

BİST Sürdürülebilirlik Endeksi ile Diğer Finansal Endeksler Arasındaki İlişkinin ve Nedenselliğin Analizi

Hatice BAŞKAYA¹

¹ Öğr. Gör. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, hbaskaya@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6098-3999

Öz: Finansal sistem, ekonomik büyüme ve kalkınmanın temelini oluşturan modern ekonomilerin yapı taşıdır. Aynı zamanda sürdürülebilirlik kavramı, bu sistemin uzun vadeli dayanıklılığını ve toplumsal faydasını sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Sürdürülebilirlik, çevresel, sosyal ve yönetim (ÇSY) kriterlerini kapsayan geniş bir yaklaşım olarak, finansal piyasaların ve yatırımların geleceğe yönelik güvence altına alınmasını hedeflerken ekonomik karar alma süreçlerine bu daha geniş unsurları entegre etmektedir. Bu çalışmanın amacı, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi ile BİST100 Endeksi (XU100), S&P500 Endeksi (SPX), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI), S&P Yeşil Tahvil Endeksi (SPUSGRN) ve Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) gibi seçilmiş diğer önemli finansal endeksler arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkileri kapsamlı bir şekilde incelemektir. 2014 Kasım ve 2024 Ocak dönemini kapsayan ve 111 adet aylık veri ile gerçekleştirilen bu analizde, ARDL Sınır Testi yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uzun vadede BİST100 Endeksi ile BİST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında pozitif bir ilişki olduğunu, buna karşılık BİST100 Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi arasında anlamlı bir negatif ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kısa vadeli analizler, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi, BİST100 Endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi arasında kısa vadede de istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Toda-Yamamoto nedensellik analizi, XUSRD endeksinden DJSI ve SPUSGRN endekslerine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi ile DJSI endeksi ile hem SPUSGRN hem de SPX endeksleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkilerini tespit etmiştir. Bu bulgular, sürdürülebilirlik odaklı finansal araçların farklı piyasalar arasındaki bağlantılarını vurgulamakta ve sürdürülebilirlik faktörlerinin hem Türkiye’de hem de küresel ölçekte finansal karar alma süreçlerinde giderek artan etkisini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik Endeksi, ARDL Sınır Testi, Toda-Yamamoto Yöntemi

Jel Kodları: G10, G11, Q56, C32

An Analysis of the Relationship and Causality Between The BIST Sustainability Index and Other Financial Indices

Atıf: Başkaya, H. (2025). BİST sürdürülebilirlik endeksi ile diğer finansal endeksler arasındaki ilişkinin ve nedenselliğin analizi. *Fiscaeconomia*, 9(2), 1003-1021. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1541942>

Geliş Tarihi: 01.09.2024
Kabul Tarihi: 24.01.2025



Telif Hakkı: © 2025. (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The financial system serves as a cornerstone of economic growth and development, providing the foundation upon which modern economies are built. At the same time, the concept of sustainability plays a critical role in ensuring the long-term resilience and social utility of this system. Sustainability, encompassing environmental, social, and governance (ESG) criteria, aims to secure the future viability of financial markets and investments by integrating these broader considerations into economic decision-making. The objective of this study is to comprehensively examine the short- and long-term relationships between the BIST Sustainability Index and a selection of other key financial indices, including the BIST100 Index (XU100), S&P500 Index (SPX), Dow Jones Sustainability Index (DJSI), S&P Green Bond Index (SPUSGRN), and the Consumer Price Index (CPI). Utilizing 111 monthly data spanning the period from November 2014 to January 2024, this analysis employs the ARDL Bound Test approach to investigate these relationships. The results indicate a positive long-term relationship between the BIST100 Index and the BIST Sustainability Index, while a significant negative relationship is observed between the BIST100 Index and the S&P Green Bond Index. In the short term, the findings reveal statistically significant relationships between the BIST Sustainability Index, the BIST100 Index, and the S&P Green Bond Index. Additionally, the Toda-Yamamoto causality analysis identifies unidirectional

causality from the XUSR index to the DJSI and SPUSGRN indices, as well as bidirectional causality between the DJSI index and both the SPUSGRN and SPX indices. These findings underscore the interconnectedness of sustainability-focused financial instruments across different markets, highlighting the increasing influence of sustainability factors on financial decision-making processes in both Turkey and the global context.

Keywords: Sustainability Index, The ARDL Bounds Test, The Toda-Yamamoto Method

Jel Codes: G10, G11, Q56, C32

1. Giriş

Kapitalist ekonomi sisteminin temelinde, bireylerin ekonomik faaliyetlerini artırarak sürekli üretim ve tüketim döngüsü oluşturma çabası yatmaktadır. Bu sistem, ekonomik büyümeyi teşvik ederken, sınırsız üretim ve tüketim anlayışını benimser. Ancak, bu yaklaşım, doğal kaynakların sınırlı olduğu gerçeğini göz ardı edebilir ve uzun vadede sürdürülebilirlik sorunlarına yol açabilir. Bu bağlamda, ekonomik büyümenin sağlanması ile çevresel sürdürülebilirlik arasında dengeli bir ilişki kurma ihtiyacı giderek daha kritik hale gelmiştir.

Bu gereksinim doğrultusunda, 1972 yılında MIT ve Roma Kulübü iş birliğiyle düzenlenen Stockholm Konferansı'nda sunulan ve modern çevre hareketinin mihenk taşlarından biri olarak kabul edilen "İktisadi Büyümenin Sınırları" raporu, ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerine dikkat çekmiştir. Rapor, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmek adına stratejik müdahalelerin gerekliliğini vurgulamıştır. Bu tartışmaların ışığında, 1983 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Çevre ve Kalkınma Komisyonu kurulmuş, 1987 yılında ise Brundtland Raporu yayımlanarak sürdürülebilirlik kavramı uluslararası gündemde kritik bir yer edinmiştir. Brundtland Raporu, sürdürülebilirliği sadece ekonomik bir perspektiften değerlendirmemiş, aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutları kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alarak, sürdürülebilir kalkınmanın çok boyutlu bir kavram olarak benimsenmesini sağlamıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı, zamanla uluslararası politika ve finansal piyasalarda daha geniş bir uygulama alanı bulmuş ve 2015 yılında imzalanan Paris İklim Değişikliği Anlaşması ile 2019 yılında ilan edilen Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi uluslararası antlaşmalar, finans sektöründe faaliyet gösteren tüm şirketlerin köklü değişiklikler yapmalarını zorunlu hale getirmiştir. Bu düzenlemeler, şirketlerin sürdürülebilirlik hedeflerini kurumsal yönetim ilkeleri ile entegre etmelerini ve çevresel, sosyal ve yönetim (ÇSY) kriterlerine uygun projeler geliştirmelerini zorunlu kılmıştır.

Çalışmada Türkiye'nin seçilme nedeni, sürdürülebilirlik temalı finansal araçların gelişiminde artan rolü, Borsa İstanbul'un bölgesel bir finans merkezi olma potansiyeli ve gelişmekte olan piyasa statüsü olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda çalışma, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin uluslararası piyasa göstergeleriyle olan ilişkilerini analiz ederek sürdürülebilir finansın stratejik önemini Türkiye perspektifinden değerlendirmekte ve bu alanda literatüre katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, Borsa İstanbul tarafından oluşturulan BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, Türkiye'deki finansal piyasalarda sürdürülebilirlik performansı yüksek olan şirketlerin paylarını içeren önemli bir yatırım aracı olarak ortaya çıkmıştır. BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, şirketlerin etkin bir risk yönetimi stratejisi geliştirmelerine, rekabet avantajı elde etmelerine ve finansman sağlama süreçlerini çeşitlendirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, bireysel ve kurumsal yatırımcılar, bu endeks aracılığıyla sürdürülebilirlik temalı şirketlerin performansını yakından takip edebilmekte ve bu şirketlere yatırım yaparak, sürdürülebilirlik odaklı yatırımların finansal getirilerini değerlendirme fırsatı bulabilmektedirler.

Bu çalışmanın temel amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ile seçilmiş BIST100 Endeksi (XU100), S&P500 Endeksi (SPX), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI), S&P

Yeşil Tahvil Endeksi (SPUSGRN) ve Tüketici Fiyat Endeksleri (TÜFE) arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkileri analiz etmek ve bu ilişkilerin yönünü tespit etmektir. Çalışma kapsamında, ilgili literatür taranmış, ardından ekonometrik analiz yöntemleri ile elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler, sürdürülebilirlik faktörlerinin finansal karar alma süreçlerinde artan etkisini ortaya koyarak, Türkiye ve küresel düzeyde sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme ile nasıl bir denge içinde olabileceğini göstermektedir.

2. Seçili Literatür

BİST Sürdürülebilirlik Endeksleri, finansal piyasaların stratejik bileşenleri arasında yer almakta olup, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda kurumsal yönetim konularında risk yönetimi ve projelerin finansmanında önemli bir rol oynayan yatırım enstrümanlarıdır. Bu endeksler, şirketlerin sürdürülebilirlik politikalarına rehberlik ederken, aynı zamanda yatırımcılar ile şirketler arasında sürdürülebilirlik odaklı bir platform oluşturma misyonunu taşımaktadır. BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin hesaplanmaya başlanması ile birlikte, bu endekte yer alan şirketler, küresel ısınma, atık yönetimi, doğal kaynakların korunması ve kuraklık gibi dünya çapında önemli sorunlara karşı geliştirdikleri yaklaşımlarını sergileyerek, diğer şirketlere kıyasla rekabet avantajı elde etmektedir. Bu endeks, şirketlerin sürdürülebilirlik faaliyetlerini hem yerel hem de küresel ölçekte karşılaştırma imkânı sunarken, aynı zamanda kurumsal marka bilinirliklerini de artırmaktadır.

