hafıza yönünde kanıt bulunamamıştır. Kumar ve Bandi (2015) Hindistan borsası endekslerini 1999-2013 arasında dalgacık temelli metod ile incelemiş ve elde ettiği bulgulara göre Hindistan borsaları muhtemelen iç politik türbülanslar, uluslararası sermaye piyasalarındaki finansal krizlerden ve ekstrem olaylar esnasında yatırımcının davranış değişikliğinden etkilenmektedir. Moradi vd. (2019) Londra ve Tahran borsalarını 2007 ile 2013 arasında L-co-R algoritması için analiz etmiştir ve Fraktal Piyasa hipotezi Tahran borsası için kabul edilirken, Londra Borsası için reddedilmiştir. Lahmire vd. (2022) ise 2018-2022 arasında Avrupa endüstri sektörlerini Bootstrap dalgacık spektrum analizi ile analiz etmiş ve fraktal piyasa hipotezi lehine güçlü bulgular elde etmiştir.

Analizlerinde metot olarak parametrik ve yarım parametrik yöntemler kullanan makaleler de mevcuttur (Çevik, 2012; Jawadi vd., 2015). Çevik (2012) araştırmasında İMKB'deki 10 sektör endeksini 1997-2011 arasında irdelemiş ve İMKB'nin etkin bir piyasa olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Jawadi vd. (2015) dünya, gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş İslami endeksleri 2002 ile 2012 arasında ele almış ve Dow Jones İslami Gelişmekte Olan Endeks İslami Gelişmiş Endekse kıyasla daha az etkin bulunmuştur. Rodriguez (2016) ile Ojeda Cunya ve Rodriguez (2016) ise çalışmalarında RLS ve ARFIMA yöntemlerinden faydalanmıştır. Rodriguez (2016) 1988-2013 yılları arasında Latin Amerika ülkelerini (Arjantin, Brezilya, Şili, Meksika ve Peru) incelemiş ve seviye kaymaları dikkate alındığında uzun hafıza özellikleri ve GARCH etkilerinin kaybolduğunu iddia etmiştir. Ojeda Cunya ve Rodriguez (2016) Peru'yu 1990 ile 2013 arasında ele almış ve seviye kaymaları göz önüne alındığında uzun hafızanın kaybolduğu sonucuna ulaşmıştır.

## 2. Veri ve Metodoloji

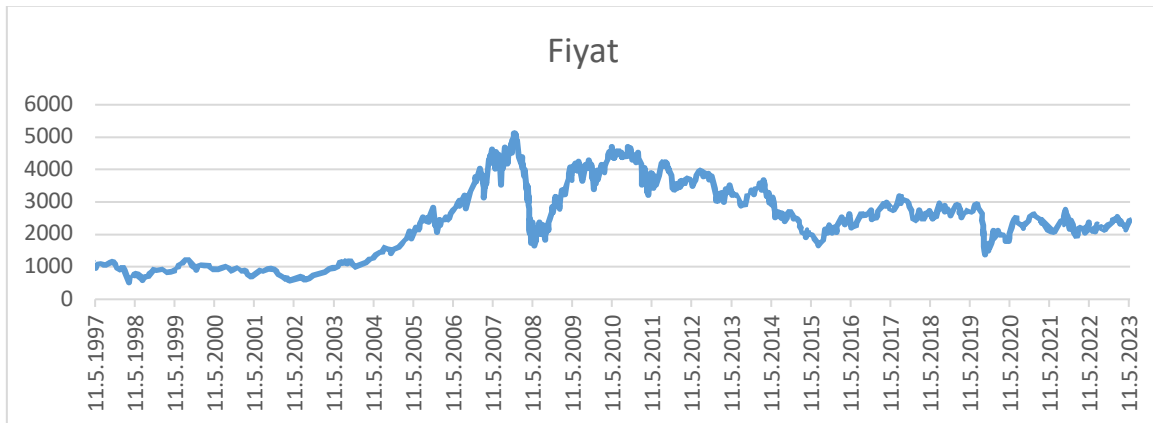
### 2.1. Veri

Çalışmada 05/11/1997 ile 16/11/2023 tarihleri arasındaki MSCI Gelişmekte Olan Ülkeler Latin Amerika dolar endeksi günlük kapanış fiyatlarından faydalanılmaktadır. İlgili data Refinitiv-Eikon veri tabanından sağlanmıştır. Kullanılan gözlem sayısı 6771 adettir. Öncelikle günlük kapanış fiyatları durağanlığı sağlamak amacıyla  $R_t = 100 * \log(P_t/P_{t-1})$  bileşik getiri formülü ile günlük getirilere dönüştürülmüştür.

