

Borsa İstanbul Bankacılık, Sanayi ve Sürdürülebilirlik Endekslerinde En Yüksek Fiyat Oluşumu ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişkinin Var Modeli ile Analizi

Analysis of the Relationship Between the Highest Price Formation and Trading Volume in Borsa Istanbul Banking, Industrial, and Sustainability Indices Using the VAR Model

Adem ALTAY*

ÖZ

Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerinde en yüksek fiyat oluşumu ile işlem hacmi arasındaki dinamik ilişki, Vektör Otoregresif (VAR) modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Finansal piyasalarda fiyat-hacim etkileşimi, bilgi akışının yönünü ve piyasa etkinliğini anlamada temel bir gösterge olarak kabul edilmekte olup, bu bağlamda çalışmanın amacı söz konusu etkileşimin sektörler bazında yapısal farklılıklarını ortaya koymaktır. Çalışmada günlük veriler kullanılmış ve serilerin durağanlıkları Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi ile incelenmiştir. Uygun gecikme uzunluğu Akaike (AIC), Schwarz (SC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterleriyle belirlenmiş; modelin güvenilirliği Lagrange Çarpımı (LM) ve White testi ile sınanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, tüm modellerde işlem hacmi değişkenlerinin kendi gecikmeli değerlerinden anlamlı biçimde etkilendiği, buna karşılık en yüksek fiyat değişkenlerinin sınırlı düzeyde içsel etki sergilediği tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi bulguları, Bankacılık endeksinde anlamlı bir nedensellik bulunmadığını, ancak Sanayi ve Sürdürülebilirlik endekslerinde işlem hacminden en yüksek fiyata doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, bilgi akışının sektörel bazda farklılaştığını ve özellikle reel sektör ile sürdürülebilirlik odaklı yatırımların fiyat oluşumuna daha duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, Borsa İstanbul'un bilgi etkinliği düzeyine ilişkin literatüre katkı sağlamakta ve yatırımcı davranışlarının sektörel farklılıklar temelinde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Borsa İstanbul, Fiyat-Hacim İlişkisi, VAR Modeli, Granger Nedensellik, Sürdürülebilirlik Endeksi

ABSTRACT

This study analyzes the dynamic relationship between the highest price formation and trading volume in the Banking (XBANK), Industrial (XUSIN), and Sustainability (XUSRD) indices traded on Borsa Istanbul, using the Vector Autoregressive (VAR) model. The price-volume interaction is considered a key indicator for understanding the direction of information flow and market efficiency in financial markets; therefore, the main objective of this study is to reveal the structural differences of this interaction across sectors. Daily data were utilized, and the stationarity of the series was examined through the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test. The optimal lag length was determined based on the Akaike (AIC), Schwarz (SC), and Hannan-Quinn (HQ) information criteria, while the reliability of the model was confirmed using the Lagrange Multiplier (LM) and White heteroskedasticity tests. The results indicate that trading volume variables in all models are significantly influenced by their own lagged values, whereas the highest price variables exhibit a limited degree of internal effect. Findings from the Granger causality test show no significant causality in the Banking index; however, a unidirectional causal relationship from trading volume to the highest price is observed in both the Industrial and Sustainability indices. This implies that information flow differs across sectors and that price formation in the real sector and sustainability-oriented investments is more responsive to changes in trading volume. Overall, the results contribute to the literature on information efficiency in Borsa Istanbul and provide insights into sectoral variations in investor behavior.

KEYWORDS

Borsa Istanbul, Price-Volume Relationship, VAR Model, Granger Causality, Sustainability Index

* Öğr. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, adem.altay@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6126-948X

<i>Makale Geliş Tarihi / Submission Date</i> 26.10.2025		<i>Makale Kabul Tarihi / Date of Acceptance</i> 26.11.2025	
<i>Atıf</i>	Altay, A. (2025). Borsa İstanbul Bankacılık, Sanayi ve Sürdürülebilirlik Endekslerinde En Yüksek Fiyat Oluşumu ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişkinin Var Modeli ile Analizi. <i>Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi</i> , 28 (2), 672-682.		

GİRİŞ

Finansal piyasalarda fiyat oluşumu ile işlem hacmi arasındaki etkileşim, bilgi akışının yönü, yatırımcı davranışlarının niteliği ve piyasa etkinliği üzerine yapılan çalışmalarda temel bir analitik odak noktası olmuştur. Fiyat ve hacim arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti, yalnızca piyasanın bilgiye tepkisini değil, aynı zamanda yatırımcıların karar alma süreçlerinde bilgiye dayalı mı yoksa davranışsal mı hareket ettiklerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, söz konusu ilişkinin doğru biçimde analiz edilmesi hem piyasa mikro yapısının hem de makro düzeyde sermaye akışlarının anlaşılmasında kritik öneme sahiptir.

