



BORSA İSTANBUL ELEKTRİK ENDEKSİ PAY SENETLERİNDE ETKİN PİYASALAR HİPOTEZİ: GELİŞMİŞ FONKSİYONLU BİRİM KÖK TESTLERİNDEN AMPİRİK KANITLAR

OSMAN VAROL^{1*} & ŞEVKET PAZARCI² & ASIM KAR³

¹Arş Gör., Pamukkale Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, ovarol@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6572-9383>. ²Arş Gör., Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari Ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, sevket.pazarci@nisantasi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3675-909X>. ³Arş Gör., Pamukkale Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, asimk@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5763-1434>

Bu çalışma T.Uluslararası Enerji Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur. (16/03/2023).

ÖZ

Yenilenebilir enerji sektöründeki gelişmeler, sermaye piyasalarında yüksek getiri arayışındaki yatırımcılar açısından elektrik firmalarının konumunu bugünden değiştirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul (BIST) elektrik endeksindeki (XELKT) pay senetleri için etkin piyasalar hipotezinin (EPH) geçerliliğini normal olmayan dağılım, yapısal kırılma ve doğrusal olmayan süreç altında karşılaştırmalı olarak test etmektir. Bu amaç için birim kök testi literatüründe yer alan ADF, RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS testleri kullanılmıştır. Ampirik bulgular serinin dağılım, doğrusallık ve yapısal kırılma özelliklerini dikkate alan birim kök testlerinde farklılık göstermesine rağmen genel olarak XELT endeksinde yer alan pay senetleri için zayıf formda piyasa etkinliğinin geçerliliğini ortaya koymaktadır. Buna göre, kısıtlı sayıdaki enerji firmasının pay senedi fiyatları ortalamaya dönüş özelliği sergilerken dikkate değer bir kısmının fiyatları ise rassal yürüyüş özelliği göstermektedir. Pay senedi fiyatlarının zayıf formda etkinliğine yönelik kanıtlar, gelecekteki fiyat davranışlarının tahmin edilebilir olmadığını desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Etkin piyasalar hipotezi, BIST-elektrik, birim kök testleri.

Editör / Editor:

Levent ÇITAK,
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:

Osman VAROL,
ovarol@pau.edu.tr

JEL:

C22, G14, Q40

Geliş: 30 Ekim 2023

Received: October 30, 2023

Kabul: 14 Mart 2024

Accepted: March 14, 2024

Yayın: 31 Ağustos 2024

Published: August 31, 2024

Atıf / Cited as (APA):

Varol, O. & Pazarci, Ş. & Kar, A. (2024),
Borsa İstanbul Elektrik Endeksi Pay
Senetlerinde Etkin Piyasalar Hipotezi: Gelişmiş
Fonksiyonlu Birim Kök Testlerinden Ampirik
Kanıtlar, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari
Bilimler Fakültesi Dergisi, 68, 21-28,
doi: 10.18070/erciyesiibd.1383397

EFFICIENT MARKETS HYPOTHESIS IN BORSA ISTANBUL ELECTRICITY INDEX STOCKS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM ADVANCED FUNCTION UNIT ROOT TESTS

ABSTRACT

Developments in the renewable energy sector are already changing the position of electricity firms in terms of investors seeking high returns in the capital markets. The purpose of this paper is to comparatively test the validity of the efficient markets hypothesis (EMH) for stocks in Borsa İstanbul (BIST) electricity index (XELKT) under non-normal distribution, structural break, and non-linear process. For this purpose, ADF, RALS-ADF, Fourier-ADF and Fourier-KSS tests in the unit root test literature were used. Although the empirical findings differ in unit root tests that consider distribution, linearity and structural break properties of the series, the findings generally reveal the validity of the weak form of market efficiency for the stocks in the XELT index. Accordingly, while the stock prices of a limited number of energy firms exhibit a mean-reversion, the prices of a considerable number of energy firms exhibit a random walk. Evidence for the weak-form efficiency of stock prices supports that future price behavior is not predictable.

Keywords: Efficient markets hypothesis, BIST-electricity, Unit root tests.

GİRİŞ

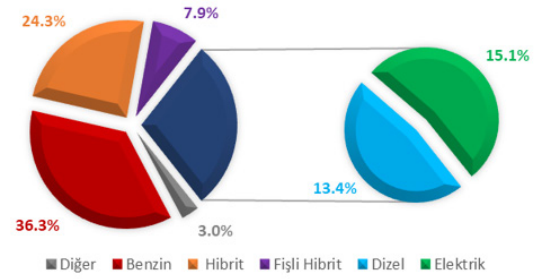
Etkin piyasalar hipotezi (EPH), sermaye piyasalarının davranışına ilişkin, kökleri Fama (1970) çalışmasına dayanan ve finans teorisinin yapı taşlarından olan bir yaklaşımdır. Buna göre, piyasaların etkinliği üç farklı derecede olmak üzere güçlü, yarı-güçlü ve zayıf formda mümkündür (Brigham ve Houston, 2019). İlk olarak, bir piyasa zayıf formda etkinse, mevcut pay senedi fiyatları, geçmiş fiyat hareketlerinden doğan tüm bilgileri (getiri, hacim vb.) yansıtmaktadır. Bu durumda, teknik analiz ve zaman serisi analizi gibi yöntemleri kullanarak piyasa ortalamasının üzerinde (anormal) getiri elde etmek mümkün değildir. İkinci olarak, yarı-güçlü formda piyasa etkinliğinde mevcut fiyatlar, geçmiş fiyatlara ek olarak kamuya açıklanan tüm haberlerden doğan bilgileri de (finansal tablolar, temettü haberleri) içermektedir. Dolayısıyla, temel analiz yöntemleri, uzmanlık bilgisi ve aracı kurum önerileri de anormal getiri sağlamamaktadır. Son olarak, eğer bir piyasa güçlü formda etkin ise mevcut pay senedi fiyatları; geçmiş, kamuya açıklanan veya açıklamayan haberlerden doğan tüm bilgileri yansıtmaktadır. Bu bağlamda, firma çalışanı, denetçi veya muhasebeci gibi bazı kişilerin bildiği içerden öğrenenlerin bilgileri (devralma, birleşme planları vb.) de fiyatlara halihazırda yansıdığı için anormal getiri sunmamaktadır (Cuthbertson ve Nitzsche, 2005).

Literatürde yapılan ampirik çalışmalar genellikle, pay senedi piyasalarının getirilerinin geçmiş fiyat değişikliklerinden tahmin edilemeyeceğini varsayan zayıf formda piyasa etkinliğine odaklanmaktadır. Bu çerçevede, birim kök analizi ampirik literatürün en çok kullanılan metodudur. Finansal varlık fiyatlarının birim kök içerip içermediği önemli çıkarımlara sahiptir. Pay senedi fiyatlarının birim kök sürece sahip olması şoklara verilen tepkilerin kalıcı olduğunu ve fiyatların yeni bir dengeye ulaşacağına işaret etmektedir. Dolayısıyla tarihsel fiyat hareketlerine dayanarak gelecekteki getirilerin tahmin edilemeyeceğini söylemektedir. Finansal varlık fiyatlarının durağan olması (ortalamaya dönüş) durumu ise, geçmiş davranışlara dayalı olarak pay senedi fiyatlarında gelecekteki hareketlerin tahmin edilebileceğini ve anormal getiri elde etmek için yatırım stratejilerini kullanmanın anlamlı olabileceğini vurgulamaktadır. Çünkü, şoklar geçicidir ve fiyatlar ortalamalarına geri dönüş özelliği sergilemektedir (Lu, Chang, Hung ve Liu, 2010).

Son yıllarda dünyada ve Türkiye’de otomotiv endüstrisinin başını çektiği ve yakın bir gelecekte önemli bir sektör olacağı görünen elektrikli araç yatırımlarındaki girişimler ve yenilenebilir enerji gereksinimdeki zorunlu artış, enerji firmalarının konumunu yatırımcılar açısından bugünden değiştirirken firmalar da yatırım politikalarını piyasa çekişli çözümlerle tasarlamaktadır. Bu durum, sermaye piyasalarında yüksek getiri veya endeks üzeri getiri arayışında olduğu bilinen (en azından enflasyon üzerinde) ve bu nedenle sektörel beklentilerde daha duyarlı olan yatırımcıların elektrik firmalarının pay senedi fiyat projeksiyonlarına olan ilgisini arttırmaktadır. Dolayısıyla XELKT endeksinde yer alan pay senedi fiyatlarının tahmin edilip edilemeyeceğinin analiz edilmesi, yatırımcılar ve piyasa yapımcılar açısından EPH’nin önemini kristalize etmektedir.

