

FİNANSAL PİYASALARDA ASİMETRİK NEDENSELLİK: BIST100, VIX VE DÖVİZ KURU ÖRNEĞİ

Dündar KÖK*

Elif Hilal NAZLIOĞLU**

ÖZ

Bu çalışmanın amacı; BIST100 Endeksi, ABD Doları ve VIX Endeksi'nin 02.01.2009–12.11.2018 dönemi günlük verileri aracılığıyla, pay senedi piyasaları ve döviz kuru piyasası oynaklıkları arasındaki risk transfer mekanizmasını asimetrik nedensellik yöntemi ile ele almaktır. Belirlenen piyasa dinamikleri risk transferinin varlığı, Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik yaklaşımıyla araştırılmıştır. Bulgular, risk transferinde asimetrik nedenselliğe yönelik kanıtlar göstermektedir. Buna göre VIX'in pozitif oynaklığından BIST100'ün negatif oynaklığına; ABD Dolarının pozitif oynaklığından BIST100'ün hem pozitif hem negatif oynaklığına ve BIST100'ün negatif oynaklığından ABD Dolarının negatif oynaklığına nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kavramlar: BIST100, Döviz Kuru, VIX, Oynaklık, Asimetrik Nedensellik.

* Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, dkok@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5250-3369>

** Öğr. Gör., Pamukkale Üniversitesi, Denizli Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, enazlioglu@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4425-7479>
Makalenin gönderilme tarihi: 16 Aralık 2019 *Kabul tarihi: 14 Şubat 2020*

ASYMMETRIC CAUSALITY IN FINANCIAL MARKETS: BIST100, VIX AND EXCHANGE RATE EXAMPLE

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the risk transfer mechanism between stock market and exchange rate volatilities by using asymmetric causality method by using daily data of BIST100 Index, US Dollar and VIX Index for the period of 02.01.2009-12.11.2018. The existence of risk transfer in the identified variables is investigated with the asymmetric causality approach of Hatemi-J (2012). The findings show evidence for asymmetric causality in risk transfer. Accordingly, from positive volatility of VIX to negative volatility of BIST100; the causality relationship is determined from the positive volatility of US Dollar to both the positive and negative volatility of BIST100 and from the negative volatility of BIST100 to the negative volatility of US Dollar.

Keywords: BIST100, Exchange Rate, VIX, Volatility, Asymmetric Causality.

GİRİŞ

Tasarruflarını finansal araçlara yatırım yaparak değerlendirmek isteyen bireysel ve kurumsal yatırımcılar, finansal piyasalardaki olumsuzluklardan kaçınmak, kendilerini güvende hissetmek ve risklerden en az şekilde etkilenmek amacıyla sürekli bir arayış içindedirler. Günümüzde finansal piyasalar arasında dozu gittikçe artan etkileşim, oynaklık yayılımı yoluyla yatırımcıların riske maruz kalma olasılığını da aynı oranda artırmaktadır. Krizlerin ülkeler arası geçişkenliği, yatırımcıların da aynı oranda riskle karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin 2008 Küresel Ekonomik Krizi sadece ülke ekonomilerini değil bireysel ve kurumsal yatırımcıları da farklı düzeylerde olmakla birlikte olumsuz şekilde etkilemiştir. Bunun yanında ülkelerin maruz kaldığı siyasi ve jeopolitik riskler de finansal piyasalarda dalgalanmalara neden olmaktadır. Özellikle uluslararası yatırım kararı süreçlerinde daha sık duyulmaya başlanan oynaklık (volatilité) olgusu, günümüzde yatırımcıların ilk planda dikkat etmesi gereken önemli faktörlerden biri haline gelmiştir.

Finansal piyasalarda gözlenen nedensellik olgusu; pay senedi ve döviz kuru piyasası etkileşimi bağlamında, çoğunlukla iki görüş etrafında şekillenmektedir. Bu görüşlerden ilki, Portföy Dengesi yaklaşımıdır. Buna göre, ülke ekonomisinde meydana gelen değişimlerin tahvillerin alım satımı sürecinde doğrudan etkisi olacağı ve bu değişimin döviz kurunu da etkileyeceği öngörülmektedir. Bu durumda kurda meydana gelen değişme tahvil ve pay senetlerinin de beklenen getirisini etkileyecek, örneğin kurdaki bir düşüş

yatırımcı gelirlerinin azalmasına sebep olurken tam tersi bir durumda yatırımcı için sermaye kazancı ve yerli para cinsinden faiz geliri artışı söz konusu olacaktır. Kurda meydana gelen bu değişim pay senedi yatırımları için de risk oluşturacaktır (Gündoğdu, 2018). Döviz kurunda meydana gelen değişimin pay senedi fiyatlarını etkileyeceğini savunan ikinci görüş olan Geleneksel Yaklaşımına göre ise kurdaki değişim firmaların varlıkları, borçları, maliyetleri yanında rekabet gücünü de etkileyecektir (Elmas vd., 2011).

Çalışma; seçilen yöntem, belirlenen piyasa dinamikleri ve analiz dönemi bakımından önceki çalışmalardan önemli ölçüde farklılıklar barındırmaktadır. Bu çalışma, Seçilmiş Literatür başlığı altında ayrıntılı olarak incelenen Ayvaz (2006), Umutlu (2008), Elmas ve Esen (2011), Başarır (2018) ve Sakarya (2018) çalışmalarından yöntemsel olarak; Bayrakdaroğlu ve Nazlıoğlu (2009), Eyüpoğlu (2018) Büberkoku (2017), Bektur (2017) ve Yılcı ve Bozoklu (2014) çalışmalarından piyasa dinamikleri bağlamında; Yamak (2018) çalışmasından ise analiz dönemi ve bulgular bağlamında farklılaşmaktadır.

Araştırmanın temel metodolojisini oluşturan nedensellik yaklaşımı, Geleneksel Granger nedenselliği bağlamında, pozitif ve negatif şokların getiriler üzerinde mutlak anlamda aynı derece etkileri olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak ekonomide, pozitif ve negatif şokların etkilerinin mutlak anlamda farklı olmasına yol açan makro ve mikro temellerin varlığı (tam rekabet koşullarının geçerli olmaması ve asimetrik bilgi olgusu) finansal piyasalarda asimetrik bilgi transferinin de dikkate alınması gereğini öne çıkarmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın öne çıkan temel motivasyonu, belirlenen piyasa dinamikleri arasında gözlenen nedensel ilişkinin, finansal piyasaların temel karakterlerinden asimetrik mekanizma göz ardı edilerek incelenmesi halinde, gözlenen ilişkinin, seçili piyasa dinamikleri arasındaki nedensel bağı tam olarak yansıtamayacağı düşüncesidir. Bu bakımdan bu araştırmanın temel yöntemi, şoklar arasında nedensellik ilişkilerini pozitif ve negatif şokları ayırt ederek belirlemeyi esas alan asimetrik nedensellik yaklaşımı (Hatemi-J, 2012) olarak belirlenmiştir.