Konuya yönelik teorik temel, Fama'nın (1970) ortaya koyduğu *Etkin Piyasalar Hipotezi (EPH)* üzerine inşa edilmiştir. Hipotez, tüm mevcut bilgilerin fiyatlara tam olarak yansıdığını ve bu nedenle geçmiş verilere dayanarak sistematik biçimde anormal getiri elde etmenin mümkün olmadığını savunmaktadır. Ancak gelişmekte olan piyasalarda bilgi asimetrisi, yatırımcı heterojenliği ve likidite farklılıkları gibi yapısal unsurlar, bu hipotezin tam geçerliliğini sınırlandırmaktadır (Erdem, Koy ve Akdağ, 2020:158). Bu noktada, Karpoff (1987) fiyat-hacim dinamiklerinin yalnızca fiyat değişimlerini değil, aynı zamanda piyasaya bilgi girişinin hızını ve yatırımcı duyarlılığını da yansıttığını ifade etmektedir. Dolayısıyla fiyat-hacim ilişkisi, bilginin piyasada nasıl işlendiğini açıklayan mikro temelli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Literatürde bu ilişkiyi açıklamak üzere geliştirilen başlıca teorik çerçeveler arasında *Bilginin Sıralı Varışı Modeli* (Copeland, 1976), *Karışık Dağılımlar Modeli* (Clark, 1973) ve *Gürültücü Yatırımcı Modeli* (De Long vd., 1990) yer almaktadır. Bu modellerin ortak noktası, yatırımcıların bilgiye erişim düzeylerindeki farklılıkların fiyat hareketleriyle işlem hacmi arasında belirli bir korelasyon yarattığını savunmalarıdır. Söz konusu korelasyonun yönü, piyasadaki bilgi etkinliği düzeyini, işlem derinliğini ve yatırımcı psikolojisini birlikte yansıtmaktadır.

Borsa İstanbul (BİST), bu dinamiklerin ampirik olarak incelenebileceği en uygun gelişmekte olan piyasalardan biridir. 1986 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası adıyla faaliyete başlamış ve 2013 yılında "Borsa İstanbul" çatısı altında yeniden yapılandırılmıştır (Savaş, 2021: 3-4). Günümüzde Borsa İstanbul, işlem hacmi, piyasa değeri ve endeks çeşitliliği açısından bölgesel ölçekte lider konumda olup; Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN), Hizmet (XUHIZ), Teknoloji (XUTEK), Mali (XUMAL) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) gibi çok boyutlu endeks yapısıyla hem finansal hem çevresel performansı izleme olanağı sunmaktadır. Bu yapısal çeşitlilik, farklı sektörlerdeki yatırımcı davranışlarının bilgi akışını nasıl yansıttığını analiz etmek açısından eşsiz bir laboratuvar ortamı oluşturmaktadır.

Borsa İstanbul'daki fiyat-hacim ilişkisini sektörel düzeyde inceleyen son dönem araştırmalar, bu ilişkinin yönünün sektör yapısına ve dönemsel faktörlere göre değiştiğini göstermektedir. Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2018:982), BİST Sanayi, Mali, Hizmet ve Kurumsal Yönetim endekslerinde 2012–2018 dönemi verilerini kullanarak, Sanayi Endeksi'nde fiyattan hacme doğru tek yönlü bir nedensellik saptamış ve bu durumu *Gürültücü Yatırımcılar Hipotezi* ile açıklamışlardır. Savaş (2021: 92-98), BİST kapsamında 33 endeks için Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulamış, Garanti Bankası, Sürdürülebilirlik, TÜPRAŞ ve Türk Telekom gibi endekslerde çift yönlü, bazı şehir ve banka endekslerinde ise tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Bu bulgularla, BİST pay piyasasının zayıf formda etkin olduğu ortaya konmuştur.

Benzer biçimde, Özdemir, İltaş ve Kaderli (2023:69) tarafından yürütülen frekans alanı nedensellik analizi, 2015–2021 döneminde sanayi ve hizmet endekslerinde fiyattan hacme doğru, bankacılık endeksinde ise hacimden fiyata doğru uzun dönemli nedensellik olduğunu göstermiştir. Yörük Eren (2022:153-163) ise 2010–2020 dönemine ait verilerle gerçekleştirdiği çalışmada, mikro (sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, likidite) ve makro (faiz oranı, döviz kuru, güven endeksleri) değişkenlerin hem fiyat hem hacim üzerinde anlamlı etkiler yarattığını tespit etmiştir. Görtay (2017: 101-103) da 2002–2016 dönemi için yaptığı analizde BİST100 endeksinde fiyattan hacme doğru tek yönlü ilişki bulmuş ve döviz kuru ile faiz oranlarının bu etkileşimde tamamlayıcı rol oynadığını belirtmiştir. Bu bulgular, Türkiye'deki sermaye piyasasında bilgi akışının sektör bazında farklılaştığını ve piyasa etkinliğinin mutlak değil göreceli bir biçimde işlediğini göstermektedir.

Diğer taraftan, Borsa İstanbul'un sürdürülebilirlik endeksi kapsamında çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) temelli yatırım davranışlarının finansal göstergelere etkisi de giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Karaman (2024: 92-96), finans dışı şirketlerin çevresel etkinliklerinin piyasa performansını uzun vadede anlamlı biçimde etkilediğini ve etkin kaynak kullanan firmaların piyasa getirilerinde pozitif farklılaşma

yarattığını göstermiştir. Bu bulgu, fiyat-hacim ilişkisinin yalnızca finansal değişkenlerle değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik göstergeleriyle de birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda mevcut çalışma, Borsa İstanbul Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerinde en yüksek fiyat oluşumları (highest price) ile işlem hacimleri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan Vektör Otoregresif (VAR) modeli, değişkenler arasındaki karşılıklı etkileşimleri zamana bağlı olarak değerlendirmeye imkân tanımakta ve bilgi akışının yönünü tespit etmek için uygun bir çerçeve sunmaktadır.