Literatürde, alternatif yatırım enstrümanlarının endeksler üzerindeki etkisini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin diğer finansal endekslerle olan ilişkilerini inceleyen çalışmalar genellikle volatilité kavramı ile sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada ise, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin BİST100 Endeksi, S&P500 Endeksi, TÜFE, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi gibi diğer önemli endekslerle olan ilişkileri, güncel bir veri seti kullanılarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Sürdürülebilirlik ve finansal piyasalar arasındaki ilişkileri ele alan literatür, genellikle farklı temalar etrafında toplanmaktadır. Bu çalışmalarda, sürdürülebilirlik endeksleri, piyasa performansı, volatilité ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler farklı yöntemlerle analiz edilmiştir. Aşağıda bu literatür tematik başlıklar altında sınıflandırılmıştır.

Volatilité ve Piyasa Performansı İlişkisi: Giot (2005) Zımnı volatilité endekslerinin hisse senedi getirileri ile ters yönlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Jiang & Tian (2007) Opsiyon fiyatlamasında serbest volatilitenin etkili olduğunu tespit etmiştir. Fountain vd. (2008) SPX ve VIX endeksleri arasında güçlü bir negatif korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Karagiannis (2014) VIX Endeksi ile vadeli işlemler arasında güçlü bir korelasyon bulmuştur. Ozair (2014) SPX ve VIX endeksleri arasında güçlü bir negatif korelasyon tespit etmiştir. Smales (2016) Yatırımcı korkusunun piyasa hareketlerini etkileyebileceğini ifade etmiştir. Emma & Myriam (2017) Avrupa hisse piyasaları ile VIX Volatilité Endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Sarwar (2012) VIX Endeksi'nin BRIC piyasalarını etkilediğini göstermiştir.

Volatilité ve Türkiye Piyasası: Kaya & Coşkun (2015) VIX Endeksi ile Borsa İstanbul arasında negatif bir ilişki tespit etmiştir. Hatipoğlu & Tekin (2017) VIX Endeksi'nin BIST100 ve döviz kuru üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Kula & Baykut (2017) VIX Endeksi ile Borsa İstanbul arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Münyas (2022) VIX Endeksi'nin BIST100 üzerindeki kısa dönemde daha yüksek, uzun dönemde ise daha düşük bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Demirez & Kandır (2024) XUSD ile VIX Endeksi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ifade etmiş ve sürdürülebilirlik odaklı endekslerin volatilitéye duyarlılığını vurgulamıştır.

Sürdürülebilirlik Endeksleri ve Makroekonomik Değişkenler: Sharma vd. (2023) S&P GREENEX ve CARBONEX gibi sürdürülebilirlik temalı endekslerin makroekonomik değişkenlerle ilişkisini incelemiş, anlamlı etkiler bulmuştur. Altuntaş & Ersoy (2021)

Yatırımcı duyarlılığının BIST Pay Piyasası üzerinde anlamlı etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Sarıtaş & Nazlıoğlu (2019) VIX Endeksi ile döviz kuru ve hisse senedi piyasası arasında negatif bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. Vergili & Çelik (2023) DJSEMUP endeksi ile gelişmekte olan piyasaların gelişmiş piyasalara göre daha hızlı tepki verdiğini bulmuşlardır. Gülal & Güneren (2022) VIX Volatilite Endeksi ve BIST30 Vadeli İşlem Sözleşmeleri arasındaki uzun dönemde negatif ilişkiyi vurgulamıştır.

Nedensellik ve Eşbütünleşme Analizleri: Choi & Hong (2020) VIX ile SP500 arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulmuş, bu ilişkinin piyasa belirsizliklerini nasıl etkilediğini göstermiştir. Akel & Gazel (2014) SINAI Endeksi ile döviz kuru ve DXY arasında uzun vadede pozitif ilişkiler olduğunu göstermiştir. Shu & Zhang (2012) VIX Vadeli İşlemler Piyasası'nın VIX Endeksi'ni takip ettiğini ifade etmiştir. Shahzad vd. (2020) ABD CDS, hisse ve VIX Endeksi arasında nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Bektaş & Babuşçu (2019) VIX Endeksi'nde meydana gelen değişimlerin Türkiye finansal göstergeleri üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye'ye Özgü Çalışmalar: Akdağ (2019) VIX Endeksi ile BIST30 arasında uzun vadeli negatif yönlü bir ilişki bulmuştur. Kaya (2015) BIST100 Endeksi'nin VIX Endeksi'nden etkilendiğini belirtmiştir. Sezal (2024) BIST Banka Endeksi ile TÜFE arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ünlü (2024) XU100 Endeksi'nin işsizlik ve üretim endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ifade etmiştir.

Volatilite ve Risk Yayılımı: Cheuathonghua vd. (2019) VIX Endeksi'nin uluslararası hisse senedi piyasalarına aşırı yayılma etkisi yaptığını tespit etmiştir. Fassas & Hourvouladi (2019) VIX Vadeli İşlemleri'nin S&P500 üzerindeki fiyat hareketlerinde etkili bir gösterge olduğunu ortaya koymuştur. Sadeghzadeh (2018) Tüketici Güven Endeksi ile BIST100 arasında ilişki olduğunu bulmuştur. Vergili & Çelik (2023) Türkiye'nin sürdürülebilirlik stratejilerinin piyasa entegrasyonunda belirleyici olduğunu ifade etmiştir. Demirez & Kandır (2024) VIX ile XUSD arasında nedensellik ilişkisi bulmuştur. Başarır (2019) Korku Endeksi ile BIST100 arasında frekans tabanlı nedensellik ilişkisi bulmuştur. Özdemir (2020) VIX Endeksi'nin BIST30 üzerindeki etkilerini göstermiştir.

Diğer Çalışmalar ve Bulgular: Münyas (2022) Türkiye'de sürdürülebilir finans ve endeks performans ilişkisini analiz etmiştir. Altuntaş & Ersoy (2021) BIST piyasalarında yatırımcı algısı ve sürdürülebilirlik üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Cheuathonghua vd. (2019) VIX Endeksi'nin volatilite yayılımı üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Hatipoğlu (2018) VIX ile döviz kurları arasındaki ilişkilerde yapısal değişiklikleri incelemiştir. Demirez vd. (2024) BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin uluslararası piyasa bağlantılarını araştırmıştır. Kula (2023) BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ile diğer gelişmekte olan ülke piyasaları arasındaki ilişkileri incelemiştir.

3. Veri Seri ve Yöntem

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada seçilmiş bazı endeks verilerinin (BIST100 Endeksi, S&P500 Endeksi, TÜFE verileri, Dowjones sürdürülebilirlik endeksi, S&P Yeşil Tahvil Endeksi) BIST-Sürdürülebilirlik endeksiyle olan kısa ve uzun dönemdeki ilişkisi incelenmiştir. BIST100 Endeksi, Türkiye hisse senedi piyasasının genel performansını yansıtmaması nedeniyle seçilmiştir. S&P500 Endeksi, küresel piyasaları temsil ederek uluslararası bağlamda ilişkiyi değerlendirmek için dahil edilmiştir. TÜFE verileri, enflasyonun yatırımcı davranışlarına etkisini anlamak açısından önemlidir. Dowjones Sürdürülebilirlik Endeksi, sürdürülebilirlik temalı küresel yatırımların lider göstergesi olduğu için seçilmiştir. S&P Yeşil Tahvil Endeksi ise çevresel sürdürülebilirlik yatırımlarının etkisini değerlendirmek için çalışmaya alınmıştır. Seçilen endeksler, farklı coğrafi ve ekonomilerde, sürdürülebilirlik dinamiklerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler ve tanımlarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişkenler ve Tanımları

KOD	Değişken Adı	Kaynak
XUSRD	BIST Sürdürülebilirlik Endeksi	www.investing.com
SPX	S&P500	
XU100	BIST-100 Endeksi	
SPUSGRN	S&P Yeşil Tahvil Endeksi	www.spglobal.com
DJSI	S&P Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi	
TUFE	Tüketici Fiyat Endeksi	
		TCMB, EVDS

Çalışmada, bağımlı değişken BIST Sürdürülebilir Endeksi olup bağımsız değişkenler Borsa İstanbul100 Endeksi, S&P500 Endeksi, TÜFE verileri, Dowjones sürdürülebilirlik endeksi, S&P Yeşil Tahvil Endeksleridir. İlgili değişkenlerine veriler 2014:11-2024:01 dönemlerini kapsayan 111 aylık veriden oluşmaktadır. Başlangıç tarihi olarak BIST-Sürdürülebilirlik Endeksinin Türkiye'deki faaliyet tarihi (04.11.2014) esas alınmıştır. BIST Sürdürülebilirlik endeksi, BIST100 Endeksi ve S&P500 Endeksleri investing veri tabanından, TUFE verileri, TÜİK veri portalından, Dowjones sürdürülebilirlik endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi ise S&P Global veri tabanından temin edilmiştir. Analiz, Ewiews 11 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Yöntem

Çalışmada analize konu tüm değişkenler, finansal zaman serileri olması sebebiyle doğal logaritması alınmıştır. Doğal logaritma almak, finansal zaman serilerindeki değişim oranlarının istikrarını artırmak ve analiz edilen verilerin ölçeklenebilirliğini kolaylaştırmak için yaygın bir yöntemdir. Bu yaklaşım, özellikle regresyon ve zaman serisi analizlerinde verilerin normal dağılıma yakınsadığı durumlarda daha anlamlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlar (Gujarati & Porter, 2009). Bu yaklaşım, muhtemel değişen varyans problemini de önlenmesine yardım ederken istatistiksel analiz sonuçlarını daha güvenli kılmaktadır. Logaritmik olan serilerin durağanlığı Augmented Dickey Fuller (ADF) (1981) ve Philips Perron (PP) (1988) testleri ile incelenmiştir.

BIST Sürdürülebilirlik endeksinin diğer endekslerle olan uzun ve kısa dönem ilişkisi için eş bütünleşme testlerinden biri olan ve Pearson vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL Sınır Testi (Autoregressive Distributed Lag-Otoregresif Dağıtılmış Gecikme) modelinden faydalanılmıştır. ARDL modelinin ilk aşaması ise serilerin durağan olup olmadığının incelenmesidir. Nitekim ARDL modelinde seriler arasında eş bütünleşme analizi yapılabilmesi için serilerin I (0) ya da I (1) olmaları durumunda sağlam sonuçlar vermektedir.