Burada  $R_t$ ; ilgili endeksin t periyoduna ilişkin getirisi,  $P_t$ ; t dönemindeki ilgili endeksin kapanış fiyatını temsil etmektedir.

Endeks için getirilere dönüştürülmeden önceki eldeki verinin ham fiyat grafiği aşağıda Şekil 1'de sunulmuştur:

**Şekil 1: Endeksin Ham Fiyat Grafiği**





Aşırı gözlemlerden arındırılan getirilerin tanımlayıcı istatistiği Tablo 1’de sunulmuştur. Serinin ortalaması 0.0025577’dir. Maksimum ve minimum değerleri sırasıyla 4.8088 ve -5.9479’dur. Standart sapması 1.4812’dir. Çarpıklık değeri negatif olduğundan seri sola çarpıktır ve basıklığı 3’den büyük olduğu için seri aşırı basık özelliğine sahiptir. Jarque-Bera istatistiğinin olasılığı 0 olduğu için seri normal dağılmamıştır.  $Q(50)$  ve  $Q^2(50)$  veride hem otokorelasyon ve ARCH etkisinin bulunduğu ifade edilebilir. Ayrıca ADF, PP ve KPSS birim kök testlerine göre getiri serisi %1 anlamlılıkta durağandır. Burada ADF ve PP testlerinde  $H_0$ : Birim kök var şeklinde kurulurken, KPSS testinde  $H_0$ : Birim kök yok olarak kurulmaktadır. Veri grafiği topluca değerlendirildiğinde seride volatilité kümelenmesinin olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Buradan da GARCH yöntemi ile modelleme yapmanın uygun olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistik**

Latin Amerika Endeksi	
Gözlem Sayısı	6770
Ortalama	0.0025577
Maksimum	4.8088
Minimum	-5.9479
Standart Sapma	1.4812
Çarpıklık	-0.33745
Basıklık	3.97835
Jarque-Bera	398.49 [0.000]
Q(50)	194.613 [0.000]
Q <sup>2</sup> (50)	2181.66 [0.000]
ARCH (1-2)	116.62 [0.000]
ADF Birim Kök Testi	-72.23098***
PP Birim Kök Testi	-72.42269***
KPSS Birim Kök Testi	0.111696

\*\*\* %1’de anlamlılığı, [ ] değerleri olasılığı göstermektedir.

## 2.2. Metodoloji

Veri ile temel testler yapıldıktan sonra öncelikle Akaike bilgi kriterine (AIC) göre endeks için en uygun ARMA yapısını oluşturan gecikme sayıları bulunmaya çalışılacaktır. Burada tutumluluk prensibine göre gecikme sayısının mümkün olduğu kadar düşük olması istenmektedir. Daha sonra en uygun gecikmeli ARMA modeli tahmin edilerek bu ARMA modelinde hata teriminde ARCH etkisi olup olmadığına bakılacaktır. ARCH etkisi çıkması halinde aşağıdaki GARCH türevi modeller tahmin edilecektir. Burada modelin isminde geçen FI terimi seride uzun hafıza tahmini de yapıldığını göstermektedir.

- **FIGARCH Modeli**

Son senelerdeki çalışmalar volatilitedeki şokların etkisinin kalıcı olduğu göstermektedirler ve bu durum akademik yazında uzun hafıza şeklinde ifade edilmektedir. Baillie vd. (1996) tarafından FIGARCH modeli geliştirilmiştir ve bu modelin açılımı kesirli bütünleşik GARCH modeli olarak ifade edilebilir. Bu modelin kuruluş amacı olası uzun hafızayı belirleyebilmektir (Eyüboğlu vd., 2022: 707).

$$h_t^2 = \omega[1 - \beta L]^{-1} + [1 - (1 - \beta L)^{-1}(1 - \theta L)(1 - L)^d] \varepsilon_t^2$$

Burada  $d$  uzun hafıza parametresi ve  $L$  ise gecikme operatörünü göstermektedir.  $\alpha, \beta < 1$ ,  $\omega > 0$  ve  $1 \geq d \geq 0$

$0 < d < 0.5$  olduğunda sürecin uzun hafızaya sahip olduğu ifade edilmektedir.  $d \geq 0.5$  olursa sürecin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.  $d=0$  ise bu sürecin kısa hafızalı olduğunu işaret etmektedir.