I. SEÇİLMİŞ LİTERATÜR

Pay senedi piyasaları ve döviz kuru ile ilgili nedensellik analizi çalışmalarına baktığımızda; Elmas ve Esen (2011)'in Almanya, Fransa, Hollanda, Rusya, Türkiye ve Hindistan olmak üzere altı ülke pay piyasaları üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, dört ülke için döviz kurundan pay senedi piyasa endeksine, iki ülkede ise pay senedi piyasa endeksinden döviz kuruna doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Aynı çalışmada TL/USD-İMKB arasındaki nedensellik ilişkisi ise döviz kurundan pay senedi piyasa endeksine doğru bulunmuştur. Ayvaz'ın (2006) çalışmasında ise nedensellik analizi sonucunda pay senetleri ile döviz kuru arasında karşılıklı bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir.

Londra, Frankfurt ve Paris gibi Avrupa'nın en büyük üç borsasındaki oynaklık yayılımlarının incelendiği çalışmada, Kanaz (1998) tarafından, yeniliklerin volatilité üzerindeki potansiyel asimetrik etkilerinin yakalanması amacıyla oynaklık, Üstel Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Varyans (EGARCH) aracılığıyla modellenmiştir. 01.01.1984-07.12.1993 periyoduna ait verilerin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, Londra ile Paris Borsaları ve Paris ile Frankfurt Borsaları arasında karşılıklı yayılımların var olduğu ve Londra'dan Frankfurt Borsasına ise tek yönlü yayılımların var olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, yayılımlar bir piyasadaki kötü haberin diğer piyasanın oynaklığına, iyi haberlerden daha büyük etkisinin olacağı konusunda asimetriktir. İşlem hacmi ve pay senedi fiyatları arasındaki dinamik nedensellik ilişkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, Umutlu (2008) tarafından, 2002-2007 dönemi için İMKB Ulusal Tüm Endeksi kapanış fiyatları ve işlem hacmi tutarları kullanılmıştır. Yapılan Granger nedensellik testi sonucunda, fiyat değişimlerinden işlem hacmi değişimlerine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. VAR analizleri, fiyat ve işlem hacmi değişimlerinin geçmiş dört günlük değerlerinin, işlem hacminin gelecekteki değişimlerini etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca varyans ayrıştırması ve etki-tepki fonksiyonları, fiyatlar ve işlem hacmi değişimleri üzerinde meydana gelecek herhangi bir şokun işlem hacmi değişimlerini gelecekte de dinamik olarak etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Bayraktaroğlu ve Nazlıoğlu (2009) tarafından İMKB'de işlem gören 10 banka için pay senedi fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada 01.01.2003-29.12.2006 dönemi günlük verileri kullanılmış, pay senedi fiyatı ve işlem hacmi arasında doğrusal veya doğrusal olmayan herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunamadığı raporlanmıştır.

Eyüpoğlu vd. (2018)'nin çalışmasında, nedensellik testi sonuçlarına göre sanayi endeksinde fiyattan hacme doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Diğer endekslerde fiyat-hacim arasında bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Başarır (2018)'in, BIST100 ve VIX endeksi arasındaki ilişkinin frekans alanı nedensellik testi aracılığıyla incelendiği çalışmasında, 03.01.2000-09.02.2018 dönemindeki günlük veriler kullanılarak analiz yapılmıştır. Sonuç olarak, BIST100'den VIX'e ne geçici ne de kalıcı bir nedensellik ilişkisinin olmadığı; buna karşın VIX'ten BIST100'e hem geçici hem kalıcı tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Mensi vd. (2014)'nin çalışmalarında BRICS ülkelerinin gelişmekte olan borsaları ve etkili global faktörler arasındaki bağımlılık yapısı araştırılmıştır. Çalışma döneminin 29.09.1997-20.09.2013 olarak alındığı ve kantil regresyon yaklaşımının kullanıldığı araştırma sonuçlarına göre BRICS borsalarının Amerika pay senedi piyasalarındaki belirsizliğin göstergesi olan VIX Endeksinde değişikliklerle beraber küresel borsa ve emtia (petrol, altın, S&P Endeksi) piyasalarına bağlı olduğu görülmüştür. Bu bağıllığın son küresel finans krizinin başlangıcından etkilendiği ve asimetrik olduğu ayrıca ifade edilmiştir.

Sakarya vd. (2018)'nin çalışmalarında 05.01.2010-22.06.2018 dönemi için VIX endeksi ile BIST-100 endeksi ve BİST sektörel endeksleri (Banka, Mali ve Teknoloji) arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiş, çalışmada nedensellik için Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmış ve sonuçlara göre VIX'ten BIST100, XBANK, XUMAL ve XUTEK endekslerine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Yılcı ve Bozoklu'nun (2014) günlük verilerin kullanıldığı, pay senedi endeksi kapanış fiyatı ve işlem hacmi arasındaki nedensellik ilişkisinin zamanla değişen asimetrik nedensellik yöntemi ile araştırıldığı 1990-2012 dönemini kapsayan çalışmalarında, işlem hacmindeki şoklardan pay senedi fiyatlarındaki şoklara doğru tek yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Nedensellik ilişkisinin pozitif şoklar için her iki yönde de ortaya çıktığı, negatif şoklar için ise nedenselliğin işlem hacminden fiyatlara doğru sadece kısa dönemli gözlemlendiği, fiyatlardan işlem hacmine doğru ise sıklığı az ve kısa dönemli var olduğu raporlanmıştır. Çalışmada piyasada yapılan işlemlerin geçmiş dönem fiyat hareketlerinden etkilendiği de ayrıca vurgulanmıştır.

