




HAVAYOLU SEKTÖRÜNDE ZAYIF FORMDA PİYASA ETKİNLİĞİNİN ANALİZİ: BORSA İSTANBUL ÜZERİNE BİR UYGULAMA*

ANALYSIS OF WEAK FORM EFFICIENCY IN AIRLINE SECTOR: AN APPLICATION ON BORSA ISTANBUL

Cem EKMEN 

Vergi Müfettişi, Vergi Denetim Kurulu Adana Denetim Daire Başkanlığı
cemekmen21@hotmail.com

Samet EVÇİ** 

Doç. Dr., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
sametevci@osmaniye.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.09.2024 **Kabul Tarihi:** 07.11.2024

Özet: Bu çalışma ile Borsa İstanbul (BİST) Ulaştırma Endeksinde işlem gören, havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan şirketlerin pay fiyatları üzerinden sektörün zayıf formda etkinliği incelenmektedir. Bu kapsamda havayolu sektöründe faaliyet gösteren Çelebi Hava Servisi A.Ş. (CLEBI), Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş. (PGSUS), Tav Havalimanları Holding A.Ş. (TAVHL) ve Türk Hava Yolları A.O. (THYAO) şirketlerinin pay fiyatları, ekonometrik uygulamada daha güncel bir yöntem olarak kabul edilen Fourier fonksiyonlu FKPSS, FLM, FADF ve FGLS birim kök testleri ile analiz edilmektedir. Çalışmanın bulguları, CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketlerinin pay fiyat serilerinin, incelenen tüm frekanslarda (günlük, haftalık ve aylık) %5 anlamlılık düzeyinde birim kök içerdiğini yani durağan olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketleri için zayıf formda piyasa etkinliğinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Zayıf Formda Piyasa Etkinliği, Etkin Piyasalar Hipotezi, Havayolu Sektörü, Fourier Birim Kök Testleri

Abstract: This study examines the weak form efficiency of the sector through the share prices of companies operating in the airline transportation and ground handling services and traded in Borsa İstanbul (BIST) Transportation Index. In this context, the share prices of companies operating in the airline sector such as Çelebi Ground Handling Inc. (CLEBI), Pegasus Air Transportation Inc. (PGSUS), Tav Airports Holding Inc. (TAVHL) and Turkish Airlines Inc. (THYAO) are analyzed with the Fourier function FKPSS, FLM, FADF and FGLS unit root tests, which are accepted as a more up-to-date method in econometric application. The findings of the study reveal that the stock price series of CLEBI, PGSUS, TAVHL and THYAO companies contain a unit root at a significance level of 5% in all frequencies examined (daily, weekly and monthly), in other words, the series are not stationary. This situation shows that the weak form efficient market hypothesis is valid for the companies CLEBI, PGSUS, TAVHL and THYAO operating in airline transportation and ground handling services.

Keywords: Weak Form Efficiency, Efficient Markets Hypothesis, Airline Industry, Fourier Unit Root Tests

* Bu çalışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne sunulan "Sermaye Piyasasında Zayıf Formda Etkinlik: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tezinden uyarlanmıştır.

** Sorumlu Yazar

GİRİŞ

Sermaye piyasalarında, özellikle pay piyasalarında, finansal varlıkların gelecek fiyat hareketlerinin tahmini ve uygun alım-satım zamanlarının belirlenmesi araştırmacıların ve yatırımcıların ilgi duyduğu temel konular arasında yer almaktadır. Bu alanda ekonometrik modeller geliştirilerek fiyat hareketleri tahmin edilmeye çalışılmış, diğer taraftan şirketlerin finansal tablolarına dayanan temel analiz yöntemi kullanılarak yatırım yapılacak şirketler belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca geçmiş dönem fiyat hareketlerine dayanan teknik analiz yöntemleri ile bu şirketlerin paylarına yatırım yapılacak uygun zaman aralıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Finansal varlık fiyatlarının tahminine yönelik farklı yöntem ve modeller geliştirilmiş olsa da Fama (1970) tarafından ortaya konulan Etkin Piyasalar Hipotezi (EPH) finansal varlıkların geçmiş dönem fiyatlarından hareketle geleceğe yönelik öngörülerde bulunulamayacağını bir başka ifadeyle fiyatların rassal hareket ettiğini savunmaktadır.

EPH, fiyatların var olan bilgileri eksiksiz yansıttığı piyasaları etkin piyasalar olarak değerlendirmekte ve etkin bir piyasada yeni bilgilerin günlük fiyatlara ve gerçek değerlere anında yansıtılacağını savunmaktadır. Etkin piyasalarda sürekli değişen ve durağan olmayan bir denge ortaya çıkmaktadır. Yeni bir bilgi piyasaya ulaştığında, finansal varlığın piyasa değeri anında değişmekte ve bilginin olumlu ya da olumsuz olmasına göre mevcut fiyatlar yeni gelen bilgiye uyum sağlayarak dengeye gelmektedir. Piyasanın etkinliği bu dengelenmenin hızına göre belirlenmektedir. Fiyatlar, tam etkin piyasalarda denge durumunda ve gerçek değere eşittirler. Etkin olan bir piyasa mükemmel piyasa olarak değerlendirilmemelidir. Piyasanın etkinliğinin artması için, piyasa fiyatlarının rekabet ortamında oluşması gerekmektedir. Bu piyasada, bilgiye hızlı ulaşılrken, maliyetinde düşük seviyelerde olması gerekmektedir (Ekici, 2008, ss.5-7; Özçam, 1996, ss. 115-116; Bildik, 2000, s. 2).

