

## Pay Endekslerinde En Yüksek Fiyat Oluşumu ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişki: Doğrusal Analizler ve Frekans Alanı Nedensellik Analizi ile Karşılaştırmalı Bir Yaklaşım

Araştırma Makalesi /Research Article

Kerem ERDEM<sup>1</sup>

Ayben KOY<sup>2</sup>

Saffet AKDAĞ<sup>3</sup>

**ÖZ:** Pay piyasaları başta olmak üzere finans piyasalarında menkul kıymetlerin işlem hacmi ve fiyatları arasındaki ilişki üzerine çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır. Bu çalışma iki özelliği ile literatürdeki örneklerinden farklılık arz etmektedir. Çalışmada (1) pay endekslerindeki fiyat-hacim ilişkisi, gün içinde gerçekleşen en yüksek fiyat-hacim ilişkisi ile karşılaştırıldığında ilişkinin yönünün değiştiği; (2) frekans dağılımları açısından ele alındığında ise ilişkinin frekansa göre farklılaştığı gösterilmiştir. 2010-2019 döneminde BİST30 fiyat endeksinin fiyat ve hacim verilerinin analiz edildiği çalışmanın bulguları, VAR analizi ve Granger nedensellik testi yanında Breitung-Candelon'un (2006) frekans alanı nedensellik analizi ile elde edilmiştir. Elde edilen bulgular fiyat-hacim ilişkisinin varlığının, fiyat verisinin türüne; yönünün ise frekansa bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiyat-Hacim, Breitung-Candelon, Frekans dağılımı nedensellik

**JEL Kodları:** G10, G12, G14

## Highest Price and Trading Volume Relationship in Stock Indices: A Comparative Approach with Linear Analysis and Frequency Domain Causality Analysis

**ABSTRACT:** Numerous academic studies have been conducted on the relationship between transaction volume and prices of securities in financial markets, especially in stock markets. This study differs from its examples in the literature with its two characteristics: 1) The direction of the relationship changes while the price-volume relationship in stock indices is compared with the highest price-volume relationship realized during the day, and (2) The strength of the relationship has been varying in terms of frequency domains. The findings of the study, which analyzed the daily data of the BIST30 index in 2010-2019 period, are obtained by VAR analysis and Granger causality test, as well as frequency domain causality of Breitung-Candelon (2006). The findings show that the existence of the price-volume relationship varies depending on the type of data and the direction of the relationship varies by frequency.

**Keywords:** Price-Volume, Breitung-Candelon, Frequency Domain Causality

**JEL Codes:** G10, G12, G14

Geliş Tarihi / Received: 11/11/2019

Kabul Tarihi / Accepted: 25/09/2020

<sup>1</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, keremerdem5353@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3384-1514.

<sup>2</sup>Doç. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, akoy@ticaret.edu.tr, orcid.org/0000-0002-2506-6634.

<sup>3</sup>Dr. Öğretim Üyesi, Tarsus Üniversitesi, saffetakdag@tarsus.edu.tr, orcid.org/0000-0001-9576-6786.

## 1. Giriş

Temelde pay endekslerinde işlem hacmi-fiyat ilişkisini inceleyen bu çalışma, Fama'nın 1970 yılında yayınlanan makalesi ile finans teorisinde önemli bir yer tutan Etkin Piyasalar Hipotezi'ne (EPH) dayanmaktadır. EPH'ye göre zayıf formda etkin piyasada, geçmiş getiri bilgileri ile menkul kıymet fiyatları tahmin edilemez. Geçmiş fiyat, getiri ve işlem hacmi bilgilerinin tamamı piyasa fiyatlarına yansımıştır (Fama, 1970). Fiyatların tahmin edilebildiği durumda ise tüm yatırımcılar bu bilgiye ulaşacağı için bilginin değeri kalmayacaktır, böylece zayıf formda etkin bir piyasada normalüstü getiri elde etmek de mümkün olmayacaktır. İdeal bir piyasada fiyatlar, kaynak dağılımı için doğru sinyalleri verir; böylece firmalar üretim-yatırım kararlarını alabilirler ve yatırımcılar da piyasa fiyatlarının her zaman tam bilgiyi yansıttığı varsayımı altında yatırım kararlarını alabilirler.

Finansal piyasalarda fiyat-hacim ilişkisi 1980'li yılların ikinci yarısından bu yana tartışılmalı bir konu olmuştur. Fiyat-hacim ilişkisini inceleyen en kapsamlı çalışmalardan biri Karpoff (1987) tarafından yapılmıştır. Karpoff çalışmalarında, fiyat-hacim ilişkilerinden yola çıkılarak piyasanın genel yapısı hakkında bilgi edinilebildiğini vurgulamıştır. Fiyat-hacim ilişkisini konu alan modeller piyasaya giren bilginin akış hızı, bu bilginin nasıl yayıldığı, piyasa fiyatlarının bu bilgileri ne kadar içerdiği, piyasanın büyüklüğü ve açığa satış imkânı gibi piyasanın genel yapısına ait pek çok faktörü göz önünde bulundurmaktadır. Dolayısıyla fiyat ve hacim arasındaki ampirik ilişkilere değinen çalışmalar piyasa yapısındaki farklı hipotezleri de kendi içerisinde test etmektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de fiyat endeksi değerleri ve işlem hacmi arasında dinamik ve nedensel bir ilişki olup olmadığını test etmektir. Pay endekslerindeki fiyat-hacim ilişkisi, gün içinde gerçekleşen en yüksek fiyat açısından ele alınarak literatüre yeni bir yaklaşım kazandırılmaktadır. Çalışmada Borsa İstanbul'da hesaplanan BİST30 fiyat endeksinin 2010-2019 yılları arasındaki günlük işlem hacmi ile en yüksek fiyat ve kapanış fiyatı kullanılarak vektör otoregresyon analizi (VAR) uygulanmıştır. Elde edilen en uygun VAR modeli doğrultusunda etki-tepki analizleri, varyans ayrıştırma testi ve nihayet Granger ve frekans nedensellik testi uygulanarak kısa ve uzun dönemdeki karşılıklı ilişkiler incelenmiştir.

## 2.Literatür

Fiyat-hacim ilişkisinin incelenmesine dair genişleyen literatürde erken araştırmalar, piyasa hızla hareket ettiğinde hacmin daha büyük olduğuna işaret etmektedir (Osborne, 1959). Farklı teknikler kullanan çalışmalar, farklı pazarlar, gözlem süreleri veya farklı frekanslar için ilişki içeriği için çeşitli kanıtlara sahiptir. Bugüne kadar, bir dizi çalışma hem hacmin fiyat değişimlerine etkisini hem de bu iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemiştir (Brock ve Lebaron, 1995; Bohl ve Helke, 2003; Tambi, 2005; Wang ve Chin, 2004).