4. Araştırma Bulguları

4.1. Değişkenlerin Deterministik Özellikleri

Değişkenlere ait serilerin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de yer almaktadır.

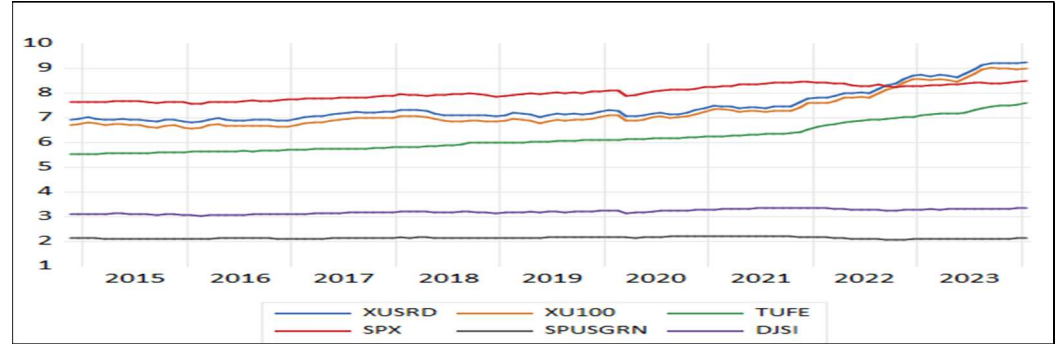
Tablo 2. Değişkenlerin Deterministik Özellikleri

	XUSRD	SPX	SPUSGRN	DJSI	XU100	TUFE
Mean	7.4455	8.0057	2.1275	3.1962	7.2376	6.1689
Median	7.1756	7.9692	2.1248	3.1808	6.9675	6.0249
Maximum	9.2457	8.4772	2.1981	3.3444	9.0003	7.5928
Minimum	6.8033	7.5519	2.0481	3.0251	6.5678	5.5122
Std. Dev.	0.6673	0.2846	0.0342	0.0906	0.6813	0.5719
Skewness	1.4686	0.0808	0.3097	0.0363	1.3956	0.9351
Kurtosis	3.9573	1.6356	2.3666	1.7931	3.7282	2.7769
Jarque-Bera	4.4140	8.7295	3.6294	6.7606	3.8486	1.6409
Probability	0.0000	0.0127	0.1628	0.0340	0.0000	0.0002
Sum	8.2645	8.8864	2.3616	3.5478	8.0337	6.8475
Sum Sq. Dev.	4.8982	8.9134	0.1293	0.9045	5.1067	3.5984

XUSRD ve XU100, yüksek ortalama ve standart sapma ile dalgalı bir performans gösterirken, SPX ve DJSI daha düşük oynaklık ve daha simetrik bir dağılım sergilemiştir. SPUSGRN, en düşük standart sapmaya sahip olup, tahvil fiyatlarının daha istikrarlı

olduğunu göstermektedir. TÜFE ise orta düzeyde bir oynaklıkla seyrederken, BIST Sürdürülebilir Endeksi diğer endekslere göre daha yüksek bir volatilité ve getiri potansiyeli taşımaktadır.

Değişkenlere ait serilerin tanımlayıcı istatistiklerin grafikleri Şekil-1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Değişkenlere Ait Grafikler

Şekil 1’de, XUSRD ve XU100 endeksleri yüksek ve dalgalı bir artış gösterirken, TÜFE kademeli bir yükseliş sergilemiştir. SPX ve SPUSGRN ise daha düşük ve istikrarlı bir seyir izlemiştir.

4.2. Birim Kök Testi

Ekonometrik analizin en önemli aşamalarından biri serilerin birim kök sürecinde olup olmadığının kontrol edilmesidir. Bir serinin birim kök içermemesi aynı zamanda serinin durağan olduğu anlamına da gelmektedir. Zaman serilerinde durağanlık, bir veri serisinin istatistiksel özelliklerinin (ortalama, varyans, kovaryans gibi) zaman içerisinde sabit kalması durumudur. Durağan bir seri, gelecekteki değerlerin geçmiş değerlere benzer bir dağılım sergileyeceğini gösterir.

Doğrusal olmayan zaman serileri ile tahmin edilen modeller sahte regresyon sorunu yarattığından analiz sonuçları gerçek ilişkiyi yansıtamamaktadır (Granger & Newbold, 1974), Bu nedenle, öncelikle yapılması gereken serilerin durağanlığın analiz edilmesidir. Serilerin durağan olup olmadığının tespitinde kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi de Genişletilmiş Augmented Dickey-Fuller Testi (ADF) testidir. ADF testi, Dickey-Fuller Testinin genişletilmiş versiyonudur ve genel otoregresif AR (p) model üzerinden gecikmeli fark terimleri eklenerek yapılır. Elde edilen modeller sabitsiz-trendsiz (none), sabitli (intercept) ve sabitli ve trendli (intercept and trend) olup şu şekilde hesaplanmaktadır (Mert & Çağlar 2019, s. 99):

$$\text{Sabitsiz ve trendsiz model:} \quad \Delta Y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\text{Sabitli Model:} \quad \Delta Y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{Trendli Model:} \quad \Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Birim kök hipotez test sürecinde kullanılan diğer bir yöntem ise 1988 yılında Philips ve Perron tarafından geliştirilen Philips-Peron testidir. Bu test, özünde ADF testinin temel denklemleri üzerine kurulu olmakla birlikte aynı zamanda hata terimleri üzerinde bazı nonparametrik düzeltmeleri de uygulanmasına yardımcı olmaktadır. Philip Peron testi için aşağıda belirtilen regresyon modeli (4) nolu denklemde belirtilmiştir. Test, sabitli model, sabitli ve trendli model ve sabitsiz ve trendsiz model olarak da uygulanabilir.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \alpha + \beta_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

ADF ve PP testlerinde serilerin durağanlığını kontrol etmek amacıyla oluşturulan hipotezler, H_0 (yokluk) hipotezi ve H_1 alternatif hipotezdir ve aşağıdaki şekilde yorumlanabilir:

$H_0: \delta \geq 0$ (Seride birim kök vardır, seri durağan değildir.)

$H_1: \delta < 0$ (Seride birim kök yoktur, seri durağandır.)

Çalışmamızda değişkenlerin durağanlığı hem ADF hem de PP testiyle hesaplanmış ve birim kök değerleri Tablo 3’de verilmektedir.

Tablo 3. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

	Değişkenler	ADF		Sonuç	PP		Sonuç
		Sabit	Sabitli ve Trendli		Sabitli	Sabitli ve Trendli	
DÜZEY	LNUSRD	-2.4864 (1.000)	0.0276 (0.9962)	—	2.9707 (1.000)	0.2898 (0.9984)	—
	LNTUFE	3.3388 (1.000)	0.7891 (0.9997)		5.2380 (1.000)	1.5796 (0.9999)	
	LNSPX	-0.3201 (0.9172)	-2.6782 (0.2477)		-0.2441 (0.9282)	-2.7724 (0.2107)	
	LN XU100	2.1960 (0.9999)	-0.3769 (0.9873)		2.6493 (1.000)	-0.0818 (0.9946)	
	LNSPUSGRN	-1.8232 (0.3676)	-1.3121 (0.8797)		-1.6434 (0.4571)	1.6094 (0.7832)	
	LNDJSI	-0.3984 (0.9046)	-2.5418 (0.3078)		-0.4138 (0.9019)	-2.6783 (0.2477)	
	LNUSRD	-6.8832 (0.000)	-7.9762 (0.000)	I(1)**	-6.6872 (0.000)	-7.0087 (0.000)	I(1)**
BİRİNCİ DERECE FARK	LNTUFE	-4.5983 (0.000)	-5.8184 (0.000)		-4.5983 (0.000)	-5.7244 (0.000)	
	LNSPX	-9.6535 (0.000)	-9.6212 (0.000)		-9.6326 (0.000)	-9.5946 (0.000)	
	LN XU100	-6.8321 (0.000)	-7.8615 (0.000)		-6.6280 (0.000)	-6.8486 (0.000)	
	LNSPUSGRN	-6.7143 (0.000)	-6.7427 (0.000)		-6.4671 (0.000)	-6.3128 (0.000)	
	LNDJSI	-9.1831 (0.000)	-9.1646 (0.000)		-9.1209 (0.000)	-9.1125 (0.000)	

*Parantez içerisindeki değerler t istatistiği olasılık değerleridir.

**Test sonuçlarına sabitli ve sabitli-trendli modeller kullanılarak ulaşılmıştır. Maksimum gecikme sayısı, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile belirlenmiş ve maksimum 4 olarak alınmıştır.

***PP testi için Bartlett Kernel ve Newey-West Bandwidth yöntemleri uygulanmıştır. ADF ve PP testlerinde, %1, %5 ve %10 anlam düzeyleri için kritik değerler sabit modelde sırasıyla -3.49, -2.88 ve -2.58; sabit ve trend modelinde ise sırasıyla -4.04, -3.45 ve -3.15 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3’te görüleceği üzere, söz konusu değişkenlerin birim kök içerip içermediğini analiz etmek amacıyla ADF ve PP testleri uygulanmış her iki testte de aynı sonuca ulaşılmıştır. Tüm değişkenler düzeyde %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyesinde hem sabitli hem de sabit-trendli modellerde, olasılık değerlerinin ($p > 0,05$) olması sebebiyle birim kök içerdiği, H_0 hipotezi reddedilemediği ve serilerin düzeyde durağan olmadığı saptanmıştır. Bu yüzden serilerin birinci sıra fark alınmıştır, hesaplanan sonuçlara göre değişkenlerin birinci derecede fark olasılık değerlerinin ($p < 0,05$) olması ile H_0 hipotezi reddedilerek alternatif hipotezi (H_1) kabul edilmiştir. Diğer bir ifade ile serilerin birinci derece farkta durağan olduğu veya I(1) derecede entegre olduğu tespit edilmiştir.

4.3. ARDL Sınır Testi

ARDL modeli, farklı veya aynı seviyede durağanlık düzeylerine sahip zaman serilerini analiz ederek kısa ve uzun dönemde eşbütünleşme ilişkilerini incelemektedir. ARDL sınır testi, iki veya daha fazla zaman serisi arasında uzun vadeli bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için güçlü bir araçtır. Bu yöntem, özellikle ekonometrik modellerde aynı veya farklı durağanlık seviyelerine sahip serilerle çalışırken tercih edilen bir yöntemdir.