EPH, sermaye piyasalarının etkinliğini bilgi setine göre zayıf, yarı güçlü ve güçlü formda piyasa etkinliği olarak sınıflandırmaktadır. Zayıf formda piyasa etkinliğinde, geçmişe ait fiyat bilgilerinden yararlanarak hisse senetlerinin gelecek fiyatlarını ve getirilerini bugünden ön görmek güçtür. Zayıf formda etkin piyasalarda bilgi akışı tahmin edilemediğinden fiyat hareketleri rassaldır (Aktaş ve Kozoğlu, 2007, s. 38). Bu nedenle teknik analiz yöntemi bu piyasalarda faydalı olmamaktadır. Mevcut fiyatların kamuya açık olan bütün bilgileri yansıtması durumunda yarı güçlü formda piyasa etkinliğinden bahsedilebilir. Şirketlere ilişkin kamuya açıklanan sermaye artırım duyuruları, finansal raporlamaların, araştırma ve tahmin raporlarının açıklanması, menkul kıymetlerin piyasa fiyatlarına anında, doğru bir şekilde ve tam olarak yansıtılmaktadır. Yeni bilgiye çok çabuk ve doğru tepki vermeleri nedeniyle piyasada hiçbir yatırımcının normalin üzerinde getiri elde etmek imkânı bulunmamaktadır (Fıçıcıoğlu, 2002, s. 3). Dolayısıyla teknik analizin yanı sıra temel analiz de faydasız hale gelmektedir. Güçlü formda etkin piyasalarda ise kamuya açık bilgiler ile firmaya ilişkin özel bilgiler fiyatlara yansıdığı için bu bilgiler kullanılarak piyasanın üzerinde getiri elde edilememektedir (Khan ve Ikram, 2011, s. 151).

Bu çalışma ile havayolu sektörünün zayıf formda etkinliği analiz edilmektedir. Havayolu sektörü, küresel boyutta hızla büyümekte ve gelişen hizmet sektörü içerisinde kilit rol oynamaktadır. Sektör, sağladığı ulaşım ağları ile turizm sektörünün gelişimine katkı sağlarken; farklı kültürleri bir araya getirerek, sosyal gelişimin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca ticari ve sanayi işletmelerin hammadde ve mamule ulaşımını kolaylaştırarak, farklı sektörlerin gelişimine katkı sağlamaktadır. Sektör, sağladığı lojistik hizmeti ile şirketlerin global pazarlara ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Bu yönleriyle havayolu sektörünün ekonomiye sağladığı katkı oldukça önemlidir. Diğer taraftan

sektörün farklı sektörlerle ilişkili olması, birçok faktörden etkilenmesine neden olmakta ve sektörün kırılma eğilimini arttırmaktadır. Havayolu sektörü özellikle savaş, doğal afetler, ekonomik krizler, terör olayları ve petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların etkilediği sektörlerin başında gelmektedir. Bu durum sektörde faaliyet gösteren şirketlerin pay fiyatlarına yansımaktadır. Örneğin son yıllarda yaşanan pandemi Borsa İstanbul'da birçok endeksi etkilemiştir. Havayolu ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan şirketlerin de yer aldığı Ulaştırma Endeksi Covid-19 salgının başladığı 2020 yılının Ocak ayında 1.794 seviyesinde iken pandeminin ilan edildiği Mart ayı sonunda 1.065 seviyesine gerileyerek, %40 oranında değer kaybetmiştir. Aynı dönemde BİST 100 Endeksi 1.149 seviyesinden 896 seviyesine gerileyerek, %22 oranında ve Sınai Endeksi ise %22,4 oranında değer kaybına uğramıştır. Bunun yanı sıra 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan depremin ardından 7 Şubat tarihinde Ulaştırma Endeksi %9,26, Sınai Endeksi %7,9 ve BİST 100 endeksi %8,62 oranında gerilemiştir. Bu faktörler payları borsada işlem gören şirketlerin pay fiyatlarında oynaklığa yol açmakta ve piyasanın zayıf formda etkinliğini bozarak, yatırımcının ortalamasının üzerinde kazanç elde etmesine neden olabilmektedir. Bu kapsamda çalışmada Borsa İstanbul (BİST) Ulaştırma endeksinde işlem gören havayolu ve yer hizmetleri alanında faaliyet gösteren Çelebi Hava Servisi A.Ş. (CLEBI), Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş. (PGSUS), Tav Havalimanları Holding A.Ş. (TAVHL) ve Türk Hava Yolları A.O. (THYAO) şirketlerinin 2013-2023 yılları arasındaki günlük, haftalık ve aylık pay fiyatları kullanarak, Fourier birim kök testleri ile sektörün zayıf formda etkinliği incelenmektedir.