Granger ve Morgenstern (1963), SEC bileşik endeksi ve toplam NYSE hacminde çapraz spektral analiz kullanan birincil araştırmadır. Hem Granger hem de Morgenstern (1963) ve sonraki Granger, Morgenstern ve Godfrey (1964) makalelerinde fiyat ve hacim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Olasılık hesaplamalarına dayalı bir model kullanan Copeland (1976), fiyat-hacim ilişkisinin nedenini, piyasaya aktarılan bilgi akışına göre açıklamaya çalışmaktadır. Copeland'a göre, yatırımcıların çoğu yeni bilgiyi aynı yönde değerlendirirse, en yüksek hacmi takiben en yüksek fiyat değişikliği gerçekleşir. Bu en yüksek fiyat değişiminin yönü yukarı veya aşağı doğru olabilir.

Tauchen ve Pitts (1983), günlük fiyatlardaki volatilité (oynaklık) ile spekülâtif piyasalardaki günlük işlem hacmi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla spekülâtif piyasalar teorisini iki şekilde açıklamıştır. İlki, ekonomik teoriden, fiyat değişiminin ortak olasılık dağılımını ve işlem hacmini gün içinde rassal bir zaman aralığında elde ederiz. İkincisi ise bu ortak dağılımın piyasaya daha fazla yatırımcı girip çıktıkça ne yönde değişim yaşandığını tespit ederek açıklamaktır. Modelin parametreleri 90 günlük T-bono vadeli işlem piyasasında günlük veriler kullanılarak FIML (Full-Information Maximum Likelihood) tarafından tahmin edilmektedir. Tahminin sonuçları, işlem günü için fiyatlardaki volatilité ve işlem hacmi ile önceki spekülâtiflerin diğer spekülâtif pazarlar için elde ettiği ilişki arasındaki bir uyumsuzluğu açıklayabilir.

Karpoff (1987) yapmış olduğu çalışma, pek çok piyasadaki fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişkiyi farklı modeller üzerinden inceleyen dört araştırmayı özetleyen bir makaledir. Birincisinde, ekonometrik analizler yoluyla önemli sonuçların elde edilmesi durumunda, fiyat-hacim ilişkisinin modellenebildiği durumlarda piyasanın temel özelliklerini belirlemek mümkün olduğu ifade edilmiştir. İkincisinde, ilişkinin büyüklüğü ve işareti, özellikle borsada sonuçları belirleyen büyük firmaların pay senetleri olay incelemesi olarak değerlendirildiğinde faydalı olacağı ifade edilmiştir. (Beaver, 1968; Kiger, 1972; Morse, 1981). Hacim, yatırımcıların bir duyuruya tepkilerindeki farklılıkların toplamı olarak veya bilgi değişkenlerinin meydana getirdiği değişimin bir göstergesi olarak görülmektedir (Kim ve Verrecchia, 1991). Üçüncüsünde ise fiyat-hacim ilişkisi spekülâtif fiyat hareketlerinin etkileri ve olasılık dağılımları hakkında faydalı bilgiler sağladığı belirtilmiştir. Son olarak dördüncüsünde, spot piyasalar-vadeli piyasalar tartışması, fiyat-hacim ilişkisinden elde edilen ampirik bulgular ile geliştirilebileceği ifade edilmiştir.

Latin Amerika ülkelerinin pay senedi piyasalarında, pay senedi fiyatları ile işlem hacmi ilişkisini analiz edildiği Saatçioğlu ve Starks (1998)'in çalışmasında, aylık endeks verileri kullanılmıştır. Çalışmada, fiyatlardaki volatilité ve işlem hacmi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç birçok gelişmiş ülke borsalarıyla aynı bulguları içermektedir.

İşlem hacminin pay senedi fiyatlarının öngörülmesindeki rolü literatürde incelenen bir diğer alandır (Buhlmann, 1998; Lee ve Swaminathan, 2000; Wang ve Chin, 2003). Buhlmann (1998), fiyatların geri dönüş ile hacim arasında asimetrik bir ilişki bulmuş, Dow Jones ve NYSE'deki normalüstü getiriler için öngörülerde bulunmuştur. Lee ve Swaminathan (2000), geçmiş işlem hacminin ABD piyasası için uzun vadeli dönemler üzerindeki gelecekteki fiyat momentumunun hem büyüklüğünü hem de sürekliliğini öngördüğünü tespit etmiştir. Wang ve Chin (2003), düşük hacimli payların, Çin pay senedi piyasası fiyatlarının gelecekteki değerleri için tahminler açısından, yüksek hacimli paylardan daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir.

Qi (2001) çalışmasında, pozitif getiri ve hacim ile ilişkili korelasyonun eşik modeline göre Arjantin, Şili, Malezya, Meksika, Singapur ve Tayland için negatif getiri ve hacim arasındaki korelasyondan daha büyük olduğunu bulmuştur.

Birçok çalışmada, piyasaya gelen bilgileri içermesi beklenen işlem hacmi “Dağıtım Hipotezi Karışımı”nın (MDH) analizi için GARCH modelleri kullanılmıştır. Bu modellerde, işlem hacmi GARCH etkileri için açıklayıcı bir değişken olarak kullanılmıştır (Bohl ve Helke, 2003; Lucey, 2006). 1973 ve 1991 yılları arasında New York Borsasında (NYSE) beş payın günlük verilerini modellemiştir. Çalışmada, ulaşılan her bilginin dinamik öğrenmeyi içeren bir fiyat keşif aşamasına neden olduğu varsayılmaktadır. Literatürde, pay senedi getirilerindeki güçlü koşullu değişen varyansı açıklamaya odaklanan herhangi bir azalan tahmin gücü bulunmadığına dair literatürde çelişkili kanıtlar vardır. Polonya Borsasında işlem gören 20 pay senedi (Bohl ve Helke, 2003) ve İrlanda borsasında 46 pay senedi (Lucey, 2006) üzerine yapılan çalışmalarda, değişen varyans açısından hacmin önemli bir etkisi bulunamamıştır.

Nedensellik bağlamında, pay senedi getirileri ile hacim arasındaki hem tek yönlü hem de çift yönlü nedensel ilişkilerin varlığına ilişkin önemli kanıtlar bulunmaktadır. Birçok çalışmada kullanılan örnekler bir veya daha fazla piyasaya odaklanmaktadır. Özellikle çok sayıda borsaya sahip örneklerin analizi, farklı piyasalarda farklı sonuçların olduğunu açıkça göstermektedir (Chen vd., 2001; Lee ve Rui, 2002; Gündüz ve Hatemi-J. 2005; Ajayi vd., 2006; Kamath ve Wang, 2006, Pisedtasalasai ve Gunasekarage, 2007). Chen vd., (2001) gelişmiş sekiz piyasa için tek yönlü ilişki bulunmuştur. İsviçre, Hollanda, Kanada ve Hong Kong (Chen vd., 2001), Macaristan ve Polonya (Gündüz ve Hatemi-J. 2005) ve Danimarka, Portekiz ve Türkiye (Ajayi vd., 2006) ülkeleri için ise iki yönlü ilişkiler konusunda daha az kanıt bulunmaktadır.