Bu araştırmanın literatüre katkısı iki yönlüdür. İlk olarak, klasik fiyat-hacim ilişkisinin ötesine geçerek sürdürülebilirlik endeksini analize dâhil etmekte ve finansal-çevresel boyutun etkileşimini değerlendirmektedir. İkinci olarak, Türkiye'nin gelişmekte olan bir piyasa olarak bilgi asimetrisi, yatırımcı duyarlılığı ve piyasa derinliği açısından sergilediği özgün yapıyı dinamik bir VAR çerçevesinde inceleyerek, literatürdeki yöntemsel boşluğu doldurmaktadır. Bu yönüyle çalışma, sermaye piyasası düzenleyicileri, yatırımcılar ve politika yapıcılar açısından fiyat oluşum mekanizmalarının şeffaflığını artıracak, bilgi akışının etkinliğini değerlendirmeye olanak sağlayacak ve sürdürülebilir yatırım stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

1. LİTERATÜR

Fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişki, finansal piyasa mikro yapısı teorilerinin merkezinde yer almakta ve bilgi akışının yönünü, yatırımcı davranışlarının rasyonelliğini ve piyasa etkinliğini açıklamak için temel bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu ilişkiye yönelik ilk teorik modellerden biri olan *Karışık Dağılımlar Modeli* (Clark, 1973), işlem hacmindeki artışların fiyat değişkenliğini artırdığını ve bilgi akışının hızlandığı dönemlerde fiyat-hacim korelasyonunun güçlendiğini öne sürmüştür. Bunu izleyen *Bilginin Sıralı Varışı Modeli* (Copeland, 1976) ise piyasalarda bilgiye sahip ve olmayan yatırımcıların farklı zamanlarda işlem yapması nedeniyle hacimle fiyat oynaklığı arasında zamansal bir bağıntı bulunduğunu savunmuştur. Karpoff (1987), bu modelleri sentezleyerek fiyat-hacim etkileşiminin yatırımcı davranışı ve bilgi akışı açısından iki yönlü olabileceğini, yani fiyat değişimlerinin hacmi etkilediği kadar, hacim değişimlerinin de fiyat hareketlerine öncülük edebileceğini ileri sürmüştür. Bu kuramsal temeller, sonraki ampirik araştırmalarda Vektör Otoregresif (VAR), Granger nedensellik ve GARCH modellerinin kullanılmasına zemin hazırlamıştır.

Gallant, Rossi ve Tauchen (1992) tarafından yapılan öncü VAR tabanlı analiz, fiyat ve hacim arasındaki iki yönlü nedenselliği istatistiksel olarak doğrulamıştır. Benzer biçimde Chen, Firth ve Rui (2001) Hong Kong, Japonya ve ABD piyasalarında fiyat ve işlem hacmi arasındaki dinamik etkileşimi incelemiş ve kısa vadede hacimden fiyata, uzun vadede ise fiyattan hacme doğru güçlü nedensellik ilişkileri saptamıştır. Lamoureux ve Lastrapes (1990), GARCH modelleriyle işlem hacminin volatilité üzerindeki açıklayıcılığını ortaya koymuş, Saatcioglu ve Starks (1998) Latin Amerika piyasalarında bilgi akışının piyasa derinliğine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Lee ve Rui (2002) ise gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda fiyat-hacim ilişkisinin yönünün farklılık gösterdiğini, bilgi asimetrisinin yüksek olduğu piyasalarda hacmin fiyat değişimlerini daha güçlü yansıttığını belirtmiştir. Bu bulgular, bilgi akışı teorisinin piyasa etkinliği ve volatilité literatüründe merkezi bir konum edindiğini göstermektedir.

Son dönemde sürdürülebilirlik temelli endekslerin fiyat-hacim dinamikleri üzerindeki etkisi literatüre giren bir diğer boyut olmuştur. ESG (çevresel, sosyal ve yönetim) performansının piyasadaki değerlendirme süreçlerine etkisini inceleyen Yılmaz, Aksoy ve Tatoğlu (2020), Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'ne dahil olmanın firmaların piyasa değerleri üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Böylece fiyat oluşum süreçlerinin yalnızca finansal bilgiyle değil, sürdürülebilirlik temelli göstergelerle de şekillendiği ortaya konmuştur. Bu eğilim, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ESG performansının yatırımcı davranışı ve işlem hacmi üzerindeki rolünü inceleyen çalışmalara öncülük etmiştir.

Türkiye'de fiyat-hacim ilişkisini konu alan çalışmalar, genellikle Borsa İstanbul'un sektörel endeksleri üzerinde yürütülmüştür. Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2018:982), 2012–2018 dönemi için BİST Sanayi, Mali, Hizmet ve Kurumsal Yönetim endekslerinde Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulayarak Sanayi Endeksi'nde fiyattan hacme doğru tek yönlü bir ilişki tespit etmiş ve bunu *Gürlütcü Yatırımcılar Hipotezi* çerçevesinde açıklamıştır. Bu bulgu, Türkiye'de sanayi sektöründe fiyat hareketlerinin bilgiye dayalı değil, yatırımcı psikolojisiyle şekillenebildiğini göstermektedir. Erdem, Koy ve Akdağ (2020:158), BİST30

endeksinde en yüksek fiyat verileri üzerinden yürüttükleri analizde, fiyat-hacim ilişkisinin veri frekansına göre yön değiştirdiğini ve yüksek fiyat verilerinde korelasyonun daha güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, fiyat-hacim dinamiklerinin zamansal ölçeğe duyarlılığını göstermektedir.

Savaş (2021: 92-98), BİST'te işlem gören 33 endeksi Toda-Yamamoto yöntemiyle analiz etmiş, bazı endekslerde çift yönlü, bazılarında ise tek yönlü ilişkiler saptamış ve Borsa İstanbul'un zayıf formda etkin olduğunu ifade etmiştir. Yörük Eren (2022: 153-163), 2010–2020 döneminde Borsa İstanbul'a kote 12 bankanın mikro (sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, likidite) ve makro (faiz oranı, döviz kuru, güven endeksi) değişkenlerinin fiyat ve işlem hacmi üzerindeki etkilerini panel veri yöntemiyle test etmiş, her iki değişkenin de bu faktörlerden anlamlı biçimde etkilendiğini ortaya koymuştur. Görtay (2017: 101-103) ise 2002–2016 dönemini kapsayan çalışmasında BİST100 endeksinde fiyattan hacme doğru tek yönlü nedensellik tespit etmiş ve faiz oranları ile döviz kurlarının fiyat-hacim etkileşiminde tamamlayıcı rol oynadığını belirtmiştir.