Avrupa Birliği’nde (AB) elektrikli araç satışları 2023 yılı Ocak-Haziran döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre %53,8’lik yükselişle 703.586 sayısına ulaşırken Haziran ayında elektrikli araç satışları dizel araç satışlarını ilk kez geride bırakarak %15,1 oranındaki pazar payını elde etmiş ve üçüncülüğe yerleşmiştir (bkz. Şekil 1). Türkiye’de ise 2022 yılında 7.733 adet elektrikli araç satışı gerçekleşmiştir. Bu sayı, bir önceki yıla %171,7 oranındaki artışa ve %1,3 pazar payına karşılık gelmektedir. Ayrıca, 2023 yılı haziran ayı itibarıyla gerçekleşen elektrikli otomobil satışı önceki yılın aynı dönemine göre %487,5 artışla 13.294 adet olmuştur (Otomotiv Distribütörleri ve Mobilite Derneği, 2023).

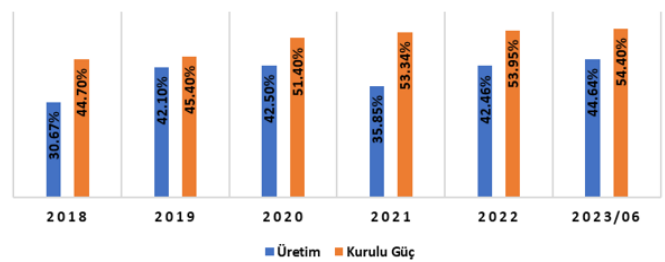
ŞEKİL 1 | AB’de Yakıt Türüne Göre Pazar Payları



Kaynak: Association des Constructeurs Européens d’Automobiles (2023) üzerinden alınan verilere dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Bu gelişmeler, yenilenebilir enerji yatırımlarındaki yükseliş eğilimini de yansıtmaktadır. Son 5 yıllık sektör verileri incelendiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’nin toplam kurulu güç stoğu içindeki ağırlığının ve buna paralel yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim modelinin payının arttığı görülmektedir (bkz. Şekil 2). BIST XELKT endeksinde pay senetleri işlem gören elektrik firmaları, dağıtım-satış ve fosil kaynaklara dayalı konvansiyonel üretim yöntemlerinin dışında başta hidroelektrik, rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji santralleri olmak üzere çok geniş bir yelpazede faaliyetlerini ve özellikle yatırımlarını sürdürmektedirler. Bu faaliyetler ve yatırımlar arasında hibrit santraller, kombine çevrim enerji santralleri ve robotik üretim tesisi, sıvılaştırılmış ve sıkıştırılmış doğal gaz, güneş paneli, solar ekipman ve inverter üretimi, elektrikli araç şarj istasyonları, çöp gaz, biyogaz, biyokütle, seracılık, atık yönetimi, geri dönüşüm ve temiz enerji sayılabilir. Bu faaliyetler ve yatırımlar içinde bağlı ortaklık yatırımlarını ve uluslararası iş birliklerini de içermektedir. Bu bağlamda, faaliyet alanı itibarıyla enerji sektöründe yer alan ve özellikle yenilenebilir enerji alanındaki yatırımlarına kaynak arayan firmalar finansal piyasalara yönelirken eşanlı olarak yatırımcılar da ekonomik gidişat ve getiri beklentileri içinde enerji firmalarının pay senetlerine yönelmektedir. Nitekim, BIST XELKT endeksinde yer alan 29 pay senedinden 21’inin son 5 yılda borsada işlem görmeye başladığı görülmektedir.

ŞEKİL 2 | Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı



Kaynak: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2018-2022, 2023) üzerinden alınan verilere dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Literatürde pay piyasası etkinliği üzerine yapılan çalışmaların daha çok gösterge endekslere odaklanarak sektörel ayrımları ve sektör bileşenlerini göz ardı ettiği görülmektedir. Ancak, herhangi bir sektörün borsadaki ana endeksin üzerinde getiri sağlaması mümkün iken sektörün gösterge endeksin gerisinde kaldığı dönemlerde sektördeki bir veya birkaç firmanın pay senetlerinin endeksin üzerinde performans göstermesi de mümkündür. Ayrıca, literatürde, yapısal kırılmaları dikkate alan ampirik çalışmalarda bir artış gözlemlense de

hem yapısal kırılmaları hem de finansal serilerin dağılım ve doğrusal olmama durumlarını birlikte dikkate alan çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir.

Yukarıda ortaya koyulan yapı çerçevesinde bu makalenin amacı, BIST XELKT endeksinde yer alan pay senetleri için EPH'nin geçerliliğini aynı anda normal olmayan dağılım, kademeli (yumuşak) yapısal kırılma ve doğrusal olmama koşulları altında analiz etmektir. Bunun için, karşılaştırmalı bir çıkarım elde etmek amacıyla geleneksel birim kök testlerinden ADF testine ek olarak sırasıyla RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS testleri de kullanılmıştır. Ek olarak, bildiğimiz kadarıyla aynı veri setini kullanan başka bir makale yayımlanmamıştır. Çalışmanın bu yönlerden literatüre katkı yapacağı beklenilmektedir.

Çalışmanın geri kalan kısımları şu şekilde organize edilmiştir. Birinci bölümde literatür üzerine bir inceleme yapılmaktadır. İkinci bölümde ise veri hakkında detaylı açıklamalara yer verilmektedir. Üçüncü bölümde ise geliştirilen hipotez kapsamında metodolojik çerçeve açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde ampirik bulgular ana hatlarıyla yorumlanmaktadır. Sonuç kısmıyla çalışma sona ermektedir.

I. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde, EPH'nin geçerliliğini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmakta olup bu durum tüm çalışmaların incelenmesini güçleştirmektedir. Bu çalışma, Türkiye üzerine yapıldığından dolayı Borsa İstanbul'a dair yapılan çalışmalara odaklanmaktadır. BIST verilerine dayanan geniş bir ampirik literatür, piyasa etkinliğini EPH çerçevesinde büyüyen bir ilgiyle araştırmaktadır. EPH'nin serilere yapılan birim kök testleri ile sınıdığı ampirik literatürde sıklıkla görülmektedir (Lim ve Brooks, 2018) ve bu çalışmaları hipotezi destekleyen ve desteklemeyen olmak üzere olarak iki grup altında sıralamak mümkündür.

EPH varlığını savunan araştırmaların çoğunlukla toplulaştırılmış gösterge endekslere yoğunlaştığı (genellikle BIST 100) görülmektedir (Gozbasi, Kucukkaplan ve Nazlioglu, 2014; Karademir ve Evci, 2020; Oğuz, 2021; Ozdemir, 2008; Özdemir, 2022), Kompozit endeksler (BIST 100, BIST 50, BIST 30 vb.) piyasadaki ana trendin yönünü göstermesi açısından önemli olsa da endeks üzeri getiri arayışındaki yatırımcı profilinin sektör ve özellikle pay senedi bazlı fiyat öngörülebilirliğine odaklandığı bilinmektedir. Bu çalışmalarda sık olarak kullanılan geleneksel birim kök testleri (DF, ADF, PP, KPSS) pay senedi fiyatlarının rastgele yürüyüş davranışına sahip görüldüğünü desteklemektedir. Bununla birlikte, Ozdemir (2008), geleneksel birim kök testleri dışında yapısal kırılmaları da dikkate aldığı çalışmasında EPH'nin varlığına yönelik sonucun değişmediğini ifade etmektedir. Benzer bir sonuç, BIST ana endeksleri dışında 24 sektör endeksine yapısal kırılmalı birim kök testi uygulayarak finansal kiralama ve faktöring endeksi dışındaki tüm endekslerde EPH hakkında destekleyici sonuçlara varan Karademir ve Evci (2020) tarafından da sağlanmaktadır. Gozbasi vd. (2014), BIST 100 ve 3 alt endeks için doğrusal olmayan davranış kalıplarını inceledikleri ampirik analiz sonuçlarına göre EPH'nin geçerli olduğu bulgusunu tespit etmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise birim kök testlerinden hem yapısal kırılmalara izin veren hem de doğrusal olmayan süreci dikkate alan testler kullanılmış olup bunlar EPH'nin geçerli olduğuna yönelik ampirik kanıtlar bulmuşlardır (Oğuz, 2021; Özdemir, 2022). Burada, bu çalışmaların yapısal kırılmaları, kırılma sayısı ve tarihi içsel olarak belirlenen keskin (ani) formda modellediğini vurgulamak gerekmektedir. Birim kök analizindeki güncel literatür, yapısal kırılmaları, kırılmaların sayısı, tarihleri ve şekline ilişkin ön bilgi gerektirmeden kademeli bir süreç olarak modelleyen Fourier yaklaşımlara yönelmektedir (bkz. Enders ve Lee, 2012a, 2012b). Gösterge endeksler dışında yapılan çalışmalarda ise Bal, Algan, Erdoğan ve Tekin (2021) ve Dalli ve Uğur (2022) sırasıyla BIST bankacılık ve gıda-içecek endeksleri üzerine yaptıkları çalışmalarında rassal yürüyüşü desteklemektedirler.