- **FIEGARCH Modeli**

Uzun hafıza ile beraber finansal piyasada gözlemleyebildiğimiz bir başka durum da kaldıraç etkisinin olmasıdır. Başka bir ifade ile, finansal piyasada gelen haberin volatilité üzerinde etkisi asimetrik olmakta ve iyi haberlere kıyasla kötü haberlerin volatilitéyi daha fazla yükselttiği gözlemlenebilmektedir ve bu durum kaldıraç etkisi şeklinde ifade edilmektedir (Buğan, Çevik ve Çevik, 2019: 228).

Volatilitéde kaldıraç ile uzun hafızanın etkilerini beraber incelemek istersek, FIEGARCH modelinin tahminini yapmamız gerekmektedir.

$$\log(h_t^2) = \omega + \Phi(L)^{-1}(1 - L)^{-d}[1 - \alpha(L)]g(z_{t-1})$$

Bu formülde  $g(z_t) = \theta z_t + \gamma[|z_t| - E|z_t|]$ 'i ifade etmektedir ve birinci terim işaret etkisini, ikinci terimse hacim etkisini göstermektedir.

- **FIAPARCH Modeli**

FIAPARCH modeli aşağıdaki şekilde modellenmektedir:

$$h_t^2 = \omega(1 - \beta)^{-1} + [1 - (1 - \beta L)^{-1}(1 - \Phi L)(1 - L)^d](|\varepsilon_t| - \gamma \varepsilon_t^2)^\delta$$

Bu formülde  $1 \geq \gamma \geq -1$ ,  $\alpha, \beta < 1$ ,  $\omega, \delta > 0$  ve  $1 \geq d \geq 0$  şartları sağlanmalıdır.

$\gamma > 0$  olduğunda negatif şokların, pozitif şoklardan daha fazla volatilitéde etki yaptığı ifade edilebilir (Eyüboğlu vd., 2022: 708).

Eldeki seri için bu üç model hem student-t hem de GED dağılımı kullanılarak tahmin edilecek, en uygun modeli tespit edebilmek için minimum Akaike bilgi kriteri ve maksimum log-olabilirlik değerine sahip olan seçilecek ve seçilen model üzerinden olası uzun hafıza yorumları yapılacaktır.

### 3. Bulgular

İlk olarak veri için en uygun AR ve MA gecikmelerinin saptanması gerekir. Bu amaçla getiri serisinin vasıflarına göre en ideal model formunu belirlemek için farklı  $p$  ve  $q$  değerleri için ek küçük kareler yöntemi ile tahmin yapılabilir. Aşağıdaki tabloda görülebileceği üzere en uygun yapı ARMA(4,6) olarak saptanmıştır çünkü Akaike bilgi kriterine göre en uygun yapı minimum değerini veren bu gecikmelerdir (Işıklar, 2016:5; Soykan, 2024: 148)



**Tablo 2: Uygun ARMA Yapısının Saptanması**

AR/MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000	4.000000	5.000000	6.000000
0.000000	3.622584	3.606304	3.606592	3.606880	3.607073	3.607251	3.607464
1.000000	3.606480	3.606591	3.606877	3.607165	3.607317	3.607483	3.607739
2.000000	3.606605	3.606883	3.607167	3.605207	3.605499	3.605655	3.605951
3.000000	3.606861	3.607152	3.605598	3.605500	3.605678	3.605929	3.606170
4.000000	3.607125	3.607308	3.605432	3.605667	3.605949	3.607515	3.605090
5.000000	3.607199	3.607454	3.605660	3.605881	3.606159	3.605960	3.605274
6.000000	3.607442	3.607733	3.605955	3.606163	3.606453	3.605294	3.605580

