



Yeşil Tahvil ve Ülke Tahvilleri Arasındaki Nedensellik

Hidayet GÜNEŞ*

Öz

Son dönemde dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı yaşanan zorluklar, yatırımcıların sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen finansal yeniliklere ilgi duymasına neden olmuştur. Bu yeniliklerden biri, yaşanan çevresel zorlukların üstesinden gelebilmek için umut vadeden bir finansal ürün olarak görülen yeşil tahvillerdir. Yeşil tahviller, iklim değişikliklerine karşı uyum sağlanması ile doğal kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve hava, su, toprak gibi diğer çevresel konularla ilgilenmektedir. Çalışma, yeşil tahvil piyasası ile ülke tahvil faizleri arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. 29 Şubat 2012 ile 4 Mart 2022 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerleri veri setini oluşturmaktadır. Nedensellik ilişkisini tespit edebilmek için Toda-Yamamoto testi kullanılmıştır. Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizinden S&P Yeşil tahvil endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Diğer ülke tahvilleri ile yeşil tahvil endeksi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Analiz edilen birçok ülke arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ABD ile Japonya, Almanya ile Güney Kore, İspanya ve Hollanda ile Fransa 10 yıllık devlet tahvili faizleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu alana ilgi duyan yatırımcılar için portföy oluşturma aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı noktaları, çıkan sonuçları irdeleyerek bulabilmelerine yardımcı olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Tahvil, Devlet Tahvili, Nedensellik İlişkisi.

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Causality between Green Bond and Country Bond

Abstract

The difficulties experienced recently due to global warming and climate change in the world have caused investors to be interested in financial innovations that support sustainable development. One of these innovations is green bonds, which are seen as a promising financial product to overcome environmental challenges. Green bonds deal with adaptation to climate change and other environmental issues such as depletion of natural resources, loss of biodiversity, air, water, and soil. The study is carried out to reveal the causal relationship between the green bond market and the Country's bond interest rates. The daily closing values between February 29, 2012 and March 4, 2022 constitute the data set. The Toda-Yamamoto test was used to determine the causality relationship. It has been determined that there is a one-way causality relationship from Germany's 10-year government bond interest to S&P Green bond index. No causal relationship is found between the bonds of other countries and the green bond index. It has been concluded that there is a one-way causality relationship between many analyzed countries. In addition, a bidirectional causality relationship is found between the US and Japan, Germany and South Korea, Spain and the Netherlands and France 10-year government bond rates. For investors who are interested in this field, it will help them find some points that should be considered during portfolio creation by examining the results.

Keywords: Green Bond, Government Bond, Causality Relationship.

Article Type: Research Article

* Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, hgunes@mehmetakif.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9826-9862

1. GİRİŞ

Uluslararası finansal piyasaların iç içe geçmesi ve ticaret aşamalarının beraber hareket etmesi, artık piyasa türbülansı ve yayılımı için temel teşkil etmektedir. 2008 yılında yaşanan küresel finans krizi, ilk bakışta birbiri ile ilişkisi bulunmayan finansal piyasaları güçlendirmekle birlikte yatırımcılar açısından portföy çeşitlendirmesinin ne kadar önemli olduğunu tekrardan hatırlatmıştır. Aynı zamanda yatırımcılar, uluslararası finansal varlıklarla çeşitlendirdikleri portföyleri sayesinde belirli bir risk-getiri takasından kendilerine kazanç sağlayabilmektedirler. Bununla birlikte küreselleşme, finansal piyasalar arasında nedensellik, yayılım, oynaklık gibi ilişkili durumların yüksek oranda ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir (Le, Abakah ve Tiwari, 2020: 1). Finansal piyasalarda çeşitliliğin ve bağlantılılığın artması yatırımcıları yeni ve farklı ürünlere yönlendirmeye başlamıştır. Son dönemde dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı yaşanan zorluklar, yatırımcıların sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen finansal yeniliklere ilgi duymasına neden olmuştur (Pham ve Nguyen, 2021: 1). Devlet kurumları ve çevre bilimcilerinin en önemli isteklerinden bir tanesi, iklime elverişli ve doğaya daha az zarar veren düşük karbona dayalı bir ekonomik düzen oluşturmaktır. Bu amaç için yeşil projelerin finansmanı da dâhil olmak üzere birçok proje üretilmiştir (Naeem, Adekoya ve Oliyide, 2021: 1). Geliştirilen yeniliklerden bir tanesi, yaşanan çevresel zorlukların üstesinden gelebilmek için umut vadeden bir finansal ürün olarak görülen yeşil tahvillerdir (Pham ve Nguyen, 2021: 1). Yeşil tahviller, yeşil projelerin finansmanı anlamında da en önemli finansal araç olarak görülmektedir (Naeem vd., 2021: 1).

Yeşil tahviller, gelirleri sadece çevresel faydası bulunan yeni ve mevcut projelere ayrılan ve bu kapsamda kendisine ayırt edici bir özellik sağlayan sabit gelirlili bir finansal araçtır. Bu tahviller, yaşanan iklim değişikliklerinin yavaşlatılması veya iklim değişikliklerine karşı uyum sağlanması ve doğal kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve hava, su veya toprak gibi diğer çevresel konularla ilgilenmektedir (Sustainable Banking Network (SBN), 2018: 3). Yeşil tahviller, Avrupa Yatırım Bankası tarafından 2007 yılında çevre dostu olmaya aday projelerin finansmanı olarak tanıtılmıştır. İklimi korumayı önceleyen ve çevre dostu projeler için borç piyasalarından fon sağlayabilmek için özel olarak geliştirilmiş finansal bir üründür. Bunlar tipik olarak bir finansal varlığa dayalı ve ihraç eden kurumun bilançosundan desteklenmektedir. Bundan dolayı çoğunlukla ihraççıların diğer borç yükümlülükleriyle aynı kredi notuna sahip olmaktadır. Genel anlamıyla bakıldığında yeşil tahviller, sürdürülebilirliği teşvik etmeyi amaçlayan, yaşanan iklim ile uyumu ve iklim değişikliğini korumayı veya azaltmayı hedefleyen amaçlar doğrultusunda belirlenmiş bir tahvil statüsündedir (Antoniuk ve Leirvik, 2021: 1). Geleneksel tahvil piyasalarının yanında yatırımcıların farklı enstrüman ve amaçlara dayalı tahvil talep etmesi, tematik tahvil piyasalarının gelişmesine olanak sunmuştur. Tahvil yatırımları, yükümlülük anlamında diğer sermaye piyasası ürünlerine nazaran uzun vadeli olması ve nispeten istikrarlı ve tahmin edilebilir getiriler sunmasından dolayı kurumsal yatırımcıların ihtiyaç duyduğu finansmanı sağlamaktadır. Uluslararası piyasalarda en çok kullanılan ve bilinen sabit getirili finansal varlıklardan biri olan tahvillerin etiketlenmesi, kurumsal yatırımcıların finansal akışları belirli olan proje ve varlıklara yönelmesine imkân tanımaktadır. Tematik tahviller içerisinde en gelişmiş segmente sahip olan yeşil etiketi, yatırımcı tabanında güçlü bir tanınırlık taşımakta ve politika rehberliği ve desteği açısından bakıldığında en gelişmiş olanıdır (SBN, 2018: 3).

Yeşil tahviller, sadece çevre hassasiyeti bulunan yatırımcılar arasında değil, iklim değişikliğine karşı hükümetlerin belirlediği politikaları ve iklimle ilgili ortaya çıkan riskleri şirketler için sunduğu fırsat olarak, önemli etkinin farkına varan yatırımcılar tarafından da popülerlik kazanan köklü bir sürdürülebilir yatırım aracı haline gelmektedir. Çok sayıda ülke tarafından 2015 Paris İklim Anlaşması'nda üstlenilen, iklime dayanıklı bir ekonomik düzene geçiş için küresel birliktelik oluşturularak verilen taahhüt kapsamında yeşil tahvil piyasasının, uluslararası pek çok ihraççı ve yatırım

fonları, emeklilik fonları, sigorta kurumları, küçük ve orta büyüklükteki kurumlar ile bireysel yatırımcılar da dâhil olmak üzere geniş bir yatırımcı kitlesinin ilgisini çekerek hızla gelişmesi beklenmektedir. İtalya, İngiltere, Meksika, Çin gibi birçok ülke borsaları, yeşil tahvil piyasasına katkıda bulunmak amacıyla belirli yeşil tahvil piyasası segmenti oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu pazar segmentleri, dünya ekonomisini yeşilleştirmek için gerekli olan finansal kaynakları büyütmede bir basamak olarak yeşil tahvillerin likiditesini, şeffaflığını ve itibarını artırmaya katkıda bulunacaktır (Reboredo, 2018: 38-39).