Büberkökü'nün (2017) Hatemi-J asimetrik nedensellik ve Kantil regresyon modellerinin kullanıldığı çalışmasının sonuçlarına göre, tüm bankalar için pay senedi fiyatı arttıkça işlem hacminin pay senedi getirileri üzerindeki etkisinin de arttığı belirlenmiştir. Pay senedi fiyatının düşük olduğu dönemlerde işlem hacmindeki artışların pay senedi getirileri üzerinde negatif bir etkisinin olduğu, ayrıca pay senedi fiyatlarının ortalama bir seyir izlediği ve oldukça yükseldiği dönemlerde işlem hacmi ile pay senedi getirisi arasındaki ilişkinin pozitif döndüğü görülmüştür. Aynı çalışmadaki Asimetrik Nedensellik analizi sonuçlarına göre sekiz bankanın pay senedi fiyatından işlem hacmine doğru tek yönlü ve pozitif bir nedensellik ilişkisi, iki banka için ise değişkenler arasında pozitif ve çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmüştür.

Bektur vd. (2017)'nin Kredi Temerrüt Takasları (CDS) ve BIST100 Endeksi arasındaki asimetrik nedensellik ilişkisinin incelendiği çalışmasında, 12.10.2000-17.02.2017 periyodundaki günlük veriler kullanılarak, Hacker-Hatemi J nedensellik testinden hareketle, CDS'den BIST-100 endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Hatemi-J asimetrik nedensellik test sonuçlarına göre de BIST-100'den CDS'e doğru negatif şoklarda, CDS'den Borsa'ya doğru ise pozitif şoklarda nedensellik olduğu görülmüştür. Temelli vd. (2019)'nin pay senedi fiyatları ile altın ve ham petrol fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında, 01.2003-06.2018 periyodunda aylık veriler kullanılarak Gregory Hansen Eşbütünlük testi uygulanmış, sonuçta değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi bulunamamıştır. Hatemi-J asimetrik nedensellik testi sonuçlarına göre ise petrol fiyatlarındaki negatif şoklardan BIST100 pozitif şoklara doğru, BIST-100'deki pozitif şoklardan petroldeki pozitif şoklara doğru, BIST100'deki negatif şoklardan petroldeki

pozitif şoklara ve son olarak BIST-100'deki negatif şoklardan altındaki negatif şoklara doğru bir nedenselliğin var olduğu belirlenmiştir.

Yamak vd. (2018)'nin, döviz kuru oynaklığı ve borsa endeks oynaklığı arasındaki asimetrik ilişkinin incelendiği araştırmalarında Çalışmada 01.2007–05.2017 dönemini kapsayan günlük verilere ait aylık oynaklık serileri üretilmiş, Dolar ve BIST100 arasındaki nedensel ilişkinin belirlenmesi için serilerdeki değişimler pozitif ve negatif olarak ayrıştırılmıştır. Granger nedensellik analiz sonuçlarına göre pozitif döviz kuru değişim oynaklığından borsa endeks oynaklığına tek yönlü bir ilişki tespit edilmiş, ancak borsa değişim oynaklığından döviz kuru değişim oynaklığına herhangi nedensel bir ilişki tespit edilememiştir.

II. VERİ VE YÖNTEM

Piyasalar arasındaki nedenselliğin modellenmesi, portföy yatırımlarına karar vermeye yardımcı olması yönüyle yatırımcılar için önemlidir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, pay senedi piyasaları ve döviz kuru oynaklıkları arasındaki risk transfer mekanizmasını asimetrik nedensellik yöntemi ile ele almaktır. Bu amaçla Borsa endeksi olarak BIST100, Döviz Kurunu temsilen ABD Doları ve ayrıca genel risk ölçütü olarak da VIX Endeksi değişkenlerinin yer aldığı çalışmada, seçili değişkenlerin, 02.01.2009–12.11.2018 periyodundaki 2398 iş gününe ait verileri kullanılmıştır. İş günü belirlenirken değişkenler arasında gün uyumlaştırması yapılmış, BIST100 ve ABD Doları'nın hesaplanmadığı gün VIX endeks değeri; VIX endeks değerinin hesaplanmadığı gün de BIST100 ve ABD Doları hesaplamalara kapsama dahil edilmemiştir. Belirlenen değişkenler arasında sağlanması gereken bu şekildeki veri periyodu uyumlaştırması araştırmanın yegâne kısıtlarındandır. BIST100 ve Döviz kuru verileri TCMB EVDS'den, VIX Endeksi değerleri ise Şikago Borsası'ndan elde edilmiştir.

ABD piyasasındaki temel risk ölçütlerinden biri olması nedeniyle çalışma kapsamına alınan, Şikago Borsası tarafından S&P 500 endeksinden yola çıkılarak pay senedi piyasasının 30 günlük (22 işlem günü) volatilité beklentisini ölçmek amacıyla geliştirilen VIX endeksi ile S&P 500 Endeksi arasında ters yönlü bir ilişki vardır. S&P 500 Endeksinin düşmesi yatırımcılar açısından değer kaybı olarak algılanmakta ve böylece pay senedi piyasası daha riskli bir yatırım alanı haline gelmektedir. Pay senedi fiyatları düştüğünde, yatırımcıların risk algısı ve kaygıları artmakta ve bu durum, alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın açılmasına ve dolayısıyla VIX Endeksi'nin yükselmesine neden olmaktadır. S&P 500 endeksinin bütün yatırımcılar tarafından takip edilmesi ve diğer piyasalarla ilişkisine bağlı olarak VIX endeksinin diğer piyasalarla etkileşim içinde olabileceği tahminiyle, yatırımcıların VIX endeksi sayesinde piyasanın beklenen volatilitésini tahmin ederek pozisyon alacağı öngörülebilir. Genel olarak, VIX endeksinde 20 ve altı değerler düşük kabul edilir ve yatırımcı bu durumda rahat hareket ederken 30 ve üstü değerler yüksek

kabul edilir ve yatırımcılar bu durumda karar verirken daha dikkatli davranırlar. Risk algısının düşük olduğu dönemler endeksin 20-30 arasında yer aldığı dönemlerdir (Whaley, 2009).

Aşağıdaki Tablo 1’de analiz döneminin bir kısmını içeren süreçte BIST100 ve ABD Doları’ndaki değişim seyri kısaca özetlenmiştir.