Diğer çalışmalardan farklı olarak çalışmada, belli bir endeks bazında piyasa etkinliğinin incelenmesi yerine spesifik bir sektörün piyasa etkinliği incelenmektedir. Her sektörü etkileyen faktörler farklılık göstermekle birlikte, aynı sektörde yer alan şirketlerin pay fiyatlarını etkileyen faktörlerde firmaya özgü etkenler nedeniyle farklılık gösterebilir. Bu nedenle çalışmada havayolu ve yer hizmetlerinde faaliyet gösteren dört şirketin pay fiyatları kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra havayolu sektörü mevsimselliğin görüldüğü sektörlerden biridir. EPH'ye karşıt olarak, mevsimsellik borsada istikrarlı bir şekilde ortaya çıkmakta ve yatırımcılar tarafından kullanılabilir. Mevsimsel yatırım stratejisinin temelinde, kayıpların minimize edilmesi veya önlenmesi, riskin azaltılması ve dolayısıyla kar potansiyelinin artırılması yatmaktadır (Arumugam ve Soundararajan, 2013, s. 87). Bu durum çalışmada havayolu sektörünün seçilmesinde etkili olmuştur. Ayrıca çalışmada zayıf formda etkinliğin test edilmesinde sıklıkla kullanılan geleneksel birim kök testlerinin yerine, serilerde yapısal kırılmaları ve bu kırılmaların biçimini de dikkate alan Fourier birim kök testleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra farklı zaman frekanslarının piyasa etkinliği üzerindeki etkisi olup olmadığını analiz etmek için günlük, haftalık ve aylık fiyatlar kullanılmaktadır. Bu yönleri ile çalışmanın literatüre ve yatırımcılara katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışmanın takip eden bölümlerinde ulusal ve uluslararası yazında yer alan piyasa etkinliğini araştıran çalışmaların incelendiği literatüre yer verilmekte, ardından çalışmanın veri seti ve yöntemi hakkında bilgi verilmekte ve bulgular değerlendirilmektedir. Sonuç bölümü ile çalışma sonlandırılmaktadır.

LİTERATÜR

EPH'nin geçerliliği yıllarca ulusal ve uluslararası literatürde araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bu çalışmaların bir kısmının yer aldığı Tablo 1'de görüldüğü üzere, çalışmalardan elde edilen bulgular hipotezin geçerliliğinin çalışmaların kapsamına, kullanılan yöntem, veri setine göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dinamik ve değişimin çok fazla olduğu piyasalar üzerine yapılan bu çalışmalar gerek literatüre

gerekse bu piyasalara yatırım yapmayı düşünen yatırımcılara önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Tablo 1

Zayıf Formda Piyasa Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Örneklem Dönemi	Ülke	Yöntem	Sonuç
Andor ve ark. (1999)	1991-1999	Macaristan	Korelasyon testi ve koşu testi	Zayıf formda etkin değildir.
Ma ve Barnes (2001)	Aralık 1990- Nisan 1998	Çin	Koşu, korelasyon ve varyans analizi	Zayıf formda etkin değildir.
Chang ve ark. (2003)	1991-2004	Japonya, Arjantin, Meksika, Brezilya, Latin Amerika, Endonezya, Hindistan, Kore, Filipinler, Malezya, Tayland, Amerika ve Tayvan	Çoklu varyans analiz testi	Japon ve Amerika Borsaları zayıf formda etkindir.
Worthington ve Higgs (2003)	1987-2003	Latin Amerika (Kolombiya, Şili, Meksika, Venezuela ve Peru)	Seri korelasyon katsayısı, koşu testleri, Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF), Philip-Perron (PP), Kwiatovski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) ve Çoklu Varyans Oranı (MVR) testleri	Zayıf formda etkin değildir.
Gökçe ve Sarıoğlu (2003)	1998-2000	Türkiye	Korelasyon testi ve koşu testi	İMKB-100 ve İMKB-30 endeksleri zayıf formda etkin değildir.
Çevik ve Yalçın (2003)	Şubat 1986 - Mayıs 2002	Türkiye	Stokastik birim kök testleri	İMKB-100 Endeksi zayıf formda etkin değildir.
Worthington ve Higgs (2004)	1987-2003	Belçika, Avusturya, Fransa, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İrlanda, İtalya, Yunanistan, Norveç, Portekiz, Hollanda, İsveç, Birleşik Krallık, İspanya, İsviçre, Rusya, Çek Cumhuriyeti, Polonya ve Macaristan	Seri korelasyon katsayısı, koşu testleri, ADF, PP, KPSS ve MVR birim kök testleri	Macaristan, İsveç, Almanya, Portekiz, Birleşik Krallık ve İrlanda Borsaları zayıf formda etkindir.
Zengin ve Kurt (2004)	1987 -2002	Türkiye	ADF, PP birim kök testleri	İMKB-100 Endeksi zayıf formda etkin değildir.
Worthington ve Higgs (2005)	1987-2003	Asya ülkeleri	Seri korelasyon katsayısı, koşu testleri, ADF, PP, KPSS ve MVR birim kök testleri	Seri korelasyon testine göre tüm piyasalar zayıf formda etkin değildir. Birim kök testine göre Avustralya ve Tayvan hariç, tüm piyasalar zayıf formda etkindir. MVR testine göre Yeni Zelanda, Hong Kong ve Japonya dışındaki ülkeler zayıf formda etkin değildir.
Abrosimova ve ark. (2005),	1995-2001 Günlük, haftalık ve aylık fiyatlar	Rusya	Birim kök, oto korelasyon ve varyans analizi	Aylık seriler üzerinden piyasa zayıf formda etkindir.
Tezeller (2005)	Haziran 1997- Haziran 2004	Türkiye	Seri korelasyon ve koşu testi	İMKB-30 Endeksinde yer alan 26 hisse senedinin zayıf formda etkindir.
Narayan ve Narayan (2007)	Ocak 1975 - Nisan 2003	G-7 ülkeleri	Im, Pesaran ve Shin (IPS) (2003) testi, Levin ve Lin (LL) (1992) testi, Lagrange Multiplier (LM) testi, Seemingly Unrelated Regression (SUR) ve Multivariate Augmented Dickey Fuller (MADF) panel birim kök testleri	Zayıf formda etkindir
Çelik ve Taş (2007)	Nisan 1998- Nisan 2007	Brezilya, Arjantin, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Endonezya, Mısır, Rusya, Türkiye,	ADF, PP ve KPSS birim kök testleri	Zayıf formda etkindir.