Yeşil tahvil piyasasının gelişim göstermesi, birçok farklı değişken ve piyasalar ile yakından ilişkilidir. Piyasanın gelecekteki istikrarı ve sürdürülebilirliği, risk alan ve risk veren özellikleri ve uluslararası piyasalar bunlardan bazılarını oluşturmaktadır. Bu piyasanın gelişimi, daha çok portföy çeşitlendirmede uygunluğu önemseyen ve risklere karşı kendilerini koruma noktasında sürdürülebilir çözümler arayan çevre bilimcileri, kurumları ve yatırımcıları ilgilendirmektedir (Naeem vd., 2021: 2). Bu gibi sebeplerden, yeşil tahvil piyasalarına yönelik yapılan çalışmalar artmakla birlikte belirli alanlara odaklanmaktadır. Piyasalar arası etkileşim, nedensellik ve volatilité üzerine yapılan çalışmalar mevcut olmakla birlikte, bazı piyasalar ile arasındaki etkileşim üzerine yapılan çalışmalar çok azdır. Bunlardan bir tanesi devletlerin çıkarmış olduğu tahvillerdir. Uzun yıllardır piyasada var olan ülke tahvilleri ile yeşil tahvil piyasası bağlantısının da dikkate değer olduğu düşünülmektedir. Devlet tahvilleri ile devletler fon ihtiyaçlarını karşılamakta, yatırımcılar da riski çok düşük olan ülke tahvillerine yatırım yaparak getiri elde edebilmektedirler. Tahvil faiz oranları, piyasada oluşan arz ve talep dengesine göre kendiliğinden belirlenmektedir. Piyasada meydana gelen farklı gelişmelere göre faiz oranlarında aşağı veya yukarı yönlü hareketler görülmektedir. Ülke tahvillerine yatırım yapan bireysel ve kurumsal yatırımcılar, değişen iklim koşulları ve daha çevreci yaklaşımları dikkate alarak bu piyasanın alternatifi olabilecek veya tahvil piyasasına çeşitlilik kazandırabilecek olan yeşil tahvil piyasasına yönelmektedirler. Bu kapsamda küresel iklim değişikliğini önemseyen yatırımcılar, güncel sayılabilecek olan yeşil tahvil piyasasına yatırım yapmaktadırlar. Bundan dolayı ülke tahvil piyasaları ile yeşil tahvil piyasaları arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı önem kazanmaktadır. Dolayısıyla bu konunun araştırılması, yatırımcılara yardımcı olabilecek sonuçları ortaya koyabilecektir.

Çalışma, yeşil tahvil piyasası ile ülke tahvil faizleri arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek amacıyla yapılmıştır. Ülkelerin seçiminde, İklim Tahvilleri Etkileşimli Veri Platformu (The Climate Bonds Interactive Data Platform) tarafından açıklanan verilere göre en çok iklim tahvili değerine sahip olan 15 ülke arasından 10 ülkenin, 10 yıllık tahvil faiz oranları kullanılmıştır. Bunlar: ABD, Almanya, Çin, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya ve Japonya'dır. 10 yıllık tahvil faizlerinin kullanılmasının sebebi hem piyasada en çok takip edilen tahvil faizleri olması hem de yeşil tahvil piyasası vadesine göre uygun bir seçenek olmasından dolayıdır. Yeşil tahvil piyasası olarak da S&P Yeşil Tahvil Endeksi kullanılmıştır. Veriler, 29 Şubat 2012 ile 4 Mart 2022 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerlerini kapsamaktadır. Verilerin getiri serileri oluşturularak, piyasalar arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto testi ile sınanmıştır. Piyasalar arasında çıkabilecek nedensellik ilişkilerini dikkate alarak yatırımcıların portföylerini değiştirebilmesi mümkün olacaktır.

2. LİTERATÜR

Yeşil tahvil piyasası yakın zamanda oluşmasına rağmen literatürde yapılan çalışma sayısında hızlı bir artış görülmektedir. İklim değişikliğine yönelik çalışmaların artması ve çevreci yaklaşımları dikkate alarak yatırım tercihinde bulunan yatırımcıların sayısında yaşanan yükseliş bu durumun temel sebeplerini oluşturmaktadır. Yeşil tahviller ile şirket tahvilleri, siyah tahvil, konvansiyonel tahvil ve çeşitli finansal piyasalar arasındaki etkileşim ve ilişkiyi inceleyen çalışmalara bu alanda yer verilmektedir. Çalışmanın, yeşil tahvil piyasası ile en yüksek iklim tahvili büyüklüklerine sahip olan ülkelerin uzun vadeli devlet tahvili arasındaki nedensellik ilişkisini araştırması, devlet tahvillerine

yatırım yapan bireysel ve kurumsal yatırımcılar açısından yeşil tahvilleri bir seçenek olarak dikkate alarak yatırımlarını çeşitlendirebilmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Hachenberg ve Schiereck (2018), Ekim 2015 ile Mart 2016 tarihleri arasındaki yeşil ve yeşil olmayan karşılaştırılabilir tahvillerin günlük fiyat farklılıklarını dikkate alarak karşılaştırma yaptıkları çalışmada, günlük deltanın aritmetik ortalamasının yeşil olmayan muadillerine kıyasla tek A dereceli yeşil tahvillerde en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Genel olarak, yeşil tahvillerin karşılaştırılabilir yeşil olmayan muadillerine göre 1,18 baz puan daha dar alanda işlem gördüklerini belirlemişlerdir. Ayrıca, yeşil tahvil ihraç etmenin yeşil olmayan tahvil ihraç etmekten daha pahalı olmasına rağmen AA, A ve BBB derecelendirmesine sahip olanlar için yeşil ve yeşil olmayan tahviller arasındaki fiyatlandırma farkının, ihraççının katlanması gereken dış maliyetleri telafi edebilecek güçte olduğunu ifade etmişlerdir.

Pham (2016), S&P yeşil tahvil endekslerinin Nisan 2010 ile Nisan 2015 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatları üzerinde, piyasanın oynaklık davranışını çok değişkenli GARCH modeli ile analiz ettiği çalışmada, “etiketli” yeşil tahvil piyasasının büyük oynaklık kümelenmesine sahip olduğunu ancak piyasanın “etiketlenmemiş” segmentinde oynaklık kümelenmesinin zayıf olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, genel konvansiyonel tahvil piyasasındaki bir şokun, yayılma etkisinin zaman içinde değişken olmakla birlikte yeşil tahvil piyasasına yayılma eğiliminde olduğunu belirlemiştir.