Tablo 1. 2013-2018 Dönemi BIST100 ve ABD Doları Seyri

Tarih	BIST100	Dolar/TL	Olası Etkili Olay
14.05.2013	91.287,14	1.81	IMF’ye kredi borcunun son taksidi ödendi.
28.01.2014	63.543,70	2,34	TCMB'nin 550 baz puanlık faiz artırımına gitmesine neden olacak şekilde tarihi zirvesine tırmandı.
9.06.2015	78.146,25	2,77	7 Haziran Genel Seçim sonrası (%15 artış 6 ayda)
1.11.2015	83.693,61	2.91	1 Kasım Genel Seçimleri
08.11.2016	76.367,79	3.15	Trump’ın başkan seçilmesi sonrası süreç.
17.04.2017	90.653,8	3.68	16 Nisan Referandumu
22.06.2018	95.852,11	4.75	24 Haziran Genel Seçimleri
14.08.2018	93.418,65	6.88	Zirve (gün içinde 7,24 TL’yi gördü)

Özetle kur, Ocak 2009’da yaklaşık 1,50 TL’den, Kasım 2018’de yaklaşık 5,45 TL seviyelerine kadar yükselmiş, aynı dönemde BİST 100 ise siyasi ve ekonomik olayların etkisiyle bir hayli dalgalı bir seyir izlemiştir.

Araştırmanın seçili değişkenleri $r_t = 100 * \ln(p_t/p_{t-1})$ formülü ile logaritmik farkları alınarak getiri serisine dönüştürülerek analiz sürecine dahil edilmiştir. Asimetrik oynaklık transferini analiz için araştırmada izlenen metodolojik yaklaşım, oynaklık (koşullu varyans) serilerinin GARCH(1,1) modellerinden elde edilmesine dayanmaktadır.

Bir i serisini için GARCH(1,1) spesifikasyonu şu şekilde tanımlanabilir:

$$y_{it} = x'_{it}c_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\sigma_{it}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_i \sigma_{it-1}^2 \quad (2)$$

Burada (1) numaralı eşitlik açıklayıcı değişkenler ve hata teriminin fonksiyonu olan ortalama modelini ve (2) numaralı model ise hata terimi ve öngörü hata varyansının birer dönem gecikmelerinin fonksiyonu olan koşullu varyans modelini tanımlamaktadır. Koşullu varyansın pozitif olmasını sağlamak için $\omega_i > 0$, $\alpha_i, \beta_i \geq 0$ yeterlilik ve yine koşullu varyans sürecinin istikrarlı

olmasını sağlamak için $\alpha_i + \beta_i < 1$ gereklilik koşulu vardır. i serisi için burada tanımlanan her şey j serisi için de geçerlidir.

i ve j serileri için GARCH (1,1) modelinin tahmin edilmesi ve buradan elde edilen koşullu varyans süreçlerinin elde edilmesinin ardından oynaklıklar arasında asimetrik nedensellik ilişkisinin olup olmadığını analiz etmek amacıyla Hatemi-J (2012) tarafından geliştirilen asimetrik nedensellik yaklaşımından yararlanılmıştır. Böylece i ve j serilerinin koşullu varyansından elde edilen bilgilerin, i ve j serilerinin oynaklık süreçlerinin öngörülmesine yardımcı olabilecek herhangi bir bilgi içerip içermediği sorusuna da cevap bulunmuş olacaktır.

Geleneksel Granger (1969) nedensellik yaklaşımı, getiriler üzerindeki pozitif ve negatif şoklar arasında bir ayırım yapmamakta ve pozitif şoklar ile negatif şokların mutlak anlamda aynı derece etkili olduğunu varsaymaktadır. Oysa özellikle finansal piyasalarda pozitif ve negatif şokların etkilerinin mutlak olarak farklı olmasına yol açan bir takım finansal ve ekonomik temeller söz konusudur. Öncelikle ekonomik birimlerin negatif şoklara pozitif şoklara kıyasla daha farklı tepki vereceği öngörülür (kaldıraç etkisi). Bunun yanı sıra, tam rekabet koşullarının geçerli olmadığı piyasalarda asimetrik bilgi olgusunun varlığı da bilinen bir gerçektir. Bu iki temele dayanarak Hatemi-J (2012), nedensellik analizinde, pozitif ve negatif şokların ayırt edilerek şoklar arasında nedensellik ilişkilerinin test edilmesini sağlayan bir yaklaşım önermiştir. Yaklaşımın temel fikri, değişkenlerin pozitif ve negatif kümülatif değişimler haline dönüştürülmesidir. y_t ve x_t gibi iki rassal yürüyüş sürecinin aşağıdaki gibi olduğu varsayıldığında (Hatemi-J, 2012):

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_{1t} = y_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (3)$$

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_{2t} = x_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (4)$$

burada y_t , i serisi için koşullu varyans sürecini (σ_{it}^2) x_t ise j serisi için koşullu varyans sürecini (σ_{jt}^2) temsil etmektedir. Oynaklık için asimetrik nedensellik ilişkilerini analiz ederken ilk olarak;

y_t ve x_t için pozitif şoklar $\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0)$, $\varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0)$ ve negatif şoklar $\varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0)$, $\varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0)$ olarak tanımlanmaktadır.

Daha sonra, y_t için kümülatif şoklar $y_t^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+$, $y_t^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-$ ve x_t için kümülatif şoklar $x_t^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+$, $x_t^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^-$ elde edilir.

Bundan sonra, şoklar arasında nedensellik ilişkilerini test etmek

mümkündür. Mesela, x_t 'nin negatif şokundan y_t 'nin pozitif şokuna nedenselliği test etmek için aşağıdaki VAR modeli tahmin edilir:

