

S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve VIX Endeksi İle BİST Sürdürülebilirlik Endeksi Arasında Bir İlişki Var mı? Dalgacık Uyum Analizi İle Bir İnceleme¹

Gönül Çifçi²

Şükriye Gül Reis³

Fulya Çelikhan⁴

Tuğçe Gürsel⁵

Özet

Çalışmanın amacı, Borsa İstanbul pay piyasası endekslerinden olan Sürdürülebilirlik Endeksi'nin yeşil tahvil piyasasından ve küresel risklerden nasıl etkilendiğini ortaya koymaktır. Yeşil tahvil piyasası göstergelerinden S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve küresel risk göstergelerinden VIX Endeksi kullanılmıştır. Bu ilişkiyi araştırmak için kullanılan yöntem dalgacık uyum analizidir. Bu analiz ile değişkenler arasındaki frekans ve zaman boyutlu ilişkileri ortaya koymak mümkündür. Çalışma kapsamında 6.11.2014-27.07.2022 tarihleri arasındaki günlük frekansdaki endeks kapanış verileri kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda değişkenler arasında kısa-orta-uzun dönemdeki korelasyon ve nedensellik hakkında bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, S&P Yeşil Tahvil Piyasası ve VIX Endeksi ile BİST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında anlamlı ilişkilere rastlanmıştır. Çalışmanın sürdürülebilirliğin sermaye piyasası yatırımcılarının yatırım kararları üzerindeki etkilerini ortaya koymak açısından literature katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

- 1 Bu çalışma 19-22 Ekim 2022 tarih aralığında gerçekleştirilen 25.Finans Sempozyumu'nda sunulan "Yeşil Tahvil Piyasası ve Pay Piyasası İlişkinin Dalgacık Uyum Analizi ile İncelenmesi" tebliğinden türetilmiştir.
- 2 Dr. (Adıyaman Üniversitesi, İİBF), cificgonul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5788-746>
- 3 Doç.Dr., (Gaziantep Üniversitesi, İİBF), greis@gantep.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7654-4256>
- 4 Doktora Öğrencisi, (Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü), fulya.celikhan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9931-6405>
- 5 Doktora Öğrencisi, (Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü), tugcegursel@gmail.com

1. Giriş

Sürdürülebilirlik, mevcut olan kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ryszwaska, 2016). Doğada bazı canlı türlerinin yok olması, doğal kaynakların azalması veya kullanılmayacak düzeyde kirlenmesi artık sadece çevresel bir tehdit değildir. Ayrıca ekonomi açısından hammadde kıtlığı yaratması, arz-talep dengesini bozması veya kıt kaynaklara ulaşım maliyetlerinin artması gibi çeşitli sorunlara yol açabilmektedir (Ivanovic ve diğ., 2017). Ekonomik bir sorun haline gelen sürdürülebilirlik konusu işletmeleri çevreyi korumayı amaç edinen çeşitli projeler geliştirmelerine veya bu konudaki mevcut projelere dahil olmaya yöneltmiştir. Ayrıca işletmelerin bu bağlamda hazırlayıp yayınladıkları sürdürülebilirlik faaliyet raporları yatırımcılar üzerinde güven sağlamakta, yatırım yapma istahlarını artırarak bu şirketlere yatırım yapma kararlarına yön vermektedir. Bu şekilde artan yatırımcı sayısı ile birlikte işletmelerin piyasa değerinin bundan olumlu etkilenmesi beklenmektedir (Nieto, 2017; Orazalin ve diğ., 2019).

Sürdürülebilirlik finansal açıdan istikrarın sağlanması, kaynak yaratma ve piyasa işlemlerinin olumlu yönde etkilenmesi gibi sonuçlarının yanı sıra, finans dünyasına yeşil finans ürünleri kazandırmıştır. Bunlar içerisinde yeşil tahvil ya da iklim tahvili olarak bilinen ve Türkiye’de yeşil tahvil olarak literatüre geçen tahviller bulunmaktadır. Yeşil tahvil, sağladıkları nakit akışlarını bir sürdürülebilirlik projesini finanse etmek amacıyla ihraç edilmiş olan finansal araçlardır (Kandır ve Yakar, 2017; Sarıgül ve Topçu, 2020). Büyüme potansiyeli olan bu tahvil piyasasının Ağustos 2022 tarihi itibarıyla Dünya genelindeki toplam değeri Climate Bond Initiative verilerine göre 1,907 trilyon US dolara ulaşmıştır. Bunun dışında, sunmuş olduğu 55 trilyon US dolar değerindeki kaynak ile en büyük tahvil piyasasını da oluşturmuştur (Jones, 2022). Sürdürülebilirlik yaklaşımının sağladığı diğer bir kazanım ise finansal performansı da ifade eden sürdürülebilirlik endekslerinin oluşturulmasıdır. Bu endeksler yoluyla şirketlerin sürdürülebilirlik farkındalığı hakkında bir değerlendirme yapmak mümkün olmaktadır.

Dünya üzerinde farklı unsurlara dayalı olarak oluşturulmuş çeşitli sürdürülebilirlik endeksleri söz konusudur. Türkiye’de sürdürülebilirlik konusunda çalışmalar yapan bir ülke olarak Borsa İstanbul (BIST) aracılığıyla BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (BİST SE) oluşturmuştur. Piyasalarda sürdürülebilirlik konusunda dikkat çekmek ve işletmeleri bu konuda teşvik etmek amacıyla 2014 yılında oluşturulan bu endeks içerisinde faaliyet gösteren şirketler Borsa İstanbul’da işlem gören ve belirlenen sürdürülebilirlik puanı minimum 50 olan şirketlerden oluşmaktadır (Borsa İstanbul, 2022).