Bu en uygun ARMA modeli tahmin edildikten sonra otokorelasyon ve değişen varyans sorunun halen devam edip etmediğini görmek için  $Q(20)$  ve  $Q^2(20)$  ile ARCH testleri yapılmıştır. Aşağıdaki tablodan anlaşıldığı üzere seride ARMA tahmin edildikten sonra otokorelasyon sıkıntısı kalmazken, halen ARCH etkisi vardır. Bu nedenle serilere ARMA-GARCH türevi modelleri uygulanacaktır. Bu modeller oluşturulurken seri normal dağılmadığı için Gauss dağılımı kullanılmayacak, bunun yerine hem student hem de GED dağılımı kullanılacaktır.

**Tablo 3. Otokorelasyon ve ARCH Testleri**

Test İstatistiği	Değer	Olasılık
<b>Q(20)</b>	17.720	0.000
<b>Q<sup>2</sup>(20)</b>	1218.6	0.000
<b>ARCH(1-2)</b>	95.27206	0.000

Aşağıdaki tabloda (Tablo 4) incelenebileceği üzere ilgili veri için en uygun model minimum Akaike bilgi kriteri ve maksimum log olabilirlik değerini ( $\ln(L)$ ) veren GED dağılımlı ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1) modelidir. Bu saptama genel olarak en uygun modelin bu model olduğunu ifade etmektedir. Modelde d katsayısı 0.5'den büyük ve anlamlı olduğundan seride uzun hafıza yoktur. Yani uygulanan yöntemlere göre Fraktal Piyasa Hipotezi bu endeks için geçerli değildir. d katsayısı 0.5'den büyük olduğu ve anlamlı olduğu için sürecin her ne kadar ortalamaya dönme eğilimi sergilese bile kovaryans açısından durağanlığı sağlanamayacak ve sonsuz varyanslı olacaktır. Bu yüzden sürecin ortalamaya dönüşü çok uzun bir zaman geçmesini gerektirecektir (Buğan vd. 2019: 227). Ayrıca elde edilen modelde ARCH ve GARCH terimlerinin katsayıları da anlamsız çıkmıştır. Kaldırıcı gösteren theta1 katsayısı negatif ve %1'de anlamlı çıktığından seride kaldiracı etkisi bulunduğu olumsuz haberlerin olumlu haberlere kıyasla volatilitiyi daha fazla artırdığı ifade edilebilir. Etkinin büyüklüğünü ifade eden theta2 katsayısı ise pozitif ve %1'de anlamlı çıkmıştır.