Yeni nesil analizlerde ise özellikle frekans tabanlı yöntemlerin tercih edildiği görülmektedir. Özdemir, İltaş ve Kaderli (2023: 69), 2015–2021 dönemi için 14 BİST sektör endeksini *Breitung ve Candelon (2006) frekans alanı nedensellik testi* ile incelemiş ve sanayi, bilişim, gıda, ulaştırma gibi endekslerde fiyattan hacme doğru, bankacılık endeksinde ise hacimden fiyata doğru uzun dönemli nedensellik tespit etmiştir. Bu bulgu, bankacılık sektörünün bilgi akış yönü bakımından diğer sektörlerden farklı davrandığını ve piyasa yapısının heterojenliğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Karaman (2024: 92-96), finans dışı şirketlerin finansal ve çevresel etkinliklerini analiz ettiği çalışmasında, çevresel performansı yüksek firmaların fiyat istikrarı ve işlem hacminde olumlu farklılaşma yarattığını saptamıştır. Bu sonuç, sürdürülebilirlik göstergelerinin piyasa likiditesi ve bilgi asimetrisi üzerindeki etkisini desteklemektedir.

Mevcut literatür bir bütün olarak değerlendirildiğinde, fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmaların yön, şiddet ve zaman ufku açısından birbirinden farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Uluslararası düzeyde bilgi akışının yoğun olduğu gelişmiş piyasalarda çift yönlü nedensellikler baskınken, Türkiye gibi gelişmekte olan piyasalarda sektör bazında yön değişiklikleri ve asimetric ilişkiler gözlemlenmektedir. Buna karşın, en yüksek fiyat oluşumları (highest price) ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi doğrudan ele alan çalışmalar son derece sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca, Borsa İstanbul Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerinin birlikte ele alınarak sektörel bilgi akış hızlarının *VAR modeli* çerçevesinde karşılaştırıldığı kapsamlı analizlere de literatürde rastlanmamaktadır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışma hem yöntembilimsel hem tematik açıdan literatüre iki düzeyde katkı sağlamayı hedeflemektedir. İlk olarak, fiyat-hacim ilişkisini en yüksek fiyat verisi üzerinden analiz ederek piyasa dinamiklerinin zamansal duyarlılığını ölçmekte; ikinci olarak sürdürülebilirlik endeksini analize dâhil ederek bilgi akışının finansal-çevresel bileşenlerini bütüncül biçimde değerlendirmektedir. Böylece çalışma, Borsa İstanbul'un bilgi etkinliği düzeyine, yatırımcı davranış yapısına ve sürdürülebilirlik odaklı piyasa dönüşümüne ilişkin yeni kanıtlar sunarak, literatürdeki hem yöntemsel hem de kavramsal boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada Borsa İstanbul Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerinde en yüksek fiyat (highest price) ile işlem hacmi (trading volume) arasındaki dinamik ilişki, Vektör Otoregresif (VAR) modeli çerçevesinde analiz edilmiştir. VAR yaklaşımı, sistemde yer alan tüm değişkenleri eşanlı olarak içsel (endogenous) kabul ettiği için, finansal zaman serilerinde sıkça karşılaşılan yapısal kısıt gereksinimini ortadan kaldırmakta ve değişkenler arasındaki karşılıklı etkileşimi dinamik biçimde ortaya koymaktadır (Keating, 1990: 453–454).

3.1. Veri Yapısı ve Model Çerçevesi

Çalışmada kullanılan model, iki veya daha fazla değişkenin geçmiş dönem değerlerinin mevcut dönem üzerindeki etkisini açıklamaya dayanmaktadır. İki değişkenli bir VAR sistemi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$y_t = a_1 + \sum_{i=1}^p b_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{2i} x_{t-i} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t = c_1 + \sum_{i=1}^p d_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p d_{2i} x_{t-i} + \varepsilon_{2t}$$

Burada p , gecikme uzunluğunu; ε_t ve u_t ise sabit varyansa sahip, ortalaması sıfır olan hata terimlerini ifade etmektedir. VAR modeli, yalnızca içsel değişkenleri kapsadığı için eşanlılık (simultaneity) sorunu bulunmamaktadır. Modelin parametreleri, En Küçük Kareler (OLS) yöntemiyle tahmin edilmektedir (Özgen ve Güloğlu, 2004, s. 96).

VAR yaklaşımı, klasik eşanlı denklem sistemlerinden farklı olarak model üzerinde kısıt uygulamayı gerektirmez. Bu yönüyle, ekonomik değişkenlerin karşılıklı ilişkilerini açıklamada esneklik sağlar ve finansal piyasa analizlerinde sıklıkla tercih edilir (Tarı ve Bozkurt, 2006, s. 15; Uysal, Mucuk ve Alptekin, 2008, s. 61).

3.2. Durağanlık Analizi

VAR modelinin temel varsayımı, modelde yer alan tüm serilerin aynı düzeyde durağan olmalarıdır. Durağan olmayan serilerle yapılan analizlerde sahte regresyon (spurious regression) riski ortaya çıktığından, modelin uygulanabilirliği açısından durağanlık testleri kritik önem taşır. Bu kapsamda, serilerin durağanlığı Augmented Dickey–Fuller (ADF) testiyle sınanmıştır.