Ulusal nitelikte olan bu endekste işletmelerin sürdürülebilirlik faaliyet raporları endeksin oluşturulması ve fiyatlandırılması açısından önemlidir. Ancak sadece yerel unsurların bu endeks üzerinde etkili olduğunu varsaymak finansal piyasaların etkileşimini göz ardı etmek anlamına gelecektir. Bu bağlamda, ulusal piyasalar tarafından oluşturulan sürdürülebilirlik endekslerinin fiyat ve getirilerinin öncül nitelikte olan başka sürdürülebilirlik endekslerinden etkilenebileceği fikri bu çalışmanın motivasyonu oluşturmuştur. Alan yazında sürdürülebilirlik endekslerinin etkileşimi konusu sığ kalmakla birlikte Özdemir ve Vurur (2019) BIST100 endeksi getiri ve volatilesinin Standar&Poors (S&P) 500 endeksi fiyat ve volatilesinden etkilendiğini, BIST 100 endeksinde yaşanan değişimlerin nedenlerinden birinin S&P 500’ de yaşanan değişimler olduğunu yaptıkları çalışmalarında göstermişlerdir. Ayrıca Fleming ve diğ. (1998), Chutang ve Kumara (2008), Panchenko ve Wu (2009), Chiang ve diğ.(2015) ve Wang ve diğ.(2022) çalışmaları pay piyasalarındaki fiyat ve volatilesinin tahvil piyasalarındaki fiyat ve volatilesine ile çeşitli şekillerde ilişkisini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçlarına dayanarak, BIST endeksleri ile S&P endeksleri arasında bir ilişki olması muhtemel bir sonuç olarak görülmektedir. S&P tarafından geliştirilen Yeşil Tahvil Endeksi (S&P Green Bond Index) bu endekslerden bir tanesidir. Pineiro-Chousa ve diğ. (2021) S&P Yeşil Tahvil Endeksi yalnızca çevre dostu projeleri finanse etmek için kullanılan tahvilleri içeren bir Endeks olarak tanımlamıştır. Bu Endeks G10 ülkelerinin para birimlerinde ihraç edilmiş olan yeşil tahvil piyasa değerlerini bir araya getirmektedir. Endeksin metodolojik olarak BIST SE ile benzerlikler gösterdiği söylenebilir. Her iki endeks de işletmelerin sürdürülebilirlik faaliyet raporlarını inceleyerek bu işletmelere belirli bir skor değeri vermektedir. Endekse dahil edilecek işletmelerin ayrıca belirli bir işlem miktarına sahip olmaları gerekmektedir ve endeks fiyatlandırmalarında endekse dahil edilmiş olan işletmelerin ağırlıklandırılmış piyasa değeri kullanılmaktadır (Standard& Poors, 2022; Borsa İstanbul 2022). Bu bağlamda çalışmada BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi arasında bir ilişki olabileceği noktasında bir kanaat oluşmuştur. Bu hipotezi araştırırken yapılan literature incelemesinde küresel risk algısının da yatırımcı davranışları üzerindeki etkileri ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda Ruan (2018), Altuntaş ve Ersoy (2021) ve Pineiro-Chousa ve diğ.(2021) çalışmalarında yatırımcı davranışlarının piyasaları etkilediği konusunda bulgulara ulaşmışlardır. Bu bulgulara dayanarak S&P Yeşil Tahvil Endeksinin yanı sıra BIST SE endeksi üzerinde etkili olması beklenen ve küresel risk algısı göstergesi olan CBOE Opsiyon Borsası tarafından geliştirilen VIX endeksi de çalışmaya dahil edilmiştir. VIX endeksi aynı zamanda piyasalarda yatırımcıların

davranışlarını anlık olarak tespit etmeyi amaçlayan bir yatırımcı duyarlılığı endeksidir (CBOE, 2020) ve borsa belirsizliğinin bir ölçüsü olarak (Chiang ve diğ.,2015) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Çalışmanın amacı, Borsa İstanbul pay piyasası endekslerinden olan Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve VIX Endeksi arasındaki frekans ve zaman boyutlu ilişkileri ortaya koymaktır. Değişkenler arasındaki bu ilişkiler dalgacık uyum analizi kullanılarak açıklanmıştır. Çalışma kapsamında 6.11.2014-27.07.2022 tarihleri arasındaki günlük endeks kapanış fiyat verileri kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda değişkenler arasında kısa-orta-uzun dönemdeki korelasyon ve nedensellik hakkında bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve VIX Endeksi arasında anlamlı ilişkilere rastlanmıştır.