Reboredo (2018), yeşil tahvil piyasasının sabit getirili tahvil, hisse senedi ve enerji emtia gibi farklı finansal piyasalar ile olan bağımlılık yapısını araştırdığı çalışmada, yeşil tahvil piyasasının kurumsal ve hazine tahvili piyasalarıyla eşleştiğini, ayrıca hisse senedi ve enerji emtia piyasalarıyla zayıfta olsa birlikte hareket ettiğini belirlemiştir. Aynı çalışmada, hisse senedi ve enerji piyasalarındaki yatırımcılar için çeşitlendirme faydalarının oldukça büyük olduğunu tespit etmiştir. Yeşil tahvillerin kurumsal ve hazine sabit getirili piyasalardan kaynaklanan önemli fiyat yayılmalarından etkilendiğini ve hisse senedi ve enerji piyasalarındaki büyük fiyat dalgalanmalarının yeşil tahvil fiyatları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Broadstock ve Cheng (2019), yeşil ve siyah tahvil piyasaları arasındaki zamana göre değişen ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, finansal piyasa oynaklığındaki değişikliklerin; ekonomik politika belirsizliğinin, günlük ekonomik aktivitenin; petrol fiyatlarının ve yeşil tahvillere yönelik olumlu ve olumsuz haber temelli duyarlılığa yönelik oluşturulmuş ölçümler gibi durumların yeşil ve siyah tahviller arasındaki bağlantıda duyarlılık oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Gianfrate ve Peri (2019), 2013 ile 2017 tarihleri arasında ihraç edilen 121 Avrupa yeşil tahvilini Eğilim puanı eşleştirme yaklaşımı ile inceledikleri çalışmada, yeşil tahvillerin yeşil olmayanlara göre finansal olarak daha uygun olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca yeşil tahvillerin, kurumsal ihraççılar için daha büyük bir avantajının olduğunu ve ikincil piyasada avantajın devam ettiğini belirtmişlerdir.

Nanayakkara ve Colombage (2019), yeşil tahviller ile konvansiyonel tahvillerin dünya çapındaki sermaye piyasalarındaki fiyat farklılıklarını 2016-2017 tarihlerindeki günlük gözlemler ile inceledikleri çalışmada, yeşil tahvillerin, karşılaştırılabilir bir şirket tahvili ihracına kıyasla 63 baz puanlık bir primle alınıp satıldığını tespit etmişlerdir.

Zerbib (2019), Temmuz 2013'ten Aralık 2017'ye kadar ihraç edilen tahvillerden eşleştirme yöntemiyle yeşil tahvillerin getirisini eşdeğer sentetik yeşil olmayan tahviller ile kıyasladığı çalışmada, yeşil bir tahvilin getirisinin geleneksel bir tahvilin getirisinden daha düşük olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, primin tüm örnek ve ayrı ayrı Euro ve Dolar tahvilleri için ortalama -2 baz puan olduğunu, bu negatif primin finansal ve düşük dereceli tahviller için daha belirgin düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Reboredo ve Ugolini (2020), yeşil tahvil ve finansal piyasalar arasındaki fiyat bağlantılılığını finansal şokların piyasalar arasında doğrudan ve dolaylı iletimini yakalayan bir yapısal VAR modeli kullanarak araştırdığı çalışmada, yeşil tahvil piyasasının sabit getirili ve döviz piyasalarıyla yakından bağlantılı, bu piyasalardan büyük fiyat yayımları aldığı ve ihmal edilebilir ters etkiler ilettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, yeşil tahvil piyasasının hisse senedi, enerji ve yüksek getirili şirket tahvili piyasalarına zayıf bir şekilde bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tang ve Zhang (2020), 2007 ile 2017 tarihleri arasında 28 ülkedeki firmalar tarafından yapılan yeşil tahvil ihraçlarının duyuru getirileri ve reel etkilerini araştırdıkları çalışmada, hisse senedi fiyatlarının yeşil tahvil ihracına olumlu tepki verdiğini ancak yeşil tahviller için önemli derecede bir prim farkı bulamadıklarını belirlemişlerdir. Bu durumu, yeşil tahvil duyuruları etrafındaki pozitif hisse senedi getirilerinin tam olarak düşük borç maliyetinden kaynaklanmadığı şeklinde yorumlamaktadırlar.

Gao, Li ve Wang (2021), Çin'in yeşil tahvilleri ile ana finansal piyasalar arasındaki ağ bağlantılılık analizi ile birlikte dinamik getiri ve oynaklık yayımlarını çok boyutlu DCC-GJRARCH modeli ile araştırdıkları çalışmada, yeşil tahvil piyasası ile geleneksel tahvil piyasaları arasında iki yönlü; yeşil tahvil piyasası, hisse senedi ve emtia piyasalarından tek yönlü önemli risk yayımları olduğunu belirlemişlerdir. Ağ bağlantılılık analizi sonuçlarında ise, finansal olaylara karşılık gelen farklı alt dönemlerde bağlantı ve güç hakkında özel bilgiler sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Liu vd. (2021), 5 Temmuz 2011 ile 24 Şubat 2020 tarihleri arasında yeşil tahviller ile çeşitli küresel ve sektörel temiz enerji piyasası arasındaki dinamik bağımlılık yapısını inceledikleri çalışmada, yeşil tahviller ile temiz enerji hisse senedi piyasaları arasında zamanla değişen pozitif bir ortalama ve kuyruk bağımlılığı bulunduğunu ve temiz enerji hisse senedi piyasalarındaki aşırı aşağı ve yukarı yönlü hareketlerin yeşil tahvil piyasası üzerinde yayılma etkisine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca piyasalar arasında var olan risk yayılımının asimetrik olduğunu belirlemişlerdir.

Nguyen vd. (2021), 2008 ile 2019 tarihleri arasında yeşil tahviller ile hisse senetleri, emtialar, temiz enerji ve konvansiyonel tahviller dâhil olmak üzere diğer varlık piyasaları arasındaki karşılıklı ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, hisse senetleri, emtialar ve temiz enerji arasındaki birlikteliğin nispeten yüksek olduğunu; yeşil tahvillerin, hisse senetleri ve emtialarla düşük veya negatif korelasyonu nedeniyle çeşitlendirme faydasının önemli olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

3. EKONOMETRİK METODOLOJİ

Zaman serilerinde durağanlık tespiti yapılarak, aynı seviyede durağanlık gösterip göstermediği dikkat edilen durumların başında gelmektedir. Serilerin düzeyde veya farkı alınmış olarak durağanlaştırılması sonucunda analizler gerçekleştirilmektedir. Bazı analiz türlerinde bu durum dikkate alınmamaktadır. Toda ve Yamamoto (1995) geliştirdikleri gecikmesi artırılmış VAR modeli ile analiz edilecek olan değişkenlerin durağanlık koşulunu yerine getirmese bile düzey değerlerini kullanarak VAR modelinin oluşturulabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu modelde serilerin birim kökü barındırması veya serilerin eş bütünleşik olması gibi sorunlar analize engel olmamaktadır. Modelin en önemli ön koşullarından bir tanesi, analizde kullanılan değişkenler için belirlenen maksimum bütünleşme derecesi değerinin, model için belirlenen gecikme uzunluğu değerinden büyük olmamasıdır. VAR modeli tahmin aşamasında, değişkenlere ait düzey değerler için tespit edilen gecikme uzunluğu (k) ile maksimum bütünleşme derecesinin (d_{max}) toplamından çıkan değer üzerinden analizler gerçekleştirilmektedir (Kocabıyık, Aksoy ve Teker, 2020: 356; Kaya, 2021: 147). Yani uygun gecikme uzunluğunun, maksimum bütünleşme derecesinin 1 olduğu durumda: Toda-Yamamoto nedensellik analizi için VAR model tahmini (3+1) 4 üzerinden gerçekleştirilmektedir.

$$Y_t = \omega + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \delta_{1j} X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \theta_{1j} Y_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

