

# BORSA İSTANBUL ALT ENDEKSLERİNDE ETKİN PİYASA HİPOTEZİNİN TEST EDİLMESİ: FOURİER KIRILMALI VE DOĞRUSAL OLMAYAN BİRİM KÖK TESTLERİNDEN KANITLAR

**Testing the Efficient Market Hypothesis in Borsa Istanbul Sub-Indices: Evidence  
from Unit Root Tests with Fourier Breaks and Non-Linearity**

**Mehmet ALTUNTAŞ\*, Emre KILIÇ\*\*, Şevket PAZARCI\*\*\* & Alican UMUT\*\*\*\***

## Öz

Bu çalışmanın amacı Borsa İstanbul'da (BİST) yer alan altı endeks için (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) etkin piyasa hipotezinin (EPH) geçerliliğini test etmektir. Bunun için ADF, RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Analiz dönemi olarak veri bulunabilirliği açısından her bir endeks için en uzun dönem kullanılmıştır. Literatürden farklı olarak BİST'de yer alan altı endeks için EPH'nin geçerliliği aynı anda hem yapısal kırılmalar hem normal dağılmama durumu hem de doğrusal olmama durumu dikkate alınarak kapsamlı ve karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen ampirik bulgulara göre XUHIZ endeksinde uygulanan tüm birim kök testlerinde boş hipotez reddedilememiştir. Yani XUHIZ endeksi için etkin piyasa hipotezi geçerli doğrultusunda güçlü kanıtlar elde edilmiştir. Aksine XUMAL endeksinde ise uygulanan bütün birim kök testleri sonucunda boş hipotez reddedilerek etkin piyasa hipotezinin geçersiz olduğuna yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Diğer endekslerde ise yapısal kırılmaların ve doğrusal olmama durumunun dikkate alınmasının sonuçlar üzerinde farklılıklara neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum da veri setine uygun test seçiminin önemini öne çıkarmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**  
Etkin Piyasalar  
Hipotezi,  
Birim Kök Testleri,  
Borsa İstanbul.

**JEL Kodları:**  
G14, C22, G10.

**Keywords:**  
Efficient Markets  
Hypothesis, Unit  
Root Tests, Borsa  
İstanbul.

**JEL Codes:**  
G14, C22, G10.

## Abstract

The aim of this study is to test the validity of the efficient market hypothesis for six indexes (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) in BIST. For this, ADF, RALS-ADF, Fourier-ADF and Fourier-KSS unit root tests were used. The longest period was used for each index in terms of data availability as the analysis period. Unlike the literature, the validity of the efficient market hypothesis for six indices in the BIST has been comprehensively and comparatively examined by considering both structural breaks, non-normal distribution and non-linearity at the same time. According to the empirical findings, the null hypothesis could not be rejected in all unit root tests applied in the XUHIZ index. In other words, strong evidence has been obtained for the XUHIZ index in line with the effective market hypothesis. On the contrary, as a result of all unit root tests applied in the XUMAL index, the null hypothesis was rejected and the results indicating that the efficient market hypothesis was invalid were obtained. In other indices, it was observed that considering structural breaks and nonlinearity caused differences in the results. This situation highlights the importance of choosing the appropriate test for the data set.

\* Dr. Öğr. Üyesi, Nişantaşı Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Lojistik Bölümü, mehmet.altuntas@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2040-3168

\*\* Arş. Gör., Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Sermaye Piyasaları ve Portföy Yönetimi Bölümü, emre.kilic@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2900-5123

\*\*\* Arş. Gör., Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, sevkett.pazarci@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3675-909X

\*\*\*\* Dr. Öğr. Üyesi, Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, alican.umut@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4184-3015

## 1. Giriş

Fama (1970) çalışmasında etkin bir piyasada menkul kıymet fiyatlarının tüm bilgileri yansıttığını ifade etmektedir. Etkin bir piyasada yatırımcıların normal üstü bir kazanç elde etmeleri mümkün olmamaktadır. Etkin bir piyasada hisse senedi fiyatları tarihsel gözlemlere dayanarak tahmin edilememekte, yani fiyatlar rassal yürüyüş süreci ile karakterize edilmektedir. Piyasaya giren yeni bir bilgi sonucunda, piyasa aktörleri bu bilgiyi değerlendirilerek yeni bir piyasa fiyatının oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla piyasaların etkin olması rassal yürüyüş yani birim kök sürecinin olduğu anlamına gelmektedir. Hisse senedi fiyatlarının birim kök özelliği göstermesi sonucunda yatırımcılar geçmiş fiyat hareketlerini analiz ederek gelecekteki fiyat hareketleri hakkında çıkarsamada bulunamamaktadırlar. Hisse senedi fiyatlarının rassal yürüyüş süreci izlemesi durumunda meydana gelen herhangi bir şok kalıcı olmakta, tersine durağan bir sürece sahip ise şoklar geçici olmakta dolayısıyla fiyatların zaman içerisinde ortalamaya dönüş eğiliminde olduğu anlamına gelmektedir. Özetle hisse senedi fiyatları durağan bir seyir izliyorsa piyasa etkinliğinin geçerli olmadığından söz etmek mümkün olmaktadır (Özdemir, 2008; Çevik, 2018).

Etkin piyasa hipotezi zayıf formda etkinlik, yarı güçlü formda etkinlik ve güçlü formda etkinlik olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Zayıf formda piyasa etkinliğinde hisse senedi fiyatı geçmiş ve cari değerlerinden etkilenmemekte dolayısıyla hisse senedi fiyatı geçmiş ve cari tüm bilgileri yansıtmaktadır. Piyasadaki yatırımcılar zayıf formda etkin olan bir piyasada normal üstü kazanç elde edememektedirler. Zayıf formda piyasa etkinliğinde yatırımcılar geçmiş dönemde oluşan fiyat verilerinden yararlanarak gelecek dönem hakkında çıkarsama yapamamaktadırlar. Özetle, zayıf formda piyasa etkinliğinde fiyatlar rassal olarak hareket etmektedirler. Yarı güçlü formda piyasa etkinliğinde ise yatırımcılar kamuoyuna açıklanan bilgileri kullanarak normal üstü getiri elde edememektedirler. Güçlü formda piyasa etkinliğinde ise az sayıda yatırımcının sahip olduğu firma içi özel durum bilgilerinin bile kullanılarak normal üstü getiri elde edilemeyeceği şeklinde tanımlanmaktadır. Özel bilgiler ile ortalama üstü getiri elde edilememesi durumunda piyasanın güçlü formda etkin olduğunu söylemek mümkündür. Yarı güçlü ve güçlü formda etkin piyasa hipotezi ise zayıf formda etkinliği kapsamakta hisse senedi hakkındaki tüm bilgiler anında yatırımcılara ulaşarak fiyatı etkilemekte ve yatırımcılar tarafından aşırı kar elde edilmesi mümkün olmamaktadır (Zeren vd., 2013).