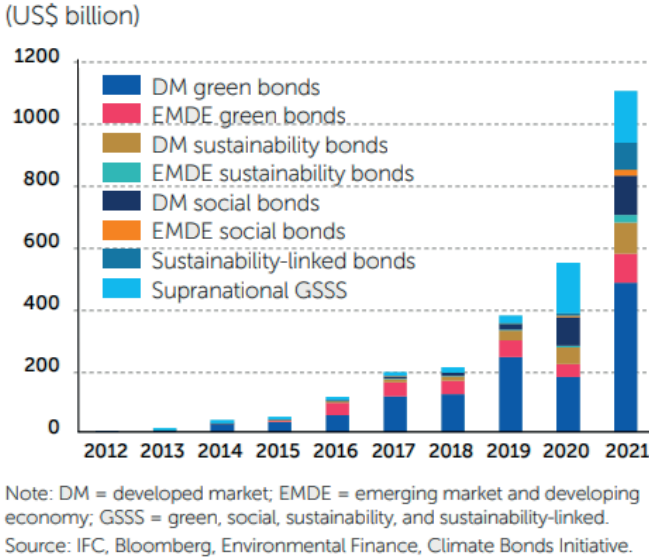
Çalışmanın literatüre üç açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Birincisi Borsa İstanbul yabancı yatırımcıların ilgisini çeken gelişmekte olan bir piyasadır. Dolayısıyla bu piyasaya yapılacak portföy yatırımlarının getirilerini etkileyebilecek göstergelerin bilinmesi yatırım kararlarına yön verecektir. İkincisi Borsa İstanbul bünyesinde geliştirilen bir yeşil finans ürünü olan BİST SE endeksinin getirilerinin yine bir yeşil finans ürünü olan ve küresel ölçekte bir gösterge olan S&P yeşil tahvil endeksi ile ilişkisi küresel sürdürülebilirlik gelişmelerinin bu endeksi nasıl etkilediği ortaya konulacaktır. Böylelikle sürdürülebilirlik konusunda hassas olan yatırımcıların portföylerinde yer alacak varlıklar hakkında çıktı elde edilecektir. Son olarak BİST SE endeksi getirilerini etkileyebileceği düşünülen ve yatırımcıların risk algısını gösteren yine küresel ölçekte bir gösterge olan VIX değişkeni ile olan ilişkisinin analiz edilmesiyle ilgili endeksi portföyüne eklemek isteyen yatırımcılara küresel gelişmelerin portföy getirilerini nasıl etkileyeceği konusunda bilgi sağlanacaktır.

2. Teorik Çerçeve ve Literatür

Yeşil finansman iklim veya iklim krizi ile ilgili projeleri üstlenen yeni başlayan veya büyüme evresinde olan girişimlere destek olan bir finansman türüdür (Nicholls, 2021). Yeşil finansman doğa dostu olarak nitelendirilen çevreye zarar vermeyen ürünlerin üretimini ve bu konudaki projeleri desteklemeyi ayrıca var olan mevcut çevre koşullarını koruyup, iyileştirmeyi amaç edinmektedir (Kuloğlu ve Öncel, 2015). Birleşmiş Milletler (UN) Çevresel Program Finansmanı Teşebbüsü tarafından oluşturulmuş olan Paris İklim Anlaşması bu yönde atılmış ilk adım olarak görülmektedir. Bu anlaşmaya Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu 196 ülke katılmıştır. Paris İklim Anlaşması'na göre katılımcı tüm ülkeler küresel ısınma ile mücadele

edebilmesi için gerekli alt yapıyı oluşturmalı ve bütünsel bir sistematik yapıya sahip olmaları gerekmektedir. Maliyetlerin yüksek olduğu bu projelerin gerçekleşmesinin sadece devletlerin değil aynı zamanda işletmelerin de katılımı ile mümkün olabileceği görülmektedir (Kandır ve Yakar, 2017). Bu amaçla devletler ve işletmeler projelerin finansmanını sağlayabilmek için yeşil olarak ifade edilen tahvil ve bono ihraçları gerçekleştirmektedirler. Yeşil tahvil ve bono temel olarak sürdürülebilirlik projelerine kaynak yaratmak amacıyla ihraç edilen ve elde edilen kaynakların sadece ilgili projede kullanılabilirdiği finansal araçlardır. Dünya üzerindeki ilk yeşil tahvil 2007 yılında Avrupa Yatırım Bankası tarafından (Climate Bonds, 2022) Türkiye’de ise 2016 yılında Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası tarafından ihraç edilmiştir.

Yeşil finansman araçlarının piyasalar için neden önemli olduğunu Elsayed ve diğ. (2002) sağlanan ek fon kaynakları ile ilişkilendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre yeşil tahviller uzun vadede finansal piyasalar ile yüksek entegrasyon sağlayabilmekte ve atıl durumda kalan fonların piyasaya girmesini sağlamaktadır. Yatırımcılar tarafından yeşil tahvile ilgi gösterilmesi piyasaların işlem hacmini artırarak piyasaların genişlemesini sağlayabilmektedir. Piyasalara ilk sunulduğu tarihten itibaren ilgi gören yeşil tahviller özellikle küresel iklim krizi sonucunda kendi portföy getirilerinin olumsuz etkileneceğini fark eden yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Uluslararası Finans Kurumu (IFC)’nun hazırladığı Rapor’ a göre yeşil finans ürünlerine olan ilginin her geçen gün arttığı Grafik 1’de görülmektedir.



Grafik 1. Yeşil finans ürünlerinin gelişimi (International Finance Corporation (IFC), “Emerging Market Green Bonds Report 2021”)

Grafik 1’de yeşil tahvil piyasalarında hem gelişmiş hem de gelişmekte olan piyasaların rol aldığı görülmekte ve pandemideki belirsizliğe rağmen büyüen bir piyasa olduğu özellikle dikkat çekmektedir.