Borsa İstanbul üzerine yapılan bazı çalışmalarda ise pay senedi fiyatlarının rastgele oluştuğuna dair daha az kanıt sağlanmaktadır (Altuntaş, Kılıç, Pazarcı ve Umut, 2022; Coşkun ve Seven, 2016; Çevik, 2018; Kapusuzoglu, 2013; Kilic ve Bugan, 2016). Geleneksel birim kök testlerini kullanarak BIST 100 endeksinde hipotezin geçerliliğini inceleyen Kapusuzoglu (2013), EPH'nin geçerli olmadığı sonucuna varmıştır. Geleneksel olan birim kök testlerinin dışına

çıkarak yapısal kırılmaları ve doğrusal olmayan süreç özelliklerini dikkate alarak EPH'nin geçerli olmadığını savunan çalışmalar da vardır (Coşkun ve Seven, 2016; Kilic ve Bugan, 2016). BIST 100 endeksinde rejimlere ayırarak araştıran Çevik (2018) ise özellikle yüksek volatilité rejimlerinde zayıf formda etkinliğin ortadan kaybolduğunu savunmaktadır. Altuntaş vd. (2022), endekslerde yer alan pay senetlerine odaklanmadan BIST'te yer alan altı endeks için EPH'nin geçerliliğini normal dağılmamayı, doğrusal olmamayı ve yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testleriyle mukayeseli olarak analiz etmişler ve hipotezin BIST hizmet endeksi için geçerli fakat BIST mali endeksi için geçersiz olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, çalışmalarında BIST hizmet ve mali haricindeki endekslerde yapısal kırılmaların ve doğrusal olmayan sürecin dikkate alınmasına bağlı olarak EPH'ye dair sonuçların farklılaştığını belirtmişlerdir.

Güncel literatür, gelişmiş fonksiyonlu birim kök testlerini de kullanarak pay senedi fiyatlarının etkinliğini araştıran sınırlı sayıda çalışma da dahil olmak üzere gösterge niteliğindeki kompozit endekslere veya sektör endekslerine odaklanarak esas yatırımın yapıldığı pay senetlerini ihmal etmektedir. Bu çalışma, literatürden farklı olarak BIST XELKT endeksinde yer alan pay senetleri için EPH'nin geçerliliğini geleneksel birim kök yaklaşımını genişleterek senkronize bir şekilde normal olmayan dağılım, kademeli yapısal kırılma ve doğrusal olmama koşulları altında gelişmiş fonksiyonlu birim kök testlerinin sağladığı bakış açısıyla kıyaslamalı olarak araştırmaktadır. Bununla birlikte, enerji sektörünün yukarıda vurgulanan cari görünümü ve XELKT endeksinde yer alan payların büyük çoğunluğunun son 5 yılda halka arz edilmiş olması çalışmanın literatüre katkısını ortaya koymaktadır.

II. VERİ

XELKT endeksi 1996 yılından bu yana hesaplanmaktadır. Endekste, sektör temsiliyeti ve piyasa katılımı yüksek olan firmaların pay senetleri işlem görmektedir. Temmuz 2023 itibariyle güncel piyasa değeri yaklaşık 500 milyar lira olan endeks, 1.557.638 yatırımcıya sahiptir. Bu sayı bir önceki aya göre %10,22 oranında artmıştır. Başlangıç değeri 10,46 olan endeksin güncel değeri analiz dönemi itibariyle 561,40 puandır (BIST, 2023a).

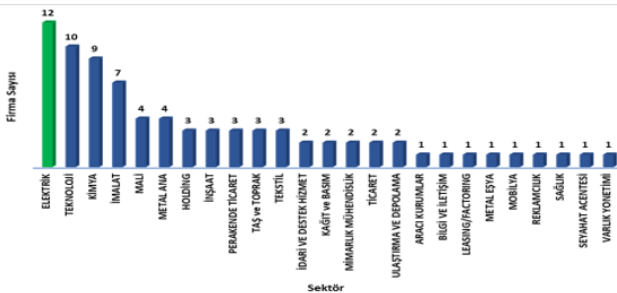
BIST XELKT endeksi analiz dönemi itibariyle 29 bileşenden oluşmaktadır. Endekste yer alan 3 firmaya ait pay senetlerinin (IZENR, TATEN VE ENERY) halka arzlarının 2023 yılı ağustos ayında gerçekleştirilmesinden dolayı yeterli veri ulaşılabilirliği şartları oluşmadığından ilgili pay senetleri ampirik analizde dahil edilmemiştir. EPH, finansal piyasaların etkinliğini "bilgi" açısından tanımlar ve cari fiyatların bütün bilgileri yansıttığını savunmaktadır. EPH'nin zayıf formu ise geçerli fiyatların geçmiş fiyatlardan kaynaklanan tüm bilgileri içerdiğini varsaymaktadır (Fama, 1970). Bu kapsamda çalışmanın analiz dönemi, XELKT endeksinde yer alan 26 pay senedinin fiyatlarına ait tüm bilgileri yansıtması amacıyla geçmiş tüm verileri içerecek şekilde tasarlanmıştır. Veri seti, ilk işlem tarihleri ve 2023 yılına ilişkin ikinci çeyrek finansal tabloların açıklanma döneminin sonlandığı 25/08/2023 tarihi arasındaki borsa kapanış fiyatları kullanılarak oluşturulmuştur. Mevcut pay senedi fiyatlarının tahminine yönelik kullanılan teknik analiz yöntemleri arasında yer alan hareketli ortalamalar (en çok yararlanılan 5 günlük, 22 günlük, 50 günlük hareketli ortalamalar) ve trend analizi (üçüncül trend vb.) gibi yöntemlerin genellikle günlük volatiliteden yararlanan kısa vadeli yatırımcı algısıyla uygulanması sebebiyle ve genel piyasa yapısıyla paralel olma gayesiyle günlük veri frekansı tercih edilmiştir. Ayrıca, BIST pay senedi piyasası yatırımcısının pay senetlerini ortalama elde tutma sürelerinin bu konuda yayımlanan son raporlara bakıldığında bir ayın altında olduğu görülmektedir (Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği, 2022).

TABLO 1 | Analiz Bileşenleri ve Periyotları

Pay Senedi	Firma	İlk İşlem Tarihi	Bitiş Tarihi	Gözlem Sayısı
AHGAZ	Ahlatıcı Doğal Gaz Dağıtım	22/12/2022	25/08/2023	166
AKENR	Akenerji Elektrik Üretim	07/07/2000	25/08/2023	5.800
AKFYE	Akfen Yenilenebilir Enerji	16/03/2023	25/08/2023	111
AKSEN	Aksa Enerji Üretim	21/05/2010	25/08/2023	3.329
AKSUE	Aksu Enerji ve Ticaret	04/01/2000	25/08/2023	5.926
ALFAS	Alfa Solar Enerji	16/11/2022	25/08/2023	192
ARASE	Doğu Aras Enerji	11/11/2021	25/08/2023	448
AYDEM	Aydem Yenilenebilir Enerji	29/04/2021	25/08/2023	578
AYEN	Ayen Enerji	05/07/2000	25/08/2023	5.802
BIOEN	Biotrend Çevre ve Enerji	28/04/2021	25/08/2023	579
CANTE	Can2 Termik	30/04/2021	25/08/2023	577
CONSE	Consus Enerji İşletmeciliği	20/04/2022	25/08/2023	334
CWENE	CW Enerji	05/05/2023	25/08/2023	77
ENJSA	Enerjisa Enerji	08/02/2018	25/08/2023	1.385
ESEN	Esenboğa Elektrik Üretim	09/10/2020	25/08/2023	719
GWIND	Galata Wind Enerji	22/04/2021	25/08/2023	582
HUNER	Hun Yenilenebilir Enerji Üretim	21/02/2022	25/08/2023	376
KARYE	Kartal Yenilenebilir Enerji Üretim	16/07/2021	25/08/2023	526
MAGEN	Margün Enerji Üretim	30/09/2021	25/08/2023	477
NATEN	Naturel Yenilenebilir Enerji	08/08/2019	25/08/2023	1.011
NTGAZ	Naturel Gaz Sanayi	01/04/2021	25/08/2023	597
ODAS	ODAŞ Elektrik Üretim	21/05/2013	25/08/2023	2.573
PAMEL	Pamukova Yenilenebilir Elektrik Üretim	13/06/2014	25/08/2023	2.307
SMRTG	Smart Güneş Enerjisi	24/03/2022	25/08/2023	353
ZEDUR	Zedur Enerji Elektrik Üretim	24/02/2011	25/08/2023	3.138
ZOREN	Zorlu Enerji Elektrik Üretim	25/05/2000	25/08/2023	5.831
XELKT	Borsa İstanbul Elektrik Endeksi	02/01/1997	25/08/2023	6.578

Kaynak: (BIST, 2023b)

Tüm veriler, Finnet veri tabanından alınmıştır. Tüm testlerde serilerin doğal logaritması kullanılmıştır. Tablo 1, veri seti ve analiz periyoduna ilişkin bilgileri göstermektedir. Buna göre, analiz periyodu boyunca çalışmaya dahil edilen 26 firmadan 4'ü 2000 yılı içerisinde halka arz edilmiştir. Uzun bir aradan sonra geriye kalan firmalardan 6'sının halka arzları 2010-2019 yılları arasında çeşitli tarihlerde gerçekleştirilirken diğer 12 firmanın sadece 2020-2022/05 yıllarında halka arz edildiği görülmektedir. Bu dönem Covid-19 pandemisinin yaşandığı dönemle kesişmektedir. Halka arz açısından enerji sektörü pandemi döneminde belirgin bir şekilde ön plana çıkmıştır. Öyle ki, Türkiye'de ilk Covid-19 vakasının açıklandığı Mart 2020 tarihiyle kademeli normalleşme adımlarının önemli bir kısmının yürürlüğe girdiği Mayıs 2022 tarihi arasında BIST'te halka arzın gerçekleştirilen en fazla firma sektörel bazda elektrik sektöründe olmuştur (bkz. Şekil 3). 2022/06-2023 yılları boyunca ise 4 elektrik firmasının halka arzı yapılmıştır.