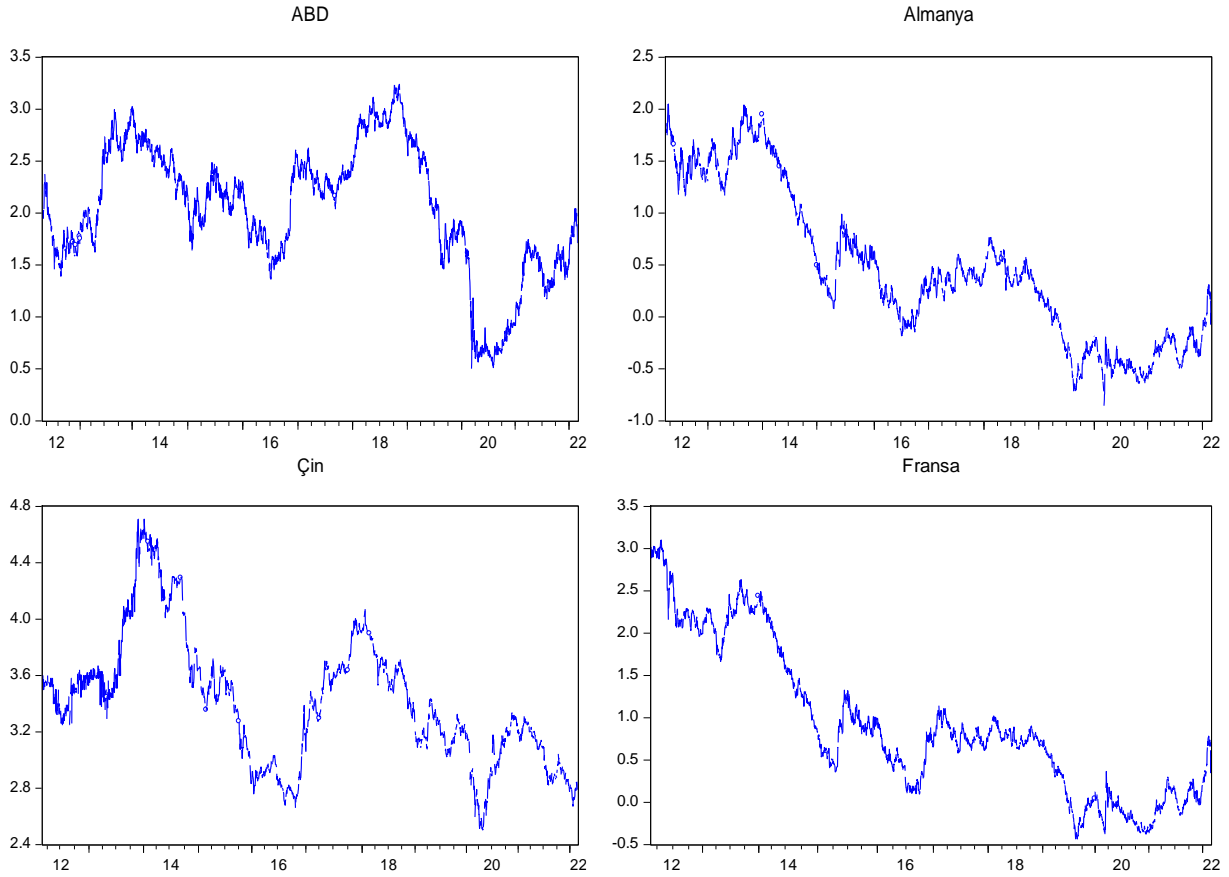
$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \delta_{2i} X_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \theta_{2i} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

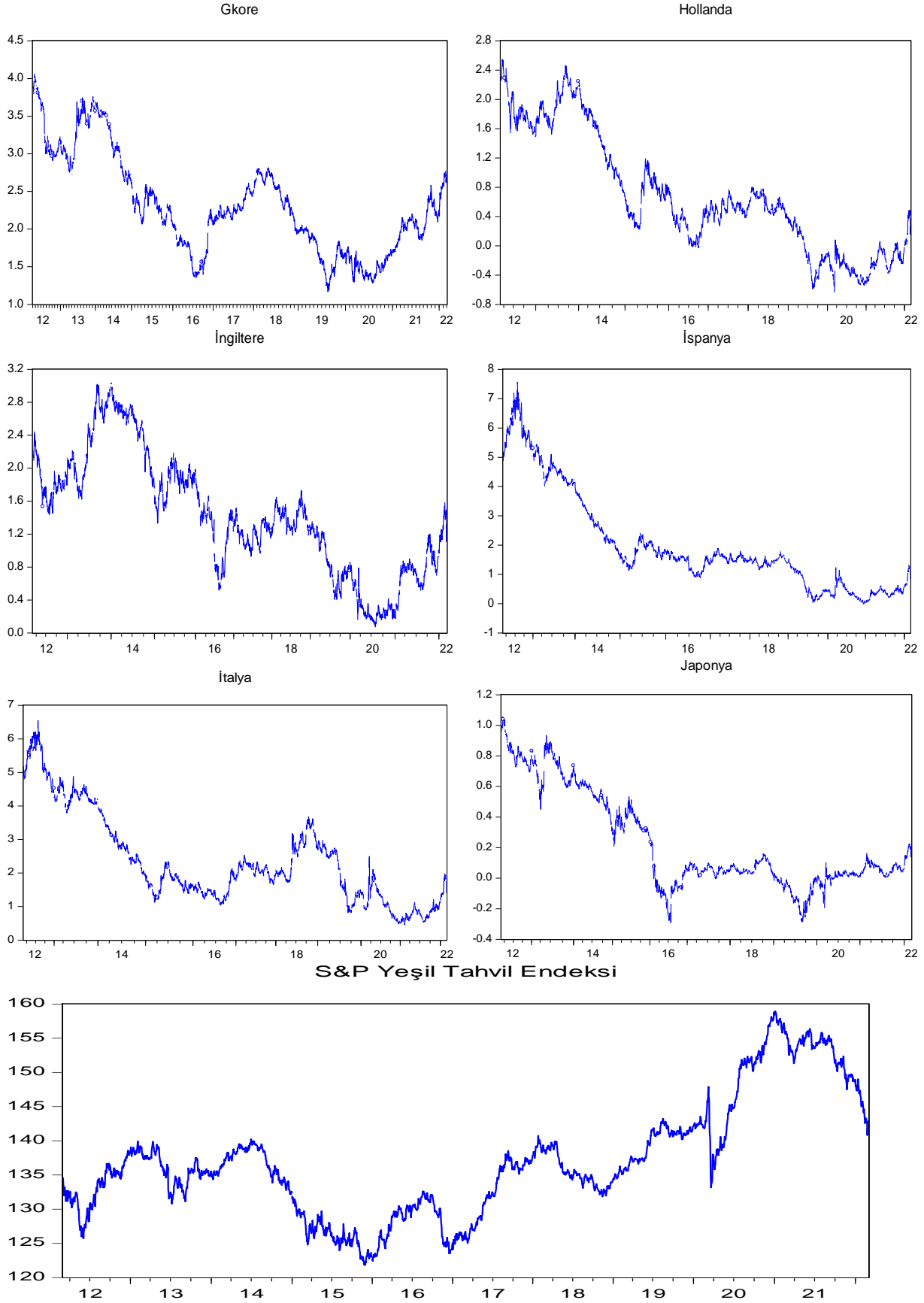
Yukarıda gösterilen formüller ile ifade edilen Toda-Yamamoto nedensellik testinde, k bilgi kriterleri (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn gibi) yardımıyla tespit edilen uygun gecikme uzunluğu: d_{max} ise birim kök testleri (Genişletilmiş Dickey-Fuller, Phillips-Perron gibi) kullanılarak belirlenen maksimum bütünleşme derecesini ifade etmektedir. Hata terimleri olan ε_{1t} ve ε_{2t} , sıfır ortalama ve sabit kovaryans matrisine sahip olarak varsayılmaktadır (Gazel, 2017: 292).

4. VERİ SETİ VE BULGULAR

Yeşil tahvil piyasası ile ülke tahvil faizleri arasındaki nedensellik ilişkisini Toda-Yamamoto testi ile belirlemek amacıyla 29 Şubat 2012 ile 4 Mart 2022 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerlerini kullanarak çalışma yapılmıştır. Bu tarih aralığının seçilmesinin özel bir sebebi olmamakla birlikte hem son 10 yılı içermesi hem de 2008 Küresel Finans Krizi'nin nispeten sonlanmaya başladığı tarih olarak belirtmek mümkündür. Yeşil tahvil piyasası olarak S&P Yeşil Tahvil piyasası verileri analize tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılan ülkelerin seçiminde, İklim Tahvilleri Etkileşimli Veri Platformu (The Climate Bonds Interactive Data Platform) tarafından açıklanan verilere göre en çok iklim tahvili değerine sahip olan 15 ülke arasından: ABD, Almanya, Çin, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya ve Japonya olarak 10 ülkenin 10 yıllık tahvil faiz oranları kullanılmıştır. 10 yıllık tahvil faizlerinin kullanılmasının sebebi, hem piyasada en çok takip edilen tahvil faizleri olması hem de yeşil tahvil piyasası vadesine göre uygun bir seçenek olduğu düşünülmüşünden dolayıdır.