Hisse senedi piyasasının etkinliği literatürde tartışılan eski konulardan biri olarak karşımıza çıksa da hala bu konu hakkında bir fikir birliğine varılamadığı görülmektedir. Bazı çalışmalar hisse senedi piyasasının etkinliğini destekleyecek çalışmalar sunarken (Narayan, 2005; Alexeev ve Tapon, 2011; Gozbası vd., 2014), bazıları tam tersi sonuç bulmaktadır (Chaudhuri ve Wu, 2003; Narayan, 2008; Hasanov, 2009). Literatürde bir uzlaşının bulunmamasının nedeni olarak farklı yöntemlerin uygulanması gösterilebilmektedir. Çalışmalarda genel olarak geleneksel birim kök testleri kullanılsa da ekonometrik yöntemlerdeki gelişmeler neticesinde yapısal kırılmaları ve doğrusal olmama durumunu dikkate alan çalışmalarda son yıllarda artış yaşandığı görülmektedir (Tuna ve Öztürk, 2016; Eyüboğlu ve Eyüboğlu, 2020; Oğuz, 2021). Literatürdeki son eğilimlerden biri olarak finansal serilerin doğrusal olmayan sürecini açıklamaya odaklanmak olduğu görülmektedir. Doğrusal olmama durumunun son yıllarda dikkate alınsa da bu durumu dikkate alan çalışmaların kısıtlı olduğu da görülmektedir. Araştırmacıların yanıltıcı sonuçlardan kaçınmak için finansal zaman serilerindeki potansiyel doğrusal olmama durumları dikkate alınması önerilmektedir (Hasanov ve Omay, 2008; Hasanov, 2009; Gozbası vd., 2014). Gelişmekte olan bir piyasa olan

Türkiye'nin, yüksek getirilerden yararlanmayı ümit eden uluslararası yatırımcıları cezbediği söylenebilmektedir. Hisse senedi piyasasının önemine rağmen, bildiğimiz kadarıyla Türkiye'de hisse senedi piyasalarında yapısal kırılmaların fourier (yumuşak) kırılma şeklinde ve olası doğrusal olmama dinamiklerinin aynı anda incelenmediği görölmektedir. Piyasa dinamiklerindeki olası yapısal kırılmaları ve doğrusal olmayan durumları incelemek araştırmacılar tarafından önem taşımaktadır.

Bu çalışma yapısal kırılmaları ve doğrusal olmama durumunu dikkate alan yöntemler aracılığı ile Borsa İstanbul'da yer alan altı endeks için (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) etkin piyasa hipotezini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel önemi ve farklılığının, tek bir ekonometrik yöntemle bağlı kalmadan, yapısal kırılmaları ve doğrusal olmama durumunu dikkate alarak birden çok borsa endeksi için hipotezin test edilmesi olduğu söylenebilir. Bu yönüyle literatüre bir katkı sunmak hedeflenmektedir. Çalışmanın bundan sonrası řu şekilde planlanmıştır; ikinci bölümde etkin piyasalar hipotezi üzerine yapılan ampirik literatürdeki seçilmiş çalışmalar özetlenmektedir, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve metodoloji açıklanmaktadır, dördüncü bölümde ampirik analizden elde edilen bulgular listelenmektedir ve son olarak beşinci bölümde elde edilen bulgular değerlendirilerek çikarsamalar yapılmaktadır.

## 2. Literatür Taraması

Etkin piyasa hipotezinin Borsa İstanbul için geçerli olup olmadığını inceleyen geniş bir literatür bulunmaktadır. EPH'nin test edilmesi konusunda, tüm çalışmaların gözden geçirilmesini mümkün kılmayan büyük bir literatüre sahiptir. Bu çalışmada Borsa İstanbul üzerine odaklanıldığından, bu piyasa ile ilgili çalışmaları gözden geçirmekle kendimizi alıkoyuyoruz. Literatürdeki çalışmalarda ilk olarak geleneksel birim kök testleri uygulanmakta olduğu daha sonra ise ekonometrik yöntemlerdeki gelişmeye paralel olarak daha güçlü testlerde hipotezin sınıandığı görölmektedir.

Özdemir (2008) çalışmasında BİST 100 endeksi için etkin piyasalar hipotezinin varlığını Lumsdaine ve Papel (1997) iki yapısal kırılmalı birim kök testi yardımıyla incelemiştir. Ampirik bulgulara göre borsa endeksinin birim kök özelliği gösterdiği ve sonuçların etkin piyasalar hipotezi ile tutarlı olduğunu ifade etmiştir. Kapusuzoğlu (2013) yaptığı çalışmada Genişletilmiş Dickey ve Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron (PP) gibi geleneksel birim kök testi yöntemleri kullanarak BIST 100 endeksinde etkin piyasa hipotezinin varlığını incelemiştir. Analiz sonuçlarında 1996-2012 dönemi için hipotezin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Gozbasi vd. (2014) çalışmalarında Borsa İstanbul ve alt endeksleri için doğrusal olmamayı dikkate almışlardır. Ampirik bulgulara göre Borsa İstanbul'un doğrusal olmayan bir davranış sergilediğini ve ayrıca etkin piyasa hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Doğrusal olmama durumunu dikkate alan bir başka çalışma olan Kılıç ve Buğan (2016), 2003-2015 dönemi için BIST 100 ve alt endekslerinde etkin piyasa hipotezinin varlığını Kapetanios, Shin ve Snell (KSS) (2003) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan birim kök testini kullanarak incelemişlerdir. Gozbasi vd. (2014) çalışmalarına benzer şekilde inceledikleri endekslerde etkin piyasa hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Coşkun ve Seven (2016), 1993-2015 dönemi için aylık verileri kullanarak BIST 100 endeksinin incelemişlerdir. Çalışmalarında önce ADF ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) (1992) birim kök testleri gibi geleneksel birim kök yöntemlerini kullanmışlar ardından Lee ve Strazicich (LS) (2003) ve

Narayan ve Popp (NP) (2010) kırılmalı birim kök testlerini kullanarak yapısal kırılmaların varlığını dikkate almışlardır. Geleneksel birim kök testlerine göre BİST 100 endeksi etkin bulunurken, yapısal kırılmaları dikkate alındığında ise etkin piyasa hipotezinin geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Tuna ve Öztürk (2016) çalışmalarında BİST 100, BİST Sınai, BİST Mali ve BİST Hizmetler endekslerinde etkin piyasalar hipotezinin geçerliliğini iki ve beş yapısal kırılmalı birim kök testleri ile incelediği çalışmasında piyasaların etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kurtaran vd. (2018), BİST 100 ve alt endekslerinde 2006-2015 dönemi için ADF birim kök testi uygulayarak etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini incelediği çalışmasında incelediği tüm endekslerde piyasaların etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çevik (2018) Borsa İstanbul’da etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini 1990-2018 dönemi için önce geleneksel birim kök testleri kullanarak, ardından Markov-Switching ADF (MS-ADF) birim kök testi ile rejimlere ayırarak incelemiştir. Geleneksel birim kök testi sonuçlarına göre BİST 100 endeksinde etkin piyasa hipotezi kabul edilirken, MS-ADF testine göre ise rejimlere göre farklılaştığı sonucuna ulaşmıştır. Yüksek volatilité rejimlerinde zayıf formda etkinlik sağlanırken, düşük volatilité rejimlerinde piyasaların etkin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Karademir ve Evcı (2020), BİST’de yer alan 27 sektör endeksini kullanarak 2008-2018 dönemi için etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini incelemiştir. Çalışmalarında önce ADF ve PP gibi geleneksel birim kök testi yöntemlerini ardından yapısal kırılmalı birim kök testlerinden LS birim kök testini kullanmışlardır. Geleneksel birim kök testlerinde tüm alt endekslerde birim kökün varlığı kabul edilmektedir. Yapısal kırılmalı birim kök testi sonucuna göre de XFINK (finansal kiralama ve faktöring) endeksi dışındaki diğer tüm endekslerin birim kök içerdiği dolayısıyla etkin piyasa hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2020), Borsa İstanbul’da yer alan 22 endeks için etkin piyasalar hipotezinin varlığını doğrusal olan ve olmayan birim kök testleri ile incelemiştir. Ampirik bulgulara göre 13 endeksin etkin, 9 endeksin etkin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Oğuz (2021) çalışmasında BİST 100 endeksi için etkin piyasalar hipotezini KSS ve Zivot Andrews birim kök testleri ile incelemiştir. Ampirik bulgulara göre BİST 100 endeksinin zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