Yatırımcılara ve işletmelere yeni bir finansal platform kazandıran yeşil tahvil ayrıca riskten korunma(hedging) imkanı da vermektedir (Ehlers ve Packer, 2017). Yatırımcılar için çevre ve hava kirliliği, tarım alanlarının azalması, küresel ısınma, bazı canlı türlerinin neslinin tükenmesi gibi çeşitli çevresel sorunlar portföy getirilerini olumsuz yönde etkileyebilecek bir yatırım riski haline gelmiştir. Bu noktada yeşil tahvil kullanımı ile yatırımcılar kendilerini bu risklerden uzak tutabilmektedirler (Dünya Bankası, 2022). Reboredo ve Ugolini (2020) ve Reboredo ve diğ. (2020) birbirine yakın sonuçlara ulaşan iki çalışma sunmuşlardır. Bu çalışmalar yeşil tahvil getirilerinin döviz piyasaları ve hazine bonusu getirileri ile hem kısa hem de uzun vadede güçlü bir ilişki sergilediğini göstermektedirler. Ayrıca her iki çalışma da göstermiştir ki yeşil tahviller piyasalardaki fonları kendilerine çekme konusunda oldukça başarılıdır.

Mevcut literatür incelendiğinde tahvil(konvansiyonel ve yeşil) ve pay senetleri piyasasının birbiri ile ilişkili olduğu görülmektedir. Fleming ve diğ. (1998) S&P 500 Chicago Ticaret Borsası’nda (CME) işlem gören vadeli işlem sözleşmesi, Chicago Ticaret Kurulu’nda (CBOT) işlem gören Hazine tahvili vadeli işlem sözleşmesi ve CME’nin Hazine bonusu vadeli işlem sözleşmesi arasındaki ilişkilerin yapısını incelemiştirler. Önemli sonuçlara ulaşılan bu çalışmaya göre her üç piyasa arasında yüksek korelasyonlu bir ilişki söz konusudur. Bu piyasalardaki getiri ve volatilité her zaman birlikte hareket etmekte ve özellikle kriz sonrası dönemlerde ilişkilerinin gücü daha da artmaktadır. Bu ilişki için piyasalardaki bilgi akışı ve yatırımcıların bu bilgileri bağlı olarak beklentilerinde oluşan değişim önemli iki unsur olarak bulunmuştur. Chutang ve Kumara (2008) Sri Lanka’da yaptıkları çalışmada kısa vadeli hazine tahvilleri ile pay fiyatları arasında bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Chiang ve diğ. (2015) altı büyük piyasada(Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri) pay ve finansman bonusu fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, pay-f finansman bonusu ilişkisinin zaman içerisinde küçük değişimler yaşadığı gözlemlenmiştir.

Yatırımcı duyarlılığının da pay piyasası üzerindeki etkileri çalışmalara konu olmuştur. Tekin ve Hatipoğlu (2017) BİST 100 ile petrol fiyatları, ABD Dolar kuru ve VIX endeksi arasındaki ilişkiyi incelediklerinde BIST 100 endeksi getirileri üzerinde en güçlü etkinin VIX endeksi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ruan (2018) Çin piyasalarında S&P 500 üzerinde

yaptıkları çalışmada VIX endeksinin piyasalardaki fiyatlar üzerinde güçlü etkisinin olduğunu bulmuştur. Altuntaş ve Ersoy (2021) ise VIX ile BIST 100 arasındaki ilişkiyi incelediklerinde bu iki değişken arasında uzun dönem bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

3. Metodoloji

3.1. Veri

BİST SE Endeksi getirilerinin S&P Yeşil Tahvil Endeksi getirilerinden ve küresel risk algısından nasıl etkilendiğini ortaya koymak için ilgili Endekslerin 6.11.2014-27.07.2022 tarihleri arasındaki günlük 1891 adet kapanış fiyatları kullanılmıştır. Veri setinin 2014 Kasım ayından başlama sebebi BİST SE endeksinin bu tarih itibarıyla hesaplanmaya başlamasından kaynaklanmaktadır.

BİST SE Borsa İstanbul tarafından geliştirilen bir sürdürülebilirlik endeksidir. Bu endeks şirketlere kurumsal sürdürülebilirlik performanslarını yerel ve küresel anlamda karşılaştırma ve yatırımcılar için sürdürülebilirlik ve kurumsal sosyal sorumluluk ilkelerini benimseyen şirketleri ayırt etme imkanı vermektedir. BİST SE verileri <https://www.investing.com> resmi web adresinden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan S&P Yeşil Tahvil Endeksi verisi <https://www.spglobal.com> resmi web adresinden elde edilmiştir. S&P Yeşil Tahvil Endeksi küresel yeşil tahvil piyasasının öncü göstergeleri arasında yer almakta ve çalışmalarda gösterge olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Chatziantoniou ve diğ., 2022; Park ve diğ., 2020; Tiwari ve diğ., 2022). CBOE VIX endeksi verisi ise <https://www.investing.com> resmi web adresinden elde edilmiştir. Endeks yatırımcıların küresel risk algısını göstermektedir.