Analizde kullanılan serilerin günlük grafikleri aşağıda gösterilmektedir.





Şekil 1. Yeşil Tahvil ve Devlet Tahvillerinin Günlük Değerleri

Grafiklerde görüldüğü üzere ülke devlet tahvillerinde, veri başlangıç tarihinden itibaren çoğunlukla düşüş trendinin söz konusu olduğu, 2020 tarihinden sonra ise büyük oranda artış trendine girildiğini gösterebilecek şekilde faiz oranlarında yükseliş olduğu gözlemlenmektedir. Ekonomik krizler, doğal afetler veya dünyayı etkileyebilecek herhangi bir salgın dönemlerinde ülke tahvil faizlerinin yükseliş eğilimine girdiği bilinmektedir. Çalışmada da bu durum görülmekte ve 2020 yılı Covid-19 salgın döneminde, yatırımcıların güvenli liman olarak gördükleri devlet tahvillerine olan talepte yaşanan artış, tahvil faizlerini yükseltmektedir. Bunun en önemli sebebi ise devlet tahvillerini, yatırımcıların risksiz getiri aracı olarak görmesi ve ülkelerin borcunu ödeyemeyecek duruma düşme ihtimallerinin şirketlere göre neredeyse sıfır olduğunu düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Finansal piyasalarda karışıklık veya belirsizlik durumları söz konusu olduğunda, bireysel ve kurumsal yatırımcıların yönelmeyi düşündüğü ilk piyasalar devlet tahvilleri piyasası olmaktadır. S&P Yeşil tahvil endeksine bakıldığında, 2017 yılına kadar belirli bir dalgalanma aralığında olduğu 2017 başlangıcından itibaren ise artış trendine girdiği söylenebilir. Bu tarihten itibaren piyasada yeşil tahvil kavramının iyiden iyiye oturmaya başlaması ile yatırımcıların talebinde yaşanan artış fiyatlarda belirgin yükselişlerin yaşanmasını ortaya koymaktadır. Portföylerini çeşitlendirmek isteyen yatırımcıların bu alana yönelmeye başlaması ile piyasadaki hacim ve fiyatlardaki hareketlilik artış göstermeye başlamıştır. 2020 yılı sonunda zirve noktasına ulaştıktan sonra küresel piyasalarda yaşanan belirsizliğin artması, firmaların bazı yatırımlarını ertelemesi, firmaların fon ihtiyaçlarının meydana gelmesi gibi durumlar sonucunda endeks değerinde bir düşüş trendi ortaya çıkmaya başlamıştır. Veri aralığına bakıldığında ilk zamanlarda direnç noktası olarak çalışan yaklaşık 140 dolar değeri, şimdilerde destek noktası görevini üstlenme durumunda kalabilir.

Analize tabi tutulan tahvil serilerinin birim kök testi sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Tahvil Serilerinin Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi Sonuçları

	Düzye t-istatistik Değeri	1. Farkı Alınmış t-istatistik Değeri
ABD 10 Yıllık	-1,8967	-16,8368*
Almanya 10 Yıllık	-2,5591	-52,0831*
Çin 10 Yıllık	-2,4122	-9,1446*
Fransa 10 Yıllık	-2,2673	-50,9709*
Güney Kore 10 Yıllık	-1,3020	-57,3319*
Hollanda 10 Yıllık	-2,3671	-51,3344*
İngiltere 10 Yıllık	-2,2118	-41,3045*
İspanya 10 Yıllık	-1,4285	-9,5015*
İtalya 10 Yıllık	-1,7672	-14,8506*
Japonya 10 Yıllık	-1,6737	-19,2277*
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	-1,8908	-33,6521*

* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Toda-Yamamoto nedensellik testinde, serilerin durağan olma şartı bulunmamakta ancak maksimum bütünlüşme derecesinin belirlenebilmesi durağanlık testinin yapılması gerekmektedir.

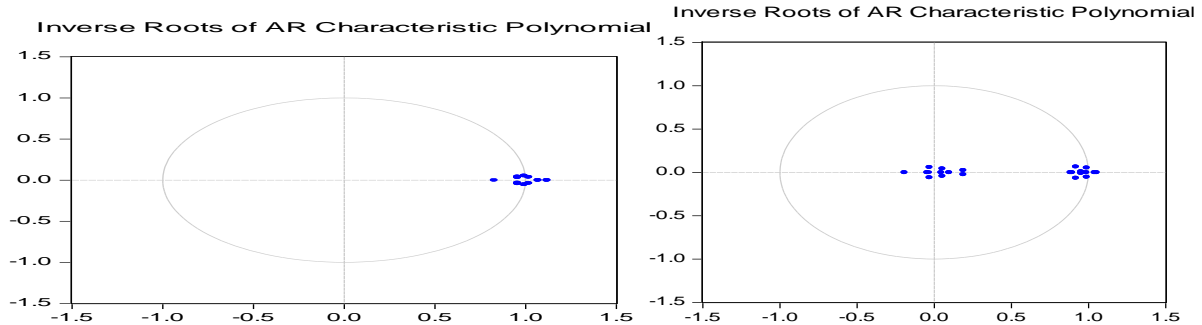
Seriler için yapılan sabitli ve trendli Genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testi sonuçlarına göre, serilerin düzeyde durağan olmadıkları ancak 1. farkı alınmış haliyle durağan oldukları tespit edilmiştir. Bu durumda d_{max} değeri 1 olarak tahmin modeline eklenecektir.

Tablo 2. Serilerin Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti Aşaması

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-13962,36	NA	1.30e-09	10,75701	10,78183	10,76600
1	47472,90	122303	4.12e-30	-36,44411	-36,14625*	-36,33618*
2	47606,98	265,7848	4.08e-30*	-36,45418*	-35,88327	-36,24732
3	47701,33	186,2434	4.17e-30	-36,43367	-35,58972	-36,12787
4	47791,10	176,4241	4.27e-30	-36,40962	-35,29263	-36,00490
5	47885,82	185,3542	4.36e-30	-36,38939	-34,99936	-35,88573
6	47966,51	157,2277	4.49e-30	-36,35836	-34,69529	-35,75577
7	48054,45	170,5902	4.61e-30	-36,33291	-34,39680	-35,63138
8	48140,02	165,2856*	4.74e-30	-36,30564	-34,09648	-35,50518

* Kriter tarafından belirlenen gecikme uzunluğunu; AIC Akaike, SC Schwarz, HQ Hannan-Quinn, FPE Son Tahmin Hatasını, LR sıralı değiştirilmiş LR test istatistiğini ifade etmektedir.

Tablo 2’de nedensellik testi için gerekli olan uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesine yardımcı olacak olan bilgi kriterleri değerleri gösterilmektedir. Uygun gecikme uzunluğunun doğru tespit edilmesinin önemi daha önce vurgulanmış bundan dolayı tabloda koyu renkli olarak işaretlenen bütün gecikme uzunlukları üzerinden tahminler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda iki kriter tarafından uygun görülen 1 ve 2 gecikme uzunlukları, model için gerekli olan istikrar koşulunu sağlamamaktadır. Şekil 2’de gösterilen grafiklere göre, çizilen çember içerisinde 1 (soldaki) ve 2 (sağdaki) gecikme uzunluğuna göre oluşturulan VAR model tahminine ait AR karakteristik polinomunun ters köklerinin hepsi yer almadığından dolayı istikrar koşulunun sağlanmadığı görülmektedir. Bundan dolayı k değeri 8 olarak alınmış ve istikrar koşulunu sağladığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi için VAR model tahmini, $k+d_{max}$ sonucunu gösteren 9 üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. VAR Model Tahmini AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri Grafiği

Tablo 3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken S&P Yeşil Tahvil Endeksi	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	7,167979	0,5186
Almanya 10 Yıllık	23,24090	0,0031*
Çin 10 Yıllık	9,931746	0,2698
Fransa 10 Yıllık	7,062171	0,5299
Güney Kore 10 Yıllık	5,823316	0,6670
Hollanda 10 Yıllık	8,815307	0,3581
İngiltere 10 Yıllık	3,788114	0,8757
İspanya 10 Yıllık	7,191463	0,5161
İtalya 10 Yıllık	4,302239	0,8289
Japonya 10 Yıllık	5,004849	0,7571

* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

S&P Yeşil tahvil endeksi ile ülke tahvil faizleri arasındaki nedensellik ilişkisini gösteren Tablo 3'e göre, Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizinden S&P Yeşil tahvil endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Yani Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizi S&P Yeşil tahvil endeksinin nedeni olduğu sonucu çıkmaktadır. Analizde kullanılan diğer ülke tahvil faizleri ile arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi belirlenememiştir.