Chuang vd., (2009), pay senedi fiyatlarının geri dönüşü ile miktar regülasyonlarına dayanan hacim arasındaki geçici ilişkiyi analiz etmiş ve hacmin geri dönüş üzerindeki nedensel etkilerinin genellikle kuantiller arasında heterojen olduğunu ve hacim geri dönüşünün daha istikrarlı olduğunu bulmuşlardır. Anifowose (2013) Nijerya borsalarında getiriden işlem hacmine tek yönlü

nedensellik bulmuşlardır. Darwish (2012), Filistin Borsası için GARCH ve GC metodolojilerini kullanarak iki yönlü bir ilişki bulmuştur.

Tripathy (2011), Hint Borsası'nda pay senedi getirileri ve işlem hacmi arasındaki dinamik ilişkiyi iki değişkenli regresyon, VECM, VAR, IRF ve Johansen eşbütünleşme testleri ve modelleri ile incelemiştir. İnceleme sonucunda, hisse senedi getiri volatilitesi ile işlem hacmi arasında iki yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın devamında işlem hacminin açıklama gücünü tespit edebilmek için Varyans Ayırıştırma Tekniği kullanılmış ve sonucunda, pay senedi getirileri üzerinde işlem hacminin büyük rolü olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Johansen eşbütünleşme analizi ile işlem hacminin, pay senedi fiyatlarında uzun vadeli dengeyi sağlamakta önemli bir rol oynadığını tespit edilmiştir.

Volatilite ve işlem hacmi ilişkisini analiz etmek amacıyla 22 gelişmiş ve 27 gelişmekte olan piyasayı analiz eden Girard ve Biswas (2007), TARARCH modelini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda gelişmekte olan piyasaların, gelişmiş piyasalara göre büyük bilgi şoklarına karşı çok daha duyarlı olduğu ve çok yüksek veya çok düşük işlem hacmine daha yüksek hassasiyet gösterdiği tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülke piyasalarından birkaçı için beklenen işlem hacmi ile fiyat volatilitesi arasında negatif bir ilişkinin olduğunun ifade edildiği çalışmada, bu durumun da ilgili piyasalardaki göreceli verimsizlikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca işlem hacmini beklenen veya beklenmeyen işlem hacmi olarak incelediklerinde pay senedi fiyatlarındaki volatilitenin kalıcılığının değişmediğini tespit edilmiştir. Ancak hacmi iki farklı şekilde ayırdıklarında fiyatlarındaki volatilitenin kalıcılığının azaldığı belirtilmiştir. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde Karışık Dağılımlar Hipotezinin zayıf da olsa geçerli olabileceği doğrultusundadır.

Borsa İstanbul için fiyat-hacim ilişkisine dair yapılan çalışmalarda genel olarak fiyattan hacime doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmaktadır. Kullanılan dönemler ve endeksler (BIST-100 ve Bankacılık) farklı olsa da, Gökçe (2002), Elmas ve Yıldırım (2010) ve Taş vd., (2016) sonuçları benzerlik göstermektedir. Basit regresyon analizi (Kayalidere, 2009 ve Taş vd., 2016), GARCH modelleri (Kıran, 2010 ve Acar vd., 2010), ARDL (Okuyan ve Erbaykal, 2011) fiyat-hacim ilişkisini incelemek için kullanılan diğer bazı metodolojilerdir. GARCH modellerinin kullanıldığı bir çalışmada (Acar vd., 2010) hacimden fiyata olan negatif bir ilişki tespit edilirken farklı bir metodoloji kullanarak pozitif bulgular elde edilen çalışmalar da mevcuttur (Okuyan ve Erbaykal, 2011).

Boyacıoğlu vd., (2010) 1997- 2009 dönemi aylık verileri kullanarak İMKB Ulusal 100 Endeksinin fiyatlarının volatilitesi ile işlem hacmi ilişkisini incelemiştir. Analizde ilk olarak ARCH ve GARCH modellerinden faydalanılmıştır. Fiyatların volatilitesi ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi incelemek için yapısal olmayan VAR yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında çift yönlü ilişkiyi tespit edebilmek amacıyla Granger nedensellik testinden yararlanılmıştır. Kurulan VAR modeli ile fiyatlarındaki volatilitenin işlem hacmi arasında uzun dönemli bir ilişki ve işlem

hacminden fiyatlardaki volatiliye doğru negatif yönlü ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, İMKB’de Ardışık Bilgi Akışı ve Karışık Dağılımlar Hipotezlerinin geçerli olmadığına vurgu yapmaktadır.

Kıran (2010) çalışmasında, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal 100 Endeksi getirisi ile işlem hacmi arasındaki volatilité ilişkisini 1990-2008 dönemi için GARCH, EGARCH ve TARARCH modellerini kullanarak analiz etmiştir. Bulgular getiri volatilitesinde haftanın günleri ve kaldıraç etkisinin var olduğunu işaret etmektedir. Çalışmada GARCH ve TGARCH modelleri uygulayarak, işlem hacminin getiri volatilitesi üzerinde anlamlı ancak pozitif olmayan bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bulgular İMKB’de Ardışık Bilgi Akışı ve Karışık Dağılımlar Hipotezlerinin geçersiz olduğuna dair kanıtlar sağlamaktadır.

Çelik ve Koy (2019), Breitung ve Candelon (2006)’un frekans dağılımı nedensellik analizini Borsa İstanbul’daki tüm sektör endekslerine uygulayan bir çalışma olarak dikkat çekmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar işlem hacmi fiyat ilişkisinin endekslere göre farklı sonuçlar verdiği yönündedir. Bazı endekslerde ilişkinin yönü fiyattan hacme, bazı endekslerde hacimden fiyata iken, frekanslara göre de değişebilmektedir.

### 3.Veriler ve Yöntem

2010-2019 döneminde BIST30 endeksinin 2347 güne ait verilerinin analiz edildiği çalışmada, vektör otoregresyon analizi (VAR), Granger (1969) nedensellik testi ve Breitung ve Candelon (2006)’un frekans dağılımı nedensellik analizi yöntemlerinden faydalanılmıştır. Endekslerin kapanış değerleri, gün içindeki en yüksek değeri ve işlem hacmi bilgileri [www.investing.com](http://www.investing.com) internet sitesinden elde edilmiştir. VAR ve Granger nedensellik analizleri EViews 9 ekonometri programında uygulanırken, Breitung ve Candelon (2006)’un frekans dağılımı nedensellik analizi Stata 14 ekonometri programında gerçekleştirilmiştir.