**Tablo 4. Tahmin Edilen ARMA-FIGARCH Modelleri**

	ARMA(4,6)-FIGARCH(1,d,1)		ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1)		ARMA(4,6)-FIAPARCH(1,d,1)	
	Student-t dağılımı	GED dağılımı	Student-t dağılımı	GED dağılımı	Student-t dağılımı	GED dağılımı
<b>Sabit(O ortalama da)</b>	0.062729 (0.0003)	0.060287 (0.0004)	0.035300 (0.0578)	0.035332 (0.0410)	0.028577 (0.1682)	0.035438 (0.0452)
<b>AR(1)</b>	1.128368 (0.0000)	1.106141 (0.0000)	1.019987 (0.0000)	-0.255615 (0.0506)	-0.167414 (0.1267)	1.114894 (0.0000)
<b>AR(2)</b>	-0.609630 (0.0493)	-0.546736 (0.0000)	-0.443002 (0.0000)	1.122489 (0.0000)	1.386728 (0.0000)	-0.571258 (0.0000)
<b>AR(3)</b>	0.255244 (0.5316)	0.193641 (0.0000)	0.172409 (0.0000)	0.001553 (0.9903)	0.182850 (0.1273)	0.215432 (0.0117)
<b>AR(4)</b>	-0.416645 (0.079)	-0.388650 (0.0000)	-0.426619 (0.0000)	-0.660413 (0.0000)	-0.523745 (0.0000)	-0.399853 (0.0000)
<b>MA(1)</b>	-1.014485 (0.0000)	-0.992217 (0.0000)	-0.900972 (0.0000)	0.375815 (0.0030)	0.288127 (0.0092)	-0.996240 (0.0000)
<b>MA(2)</b>	0.474355 (0.1204)	0.411450 (0.0000)	0.315429 (0.0000)	-1.098715 (0.0000)	-1.370982 (0.0000)	0.434508 (0.0000)
<b>MA(3)</b>	-0.181599 (0.6315)	-0.124689 (0.0122)	-0.114246 (0.0000)	-0.148338 (0.2569)	-0.362934 (0.0016)	-0.143145 (0.1096)
<b>MA(4)</b>	0.384927 (0.0439)	0.361811 (0.0000)	0.400456 (0.0000)	0.654336 (0.0000)	0.503333 (0.0000)	0.372277 (0.0000)
<b>MA(5)</b>	0.040981 (0.2515)	0.039186 (0.0431)	0.048836 (0.0002)	0.073542 (0.0105)	0.081832 (0.0000)	0.038488 (0.0793)
<b>MA(6)</b>	0.001422 (0.9150)	-0.000721 (0.9545)	-	-0.003618 (0.7989)	0.011922 (0.3384)	0.005140 (0.6864)
<b>Sabit(V aryasta)</b>	0.114018	0.127107 (0.0025)	0.573173 (0.0011)	0.517919 (0.0013)	0.189945 (0.0011)	0.213795 (0.0004)
<b>d- Figarch</b>	0.356752	0.334025 (0.0000)	0.592691 (0.0000)	0.578303 (0.0000)	0.229162 (0.0000)	0.223213 (0.0000)

**Tablo 4. Devamı**

<b>ARCH (Phi1)</b>	0.204090	0.210492 (0.0009)	0.708366 (0.2644)	0.674999 (0.2920)	0.238287 (0.0099)	0.224257 (0.0158)
<b>GARCH (Beta1)</b>	0.516842	0.498721 (0.0000)	0.217829 (0.5290)	0.201786 (0.5856)	0.418003 (0.0001)	0.396689 (0.0002)
<b>APARCH H(Gamma1)</b>	-	-			0.686114 (0.0001)	0.616243 (0.0000)
<b>APARCH H(Delta)</b>	-	-			1.518339 (0.0000)	1.539903 (0.0000)
<b>EGARCH(The ta1)</b>	-	-	-0.068533 (0.0000)	-0.070412 (0.0000)	-	-
<b>EGARCH(The ta2)</b>	-	-	0.108468 (0.0000)	0.111765 (0.0000)	-	-
<b>Ln(L)</b>	-11845.8	-11838.6	-11802.5	<b>-11798.6</b>	-11802.9	-11798.7
<b>AIC Kriteri</b>	3.504236	3.502088	3.491732	<b>3.490859</b>	3.492142	3.490914
<b>Q(50)</b>	52.7835 (0.0848602)	53.4994 (0.0750208)	50.1009 (0.1558994)	53.3363 (0.0771741)	45.2073 (0.2635167)	48.8033 (0.1602483)
<b>Q<sup>2</sup>(50)</b>	62.2546 (0.0810347)	61.7284 (0.0880555)	70.2341 (0.0198569)	70.8102 (0.0177616)	73.8340 (0.0096937)	75.9473 (0.0062267)

## SONUÇ

Etkin Piyasa Hipotezi, politika oluşturucular, portföy yöneticileri, kurumsal ve bireysel yatırımcılar bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden ilgili yazın incelendiğinde bu konunun sıklıkla ele alındığı görülmektedir. Etkin Piyasa Hipotezi'nde, piyasada bulunan bütün bilginin hisse senedi fiyatına yansıdığını ve anormal getiri elde edilemeyeceği savunulmaktadır (Bugan vd., 2019: 236-237). Fraktal Piyasa Hipotezi bunun tam tersine incelenen endekste uzun hafızanın varlığını savunmakta, geçmiş fiyatlar analiz edilerek ilerideki fiyatların veya getirilerin tahmin edilebileceğini öne sürmekte yani bir bakıma teknik analiz vs. yapmanın avantaj sağlayacağını ifade etmektedir. Uzun hafızanın bulunması portföyün oluşturulması, çeşitlendirilmesi ve revizyona tabi tutulmasında ve yatırım kararına katkısı olabildiğinden yatırımcıya çok sayıda ipucu sağlayabilmektedir (Eyüboğlu vd., 2022: 717).