Pesaran, Smith & Shin (2001) çalışmalarında serilerin bazılarının düzeyde durağan, bazılarının ise birinci sıra fark durağan olması durumunda kullanılabilecek bir test olan ARDL yaklaşımını önermişlerdir. ARDL yaklaşımında sabitsiz ve trendsiz, kısıtlı sabitli ve trendsiz, sabitli ve trendsiz, sabitli ve kısıtlı trendli ile sabitli ve trendli olmak üzere 5

temel model bulunmaktadır. Bu 5 modelde bulunan eşbütünleşme yoktur hipotezini sınamak için PSS kısıtlı F testi önermiş ancak dağılımın F istatistiğine uymadığını gördüklerinden tüm serilerin düzeyde durağan olduğu varsayılan alt sınır F istatistikleri ve tüm serilerin birinci sıra farkta durağan oldukları varsayılan üst sınır F istatistiklerini önermişlerdir. Pesaran, Smith & Shin'e (2001) göre hesaplanan F istatistiği alt sınır kritik değerinden küçükse yokluk hipotezi reddedilemeyecek, üst sınır kritik değerinden büyük ise reddedilebilecek ve eğer alt sınır ile üst sınır arasında ise yorum yapılamayacaktır.

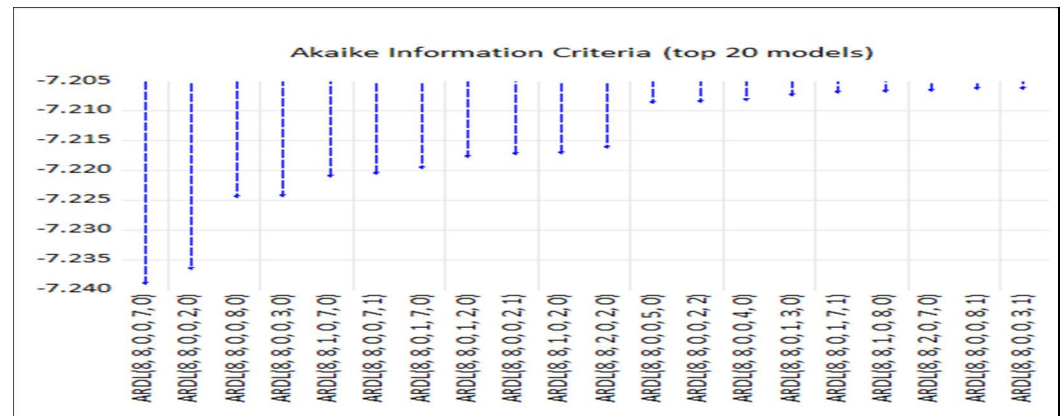
ARDL sınır testi için uygulanacağımız model şu şekildedir:

$$\lnsurd_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^8 \delta_k \lnsurd_{t-k} + \sum_{k=0}^8 \gamma_k \ln SPX_{t-k} + \sum_{k=0}^7 \varphi_k \ln XU100_{t-k} + \beta_1 TUF E_t + \beta_2 SPUSGRN_t + \beta_3 DJSI_t + u_t$$

H₀: Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmamaktadır.

H₁: Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur.

ARDL yönteminin ilk safhası uygun gecikme uzunluğunun bulunmasıdır. Bu aşamada değişkenler çeşitli gecikmeler altında sınanırken bilgi ölçütlerine (AIC, SIC veya HQ) göre en küçük değere sahip model uygun model olarak seçilmektedir. Şekil 2'de görüldüğü üzere çalışmada en uygun gecikme uzunluğunun minimum Akaike bilgi kriterine (AIC) göre ARDL(8,8,0,0,7,0) uygun model olarak seçilmiştir.



Şekil 2. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

ARDL modeli uygulaması için f istatistiğinin belirlenmesi gerekir. F istatistiği, alt sınır I(0) ve üst sınır I(1) olmak üzere iki kriter değer bandı ile karşılaştırma yapılmaktadır. Eğer hesaplanan F istatistiği üst sınırın üzerinde ise I(1) H₀ hipotezi reddedilebilir, yani değişkenler arasından eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Eğer hesaplanan f istatistiği alt sınırın altından ise H₀ hipotez reddedilemeyebilir, yani değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmamaktadır.

Çalışmamıza ait değişkenlerimize bağlı ARDL Sınır testi sonuçları Tablo 4'de sunulmaktadır.

Tablo 4. ARDL Sınır Testi Sonuçları

ARDL Uzun Dönem (8, 8, 0, 7, 0, 0)			
F- istatistiği	4.7689		
		Kritik değer	
		Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
Anlamlılık Seviyesi	1%	3.351	4.587
	5%	2.552	3.606
	10%	2.303	3.154

**Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC kullanılmıştır. Kritik değer sınırları Pesaran vd. (2001) Tablo CI(iii)'den alınmıştır.

Tablo 4 incelendiğinde, tüm önem düzeylerinde, hesaplanan f istatistik değeri, üst sınır I(1) değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, BİST Sürdürülebilirlik endeksi ile diğer endeksler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu ifade edilebilir.

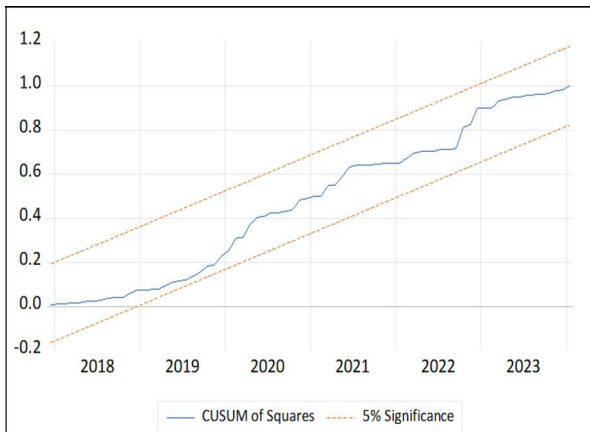
Tahmin edilen ARDL modelin geçerliliği sınanması için yapılan bazı tanısal testler ve sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır:

Tablo 5. Modele Ait Tanısal Test Sonuçları

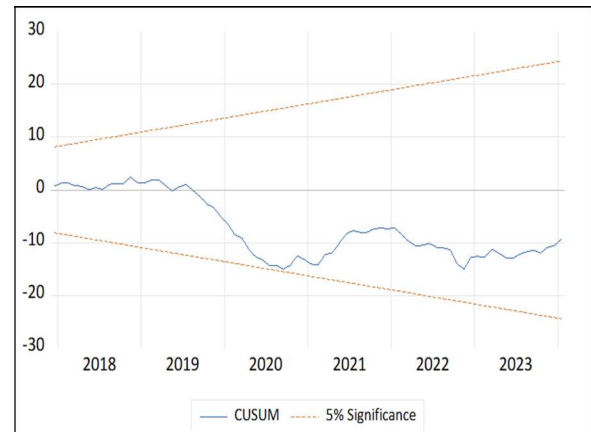
Test	F istatistiği	Prob. değeri
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM	1.7085	0.112>0.05
Değişen Varyans-ARCH	1.1242	0.291>0.05
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey	0.9422	0.555>0.05
Normallik-Jarque Bera	1.9053	0.385>0.05
Ramsey Reset	1.0757	0.365>0.05

Tablo 5 incelendiğinde, modelde otokorelasyon sorunu olup olmadığını tespiti için Breusch-Godfrey otokorelasyon testi uygulanmış ve H_0 : "Hata terimlerinde otokorelasyon yoktur" hipotezi $p>0,05$ olması sebebiyle reddedilemeyebilir, modelin bir otokorelasyon problemi bulunmamaktadır. Modelde değişen varyans sorunu olup olmadığını incelemek için Breusch-Pagan Godfrey testi ve ARCH-LM testi uygulanmış ve H_0 : "Hata terimlerinin varyansı sabittir" ve H_0 : "Hata terimlerinde ARCH etkisi yoktur" hipotezleri $p>0,05$ olması sebebiyle reddedilemeyebilir, modelin bir otokorelasyon sorunu yoktur. Modelde verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını araştırmak için Jarque-Bera testi uygulanmış ve H_0 : "Veriler normal dağılıma sahiptir." Hipotezi $p>0,05$ olması sebebiyle reddedilemeyebilir, başka bir ifade ile modelde yer alan veriler normal dağılıma sahiptir. Modelde herhangi bir spesifikasyon hatasının bulunup bulunmadığı Ramsey-Reset test ile ölçümlenmiş, istatistiksel olarak modelin doğru kurulduğu saptanmıştır.

ARDL modelinin tutarlılığını araştırmak, serilerdeki yapısal kırılmayı tespit etmek ve buna bağlı bir kontrol sınırı belirlemek ya da değişkenlere ait katsayı terimlerinin istikrarlılığını test etmek üzere getiri hata terimlerinin karelerini kullanarak oluşturulan grafikler CUSUM ve CUSUMSQ (Brown vd., 1975, s. 149-155) grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 3. CUSUM Test



Şekil 4. CUSUMSQ Test

CUSUM ve CUSUMSQ testleri, analiz sürecinde yer alan parametrelerin ortalamalarındaki değişimleri zaman içerisinde gözlemlemek açısından uygulanan bir yöntemdir. Cusum testlerinde grafiklerinde üst ve alt kontrol limitleri bulunmaktadır. Eğer CUSUM eğrisi kontrol limitlerini aşıyorsa süreç ortalamasında pozitif veya negatif yönde bir kayma olduğunu gösterir. Şekil 3 ve Şekil 4 incelendiğinde hem CUSUM hem de CUSUMSQ testlerinde kesikli olan çizgiler %95 güven aralığında kontrol limitlerini aşmadığından dolayı parametre tahminlerinin istikrarlı olduğu belirtilebilir.