Granger nedensellik testi, değişkenler arasında zamana bağlı olarak gecikmeli bir nedensellik ilişkinin varlığında, nedensellik ilişkisinin yönünü belirlemek için kullanılan ve Granger (1969) çalışmasında geliştirilmiş bir testtir. Teste göre Y’nin öngörüsü, X’in geçmiş değerlerinin kullanıldığı durumda, X’in geçmiş değerlerinin kullanılmadığı duruma göre daha başarılı ise (diğer terimler değişmezken) X, Y’nin Granger nedenidir. VAR, denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Brooks, 2008; Sarıkovanlık vd., 2019):

$$y_{1t} = \alpha_{10} + \beta_{11} y_{1t-1} + \beta_{12} y_{2t-1} + \gamma_{11} y_{1t-2} + \gamma_{12} y_{2t-2} + \delta_{11} y_{1t-3} + \delta_{12} y_{2t-3} + u_{1t} \quad (1)$$

$$y_{2t} = \alpha_{20} + \beta_{21} y_{1t-1} + \beta_{22} y_{2t-1} + \gamma_{21} y_{1t-2} + \gamma_{22} y_{2t-2} + \delta_{21} y_{1t-3} + \delta_{22} y_{2t-3} + u_{2t} \quad (2)$$

Granger (1969) ve küçük farkla Sims (1972) tarafından geliştirilen nedensellik testleri,  $y_1$ 'deki değişiklikler  $y_2$ 'de değişikliklere neden olur mu? Sorularını yanıtlamaya çalışmaktadır. Bu durum  $y_1$ 'in  $y_2$ 'ye neden olması durumunda,  $y_1$  gecikmesinin  $y_2$  denkleminde önemli olduğunu göstermektedir.  $y_1$ ,  $y_2$ 'nin Granger

nedeni ise,  $y_1$ 'den  $y_2$ 'ye tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.  $y_2$ ,  $y_1$ 'in Granger nedeni ise,  $y_2$  gecikmeleri  $y_1$  için denklemde anlamlı olmalıdır. Eğer her iki gecikme sırası da önemliyse, iki yönlü nedensellik veya iki yönlü geri bildirim olduğu söylenebilir (Sarıkovanlık vd., 2019).

Frekans dağılımı (FD), matematiksel fonksiyonların dağılım veya sinyallerini frekansa göre tanımlamaktadır. Analizde zaman serilerinin özellikleri frekans bileşenlerine ayrıştırılarak incelenmektedir. Ana kavramlardan biri, bir zaman dağılım fonksiyonunu bir FD fonksiyonuna dönüştürmek için kullanılan dönüşümdür. Breitung ve Candelon (2006), FD'de ilk zaman serisinin Fourier dönüşümüne dayanan bir Granger nedensellik testi oluşturmuştur. Bu test, farklı frekanslarda nedensel bağlantıları araştırmaktadır. Breitung ve Candelon (2006) testi ile zaman alanındaki “nedensel kümeleri” yakalamak mümkündür.

X ve Y serileri için VAR (p) modeline bir Fourier dönüşümü kullanarak, Geweke'nin frekansında y'den x'e kadar olan doğrusal geri besleme ölçüsü şöyle tanımlanır:

$$M_{y \rightarrow x}(\omega) = \log \left[ \frac{2\pi f_x(\omega)}{|\psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] = \log \left| 1 + \frac{|\psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right| \quad (3)$$

$|\psi_{12}(e^{-i\omega})|^2 = 0$ , böylece, Geweke'nin ölçüsü sıfır olacak ve y,  $\omega$  frekansında x'in Granger nedeni olmayacaktır. VAR denkleminde x ile y arasındaki ilişki yeniden düzenlenerek Breitung ve Candelon (2006) 'da sunulmuştur:

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{1t} \quad (4)$$

Geweke'in boş hipotezi,  $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ ,  $\beta$  y ve x katsayılarının vektörü iken  $H_0 : R(\omega)\beta = 0$  hipotezine karşılık vermektedir.

$$R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) \cos(2\omega) \dots \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) \sin(2\omega) \dots \sin(p\omega) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Bu çalışmada, her zamanki F istatistiklerini kullanabilmek için Geweke (1982)'nin ve Breitung ve Candelon (2006) versiyonları kullanılmıştır. Breitung ve Candelon (2006), Geweke'nin FD'de nedenselliği test etme konusundaki sıfır hipotezini basitleştirmektedir. Yöntem, finans piyasalarındaki farklı veriler arasındaki ilişkileri analiz etmek üzere araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır (İskenderoğlu, Akdağ, 2017, 2019).

#### 4. Ampirik Sonuçlar

VAR analizi, değişkenler arasındaki ilişkileri kısa ve uzun dönemde incelemeye olanak sağlamaktadır. VAR modelinde kullanılan verilerin durağanlık koşullarını sağlaması gerekir. Bu nedenle endekslere ait zaman serileri Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testleri ile analiz edilmiştir.

**Tablo 1:** Birim Kök Testleri

	ADF		KPSS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
logBİST30 Endeks Kapanış	-2.0131	-3.3072	4.5408*	2673.969*
$\Delta$ logBİST30 Endeks Kapanış	-49.4068*	-49.3986*	0.0381	0.6975
logBİST30 En Yüksek	-1.9025	-3.1575	4.5359*	2684.691*
$\Delta$ logBİST30 En Yüksek	-17.7597*	-17.7594*	0.0399	0.8680
logBİST30 Hacim	-6.4287*	-6.4319*	0.2090	978.8776*
$\Delta$ logBİST30 Hacim	-17.1466*	-17.1431*	0.0369	0.0176

\*%1 önem seviyesinde anlamlıdır

Analiz sonucunda logaritmik serilerin düzeyde birim kök içerdiği görülmüştür. Logaritmik serilerin farkı alınarak seriler logaritmik getiriye dönüştürülmüş ve durağan hâle getirilmiştir. Durağan hâle gelmiş logaritmik fark serileri kullanılarak sırasıyla *Endeks Kapanış Değeri – İşlem Hacmi ilişkisi* ve *Endeks En Yüksek Değer – İşlem Hacmi ilişkisi* önce VAR, Granger nedensellik ve Breitung-Candelon (2006)'un frekans dağılımı nedensellik analizi ile incelenmiştir.

Doğru bir VAR modelinin kurulabilmesi için zaman serisi ikililerinin uygun gecikme değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar, Tablo 2 ve Tablo 3'te yer almaktadır. Kritik değerlere göre uygun modeller dörder gecikme ile kurulmalıdır.



**Tablo 2:** BİST30 Endeks – İşlem Hacmi Uygun Gecikme Değeri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	13920.52	NA	2.42e-08	-11.86069	-11.85578	-11.85890
1	14681.72	1520.445	1.27e-08	-12.50594	-12.49121	-12.50057
2	14855.02	345.8735	1.10e-08	-12.65021	-12.62566	-12.64127
3	14933.48	156.4392	1.03e-08	-12.71366	-12.67929	-12.70114
4	14968.09	68.96598*	1.01e-08*	-12.73975*	-12.69556*	-12.72365*

\*Optimum gecikmeyi ifade etmektedir.