### **3. Veri Seti ve Ekonometrik Metodoloji**

Çalışmanın bu bölümünde veri setine ilişkin bilgiler, veri setinin yapısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler açıklanarak analizde kullanılacak yöntemlere ilişkin ekonometrik yöntemler açıklanacaktır.

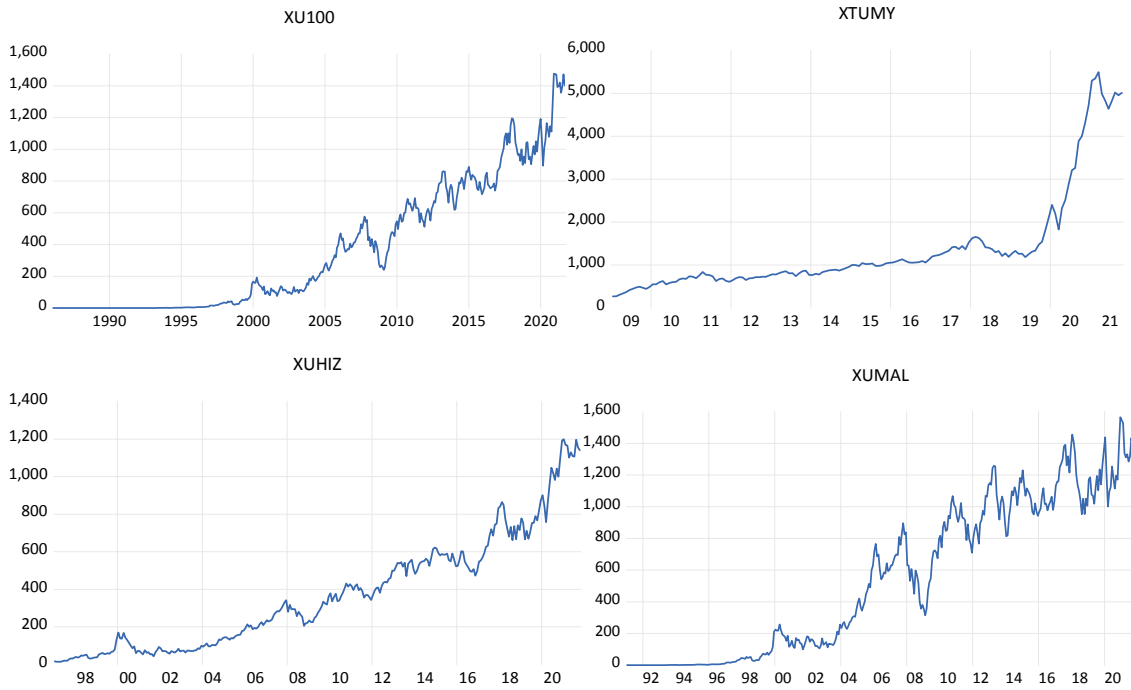
#### **3.1. Veri Seti**

Çalışmada BİST’te yer alan altı endeks için (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS) veri tabanından elde edilmiştir. Her bir endeks için veri bulunabilirliği açısından başlangıç tarihleri farklı olmakla birlikte veriler tüm endeksler için Ekim 2021 döneminde de son bulmaktadır. Altı endeks için aylık kapanış değerleri kullanılmıştır. Verilerin orijinal halleri kullanılarak Gauss 21 ekonometrik analiz programından yararlanılmıştır. Kullanılan endekslerin kısaltmaları, açıklamaları, başlangıç ve bitiş tarihleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1. Kullanılan Değişkenler**

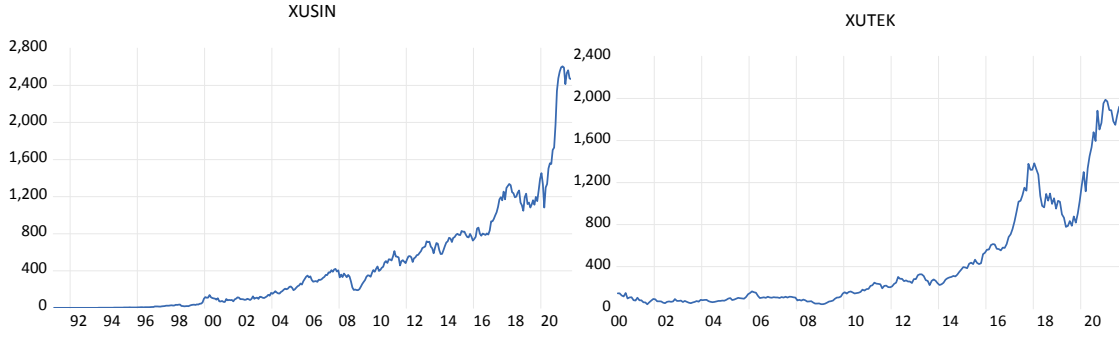
Endeks	Açıklama	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi
XU100	BİST 100 Endeksi	1986M02	2021M10
XTUMY	BİST Tüm-100 Endeksi	2009M01	2021M10
XUHIZ	BİST Hizmet Endeksi	1997M01	2021M10
XUMAL	BİST Mali Endeks	1991M01	2021M10
XUSIN	BİST Sınai Endeks	1991M01	2021M10
XUTEK	BİST Teknoloji Endeksi	2000M06	2021M10

Veri yapısının ve dağılımının gözlemlenebilmesi açısından Şekil 1’de verilerin grafikleri verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde serilerin dağılımlarının farklı yapılarda olduğu gözlemlenmektedir. Bu noktada veri setine uygun testlerin seçilebilmesi açısından serilerin dağılımlarının, serilerdeki kırılmaların anlamlılığının ve serilerin yapısının incelenmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda serilerin normal dağılım gösterip göstermediği Jarque-Bera testi, doğrusal olmayan bir yapının varlığı BDS (1987) testi<sup>1</sup> ve kırılmaların anlamlılığı F-trig testi yardımıyla incelenmiştir. Bu şekilde veri setinin genel yapısı istatistiki olarak ortaya koyulmuştur. Tablo 2’de verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler listelenmiştir.



**Şekil 1. Analizde Kullanılan Verilerin Dağılım Grafikleri**

<sup>1</sup> Aynı zamanda Harvey vd. (2008) testi de gerçekeştirilerek birbirlerini doğrusal nitelikte sonuçlar vermiştir.