ARDL modeline ait uzun dönem katsayı tahmin sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır

Tablo 6. Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Uzun Dönem Tahmin Sonuçları				
Bağımlı Değişken: XUSRD				
Değişken	Katsayılar	Standart Sapma	t istatistiği	P değeri
XU100	1.0181	0.1084	9.3900	0.0000**
SPX	0.3357	0.4764	0.7046	0.4832
SPUSGRN	-2.9914	1.1379	-2.6288	0.0104**
DJSI	0.6598	1.0152	0.6499	0.5177
TUFE	-0.2490	0.1782	-1.3970	0.1666
C	3.2076	1.1477	2.7946	0.0066

Tablo 6'da yer alan uzun dönem tahmin sonuçları incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı olan iki değişken (** ile ifade edilmiştir) mevcut olup bunlar BİST-100 (XU100) endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksleridir. (SPUSGRN). BİST100 endeksine ait katsayının pozitif (1,018), S&P Yeşil Tahvil Endeksine ait katsayının negatif (-2,991) olduğu görülmektedir. Diğer S&P500 Endeksi (SPX), Dowjones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSI) ve Tüketici fiyat endeksi (TUFE) değişkenlerinin uzun dönemde BIST Sürdürülebilir endeksi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Uzun dönemde, BIST-100 Endeksi değişkeninin BIST-Sürdürülebilirlik Endeksi üzerinde %1'lik anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye bağlı olduğu belirtilebilir. Diğer bir ifade ile, BIST-100 Endeksinde meydana gelecek %1'lik artış uzun dönemde BIST-Sürdürülebilirlik Endeksinde ortalama olarak %1,01 artışa neden olmaktadır. Son dönemlerde hem yatırımcılar hem de tüketiciler arasında sürdürülebilirlik konusunda giderek artan bir bilinçlenme düzeyi, sürdürülebilirlik performansı yüksek şirketlere olan talebi de artırarak hem sürdürülebilirlik endekslerini hem de genel olarak BIST 100'ü olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca, şirketlerin kurumsal yönetim esasları çerçevesinde çevresel, sosyal ve yönetim (ÇSY) kriterlerine göre oluşturdukları projeler, yatırımcıların bu piyasaya olan talebini de arttırmaktadır.

S&P Yeşil Tahvil Endeksi değişkeninin BIST-Sürdürülebilirlik Endeksi üzerinde %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir etkiye bağlı olduğu belirtilebilir. Diğer bir ifade ile S&P Yeşil Tahvil Endeksinde meydana gelecek %1'lik artış uzun dönemde BIST-Sürdürülebilirlik Endeksinde ortalama %2,99 azalışa sebep olmaktadır. S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile BIST Sürdürülebilir Endeksi arasındaki negatif ilişki beklenen bir durumdur. Yatırımcılar, yeşil tahvilleri genellikle güvenli liman olarak görme eğiliminde olduğundan ekonomik belirsizliklerde veya risk iştahının azaldığı dönemlerde yatırımcılar, riskli olan hisse senedi piyasasından çıkıp yeşil tahvillere yönelerek bu endeksin yükselmesine neden olabilirler. Ayrıca, farklı piyasa dinamikleri, yeşil teknoloji alandaki sektörel farklılıklar, faiz oranları, ekonomik krizler gibi uygulanan para politikaları veya ekonomik şoklar veya yeşil tahvil piyasasındaki düzenlemelerin sıkışması ile işletmeye olan maliyetler, yeşil tahvil piyasasının gelişimi yavaşlatabilmekte ve talebi azaltabilmektedir.

BİST Sürdürülebilirlik endeksi ile diğer endeksler (BIST100 Endeksi, S&P500 Endeksi, TÜFE verileri, Dowjones sürdürülebilirlik endeksi, S&P Yeşil Tahvil Endeksi) ile olan kısa dönem ilişkisi Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. Kısa Dönem Katsayı Tahmini

Bağımlı Değişken: XUSRD				
Kısa Dönem Tahmin Sonuçları				
D(XUSRD(-1))	0.3945	0.0878	4.4898	0.0000
D(XUSRD(-2))	0.0568	0.0974	0.5837	0.5612
D(XUSRD(-3))	0.0466	0.0983	0.4738	0.6370
D(XUSRD(-4))	0.0698	0.0932	0.7490	0.4562
D(XUSRD(-5))	-0.0540	0.0933	-0.5790	0.5643
D(XUSRD(-6))	0.0549	0.0836	0.6570	0.5132
D(XUSRD(-7))	0.3268	0.0796	4.1051	0.0001
D(XU100)	0.9906	0.0102	9.6657	0.0000
D(XU100(-1))	-0.4196	0.0889	-4.7198	0.0000
D(XU100(-2))	-0.0640	0.0995	-0.6432	0.5220
D(XU100(-3))	-0.0596	0.1004	-0.5939	0.5544
D(XU100(-4))	-0.0438	0.0949	-0.4622	0.6453
D(XU100(-5))	0.0344	0.0950	0.3621	0.7183
D(XU100(-6))	-0.0679	0.0850	-0.7989	0.4269
D(XU100(-7))	-0.3635	0.0811	-4.4807	0.0000
D(SPUSGRN)	-0.2490	0.0971	-2.5635	0.0124
D(SPUSGRN(-1))	0.7362	0.1093	6.7322	0.0000
D(SPUSGRN(-2))	-0.0506	0.1294	-0.3914	0.6966
D(SPUSGRN(-3))	-0.0793	0.1228	-0.6459	0.5203
D(SPUSGRN(-4))	0.1936	0.1263	1.5320	0.1298
D(SPUSGRN(-5))	-0.0298	0.1250	-0.2385	0.8121
D(SPUSGRN(-6))	0.2864	0.1124	2.5481	0.0129
CointEq(-1)*	-0.0891	0.0148	-6.0073	0.0000
R-squared	0.9947			

ARDL modelinde kısa dönem dinamikleri Hata Düzeltme Modeli (ECM) ile açıklanabilmektedir. ECM'deki katsayılar, bağımsız değişkenlerdeki bir birimlik değişimin bağımlı değişkendeki kısa dönemli etkisini gösterir. Bu ilişkinin doğası gereği değişkenlerin gecikme uzunluklarına ve modeldeki diğer değişkenlere göre değişmektedir. **İlgili çalışmamızda, modelin güvenilirliğini test etmek amacıyla R-squared değeri incelenmiş ve modelimizde oldukça yüksek bir değer (%99,47) olması, modelin veriye oldukça iyi uyum sağladığını göstermektedir.**

Kısa dönem tahmin sonuçlarına göre, BIST-Sürdürülebilirlik Endeksi, kendi geçmiş dönem fiyat hareketleri, Borsa İstanbul-100 ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi endeksleri ile kısa dönemli bir ilişki içinde olduğu saptanmıştır. Modelden elde edilen sonuçlar, sürdürülebilirlik endeksini etkileyen faktörler hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Modelde yer alan hata düzeltme katsayısı olan CointEq (-1)terimi, değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisini göstermektedir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması değişkenlerin uzun dönem dengesine doğru yavaş yavaş hareket ettiğini göstermektedir. Tablo 7'de yer alan kısa dönem hata düzeltme modeli sonuçlarına göre, CointEq (-1) katsayısının negatif (-0.089163) ve istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.0000$) olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, katsayının negatif olması modelin uzun dönem dengeye ulaşmaya çalıştığını ve dengesizliğin zaman içinde azaldığını göstermektedir, uzun dönem dengesinden sapma yaşadığında her dönem bu sapmanın %8,90'sini düzelterek dengeye ulaşacağı belirtilebilir. Diğer bir ifade ile uzun dönemde dengeye ulaşma süresi ($1/0.0890 \approx 11,23$) yaklaşık 11 ay içerisinde olup finansal piyasalar açısından makul bir süredir.

4.4. Toda Yamamoto Nedensellik Analizi

Toda-Yamamoto nedensellik yöntemi, ekonomik ve finansal zaman serisi analizlerinde sıklıkla karşılaşılan durağan olmama ve içsellik gibi problemlerin üstesinden gelerek, nedensellik ilişkilerinin daha güvenilir bir şekilde belirlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu yöntem, geleneksel nedensellik testlerine kıyasla daha genel ve sağlam bir yaklaşım sunmaktadır. Toda & Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen bu yöntem, serilerin düzeyde durağan olmaması durumunda bile VAR analizi sonrasında Wald testi uygulanabileceğini göstermiştir. Granger nedensellik testinin kısıtlayıcı

varsayımlarını ortadan kaldıran Toda-Yamamoto yaklaşımı, k+dmax dereceli VAR modeli üzerinden nedensellik ilişkilerinin analiz edilmesini önermektedir. Bu sayede, geleneksel yöntemlerin sınırlamaları aşılmış ve zaman serisi analizlerinde daha esnek ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada, BIST-Sürdürülebilirlik Endeksi ile diğer endeksler arasındaki nedensellik ilişkisini analiz etmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. Bağımlı değişken XURSD ve LXU100, LSPX, LSPUSGRN, LTUFE ve LDJSI bağımsız değişkenleri ile VAR (Vector Autoregression) modeli oluşturulmuştur. Tablo 8’da Var Modeline ait gecikme uzunlukları yer almaktadır.

Tablo 8. VAR Modeli Gecikme Uzunlukları

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	887.3228	NA	1.49e-15	-17.1130	-16.9595	-17.0509
1	1801.524	1704.143	5.86e-23	-34.1655	-33.0911*	-33.7303
2	1865.296	111.4455*	3.44e-23*	-34.7047*	-32.7095	-33.8966*
3	1889.059	38.7585	4.44e-23	-34.4671	-31.5510	-33.2860
4	1902.181	19.8751	7.16e-23	-34.0229	-30.1859	-32.4688
5	1935.082	45.9965	8.04e-23	-33.9627	-29.2048	-32.0356
6	1971.473	46.6370	8.70e-23	-33.9703	-28.2916	-31.6702
7	2007.984	42.5379	9.75e-23	-33.9802	-27.3806	-31.3072
8	2048.907	42.9090	1.06e-22	-34.0758	-26.5553	-31.0298

Bu tablo, bir zaman serisi modelinin gecikme uzunluğunu (lag length) belirlemek için kullanılan çeşitli bilgi kriterlerini ve test istatistiklerini göstermektedir. Gecikme uzunluğu seçiminde genellikle AIC (Akaike Information Criterion), SC (Schwarz Criterion-BIC), HQ (Hannan-Quinn Criterion), FPE (Final Prediction Error), ve LR (Likelihood Ratio) test istatistikleri dikkate alınmaktadır. Bu kriterler, modelin doğruluğu ve karmaşıklığı arasındaki dengeyi sağlamaya çalışmaktadır. Tablo 9’daki tüm kriterlere bakıldığında, AIC, LR, HQ ve FPE kriterlerinin hepsi ikinci gecikme seviyesinde en düşük değerlerine ulaştığından **iki gecikme seviyesi model için en uygun gecikme uzunluğu** olarak kabul edilebilir.