			Hindistan, İsrail, Meksika ve Kore		
Narayan (2008)	1975-2003		G-7 ülkeleri	Bir ve iki kırılmalı LM panel birim kök testi	Zayıf formda etkindir.
Çevik ve Erdoğan (2009)	2003-2007		Türkiye	Yapısal kırılma testleri ve güçlü hafıza modeli	Bankacılık sektörü zayıf formda etkin değildir.
Lee ve ark. (2010)	Ocak 1999- Mayıs 2007	32 gelişmiş ve 26 gelişmekte olan ülke		Geleneksel panel birim kök testleri ile yapısal kırılmalı panel KPSS testi	Sadece geleneksel panel birim kök testlerinde piyasa etkindir.
Mishra (2011)	Ocak 2007 ile Aralık 2010	Amerika, Birleşik Brezilya, Hindistan, Çin, Güney Kore ve Rusya	Almanya, Krallık, Hindistan, Çin, Rusya	ADF birim kök testi ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity-GARCH) modeli	Zayıf formda etkin değildir.
Zeren ve ark. (2013)	1987-2012		Türkiye	Yapısal kırılmalı birim kök testleri	İMKB-100 Endeksi zayıf formda etkindir.
Altunöz (2016)	2006-2014		Türkiye	ADF ve PP birim kök testleri	Bankacılık sektörü zayıf formda etkindir.
Tutar ve Dalgar (2023)	1970-2022		G-20 ülkeleri	ADF, Fourier-ADF, RALS-ADF ve Fourier-KSS birim kök testleri	Arjantin, Almanya, Avustralya, Güney Afrika, Fransa, Güney Kore, Suudi Arabistan ve Japonya borsaları etkindir. Amerika, Brezilya, Endonezya, Brezilya, Hindistan, İtalya, İngiltere, Kanada, Rusya, Türkiye ve Meksika'da ise kullanılan yöntemlere göre sonuç değişmektedir.
Arık ve ark. (2023).	2013-2022		Türkiye	FKPSS, FADF ve FLM testleri	Yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren 6 şirketten ikisinin pay fiyatlarının zayıf formda etkin değildir.

VERİ SETİ

Çalışmada havayolu sektörünün zayıf formda piyasa etkinliği BİST Ulaştırma endeksinde işlem gören, havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan şirketlerin pay fiyatları üzerinden analiz edilmektedir. Bu bağlamda Tablo 2'de görüldüğü üzere sektörde faaliyet gösteren CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketler için ortak gözlem tarihi seçilmiş ve 29.04.2013-17.11.2023 tarihleri arasındaki günlük, haftalık ve aylık kapanış değerleri kullanılmıştır. Böylece gözlem sıklığına göre piyasa etkinliğinin farklılık gösterip göstermediği tespit edilmektedir.

Tablo 2

Çalışmanın Veri Seti

Şirket	Gözlem Aralığı	Günlük Gözlem Sayısı	Haftalık Gözlem Sayısı	Aylık Gözlem Sayısı
CLEBİ	29.04.2013 - 17.11.2023	2647	552	128
PGSUS	29.04.2013 - 17.11.2023	2647	552	128
TAVHL	29.04.2013 - 17.11.2023	2647	552	128
THYAO	29.04.2013 - 17.11.2023	2647	552	128

YÖNTEM

Finans literatüründe zayıf formda etkinliğin geçerliliği, durağanlık analizi ile ampirik olarak sınanmaktadır. Bu analizlerde bir serinin durağan olmaması, serinin rassal bir yürüyüş sergilediği ve etkin piyasa hipotezinin zayıf formda geçerli olduğunu ifade etmektedir. Serinin durağan olması durumunda ise etkin piyasa hipotezinin zayıf formda geçerli olmadığı kabul edilmektedir.