Bu çalışmada MSCI Latin Amerika Gelişmekte Olan Ülkeler endeksinde en uygun modelin en düşük AIC ve en yüksek log olabilirlik veren GED dağılımına sahip ARMA(4,6)-FIEGARCH(1,d,1) olduğu görülmektedir. Modelde uzun hafıza parametresi olarak da adlandırılan d katsayısı 0.5'den büyük ve anlamlı olduğundan süreç durağan değildir ve bu nedenle seride uzun hafıza bulunmamaktadır. Yani uygulanan yöntemlere göre Fraktal

Piyasa Hipotezi bu endeks için geçerli değildir. Bu makalenin bulguları aynı bölgeyi araştıran Rodriguez (2016), Ojeda Cunya ve Rodriguez (2016)'in analiz bulgularını desteklerken, Rodriguez (2017)'in bulguları ile çelişmektedir.  $d$  katsayısı 0.5'den büyük ve anlamlı olduğu için her ne kadar süreç ortalamaya yaklaşma eğilimi sergilese de, kovaryans da durağanlık sağlanamayacak ve bu nedenle sonsuz varyansa sahip olacaktır. Bu nedenle, sürecin ortalamaya dönmesi çok uzun zaman alacaktır (Buğan, Çevik ve Çevik, 2019: 22). Bunlardan ötürü volatilité serisinde uzun hafıza olmadığından ve volatilité tahmin edilebilir olmadığından, bu bilgilerin yatırımcılara, akademisyenlere ve portföy yöneticilerine, özellikle türev ürünlerinin fiyatlaması, portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetimine oldukça kısıtlı katkısı olacaktır. Yatırımcıların gerçekleştireceği teknik analizler finansal piyasadaki volatilitéyi tahminde faydalı olamayacaktır. Piyasada uzun hafıza tespit edilmediği için piyasa düzenleyicileri piyasalarda etkinliği sağlayacak tedbirler almaya devam etmeli ve bilginin daha hızlı bir biçimde yayılımı sağlayacak önlemler almalıdır (Eyüboğlu vd., 2022: 703,717).

Çalışmada tespit edilen en uygun model olan FIEGARCH modelinin eksik tarafı bu modelin koşullu varyansı ile koşullu getirisi arasındaki olası direkt geri bildirim mekanizması olmaması gösterilebilir. Bu kullanılan FIEGARCH modelinin diğer standart GARCH modellerine kıyasla üssel formda olduğu için parametrelerin negatif olmama kısıtının kalkması ve olumsuz bilgilerin olası kaldırıcı etkisini göz önüne alması nedeniyle üstün olduğu ifade edilebilir. Ayrıca GARCH modeli klasik ARCH modeline kıyasla daha da cimri olmaya meyillidir, yani daha az sayıdaki değişken ile daha etkili tahmini başarabilmektedir. Bundan sonraki akademik çalışmalarda yapısal kırılmalar da dikkate alınabilir, gözlem büyüklüğü azaltılabilir veya çarpık student t dağılımı ile bulguların güçlü olup olmadığı analiz edilebilir. Bu farklılıklar uygulandığında sonuçların değişip değişmediği incelenebilir. Ayrıca ileriki çalışmalarda bu makalede elde edilen uzun hafızanın tespit edilemediği bulguların piyasanın etkin olup olmadığı ile olası yönde desteklenebilmesi için rassal yürüyüş testi yapılabilir ve rassal yürüyüş reddedilmediği durumda incelenen endeksin etkin olduğu da ifade edilebilir. Bunun dışında ilerideki analizlerde sadece varyans denkleminde uzun hafızanın araştırılması yerine hem ortalama denkleminde hem de varyans denkleminde olası çift uzun hafıza varlığı incelenebilir. Ayrıca uygulamada ileride analizlerde GARCH yöntemleri dışında stokastik volatilité de ele alınarak incelenebilir.