Dalgacık uyum analizinin verinin oluşum süreciyle ilgili önemli bir varsayımı bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada endekslerin logaritmik getirileri kullanılmıştır. Getirilerin endeks kapanış fiyatlarına göre daha karşılaştırılabilir olması ve getirilerin geçmiş dönem değerleriyle ilişkisinin fiyatlara göre daha zayıf olması sebebiyle endeks kapanış fiyatlarından getiri serileri oluşturulmuş ve analizde bu seriler kullanılmıştır (Abar, 2020). Endeks verilerinin logaritmik getirileri Eşitlik 1' de gösterilen formül ile hesaplanarak 1890 gözlem elde edilmiştir:

$$R_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1)$$

R_t logritmik getiriyi, P_t cari dönem fiyat verisini, P_{t-1} ise bir dönem önceki fiyatı göstermektedir.

Değişkenlerin endekslerin kapanış fiyatlarından elde edilen logaritmik getirilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistikler

Değişken Kodu	Değişken Açıklaması	Ort.	Medyan	Maks.	Min.	Std Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera İst.
BİSTSE	(BİST Sür. Endeksi)	0.0262	0.0474	2.5702	-4.4670	0.6574	-0.8034	7.5056	1801.99*
SPYTE	(S&P Yeşil Tahvil Endeksi)	-0.0018	0.0000	0.8741	-1.0466	0.1477	-0.5906	8.0090	2085.67*
VIX	(CBOE Volatilite Endeksi)	0.0114	-0.3193	33.3645	-14.5845	3.6650	1.2386	9.9098	4243.15*

* %1 güven düzeyindeki anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 1’de verilen değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde VIX değişkeninin standart sapması diğer değişkenlerden daha yüksek görülmektedir. Bu istatistik değişkenin beklenen ve gerçekleşen değerleri arasındaki sapmanın yüksek olduğunu göstermektedir. Çarpıklık, basıklık ve Jarque-Bera istatistiklerine göre seriler normal dağılmamaktadır.

3.2. Yöntem

Dalgacık uyum analizinin temel özelliği iki değişken arasındaki ilişkiyi kısa, orta ve uzun dönemde gözlemlemeye olanak sağlayan hem frekans hem de zaman boyutlu bir analiz olmasıdır. Serileri farklı zaman ölçeklerine ayırdığı için iki değişken arasındaki belli bir dönemde meydana gelen korelasyon ve nedensellik ilişkisinin tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Abar (2020) dalgacık uyum analizinin alternatifi olabilecek bir yöntemin Fourier analizi olduğunu aktarmıştır ve beraberinde dalgacık uyum analizinin Fourier analizine göre bazı avantajlara sahip olduğunu vurgulamıştır. Buna göre Fourier dönüşümü frekans temelinde ayrıştırma yaparken dalgacık uyum analizi hem frekans hem de zamana göre ayrıştırma yapmaktadır. Böylelikle bir olayın zaman bilgisi de bu inceleme sürecine dahil edilmektedir. Ayrıca verinin herhangi bir ön test ya da dönüşüme tabi tutulmaması da bilgi kaybının engellenmesi bakımından yöntemi önemli kılmaktadır.

Dalgacık dönüşümü zaman serisini frekansa ve zamana göre yoğunlaştırılmış dalgacık olarak adlandırılan fonksiyonlara $\Psi_{x,y}(\tau)$ dönüştürür. Ana bir dalgacıktan meydana gelen bu dalga frekans ve zamanın bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilir (Abar, 2020:522):

$$\psi_{x,y}(\tau) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{\tau-\tau}{s}\right) \quad (2)$$

formülde ifade edilen $\frac{1}{\sqrt{s}}$ normalizasyon faktörünü, τ parametresi zamanı ve s parametresi ölçeği göstermektedir. Bir zaman serisinin sürekli dalgacık dönüşümü şu şekildedir:

$$W_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \tilde{\psi}_{\tau,s}^*(t) dt \quad (3)$$

$\tilde{\psi}_{\tau,s}^*$ ana dalgacık Ψ 'nin ölçeklenmesi ve kaydırılmasıyla elde edilir. $x(t)$ ve $y(t)$ olarak verilen iki zaman serisinin dalgacık dönüşümü (Eşitlik 4) ve S zaman boyunca dalgacık kareli uyum değeri (Eşitlik 5) aşağıdaki gibi ifade edilir (Choi, 2020:4):

$$W_{xy}(\tau, s) = W_x(\tau, s) W_y^*(\tau, s) \quad (4)$$

$$R^2(\tau, s) = \frac{|S(\frac{1}{s} W_{xy}(\tau, s))|^2}{S(\frac{1}{s} |W_x(\tau, s)|^2) S(\frac{1}{s} |W_y(\tau, s)|^2)} \quad (5)$$

Eşitlik 5'teki $R^2(\tau, s)$ 0 ile 1 arasında değer almakta ve 0'a yakın değerler değişkenler arasındaki düşük uyumu, 1'e yakın değerler ise değişkenler arasındaki yüksek uyumu göstermektedir. Daha sonra değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ortaya koymak için Eşitlik 6 kullanılır (Ko & Lee, 2015; Abar, 2020; Choi, 2020):

$$\rho_{xy}(\tau, s) = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im} \left[S(\frac{1}{s} W_{xy}(\tau, s)) \right]}{\text{Re} \left[S(\frac{1}{s} W_{xy}(\tau, s)) \right]} \right) \quad (6)$$