Ekonometrik çalışmalarda durağanlık analizi kapsamında kullanılan ilk dönem birim kök testleri seride yapısal kırılmanın olmadığı ve serinin doğrusal olduğu varsayımına dayanmaktadır. Zayıf formda etkinliğin geçerliliğini araştıran ilk çalışmalarda, genişletilmiş Dickey ve Fuller (ADF) testi, Phillips-Perron (PP) testi, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testi yaygın olarak kullanılmıştır. Geleneksel birim kök testleri olarak adlandırılan bu testler, serilerde kırılma olduğunda yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Son yıllarda daha güvenilir sonuçlara ulaşmak için serilerde yapısal kırılmaları ve bu kırılmaların biçimini de dikkate alan Fourier birim kök testleri geliştirilmiştir.

Fourier fonksiyonları kullanılarak durağanlık analizinin yapılması durumunda serilerde gözlemlenen ani ve yavaş yapısal kırılmalar tespit edilebilmektedir. Ayrıca Fourier birim kök testleri yapısal kırılmaların sayısı, konumu ve biçiminin birim kök test sonuçları üzerindeki olumsuz etkisini de ortadan kaldırabilmektedir. (Yılancı, 2017, s. 55).

Çalışmada kullanılan logaritması alınmış pay fiyat serilerinin grafikleri Şekil 1’de yer almaktadır. Serilerin zaman grafikleri incelendiğinde, serilerde yapısal kırılmalar gözlemlenmektedir. Bu nedenle havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan şirketlerin pay fiyatlarının etkinliğini test etmek için durağanlık analizlerinde kullanılan daha güncel bir yaklaşım olan Fourier fonksiyonlu birim kök testleri kullanılması daha uygun olmaktadır. Bu çalışmada Fourier tipi dört farklı birim kök testi kullanılmakta olup, bunlar, Fourier KPSS (FKPSS), Fourier LM (FLM), Fourier ADF (FADF) ve Fourier GLS (FGLS) birim kök testleridir.

Becker ve ark. (2006)’nin önermiş olduğu FKPSS testi, Fourier fonksiyonlarına dayalı ilk birim kök testidir. Bu test, geleneksel KPSS birim kök testine Fourier fonksiyonlarının eklenmesine dayanmaktadır. KPSS testinde olduğu gibi FKPSS testinde de yokluk hipotezi, serinin durağan olduğu biçiminde oluşturulmaktadır. FKPSS birim kök testi için hesaplanan test istatistiği, aşağıdaki 1, 2 ve 3 nolu eşitliklere dayanmaktadır:

$$Y_t = X_t' \beta_0 + Z_t' \gamma + r_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$Z_t = [\sin(2\pi kt / T), \cos(2\pi kt / T)]' \quad (3)$$

Burada, n; frekans sayısını, k; belirli bir frekansı ve T; gözlem sayısını belirtmektedir. Fourier yakınsama modeli ise 4 nolu eşitlikte ifade edilmektedir:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n b_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right); \quad n < T/2. \quad (4)$$

Fourier birim kök testlerinin ilk adımında, $1 \leq k \leq 5$ için model tahmini gerçekleştirilmesinin ardından hata kareleri toplamı en küçük olan model belirlenir. Ardından hata kareleri toplamı en küçük olan model kullanılarak, seride stokastik trendin

varlığını test etmek üzere kullanılacak test istatistiği hesaplanır ve yokluk hipotezi sınanır (Arık ve ark. 2023, s. 119). Uygun frekans sayısının belirlenebilmesi için frekans değerleri 1'den 5'e kadar denir. Uygun frekans değeri olarak, minimum kalıntı kareleri toplamını veren değer seçilir. Hesaplanan test istatistiği ise 5 nolu eşitlikte gösterilmiş olup, hesaplanan test istatistiği, Becker ve ark. (2006) tarafından önerilen kritik değerler ile karşılaştırılarak serinin durağanlığına karar verilir.

$$\tau_{\mu}(k) \text{ veya } \tau_{\mu}(k) = \frac{1}{T^2} \frac{\sum_{t=1}^T \tilde{S}_t(k)^2}{\tilde{\sigma}^2} \quad (5)$$



Şekil 1. *Logaritmik Serilerin Zaman Yolu Grafikleri*

Enders ve Lee (2012a), geleneksel LM birim kök testine Fourier fonksiyonlarının ekleyerek FLM birim kök testi ve Enders ve Lee (2012b) ise geleneksel ADF birim kök testine Fourier fonksiyonlarının ekleyerek FADF birim kök testi geliştirmişler. Enders ve

Lee (2012a), trendden arındırılmış seri kullanılarak FLM birim kök testi için aşağıdaki 6 nolu eşitliği kullanmışlardır:

$$\Delta y_t = \phi \tilde{S}_{t-1} + d_0 + d_1 \Delta \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + d_2 \Delta \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_t \quad (6)$$

FLM birim kök testinde yokluk hipotezi, serinin durağan olmadığı, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu biçimindedir. ϕ 'nin sıfır olması, serinin durağan olduğunu ve yokluk hipotezinin kabul edildiğini ifade eder.