## KAYNAKLAR

- ALİ, S., SHAHZAD, S.J.H., RAZA, N. & AL-YAHYAE, K.M. (2018). Stock market efficiency: A comparative analysis of Islamic and conventional stock markets. *Physica A*, 503, 139-153
- AYGÖREN, H. (2008). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının Fractal Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 125-134
- BEZGİN, M.S. (2022). Finansal Piyasalarda Fraktal Piyasa Hipotezi: Fraktal Piyasa Hipotezi'nin Etkin Piyasa Hipotezi ile Karşılaştırmalı Bir İncelemesi. (Edt: Karaçayır, E., Yıldız, Ş. Ve Kurt, D.B.) *Ekonomi ve Finans Üzerine İncelemeler*, Nobel Bilimsel, Eylül, 1. Basım, 141-164
- BLACK, F. & SCHOLES (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, 637-659
- BODART, V. & CANDELON, B. (2009). Evidence of Interdependence and Contagion Using a Frequency Domain Framework, *Emerging Markets Review*, 10(2), 140-150
- CAO, G. & LING, M. (2022). Asymmetry and Conduction Direction of the Interdependent Structure Between Cryptocurrency and US Dollar, Renminbi and Gold Markets. *Chaos, Solitons & Fractals*, 155 (C), 111671, 1-10
- CHEUNG, Y & LAI, K.S. (1995). A search for long memory in international stock market returns. *Journal of International Money and Finance*, 14(4), 597-615
- CHUNG, H., LIN, W.T. & WU, S. (2000). An Analysis of Long Memory in Volatility for Asian Stock Markets. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 3(3), <https://doi.org/10.1142/S0219091500000200>

- ÇEVİK, E.İ. (2012). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Etkin Piyasa Hipotezinin Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi: Sektörel Bazda Bir İnceleme, *Journal of Yasar University*, 26(7), 4437-4454
- ÇEVİK, E.İ. & TOPALOĞLU, G. (2014). Volatilitede Uzun Hafıza ve Yapısal Kırılma: Borsa İstanbul Örneği. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*. 3(6), 40-55
- EYÜBOĞLU, K. & EYÜBOĞLU, S. (2022). Bist Ana Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Etkinliğin Yapısal Kırılmalı Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 702-720
- FAMA, E.F. (1965). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34-105
- HKİRİ, B., BEJAOUI, A., GHARİB, C. & ALNEMER, H.A. (2021). Revisiting efficiency in MENA stock markets during political shocks: evidence from a multi-step approach. *Heliyon*, 7, 1-17
- IŞIKLAR, Z.E. (2016). İMKB Ulusal 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 12, 245-260
- JAWADİ, F., JAWADİ N. & İDİ CHEFFOU A. (2015). Are Islamic Stock Markets Efficient? A Time-Series Analysis. *Applied Economics CNRS*, 47(16), 1-20.
- KUMAR, A.S. & BANDI, K. (2015). Explaining Financial Crisis by Fractal Market Hypothesis: Evidences from Indian Equity Markets. *Hyperion International Journal of Econophysics & New Economy*, 8(1), 83-96
- LAHMIRI, S., BEKİROS, S. & BEZZINA, F. (2022). Evidence of the fractal market hypothesis in European industry sectors with the use of bootstrapped wavelet leaders singularity spectrum analysis. *Chaos, Solitons and Fractals*, 165, 1-6
- LEE, M.J. & CHOI, S.Y. (2023). Comparing Market Efficiency in Developed, Emerging, and Frontier Equity Markets: A Multifractal Detrended Fluctuation Analysis, *Fractal and Fractional*, 7(478), 1-31
- LIM, K.P. (2007). Ranking market efficiency for stock markets: A nonlinear perspective. *Physica A*, 376, 445-454
- MACIEL, L.D.S. (2023). Brazilian stock-market efficiency before and after COVID-19: The roles of fractality and predictability. *Global Finance Journal*, 58, 1-25
- MARKOWITZ, H.M. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91
- MENSİ, W., HAMDİ, A. & YOON S. (2018). Modelling multifractality and efficiency of GCC stock markets using the MF-DFA approach: A comparative analysis of global, region and Islamic markets. *Physica A*, 503, 1107-1116
- MENSİ, W., TİWARİ, A.K. & AL-YAHYAEE, K.H. (2019). An analysis of the weak form efficiency, multifractality and long memory of global, regional and European stock markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 72, 168-177
- MORADI, M., NOOGHABI, M.J. & ROUNAGHİ, M.M. (2019). Investigation of fractal market hypothesis and forecasting timer series stock returns for Tehran Stock Exchange and London Stock Exchange, *International Journal of Finance & Economics*, Wiley, 662-678
- MULLIGAN, R. (2000). A Fractal Analysis of Foreign Exchange Markets. *IAER*, 6(1), 33-49
- MULLIGAN, R. (2003). Fractal Analysis of Highly Volatile Markets: An Application to Technology Equities. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44, 155-179
- OJEDA CUNYA, J.A. & RODRIGUEZ, G. (2016). An Application of a Random Level Shifts Model to the Volatility of Peruvian Stock and Exchange Rate Returns. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 9(1), 34-55