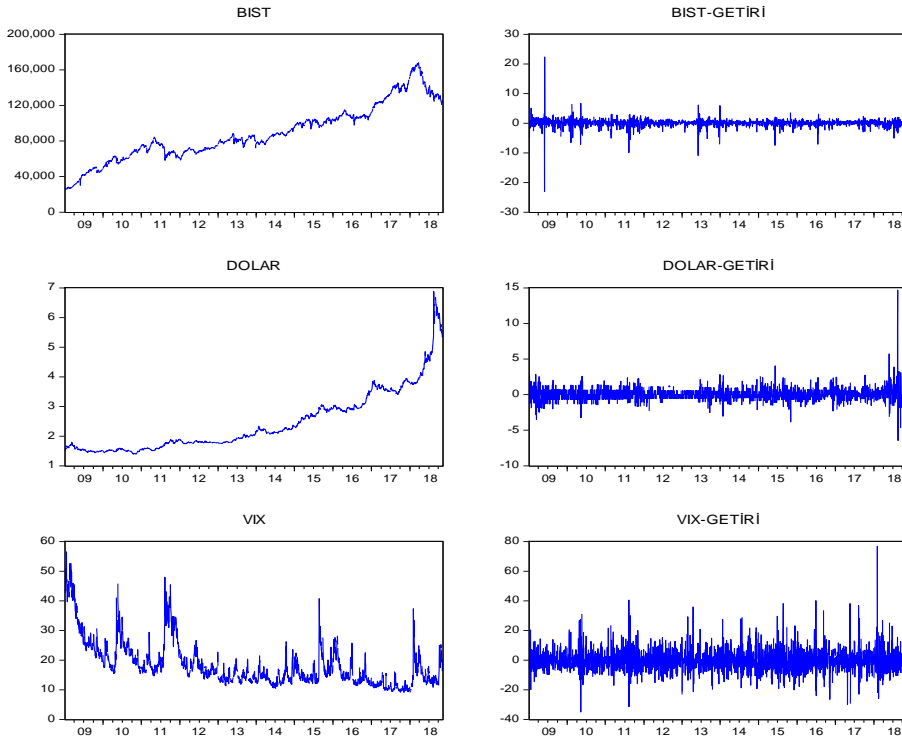
$$y_t^+ = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1}^+ + \dots + \alpha_p y_{t-p}^+ + \beta_1 x_{t-1}^- + \dots + \beta_p x_{t-p}^- + u_t^+ \quad (5)$$

x_t 'nin negatif şokundan y_t 'nin pozitif şokuna nedensellik olup olmadığını test etmek için sıfır hipotezi $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$ biçiminde tanımlanır ve bu hipoteze Wald testi uygulanır. Elde edilen Wald istatistiği p serbestlik dereceli asimptotik ki-kare dağılımına sahiptir.

III. ANALİZ VE BULGULAR

Aşağıdaki Şekil 1'de seçili temel değişkenlere ait fiyat ve getiri grafikleri bir arada görülmektedir. Şeklin sol tarafı değişkenlerin fiyat grafikleri, sağ tarafı ise getiri grafikleridir. Her iki tarafta da yatay eksen yılları gösterirken; sağ tarafta, dikey eksen yatay eksendeki gözlem gününe (zamana) denk gelen getiri değeri görülmektedir.

Şekil 1. BIST100 Endeksi, Dolar ve VIX Endeksi Fiyat ve Getiri Serilerinin Grafikleri



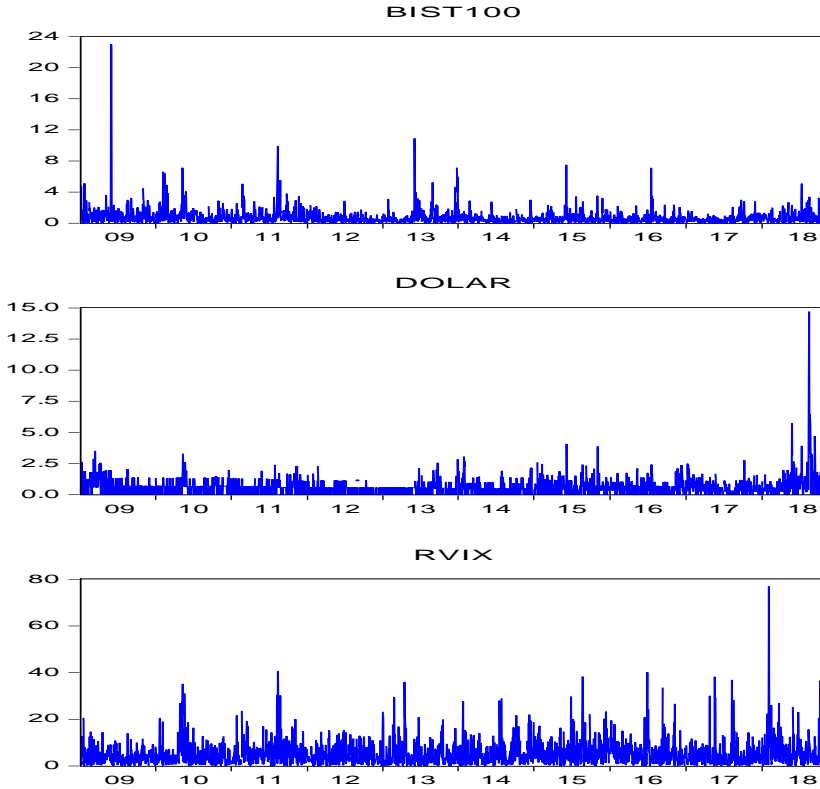
Genel olarak VIX Endeksi'nde sınır kabul edilen 30 puan üstüne çıkılan tarihler ve VIX değerleri sırasıyla; 20 Mayıs 2010'da 45,79; 8 Ağustos 2011'de 48; 24 Ağustos 2015'te 40,74 ve 5 Şubat 2018'de 37,32 değerindedir. 24

Ağustos 2015'te, Çin borsasındaki pay senetlerinin beş gün süren düşüşü, dalgalanmadan dolayı diğer piyasaları da etkisi altına alarak kayıplar yaşanmasına neden olmuştur. VIX, 27 Ağustos 2015'te 27 puan seviyelerine inmiştir. Bu dönemde VIX göstergesi üç günde %39 gerilemiştir. Endeks, Haziran 2016 döneminde 17 puan seviyelerinde iken 26 Haziran 2016 tarihindeki Brexit oylaması sonrasında 25 puan seviyesine çıkarak %40 artış göstermiştir. Ayrıca 2008 Küresel Kriz döneminde VIX Endeksi, 89,42 baz puan seviyesine kadar yükselmiştir. Endekste ki ani yükselişler piyasaların riske maruz kaldığının bir göstergesi olarak beklentilerin kötüleştiğine işaret etmektedir.

Finansal varlıkların getirilerinin öngörülmesinin zor olması, fazla sayıda uç değere sahip olması ve getirilerdeki büyük değişmelerin büyük değişmeleri, küçük değişmelerin de küçük değişmeleri takip etmesi literatürde öngörülmezlik, kalın kuyruk ve oynaklık kümelenmesi (volatility clustering) olgularıyla açıklanmaktadır. (Güloğlu & Akman, 2017).

Şekil 2'de seçili değişkenlerin oynaklık kümelenmeleri, değişkenlerin "mutlak değer" görselleri üzerinden izlenebilmektedir.

Şekil 2. Değişkenlerin Oynaklık Kümelenmesi Gösterimi



Buna göre BIST100, Dolar ve VIX Endeksleri için oynaklık kümelenmesinin var olduğu söylenebilir. Ayrıca değişkenlerin bazı dönemlerde yüksek volatiliteye sahip olduğu da net olarak görülmektedir.