FADF birim kök testi, seride doğrusal trendin olmadığı, sadece seviyede kayma olduğu durumlarda FLM testinden daha güçlü olmaktadır (Arık ve ark. 2023, s. 119). FADF birim kök testi için hesaplanan test istatistiği, aşağıdaki 7 nolu eşitliğe dayanmaktadır:

$$\Delta y_t = \mu + \delta t + \theta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (7)$$

FADF testinde yokluk hipotezi, serinin durağan olmadığı, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu biçimindedir. α değerinin sıfır olması, serinin durağan olduğunu ve yokluk hipotezinin kabul edildiğini ifade eder.

Elliott ve ark. (1996) ile Rodrigues ve Taylor (2012)'ın geliştirdikleri birim kök testine Fourier fonksiyonlarının ekleyerek FGLS birim kök testi önermişlerdir. FGLS birim kök testi için hesaplanan test istatistiği, aşağıdaki 8 nolu eşitliğe dayanmaktadır:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_3 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + x_t \quad (8)$$

FGLS testinde yokluk hipotezi, serinin durağan olmadığı, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu biçimindedir.

BULGULAR

Havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketleri için günlük, haftalık ve aylık kapanış değerleri ilk olarak logaritmik dönüşümüne tabi tutularak veriler, doğrusal bir forma getirilmiştir. Ardından CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketlerinin pay fiyatlarının zayıf form etkinliği FKPSS, FLM, FADF ve FGLS birim kök testleri kullanılarak analiz edilmektedir. Bu testler, Nazlıoğlu (2021) tarafından GAUSS yazılımı için oluşturulan TSPDLIB kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te günlük, haftalık, aylık gözlemler için sabitli ile sabitli ve trendli modeller için FKPSS, FLM, FADF ve FGLS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3 incelendiğinde %1 anlamlılık düzeyinde, tüm gözlemlerde ve modellerde FLM, FADF ve FGLS birim kök test istatistiklerine göre serinin durağan olmadığı şeklinde kurulan yokluk hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Bu durum serilerin birim kök içerdiği ve zayıf formda etkin olduğunu ortaya koymaktadır. FKPSS test sonuçları bu durumu desteklemektedir. FKPSS test sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde serinin durağan olduğu yönündeki yokluk hipotezi reddedilmekte ve serinin durağan olmadığı şeklindeki alternatif hipotez kabul edilmektedir. Başka bir ifadeyle tüm şirketler için zayıf formda etkin piyasa hipotezi geçerlidir. Sadece FGLS testi sonucuna

göre %10 anlamlılık düzeyinde, sabitli-trendli modelde CLEBI şirketinin pay senedi için zayıf formda etkin piyasa hipotezi geçerli değildir.

Fourier birim kök testleri havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketleri için ortak bir sonuca işaret etmektedir. İlgili pay fiyat serileri, incelenen tüm frekanslarda (günlük, haftalık ve aylık), birim kök taşımaktadır, bir başka ifadeyle durağan değildir. Bu durum, havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketleri için zayıf formda etkin piyasa hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca sektörün zayıf formda etkinliği farklı zaman frekanslarına göre değişmemektedir.

Tablo 3

Fourier Birim Kök Test Sonuçları

Değişken Gözlem	Model	FKPSS		FLM			FADF			FGLS		
		fr	i	k	fr	i	k	fr	i	k	fr	i
CLEBİ Günlük	c	1	85,543***	5	1	-3,363	4	5	0,600	4	5	2,349
	c+t	1	4,85***				4	1	-3,564	4	1	-2,845
CLEBİ Haftalık	c	1	17,849***	2	1	-3,374	3	5	0,758	3	5	2,571
	c+t	1	1,018***				1	1	-3,553	1	1	-2,948
CLEBİ Aylık	c	1	4,153***	9	1	-3,787	6	3	1,177	8	5	1,430
	c+t	1	0,238***				8	1	-3,750	8	1	-3,989*
PGSUS Günlük	c	1	67,973***	9	1	-2,433	8	1	-0,859	8	5	1,979
	c+t	1	10,462***				8	1	-2,388	8	1	-2,449
PGSUS Haftalık	c	1	14,258***	6	1	-2,343	5	1	-0,571	5	5	2,039
	c+t	1	2,206***				5	1	-2,213	5	1	-2,327
PGSUS Aylık	c	1	3,348***	4	2	-1,451	3	2	0,910	3	4	2,225
	c+t	1	0,509***				3	4	0,622	2	1	-2,685
TAVHL Günlük	c	1	76,406***	1	1	-2,794	0	3	0,659	0	3	2,186
	c+t	1	10,721***				0	1	-2,796	0	1	-2,672
TAVHL Haftalık	c	1	15,967***	6	1	-2,585	5	2	-0,460	5	3	2,418
	c+t	1	2,227***				5	1	-2,551	5	1	-2,569
TAVHL Aylık	c	1	3,683***	4	1	-1,967	3	3	2,057	3	3	3,177
	c+t	1	0,525***				3	3	0,401	3	1	-1,974
THYAO Günlük	c	1	70,913***	6	2	-1,297	7	2	0,836	5	4	3,197
	c+t	1	13,717***				5	2	-0,644	5	2	-1,018
THYAO Haftalık	c	1	14,899***	4	2	-1,229	3	2	1,113	3	4	3,401
	c+t	1	2,860***				3	2	-0,442	3	2	-0,865
THYAO Aylık	c	1	3,463***	8	1	-2,894	7	2	0,255	7	4	0,920
	c+t	1	0,666***				7	1	-2,878	7	1	-2,865