Kriterlere göre uygun gecikme sayısı 4 olarak model kurulduğunda modelin özeti aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \text{DLOGBIST30} = & - 0.01387*\text{DLOGBIST30}(-1) + 0.0084*\text{DLOGBIST30}(-2) - \\ & 0.0396*\text{DLOGBIST30}(-3) - 0.0823*\text{DLOGBIST30}(-4) - \\ & 0.0074*\text{DLOGBIST30VOL}(-1) + 0.0268*\text{DLOGBIST30VOL}(-2) + \\ & 0.0729*\text{DLOGBIST30VOL}(-3) + 0.03406*\text{DLOGBIST30VOL}(-4) + 0.0002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DLOGBIST30VOL} = & 0.8783*\text{DLOGBIST30}(-1) + 0.5981*\text{DLOGBIST30}(-2) + \\ & 0.3396*\text{DLOGBIST30}(-3) + 0.0987*\text{DLOGBIST30}(-4) - \\ & 0.7194*\text{DLOGBIST30VOL}(-1) - 0.4874*\text{DLOGBIST30VOL}(-2) - \\ & 0.2402*\text{DLOGBIST30VOL}(-3) - 0.06345*\text{DLOGBIST30VOL}(-4) + 0.0001 \end{aligned}$$

**Tablo 3:** BİST30 Endeks En Yüksek – İşlem Hacmi Uygun Gecikme Değeri

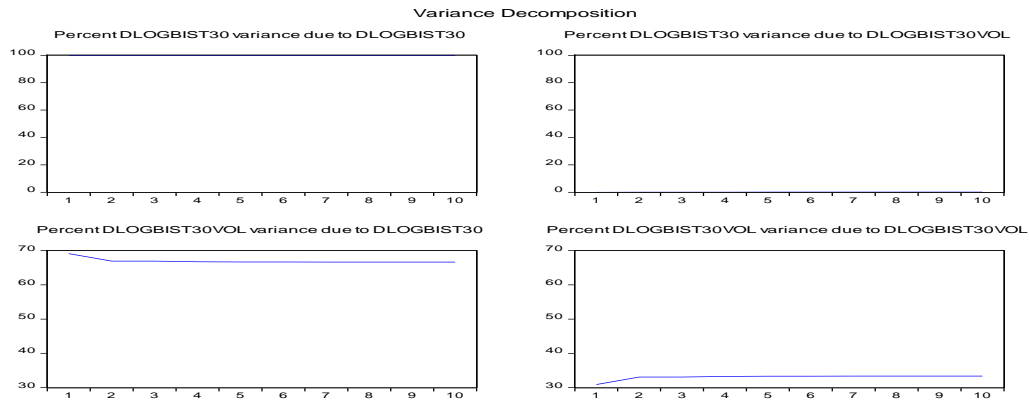
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	14458.29	NA	1.53e-08	-12.31895	-12.31404	-12.31716
1	14807.38	697.2825	1.14e-08	-12.61302	-12.59829	-12.60765
2	14918.40	221.5693	1.04e-08	-12.70422	-12.67967	-12.69528
3	14963.43	89.80467	1.01e-08	-12.73919	-12.70482	-12.72667
4	14981.92	36.82371*	9.93e-09*	-12.75153*	-12.70734*	-12.73544*

\*Optimum gecikmeyi ifade etmektedir.

Kriterlere göre uygun gecikme sayısı 4 olarak model kurulduğunda modelin özeti aşağıdaki gibidir:

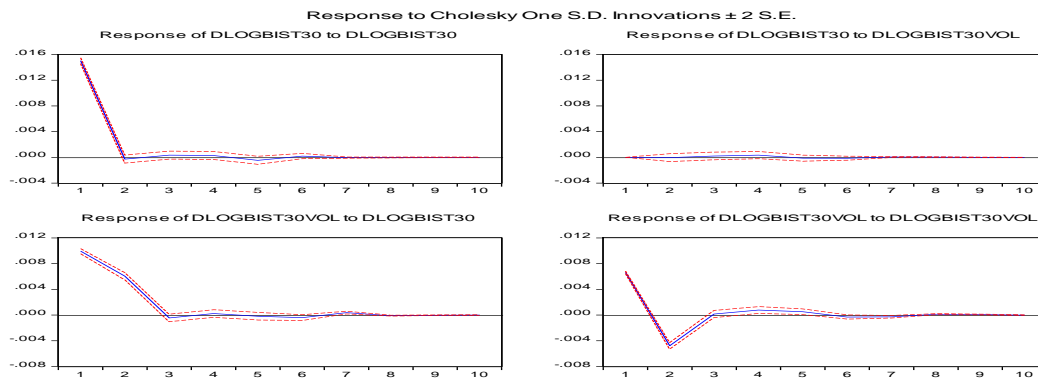
$$\begin{aligned}
\text{DLOGBIST30HIGH} &= -0.3247*\text{DLOGBIST30HIGH}(-1) - 0.2678*\text{DLOGBIST30HIGH}(-2) \\
&- 0.0720*\text{DLOGBIST30HIGH}(-4) + 0.5048*\text{DLOGBIST30VOL}(-1) + 0.2174*\text{DLOGBIST30VOL}(-2) \\
&+ 0.0954*\text{DLOGBIST30VOL}(-4) + 0.0002 \\
\text{DLOGBIST30VOL} &= 0.3543*\text{DLOGBIST30HIGH}(-1) + 0.1521*\text{DLOGBIST30HIGH}(-2) \\
&+ 0.0397*\text{DLOGBIST30HIGH}(-4) - 0.0986*\text{DLOGBIST30VOL}(-1) - 0.2190*\text{DLOGBIST30VOL}(-2) \\
&- 0.0354*\text{DLOGBIST30VOL}(-3) + 0.0013*\text{DLOGBIST30VOL}(-4) + 0.0002
\end{aligned}$$

Şekil 1: Varyans A.: Endeks – Hacim



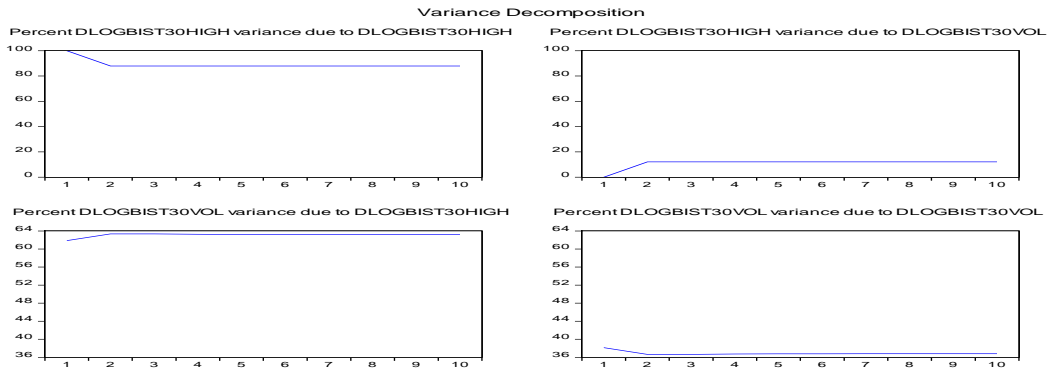
Kurulan VAR modelleri ile yapılan varyans ayrıştırma ve etki tepki analizleri, değişkenler arasında kısa ve uzun dönemli ilişkileri açıklamak için kullanılmaktadır. Şekil 1’de endeks kapanış değerleri ile işlem hacmi arasındaki varyans ayrıştırma analizine ait görsel yer almaktadır. Veriler arasındaki uzun vadeli ilişki hakkında bir ön bilgi veren bu analize göre, işlem hacminin endeksin varyansını açıklamaya bir katkısı yok iken, endeks işlem hacminin varyansının %30’unu açıklayabilmektedir.