Im bir sanal operatörü ve Re reel kısım operatörünü göstermektedir. Dalgacık uyum analizinde ilişkinin yönü oklar yardımıyla yorumlanır (Abar, 2020:522). $\rho_{xy}(\tau, s)$ iki zaman serisi arasındaki bağımlılık ve nedensel ilişkiyi gösterir. Eğer $\rho_{xy} \in (0, \pi/2)$ $x(t)$ ve $y(t)$ pozitif ilişkili ve $x(t)$ değişkeni $y(t)$ nin öncülüdür. $\rho_{xy} \in (-\frac{\pi}{2}, 0)$ ise $y(t)$ değişkeni $x(t)$ nin öncülüdür. Eğer $\rho_{xy} \in (\pi/2, \pi)$ ise $x(t)$ ile $y(t)$ negatif korelasyonludur ve $y(t)$ değişkeni $x(t)$ nin öncülüdür. Eğer $\rho_{xy} \in (-\pi, -\pi/2)$ ise iki değişken negatif ilişkilidir ve $x(t)$ değişkeni $y(t)$ nin öncülüdür (Choi, 2020:4).

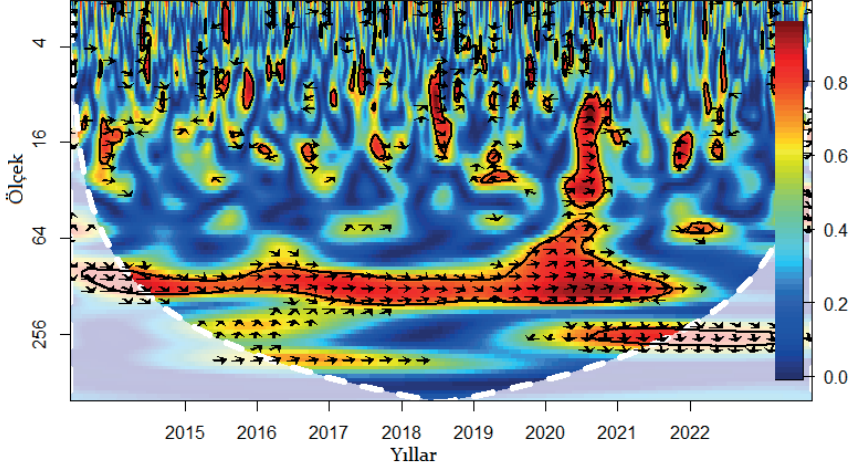
3.3. Analiz ve Bulgular

Bu bölümde BİST SE'nin S&P Yeşil Tahvil Endeksi ve VIX Endeksi arasındaki ilişkiler dalgacık uyum analizi ile açıklanmıştır. Dalgacık uyum

analizi değişkenler arasındaki ilişkinin grafik üzerinden yorumlandığı bir analiz türüdür. Grafikteki yatay eksen zaman, sol dikey eksen frekansı verir. Sol dikey eksen üst bölgede kısa dönemli ilişkileri aşağılara indikçe ise orta ve uzun dönemli ilişkileri görmek mümkün olmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular yorumlanırken kısa-orta-uzun vadedeki ilişkiler özetlenirken kısa dönem 4-16 gün arası, orta vade 16-64 gün arası ve uzun vade 64 günden sonrasını ifade etmektedir. Sağ ekseninde değişkenler arasındaki korelasyonlar yer alır. Aşağıdan yukarıya çıktıkça değişkenler arasındaki ilişkinin gücünün arttığı görülür. Kırmızı renk değişkenler arasındaki korelasyonun en yüksek olduğu bölgeleri mavi renk ise en düşük olduğu bölgeyi göstermektedir.

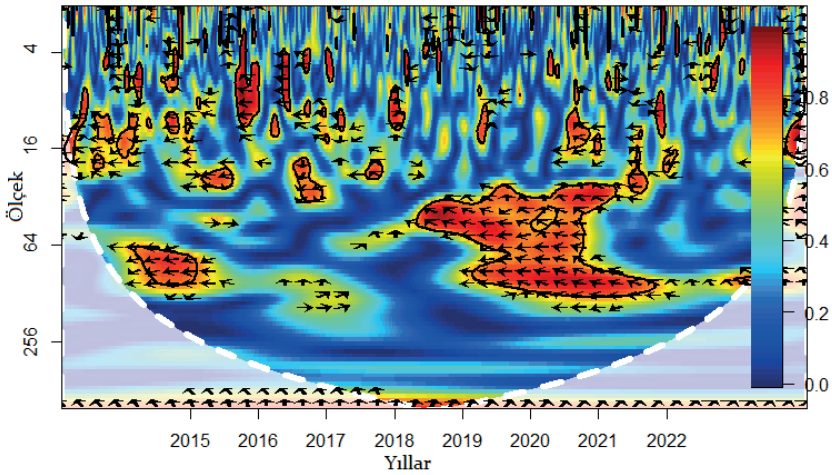
Grafik içerisinde yer alan ve beyaz kesik çizgilerle oluşan etki koni içerisi yorumlanır. Çünkü beyaz kesikli çizgi dışındaki alan dalgacık gücünün ihmal edilecek kadar küçük olduğu alandır. Bunun yanı sıra finansal zaman serileri kesikli seriler olduğundan verilerin bitiş noktası sapmalı sonuçlar verebilir, bu nedenle sadece etki konisinin içi yorumlanmaktadır. Oklar ilişkinin %5 önem düzeyinde anlamlı olduğu bölgelerde yer alır ve bu bölgeler siyah kontörle çevrelenmiştir. İlişkinin anlamlı olduğu bölgeler olarak adlandırılan bu bölgelerde yer alan oklar yönüne göre farklı anlamlar içermektedir. → şeklindeki oklar değişkenler arasındaki pozitif korelasyonu, ← oklar ise negatif korelasyonu ifade eder (Choi, 2020; Abar, 2020). ↗ şeklindeki oklar birinci değişkenden ikinci değişkene doğru bir nedensellik olduğunu, ↘ şeklindeki oklar ise ikinci değişkenden birinci değişkene bir nedensellik olduğunu gösterir (Choi, 2020:4).