- ONALI, E. & GODDARD, J. (2011). Are European equity markets efficient? New evidence from fractal analysis. *International Review of Financial Analysis*, 20, 59-67
- ÖZDEMİR, A. & ÇELİK, İ. (2020). Pay Piyasalarında Etkin Piyasalar Hipotezinin Farklı Dağılım Varsayımları Bağlamında Uzun Hafıza Modelleri ile Tespiti: ABD ve Türkiye Karşılaştırması. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 21(1), 125-160
- ÖZDEMİR, A., GÜLCAN, N. & BOYACIOĞLU, N. (2021). İslami Endekslerdeki Piyasa Etkinliğinin Uzun Hafıza Modelleriyle Test Edilmesi: BİST Uygulaması. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24), 207-222
- PANAS, E. & NINNI, V. (2010). The Distribution of London Metal Exchange Prices: A Test of the Fractal Market Hypothesis. *European Research Studies*, 13(2), 193-210
- PETERS, E.E. (1991). *Chaos and Order in The Capital Markets: A New View of Cycles, Prices, and Market Volatility*, John Wiley and Sons, Inc., New York, ABD
- PETERS, E.E. (1994). *Fractal Market Analysis-Appling Chaos Theory to Investment and Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc, ABD
- RODRIGUEZ, G. (2016). Modeling Latin-American stock markets volatility: Varying probabilities and mean reversion in a random level shift model. *Review of Development Finance*, 6, 26-45
- RODRIGUEZ, G. (2017). Modeling Latin-American stock and Forex markets volatility: Empirical application of a model with random level shifts and genuine long memory. *North American Journal of Economics and Finance*, 42, 393-420
- QUANG, T.V. (2005). The Fractal Market Analysis and Its Application on Czech Conditions. *Acta Oeconomica Pragensia*, 13(1), 101-111
- SAADAOUİ, F. (2024). Segmented multifractal detrended fluctuation analysis for assessing inefficiency in North African stock markets. *Chaos, Solitons and Fractals*, 181, 1-11
- SELVAM, M., JAYAPAL, G. & SARANYA, G. (2011). Fractal Structure Analysis in the Indian Stock Market, [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1885030](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1885030), Erişim Tarihi: 23.07.2024
- SHARPE, W.F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk, *Journal of Finance*, 19, 425-442
- SOYKAN, M.E. (2024). Volatilitenin Modellenmesi: Nasdaq 100 Endeksi Örneği. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 139-153
- TİWARİ, A.K., AYE, G.C. & GUPTA, R. (2019). Stock market efficiency analysis using long spans of Data: A multifractal detrended fluctuation approach. *Finance Research Letters*, 28, 398-411
- TRIPATHY, N. (2022). Long memory and volatility persistence across BRICS stock markets. *Research in International Business and Finance*, 63, 1-13
- VERARDI, V & VERMANDELE, C (2018). Univariate and Multivariate Outlier Identification for Skewed or Heavy-Tailed Distributions. *The Stata Journal*, 18(3), 517-532

**Yazarların Katkı Düzeyleri:** Birinci Yazar %100.

**Etik Komisyon Onayı:** Çalışmada etik kurul iznine gerek yoktur.

**Finansal Destek:** Çalışmada finansal destek alınmamıştır.

**Çıkar Çatışması:** Çalışmada potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.