ADF testi, Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen birim kök testinin genişletilmiş halidir ve şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Burada Δ fark operatörünü, t zaman trendini göstermektedir. Testin yokluk hipotezi $H_0: \gamma = 0$ şeklindedir; bu hipotez reddedildiğinde ilgili serinin durağan olduğu kabul edilir (Sevüktekin, 2007).

3.3. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

VAR modelinde doğru gecikme uzunluğunun belirlenmesi, modelin tahmin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Gecikme sayısının eksik seçilmesi modelin dinamik yapısını tam yansıtamazken, fazla seçilmesi serisel korelasyon ve serbestlik derecesi kaybına yol açabilir. Bu nedenle gecikme uzunluğu belirlenirken Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC), Hannan–Quinn (HQ), Son Kestirim Hatası (FPE) ve Ardışık Modifiye Edilmiş LR (Sequential LR) testleri kullanılmış ve sonuçlar birlikte değerlendirilerek optimum gecikme uzunluğu belirlenmiştir.

3.4. Modelin Uyum Geçerliliği

Tahmin edilen modelin istikrarlı olup olmadığını değerlendirmek için üç farklı kontrol gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, AR karakteristik polinomunun ters köklerinin birim çember içinde yer alması, modelin durağanlık koşulunu sağlamaktadır. İkinci olarak, artıklarda serisel korelasyonun bulunup bulunmadığı Lagrange Çarpımı (LM) testi ile incelenmiştir. Üçüncü olarak, modelin hata terimlerinde değişen varyans (heteroskedasticity) problemi olup olmadığı White testi ile kontrol edilmiştir. Bu aşamalar, modelin uyum iyiliği ve güvenilirliğini istatistiksel olarak teyit etmek amacıyla uygulanmıştır.

3.5. Granger Nedensellik Analizi

VAR modeli yardımıyla değişkenler arasındaki karşılıklı ilişkiler belirlendikten sonra, bu ilişkilerin yönünü ve nedensel yapısını belirlemek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Granger (1969) tarafından geliştirilen bu test, bir değişkenin geçmiş değerlerinin diğer bir değişkenin mevcut değerlerini anlamlı biçimde açıklayıp açıklamadığını inceler. Eğer X değişkeninin geçmiş değerleri Y 'yi anlamlı biçimde tahmin edebiliyorsa, X 'in Y 'nin “Granger nedeni” olduğu sonucuna varılır. Bu yaklaşım, finansal piyasalarda bilgi akışının yönünü belirlemek için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir.

4. ANALİZ VE BULGULAR

Borsa İstanbul, Türkiye'nin sermaye piyasalarının merkezini oluşturan ve farklı sektörleri temsil eden endeks yapısıyla finansal sistemin önemli bir göstergesidir. Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerine ait günlük işlem hacmi ve en yüksek fiyat oluşumları arasındaki ilişki, ekonometrik yöntemlerle analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, seriler arasındaki kısa ve uzun dönemli dinamik etkileşimleri incelemek amacıyla Vektör Otoregresif (VAR) modeli kullanılmıştır. Araştırma verileri <https://tr.investing.com/indices/turkey-indices> (Erişim tarihi: 15 Eylül 2025) sitesinden alınmıştır. Analiz dönemi 8/05/2024 7/31/2025 dir.

Tablo 1. Araştırma değişkenleri

Değişken	Tanım
HBANK	Banka endeksi için işlem hacmi
HSNAI	Sınai endeksi için işlem hacmi
HSURD	Sürdürülebilirlik endeksi için işlem hacmi
YBANK	Banka endeksi için en yüksek fiyat
YSNAI	Sınai endeksi için en yüksek fiyat
YSURD	Sürdürülebilirlik endeksi için en yüksek fiyat

Tablo 2. Araştırma değişkenleri için ADF birim kök testi bulguları

	Düzy				Birinci Fark			
	Constant		Constant, Linear Trend		Constant		Constant, Linear Trend	
	t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*
HBANK	-7,046891	0,0000	-7,349271	0,0000	-17,30969	0,0000	-17,27759	0,0000
HSNAI	-5,047388	0,0000	-8,614718	0,0000	-11,95502	0,0000	-11,93122	0,0000
HSURD	-5,90825	0,0000	-6,271051	0,0000	-10,92977	0,0000	-10,9204	0,0000
YBANK	-1,892373	0,3356	-1,992638	0,6021	-12,76884	0,0000	-12,79418	0,0000
YSNAI	-3,359965	0,0134	-3,034718	0,1249	-13,0971	0,0000	-13,22009	0,0000
YSURD	-2,628545	0,0886	-2,727588	0,2264	-13,21375	0,0000	-13,2897	0,0000
Test critical values:	-3,45662		-3,99549		-3,45673		-3,99565	
1% level	-2,87300		-3,42805		-2,87305		-3,42812	
5% level	-2,57295		-3,13740		-2,57298		-3,13744	
10% level								

Tablo 2'de yer alan ADF birim kök testi sonuçlarına göre, işlem hacmi değişkenleri (HBANK, HSNAI, HSURD) düzeyde durağan bulunmuştur. Buna karşın, en yüksek fiyat değişkenleri (YBANK, YSNAI, YSURD) düzeyde durağan olmayıp birinci farkları alındığında durağan hâle gelmiştir. Bu sonuç, seriler arasında sahte regresyon riskini önlemek amacıyla değişkenlerin birinci farklarının kullanılması gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla, VAR modelinde tüm değişkenler birinci fark değerleri üzerinden analize dâhil edilmiştir.