Değişkenlerin genel istatistik bilgileri ise aşağıdaki Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	BIST	DOLAR	VIX
Ortalama	73071.67	2.443141	18.39385
Medyan	74600.45	2.050000	16.12500
Max.	120845.3	6.880000	56.65000
Min.	23035.95	1.390000	9.140000
Std. Hata	19530.63	1.022992	7.605817
Çarpıklık	-0.072910	1.454444	1.760375
Basıklık	3.190877	5.204942	6.384702
J-B Test Değeri	5.764974	1329.009	2379.226
Olasılık	0.055995	0.000000	0.000000

Analiz döneminde BIST100 en yüksek 120.845 puan ve en düşük 23.035 puan seviyesini görmüştür. Doların ortalaması 2.44 iken aynı dönemde en yüksek 6.88 TL, en düşük 1.39 TL seviyelerini görmüştür. VIX Endeks değerlerine bakıldığında da ortalama değer 18.39; en yüksek değer 56.65 ve en düşük değer de 9.14 seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir.

Serilerin temel tanımsal istatistiklerine bakıldığında; çarpıklık katsayılarının BIST100 için negatif (sola çarpık), Dolar ve VIX için pozitif (sağa çarpık) olduğu görülmektedir. Ek olarak Basıklık katsayı değerlerinden hareketle BIST100, Dolar ve VIX Endeksi serilerinin normale göre daha sivri (dik) olduğu görülmektedir. Jarque-Bera test istatistiği sonuçlarına göre ise serilerin veri anlamlılık düzeylerinde normal dağılmadığı görülmektedir. Bu bulgulara dayanarak seçili değişkenlerin tipik finansal zaman serisi özelliği gösterdikleri bulgusuna ulaşılabilir.

Analize temel teşkil edecek ortalama model (mean equation) kurgusu, ARMA modelleri aracılığıyla Box-Jenkins metodolojisi izlenerek elde edilmiş, model seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (AIC) dikkate alınmıştır (Brooks, 2008: 232).

Değişkenler için en iyi ARMA modeli bulguları Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3. Seçili Değişkenler için En Uygun ARMA Modelleri

BIST-Getiri					
AR / MA	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000
0.000	3.339	3.327	3.326	3.327	3.327
1.000	3.321	3.321	3.321	3.322	3.323
2.000	3.321	3.322	3.322	3.318	3.324
3.000	3.322	3.323	3.318	3.318	3.318
4.000	3.323	3.324	3.305	3.316	3.316
VIX-Getiri					
AR / MA	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000
0.000	6.897	6.894	6.891	6.890	6.886
1.000	6.895	6.874	6.875	6.876	6.877
2.000	6.893	6.876	6.876	6.877	6.878
3.000	6.893	6.877	6.877	6.873	6.875
4.000	6.890	6.877	6.878	6.874	6.870
DOLAR-Getiri					
AR / MA	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000
0.000	2.619	2.613	2.613	2.609	2.610
1.000	2.613	2.612	2.610	2.608	2.609
2.000	2.609	2.608	2.608	2.607	2.607
3.000	2.606	2.607	2.607	2.607	2.604
4.000	2.607	2.606	2.601	2.604	2.604

Tablo 3'e göre ortalama modeller açısından, BIST100 için en iyi ARMA modelinin ARMA(4,2), VIX için ARMA(4,4) ve Dolar için ARMA(4,2) olduğu belirlenmiştir.

En uygun ARMA modelinin seçiminin ardından belirlenmiş ortalama modellere hata terimlerinin varyansında ARCH etkisi olup olmadığına yönelik olarak geliştirilen ARCH-LM testi uygulanmış ve test sonuçları Tablo 4'te raporlanmıştır.

Tablo 4. ARCH LM Testi Sonuçları

	BIST100	VIX	DOLAR
F İstatistiği (Prob)	652.88 (0.001)	54.09 (0.001)	784.11 (0.001)
Obs*R-squared	513.09 (0.001)	52.93 (0.001)	590.90 (0.001)

Sonuçlara göre seçili üç değişken için de sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş olup değişkenlerin ortalama modellerinde koşullu değişen varyans sorununun var olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın bu aşamasında koşullu varyans modellerinden yararlanılarak, bulguları Tablo 5'te raporlanan GARCH (1,1) modeli geliştirilmiştir.

Tablo 5. GARCH(1,1) Modeli Tahmin Sonuçları

BIST	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p-değeri
C	0.130	0.010	13.525	0.001
ARCH(-1)	0.388	0.012	33.872	0.001
GARCH(-1)	0.601	0.013	45.310	0.001
VIX				
C	8.734	0.859	10.172	0.001
ARCH(-1)	0.162	0.011	14.889	0.001
GARCH(-1)	0.685	0.022	29.904	0.001
Dolar				
C	0.0143	0.003	4.862	0.001
ARCH(-1)	0.118	0.008	14.287	0.001
GARCH(-1)	0.867	0.010	84.615	0.001

Tablo 5'e göre, geliştirilen GARCH (1,1) modelinin istikrar koşullarını ($\omega > 0$, $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$, $\alpha + \beta < 1$) sağladığı görülmektedir. Tahmin edilen tüm katsayılar %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin parametre değerlerine bakıldığında her üç değişken için de sabit katsayısının sıfırdan büyük ($C > 0$), ARCH ve GARCH parametreleri toplamının birden küçük ($\alpha_i + \beta_i < 1$) olduğu, koşullu varyans serisinin durağanlaştığı, böylece her üç değişken üzerindeki şokların kalıcı olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Bu temel bulgulara ek olarak, BIST ve ABD Doları değişkenlerinin ARCH ve GARCH terimi katsayılarının toplamının 1 değerine çok yakın (yaklaşık 0,99) olduğunun ayrıca vurgulanması gerekmektedir. Bu durum, koşullu varyansta oluşacak şokların kalıcı olabileceği, yüksek bir pozitif veya yüksek bir negatif getirinin gelecekteki varyans tahminlerini uzun süre etkileyebileceği anlamına gelmektedir (Brooks, 2008, 403).

Araştırmanın bu aşamasında belirlenen temel amaç doğrultusunda seçili değişkenlerin risk transfer mekanizmasına yönelik ulaşılan bulgular değerlendirilecektir.