Tablo 4. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken ABD 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
Almanya 10 Yıllık	11,35681	0,1823
Çin 10 Yıllık	3,152520	0,9244
Fransa 10 Yıllık	12,84985	0,1171
Güney Kore 10 Yıllık	3,427548	0,9047
Hollanda 10 Yıllık	6,311216	0,6124
İngiltere 10 Yıllık	19,50758	0,0124**
İspanya 10 Yıllık	6,794572	0,5590
İtalya 10 Yıllık	7,607481	0,4727
Japonya 10 Yıllık	29,49935	0,0003*
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	4,217820	0,8370

* ve **, sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Tablo 4'te yer alan bilgilere göre, İngiltere ve Japonya 10 yıllık devlet tahvili faizlerinin ABD 10 yıllık devlet tahvili faizinin nedeni olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu durum, İngiltere ve Japonya 10 yıllık devlet tahvil faizlerinden ABD 10 yıllık devlet tahvili faizine doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Almanya 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	5,823983	0,6669
Çin 10 Yıllık	5,784453	0,6714
Fransa 10 Yıllık	2,765912	0,9482
Güney Kore 10 Yıllık	18,77412	0,0161**
Hollanda 10 Yıllık	4,386154	0,8207
İngiltere 10 Yıllık	9,640332	0,2912
İspanya 10 Yıllık	14,68436	0,0656***
İtalya 10 Yıllık	3,070757	0,9298
Japonya 10 Yıllık	28,31244	0,0004*
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	8,585072	0,3785

*, ** ve ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Güney Kore, İspanya ve Japonya 10 yıllık devlet tahvili faizlerinin Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizinin Granger nedeni olduğu Tablo 5'te yer alan değerler dikkate alınarak tespit edilmiştir. Diğer tahviller ile herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Tablo 6. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Çin 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	7,704572	0,4628
Almanya 10 Yıllık	13,90902	0,0842***
Fransa 10 Yıllık	9,975397	0,2668
Güney Kore 10 Yıllık	7,803266	0,4529
Hollanda 10 Yıllık	7,652468	0,4681
İngiltere 10 Yıllık	3,159272	0,9240
İspanya 10 Yıllık	8,601077	0,3771
İtalya 10 Yıllık	2,493503	0,9620

Japonya 10 Yıllık	12,77611	0,1198
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	5,427321	0,7111

*** %10 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizi ile Çin 10 yıllık devlet tahvil faizi arasında nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 7. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Fransa 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	6,594599	0,5809
Almanya 10 Yıllık	4,441552	0,8153
Çin 10 Yıllık	7,106982	0,5251
Güney Kore 10 Yıllık	3,943578	0,8622
Hollanda 10 Yıllık	28,77013	0,0003*
İngiltere 10 Yıllık	4,246608	0,8342
İspanya 10 Yıllık	31,51142	0,0001*
İtalya 10 Yıllık	9,766144	0,2818
Japonya 10 Yıllık	10,19589	0,2515
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	5,675798	0,6835

* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Tablo 7'de gösterilen Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre Hollanda ve İspanya 10 yıllık devlet tahvili faizi ile Fransa 10 yıllık devlet tahvili faizi arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 8. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Güney Kore 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	11,03187	0,1999
Almanya 10 Yıllık	17,76584	0,0231**
Çin 10 Yıllık	5,046237	0,7526
Fransa 10 Yıllık	14,37543	0,0725***
Hollanda 10 Yıllık	5,304916	0,7245
İngiltere 10 Yıllık	7,728789	0,4604
İspanya 10 Yıllık	32,80932	0,0001*

İtalya 10 Yıllık	14,18232	0,0771***
Japonya 10 Yıllık	15,65583	0,0476**
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	5,387753	0,7154

*, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Almanya, Fransa, İspanya, İtalya ve Japonya devletlerinin 10 yıllık devlet tahvili faiz oranlarının Güney Kore 10 yıllık devlet tahvili faiz oranının nedeni olduğu Tablo 8'de yer alan bilgiler ışığında belirlenmiştir.

Tablo 9. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Hollanda 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	3,643595	0,8878
Almanya 10 Yıllık	8,838025	0,3561
Çin 10 Yıllık	5,640620	0,6874
Fransa 10 Yıllık	20,28884	0,0093*
Güney Kore 10 Yıllık	10,34709	0,2415
İngiltere 10 Yıllık	9,576632	0,2960
İspanya 10 Yıllık	8,759117	0,3630
İtalya 10 Yıllık	10,37706	0,2396
Japonya 10 Yıllık	5,542572	0,6983
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	6,468578	0,5949

* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Fransa 10 yıllık devlet tahvili faizinden Hollanda 10 yıllık devlet tahvili faizine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu Tablo 9'daki bilgiler dikkate alınarak ortaya konulmuştur.

Tablo 10. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken İngiltere 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	7,558152	0,4778
Almanya 10 Yıllık	8,625587	0,3749
Çin 10 Yıllık	11,32334	0,1840
Fransa 10 Yıllık	11,22289	0,1894
Güney Kore 10 Yıllık	17,11242	0,0290**
Hollanda 10 Yıllık	32,04485	0,0001*

İspanya 10 Yıllık	5,065213	0,7506
İtalya 10 Yıllık	5,267291	0,7287
Japonya 10 Yıllık	3,192661	0,9217
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	8,273045	0,4073

* ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Tablo 10, Güney Kore ve Hollanda 10 yıllık devlet tahvili faiz oranlarının İngiltere 10 yıllık devlet tahvil faizinin Granger nedeni olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Diğer tahviller ile arasında nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Tablo 11. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken İspanya 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	7,412685	0,4928
Almanya 10 Yıllık	27,34161	0,0006*
Çin 10 Yıllık	13,01596	0,1113
Fransa 10 Yıllık	13,05581	0,1099
Güney Kore 10 Yıllık	6,520655	0,5891
Hollanda 10 Yıllık	18,35746	0,0187**
İngiltere 10 Yıllık	9,176525	0,3276
İtalya 10 Yıllık	120,2532	0,0000*
Japonya 10 Yıllık	7,486767	0,4851
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	8,586220	0,3784

* ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Almanya, Hollanda ve İtalya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranlarının İspanya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranının nedeni olduğu yani bu ülke tahvillerinden İspanya tahviline doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu Tablo 11’de yer alan bilgiler dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tablo 12. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken İtalya 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	8,219223	0,4124
Almanya 10 Yıllık	10,64495	0,2226
Çin 10 Yıllık	6,315927	0,6119
Fransa 10 Yıllık	11,64301	0,1679

Güney Kore 10 Yıllık	12,87744	0,1161
Hollanda 10 Yıllık	12,28558	0,1389
İngiltere 10 Yıllık	13,13049	0,1074
İspanya 10 Yıllık	8,301674	0,4046
Japonya 10 Yıllık	4,662356	0,7930
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	11,75962	0,1623