Modelde yer alan gecikme uzunluğu (k), Tablo 9’dan da görüleceği üzere, tüm bilgi kriterlerine göre sınanarak, 2 gecikme olarak belirlenmiş ve test için maksimum entegrasyon derecesi (birinci sıra fark) olduğundan 1 (d_{max}) değeri de eklenerek toplam gecikme sayısı 3 olarak saptanmıştır. Eklenen bu gecikmelerle birlikte Wald testi uygulanmıştır. Söz konusu test, belirlenen modeldeki bağımsız değişkenlerin katsayılarının sıfıra eşit olup olmadığını sınamada önemlidir.

Toda ve Yamamoto nedensellik analizi %1 ve %5 anlam düzeyinde incelenmiş ve Tablo 9’da özet halinde sunulmuştur.

Tablo 9. Toda ve Yamamoto Nedensellik Analizi Sonuçları

		Wald testi	P değeri			Wald Testi	p değeri
XURSD	XU100	1.1141	0.5729	XU100	XURSD	1.5145	0.4689
	TUFE	0.7407	0.6905		TUFE	0.9655	0.6171
	SPX	3.9531	0.1385		SPX	3.2516	0.1968
	*SPUSGRN	7.4854	0.0237		**SPUSGRN	4.8634	0.0879
	**DJSI	5.7537	0.0510		**DSJI	5.0465	0.0802
DSJI	*SPUSGRN	13.976	0.0009	SPUSGRN	*DSJI	6.2419	0.0450
	*SPX	6.5225	0.0383		SPX	3.5811	0.1669
	XURSD	2.1116	0.3479		XURSD	0.7797	0.6772
	TUFE	0.8367	0.6581		TUFE	4.2263	0.1209
	XU100	3.9298	0.1402		XU100	1.6671	0.4345
SPX	XURSD	2.4974	0.2869	TUFE	**XURSD	4.9882	0.0826
	XU100	3.5413	0.1702		XU100	2.5978	0.2728
	TUFE	2.1074	0.3486		SPX	3.7254	0.1553
	*SPUSGRN	11.9803	0.0025		SPUSGRN	1.1189	0.5715
	*DJSI	6.5956	0.0370		DJSI	2.7679	0.2506

Not: * ve ** değerleri sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisini ifade etmektedir.

Toda Yamamoto modeline göre kurulan hipotezler “H₀: Değişikler arasında nedensellik ilişkisi yoktur” ve alternatif hipotez “H₁: Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi mevcuttur” hipotezleri şeklindedir; p değeri<0.05'ten ise H₀ reddedilebilir ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde nedensel bir etkisi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 9 incelendiğinde,

%5 ve %10 anlam düzeyinde XUSRD bağımlı değişkeninde, SPUSGRN ve DJSI endekslerine doğru kurulan hipotezlerde H₀ hipotezinin reddedildiği yani nedensellik ilişkisinin olduğu görülmüştür. SPUSGRN ve DJSI dışındaki diğer bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla BIST-Sürdürülebilirlik endeksi ile Sürdürülebilirlik endeksi ve Dow Jones sürdürülebilirlik endeksi arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

%5 anlam düzeyinde DJSI endeksi bağımlı değişkeninde, SPUSGRN ve SPX endekslerine doğru kurulan hipotezlerde H₀ hipotezinin reddedildiği yani nedensellik ilişkisinin olduğu görülmüştür. XUSR, TUFE ve XU100 bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla Dow Jones Sürdürülebilirlik endeksi ile SP Yeşil Tahvil Endeksi ve SP500 endeksleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

%5 anlam düzeyinde S&P500 endeksi bağımlı değişkeninde, SPUSGRN ve DJSI endekslerine doğru kurulan hipotezlerde H₀ hipotezinin reddedildiği ve diğer bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla S&P 500 endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve Dowjones sürdürülebilirlik endeksleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

%10 anlam düzeyinde XU100 endeksi bağımlı değişkeninde, SPUSGRN ve DJSI endekslerine doğru kurulan hipotezlerde H₀ hipotezinin reddedildiği ve diğer bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla Borsa İstanbul-100 endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve Dowjones sürdürülebilirlik endeksleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

%5 anlam düzeyinde SPUSGRN bağımlı değişkeninde, DJSI endeksine doğru kurulan hipotez için H₀ hipotezinin reddedildiği ve diğer bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edildiği gözlemlenmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla **S&P Yeşil tahvil Sürdürülebilirlik endeksi** ile Dowjones sürdürülebilirlik endeksleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

%10 anlam düzeyinde TUFE bağımlı değişkeninde, XUSR endeksine doğru kurulan hipotez için H₀ hipotezinin reddedildiği ve diğer bağımsız değişkenlerde ise H₀ hipotezi kabul edildiği gözlemlenmiştir. Yani incelenen dönemler itibarıyla **Tüketici fiyat endeksi ile** Bist-sürdürülebilirlik endeksleri arasında nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamaya konu değişkenler arasındaki nedenselliğin yönü aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

XUSRD⇒SPUSGRN: Bist Sürdürülebilirlik endeksi ile S&PYeşil Tahvil Endeksi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Söz konusu ilişki, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki değişimlerin S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ni etkilediğini ancak tersi yönde bir etkinin olmadığını göstermektedir. Bu durum, Türkiye'deki sürdürülebilirlik girişimlerinin küresel yeşil tahvil piyasasını etkileyebileceğini ancak küresel piyasanın Türkiye üzerindeki etkisinin daha sınırlı olduğunu ifade etmektedir.

XUSRD⇒DJSI: BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi üzerinde tek yönlü bir etkisi vardır. Söz konusu ilişki, Türkiye'deki sürdürülebilirlik uygulamalarının küresel sürdürülebilirlik göstergelerinde bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

DJSI⇒SPUSGRN: Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi arasında çift yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Bu ilişki, iki endeksin birbirini karşılıklı olarak etkilediği anlamına gelir. Sürdürülebilirlik odaklı yatırımların, hem hisse senedi bazlı sürdürülebilirlik endekslerini hem de yeşil tahvil piyasasını etkileme

potansiyeli vardır. Bu karşılıklı ilişki, sürdürülebilirlik konularının hem şirket bazında hem de tahvil piyasalarında giderek daha önemli hale geldiğini gösterir.

DJSI⇌SPX: Dow Jones Sürdürülebilirlik endeksi ve S&P500 Endeksi arasında da çift yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Bu, sürdürülebilirlik performansının genel piyasa performansını etkilediğini ve aynı zamanda genel piyasa koşullarının sürdürülebilirlik endeksine geri bildirim sağladığını gösterir. Sürdürülebilirlik faktörleri, S&P 500 gibi büyük endekslerde de önemli bir rol oynamaktadır.

SPX⇒SPUSGRN: S&P 500 Endeksi'nin S&P Yeşil Tahvil Endeksi üzerinde tek yönlü bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, genel piyasa performansının yeşil tahvil piyasasını etkilediğini ancak yeşil tahvillerin büyük ölçüde bu ana piyasa endeksini etkilemediğini göstermektedir.

XU100⇒SPUSGRN: BİST 100 Endeksi'nin S&P Yeşil Tahvil Endeksi üzerinde tek yönlü bir etkisi bulunmuştur. Bu durum, Türkiye borsasındaki genel piyasa koşulları, küresel yeşil tahvil piyasası üzerinde etkili olduğunu ve BİST 100'ün piyasa hareketlerinin, uluslararası yatırımcıların yeşil tahvillere yönelik ilgisini ve algısını çektiğini de göstermektedir.

XU100⇒DSJI: BİST 100 Endeksi'nin Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi üzerinde de tek yönlü bir etkisi vardır. Bu, Türkiye'deki piyasa hareketlerinin küresel sürdürülebilirlik endeksleri üzerinde belirli bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Bu durum, BİST 100'ün yalnızca finansal performans değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve çevresel, sosyal, yönetim (ÇSY) faktörleri açısından da küresel ölçekte dikkate alındığını göstermektedir. Böylece, yerel piyasa dinamiklerinin uluslararası sürdürülebilirlik göstergeleriyle bağlantılı olabileceği vurgulanmaktadır.

TUFE⇒XUSR: TÜFE'nin BİST Sürdürülebilirlik Endeksi üzerinde tek yönlü bir etkisi bulunmaktadır. Enflasyon oranlarının, Türkiye'deki sürdürülebilirlik endeksini etkilediği ancak sürdürülebilirlik endeksinin enflasyon üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı görülebilir. Bu, makroekonomik faktörlerin sürdürülebilirlik performansı üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ile diğer finansal göstergeler arasında kısa ve uzun vadeli ilişkiler tespit edilmiştir. Bulgular, BIST100 Endeksi ile pozitif bir ilişkiyi ortaya koyarken, bu durum Türkiye piyasasında sürdürülebilirlik kriterlerinin yatırımcılar tarafından giderek daha fazla dikkate alındığını göstermektedir. Aynı şekilde, S&P500 Endeksi ile çift yönlü nedensellik ilişkisi, sürdürülebilirlik performansının küresel piyasalardaki rolünü vurgulamaktadır. TÜFE ile BIST Sürdürülebilirlik Endeksi arasındaki ilişki, enflasyonun sürdürülebilir yatırımlara olan etkisini işaret ederken, bu bulgu, özellikle makroekonomik değişkenlerin sürdürülebilir finans üzerindeki rolünü anlamak açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi arasındaki nedensellik ilişkileri, çevresel ve sosyal kriterlerin finansal piyasalar üzerindeki etkilerini güçlendirmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürle uyumlu olmakla birlikte, Türkiye'ye özgü bağlamda yeni katkılar sunmaktadır. Örneğin, Choi & Hong (2020) tarafından VIX ile S&P500 Endeksleri arasında tespit edilen çift yönlü nedensellik ilişkisi, bu çalışmada Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ve S&P500 için de doğrulanmış ve bu ilişkinin sürdürülebilirlik temelli piyasaların dinamiklerini anlamada önemli olduğu görülmüştür. Ancak, çalışmamız, sürdürülebilirlik odaklı finansal enstrümanların Türkiye gibi gelişmekte olan piyasalardaki rolünü ve etkisini daha detaylı bir şekilde analiz ederek literatüre özgün bir katkı sağlamaktadır.