Tablo 3. VAR modeli gecikme uzunluğuna karar vermek için hesaplanan LAG kriter değerleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
HBANKF YBANKF						
0	909,2815	NA	1,84e-06	-7,5293	-7,5004	-7,5177
1	955,9835	92,24123	1,29e-06	-7,8837	-7,7969*	-7,8487
2	963,8785	15,46240	1,25e-06	-7,9160	-7,7714	-7,8577
3	971,1402	14,10166*	1,22e-06	-7,9431	-7,7406	-7,8615*

4	975,2467	7,906259	1,22e-06*	-7,9439*	-7,6837	-7,8391
5	978,4458	6,106089	1,22e-06	-7,9373	-7,6192	-7,8091
HSNAIF YSNAIF						
0	1185,542	NA	1,86e-07	-9,8219	-9,7930	-9,8103
1	1205,167	38,76188	1,63e-07	-9,9516	-9,8648*	-9,9166*
2	1211,144	11,70556	1,61e-07	-9,9680	-9,8234	-9,9097
3	1217,035	11,43957	1,58e-07	-9,9837	-9,7813	-9,9021
4	1223,777	12,9811*	1,55e-07*	-10,0064*	-9,7462	-9,9016
5	1224,908	2,159357	1,58e-07	-9,9826	-9,6645	-9,8545
HSURDF YSURDF						
0	1100,404	NA	3,77e-07	-9,1154	-9,0865	-9,1037
1	1134,717	67,77208	2,93e-07	-9,3669	-9,2802*	-9,3320
2	1139,798	9,950087	2,91e-07	-9,3759	-9,2313	-9,3177
3	1144,317	8,776760	2,89e-07	-9,3802	-9,1778	-9,2987
4	1155,074	20,71073	2,73e-07	-9,4363	-9,1760	-9,3314
5	1163,018	15,16265*	2,65e-07*	-9,4690*	-9,1509	-9,3408*

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Tablo 3'te, VAR modelinde kullanılacak uygun gecikme uzunluğunu belirlemek amacıyla hesaplanan LAG kriter değerleri (LR, FPE, AIC, SC, HQ) sunulmuştur. Kriterler genel olarak değerlendirildiğinde, Bankacılık (HBANK–YBANK), Sanayi (HSNAI–YSNAI) ve Sürdürülebilirlik (HSURD–YSURD) endeksleri için modellerin büyük çoğunluğunda Akaike (AIC), Final Prediction Error (FPE) ve LR istatistikleri tarafından önerilen 4. gecikme uzunluğunun en uygun değer olduğu görülmektedir. Bu sonuç, VAR analizinde sistemin dinamik yapısını en iyi temsil eden optimum gecikme uzunluğunun 4 olarak belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4. Modellerin VAR tahmin sonuçları

MODEL I			MODEL II			MODEL III		
	HBANKF	YBANKF		HSNAIF	YSNAIF		HSURDF	YSURDF
HBANKF(-1)	-0,5534*	-0,0080	HSNAIF(-1)	-0,4934*	-0,0039	HSURDF(-1)	-0,5241*	0,0010
HBANKF(-2)	-0,2998*	-0,0074	HSNAIF(-2)	-0,3432*	-0,0075	HSURDF(-2)	-0,2718*	-0,0047
HBANKF(-3)	-0,2679*	-0,0005	HSNAIF(-3)	-0,2905*	-0,0019	HSURDF(-3)	-0,2669*	0,0013
HBANKF(-4)	-0,1324	0,0025	HSNAIF(-4)	-0,1708*	0,0076	HSURDF(-4)	-0,2372*	0,01223*
YBANKF(-1)	-2,8746*	0,2288*	YSNAIF(-1)	0,7225	0,1940*	HSURDF(-5)	-0,1599*	0,0053
YBANKF(-2)	-1,4196	0,0646	YSNAIF(-2)	0,7678	0,0186	YSURDF(-1)	-1,9401	0,1516*
YBANKF(-3)	2,8592*	-0,0107	YSNAIF(-3)	0,7596	-0,0385	YSURDF(-2)	-0,9996	0,1712*
YBANKF(-4)	-0,9741	-0,0529	YSNAIF(-4)	0,8065	-0,0559	YSURDF(-3)	1,5214	-0,0800
C	0,0011	0,0002	C	0,0022	0,0000	YSURDF(-4)	-0,3955	-0,1559*
						YSURDF(-5)	1,5971	0,0820
						C	0,0014	0,0000
R-squared	0,3338	0,0682		0,2140	0,0750		0,2776	0,1011
F-statistic	14,7816	2,1602		8,0327	2,3910		8,9532	2,6198
Log likelihood	162,4781	811,5986		273,4130	964,7249		230,5667	931,1809
Akaike AIC	-1,2529	-6,5518		-2,1585	-7,8018		-1,7997	-7,5425
Schwarz SC	-1,1243	-6,4232		-2,0299	-7,6732		-1,6421	-7,3848

Tablo 4'te Bankacılık (Model I), Sanayi (Model II) ve Sürdürülebilirlik (Model III) endekslerine ait VAR tahmin sonuçları gösterilmiştir. Bulgular, LAG kriterlerine göre belirlenen gecikme uzunlukları doğrultusunda her üç modelde de işlem hacmi serilerinin kendi gecikmeli değerlerinden anlamlı biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Model I'de işlem hacminin dört dönemlik gecikmelerinden özellikle ilk üçü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca en yüksek fiyatın bir dönem gecikmeli değeri, hem işlem hacmini hem de kendi güncel değerini pozitif yönde etkilemiştir. Model II'de benzer biçimde işlem hacmi serisinin ikinci ve üçüncü gecikmeleri anlamlıdır; en yüksek fiyat değişkeninin bir dönem gecikmeli değeri de pozitif etki göstermektedir. Model III'te ise işlem hacminin ilk beş gecikmesi anlamlı çıkarken, en yüksek fiyat değişkeninin bir ve ikinci gecikmeleri güncel fiyat üzerinde anlamlı etki oluşturmuştur. Genel olarak sonuçlar, üç endekste de işlem hacmi serilerinin kendi geçmiş değerlerinden güçlü biçimde etkilendiğini ve fiyat değişkenlerinin kısa dönemli gecikmelerinin hem işlem hacmi hem de fiyat üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir.