Şekil 1. Devamı

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler ve Önsel Testler

Endeks	Ort.	SS	S	K	Normallik		Doğrusallık		Fourier Kırılmalar		
					JB	Olasılık	BDS	Olasılık	$k$	Ftrig	Olasılık
XU100	365.2	402.5	0.8	2.59	54.9	0.0	81.3	0.0	1.0	385.9	0.00
XTUMY	1379.2	1203.1	2.2	6.87	220.8	0.0	17.1	0.0	1.0	31.9	0.00
XUHIZ	371.0	301.1	0.8	2.99	35.1	0.0	105.6	0.0	1.0	179.8	0.00
XUMAL	546.5	482.4	0.2	1.55	36.5	0.0	277.5	0.0	1.0	483.8	0.00
XUSIN	450.2	551.1	1.8	6.87	446.6	0.0	50.3	0.0	1.0	146.2	0.00
XUTEK	431.0	510.3	1.6	4.56	136.3	0.0	27.95	0.0	1.0	131.6	0.00

**Not:** SS standart sapmayı ifade etmektedir. S çarpıklık, K basıklık istatistiklerini temsil etmektedir. JB, Jarque ve Bera (1987) normal dağılım istatistiğini ve BDS, Broock vd. (1996) doğrusallık istatistiğini ifade etmektedir. Ftrig, F-test prosedürüyle  $k$ 'yı kullanarak Eşitlik 1'de trigonometrik terimlerin bulunmadığına ilişkin boş hipotezi ( $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ ) test eder.  $k$  En Küçük Kareler (EKK) tahmininden elde edilen hata kareler toplamını en aza indirerek seçilen Fourier frekansdır.  $k \in [1,2,3 \dots,5]$ .

Tanımlayıcı istatistikler genel olarak incelendiğinde dönem ortalamasının en yüksek olduğu endeksin XTUMY, en düşük olduğu endeksin ise XU100 olduğu görülmektedir. Standart sapmanın en yüksek olduğu endeks XTUMY, en düşük olduğu endeks ise XUHIZ olarak gerçekleşmiştir. Normallik testi sonuçları incelendiğinde verilerin normal dağılım gösterdiğini ifade eden yokluk hipotezinin tüm endeksler için reddedildiği görülmektedir. Doğrusallık testi sonuçları incelendiğinde verilerin doğrusal olduğunu söyleyen yokluk hipotezinin tüm endeksler için reddedildiği yani doğrusal olmayan bir yapının var olduğu görülmektedir. Son olarak serilerdeki fourier kırılmaların anlamlılığının test edildiği F-trig test sonuçları incelendiğinde kırılmaların anlamsız olduğunu ifade eden yokluk hipotezinin tüm endeks serilerinde reddedildiği yani fourier kırılmaların anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu noktada serilere ilişkin fourier kırılmaları gösterir grafikler çizdirilerek Ek 1'de gösterilmektedir. Ek 1'de yer alan grafikler incelendiğinde fourier kırılmaların veri setindeki yapıyı yakalama performansları da görsel olarak görülmektedir. Şekilde dikey eksen endeks değerlerini gösterirken yatay eksen de zamanı göstermektedir. Yapısal kırılmaların varlığı fourier fonksiyonu ile modellenerek kırılmanın yapısı gösterilmiştir.

Buna göre serilerin dağılımları normal dağılıma uymamaktadır, serilerde doğrusal olmayan bir yapı söz konusudur ve serilerde yumuşak kırılmalar var olmaktadır. Önsel testlerden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında etkin piyasa hipotezinin geçerliliğinin incelenmesinde uygulanılacak testlerde normal dağılım göstermeme durumu, doğrusal olamama durumu ve yapısal kırılmaların dikkate alındığı testlerin kullanılması önem kazanmaktadır.

Çünkü veri setini doğru açıklayamayan bir testin seçilmesi sonuçlarda sapmalara neden olabilmektedir (Altuntaş, 2021).

### 3.2. Ekonometrik Metodoloji

Çalışmada etkin piyasa hipotezinin geçerliliği altı BIST endeksi (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) kapsamında incelenecektir. Etkin piyasa hipotezinin geçerliliğinin incelenmesinde birim kök yaklaşımından yararlanılmaktadır. Bu çalışmada ADF (1979), RALS-ADF (2008), Fourier-ADF (2012) ve Fourier-KSS (2010) birim kök testlerinden yararlanılacaktır.

Zaman serisi birim kök literatürü 1979 yılında Dickey ve Fuller tarafından önerilen birim kök testine dayanmaktadır. DF testi seride otokorelasyon ve/veya değişen varyans olma durumunu dikkate almamaktadır. Çünkü test metodolojisi temelde otokorelasyon ve değişen varyansın olmadığı varsayımı üzerine kuruludur. Bu noktada oluşabilecek sapmaları engellemek için Dickey ve Fuller DF testine ilişkin modeli bağımlı değişkenin gecikmeleri için genişleterek ADF denklemini elde etmişlerdir. Bağımlı değişkenin gecikmelerini modele bağımsız değişken olarak eklemelerindeki temel amaç otokorelasyon ve/veya değişen varyans sorunu düzeltmektedir. ADF testine ilişkin temel model Eşitlik 1’de gösterildiği gibidir:

$$\Delta Y_t = a_o + bt + \alpha Y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \beta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada  $Y_t$  bağımlı değişkeni,  $Y_{t-1}$ , bağımlı değişkenin bir dönem önceki gecikmelerini,  $a_o$  sabit terimi ve  $t$  trend değişkeninin göstermektedir.  $\varepsilon_t$ , artıkları ifade eder ve  $\varepsilon_t \sim i.i.d. (0, \sigma^2)$ ’dir. Burada  $\beta$  gecikme katsayısı,  $q$  gecikme boyunu gösteren parametre ve  $\alpha = 1 - \rho$ ’dir. ADF testi yokluk hipotezinde birim kökün varlığını ( $H_o: \alpha = 0$ ), alternatif hipotez durağanlığa ( $H_A: \alpha < 0$ ) karşı sınınamaktadır. ADF testine ilişkin test istatistiği  $\hat{\tau} = \frac{\hat{\alpha}}{sh(\hat{\alpha})}$  şeklindedir.  $\tau$  istatistiği asimtotik  $t$  dağılımına uyum sağlamaz. Bu nedenle ADF testlerinde karar aşamasında Dickey ve Fuller (1979) çalışmasındaki kritik değerler kullanılmalıdır.