Tablo 12’de verilen değerlere göre İtalya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranının ülke tahvil faizleri ve yeşil tahvil endeksi ile arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 13. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	Bağımlı Değişken Japonya 10 Yıllık	
	Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
ABD 10 Yıllık	14,29801	0,0743***
Almanya 10 Yıllık	4,258316	0,8331
Çin 10 Yıllık	6,578010	0,5828
Fransa 10 Yıllık	7,546655	0,4790
Güney Kore 10 Yıllık	9,284308	0,3189
Hollanda 10 Yıllık	9,439696	0,3066
İngiltere 10 Yıllık	9,600861	0,2942
İspanya 10 Yıllık	15,39149	0,0520***
İtalya 10 Yıllık	12,86124	0,1167
S&P Yeşil Tahvil Endeksi	9,175092	0,3277

*** %10 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Tablo 13’deki bilgilere göre ABD ve İspanya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı ile Japonya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı arasında nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Tablo 14. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları Özet Tablosu

		Ki-Kare Değeri	Olasılık Değeri
Almanya 10 Yıllık	→ S&P Yeşil Tahvil Endeksi	23,24090	0,0031*
İngiltere 10 Yıllık	→ ABD 10 Yıllık	19,50758	0,0124**
Japonya 10 Yıllık		29,49935	0,0003*
Güney Kore 10 Yıllık	→ Almanya 10 Yıllık	18,77412	0,0161**
İspanya 10 Yıllık		14,68436	0,0656***

Japonya 10 Yıllık		28,31244	0,0004*
Almanya 10 Yıllık	➔ Çin 10 Yıllık	13,90902	0,0842***
Hollanda 10 Yıllık	➔ Fransa 10 Yıllık	28,77013	0,0003*
İspanya 10 Yıllık		31,51142	0,0001*
Almanya 10 Yıllık	➔ Güney Kore 10 Yıllık	17,76584	0,0231**
Fransa 10 Yıllık		14,37543	0,0725***
İspanya 10 Yıllık		32,80932	0,0001*
İtalya 10 Yıllık		14,18232	0,0771***
Japonya 10 Yıllık		15,65583	0,0476**
Fransa 10 Yıllık	➔ Hollanda 10 Yıllık	20,28884	0,0093*
Güney Kore 10 Yıllık	➔ İngiltere 10 Yıllık	17,11242	0,0290**
Hollanda 10 Yıllık		32,04485	0,0001*
Almanya 10 Yıllık	➔ İspanya 10 Yıllık	27,34161	0,0006*
Hollanda 10 Yıllık		18,35746	0,0187**
İtalya 10 Yıllık		120,2532	0,0000*
ABD 10 Yıllık	➔ Japonya 10 Yıllık	14,29801	0,0743***
İspanya 10 Yıllık		15,39149	0,0520***

*, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları tek tablo şeklinde özet olarak Tablo 14'te gösterilmektedir. S&P Yeşil tahvil endeksi ile sadece Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizi arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Diğer ülke tahvil faizleri ile yeşil tahvil arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Ülke tahvil faizlerinin kendi arasındaki nedensellik ilişkisine bakıldığında, birçok ülke arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. ABD ile Japonya, Almanya ile Güney Kore ve İspanya, Hollanda ile Fransa 10 yıllık devlet tahvili faizleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

Küresel iklim değişikliği ile birlikte kurum ve devletler iklimden kaynaklı problemleri en aza indirebilecek şekilde çevreci ekonomiye geçiş için çeşitli alternatif araçlar oluşturmuşlardır. Bunların en başında Yeşil statüsünde yer alan finansal varlıklar gelmektedir. Bu finansal varlıklar içerisinde en çok bilinen ve işlem hacmi yüksek olan Yeşil tahvil piyasasıdır. Bu alana yatırım yapan firma ve devletlerin çıkarmış oldukları tahvillere, çevreci ve portföyünü çeşitlendirmek isteyen pek çok yatırımcı yönelmektedir. Bu sayede hem kendi gelirlerini artırabilme hem de ilgi duyduğu alanda yatırım yapma imkânı bulmaktadırlar. Ülkeler tarafından çıkarılan devlet tahvillerine tam olarak alternatif olmasa da portföy çeşitlendirme anlamında yeşil tahvillere ilgi son zamanlarda artmaktadır. Yeşil tahviller sayesinde yatırımcılar hem çevresel faydayı ön planda tutan yatırımlara fon sağlamakta hem de bu yatırımdan kar elde etmektedir. Bu alana yatırım yapan yatırımcı sayısının artması, yeşil tahvil piyasasının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Yeşil statülü finansal varlıklar ile diğer finansal varlıklar arasındaki ilişkinin araştırılması, akademik çevrede giderek artan sayıda çalışmanın oluşmasını sağlamıştır. Bu çalışma, yeşil tahvil piyasası ile ülke tahvil faizleri arasındaki nedensellik ilişkisini Toda-Yamamoto testi ile belirleyebilmek için yapılmıştır. Yeşil tahvil piyasası olarak S&P Yeşil Tahvil Endeksi; ülke tahvilleri olarak: ABD, Almanya, Çin, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya ve Japonya 10 yıllık devlet tahvilleri kullanılmıştır. 10 yıllık tahvil faizlerinin kullanılmasının sebebi, hem piyasada en çok takip edilen tahvil faizleri olması hem de yeşil tahvil piyasası vadesine göre uygun bir seçenek olmasından dolayıdır. Çalışmada, 29 Şubat 2012 ile 4 Mart 2022 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerleri kullanılmıştır.

Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre, Almanya 10 yıllık devlet tahvili faizinden S&P Yeşil tahvil endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Diğer ülke tahvilleri ile yeşil tahvil endeksi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Ülkelerin 10 yıllık devlet tahvili faizi arasında ise İngiltere ile ABD; Japonya ile Almanya; Almanya ile Çin; İspanya ile Fransa; Fransa, İspanya, İtalya ve Japonya ile Güney Kore; Güney Kore ve Hollanda ile İngiltere; Hollanda ve İtalya ile İspanya; İspanya ile Japonya arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu ortaya konulmuştur. Sadece İtalya 10 yıllık devlet tahvili faiz oranı ile herhangi bir ülke tahvil faizi ve yeşil tahvil endeksi arasında nedensellik ilişkisi belirlenmemiştir. ABD ile Japonya; Almanya ile Güney Kore; İspanya ve Hollanda ile Fransa 10 yıllık devlet tahvili faizleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İklimsel değişikliklere karşı hassas ve portföy çeşitlendirmesini önceliğine alan bireysel ve kurumsal yatırımcıların, yeşil tahvil piyasasına yönelmesiyle birlikte piyasa hacmi artmakta, piyasa gelişmişlik seviyesi yükselmekte ve gelir elde etme imkânı da artış göstermektedir. Bunlar sayesinde piyasanın bilinirliği artmakta ve daha fazla gelir elde etmek isteyen yatırımcılar da piyasada işlem yapmaya başlamaktadır. Yeni yatırımcıların yanlarında daha da yeni yatırımcıları çekip getirmesiyle birlikte piyasanın büyüklüğü doğru orantıda artmakta ve hem bu piyasada işlem yapan yatırımcılar daha fazla kazanmakta hem de çevreci ekonominin gelişmesine yardımcı olunmaktadır. Türkiye’de bilinirliği son zamanlarda artmaya başlayan bir piyasa olarak bu piyasa üzerine daha fazla yoğunlaşılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve yatırımcılara iyi bir şekilde açıklanması gerekmektedir. Çalışmanın, ülke tahvillerine yatırım yapan yatırımcılar açısından çeşitlendirme anlamında katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu alana ilgi duyan yatırımcılar için de portföy oluşturma aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı noktaları, çıkan sonuçları irdeleyerek bulabilmelerine yardımcı olabilecektir. Bu alanda çalışma yapmak isteyen akademisyen ve araştırmacılar içinse, dünyada daha yaygın olan yeşil tahvil gibi yeşil finans alanındaki finansal varlıklar üzerine farklı tarih ve yöntemler ile birçok yeni çalışma literatüre kazandırılabilir. Türkiye’de yeni yeni yeşermeye başlayan yeşil finans üzerine politika yapıcıların da uygun hukuksal ve finansal altyapıyı oluşturarak bu alanda işlem yapmak isteyen bireysel ve kurumsal yatırımcılara imkân sunmalıdır. Küresel çapta hızla yükseliş gösteren yeşil finans alanında dünyadan geri kalmamak ve onlarla yarışabilmek için hızlı adımların atılması uygun olacaktır.