Ortalama denklemleri uygun ARMA(p,q) modelleri ile oluşturulan ve koşullu değişen varyans sorunu GARCH (1,1) modeli ile çözülen üç seri için asimetrik nedensellik analizi bulguları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Asimetrik Nedensellik Analiz Bulguları

	Wald	Bootstrap Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
VIX => BIST				
VIX ⁺ => BIST ⁺	9.993	84.410	25.033	13.078
VIX ⁺ => BIST ⁻	14.134 *	75.578	27.895	12.877
VIX ⁻ => BIST ⁻	5.770	61.609	21.588	14.252
VIX ⁻ => BIST ⁺	7.951	63.887	25.131	13.855
DOLAR => BIST				
DOLAR ⁺ => BIST ⁺	23.806 *	60.157	25.217	15.890
DOLAR ⁺ => BIST ⁻	23.630 *	46.166	24.032	15.389
DOLAR ⁻ => BIST ⁻	13.812	35.590	20.238	15.395
DOLAR ⁻ => BIST ⁺	14.461	34.984	20.186	15.368
BIST => DOLAR				
BIST ⁺ => DOLAR ⁺	6.516	84.969	22.525	14.227
BIST ⁺ => DOLAR ⁻	9.870	28.098	16.264	12.815
BIST ⁻ => DOLAR ⁻	18.451 **	31.933	17.877	13.926
BIST ⁻ => DOLAR ⁺	11.937	52.457	19.415	12.661
VIX => DOLAR				
VIX ⁺ => DOLAR ⁺	38.991 ***	34.783	18.621	13.648
VIX ⁺ => DOLAR ⁻	28.023 ***	22.810	15.899	13.519
VIX ⁻ => DOLAR ⁻	41.301 ***	19.948	14.592	12.384
VIX ⁻ => DOLAR ⁺	19.323 **	27.711	16.748	12.748

Not: => işareti, nedenselliğin yönünü göstermektedir. (+) ve (-) işaretleri sırasıyla pozitif ve negatif şokları temsil etmektedir. Bootstrap kritik değerler 10.000 tekrardan elde edilmiştir. VAR modeli uygun gecikme sayısı Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %10, %5 ve % 1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 6’da görüldüğü gibi, ilk bulgulara göre VIX’deki pozitif oynaklıktan BIST100’ün negatif oynaklığına istatistik açıdan %10 anlamlılık düzeyinde nedensellik belirlenmiştir. VIX değerinin pozitif olması VIX’in 30 puan seviyesi üzerine çıktığı anlamına gelmektedir. VIX’in bu seviyenin üstünde olması ise riskin yüksek olduğunu ve yatırımcının bu durumda daha dikkatli olması gerektiğini göstermektedir. Özetle VIX’deki riskli durum, risk transferi etkisinden dolayı BIST100 Endeksinde de negatif oynaklığa sebep olmaktadır.

Araştırmanın ikinci bulgusu, ABD Dolarının pozitif oynaklığından BIST100’ün hem pozitif hem de negatif oynaklığına nedensellik söz konusu olduğu yönündedir. Bu bulgu, geleneksel teoremin savunduğu, döviz kurlarından pay senetlerine doğru nedensellik ilişkisinin var olduğu yaklaşımını desteklemektedir.

Bir diğer bulgu, BIST100'ün negatif oynaklığından ABD Dolarının negatif oynaklığına istatistik açıdan %5 anlamlılık düzeyinde nedensellik olduğu yönündedir. Ulaşılan bu bulgu Portföy teorisinden hareketle yorumlandığında, pay senetlerinden döviz kurlarına doğru nedenselliğin varlığı, bizi Türkiye için, piyasaların negatif oynaklıkları arasında etkileşim olduğu sonucuna taşır.

Çalışmada ulaşılan son bulgu ise VIX'in negatif oynaklığı ile ABD Doları'nın hem pozitif hem negatif oynaklığı arasında istatistik açıdan sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde nedensel ilişkinin var olduğu yönündedir.

Bu çalışmada, VIX endeksinde gözlenen yüksek risk düzeylerinin, hem ABD Doları hem de BIST100'ün oynaklık düzeylerini önemli ölçüde etkilediği genel sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın temel bulguları, literatürde yer almakla birlikte bazı yönetsel farklılıklar arz eden Elmas ve Esen(2011), Umutlu (2008), Başarır (2018) ve Sakarya (2018) bulguları ile ve piyasa dinamikleri bakımından ayrışsa da Bektur (2017) bulguları ile paralellik göstermektedir. Buna karşın bu çalışmadan sadece dönemsellik açısından farklılık arz eden Yamak (2018) bulguları ile kısmen çelişmektedir; Yamak'ın çalışmasında döviz kurundan BİST 100'e tek yönlü bir nedensellik tespit edilmişken, tersi yönde herhangi bir nedensellik bulgusuna rastlanmamıştır. Bu çalışmada ise hem döviz kurundan BİST 100'e, hem de BİST100'den döviz kuruna, istatistiksel açıdan anlamlı nedensel ilişki bulgularına ulaşılmıştır.

SONUÇ

Pay senedi piyasaları ve döviz kurları arasındaki nedensel ilişki ve finansal piyasalardaki oynaklık etkileşiminin, Hatemi-J'nin önerdiği asimetrik nedensellik ilişkisi yaklaşımıyla araştırıldığı bu çalışmada 02.01.2009-12.11.2018 dönemi VIX Endeksi, BIST100 Endeksi ve ABD Doları verileri kullanılmıştır.

Çalışma dâhilindeki getiri serilerinden hareketle kurgulanan ARMA Modeli'nin Box-Jenkins metoduyla; koşullu varyansın sabit olmaması, yani değişen varyans sorununun da GARCH(1,1) modeli ile çözüldüğü çalışmanın birinci temel bulgusu, VIX endeksinde gözlenen yüksek risk düzeylerinin ABD Doları ve BIST100'ün oynaklık düzeylerini çeşitli boyutlarda etkilediğidir. İkinci temel bulgu ise ABD Doları pozitif oynaklığının BIST100'ün hem pozitif hem negatif oynaklığı ile nedensel ilişki içinde olduğudur.

VIX endeksinde gözlenen yüksek risk düzeylerinin ABD Doları ve BIST100'ün oynaklık düzeylerini çeşitli boyutlarda etkilediği yönündeki ilk temel bulgu, hem uluslararası portföy yatırımlarının yönünün doğru okunması açısından hem de makro ekonomik ölçekte politika yapıcıların dikkate alması gereken nedensel ilişkiler barındırması açısından önemlidir.