Şekil 2: Etki-Tepki: Endeks – Hacim



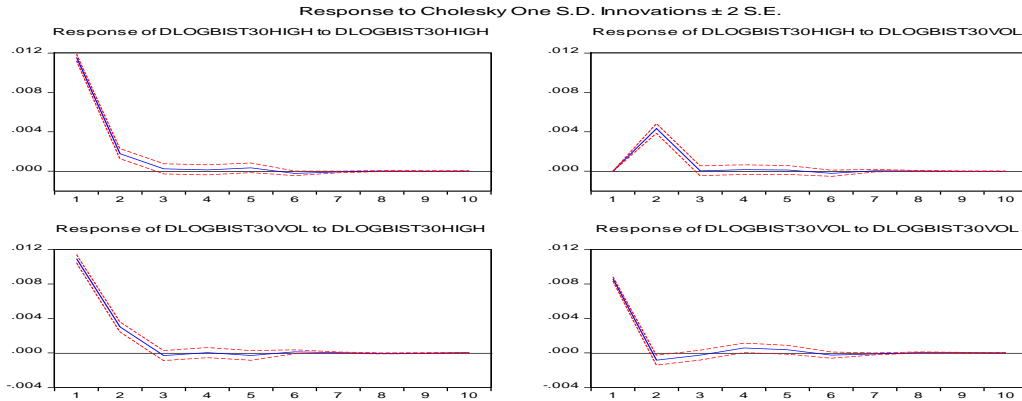
Şekil 2’de, BİST30 endeks ve işlem hacmi arasındaki kısa dönemli ilişki etki-tepki fonksiyonu ile gösterilmiştir. Kanıtlar, kısa dönemde endeksin işlem hacmindeki bir standart sapmalılık şoka belirgin bir yanıt vermediğini göstermektedir. İşlem hacmi ise endekste bir standart sapmalılık şok karşısında ilk gün yükselmekte, etki 3. güne kadar azalarak devam etmektedir.

**Şekil 3:** Varyans A.: Endeks En Yüksek



Endekste gün içinde gerçekleşen en yüksek fiyat ile işlem hacmi arasındaki varyans ayrıştırma analizi, Şekil 3’te yer almaktadır. Veriler arasındaki uzun vadeli ilişki hakkında bir ön bilgi veren bu analize göre, işlem hacminin endeksin varyansını açıklamaya bir katkısı yok iken, endeks işlem hacminin varyansının %30’unu açıklayabilmektedir.

**Şekil 4:** Etki-Tepki: Endeks En Yüksek



Endekste gün içinde gerçekleşen en yüksek fiyat ile işlem hacmi arasındaki etki-tepki analizleri Şekil 4’te yer almaktadır. Endekste en yüksek fiyattan oluşan zaman serisine uygulanan bir standart sapmalılık şok karşısında işlem hacmi ikinci güne kadar artış şeklinde tepki vermekte, tepki 3. gün azalarak kaybolmaktadır. Endekste bir standart sapmalılık şok olduğunda ise işlem hacmi ilk gün yükselmekte, etki 3. güne kadar azalarak devam etmektedir.

Değişkenler arasında zamana bağlı olarak gecikmeli ilişkinin varlığında ilişkinin nedensellik yönü, Granger nedensellik analizleri ile ortaya konulmuştur. Tablo

4'te, Granger nedensellik analizlerinin sonuçlarına yer verilmiştir. BİST30 Endeksine ait kapanış değerleri işlem hacminin Granger nedeni iken işlem hacminden endekse doğru bir ilişki bulunamamıştır. Zira analiz endeksteki en yüksek değerler ile yapılan modelde karşılıklı bir ilişkiyi ortaya koymuştur.

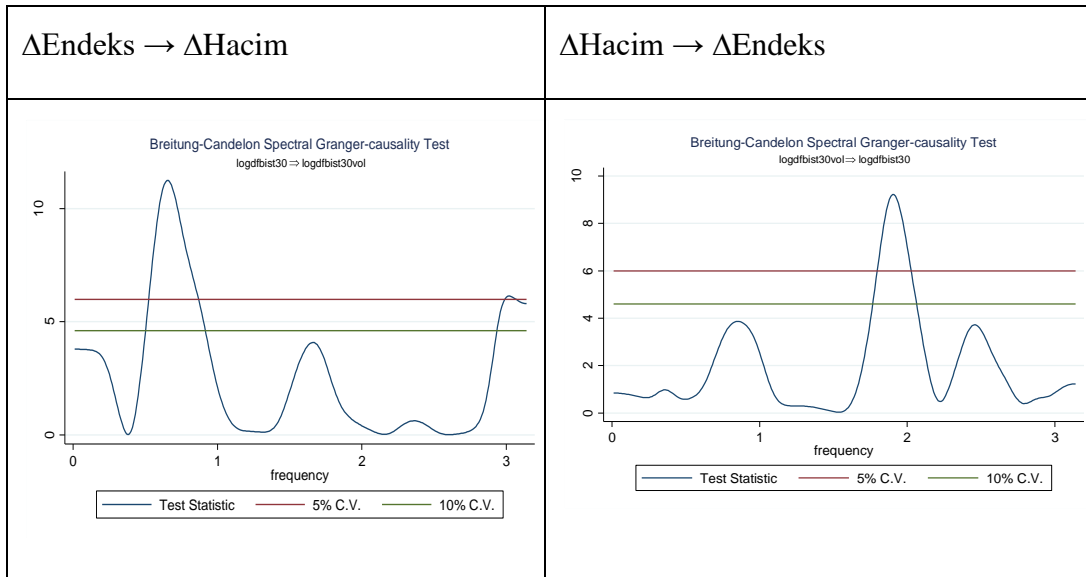
**Tablo 4:** Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	T istatistiği	Sonuç
$\Delta$ Endeks $\rightarrow$ $\Delta$ Hacim	Yok (0,6346)	Granger nedensellik yoktur.
$\Delta$ Hacim $\rightarrow$ $\Delta$ Endeks	Var (0,0000)	Granger nedensellik vardır.
$\Delta$ Endeks En Yüksek $\rightarrow$ $\Delta$ Hacim	Var (0,0000)	Granger nedensellik vardır.
$\Delta$ Hacim $\rightarrow$ $\Delta$ Endeks En Yüksek	Var (0,0000)	Granger nedensellik vardır.

\*%1 önem seviyesinde anlamlıdır.