Açıklamalar: c: sabitli model, c+t: sabitli ve trendli model; k: gecikme uzunluğu; fr: frekans değeri, i: test istatistiğidir. ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,10 anlamlılık düzeyidir.

SONUÇ

Etkin piyasalar hipotezi, menkul kıymet fiyatının mevcut ve ulaşılabilir tüm bilgiyi içererek menkul kıymetin gerçek değerini yansıttığını savunmaktadır. Hipotez yıllarca araştırmacılar tarafından incelenmiş, çalışmaların incelediği piyasa, sektör, veri seti ve yöntemle göre piyasa etkinliğine ilişkin farklı bulgular elde edilmiştir. Bu çalışma ile Fourier tipi dört farklı birim kök testi kullanılarak BİST Ulaştırma Endeksinde işlem gören, havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan şirketlerin pay fiyatları üzerinden sektörün zayıf formda etkinliği analiz edilmektedir.

Çalışmaya dahil edilen şirketler için ortak gözlem tarihi seçilmiş; 29.04.2013-17.11.2023 tarihleri arasındaki günlük, haftalık ve aylık kapanış değerleri dikkate alınmıştır. CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketlerinin pay fiyatlarının zayıf formda etkinliği, serilerdeki çoklu kırılmaları dikkate alan FKPS, FLM, FADF ve FGLS birim kök testleri kullanılarak sınanmıştır.

FKPS, FLM, FADF ve FGLS birim kök test sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, günlük, haftalık, aylık gözlemler için sabitli ile sabitli-trendli modeller %1 anlamlılık düzeyinde tüm şirketlerin pay fiyatlarının tüm frekanslarda birim kök içerdiğini yani serilerin durağan olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak CLEBI, PGSUS, TAVHL ve THYAO şirketleri için zayıf formda etkin piyasa hipotezi geçerlidir. Bu durum havayolu taşımacılığı ve yer hizmetleri faaliyetinde bulunan bu şirketlerin pay fiyatlarına ilişkin geçmiş fiyatlarından hareketle öngörüle bulnamayacağını ve piyasanın üzerine bir kazanç sağlanamayacağını ifade etmektedir.

Bu çalışmanın diğer çalışmalara kıyasla, farklı bir alan üzerinde etkin piyasa hipotezini incelemesi çalışmayı diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Çalışmada etkin piyasa hipotezinin zayıf formda etkinliği incelenirken endeksler üzerinden hareket edilmemiş, şirketlerin finansal ve yönetsel farklılıklar göstermesi nedeniyle şirketler ayrı olarak incelenmiştir. Bunun yanı sıra farklı zaman frekanslarının piyasa etkinliği üzerindeki etkisi de analiz edilmiştir. Bu yönüyle çalışmanın sermaye piyasalarının etkinliği konusunda yapılacak araştırmaların güçlendirilip geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular, sermaye piyasalarının etkinliğinin sağlanmasına yönelik alınacak önlemlerin ve uygulanacak politikaların belirlenmesine katkı sağlayabilir. Havayolu sektörünün zayıf formda etkin olması para politikası ve makroekonomik gelişmelerin anında fiyatlara yansıtacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle politika yapıcıları faiz oranı gibi politika değişikliklerine piyasanın hemen tepki vereceğini göz önünde bulundurarak karar vermeleri gerekmektedir. Ayrıca piyasanın etkin olması yatırımcılar arasındaki bilgi farkını azaltarak, politika yapıcıların daha adil bir piyasa ortamı yaratmalarına ve düzenlemelerin bu doğrultuda yapılandırılmasına yardımcı olabilir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmada ikincil veriler kullanıldığı için etik kurula gerek yoktur.

KAYNAKÇA

- Abrosimova, N., Dissanaik, G., & Linowski, D. (2005). Testing the weak form efficiency of the Russian stock market. Social Science Research Network Working Paper. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=302287.
- Aktaş, H. & Kozoğlu, M. (2007). Haftanın günleri etkisinin İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Garch Modeli ile test edilmesi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(514), 37-45.