İkinci temel bulguya dayanarak, pay senedi piyasası ile döviz piyasası arasındaki nedensel ilişkiyi açıklar nitelikteki geleneksel ve portföy dengesi yaklaşımlarını destekleyen birtakım çıkarımlara ulaşılmıştır. Nitekim, ekonomide oluşacak ani değişimlerin, örneğin kurdaki yükselişin yatırımcı için sermaye kazancı ve yerli para cinsinden faiz geliri artışı doğuracağı, bu değişimin pay senedi yatırımları için de önemli ölçüde risk oluşturacağı görüşünü savunan Portföy Dengesi yaklaşımının, bu çalışmanın, döviz kurunun pozitif oynaklığından BİST 100'ün negatif oynaklığına doğru gözlenen nedensel ilişki bulgusuyla örtüştüğü görülmektedir. Bu bireysel yatırımcı davranışı odaklı çıkarıma ek olarak, döviz kurunda meydana gelen değişimin pay senedi fiyatlarını etkileyeceğini savunan diğer görüş olan Geleneksel Yaklaşımın da geçerlilik payının olduğu, firma odaklı şu iki çıkarıma bağlı olarak söylenebilir. Birincisi, özellikle üretim firmalarında, kur değişimi nedeniyle ara mal veya hammadde girdilerindeki artış gerekçesiyle ortaya çıkacak üretim maliyeti artışı ve buna bağlı olarak maliyet yönlü enflasyonunun tetiklemesi sonucunda oluşacak gelir azalışının firmaların rekabet gücünü oldukça zorlayacağı açıktır. İkincisi ülkemizde firma büyüme mekanizmasının genellikle borç yoğun olmasının, döviz kuru yükselişi durumunda döviz borcu bulunan firmaların borç yükünü önemli ölçüde artıracığı, bunun da firmaların rekabet kabiliyetini önemli ölçüde sınırlayacağını öngörmek zor olmayacaktır.

Bu durumda ikinci temel bulgunun, bireysel yatırımcı ve firma düzeyinde yatırımcı davranışlarını doğrudan etkileyebilecek nedensel ilişki barındırması açısından, yatırımcıların öngörü gücünü artırması beklenmektedir.

Finansal piyasalarda işlem gören yatırım araçlarının şoklara vereceği tepkilerin, şokların yönüne göre farklılaşabileceği, piyasadaki negatif ve pozitif şokların ayrıştırılarak incelenmesi halinde, öngörülen simetrik nedensel ilişkilerin ötesinde, var olan asimetrik nedensel ilişkilerin de net olarak gözlenebileceği görülecektir. Bu yönde oluşturulacak bakış açısı ile günümüz finansal piyasalarındaki işleyiş ve risk transfer mekanizmasının daha iyi kavranacağı düşünülmektedir. Son olarak ulaşılan bulguların BRICS, MENA veya gelişmekte olan ülke piyasaları gibi benzer finansal dinamiklere sahip ülkeler için de geçerli olup olmadığı sorusu, ilerde yapılabilecek başka bir araştırmanın konusu olabilir.

KAYNAKÇA

- Ayvaz, Ö. (2006). Döviz kuru ve hisse senetleri fiyatları arasındaki nedensellik ilişkisi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1-14.
- Başarır, Ç. (2018). Korku endeksi (VIX) ile BIST 100 arasındaki ilişki: frekans alanı nedensellik analizi, *İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 177-191.
- Bayraktaroğlu, A. ve Nazlıoğlu, Ş. (2009). Hisse senedi fiyat -hacim ilişkisi: İMKB’de işlem gören bankalar için doğrusal ve doğrusal olmayan granger nedensellik analizi, *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 24(277), 85-109.
- Bektur, Ç. ve Malcıoğlu, G. (2017). Kredi temerrüt takasları ile BIST 100 endeksi arasındaki ilişki: asimetrik nedensellik analizi, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 73-83.
- Bollersev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal Of Econometrics*, 31, 307-327.
- Brooks, C. (2008). *Introductory econometric for finance* (2. Edition), England: Cambridge University Press.
- Büberkökü, Ö. (2017). İşlem hacmi ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkinin incelenmesi: banka hisselerine dayalı bir analiz, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(19), 457-482.
- Elmas, B. ve Esen, Ö. (2011). Hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasındaki dinamik ilişkinin belirlenmesi; farklı ülke piyasaları için bir araştırma, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 52, 153-170.
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of united kingdom inflation, *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- Eyüpoğlu, S. ve Eyüpoğlu, K. (2018). Borsa istanbul sektör endeksleri ile döviz kurları arasındaki ilişkilerin incelenmesi: ardl modeli, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 8-28.
- Güloğlu, B. ve Akman, A. (2007). Türkiye’de döviz kuru oynaklığının swarch yöntemi ile analizi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(512), 43-51.
- Gündoğdu, Aysel (Derl.) (2018). *Finansın Temel Teorileri* (1. Baskı). İstanbul: Beta Yayınları.
- Hatemi-J, A. (2012). Asymmetric causality tests with an application, *Empirical Economics*, 43(1), 25-33.
- Kanas, A. (1998). Volatility spillovers across equity markets: european evidence, *Applied Financial Economics*, 8(3), 245-256.

- Mensi, W., Hammoudeh, S., Reboredo, J. C. ve Nguyen, D. K. (2014). Do global factors impact BRICS stock markets? a quantile regression approach, *Emerging Markets Review*, 19, 1-17.
- Sakarya, Ş. ve Akkuş, H. T. (2018). BIST-100 ve BIST sektör endeksleri ile vix endeksi arasındaki ilişkisinin analizi, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 351-374.
- Umutlu, G. (2008). İşlem hacmi ve fiyat değişimleri arasındaki nedensellik ve dinamik ilişkiler: imkb’de bir ampirik inceleme, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 231-246.
- Whaley, R.E. (2009). Understanding the vix, *The Journal of Portfolio Management*, 35(3), 98-105.
- Yamak, N., Kolcu, F. ve Köyel, F. (2018). Döviz kuru oynaklığı ve borsa endeks oynaklığı arasındaki asimetric ilişki, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(14), 171-187.
- Yılanıcı, V. ve Bozoklu, Ş. (2014). Türk sermaye piyasasında fiyat ve işlem hacmi ilişkisi zamanla değişen asimetric nedensellik analizi, *Ege Akademik Bakış*, 14(2), 211-220.