Türkiye için elde edilen bu sonuçlar, sürdürülebilirlik performansının sadece çevresel ve sosyal faydalar sağlamadığını, aynı zamanda finansal piyasalarda stratejik bir rol oynadığını göstermektedir. Bu durum, sürdürülebilirlik kriterlerinin finansal piyasalarla bütünleştiğini ve yatırımcılar için önemli bir karar faktörü haline geldiğini ortaya koymaktadır.

Toda-Yamamoto nedensellik analizi, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nden Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ve S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve S&P500 Endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bunun yanı sıra, S&P500 Endeksi'nden S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne doğru tek yönlü ve TÜFE'den BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'ne doğru yine tek yönlü nedensellik ilişkileri belirlenmiştir.

Sharma vd. (2023), S&P BSE GREENEX ile ekonomik değişkenler arasında anlamlı ilişkiler bulmuşlardır. Bu çalışmada da benzer şekilde, S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile BİST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Özellikle, bu çalışmada kısa vadede S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile BİST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında önemli bir etkileşim olduğu bulunmuştur, bu da literatürdeki yeşil finansman araçları ile sürdürülebilirlik endeksleri arasındaki ilişkileri desteklemektedir.

Demirez & Kandır (2024), sürdürülebilirlik endeksleri ve volatilité endeksleri arasındaki ilişkileri incelediklerinde, bu tür endekslerin birbirleriyle güçlü bağlantılara sahip olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada da Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi ile BİST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında belirgin bir ilişki tespit edilmiştir. Bu bulgu, sürdürülebilirlik odaklı endekslerin küresel piyasalarda nasıl etkileşimde bulunduğunu literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu bir şekilde göstermektedir.

Çalışmada elde edilen tüm analiz sonuçları, sürdürülebilirlik odaklı finansal araçların farklı piyasalardaki etkileşimlerini ve bu araçların finansal karar alma süreçlerindeki artan önemini vurgulamaktadır. Özellikle Türkiye'deki yatırımcılar ve şirketler için, bu sonuçlar, sürdürülebilirlik performanslarının hem yerel hem de uluslararası piyasalarda nasıl bir etkiye sahip olabileceğini anlamaları açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çerçevede, politikacılar ve finansal düzenleyiciler, sürdürülebilirlik endekslerine yönelik stratejilerini gözden geçirmeli ve bu endekslerin yerel ve küresel piyasalardaki etkilerini dikkate alarak, sürdürülebilir yatırımları teşvik edecek düzenlemeler geliştirmelidir. Sürdürülebilir finansal araçların yaygınlaştırılması, piyasa etkinliğinin artırılması ve sürdürülebilir büyümenin teşvik edilmesi adına, bu tür çalışmaların sonuçları dikkate alınarak stratejik politika önerileri geliştirilebilir. Bu bağlamda, finansal piyasalarda sürdürülebilirlik temelli araçların kullanımının yaygınlaştırılması, uzun vadeli ekonomik büyümenin sağlanmasında kritik bir rol oynayacaktır.

Kaynakça

- Adrangi, B., Chatrath, A., Macri, J. & Raffiee, K. (2019). Dynamic responses of major equity markets to the US fear index. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(4), 156.
- Akdağ, S. (2019). VIX korku endeksinin finansal göstergeler üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 235-256.
- Akel, V. & Gazel, S. (2014). Döviz kurları ile bist sanayi endeksi arasındaki eşbütünleşme ilişkisi: Bir ardl sınır testi yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (44), 23-41.
- Altuntaş, D. & Ersoy, E. (2021). Yatırımcı duyarlılığının BIST pay piyasası'na etkisi. *Sosyoekonomi*, 29(50), 387-412.
- Başarır, Ç. (2019). Korku endeksi (VIX) ile BIST 100 arasındaki ilişki: Frekans alanı nedensellik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 177-191.
- Bektaş, Ç. N. & Babuşcu, Ş. (2019). VIX korku endeksi ve CDS primlerinin büyüme ve döviz kuruna etkisi, Türkiye örneği. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 97-111.
- Borsa İstanbul Web Sayfası. (2024). www.borsaistanbul.com (01.08.2024)
- Brown, R. L., Durbin, J. & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37(2), 149-192.

- Cheuathonghua, M., Padungsaksawasdi, C., Boonchoo, P. & Tongurai, J. (2019). Extreme spillovers of VIX fear index to international equity markets. *Financial Markets and Portfolio Management*, 33(1), 1-38.
- Choi, S. Y. & Hong, C. (2020). Relationship between uncertainty in the oil and stock markets before and after the shale gas revolution: Evidence from the OVX, VIX, and VKOSPI volatility indices. *PloS one*, 15(5), e0232508.
- Demirez, D. & Kandır, S. Y. (2024). Seçilmiş risk ölçütleri ile sürdürülebilirlik endeksi arasındaki ilişkinin araştırılması. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 18(1), 37-59.
- Demirkale, Ö. & Ebghaei, F. (2021). Petrol fiyatları ile borsa endeksleri arasındaki karşılıklı ilişkinin VAR yöntemi ile analizi: Türkiye ve seçilmiş ülkeler. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 150-171.
- Emma, R. & Myriam, C. (2017). Dynamics of the relationship between implied volatility indices and stock prices indices: The case of European stock markets. *Asian Economic and Financial Review*, 7(1), 52-62.
- Fassas, A. & Hourvoulides, N. (2019). VIX futures as a market timing indicator. *Journal of Risk and Financial Management*, 19(12), 113.
- Fountain, R. L., Herman, J. R. & Rustvold, L. D. (2008). An application of kendall distributions and alternative dependence measures: SPX vs. VIX. *Insurance: Mathematics And Economics*, 42(2), 469-472.
- Giot, P. (2005). Relationships between implied volatility indexes and stock index returns. *The Journal of Portfolio Management*, 31(3), 92-100.
- Granger, C. W. J. & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th Edition). McGraw-Hill.
- Gülal, Ö. S. & Güneren, M. (2022). VIX volatilité endeksi ile BIST 30 endeks vadeli işlem sözleşmeleri getirisi arasındaki ilişki: Bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Journal of Economics and Financial Researches*, 4(2), 173-183.
- Hatipoğlu, M. & Tekin, B. (2017). The effects of VIX index, exchange rate & oil prices on the BIST 100 index: A quantile regression approach. *Sosyal Bilimler Arastirmalari Dergisi*, 7(3).
- İskenderoglu, Ö. & Akdağ, S. (2020). Comparison of the effect of VIX fear index on stock exchange indices of developed and developing countries: The G20 case. *The South East European Journal of Economics and Business*, 15(1), 105-121.
- Jayawardena, N. I., Todorova, N., Li, B., Su, J. J. & Gau, Y. F. (2022). Risk-return trade-off in the Australian securities exchange: Accounting for overnight effects, realized higher moments, long-run relations, and fractional cointegration. *International Review of Economics and Finance*, 80, 384-401.
- Jiang, G. J. & Tian, Y. S. (2007). Extracting model-free volatility from option prices: An examination of the VIX index. *Journal of Derivatives*, 14, 1-26.
- Karagiannis, S. (2014). An investigation of the lead-lag relationship between the VIX index and the VIX futures on the S&P 500. *International Journal of Science, Innovation and New Technology*, 1(11), 43-56.
- Kaya, E. (2015). Borsa İstanbul (BIST) 100 endeksi ile zımni volatilité (VIX) endeksi arasındaki eş-bütünleşme ve Granger nedensellik. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(28), 1-6.
- Kaya, M. (2023). BİST sürdürülebilirlik endeksi ile fosil yakıt fiyatları arasındaki ilişkinin analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 1475-1495. <https://doi.org/10.11616/asbi.1327883>
- Korkmaz, T. & Çevik, E.İ. (2009). Zımni volatilité endeksinden gelişmekte olan piyasalara yönelik volatilité yayılma etkisi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 3(2), 87-106.
- Kula, V. & Baykut, E. (2017). Borsa İstanbul kurumsal yönetim endeksi (XKURY) ile korku endeksi (Chicago Board Options Exchange Volatility Index-VIX) arasındaki ilişkinin analizi. *AKÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 27-37.
- Kuzu, S. (2019). Volatilité Endeksi (VIX) ile BIST 100 Arasındaki Johansen eş-bütünleşme ve frekans alanı nedensellik analizi. *Electronic Turkish Studies*, 14(1), 479-493.
- Mert M. & Çağlar A. E. (2019). *Eviews ve Gauss uygulamalı zaman serileri analizi*. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Münyas, T. (2022). VIX korku endeksi ve gelişmekte olan ülke borsaları üzerine ampirik bir analiz. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(43), 1-19.
- Ozair, M. (2014). What does the VIX actually measure? An analysis of the causation of SPX and VIX. *Journal of Finance and Risk Perspectives*, 3(2), 83-132.
- Ozdemir, Z. A., Olgun, H. & Saracoglu, B. (2009). Dynamic linkages between the center and periphery in international stock markets. *Research in International Business and Finance*, 23(1), 46-53.