ADF testi serilerin normal dağılım gösterdiği varsayımı üzerine kurulmaktadır. Ancak finansal ve iktisadi serilerde serilerin çarpık ve/veya basık dağılım göstermeleri ve seriyi oluşturan verilerin asimmetrik yapıya sahip olması normal dağılmayan serilerin oluşmasına neden olabilmektedir. Im ve Schmidt (2008) normal dağılmayan serilerin yüksek momentlerinde parametre hakkında bilgilerin içerildiğini ve bu bilgi içeriğinin kullanılmasının testin gücünü arttıracakını ifade etmişlerdir. Normal dağılmama durumunun söz konusu olduğu durumda modelde dikkate alınarak incelenebilmesi için Im ve Schmidt (2008) Kalıntılarla Genişletilmiş En Küçük Kareler (RALS) yöntemini önermiştir. Eşitlik 1, RALS prosedürü kullanılarak genişletildiğinde RALS-ADF birim kök testi elde edilmektedir. RALS-ADF testine ilişkin temel model Eşitlik 2’de gösterildiği gibidir:

$$\Delta Y_t = a_o + bt + \alpha Y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \beta_j \Delta Y_{t-j} + \hat{w}_t \varphi + \varepsilon_t \quad (2)$$

Burada  $\hat{w}_t$ , RALS terimidir. Hataların normal dağılım göstermeme durumunu dikkate alınmasında kullanılmaktadır. Aşağıda gösterildiği gibi tanımlanmaktadır:

$$\hat{w}_t = h(\hat{\varepsilon}_t) - \bar{K} - \hat{\varepsilon}_t \hat{D}_2 \quad (3)$$

$$\bar{K} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h(\hat{\varepsilon}_t) \quad (4)$$

$$\hat{D}_2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h'(\hat{\varepsilon}_t) \quad (5)$$

$$h(\hat{\varepsilon}_t) = [\hat{\varepsilon}_t^2, \hat{\varepsilon}_t^3]' \quad (6)$$

Burada  $\hat{\varepsilon}_t$ , geleneksel ADF regresyonundan elde edilen EKK kalıntılarıdır. RALS-ADF testinde sıfır hipotezi verilerin normal dağılım göstermediği varsayımı altında serilerin birim kök içerdiğini ifade etmektedir. Alternatif hipotez ise normal dağılım göstermeme varsayımı altında verilerin durağan sürece sahip olduğu şeklindedir.

Peron (1989), bir zaman serisinde yapısal bir kırılmanın var olması durumunda göz ardı edilmesinin durağan bir sürecin birim kök süreç olarak ifade edilebilmesine (2.tip hata) ve dolayısıyla testin gücünün düşmesine neden olacağını ifade etmiştir. Bu noktada yapısal kırılmaların modelde dikkate alınması testin gücünü arttırmaktadır. İktisadi serilerde oluşabilecek kırılmalar keskin ve yumuşak (fourier) olmak üzere iki farklı şekilde oluşabilmektedir. Keskin kırılmaların dikkate alındığı birim kök testlerinde yapısal kırılma hakkında ön bilgiye ihtiyaç vardır. Kırılma içsel mi yoksa dışsal mı gerçekleştiği veya kırılanın ani mi yoksa kademeli mi gerçekleştiğine dair bilgilere ihtiyaç vardır. Çünkü bu testler kırılmanın gerçekleşme sayısı, biçimi, formu ve şekli hakkında bazı varsayımlar üzerine kuruludur. Enders ve Lee (2012) klasik ADF denklemini fourier yaklaşım ile genişleterek kırılmanın yapısının, şeklinin, sayısının veya formunun bilinmediği durumlarda her türlü kırılmayı yakalayabilen Fourier-ADF testini önermiştir. Buna göre temel ADF modelinin fourier yaklaşımı ile genişletilmiş hali Eşitlik 7’de gösterildiği gibidir.

$$\Delta y_t = a_0 + bt + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Eşitlik 7’de yer alan  $k$ , fourier frekans sayısını ve  $T$ , gözlem sayısını temsil etmektedir.  $n \leq T/2$ ’dir.  $k$ ’nın belirlenmesinde Davis (1987) tarafından önerilen yöntem takip edilmektedir. Bu yöntemde göre kalıntı kareleri minimum yapan  $k$  değeri seçilmektedir. Bu noktada Enders ve Lee (2012)  $k$ ’ya 1 ile 5 aralığında değerler verilmesini önermektedir (Enders ve Lee, 2012). Enders ve Lee (2012) testine ilişkin hipotezler ve test istatistiği ADF testi ile aynıdır ancak karar aşamasında Fourier-ADF test istatistiği ile Monte Carlo simülasyonları ile elde edilen kritik değerler karşılaştırılır.

Balke ve Fomby (1997) tarafından gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyonları, veri üretme süreci eşik otoregresif (threshold autoregressive) modellere dayandığında DF testinin gücünün önemli ölçüde düştüğünü göstermektedir. Bu noktada Christopoulos ve León-Ledesma (2010), yapısal kırılmaları ve doğrusal olmayan düzeltmeyi birlikte açıklayan Fourier-KSS birim kök testini önermektedir. Fourier-KSS testine ilişkin temel model Eşitlik 8’de gösterildiği gibidir:



$$y_t = a_o + bt + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + v_t \quad (8)$$

Eşitlik 8’de yer alan  $v_t$  Eşitlik 9’da gösterildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$\Delta \hat{v}_t = \lambda \hat{v}_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta \hat{v}_{t-j} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Burada birim kök süreci ifade eden boş hipotez ( $H_0: \lambda = 0$ ), durağanlığı ifade eden alternatif hipoteze ( $H_0: \phi < 0$ ) karşı  $\lambda$ ’nın t-istatistiği ( $Ft_{NL} = \hat{\lambda}/se(\hat{\lambda})$ ) ile test edilmektedir. Sıfır hipotezi altında  $Ft_{NL}$  istatistiği asimtotik t dağılımını izlemez. Seviyede kırılma (Level Shift) modeli için Christopoulos ve Leon-Ledesma’da (2010) kritik değerler mevcuttur. Seviye ve trend modeli için Christopoulos ve Leon-Ledesma’da (2010: 1082) tanımlandığı gibi Monte Carlo simülasyonlarına dayalı olarak elde edilmektedir.

#### 4. Ampirik Analiz

Serilerin birim kök içermesi etkin piyasa hipotezinin geçerli olduğunu, durağan olması ise piyasanın etkin olmadığını ifade etmektedir. Bu kapsamda ilk olarak klasik birim kök testi olan ADF testinden ve Tablo 2’den elde edilen sonuçlar doğrultusunda normal dağılım göstermeme durumunu dikkate alan RALS-ADF, yumuşak kırılmaları dikkate alan Fourier-ADF ve doğrusal olamama durumunu ve yumuşak kırılmaları aynı anda dikkate alan Fourier-KSS testinden yararlanılacaktır. Bu şekilde faklı tipte birim kök testleri kullanılarak veri setinin dağılımı, veri setindeki asimetrik yapı ve yapısal kırılmalar dikkate alınabilmektedir sonuçlardaki farklılıklar gözlenebilecektir. Tablo 3’te birim kök analiz sonuçları listelenmiştir.