- Altunöz, U. (2016). Borsa İstanbul'da zayıf formda etkin piyasa hipotezinin testi: Bankacılık sektörü örneği. *Journal of International Social Research*, 9(43), 1619-1625.
- Andor, G., Ormos, M. & Szabo, B. (1999). Return predictability in the hungarian capital market. *Periodica Polytechnica Social, Management Sciences*, 7(1), 29-46.
- Arık, E., Özbey, F. & Kandır, S.Y. (2023). Borsa İstanbul'da işlem gören yenilenebilir enerji şirketlerinin pay fiyat etkinliğinin fourier birim kök testleri ile sınanması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 11(2), 114-126.
- Arumugam, D. A., & Soundararajan, K. (2013). Stock Market Seasonality—Time-Varying Volatility in The Emerging Indian Stock Market. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 9(6), 87-103.
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409.
- Bildik, R. (2000). *Hisse Senedi Piyasalarında Dönemsellikler ve İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma*. İMKB Yayınları.
- Chang, E. J., Lima, E. J. A., & Tabak, B. M. (2003). Testing for weak form efficiency in emerging equity markets, *Emerging Markets Review*. 5, 295-316.
- Çelik, T.T. & Taş, O. (2007). Etkin piyasa hipotezi ve gelişmekte olan hisse senedi piyasaları. *İTÜ Dergisi / b*, 4 (2).
- Çevik, E.İ. & Erdoğan, S. (2009). Bankacılık sektörü hisse senedi piyasasının etkinliği: Yapısal kırılma ve güçlü hafıza. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(1), 26-40.
- Çevik, F. & Yalçın, Y. (2003). İMKB için zayıf etkinlik sınaması: Stokastik birim kök ve kalman filtre yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21-36.
- Ekici, M. (2008). Etkin Piyasalar Kuramı ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nın (İMKB) zayıf formda etkinliğinin test edilmesi. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi
- Elliott, Graham, T. J., & Rothenberg, J. H. Stock (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.
- Enders, W., & Lee, J. (2012a). The flexible Fourier form and Dickey-Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Enders, W., & Lee, J. (2012b). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599.
- Fama, E. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical works. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Fıçıcıoğlu, İ. (2002). Piyasa etkinliği ve modern portföy kuramı. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Gökçe, A. & Sarıoğlu, S. E. (2003). Etkin Pazar Kuramı ve zayıf etkin pazar kuramının geçerliliğinin İMKB'de test edilmesi. *İşletme Dergisi*, 32(1), 45-64.
- Khan, A., & Ikram, S. (2011). Testing strong form market efficiency of Indian Capital Market: Performance appraisal of mutual funds. *International Journal of Business & Inf. Tech.*, 1(1), 151-163.
- Lee, C. C., Lee, J. D., & Lee, C. C. (2010). Stock prices and the Efficient Market Hypothesis: Evidence from a panel stationary test with structural breaks. *Japan and the World Economy*, 22(1), 49-58.
- Ma, S., & Barnes, M.L. (2001). Are China's stock markets really weak-form efficient? Discussion Paper 0119. *Centre for International Economic Studies*. University Adelaide, 1-40.
- Mishra, P. K. (2011). Weak form market efficiency: Evidence from emerging and developed world. *The Journal of Commerce*, 3(2), 26.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2007). Mean reversion in stock prices: New evidence from panel unit root tests. *Studies in Economics and Finance*, 24(3), 233-244.
- 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(4), 369-373.

- Nazlioglu, S. (2021). TSPDLIB: GAUSS Time series and panel data methods (Version 2.0). Source Code], (20.11.2023). <https://github.com/aptech/tspdlib>.
- Özçam, F. (1996). *Teknik Analiz ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (Yayın No: 32)*. Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları.
- Rodrigues, P., & Taylor, A.R. (2012). The flexible Fourier form and local GLS de-trending unit root tests. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(5), 737-759.
- Tezeller, R.Y. (2004). *Türkiye Sermaye Piyasalarında pazar etkinliği*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Tutar, N. K., & Dalgar, H. (2023). Etkin Piyasa Hipotezinin incelenmesi: G-20 ülkelerinden kanıtlar. *International Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 9(62), 2542-2551.
- Worthington, A.C., & Higgs, H. (2003). Tests of random walks and market efficiency in Latin American stock markets: An empirical note. *Discussion Paper*, No. 157.
- Worthington, A.C., & Higgs, H. (2004). Random walks and market efficiency in European equity markets. *The Global Journal of Finance and Economics*, 1(1), 59-78.
- Worthington, A. C., & Higgs, H. (2005). Weak-form market efficiency in Asian emerging and developed equity markets: Comparative tests of random walk behaviour. University of Wollongong, Faculty of Business-Accounting & Finance Working Papers. <https://ro.uow.edu.au/commpapers/199/>.
- Yılcı, V. (2017). Petrol fiyatları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi: Fourier Yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi Ekonometri ve İstatistik*, 27, 51-67.
- Zengin, H. & Kurt, S. (2004). İMKB zayıf ve yarı güçlü formda etkinliğinin ekonometrik analizi. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 21(6), 145-152.
- Zeren, F., Kara, H. & Arı, A. (2013). Piyasa Etkinliği Hipotezi: İMKB İçin ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 36, 141-148.