Etik Beyan

“Yeşil Tahvil ve Ülke Tahvilleri Arasındaki Nedensellik” başlıklı çalışmanın yazılması ve yayınlanması süreçlerinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilmiş ve çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Çalışma için etik kurul izni alınmıştır.

Katkı Oranı Beyanı

Çalışmadaki yazarların tümü çalışmanın yazılmasından taslağın oluşturulmasına kadar tüm süreçlere katkı yapmış ve nihai halini okuyarak onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

KAYNAKÇA

- Antoniuk, Y. ve Leirvik, T. (2021). Climate Transition Risk and the Impact on Green Bonds. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(597), 1-19.
- Broadstock, D. C. ve Cheng, L. T. W. (2019). Time-varying Relation Between Black and Green Bond Price Benchmarks: Macroeconomic Determinants for the First Decade. *Finance Research Letters*, 29, 17-22.
- Gao, Y., Li, Y. ve Wang, Y. (2021). Risk Spillover and Network Connectedness Analysis of China's Green Bond and Financial Markets: Evidence from Financial Events of 2015–2020. *North American Journal of Economics and Finance*, 57, 1-25.
- Gazel, S. (2017). BİST Sınai Endeksi ile Çeşitli Metaller Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi. *The Journal of Academic Social Science*, 5(52), 287-299.
- Gianfrate, G. and Peri, M. (2019). The Green Advantage: Exploring the Convenience of Issuing Green Bonds. *Journal of Cleaner Production*, 219,127-135.
- Hachenberg, B. ve Schiereck, D. (2018). Are Green Bonds Priced Differently from Conventional Bonds?. *Journal of Asset Management*, 19, 371–383.
- Kaya, M. (2021). Seçili Kripto Para Birimleri Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 13 (2): 138-160.
- Kocabıyık, T., Aksoy, E. ve Teker, T. (2020). Makroekonomik Değişkenlerin Park Mavera III Gayrimenkul Sertifikası Fiyatı Üzerine Etkisinin Toda-Yamamoto Analizi İle Keşfi. *AVRASYA Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 8(21), 347-365.
- Le, TN-L., Abakah, E. J. A. ve Tiwari, A. K. (2020). Time and Frequency Domain Connectedness and Spill-over Among Fintech, Green Bonds and Cryptocurrencies in The Age of the Fourth Industrial Revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 1-16.
- Liu, N., Liu, C., Da, B., Zhang, T. ve Guan, F. (2021). Dependence and Risk Spillovers Between Green Bonds and Clean Energy Markets. *Journal of Cleaner Production*, 279, 1-12.
- Naeem, M. A., Adekoya, O. B. ve Oliyide, J. A. (2021). Asymmetric Spillovers Between Green Bonds and Commodities. *Journal of Cleaner Production*, 314, 1-10.
- Nanayakkara, M. ve Colombage, S. (2019). Do Investors in Green Bond Market Pay a Premium? Global Evidence. *Applied Economics*, 51(40), 4425-4437.
- Nguyen, T. T. H., Naeem, M. A., Balli, F., Ozer Balli, H. ve Vo, X. V. (2021). Time-frequency Comovement Among Green Bonds, Stocks, Commodities, Clean Energy, and Conventional Bonds. *Finance Research Letters*, 40, 1-9.
- Pham, L. (2016). Is it Risky to Go Green? A Volatility Analysis of the Green Bond Market. *Journal Of Sustainable Finance and Investment*, 6(4), 263-291.
- Pham, L. Ve Nguyen, C. P. (2021). Asymmetric Tail Dependence Between Green Bonds and other Asset Classes. *Global Finance Journal*, 50, 1-19.
- Reboredo, J. C. (2018). Green Bond and Financial Markets: Co-movement, Diversification and Price Spillover Effects. *Energy Economics*, 74, 38-50.

Güneş, H. (2023). Yeşil Tahvil ve Ülke Tahvilleri Arasındaki Nedensellik. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 25(45), 1244-1263.

Reboredo, J. C. ve Ugolini, A. (2020). Price Connectedness Between Green Bond and Financial Markets. *Economic Modelling*, 88, 25–38.

Sustainable Banking Network (SBN), (2018). Creating Green Bond Markets – Insights, Innovations, and Tools from Emerging Markets. 1-49.

Tang, D. Y. ve Zhang, Y. (2020). Do Shareholders Benefit from Green Bonds?. *Journal of Corporate Finance*, 61, 1-18.

Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics* 66, 225-250.

Zerbib, O. D. (2019). The Effect of Pro-environmental Preferences on Bond Prices: Evidence from Green Bonds. *Journal of Banking and Finance*, 98, 39–60.

Extended Abstract

Causality between Green Bond and Country Bond

The difficulties experienced recently due to global warming and climate change in the world have caused investors to be interested in financial innovations that support sustainable development. One of these innovations is green bonds, which are seen as a promising financial product to overcome environmental challenges. Green bonds deal with adaptation to climate change and other environmental issues such as depletion of natural resources, loss of biodiversity, air, water, and soil. The development of the green bond market is closely related to many different variables and markets. The development of this market concerns environmental scientists, institutions and investors who care about suitability in portfolio diversification and seek sustainable solutions to protect themselves against risks. Individual and institutional investors investing in country bonds are turning to the green bond market, which can be an alternative to this market or add diversity to the bond market, taking into account changing climate conditions and more environmentally friendly approaches. In this context, investors who care about global climate change invest in the green bond market, which can be considered up-to-date. Therefore, the existence of a causal relationship between country bond markets and green bond markets becomes important. Therefore, researching this issue may reveal results that can help investors.

The study was conducted to determine the relationship between the green bond market and country bond interest rates. In the selection of countries, 10-year bond interest rates of 10 countries among the 15 countries with the highest climate bond value, according to the data announced by the Climate Bonds Interactive Data Platform, were used. The reason why 10-year bond interest rates are used is because they are the most followed bond interest rates in the market and because they are a suitable option according to the maturity of the green bond market. S&P Green Bond Index was used as the green bond market. The data covers daily closing values between February 29, 2012 and March 4, 2022.

Return series of the variables were created and the causality relationship between the markets was tested with the Toda-Yamamoto test. The reason for choosing this model is that problems such as the series having a unit root or the series being cointegrated do not hinder the analysis. One of the most important prerequisites of the model is that the maximum degree of integration value determined for the variables used in the analysis is not greater than the lag length value determined for the model.

According to the Toda-Yamamoto causality test results, it has been determined that there is a one-way causality relationship from the German 10-year government bond interest rate to the S&P Green bond index. No causality relationship was found between other country bonds and the green bond index. Among the 10-year government bond interest rates of the countries, the UK and the USA; Japan and Germany; Germany and China; Spain and France; France, Spain, Italy and Japan and South Korea; South Korea and the Netherlands and England; Netherlands and Italy and Spain; It has been revealed that there is a one-way causality relationship between Spain and Japan. Only a causal relationship could not be determined between the Italian 10-year government bond interest rate and any country bond interest or green bond index. Among the 10-year government bond interest rates, the USA and Japan; Germany and South Korea; It was concluded that there is a bidirectional causality relationship between Spain, the Netherlands and France.

It is thought that the study will contribute to diversification for investors investing in country bonds. It may help investors who are interested in this field to find some points that need to be considered during the portfolio creation phase by examining the results. For academics and researchers who want to work in this field, many new studies with different dates and methods can be added to the literature on financial assets in the field of green finance, such as green bonds, which are more common in the world. Policy makers on green finance, which is just starting to flourish in Turkey, should create the appropriate legal and financial infrastructure and provide opportunities to individual and institutional investors who want to transact in this field. It would be appropriate to take rapid steps in order not to fall behind and compete with the rest of the world in the field of green finance, which is rapidly rising globally.