**Tablo 3. Birim Kök Analiz Sonuçları**

	Kırılmasız & Normal Dağılım	Kırılmasız & Normal Olmayan Dağılım	Yumuşak Kırılmalar & Normal Dağılım	Doğrusal Olmama & Yumuşak Kırılmalar & Normal Dağılım
Endeksler	ADF	RALS-ADF	Fourier-ADF	Fourier-KSS
XU100	-1.313	-2.173	-4.704***	-2.452
XTUMY	-0.959	0.454	-2.764	-6.920***
XUHIZ	-1.332	-2.865	-3.583	-3.065
XUMAL	-3.825***	-3.417***	-5.613***	-4.628***
XUSIN	1.357	1.204	-2.895	-3.899***
XUTEK	-0.503	0.570	-4.371***	-3.943***

**Not:** Maksimum gecikme uzunluğu tüm testler için veri frekansının aylık olması nedeniyle 12 olarak belirlenmiştir. Optimum gecikme uzunluğu t-istatistiği bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Tabloda yer alan istatistikler sabitli ve trendli modele ilişkin sonuçlardır. Fourier-ADF testi, Tablo 1’de rapor edilen  $k$ ’ya dayanmaktadır. ADF testi için kritik değerler -3.41 (1%), -2.83 (5%), -2.53 (10%)’dur. RALS-ADF testi için kritik değerler Hansen’den (1995) elde edilmiştir. Fourier-ADF testi için kritik değerler Enders ve Lee (2012) ve Omay’da (2015) mevcuttur. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10’da istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Analiz sonuçları incelendiğinde klasik birim kök testi olan ADF testine göre XUMAL endeksi için birim kök süreci ifade eden yokluk hipotezi reddedilirken diğer tüm alt endeksler için reddedilememektedir. Yani XUMAL endeksi için etkin piyasa hipotezi geersizken diğer

alt endeksler için etkin piyasa hipotezinin geçerli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ekin piyasa hipotezinin geçerliliğinin incelendiği diğer bir test olan ve veri setindeki normal dağılım göstermeme durumunun (non-normal errors) dikkate alan RALS-ADF testinde sonuçlar farklılık göstermemektedir. ADF testine benzer şekilde XUMAL endeksi dışında tüm alt endeksler için etkin piyasa hipotezinin geçerli olabileceği görülmüştür. Yumuşak kırılmaların dikkate alındığı Fourier-ADF sonuçları incelendiğinde ise sonuçlarda farklılıkların yaşandığı görülmektedir. XU100 ve XUTEK endeksleri için ADF ve RALS-ADF testlerinden farklı olarak Fourier ADF testine göre etkin piyasa hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu noktada yapısal kırılmaların varlığı durumunda dikkate alınmasının elde edilen sonuçlar üzerindeki etkisi görülmektedir. Son olarak doğrusal olmama durumu ve yapısal kırılmaların birlikte dikkate alındığı Fourier-KSS testine ilişkin sonuçlar incelendiğinde alt endekslerde etkin piyasa hipotezinin geçerli olmadığına yönelik kanıtlarda artış olduğu görülmektedir. Fourier-KSS testine göre altı alt endeksten dördünde (XTUMY, XUMAL, XUSIN ve XUTEK) etkin piyasa hipotezinin geçersiz olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel ADF tabanlı testler boş hipotezi kabul etme eğilimi sergilerken, fourier kırılmaların ve doğrusal olmama durumunun varlığı altında boş hipotezi reddetme eğilimi sergilemektedir. Sonuçlar, yapısal kırılmaların ve doğrusal olmayan yapı dikkate alınca değişmektedir. Bu da hipotezin test edilmesinde kullanılan yöntemin önemini göstermektedir. Seri davranışlarının yapısal kırılma ve doğrusal olmama durumunda olması durumunda, bu duruma uygun testler ile çıkarsama yapılmasının daha doğru olacağını söylemek mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen temel bulgular Gozbası ve diğerlerinin (2014) Borsa İstanbul’da görülen doğrusal olmama sonuçlarını destekler niteliktedir. Ayrıca çalışma, Coşkun ve Seven’in (2016) çalışmalarına paralel olarak geleneksel birim kök testlerine göre borsa endeksleri genellikle etkin bulunurken, yapısal kırılmaları dikkate alındığında ise etkin piyasa hipotezinin geçersiz olduğuna yönelik kanıtlar sağlanmaktadır.

## 5. Sonuç

Etkin piyasa hipotezinin finans literatüründe geniş bir yer edindiği görülmektedir. Piyasaların etkin olup olmadığının incelenmesi yatırımcıların normalin üzerinde bir kazanç elde edip edemeyeceği noktasında önem kazanmaktadır. Bu çalışmada BİST’de yer alan altı endeks için etkin piyasa hipotezi test edilmiştir. Analiz dönemi olarak veri bulunabilirliği kapsamında en geniş aralık kullanılmıştır.

Çalışmada etkin piyasa hipotezinin geçerliliği kırılmaları dikkate alan ve almayan birim kök testlerinin yanında normal dağılım göstermeme durumunu dikkate alan ve hem kırılmaları hem doğrusal olmama durumunu ele alan birim kök testleri ile incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre XUHIZ endeksinde incelenen birim kök testlerinin tümünde etkin piyasa hipotezinin varlığı ifade eden yokluk hipotezinin reddedilemediği görülmüştür. Yani XUHIZ endeksinin etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu endeksin etkin piyasalara uygun karakteristik özellikleri sergilediğini söylemek mümkün olabilmektedir. Bir başka ifadeyle, bu piyasada oluşan fiyatlamaların tam bilgi varsayımı altında yapıldığının, fiyatlamaların rassal bir şekilde oluştuğunun ve geçmişteki fiyat hareketlerinin kullanılarak, gelecekteki fiyat hareketleri hakkında öngörü yapılmasının zor olduğu söylenebilmektedir. Aksine XUMAL endeksinde ise incelenen birim kök testlerinin tümünde boş hipotez olan etkin piyasa hipotezinin varlığının reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu endeksin etkin piyasalara uygun karakteristik

özellikleri sergilemediğini söylemek mümkün olabilmektedir. Bir başka ifadeyle, bu piyasada oluşan fiyatlamaların rassal bir şekilde oluşmadığı ve geçmişteki fiyat hareketlerinin kullanılarak, gelecekteki fiyat hareketleri hakkında öngörü yapılmasının mümkün olduğu söylenebilmektedir. Diğer endekslerde de yapısal kırılmaların, normal dağılım göstermeme durumunun ve doğrusal olmamanın dikkate alınması ile sonuçların farklılaştığı görülmüştür. Klasik teste göre etkin olan endekslerin doğrusal olmama ve yapısal kırılmaların dikkate alındığı durumda etkin çıkmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre yatırımcıların etkin bir piyasa olan XUHIZ endeksinde kısa vadeli alım satımdan ziyade uzun vadeli yatırımcı ufku ile al ve bekle stratejisi izlemeleri önerilmektedir. Çünkü bu endekste uygulanan birim kök testlerinin hepsinde XUHIZ endeksinin birim kök süreci izlediği tespit edilmiştir. Yani bu sonuç XUHIZ endeksi için fiyatların rassal oluştuğu ve dolayısıyla geçmiş fiyat hareketlerinden gelecekteki olması beklenen fiyatlar hakkında bir tahminde bulunmanın zor olacağını ifade etmektedir. Diğer endekslerde ise yatırımcıların kısa vadeli alım satım ile piyasa üzeri bir kazanç elde edebilecekleri ve dolayısıyla buna uygun alım satım stratejileri geliştirmeleri yararlarına olacağı sonuçlar nezdinde ifade edilebilmektedir. Bu noktada politika yapımcıların kısa vadeli alım satımdan ziyade uzun vadeli yatırım ve piyasa etkinliği için gerekli şartları sağlaması gerekmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda ise farklı endeks ve birim kök testleriyle farklı yapısal özellikler dikkate alınarak etkin piyasa hipotezi literatüründe oluşan bulmacaya katkı sağlanabileceği araştırmacılara önerilmektedir.

#### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### **Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı**

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

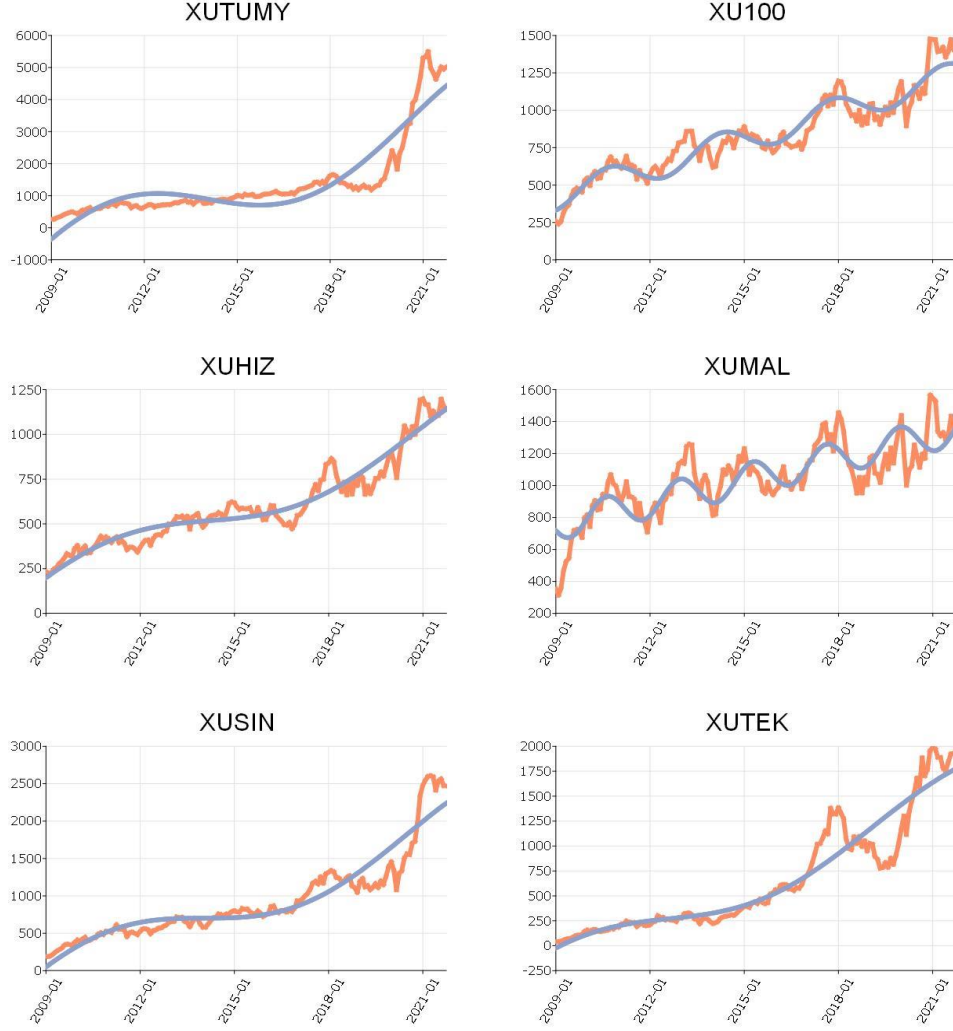
- Akgun, A. and Sahin, I. (2017). The testing of efficient market hypothesis in Borsa Istanbul. *Annals Constantin Brancusi University of Targu Jiu, Letters & Social Sciences Series*, 2, 35-48. Retrieved from <https://heinonline.org/>
- Alexeev, V. and Tapon, F. (2011). Testing weak form efficiency on the Toronto Stock Exchange. *Journal of Empirical Finance*, 18(4), 661-691. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.05.002>
- Aliyev, F. (2019). Testing market efficiency with nonlinear methods: Evidence from Borsa Istanbul. *International Journal of Financial Studies*, 7(2), 27-37. <https://doi.org/10.3390/ijfs7020027>
- Altuntaş, M. (2021). The interest rate parity in fragile five countries: Evidence from unit root tests with breaks. *Journal of Economic Policy Researches*, 8(2), 327-349. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/uiupad>
- Balke, N.S. and Fomby, T.B. (1997). Threshold cointegration. *International Economic Review*, 38(3), 627-645. <https://doi.org/10.2307/2527284>
- Bektur, Ç. and Aydın, M. (2019). Borsa İstanbul ve alt endekslerinde zayıf formda piyasa etkinliğinin analizi: Fourier yaklaşımı. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 14(2), 59-76. <https://doi.org/10.17550/akademikincelemeler.556185>
- Broock, W.A., Scheinkman, J.A., Dechert, W.D. and LeBaron, B. (1996). A test for independence based on the correlation dimension. *Econometric Reviews*, 15(3), 197-235. <https://doi.org/10.1080/07474939608800353>
- Chaudhuri, K. and Wu, Y. (2003). Randomwalk versus breaking trend in stock prices: Evidence from emerging markets. *Journal of Banking & Finance*, 27, 575-592. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(01\)00252-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(01)00252-7)
- Christopoulos, D.K. and León-Ledesma, M.A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2010.02.003>
- Coşkun, Y. and Seven, U. (2016). Efficiency of financial markets. In A. Gündoğdu (Ed.), *Financial markets and institutions: Theory and practice in Turkey* (289-319). Ankara: Seckin Publishing.
- Çevik, E.İ. (2018). Borsa İstanbul zayıf formda etkin mi? Markov-Switching ADF testi yaklaşımı. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 12(2), 9-30. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/bddkdergisi/>
- Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Enders, W. and Lee, J. (2012). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662.x>
- Eyüboğlu, K. ve Eyüboğlu, S. (2020). Borsa İstanbul sektör endekslerinin etkinliğinin Fourier birim kök testleri ile analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 29, 23-44. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.648896>
- Fama, E.F. (1970). Session topic: Stock market price behavior. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Gozbasi, O., Kucukkaplan, I. and Nazlioglu, S. (2014). Re-examining the Turkish stock market efficiency: Evidence from nonlinear unit root tests. *Economic Modelling*, 38, 381-384. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.01.021>
- Hansen, B.E. (1995). Rethinking the univariate approach to unit root testing: Using covariates to increase power. *Econometric Theory*, 11(5), 1148-1171. Retrieved from <https://www.cambridge.org/>