ŞEKİL 3 | Covid-19 Döneminde Halka Arz Edilen Sektörel Bazda Firma Sayısı

Kaynak: Kamuyu Aydınlatma Platformu (2023a) ve BIST (2023b) üzerinden alınan verilere dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur

Pay senedi fiyatlarında meydana gelen şokların geçici ve fiyatların trend kanalına dönme eğiliminde öngörülebilir olduğu durağan sürece karşın şokların kalıcı ve fiyatların tahmin edilemez olduğu anlamını taşıyan birim kök sürecin analizine geçmeden önce Tablo 2, kullanılan verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikleri vermektedir. Pay senedi fiyatlarının ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek ve en düşük skorların sırasıyla ALFAS ve ZOREN pay senetlerine ait olduğu görülmektedir. Tabloda yer alan standart sapma değerleri incelendiğinde ise en yüksek ve en düşük değerlerin yine sırasıyla ALFAS ve ZOREN pay senetlerinin olduğu tespit edilmiştir. Standart sapma değerleri arasındaki farklılıkları ilgili pay senetlerinin sermaye büyüklükleri, pay senedi sayısı veya dolaşımdaki pay senedi sayısı gibi herhangi bir sermayenin likidite özellikleri hakkında ipucu veren göstergelerle açıklamak mümkündür. Yani, likiditesi düşük pay senedi fiyatlarının daha yüksek oynaklığa sahip olma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Eva ve Claudia, 2018). Bununla birlikte, elektrik endeksinde yer alan bazı pay senetleri aynı zamanda, piyasa değeri, pay sayısı ve fiili dolaşım oranı gibi kriterlere göre oluşturulan BIST gösterge endekslerinde de yer almaktadır. XELKT sektör endeksinde yer alıp aynı zamanda BIST ana gösterge endekslerinde işlem gören pay senetlerinin sayısı Şekil 4'te verilmektedir. Şekle bakıldığında BIST 100, BIST 50 ve BIST 30 endekslerinde sırasıyla 11, 4 ve 1 firmanın pay senetleri yer almaktadır. Bu durum, sermaye piyasalarında elektrik firmalarının konumuna ve artan önemine işaret etmektedir.¹

TABLO 2 | Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Ön Testler

Pay Senedi	Ort.	Maks.	Min.	S.S.	S.	K.	Normallik		Doğrusallık		Fourier Kırtımlar		
							JB	p	BDS	p	Fritg	p	
AHGAZ	8,3	14,3	5,8	2,2	1,5	3,8	67,1	0,000	20,5	0,000	1,0	78,5	0,000
AKENR	1,4	6,4	0,4	0,9	2,4	10,1	17,691,3	0,000	185,5	0,000	1,8	2,796,2	0,000
AKFYE	13,3	22,6	9,3	2,7	0,7	3,5	11,2	0,004	83,4	0,000	1,1	140,3	0,000
AKSEN	5,4	51,5	1,0	9,8	2,8	9,9	11,096,9	0,000	68,7	0,000	1,0	684,4	0,000
AKSUE	4,8	57,9	0,3	9,9	3,4	13,7	39,269,0	0,000	88,6	0,000	1,0	834	0,000
ALFAS	370,6	884	63,6	200,1	1,3	3,7	55,1	0,000	28,3	0,000	1,0	62,6	0,000
ARASE	34,4	67,9	20,4	12,2	0,6	2,1	43,4	0,000	128,5	0,000	1,0	306,9	0,000
AYDEM	11,9	28,8	6,0	5,5	1,0	3,2	91,2	0,000	106,6	0,000	1,0	754,5	0,000
AYEN	3,2	44,8	0,2	6,4	3,9	18,8	75,587,0	0,000	94,4	0,000	1,0	654,9	0,000
BIOEN	10,7	20,8	4,7	4,9	0,5	1,8	58,7	0,000	159,1	0,000	1,0	711,7	0,000
CANTE	20,2	68,4	1,7	17,3	1,0	2,9	101,4	0,000	97,7	0,000	1,0	873,7	0,000
CONSE	6,3	13,9	3,4	2,4	0,8	3	31,3	0,000	135,4	0,000	1,6	301,8	0,000
CWENE	214,5	368	108,5	78,8	0,6	1,9	7,8	0,020	38,5	0,000	1,0	67,9	0,000
ENJSA	11,1	50,8	3,2	9,7	1,9	6,4	1,517,5	0,000	70,8	0,000	1,0	488,3	0,000
ESEN	41,7	97,4	9,3	18,7	0,9	2,9	103,4	0,000	73,7	0,000	1,0	331,5	0,000
GWIND	11,1	26,4	3,0	7,0	0,5	1,8	56,9	0,000	164,2	0,000	1,0	730,1	0,000
HUNER	6,5	15,6	2,0	3,4	0,5	2,2	22,3	0,000	241,4	0,000	1,0	236,5	0,000
KARYE	19,5	38,7	8,8	6,3	1,0	3,2	82,0	0,000	81,7	0,000	1,0	170,6	0,000
MAGEN	22,2	61,7	8,2	14,1	0,7	2,3	49,9	0,000	116,8	0,000	1,0	426,1	0,000
NATEN	61,6	236,2	5,8	55,0	1,3	3,6	312,9	0,000	65,0	0,000	1,0	427,3	0,000
NTGAZ	8,2	24,7	2,8	6,0	0,9	2,5	79,9	0,000	92,5	0,000	1,0	806,9	0,000
ODAS	2,0	12,8	0,4	2,2	2,8	10,6	9,418,3	0,000	76,4	0,000	1,8	452,7	0,000
PAMEL	36,1	397,6	0,4	70,5	2,4	9,0	5,823,3	0,000	67,1	0,000	1,0	779,8	0,000
SMRTG	30,9	86	3,7	21,3	0,4	2,4	13,6	0,001	167,8	0,000	1,0	106,9	0,000
ZEDUR	9,1	106,4	0,9	14,2	2,7	10,9	11,983,7	0,000	79,4	0,000	1,0	835,3	0,000
ZOREN	0,8	5,3	0,1	0,6	3,8	20,5	89,028,5	0,000	140,8	0,000	1,7	611,7	0,000
XELKT	47,5	561,4	8,8	72,1	4,5	24,3	146,844,4	0,000	99,3	0,000	1,9	658,6	0,000

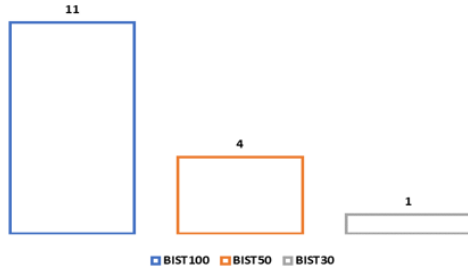
Not: S.S. ve S. sırasıyla standart sapma ve olasılık değerlerini göstermektedir. S. çarpıklık, K. ise basıklık değerlerini göstermektedir. JB ve BDS sırasıyla Jarque ve Bera (1987) normal dağılım istatistiği için Brock, Scheinkman, Dechert ve LeBaron (1996) doğrusallık istatistiğidir. Fritg, F-test prosedürüyle k-v kullanılarak Eşitlik 1'de trigonometrik terimlerin bulunmadığına dair boş hipotezi ($Z_1 = Z_2 = 0$) test etmektedir. $k \in \{1, 1, 1, 1, 2, \dots, 3\}$ ve En Küçük Kareler (EKK) tahmininden elde edilen hata kareleri toplamını en az indirgen optimum Fourier frekanslarıdır.