BİSTSE endeksi ve SPYTE arasındaki ilişki Grafik 2’de BİSTSE endeksi ve VIX endeksi arasındaki frekans ve zaman boyutlu ilişkiler ve Grafik 3’de görüldüğü gibidir.



Grafik 2. BİSTSE-SPYTE İlişkisi

Grafik 2 incelendiğinde BİSTSE getirileri ile SPYTE getirileri arasında kısa dönemde anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiştir. Orta dönemde özellikle 2020-2021 yılları arasında iki endeksin getirileri arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Uzun dönem ilişkisi değerlendirildiğinde yine iki değişkenin getirileri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ve özellikle 2020 yılının ortasından itibaren SPYTE getirilerinden BİSTSE getirilerine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.



Grafik 3. BİSTSE-VIX İlişkisi

Grafik 3 incelendiğinde hem kısa hem orta hem de uzun dönemde BİSTSE getirileri ile VIX değişkeni arasında negatif korelasyon bulunmaktadır. İki değişken arasındaki ilişki kısa vadede zayıf ancak orta vadeden sonra güçlenmektedir. Özellikle pandemi döneminin başlangıcı olan 2019 dan sonra bu ilişkinin örneklem periyodunun sonuna kadar daha da güçlü devam ettiği görülmektedir. Yine uzun dönemdeki ilişki değerlendirildiğinde pandemi sonrasında VIX değişkeninden BİSTSE getirilerine doğru nedensellik olduğu gözlemlenmiştir.

4. Sonuçlar

BİST Sürdürülebilirlik Endeksi getirileri ile S&P Yeşil Tahvil Endeksi getirileri arasında pozitif korelasyon olması her iki değişkenin aynı yönlü hareket ettiğini göstermektedir. Ayrıca pandemi ile birlikte S&P Yeşil Tahvil Endeksi getirilerinin BİST Sürdürülebilirlik Endeksi getirilerinin öncülü olduğu görülmektedir. Diğer taraftan VIX endeksi ile negatif korelasyonlu olması değişkenlerin farklı yönlerde hareket ettiğini göstermektedir. Bu da beklenen bir durumdur. Küresel risk algısı azaldıkça/artıkça BİST Sürdürülebilirlik Endeksi getirileri artmaktadır/azalmaktadır. Özellikle pandemi döneminde bu ilişki daha da güçlenmiştir. Bu sonuçtan anlaşılacağı üzere pandemide piyasalar birbirleri ile etkileşim halinde işlemiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar BİSTSE nin getirilerini etkileyen/ tahmin eden modeller kurulurken SPYTE ve VIX değişkenlerinin gecikmeli değerlerinin modele eklenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle orta ve uzun vadede (günlük frekansda verilen periyotlar dahilinde) ilişkinin güçlü olduğu gözönünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmanın kısıtı az sayıda değişken ile BİST SE ilişkisine yer verilmiş olmasıdır. Sonraki çalışmalarda daha fazla finansal ve ekonomik gösterge ile farklı BİST endekslerinin ilişkisi araştırılabilir.

Kaynaklar

- Abar, H. (2020). Türkiye ve diğer G-20 ülkeleri hisse senetlerinin birlikte hareketi: Dalgacık analizi ile bir uygulama. *Journal of Yasar University*, 15(59), 519-533.
- Altuntaş, D., & Ersoy, E. (2021). Yatırımcı duyarlılığının BIST pay piyasasına etkisi. *Sosyoekonomi*, 29(50), 387-412. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2021.04.18>
- Borsa İstanbul (2022, Temmuz 30). BIST Sürdürülebilirlik Endeksi. <https://borsaistanbul.com/tr/sayfa/165/bist-surdurulebilirlik-endeksi>
- Chatziantoniou, I., Abakah, E. J., Gabauer, D., & Tiwari, A. K. (2022). Quantile time-frequency price connectedness between green bond, green equity, sustainable investments and clean energy markets. *Journal of Cleaner Production*, 132088.
- Chicago Board Options Exchange. (2022, Temmuz 01). Erişim adresi: <https://www.cboe.com/>
- Chiang, T.C., Li, J. & Yang, S.Y.(2015). Dynamic stock-bond return correlations and financial market uncertainty. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 45, 59-88 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11156-013-0430-4>
- Choi, S.-Y. (2020). Industry volatility and economic uncertainty due to the COVID-19 pandemic: Evidence from wavelet coherence analysis. *Finance Research Letters*(37), s. 101783.
- Chutang, Z. & Kumara, E. (2008). Impact of short-term interest rates on stock prices: Evidence from Sri Lanka, Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, 1089-1093.
- Dünya Bankası, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/12/08/what-you-need-to-know-about-ifc-s-green-bonds>
- Ehlers, T., & Packer, F. (Eylül 2017). Green bond finance and certification. *BIS Quarterly Review September*. Erişim adresi: <https://ssrn.com/abstract=3042378>
- Elsayed, A., Naifar, N., Nasreen, S., & Tiwari, A. (2022). Dependence structure and dynamic connectedness between green bonds and financial markets: Fresh insights from time-frequency analysis before and during COVID-19 pandemic. *Energy Economics*, 107:1-24. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105842>
- Fleming, J., Kirby, C., & Ostidick, B. (1998). Information and volatility linkages in the stock, bond, and money markets. *Journal Of Financial Economics*, 49(1), 111-137. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00019-1)