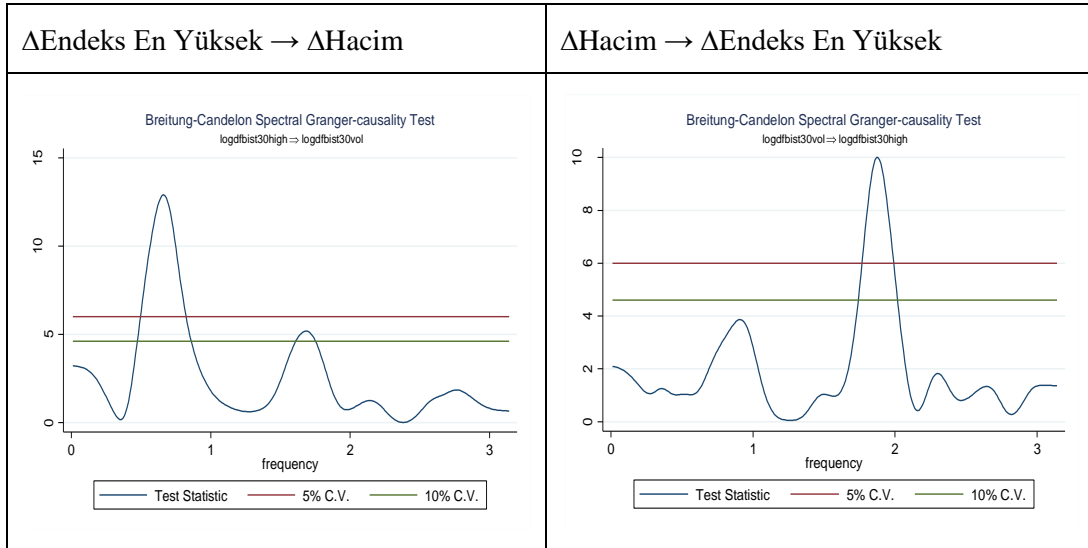
Breitung-Candelon (2006)'un frekans dağılımı nedensellik analizi ile ilgili sonuçlar Şekil 5-8'de yer almaktadır. Zaman serilerinin özelliklerinin frekans bileşenlerine ayrıştırılarak incelendiği bu yöntemin sonuçları, veriler arasındaki ilişkinin farklı frekanslarda varlığını incelememizi olanaklı hâle getirmektedir. Şekillerde yeşil (%10) ve kırmızı çizgiler (%5), önem seviyelerini göstermektedir. Test istatistiğinin bu çizgilerin üzerine çıktığı alanlarda, ilişki anlamlıdır. İşlem hacmindeki değişim ile endeks getiri arasındaki Frekans Dağılımı Nedensellik analizine ilişkin sonuçları gösteren sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir.

**Şekil 5:** İşlem Hacmi – Endeks Frekans Dağılımı Nedensellik



BİST30 endeksi işlem hacmindeki değişim ile BİST30 endeksindeki getirideki değişim arasındaki frekans nedensellik analizinin sonuçlarını gösteren Şekil 5'e göre yüksek frekanslarda endeksin getirisindeki değişimden işlem hacminin değişiminin etkilendiği görülmektedir. Diğer bir ifade ile endeksin getirisinden işlem hacmine doğru nedenselliğin uzun dönemli olduğu ifade edilebilir. İşlem hacmindeki değişimin ise orta ve kısa frekanslarda endeksin getirisini etkilediği görülmüştür. Dolayısıyla işlem hacmindeki değişim orta ve kısa vadede endeksin getirisini etkilediği ifade edilebilir. İşlem hacmindeki değişim ile endeksin en yüksek getiri arasındaki Frekans Dağılımı Nedensellik analizine ilişkin sonuçları gösteren sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir.

**Şekil 6:** İşlem Hacmi – Endeks En Yüksek Değer Frekans Alanı Nedensellik



Şekil 6'da yer alan sonuçlara göre endeksin en yüksek getirisindeki değişimden işlem hacmine doğru nedenselliğin yüksek frekanslarda diğer bir ifade ile uzun dönemli olduğu görülmektedir. İşlem hacmindeki değişimden endeksin en yüksek getirisindeki değişime doğru nedenselliğin ise düşük ve orta frekansta geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda buradaki nedensellik ilişkisinin kısa ve orta vadeli olduğu görülmektedir. İşlem hacmi ise yalnızca düşük frekansta endeks değerinden etkilenmektedir.

## 5.Sonuç

Finansal piyasalarda fiyat-hacim ilişkisi 1980'li yılların ikinci yarısından bu yana tartışılmalı bir konu olmuştur. Fiyat-hacim ilişkisini inceleyen en kapsamlı çalışmalardan biri Karpoff (1987) tarafından yapılmakla beraber gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardaki fiyat-hacim ilişkileri hâlen incelenmektedir. Bu çalışma iki özelliği ile literatürdeki örneklerinden farklılık arz etmektedir. Çalışmada, BİST30 endeksine ait kapanış değerlerinin yanında endeksin gün içinde gerçekleşen en yüksek değeri de analiz edilmiştir. Pay piyasalarında kısa

sürekli işlem yapan spekülörler için fiyatların saatlik hareketleri dahi yüksek önem arz edebilmektedir. Piyasaya gelen bilginin fiyata yansımada süresinde oluşan hacim, piyasaya daha çok aktörün katılmasına da neden olabilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, pay senedi endekslerindeki fiyat-hacim ilişkisi kapanış fiyatından hacme doğru gerçekleşirken gün içinde gerçekleşen en yüksek fiyat-hacim ilişkisinin karşılıklı olduğunu göstermiştir. Frekans dağılımları açısından elde edilen bulgular ise VAR analizi ve Granger nedensellik analizleriyle elde edilen sonuçlardan farklılık göstermektedir. Zaman serilerinin özelliklerinin frekans bileşenlerine ayrıştırılarak incelendiği Breitung ve Candelon (2006) yönteminde, işlem hacmi ile hem endeks kapanış değerleri arasında hem de en yüksek fiyat değerleri arasında ilişkiler olduğu görülmüştür. Bulgular, ilişkinin yönünün frekanslara göre değiştiğini göstermektedir. Bu analiz, literatürde fiyat-hacim ilişkisine yönelik farklı sonuçlar (Kıran, 2010, Acar vd., 2010, Okuyan ve Erbaykal, 2011) elde edilmesinin sebeplerini açıklamaya yardımcı olmakta ve Çelik ve Koy'un (2019) sonuçlarını desteklemektedir.

#### Kaynakça

- Acar Boyacıoğlu, M., Güvenek, B., ve Alptekin, V. (2010). Getiri Volatilitesi ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişki. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 48, 200-217.
- Ajayi, R. A., Mehdian, S., ve Mougoue, M. (2006). The Empirical Relation between Price Changes and Trading Volumes: Further Evidence from European Stock Markets. *Alliance Journal of Business Research*, 2009, 3-20
- Bohl, M. T., ve Henke, H. (2003). Trading Volume and Stock Market Volatility: The Polish Case. *International Review of Financial Analysis*, 12(5), 513-525.
- Breitung, J., ve Candelon, B. (2006). Testing for Short and Long-Run Causality: A Frequency-Domain Approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363-378.
- Brock, W. A., ve LeBaron, B. D. (1995). A Dynamic Structural Model for Stock Return Volatility and Trading Volume. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper No. w4988.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2. ed., New York, Cambridge University.
- Buhlmann, P. (1998). Extreme Events from The Return-Volume Process: A Discretization Approach for Complexity Reduction. *Applied Financial Economics*, 8(3), 267-278.
- Çelik, S., ve Koy, A. (2019). *Chicken-Egg Dilemma for the Relationship Between Price and Volume in Borsa Istanbul*. In Behavioral Finance and Decision-Making Models (pp. 46-69). IGI Global.
- Clark, P. K. (1973). A Subordinated Stochastic Process Model with Finite Variance For Speculative Prices. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 41(1), 135-155.