Ek olarak, fiyat serilerinin normal dağılıma sahip olup olmadığını gösteren Jarque ve Bera (1987) testinin sonuçları değerlendirildiğinde fiyatların normal dağılıma sahip olduğu yönündeki boş hipotez tüm pay

¹MSCI, XELKT endeksinde yer alan 3 pay senedini (AKFYE, ALFAS ve CWENE) Eylül 2023 itibarıyla uygulanacak olan BIST'te öne çıkan firmaların pay senetlerini içeren Türkiye pay senedi endeksinde ekledi (MSCI, 2023). İlgili endekse, XELKT endeksinde 8 pay senedi (AHGAZ, AKSEN, CANTE, ENJSA, MAGEN, ODAS, SMRTG ve ZOREN) önceki değişiklik dönemlerinde eklenmiştir. Karesel finansal hizmet sağlayıcıları tarafından oluşturulan endeksler özellikle uluslararası yatırımcılar açısından gösterge niteliğindedir. BIST XELKT endeksinde yer alan pay senetlerinin sektör ve firmaların performansını analiz etme ve karşılaştırma imkânı veren uluslararası yatırım kuruluşlarının oluşturduğu uluslararası endekslerde izlenmesi veri setinin önemi göstermektedir.

senetleri için reddedilmektedir. Broock vd. (1996) doğrusallık testinin sonuçları da benzer şekilde doğrusallığı ifade eden boş hipotezin tüm fiyatlar için reddedildiğini göstermektedir. Ayrıca Fourier kırılmaların anlamlılığına işaret eden Ftrig test istatistikleri kırılmaların anlamsız olduğunu belirten boş hipotezi pay senedi fiyatlarının tümü için reddederek kademeli yapısal kırılmaların varlığını ortaya koymaktadır. Seçilen frekans (k) 5 pay senedi için bir kesirli iken 21 bileşende tam sayıdır. Kesirli frekans, Fourier kırılmaların serinin ortalaması üzerindeki kalıcı etkilerini (birim kök) gösterirken tam sayı frekans ise Fourier terimlerin başlangıç ve bitiş değerlerinin aynı olmasından dolayı kırılmaların geçici olduğuna işaret etmektedir (Bahmani-Oskooee, Chang, Niroomand ve Ranjbar, 2020; Christopoulos ve León-Ledesma, 2010).

ŞEKİL 4 | Gösterge Endekslerde Yer Alan XELKT Paylarının Sayısı



Kaynak: Kamuyu Aydınlatma Platformu (2023b) üzerinden alınan verilerle dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

III. METODOLOJİ

EPH, kapsamında herhangi bir pay senedi fiyatı (P_t), t dönemi ile $t+1$ dönemi arasında yalnızca beklenmeyen olaylar (şoklar) nedeniyle değişebilmektedir. Gelecek dönem için tahmin hatası:

$$\varepsilon_{t+1} = P_{t+1} - E_t P_{t+1} \rightarrow P_{t+1} = E_t P_{t+1} + \varepsilon_{t+1} \quad (1)$$

Tahmin hatasının beklenen değeri sıfırdır çünkü pay senedi fiyatı yalnızca beklenmeyen hatalar sonucunda değişmektedir. Bu durum denklem 2'de gösterilmektedir.

$$E_t(\varepsilon_{t+1}) = E_t(P_{t+1}) - E_t P_{t+1} \rightarrow E_t \varepsilon_{t+1} = 0 \quad (2)$$

Burada $E_t(\varepsilon_{t+1})=0$ ifadesi, pay senedi fiyatının cari değerinin beklenen fiyata eşit olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla EPH beklenmeyen getirinin (pozitif ve negatif) sıfır olması gerektiğini savunmaktadır. EPH'nin test edilmesi için yaygın olarak kullanılan ortogonallık özelliği ihlal edilirse:

Tahmin hatası (ε_t) önceki bilgilerden bağımsız değildir.

Bu nedenle (ε_t) otokorelasyon içeren bir süreçte sahip ise EPH'nin ortogonallık özelliği ihlal edilmekte ve hipotez geçerli olmamaktadır.

Bu bağlamda hata teriminin birinci dereceden otoregresif süreci AR(1), EPH'nin ortogonallık özelliğinin ihlal edildiğini göstermektedir. Yani:

$$\varepsilon_{t+1} = \rho \varepsilon_t + v_t \quad (3)$$

Burada v_t bir beyaz gürültü sürecidir ve ε_t 'den bağımsızdır. 3 numaralı denklem cari dönemin tahmin hatasının (ε_t), bir sonraki dönemin hatası (ε_{t+1}) üzerinde öngörülebilir bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlantıda otoregresif parametre olan ρ parametresi pay senedi fiyatı üzerindeki şokların kalıcılık derecesini ölçmektedir. Bu şokların kalıcılığı birim kök süreci ifade ettiği için EPH geçerli olmaktadır. Bu durumda piyasa etkinliğine ilişkin hipotez aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \rho=1 \text{ (EPH geçerlidir.)} \quad H_A: \rho<1 \text{ (EPH geçerli değildir.)}$$

EPH altında rastgele yürüyüş süreci, pay senedi fiyatındaki herhangi bir şokun kalıcı olacağını ve fiyat seviyesinin ortalamaya dönme eğiliminde olmayacağını göstermektedir (Cuthbertson ve Nitzsche, 2005). Bu çıkarım, yapılan birim kök testleri sonucunda birim kökün

varlığına dair boş hipotezin (H_0) kabul edilmesiyle uyumludur ve EPH'nin geçerli olduğuna işaret etmektedir.

Çalışmada EPH'nin geçerliliği, BIST XELKT endeksinde yer alan pay senetleri kapsamında incelenmektedir. Bu amaçla, birim kök literatüründe yer alan ADF (1979) geleneksel birim kök testi kontrol edildikten sonra dağılım özelliği normal olmayan verilerde kullanışlı olan RALS-ADF (2008) birim kök testi, kademeli yapısal kırılmalara izin veren Fourier-ADF (2012) birim kök testi ve kademeli yapısal kırılmalarla birlikte doğrusal olmama özelliğini de dikkate alan Fourier-KSS (2010) birim kök testinden yararlanılmaktadır.

Zaman serisi ekonometrisi literatüründe birim kök testlerine ilişkin araştırmalar Dickey ve Fuller (1979)'a dayanmaktadır. Değişen varyans ve otokorelasyon sorunun üstesinden gelebilmek için bağımlı değişkenin gecikmeleri ile model genişletilerek Genişletilmiş Dickey ve Fuller denklemi (ADF) elde edilmektedir. Bu teste ilişkin denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\Delta y_t = \rho_0 + bt + \rho y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \delta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Denklemden bağımlı değişkeni y_t , bağımlı değişkenin gecikmesini y_{t-1} , sabit terimi ρ_0 , trend değişkenini t ve hata terimini ε_t temsil etmektedir. Denklemden yer alan δ gecikmeyi, gecikmenin ne kadar olduğunu ise q parametresi göstermektedir. ADF birim kök testine ait boş hipotez olan birim kök özelliğinin varlığı ($H_0: \rho=0$), alternatif hipotez olan durağanlığa ($H_A: \rho<0$) karşı test edilmektedir. Test istatistik değeri olan τ ise $\hat{\tau} = \frac{\hat{\rho}}{sh(\hat{\rho})}$ yoluyla hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu istatistiğin asimptotik t dağılımına uyumlu olmaması sebebiyle Dickey ve Fuller (1979) tarafından verilen kritik değerlere bakılarak karar verilmektedir. ADF testi serilerin normal dağılım özelliği gösterdiği varsayımına dayanmaktadır. Ancak serilerdeki asimetrik yapının varlığı durumunda, normal dağılım özelliği kaybolmaktadır.

Im ve Schmidt (2008), normal dağılımına durumunu da modele ekleyerek Kalıntılarla Genişletilmiş En Küçük Kareler (RALS) yöntemini önermektedir. Denklem 4'te yer alan model RALS prosedürü ile genişletilerek denklem 5 elde edilmektedir:

$$\Delta y_t = \rho_0 + bt + \sigma y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \delta_j \Delta y_{t-j} + \hat{w}_t \sigma + \varepsilon_t \quad (5)$$

RALS terimini \hat{w}_t , hata terimini de ε_t temsil etmektedir. RALS-ADF birim kök testi serilerin normal dağılım özelliği göstermemesi durumunda birim kök testi yapılmasına olanak tanımaktadır. RALS-ADF testinde boş hipotez birim kökün varlığı yönünde kurulurken alternatif hipotez ise durağanlığı belirtmektedir.

Yapısal kırılmaların varlığı durumunda, eğer yapısal kırılmalar göz ardı edilirse ikinci tip hata yapma olasılığı artmaktadır (Perron, 1989). Bu durum, aslında durağan bir sürecin birim kök bir süreç olarak algılanmasına neden olmaktadır. Literatürde yapısal kırılmaların keskin ve yumuşak (Fourier) olarak iki şekilde modellendiği görülmektedir. Keskin kırılmalı birim kök testlerinin yumuşak kırılmalı birim kök testlerine göre kırılmanın yeri, sayısı ve yapısı açısından katı içsel varsayımlara ve ön bilgilere dayanan önemli dezavantajları vardır. Yapısal kırılmaların sayısı, tarihleri ve şekli hakkında önceden bilgi gerektirmeyen Fourier yaklaşımına dayalı birim kök testleri, kırılmaların yumuşak veya kademeli ayarlamalarını modelleme gücüne sahiptir (Enders ve Lee, 2012a, 2012b). Fourier kırılma yaklaşımı pay senedi fiyatlarının uzun dalgalanmalarını ve kademeli değişimleri iyi bir şekilde yakalamaktadır (bkz. Ek Tablo 1).