- Harvey, D.I., Leybourne, S.J. and Xiao, B. (2008). A powerful test for linearity when the order of integration is unknown. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 12(3). <https://doi.org/10.2202/1558-3708.1582>
- Hasanov, M. (2009). Is South Korea's stock market efficient? Evidence from a nonlinear unit root test. *Applied Economics Letters*, 16(2), 163-167. <https://doi.org/10.1080/13504850601018270>
- Hasanov, M. and Omay, T. (2008). Nonlinearities in emerging stock markets: Evidence from Europe's two largest emerging markets. *Applied Economics*, 40(20), 2645-2658. <https://doi.org/10.1080/00036840600970310>
- Im, K.S. and Schmidt, P. (2008). More efficient estimation under non-normality when higher moments do not depend on the regressors, using residual augmented least squares. *Journal of Econometrics*, 144(1), 219-233. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2008.01.003>
- Jarque, C.M. and Bera, A.K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 55(2), 163-172. <https://doi.org/10.2307/1403192>
- Kapetanios, G., Shin, Y. and Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics*, 112(2), 359-379. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00202-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00202-6)
- Kapusuzoglu, A. (2013). Testing weak form market efficiency on the Istanbul stock exchange (ISE). *International Journal of Business Management and Economic Research*, 4(2), 700-705. Retrieved from <http://www.ijbmer.com/>
- Karademir, F. ve Evcı, S. (2020). Borsa İstanbul'da zayıf formda piyasa etkinliğinin test edilmesi: Sektörel çerçevede bir analiz. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 82-100. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1416>
- Kilic, Y. and Fatih, M.B. (2016). The efficient market hypothesis: Evidence from Turkey. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(10), 262-272. doi:10.6007/IJARBS/
- Kurtaran, A.T., Kurtaran, A. ve Çelik, M.K. (2018). Zayıf formda piyasa etkinliğinin Türkiye hisse senedi piyasasında test edilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Özel sayı, 457-474. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/ulikidince/>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C., Schmidt, P. and Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Lee, J. and Strazicich, M.C. (2003). Minimum lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089. Retrieved from [www.jstor.org](http://www.jstor.org)
- Narayan, P.K. (2005). Are the Australian and New Zealand stock prices nonlinear with a unit root? *Applied Economics*, 37, 2161-2166. <https://doi.org/10.1080/00036840500217887>
- Narayan, P.K. (2008). Do shocks to G7 stock prices have a permanent effect? Evidence from panel unit root tests with structural change. *Mathematics and Computers in Simulation*, 77, 369-373. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2007.03.003>
- Narayan, P.K. and Popp, S. (2010). A new unit root test with two structural breaks in level and slope at unknown time. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438. <https://doi.org/10.1080/02664760903039883>
- Narayan, P.K. and Smyth, R. (2004). Is South Korea's stock market efficient? *Applied Economics Letters*, 11(11), 707-710. <https://doi.org/10.1080/1350485042000236566>
- Omay, T. (2015). Fractional frequency flexible Fourier form to approximate smooth breaks in unit root testing. *Economics Letters*, 134, 123-126. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.07.010>

- M. Altuntaş, E. Kılıç, Ş. Pazarcı & A. Umut, “Borsa İstanbul Alt Endekslerinde Etkin Piyasa Hipotezinin Test Edilmesi: Fourier Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinden Kanıtlar”
- Onur, O. (2021). BİST-100 endeksinde doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle zayıf formda piyasa etkinliğinin testi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 5(1), 107-123. <https://doi.org/10.31200/makuubd.884585>
- Ozdemir, Z.A. (2008). Efficient market hypothesis: evidence from a small open-economy. *Applied Economics*, 40(5), 633-641. <https://doi.org/10.1080/00036840600722315>
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 57(6), 1361-1401. <https://doi.org/10.2307/1913712>
- Tuna, G. ve Öztürk, M. (2016). Piyasa etkinliğinin yapısal kırılmalı birim kök testleri ile incelenmesi: Türkiye pay senedi piyasası uygulaması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(12), 548-559. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijmeb/>
- Yücel, Ö. (2016). Finansal piyasa etkinliği: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *International Review of Economics and Management*, 4(3), 107-123. <https://doi.org/10.18825/irem.16916>
- Zeren, F., Kara, H. ve Arı, A. (2013). Piyasa etkinliği hipotezi: İMKB için ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 36, 141-148. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dpusbe/>

**EKLER**

**Ek 1. Fourier Dağılım Grafikleri**



## **TESTING THE EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS IN BORSA İSTANBUL SUB-INDICES: EVIDENCE FROM UNIT ROOT TESTS WITH FOURIER BREAKS AND NON-LINEARITY**

### **EXTENDED SUMMARY**

#### **Purpose**

If stock prices follow a random walk process, any shock that occurs is permanent, whereas if it has a stagnant process, the shocks are temporary, meaning that prices tend to return to the average over time.

This article aims to examine the efficient market hypothesis for six indices (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK) in Borsa İstanbul, through methods that consider structural breaks and nonlinearity.

#### **Literature**

There is a large literature examining whether the efficient market hypothesis is valid for Borsa İstanbul. In these studies, it is seen that traditional unit root tests are applied first, and then the hypothesis is tested in more powerful tests in parallel with the development in econometric methods. In this study, we focus on Borsa İstanbul. Therefore, we restrain ourselves from reviewing studies on this market. In the studies in the literature, it is seen that conventional unit root tests are applied first, and then the hypothesis is tested in more powerful tests in parallel with the development in econometric methods.

#### **Methodology**

In the study, the validity of the efficient market hypothesis will be examined within the scope of six BIST indices (XU100, XTUMY, XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK). The unit root approach is used to analyze the validity of the efficient market hypothesis. ADF (1979), RALS-ADF (2008), Fourier-ADF (2012) and Fourier-KSS (2010) unit root tests were used in this study.

#### **Results**

When the analysis results are examined, it is concluded that while the efficient market hypothesis is invalid for the XUMAL index, according to the ADF test, which is the classical unit root test, the efficient market hypothesis is valid for the other sub-indices. The results do not differ in the RALS-ADF test, which considers the non-normal errors in the data set. Similar to the ADF test, the efficient market hypothesis was found to be valid for all sub-indices except the XUMAL index. When the Fourier-ADF results, which take soft refractions into account, are examined, it is concluded that the efficient market hypothesis is not valid according to the Fourier ADF test, unlike the ADF and RALS-ADF tests for the XU100 and XUTEK indices.



When the results of the Fourier-KSS test, in which nonlinearity and structural breaks are considered, are examined, it is seen that there is an increase in the evidence that the efficient market hypothesis is not valid in the sub-indices. According to the Fourier-KSS test, the efficient market hypothesis was found to be invalid in four of the six sub-indices (XTUMY, XUMAL, XUSIN and XUTEK).

### **Conclusion**

In the study, the validity of the efficient market hypothesis has been examined with unit root tests that consider the breaks or not, as well as the unit root tests that consider the non-normal distribution and consider both the breaks and nonlinearity. According to the findings obtained in the study, it was seen that the null hypothesis, which expresses the existence of the efficient market hypothesis, could not be rejected in all of the unit root tests examined in the XUHIZ index. In other words, it has been concluded that the XUHIZ index is efficient. Therefore, it is possible to say that this index exhibits characteristics suitable for efficient markets. In other words, it can be said that the pricing in this market is made under the assumption of full information, the pricing is formed randomly, and it is difficult to make predictions about the future price movements by using the past price movements. On the contrary, in the XUMAL index, it was concluded that the existence of the efficient market hypothesis, which is the null hypothesis, was rejected in all of the unit root tests examined. Therefore, it is possible to say that this index does not exhibit the characteristics suitable for efficient markets. In other words, it can be said that the pricing in this market does not occur randomly and it is possible to make predictions about the future price movements by using the past price movements. It was observed that the results differed by considering the structural breaks, non-normal distribution and non-linearity in other indices.