- Chen, G. M., Firth, M., ve Rui, O. M. (2001). The Dynamic Relation between Stock Returns, Trading Volume, and Volatility. *Financial Review*, 36(3), 153-174.
- Chuang, C. C., Kuan, C. M., ve Lin, H. Y. (2009). Causality in Quantiles and Dynamic Stock Return–Volume Relations. *Journal of Banking ve Finance*, 33(7), 1351-1360.
- Copeland, T. E. (1976). A Model of Asset Trading under The Assumption of Sequential Information Arrival. *The Journal of Finance*, 31(4), 1149-1168.
- Darwish, M. (2012). Testing The Contemporaneous and Causal Relationship Between Trading Volume and Return in The Palestine Exchange. *International Journal of Economics and Finance*, 4(4), 182-192.
- Elmas, B., ve Yıldırım, M. (2010). Kriz Dönemlerinde Hisse Senedi Fiyatı ile İşlem Hacmi İlişkisi: İMKB’de İşlem Gören Bankacılık Sektör Hisseleri Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(2), 37-46.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Geweke, J. (1982). Measurement of Linear Dependence and Feedback Between Multiple Time Series. *Journal of The American Statistical Association*, 77(378), 304-313.
- Girard, E., ve Biswas, R. (2007). Trading Volume and Market Volatility: Developed Versus Emerging Stock Markets. *Financial Review*, 42(3), 429-459.
- Gökçe, A. (2002). İMKB’de Fiyat-Hacim İlişkisi: Granger Nedensellik Testi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(3), 43-48.
- Granger, C. W., ve Morgenstern, O. (1963). Spectral Analysis of New York Stock Market Prices. *Econometric Society Monographs* 32 (2001), 85-105.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations By Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424-438.
- Gündüz, L., ve Hatemi-J, A. (2005). Stock Price and Volume Relation in Emerging Markets. *Emerging Markets Finance and Trade*, 41(1), 29-44.
- Hiemstra, C., ve Jones, J. D. (1994). Testing For Linear and Nonlinear Granger Causality in The Stock Price-Volume Relation. *The Journal of Finance*, 49(5), 1639-1664.
- Investing, Endeksler, Türk Endeksleri (2020). <https://tr.investing.com/indices/ise-30> (Erişim Tarihi: 03.04.2019).

- İskenderoğlu, Ö., ve Akdağ, S. (2017). Finansal Hizmetler Güven Endeksinin Geçerliliğinin İncelenmesi: Türkiye Örneği. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3(4), 625-633.
- İskenderoğlu, Ö., ve Akdağ, S. (2019). Risk İştahı ile Petrol Fiyatları, Döviz Kuru, Altın Fiyatları ve Faiz Oranları Arasında Nedensellik Analizi: Türkiye Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 20(1), 1-14.
- Kamath, R., ve Wang, Y. (2006). The Causality Between Stock Index Returns and Volumes in The Asian Equity Markets. *Journal of International Business Research*, 5(2), 63-74.
- Karpoff, J. M. (1987). The Relation between Price Changes and Trading Volume: A Survey. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22(1), 109-126.
- Kayalidere, K., ve Aktaş, H. (2009). İMKB’de Fiyat-Hacim İlişkisi-Asimetrik Etkileşim. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 49-62.
- Kiger, J. E. (1972). An Empirical Investigation of NYSE Volume and Price Reactions to The Announcement of Quarterly Earnings. *Journal of Accounting Research*, 10(1), 113-128.
- Kim, O., ve Verrecchia, R. E. (1991). Trading Volume and Price Reactions to Public Announcements. *Journal of Accounting Research*, 29(2), 302-321.
- Kıran, B. (2010). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda İşlem Hacmi ve Getiri Volatilitesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11 (1), 98-108
- Lee, B. S., ve Rui, O. M. (2002). The Dynamic Relationship between Stock Returns and Trading Volume: Domestic and Cross-Country Evidence. *Journal of Banking ve Finance*, 26(1), 51-78.
- Lee, C. M., ve Swaminathan, B. (2000). Price Momentum and Trading Volume. *The Journal of Finance*, 55(5), 2017-2069.
- Lucey, B. M. (2006). Does Volume Provide Information? Evidence from The Irish Stock Market. *Applied Financial Economics Letters*, 1(2), 105-109.
- Morse, D. (1981). Price and Trading Volume Reaction Surrounding Earnings Announcements: A Closer Examination. *Journal of Accounting Research*, 19(2), 374-383.
- Mutalib Anifowose, M. (2013). An Analysis of Causal Relation between Stock Return and Trading Volume in Nigerian Capital Market. *International Journal of Social Sciences and Humanities Reviews*, 4(2), 137 –147
- Okuyan, H. A., ve Erbaykal, E. (2011). İMKB’de Yabancı İşlemleri ve Hisse Senedi Getirileri İlişkisi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(2), 256-264



- Osborne, M. F. (1959). Brownian Motion in The Stock Market. *Operations Research*, 7(2), 145-173.
- Pisedtasalasai, A., ve Gunasekarage, A. (2007). Causal and Dynamic Relationships among Stock Returns, Return Volatility and Trading Volume: Evidence from Emerging Markets in South-East Asia. *Asia-Pacific Financial Markets*, 14(4), 277.
- Qi, R. (2001). Return-Volume Relation in The Tail: Evidence from Six Emerging Markets. *Columbia Business School Working Paper*, 1-53.
- Saatcioglu, K., ve Starks, L. T. (1998). The Stock Price–Volume Relationship in Emerging Stock Markets: The Case of Latin America. *International Journal of Forecasting*, 14(2), 215-225.
- Sarıkovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yıldırım, H. H., ve Kantar, L. (2019). *Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Tambi, M. K. (2005). A Test of Integration between Emerging and Developed Nation's Stock Markets (No. 0506004). University Library of Munich, Germany.
- Taş, O., Tokmakçioğlu, K., ve Çevikcan, G. (2016). Borsa İstanbul'da Pay Senedi Getirileri ile İşlem Hacmi arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 11-30.
- Tauchen, G. E., ve Pitts, M. (1983). The Price Variability-Volume Relationship on Speculative Markets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 51(2), 485-505.
- Tripathy, N. (2011). The Relation between Price Changes and Trading Volume: A Study in Indian Stock Market. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1(7), 81-95.
- Wang, C., ve Chin, S. (2004). Profitability of Return and Volume-Based Investment Strategies in China's Stock Market. *Pacific-Basin Finance Journal*, 12(5), 541-564.