Birim kök literatüründe yapısal kırılmaların modellenmeye başlamasıyla birlikte yapısal kırılmaların kademeli bir geçiş şeklinde gerçekleşeceği varsayımından hareketle Enders ve Lee (2012a), kırılma şeklinin, sayısının veya tarihinin bilinmediği durumlarda yapısal kırılmayı yakalayabilen Fourier yaklaşımı ile ADF eşitliğini genişleterek Fourier-ADF testini geliştirmişlerdir. Bu teste ait denklem şu şekildedir:

$$\Delta y_t = \rho_0 + bt + \theta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \rho y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \delta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Denklemden k frekans sayısını, T ise gözlem sayısını temsil etmektedir. Fourier-ADF testine ilişkin kararın verilmesinde test istatistiği ve Monte Carlo simülasyonundan alınan kritik değerler karşılaştırılmaktadır (Enders ve Lee, 2012a).

Christopoulos ve León-Ledesma (2010) ise birim kök testlerinden yapısal kırılmaları ve doğrusal olmayan süreci aynı anda dikkate alan Fourier-KSS birim kök testini önermektedir. Teste ilişkin denklem aşağıda verilmektedir:

$$y_t = \rho_0 + bt + \theta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + u_t \quad (7)$$

$$\Delta \hat{u}_t = \beta \hat{u}_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p p_j \Delta \hat{u}_{t-j} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Burada boş hipotez serinin birim kök süreci temsil ettiği, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu şeklindedir. Teste ilişkin kritik değerler Christopoulos ve León-Ledesma (2010) çalışmasında belirtildiği gibi Monte Carlo simülasyonları ile elde edilmektedir.

IV. AMPİRİK BULGULAR

Pay senedi fiyatlarının dinamikleri rastgele yürüyüş (birim kök) ile ifade ediliyorsa, herhangi bir şokun etkisi kalıcıdır. Pay senedi fiyatlarına gelen şokların kalıcı olması durumunda fiyat hareketlerinin öngörülebilirliği azalacak dolayısıyla gelecekteki fiyat hareketlerinin seyri konusunda tahmin yapmak zorlaşacaktır. Yatırımcılar açısından bu, pay senedi fiyatlarının geçmiş fiyat davranışlarına dayalı olarak tahmin edilemeyeceği yeni bir dengeye ulaşacağı anlamına gelir. Dolayısıyla, pay senedi fiyatları tüm bilgileri yansıttığı için geçmiş fiyat serilerini kullanarak geçerli fiyatlar tahmin edilememektedir. Bu durumda, anormal getiri elde etmek için piyasa zamanlamasına imkân vermeyen EPH geçerlidir.

Bu çerçevede yapılan birim kök analizlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmektedir. Buna göre, XELKT endeksindeki pay senetlerine uygulanan geleneksel ADF testinde pay senedi fiyatlarının tümü için EPH geçerlidir. Burada, Tablo 2'de yer alan ön testlere ait istatistikler, verilerin normal olmayan dağılım, kademeli yapısal kırılma ve doğrusal olmayan süreç özellikleri gösterdiğini ve bu özellikleri yakalayabilecek testlerin önemini hatırlamaktadır. Bu yönüyle uygulanan RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS testlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde sabitli modelde AKENR, CANTE, CONSE ve KARYE için EPH'nin geçerli olmadığı görülürken ilgili pay senetlerinin özellikle normal olmayan dağılım ve doğrusal olmama durumunun modellenmesine karşı duyarlı olduğu görülmektedir. Pay senedi fiyatlarının farklı düzeylerde de olsa trend içermesinden dolayı (bkz. Ek Tablo 1) sabit ve trend içeren modelin sağladığı sonuçlar değerlendirildiğinde gelişmiş fonksiyonlu birim kök testlerinde EPH'nin reddedildiği pay senedi sayısının arttığı anlaşılmaktadır.

TABLO 3 | Birim Kök Testlerine İlişkin Sonuçlar

Sabitli Model	Kırılmasız & Normal Dağılım	Kırılmasız & Normal Olmayan Dağılım	Yumuşak Kırılma & Normal Dağılım	Yumuşak Kırılma & Normal Dağılım & Doğrusal Olmama
Pay Senedi	ADF	RALS-ADF	Fourier-ADF	Fourier-KSS
AHGZ	0,366	0,007	-1,57	-0,573
AKENR	-1,386	-1,339	-2,933 *	-3,299 *
AKFYE	-1,571	-1,62	-2,552	-2,011
AKSEN	1,442	0,731	-0,203	-0,141
AKSUE	0,361	0,924	-0,268	0,008
ALFAS	0,688	0,797	-1,612	-0,838
ARASE	-0,794	-1,568	-1,089	-0,947
AYDEM	-0,792	-1,471	-1,848	-1,088
AYEN	0,306	0,57	-0,179	0,538
BIOEN	-1,043	-1,962	-3,345	-2,221
CANTE	-2,254 **	-2,971	-3,374	-3,539 *

TABLO 3 (Devamı) | Birim Kök Testlerine İlişkin Sonuçlar

CONSE	-1,085	-2,590 *	-2,169	-2,268
CWENE	-1,382	-2,102	-2,504	-0,440
ENJSA	1,600	1,157	0,552	1,180
ESEN	-1,167	-1,326	-2,130	-1,094
GWIND	-0,253	-0,974	-0,158	1,064
HUNER	-1,406	-2,390	-0,900	-0,527
KARYE	-1,967	-2,518 *	-2,668	-3,418 *
MAGEN	-0,379	-0,516	-1,499	-0,518
NATEN	-1,347	-1,539	-1,750	-1,615
NTGAZ	-0,593	-1,606	-2,049	-1,218
ODAS	0,089	0,244	-0,233	0,618
PAMEL	0,488	2,038	-1,499	-1,454
SMRTG	-1,484	-1,89	-1,314	-0,935
ZEDUR	0,184	-0,150	-1,027	-0,553
ZOREN	-1,189	-1,017	-1,453	-0,232
XELKT	0,879	1,576	-0,433	1,392

Sabit & Trendli Model	Kırılmasız & Normal Dağılım	Kırılmasız & Normal Olmayan Dağılım	Yumuşak Kırılma & Normal Dağılım	Yumuşak Kırılma & Normal Dağılım & Doğrusal Olmama
Pay Senedi	ADF	RALS-ADF	Fourier-ADF	Fourier-KSS
AHGZ	-1,205	-1,875	-3,352	-2,625
AKENR	-1,755	-1,699	-3,154	-4,030 **
AKFYE	-2,398	-2,148	-2,700	-1,889
AKSEN	-0,358	-0,819	-2,485	-3,080
AKSUE	-2,745	-3,204 *	-3,863	-3,980 *
ALFAS	-2,663	-2,624	-3,779	-4,094 *
ARASE	-1,661	-2,374	-3,389	-4,568 ***
AYDEM	-2,155	-3,559 **	-2,474	-2,322
AYEN	-2,119	-2,145	-3,401	-3,580
BIOEN	-1,849	-2,262	-3,116	-3,434
CANTE	-0,670	-1,719	-3,164	-3,841 *
CONSE	-1,282	-3,372 **	-2,870	-2,583
CWENE	-2,893	-2,787	-2,181	-2,568
ENJSA	-1,831	-2,212	-2,578	-2,826
ESEN	-2,555	-3,368 **	-2,705	-2,654
GWIND	-2,154	-2,961	-2,113	-2,820
HUNER	-1,331	-2,432	-1,835	-2,295
KARYE	-2,269	-2,513	-2,985	-4,198 **
MAGEN	-2,539	-2,577	-3,498	-2,566
NATEN	-3,025	-3,773 **	-4,039 **	-3,457
NTGAZ	-2,239	-3,096 *	-2,634	-2,973
ODAS	-1,279	-1,247	-1,680	-1,693
PAMEL	-1,705	0,329	-2,736	-3,320
SMRTG	-2,002	-3,022	-2,895	-3,735
ZEDUR	-2,063	-2,024	-2,852	-3,694
ZOREN	-2,471	-2,900	-4,097 *	-3,703
XELKT	-0,316	-0,206	-1,404	0,126

Not: Maksimum gecikme uzunluğu günlük veri frekansı sebebiyle tüm testler için 22 olarak belirlenmiştir. Optimum gecikme uzunluğu t-istatistiği bilgi kriterine göre tespit edilmiştir. Fourier-ADF birim kök testi, Tablo 2'de gösterilen k'ya dayanmaktadır. ADF birim kök testine dair kritik değerler Ek Tablo 2'de verilmiştir. RALS-ADF birim kök testine ait kritik değerler Hansen (1995)'ten elde edilmiştir. Fourier-ADF birim kök testi için kritik değerler Enders ve Lee (2012a) ve Omay (2015)'te yer almaktadır. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10'da istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