Tablo 5. Model artık değerleri için LM testi bulguları

MODEL I				MODEL II			MODEL III		
Lag	LRE* stat	df	Prob.	LRE* stat	df	Prob.	LRE* stat	df	Prob.
1	4,635574	4	0,3268	2,268817	4	0,6865	3,640363	4	0,4569
2	5,456657	4	0,2436	3,155595	4	0,5321	2,411165	4	0,6606
3	9,214160	4	0,0560	4,131518	4	0,3885	3,631381	4	0,4582
4	7,372401	4	0,1175	6,862083	4	0,1434	4,791377	4	0,3094
5	6,983023	4	0,1368	5,336397	4	0,2545	6,772151	4	0,1484
							4,680468	4	0,3217

Tablo 5'te, Bankacılık (Model I), Sanayi (Model II) ve Sürdürülebilirlik (Model III) endekslerine ilişkin VAR modellerinin artık değerlerinde otokorelasyon bulunup bulunmadığını test eden Lagrange Çarpanı (LM) testi sonuçları yer almaktadır. Test istatistikleri ve olasılık değerleri incelendiğinde, tüm modellerde olasılık değerlerinin 0,05'in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç, her üç modelde de artık terimlerde otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Dolayısıyla modellerin tahmin geçerliliği sağlanmış ve VAR modellerinin istatistiksel olarak tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6. Artıklarda değişen varyans testi bulguları

Modeller	Chi-sq	df	Prob.
MODEL I	51,0482	48	0,3548
MODEL II	48,3513	48	0,4587
MODEL III	65,1736	60	0,3016

Tablo 6'da, Bankacılık (Model I), Sanayi (Model II) ve Sürdürülebilirlik (Model III) endekslerine ait VAR modellerinde artıklarda değişen varyans (heteroskedastisite) olup olmadığı White testi ile incelenmiştir. Elde edilen olasılık (Prob.) değerlerinin tamamı 0,05'in üzerinde olduğundan, üç modelde de değişen varyans problemi bulunmamaktadır. Bu sonuç, modellerin hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğunu ve tahminlerin güvenilirliğini desteklemektedir.

Tablo 7 Değişkenler için VAR Granger nedensellik analizi bulguları

Independent variable	Dependent variable	Chi-sq	df	Prob.
YBANKF	HBANKF	18,00880	4	0,0012
HBANKF	YBANKF	4,335048	4	0,3626
YSNAIF	HSNAIF	2,679610	4	0,6128
HSNAIF	YSNAIF	9,863576	4	0,0428
YSURDF	HSURDF	8,051263	5	0,1534
HSURDF	YSURDF	12,22631	5	0,0318

Tablo 7’de Bankacılık, Sanayi ve Sürdürülebilirlik endeksleri için uygulanan VAR Granger nedensellik testi sonuçları yer almaktadır. Elde edilen olasılık (Prob.) değerlerine göre, Bankacılık endeksinde değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Sanayi endeksinde ise işlem hacminden (HSNAIF) en yüksek fiyat değişkenine (YSNAIF) doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sürdürülebilirlik endeksinde de benzer şekilde işlem hacminden (HSURDF) en yüksek fiyat değişkenine (YSURDF) doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Dolayısıyla, fiyat oluşumunun hem sanayi hem sürdürülebilirlik endekslerinde işlem hacmindeki değişimlerden etkilendiği, diğer yönde ise nedensellik bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Finansal piyasalarda yatırımcı davranışlarını ve piyasa etkinliğini anlamada fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişki, bilgi akışının yönünü ve piyasa tepkilerini ölçmede önemli bir göstergedir. Bu çalışmada, Borsa İstanbul’da işlem gören Bankacılık (XBANK), Sanayi (XUSIN) ve Sürdürülebilirlik (XUSRD) endekslerinde en yüksek fiyat oluşumu ile işlem hacmi arasındaki dinamik ilişki VAR modeli kullanılarak incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, işlem hacmi serilerinin kendi gecikmeli değerlerinden güçlü biçimde etkilendiğini, buna karşılık fiyat değişkeninin daha zayıf bir içsel etki sergilediğini göstermektedir. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, Bankacılık endeksinde değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik bulunmazken, Sanayi ve Sürdürülebilirlik endekslerinde işlem hacminden fiyata doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Bu bulgu, özellikle reel sektör ve sürdürülebilirlik odaklı yatırımların bilgi akışına daha duyarlı olduğunu, fiyat oluşumlarının işlem hacmindeki değişimlerden etkilenebildiğini ortaya koymaktadır.

Modelin durağanlık, otokorelasyon ve değişen varyans testlerinden elde edilen sonuçlar, modellerin istatistiksel olarak geçerli ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, Borsa İstanbul’da sektör bazlı bilgi etkinliği ve yatırımcı davranış farklılıklarını ortaya koyarak literatüre özgün bir katkı sağlamaktadır.