- Özçim, H. (2022). Bist sürdürülebilirlik endeksi ve makroekonomik veriler arasındaki ilişkinin Garch modelleri çerçevesinde incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (50), 115-126.
- Özdemir, L. (2020). VIX endeksinin BİST30 endeks ve BİST30 vadeli işlem getirisi volatilitelerine etkisinin EGARCH modeli ile karşılaştırılması. *Journal of Yaşar University*, 15(59), 534-543.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationship. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Sadeghzadeh, K. (2018). Borsanın psikolojik faktörlere duyarlılığı: Oynaklık endeksi (VIX) ve tüketici güven endeksi (TGE) ile Bist 100 endeksi arasındaki ilişkiler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 238-253.
- Sakarya, Ş. & Akkuş, H. T. (2018). BIST-100 ve BIST Sektör Endeksleri ile VIX Endeksi Arasındaki İlişkinin Analizi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 351-374.
- Santaş, H. & Nazlıoğlu, E. H. (2019). Korku endeksi, hisse senedi piyasası ve döviz kuru ilişkisi: Türkiye için ampirik bir analiz. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 542-551.
- Sarwar, G. (2012). Is VIX an investor fear gauge in BRIC equity markets. *Journal of Multinational Financial Management*, 22(3), 55-65.
- Sezal, L. (2024). The relationship between bist bank index and inflation, exchange rate, interest rate, gold and oil prices: Evidence from the Ardl bound test. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(27), 402-421.
- Shahzad, S. J. H., Aloui, C. & Jammazi, R. (2020). On the interplay between US sectoral CDS, stock and VIX indices: Fresh insights from wavelet approaches. *Finance Research Letters*, 33, 101208.
- Sharma, P., Shrivastava, A. K., Rohatgi, S. & Mishra, B. B. (2023). Impact of macroeconomic variables on sustainability indices using ARDL model. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 13(1), 572-588.
- Shu, J. & Zhang, J. E. (2012). Causality in the VIX futures market. *Journal of Futures Markets*, 32(1), 24-46.
- Smales, L. A. (2016). Risk-On/Risk-Off: Financial Market Response to Investor Fear. *Finance Research Letters*, 17, 125-134.
- Telçeken, N., Kıyılar, M. & Kadioğlu, E. (2019). Volatilite endeksleri: Gelişimi, türleri, uygulamaları ve Trvix önerisi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 204-228.
- Telek, C. (2020). VIX endeksinin Türkiye’de portföy yatırımları ve döviz kurlarıyla ilişkisi. *İzmir İktisat Dergisi*, 35(3), 635-646.
- Ünlü, M. (2024). Borsa endeksi ve makroekonomik değişkenler arasındaki zamanla değişen nedensellik ilişkisi: Bist X100 endeksi üzerinden ampirik kanıtlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (60), 243-256.
- Vergili, G. & Çelik, M. S. (2023). The relationship between the indices of volatility (VIX) and sustainability (DJSEMUP): An ARDL approach. *Business and Economics Research Journal*, 14(1), 19-29.
- Wang, N. & You, W. (2022). New insights into the role of global factors in BRICS stock markets: A quantile cointegration approach. *Economic Systems*, 101015.

Conflict of Interest: None.

Funding: None.

Ethical Approval: None.

Author Contributions: Hatice BAŞKAYA (100%)

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

Etik Onay: Yoktur.

Yazar Katkısı: Hatice BAŞKAYA (100%)

An Analysis of the Relationship and Causality Between The BIST Sustainability Index and Other Financial Indices

Hatice BAŞKAYA

Extended Abstract

This study delves into the complicated short-term and long-term relationships between the BIST Sustainability Index (XUSRD) and a selection of major financial indices, including the BIST100 Index (XU100), S&P500 Index (SPX), Dow Jones Sustainability Index (DJSI), S&P Green Bond Index (SPUSGRN), and the Consumer Price Index (CPI). Utilizing monthly data from November 2014 to January 2024, this analysis applies the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Bound Test for establishing long-run relationships and the Toda-Yamamoto Causality Analysis for finding short-run causal linkages. The underlying purpose is to uncover the dynamics of sustainability-oriented financial instruments and the implications for both local and global market trends.

The ARDL Bound Test indicates a promising long-run relationship between XUSRD and t . This paper investigates the complex short-run and long-run dynamic linkages between the BIST Sustainability Index (XUSRD) and some major financial indices: BIST100 Index (XU100), S&P500 Index (SPX), Dow Jones Sustainability Index (DJSI), S&P Green Bond Index (SPUSGRN), and Consumer Price Index BIST 100. Specifically, a 1% increase in the BIST100 Index means an average 1.018% increase in the XUSRD, also underlining the increasing integration of sustainability performance into Turkey's market framework. This trend might reflect increased interest from investors in firms presenting strong sustainability practices. This is in line with what could be interpreted as a change in the investment paradigm, whereby financial markets give more weight to sustainability as an important determinant of value creation over the long term. The analysis also brings out a strong negative relation between XUSRD and SPUSGRN. This is an inverse relationship that might suggest that the higher the level of global market uncertainty, the more investors would tend to flee to green bonds as safer financial assets, thereby placing downward pressure on equity-based sustainability indices like XUSRD. This is also evidence of the different roles that green bonds and equity-based sustainability indices play within the sustainability finance universe. While green bonds are considered low-risk, stable instruments in times of turbulence, equity indices are bound by market dynamics that often move in line with wider economic trends.

The Toda-Yamamoto Causality Analysis identified some important bidirectional causal relationships in the short run: XUSRD and SPUSGRN, as well as XUSRD and DJSI. These results highlight the interdependence between global sustainability indices and reinforcing feedback loops between green financing instruments and sustainability metrics. This bidirectional causality also underlines the reciprocal influence between sustainability initiatives in Turkey and global trends. The potential influence of XUSRD on leading international indices such as the DJSI and SPUSGRN reflects Turkey's evolving role within the global sustainability finance ecosystem. However, asymmetric reciprocal influence of these world indices on Turkey's XUSRD suggests local market dynamics at work distinguish Turkish sustainability efforts from the rest of the world.

The CPI turns out to be among those macroeconomic factors that prove to be critical in determining the performance of XUSRD. In fact, the analysis identifies inflation as one of the important drivers of the sensitivity of sustainability-oriented investments to broader economic conditions. This clearly shows that these macroeconomic variables should be integrated into any investment strategy seeking to build resilience and optimize performance for sustainability-focused portfolios. Of specific interest is how the issue of inflation affects investment behavior, given the twin challenges: not only achieving financial returns but staying focused on the goals of sustainability during ever-fluctuating economic environments.

The research proceeds to search for wider implications of global market behavior resulting from activities of sustainability-oriented investment. A positive correlation of the BIST100 Index with XUSRD suggests a direct effect of local market performances on sustainability indices. This relation indicates that the financial health of local markets does have a bearing on the investment path for sustainability. On the other hand, the divergence of investor behavior during a period of global financial stress is evident through its negative relation with SPUSGRN. During these periods of global financial stress, a strong preference for green bonds over sustainability-related equity-linked investments points to such instruments playing a complementary yet distinct role within diversified strategies.

From a global viewpoint, the Toda-Yamamoto analysis points out unidirectional causality from the XUSRD to international major indices like DJSI and SPUSGRN. This result proves that efforts toward sustainability in Turkey are now starting to reverberate in international markets, especially in green bonds. This impact reflects the growing integration of Turkey into the global ecosystem of sustainability finance. On the other hand, the bidirectional causality

between the DJSI, SPX, and SPUSGRN underlines the mutual dependence on global sustainability indices, reinforcing the integrated nature of sustainable finance around the world. This interdependence flags the fact that financial systems are becoming more interlinked as issues of sustainability gain centrality in investment strategies globally.

These findings carry important implications for policymakers and financial regulators. Sustainability-oriented financial instruments, such as XUSRD, would thus be positioned as important channels for connecting Turkey's financial markets to global sustainability trends. These instruments contribute not only to the strengthening of local market performance but also to global financial integration with their alignment in initiatives related to green financing. All these potential benefits can be best achieved by the investment of the policymakers in sustainability, developing mechanisms able to cushion the impacts of any likely macroeconomic shock, and fostering further integration of the local and international financial systems. In more detail, development in policy frameworks that spur firms to adopt sustainable practices should also lead to raising the profile and resilience of indices such as XUSRD.

Such a dual role of sustainability indices, as drivers of local market growth and facilitators of global financial connectivity, is of particular importance to emerging markets like Turkey. The current study has found that XUSRD has the potential to become a bridge between the local and international financial systems, underlining the need for comprehensive strategies like balancing domestic market needs with global sustainability imperatives. Strengthening the resilience of sustainability-focused financial instruments, in line with international trends, is critical for ensuring long-term economic stability and sustainable development. It has to be a balancing act, nuanced in integrating financial, environmental, and social objectives into a coherent investment strategy.

The study further points to the broader implications of investments in sustainability for market participants. Considering sustainability indicators in relation to macroeconomic variables, such as inflation, the interrelation shows that investors' strategies have to take into consideration not only financial return but also the general economic context. In a certain sense, matching the sustainability objectives with market dynamics through diversification of portfolio will help financial actors also in achieving environmental and social goals. For example, the inclusion of green bonds in a portfolio, combined with equity-based sustainability indices, may create a balanced approach toward risk management and long-term financial and sustainability outcomes.

The changing dynamics in sustainability finance have also increased the need for increasing transparency and standardization in the reporting of sustainability. Improved reporting standards will increase comparability and the reliability of sustainability indices, which in turn will spur investor confidence and allow more informed decisions to be made. This has particular relevance for emerging markets like Turkey, as the availability of consistent and reliable data on sustainability metrics strengthens the integration of local markets into the global financial system.

Based on the above, the research here offers a broad-based review of the BIST Sustainability Index and its interrelationship with major financial and macroeconomic variables. Additionally, the study will examine short-term and long-term dynamics by explaining the complex nature underpinning sustainability-related investment decisions. These results bear importance for the broader discourses in sustainable finance, bearing in mind that they yield actionable information for investors, policymakers, and financial institutions looking to navigate the rising sustainability-focused financial markets. The implications of this study transcend Turkey and give very important lessons to other emerging markets willing to integrate sustainability into their financial systems and enlarge their role in the global sustainability finance ecosystem.