SONUÇ

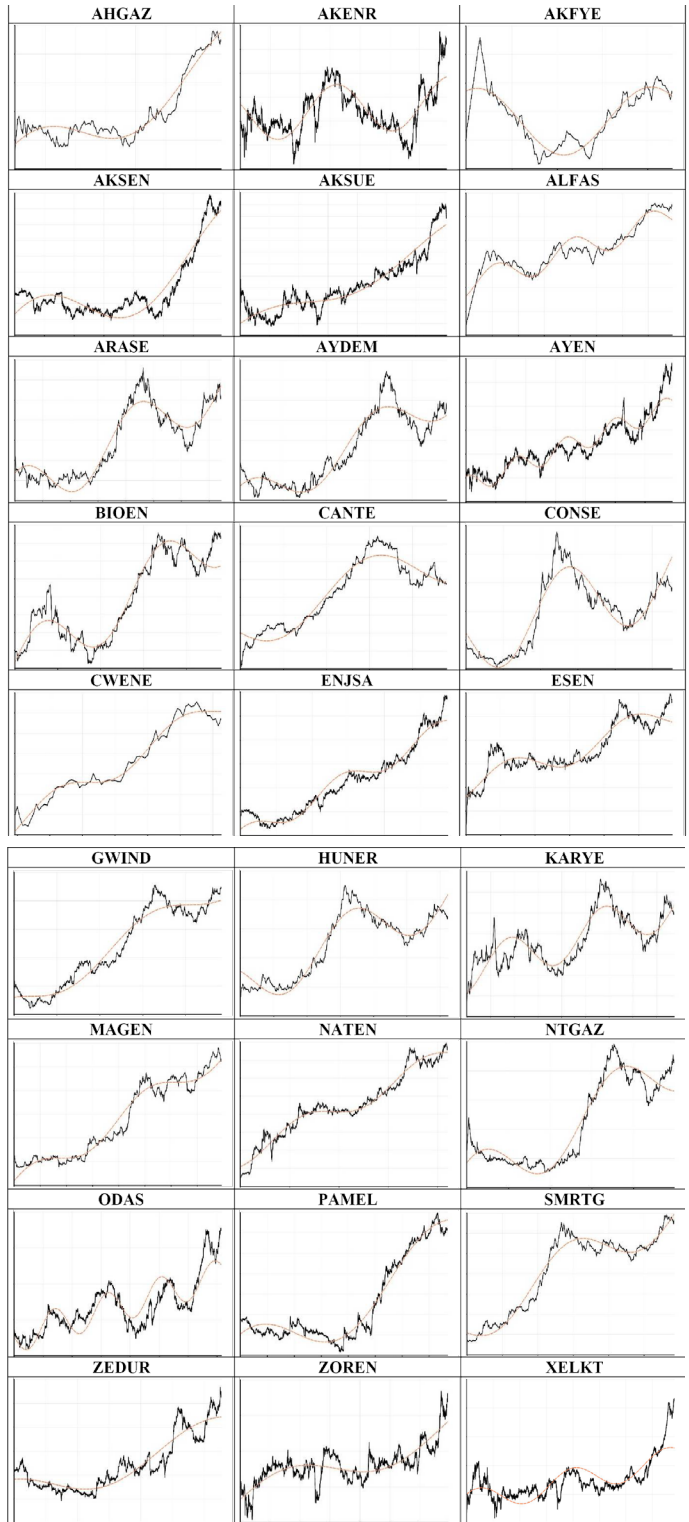
EPH, finansal varlık fiyatlarının zaman içindeki davranışlarını anlaşılır kılmak için iyi bir çerçeve sunmaktadır. Yani, zaman boyutundaki herhangi bir noktada bir pay senedinin fiyatı, firmanın gelecek projeksiyonları hakkında piyasa katılımcılarının algısını ve toplu bilgilerinin yansıtmaktadır (Cornett, Adair ve Nofsinger, 2016). EPH'nin geçerliliğinin incelenmesi, finansal enstrüman seçimi ve yatırım zamanlaması için önemli çıkarımlar doğuracaktır. Eğer EPH geçerli değilse pay senedi fiyatları ortalamaya dönme eğilimindedir ve geçmiş fiyat hareketleri üzerine uygulanan teknik analiz yöntemleriyle pay senetlerinin gelecekteki fiyatlarının tahmini, anormal getiri elde etmek için önemli bir pencere açacaktır. Bu çalışmada, BIST XELKT endeksinde yer alan 26 pay senedi için EPH normal olmayan dağılım, doğrusal olmama ve kademeli yapısal kırılmalar eşliğinde zayıf formda analiz edilmiştir. Analiz dönemi, her bir firmanın ilk halka arz tarihleri ve 25/08/2023 tarihi arasını kapsamaktadır ve günlük borsa kapanış fiyatları kullanılmıştır.

Finansal serilerin genellikle trend içermesi ve bu yönüyle trend analizinin teknik analizde yaygın olarak kullanılmasından dolayı sabit ve trend içeren modele ilişkin sonuçların daha önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular, BIST XELKT endeksinde yer alan firmaların pay senedi fiyatları için ADF testi özelinde 26 pay senedi için de EPH'nin zayıf formda geçerli olduğunu belirtmektedir. Bu sonuç, yatırımcıların geçmiş fiyatları kullanarak gelecek fiyatları tahmin edemeyeceğini ve teknik analiz veya zaman serisi analizi gibi yöntemlere bağlı bir şekilde gelecek fiyatları tahmin ederek anormal getiri elde edemeyeceklerini ortaya koymaktadır. Bu durumda, al-tut stratejisi ve uzun vadeli yatırımcı ufkuna dayanan yatırım politikaları daha anlamlı olacaktır. Fakat ön testler ışığında önemleri anlaşılan ve veri setindeki yapıya uygun olan RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS testlerine geçildiğinde normal olmayan dağılım, doğrusal olmayan süreç ve yapısal kırılmaların modellenmesi endekste bazı bileşenlerin üzerinde etkisini kanıtlamaktadır. Verinin karakteristik özellikleri dikkate alındığında EPH'nin reddedildiği pay senedi sayısının arttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre, normal olmayan dağılım özelliklerini dikkate alan fakat yapısal kırılmaları ve doğrusal olmamayı modellemeyen RALS-ADF ve normal dağılım altında yapısal kırılmalara ve doğrusal olmayan sürece izin veren Fourier-KSS birim kök testlerinde 6 pay senedi için zayıf formda piyasa etkinliğinin istatistiksel olarak farklı düzeylerde geçerli olmadığı görülürken yapısal kırılmalara izin veren fakat verinin normal dağıldığını ve doğrusal olduğunu varsayan Fourier-ADF testinde bu sayı 2 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, ilgili pay senetlerinde teknik analiz kurallarına dayalı bir yatırımcı stratejisiyle pay senedi seçimi ve piyasa zamanlaması yoluyla alım-satım kararları verilebileceğini ve al-tut stratejisinin üzerinde bir performansa ulaşılabileceğini desteklemektedir. Özetle, ampirik bulgular, veri setinin karakteristik özelliğine göre sonuçların farklılaştığını göstermektedir. Ancak, her ne kadar normal olmayan dağılım, yapısal kırılma veya doğrusal olmama durumu dikkate alınsa da sonuçlar, birçok pay senedi için zayıf formda piyasa etkinliğini destekler niteliktedir. Bu kapsamda, yatırımcıların zayıf formda etkinliğin geçerli olduğu pay senetlerinde varlık fiyatının yanı sıra fiyatın belirleyicilerine odaklanarak finansal bilgi üreten farklı temel analiz ölçütleriyle yatırım kararlarını desteklemeleri ve uzun vadeli yatırımcı kültürüyle portföylerini yönetmeleri yalnızca tarihsel fiyatlara odaklanan teknik analiz kurallarına dayalı seçimlere kıyasla daha güçlü çıkarsama sağlayacaktır.

Bulguların hem politika yapıcılar hem de yatırımcı perspektifi açısından önemli çıkarımları vardır. EPH'nin geçerliliği piyasada arbitraj fırsatlarını sınırlarken yatırımcılar pay senedi fiyatlarının tahmin edilebildiği piyasa, sektör ve pay senedine odaklanabilirler. Politika yapıcılar ise piyasa etkinliğinin artmasına yönelik mekanizmaları kurmak veya geliştirmek suretiyle finansal bilgi kullanıcıları arasındaki rekabeti teşvik ederek oluşan yeni bilgilerin hızlı bir şekilde fiyatlara yansıtacağı ve arz edilen fonların verimli kullanılacağı sermaye piyasalarının gelişimine ve derinleşmesine katkıda bulunabilirler. BIST nezdinde oluşturulan farklı sektör, endeks ve pay senetlerini içine alan veri setleri ve başka analiz yöntemleri ile literatüre katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Ekler

EK TABLO 1 | Pay Senedi Fiyatları ve Fourier Fonksiyonlar



Not: Pay senedi fiyatları (siyah çizgi), Fourier fonksiyonlar (turuncu çizgi).