Araştırma sonuçlarına dayanarak şu önerilerde bulunulabilir:

1. Yatırımcılar açısından, işlem hacmindeki artışlar, özellikle sanayi ve sürdürülebilirlik endekslerinde fiyat hareketlerinin öncü göstergesi olarak değerlendirilebilir.
2. Portföy yöneticileri ve analistler için, sektörel bilgi akış hızlarının farklılaşması dikkate alınarak işlem stratejilerinin endeks bazında optimize edilmesi önerilmektedir.
3. Politika yapıcılar açısından, sermaye piyasalarında bilgi asimetrisini azaltacak ve likidite derinliğini artıracak düzenlemelerin geliştirilmesi, piyasa etkinliğini güçlendirecektir.
4. Gelecek araştırmalarda, VAR modeli sonuçları frekans alanı nedensellik veya VECM (vektör hata düzeltme modeli) gibi alternatif yöntemlerle karşılaştırılarak analizlerin farklı dönemsel frekanslarda tutarlılığı test edilebilir.

Sonuç olarak, Borsa İstanbul’da fiyat-hacim etkileşimi sektörel farklılıklar göstermekte ve özellikle sürdürülebilirlik temelli yatırımların bilgi duyarlılığının giderek arttığı görülmektedir. Bu durum hem yatırımcı davranışlarının hem de piyasa yapısının dönüşüm sürecini anlamada önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Breitung, J., & Candelon, B. (2006). Testing for short- and long-run causality: A frequency-domain approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363–378. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.02.004>
- Clark, P. K. (1973). A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices. *Econometrica*, 41(1), 135–155. <https://doi.org/10.2307/1913889>
- Copeland, T. E. (1976). A model of asset trading under the assumption of sequential information arrival. *The Journal of Finance*, 31(4), 1149–1168. <https://doi.org/10.2307/2326280>
- De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H., & Waldmann, R. J. (1990). Noise trader risk in financial markets. *Journal of Political Economy*, 98(4), 703–738. <https://doi.org/10.1086/261703>
- Erdem, K., Koy, A. ve Akdağ, S. (2020). Pay endekslerinde en yüksek fiyat oluşumu ile işlem hacmi arasındaki ilişki: doğrusal analizler ve frekans alanı nedensellik analizi ile karşılaştırmalı bir yaklaşım, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (2), 157-173.
- Eyüboğlu, S. ve Eyüboğlu, K. (2018). Borsa İstanbul sektör endekslerinde fiyat ile işlem hacmi ilişkisi, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(3), 981-998. <https://doi.org/10.18657/yonveek.421488>
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Gallant, A. R., Rossi, P. E., & Tauchen, G. (1992). Stock prices and volume. *The Review of Financial Studies*, 5(2), 199–242. <https://doi.org/10.1093/rfs/5.2.199>
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Gürtay, E. (2017). İşlem hacmi ve hisse senedi fiyatları arasındaki ilişki üzerine Borsa İstanbul’da bir uygulama [Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi], Hacettepe Üniversitesi
- Karaman, M. (2024). Borsa İstanbul’da finans dışı şirketlerin finansal ve çevresel etkinlik analizi [Yayımlanmamış Doktora tezi], Gümüşhane Üniversitesi
- Karpoff, J. M. (1987). The relation between price changes and trading volume: A survey. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22(1), 109–126. <https://doi.org/10.2307/2330874> Cambridge University Press & Assessment
- Keating, J. W. (1990). Identifying VAR models under rational expectations. *Journal of Monetary Economics*, 25(3), 453–476. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(90\)90039-F](https://doi.org/10.1016/0304-3932(90)90039-F)
- Lamoureux, C. G., & Lastrapes, W. D. (1990). Heteroskedasticity in stock return data: Volume versus GARCH effects. *The Journal of Finance*, 45(1), 221–229. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb05088.x>
- Lee, B.-S., & Rui, O. M. (2002). The dynamic relationship between stock returns and trading volume: Domestic and cross-country evidence. *Journal of Banking & Finance*, 26(1), 51–78. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(00\)00173-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(00)00173-4)
- Özdemir, K., İltaş, Y. ve Kaderli, Y. (2023), BİST sektör endekslerinde fiyat ve işlem hacmi arasındaki ilişki: frekans alanı nedensellik testinden bulgular, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 64, 63-71, <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.1260516>
- Özgen, F. B. ve Güloğlu, B. (2004). Türkiye’de iç borçların iktisadi etkilerinin VAR tekniğiyle analizi. *METU Studies in Development*, 31, 93–114.
- Saatcioglu, K. & 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. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(98\)00028-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(98)00028-4)
- Savaş, B. (2021). Borsa İstanbul kapsamındaki pay senetlerinin fiyat ve işlem hacimleri arasındaki nedensellik ilişkisi [Yayımlanmamış Doktora tezi], Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Sevüktekin, M. (2007). Ekonometrik zaman serileri analizi. Ankara: Nobel Yayınları.
- Tarı, R. Ve Bozkurt, H. (2006). Türkiye’de istikrarsız büyümenin VAR modelleri ile analizi (1991:1–2004:3). *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 4, 1–16.
- Uysal, D., Mucuk, M. ve Alptekin, V. (2008). Türkiye ekonomisinde vektör otoregresif model ile enflasyon–büyüme ilişkisinin analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 4(8), 55–72.
- Yılmaz, M. K., Aksoy, M., & Tatoğlu, E. (2020). Does the Stock Market Value Inclusion in a Sustainability Index? Evidence from Borsa İstanbul. *Sustainability*, 12(2), 483. <https://doi.org/10.3390/su12020483>
- Yörük Eren, F. (2022). Mikro ve makroekonomik değişkenlerin hisse senedi fiyatı ve işlem hacmine etkisi: bist bankacılık sektöründe bir uygulama. [Yayımlanmamış Doktora tezi], Süleyman Demirel Üniversitesi.