- International Finance Corporation (IFC), “Emerging Market Green Bonds Report 2021”, Erişim Tarihi:29.07.2022, 2022.06+-+Emerging+Market+Green+Bonds+Report+2021_VF+(2).pdf (ifc.org)
- Ivanovic, O.M., Zubovic, J., & Mitic, P. (2017). Relationship between sustainable development and green economy emphasis on green finance and banking, *Economics of Agriculture*, 64(4), 1467-1482.
- Jones, L. (2022, Temmuz 15). Greening short-term debt: A \$55 trillion opportunity. Climate Bonds Initiative. <https://www.climatebonds.net/2022/07/greening-short-term-debt-55trillion-opportunity>
- Kandır, S. Y.,&Yakar, S. (2017). Yenilenebilir enerji yatırımları için yeni bir finansal araç: Yeşil tahviller. *Maliye Dergisi*, 172, 85-110. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/416189>
- Ko, J.-H., & Lee, C.-M. (2015). International economic policy uncertainty and stock prices: Wavelet approach. *Economic Letters*, 134, s. 118-122.
- Kuloğlu, E., & Öncel, M. (2015). Yeşil finans uygulaması ve Türkiye’de uygulanabilirliği. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 2-19.
- Nicholls, A. (2021). Sustainable Finance: A Primer and Recent Developments. *Asian Development Outlook*, 1-51.
- Nieto, M. J. (Mayıs 2017). Banks and Environmental Sustainability: Some reflections from the perspective of financial stability (Rapor No. 2017/01). CEPS Policy Brief.
- Orazalin, N., Mahmood, M., & Narbaev, T. (2019). The impact of sustainability performance indicators on financial stability: Evidence from the Russian oil and gas industry. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(8), 8157- 8168. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04325-9>
- Özdemir, L.,&Vurur, S. (2019).Volatility spillovers between BIST 100 index and S&P 500 index. Grima, S., Özen, E., Boz, H., Spiteri, J.,&Thalassinos, E. (Ed.) *Contemporary Issues in Behavioral Finance* (Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, Cilt. 101), Emerald Publishing Limited, Bingley (29-43). <https://doi.org/10.1108/S1569-375920190000101003>
- Panchenko,V.& Wu,E.(2009).Time-varying market integration and stock and bond return concordance in emerging markets. *Journal of Banking Finance*,33(6):1014-1021.
- Park, D., Park, J., & Ryu, D. (2020). Volatility spillovers between equity and green bond markets. *Sustainability*, 12(9), 3722.
- Pinciro-Chousa, J., López-Cabarcos, M. Á., Caby, J., & Šević, A. (2021). The influence of investor sentiment on the green bond market. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120351>

- Ryszawska B. (2016). Sustainability transition needs sustainable finance. *Copernican Journal of Finance & Accounting*, 5(1), 185–194. <http://dx.doi.org/10.12775/CJFA.2016.011>
- Reboredo, J. C., & Ugolini, A. (2020). Price connectedness between green bond and financial markets. *Economic Modelling*, 88, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.004>
- Reboredo, J. C., Ugolini, A., & Aiube, F. A. L. (2020). Network connectedness of green bonds and asset classes. *Energy Economics*, 86, 104629. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104629>
- Ruan, L. (2018). Research on sustainable development of the stock market based on VIX index. *Sustainability*, 10(11), 4113.
- Sarıgül, S. S., & Topçu, B. A. (2020). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında yeşil tahvil ihracı: Türkiye örneği. Karadal, H., Efe, M.N., Abubakar, M., & Karadal, K. (Ed.) International Communication, Economics, Organization (CEO) Social Sciences Congress. Dilkur Academy Proceedings E-Book. 643- 654.
- Standard& Poors (2022, Temmuz 2). S&P Green Bond Indices Methodology. <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-green-bond-indices.pdf>
- Tekin, B., & Hatipoğlu, M. (2017). The effects of VIX index, exchange rate & oil prices on the BIST 100 index: A quantile regression approach. *Ordu University Journal of Social Science Research*, 7(3), 627-634.
- Tiwari, A. K., Abakah, E. J., Gabauer, D., & Dwumfour, R. A. (2022). Dynamic spillover effects among green bond, renewable energy stocks and carbon markets during COVID-19 pandemic: Implications for hedging and investments strategies. *Global Finance Journal*, 51, 100692.
- Wang, J. Zhang, W., & Zhao, W. (2022). Research on the Correlation of Green Bond Market. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 648, 2134-2139.
- <https://www.spglobal.com>
- <https://www.investing.com>