EK TABLO 2 | ADF Birim Kök Testine İlişkin Kritik Değer Tablosu

Pay Senedi	Sabitli Model			Sabit & Trendli Model		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%
AHGGAZ	-3,400	-2,808	-2,512	-3,977	-3,408	-3,118
AKENR	-3,429	-2,855	-2,564	-3,956	-3,404	-3,120
AKFYE	-3,409	-2,777	-2,467	-3,942	-3,304	-2,995
AKSEN	-3,426	-2,853	-2,562	-3,951	-3,400	-3,117
AKSUE	-3,428	-2,855	-2,564	-3,954	-3,403	-3,119
ALFAS	-3,388	-2,795	-2,499	-3,904	-3,337	-3,049
ARASE	-3,418	-2,842	-2,550	-3,939	-3,386	-3,102
AYDEM	-3,417	-2,841	-2,550	-3,937	-3,386	-3,102
AYEN	-3,428	-2,855	-2,564	-3,955	-3,403	-3,119
BIGEN	-3,412	-2,836	-2,545	-3,929	-3,379	-3,096
CANTE	-3,436	-2,859	-2,566	-3,967	-3,410	-3,124
CONSE	-3,441	-2,861	-2,566	-3,974	-3,413	-3,125
CWENE	-3,448	-2,828	-2,52	-3,978	-3,357	-3,051
ENUSA	-3,421	-2,848	-2,557	-3,944	-3,394	-3,110
ESEN	-3,413	-2,838	-2,548	-3,931	-3,381	-3,098
GWIND	-3,421	-2,845	-2,553	-3,943	-3,391	-3,107
HUNER	-3,439	-2,860	-2,566	-3,972	-3,412	-3,125
KARYE	-3,420	-2,844	-2,552	-3,942	-3,389	-3,105
MAGEN	-3,417	-2,841	-2,549	-3,938	-3,385	-3,102
NATEN	-3,417	-2,844	-2,553	-3,938	-3,388	-3,105
NTGAZ	-3,410	-2,835	-2,544	-3,926	-3,376	-3,093
ODAS	-3,428	-2,855	-2,563	-3,955	-3,403	-3,119
PAMEL	-3,425	-2,852	-2,561	-3,950	-3,399	-3,115
SMRTG	-3,403	-2,824	-2,532	-3,915	-3,363	-3,079
ZEDUR	-3,425	-2,852	-2,562	-3,951	-3,400	-3,116
ZOREN	-3,428	-2,855	-2,564	-3,954	-3,403	-3,119
XELKT	-3,428	-2,855	-2,564	-3,955	-3,403	-3,119

KAYNAKÇA

- [1] Association des Constructeurs Européens d'Automobiles. (2023, Haziran). New car registrations: +17.8% in June, battery electric 15.1% market share. Erişim adresi <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-17-8-in-june-battery-electric-15-1-market-share/>
- [2] Altuntaş, M., Kılıç, E., Pazarci, Ş. ve Umur, A. (2022). Borsa İstanbul Alt Endekslerinde Etkin Piyasa Hipotezinin Test Edilmesi: Fourier Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinden Kanıtlar. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 169-185. <https://doi.org/10.30784/epfad.1041187>
- [3] Bahmani-Oskooee, M., Chang, T., Niroomand, F. ve Ranjbar, O. (2020). Fourier nonlinear quantile unit root test and PPP in Africa. *Bulletin of Economic Research*, 72(4), 451-481.
- [4] Bal, H., Algan, N., Erdoğan, E. ve Tekin, İ. (2021). Etkin Piyasa Hipotezinin Zayıf Formunun Türkiye'de Bankacılık Sektörü İçin Test Edilmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 327-345. <https://doi.org/10.51945/cuibfd.995297>
- [5] Borsa İstanbul. (2023a). Endeksler, BIST Elektrik. Erişim Adresi <https://www.borsaistanbul.com/tr/endeks-detay/216/bist-elektrik>
- [6] Borsa İstanbul. (2023b). Pay Piyasası Verileri, İlk İşlem Tarihleri ve İlk İşlem Fiyatları. Erişim Adresi <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/480/pay-piyasasi-verileri>
- [7] Brigham, E. F. ve Houston, J. F. (2021). *Fundamentals of financial management: Concise*. Cengage Learning.
- [8] Broock, W. A., Scheinkman, J. A., Dechert, W. D. ve LeBaron, B. (1996). A test for independence based on the correlation dimension. *Econometric reviews*, 15(3), 197-235.
- [9] Christopoulos, D.K. ve 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>
- [10] Cornett, M. M., Adair, T. ve Nofsinger, J. (2014). *Finance*. McGraw-Hill Higher Education.
- [11] Coşkun, Y. ve Seven, U. (2016). Efficiency of financial markets. In A. Gündoğdu (Ed.), *Financial markets and institutions: Theory and practice in Turkey* (289-319). Ankara: Seçkin Publishing.
- [12] Cuthbertson, K. ve Nitzsche, D. (2005). *Quantitative financial economics: stocks, bonds and foreign exchange*. John Wiley & Sons.
- [13] 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/>

- [14] Dalı, T. ve Uğur, B. (2022). BİST Gıda ve İçecek Sektörü Endeksinin Zayıf Formda Etkinliğinin Sınanması. *Alanya Akademik Bakış*, 6(3), 3189-3197. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1016279>
- [15] Dickey, D.A. ve 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>
- [16] Enders, W. ve Lee, J. (2012a). 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>
- [17] Enders, W. ve Lee, J. (2012b). The flexible Fourier form and Dickey-Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>
- [18] Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2018-2022). 2018-2022 Yılları Elektrik Piyasası Gelişim Raporları. Erişim adresi <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24-3/elektriklik-vektor-raporu>
- [19] Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023, Haziran). 2023 Yılı Elektrik Piyasası Haziran Ayı Sektör Raporu. Erişim adresi <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23-3/elektriklik-vektor-raporlar>
- [20] Eva, T. L., & Claudia, N. M. (2018). Effect of Free Float Ratio on the Behavior of Shares Valuation in Companies Listed in Latin American Capital Market. In P. S. Hoffmann (Ed.), *Firm Value-Theory and Empirical Evidence*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76421>
- [21] Fama, E.F. (1970). Session topic: Stock market price behavior. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- [22] Gozbası, O., Kucukkapan, I. ve Nazlıoğlu, 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>
- [23] Hansen, B.E. (1995). Rethinking the univariate approach to unit root testing: Using covariates to increase power. *Econometric Theory*, 11(5), 1148-1171.
- [24] Im, K.S. ve 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>
- [25] Jarque, C.M. ve 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>
- [26] Kamuyu Aydınlatma Platformu. (2023a). Şirketler, BIST Şirketleri, Sektörler. Erişim Adresi <https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler>
- [27] Kamuyu Aydınlatma Platformu. (2023b). Şirketler, BIST Şirketleri, Endeksler. Erişim Adresi <https://www.kap.org.tr/tr/Endeksler>
- [28] Kapusuzoğlu, 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.
- [29] Karademir, F. ve Evci, 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>
- [30] Kılıç, Y. ve Bugan, M. F. (2016). The efficient market hypothesis: Evidence from Turkey. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(10), 262-272.
- [31] Lim, K. P. ve Brooks, R. (2011). The evolution of stock market efficiency over time: A survey of the empirical literature. *Journal of economic surveys*, 25(1), 69-108.
- [32] Lu, Y. C., Chang, T., Hung, K. ve Liu, W. C. (2010). Mean reversion in G-7 stock prices: Further evidence from a panel stationary test with multiple structural breaks. *Mathematics and Computers in Simulation*, 80(10), 2019-2025.
- [33] Morgan Stanley Capital Index. (2023, Ağustos). MSCI Small Cap Indexes List of Additions/Deletions. Erişim Adresi <https://www.msci.com/index-review>
- [34] Otomotiv Distribütörleri ve Mobilite Derneği. (2023, Haziran). Makroekonomik Değerlendirme, Haziran 2023. Erişim adresi <https://www.odmd.org.tr/folders/2837/categorial1docs/3482/Makroekonomik%20Değerlendirme%20-%20Haziran%202023.pdf>
- [35] 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>
- [36] Oğuz, 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>
- [37] Özdemir, Z.A. (2008). Efficient market hypothesis: evidence from a small open economy. *Applied Economics*, 40(5), 633-641. <https://doi.org/10.1080/00036840600722315>
- [38] Özdemir, M. (2022). Etkin piyasa hipotezinin yapısal kırılmalı ve doğrusal olmayan birim kök testleri ile analizi: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *EKOİST Journal of Econometrics and Statistics*, (37), 257-282. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.37.1135040>
- [39] 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>
- [40] Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği. (2022). Türkiye Sermaye Piyasası 2022. Erişim adresi <https://tspb.org.tr/yayinlar/turkiye-sermaye-piyasasi-2022/>