

GARCH Ailesi Modelleri ile BIST Perakende Sektörü Hisselerinde Pandemi Öncesi ve Sonrası Volatilite Karşılaştırması

Ahmet Furkan Sak¹

Özet

Bu çalışma, COVID-19 pandemisinin Borsa İstanbul'da perakende ve ticaret odaklı şirketlerin volatilité dinamikleri üzerindeki etkilerini GARCH ailesi modelleri aracılığıyla incelemektedir. Ocak 2018–Temmuz 2025 döneminde, beş alt sektörü temsilen seçilen BİMAS, MAVİ, TKNSA, SELEC ve DOAS hisselerinin günlük log getirileri analiz edilmiştir. Pandemi öncesi ve pandemi dönemi karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Öncelikle, ADF ve KPSS testleriyle serilerin durağanlığı, Ljung-Box ile otokorelasyon, ARCH-LM ile koşullu değişen varyans ve Jarque-Bera ile normallik varsayımları sınanmıştır. Volatilité modellemesinde GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH yapıları kullanılmış; normal, t ve skew-t dağılımları değerlendirilmiştir. Model seçimi AIC, BIC ve Log-olasılık ölçütleri temel alınarak yapılmış, artıklar tanı testleri ile doğrulanmıştır. Bulgular, pandemi sonrası dönemde ortalama getirilerin artışı eşlik eden belirgin bir volatilité yükselişi ve şoklara verilen tepkilerde asimetrik yapıyı ortaya koymaktadır. Çoğu hisse ve dönemde en iyi uyum EGARCH-t modelleriyle elde edilirken, MAVİ için pandemi sonrasında GARCH(1,1)-t modeli yeterli bulunmuş ve bu durum operasyonel uyum ile volatilité dengelenmesine işaret etmiştir. Negatif şokların etkisi özellikle BİMAS ve TKNSA'da daha güçlü gözlenirken, SELEC'te sınırlı kalmış; DOAS'ta ise pandemi öncesi aşırı uçlar yerini daha tutarlı bir yapıya bırakmıştır. Sonuçlar, perakende sektöründe alt-sektörel heterojenliğin yüksek olduğunu ve kriz dönemlerinde asimetrik, ağır kuyruklu dağılımlarla desteklenen modellere ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir. Çalışma, düzenleyiciler için risk ölçüm çerçevelerinin t ve skew-t tabanlı yaklaşımlarla güncellenmesi gerektiğini; yatırımcılar için ise portföy risk yönetiminde asimetrik volatilité modellerinin tercih edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, afsak@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-6713-5773

1. Giriş

İnsan yaşamının en eski ve en kalıcı özelliklerinden biri olan belirsizlik, tarih boyunca insanların ve toplumların karar alma süreçlerini şekillendiren bir faktör olmuştur. Tarım devrimi, deniz ticareti, salgın hastalıklar ve doğal afetler gibi olayların yol açtığı tehditler, risk kavramının ortaya çıkmasına ve risk yönetimi tekniklerinin pratik olarak uygulanmasına neden olmuştur. Günümüzde bu tür mücadeleler, kaos teorisi ve belirsizlik ilkesi gibi bilim dalları tarafından daha da derinleştirilmektedir. Belirsizlik ve risk arasındaki bu tarihsel ve teorik etkileşim, finans alanında da çok güçlü bir şekilde gözlemlenmektedir (Çelik & Tekşen, 2023).

COVID-19 pandemisi, hem küresel arz hem de talep tarafında belirgin bir şekilde benzersiz bir belirsizlik ortamı yaratmış ve tüketici davranışları, operasyonel stratejiler ve satış kanallarında eşzamanlı ve çok yönlü bir bozulmaya yol açmıştır (Grashuis ve ark., 2020; Oliveira ve ark., 2022). Tüketicilerin sağlık endişeleri ve sosyal mesafe gereklilikleri çevrimiçi alışverişi daha popüler hale getirmiş ve e-ticaretin olağanüstü büyümesinin temelini atmıştır. Ayrıca, bu dijital aşama sadece talep tarafındaki faktörlerle güçlenmekle kalmamış, aynı zamanda tedarik zinciri kesintileri, mağaza trafiğinin azalması ve satın alma gücünün düşmesi gibi tedarik tarafındaki baskılarla da karşı karşıya kalmıştır (Jainonthee ve ark., 2022; Kızgın ve ark., 2025). Bu süreçte, şirketlerin dayanıklılığı, hızlı bir şekilde dijitalleşebilme, çevik stratejik kararlar alabilme ve krizler sırasında iyi iletişim kurabilme becerilerinin bir sonucu olmuştur (Pantano ve ark., 2020).

Makro düzeyde, bu pandemi, finansal piyasada ciddi spekülasyon fiyat hareketleri gibi daha keskin dalgalanmalarla ifade edilen volatilité artışına neden olmuştur (Baker ve ark., 2020; Maital & Barzani, 2020). Volatilitédeki bu artış, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan piyasalardaki yatırımcıların davranışlarını önemli ölçüde etkilemiştir (Aslam ve ark., 2020; Corbet ve ark., 2021). Türkiye özelinde yapılan araştırmalar da COVID-19'un Borsa İstanbul'da farklı düzeylerde sektörel volatilitéye yol açtığını göstermiştir. Bazı sektörler önemli bir getiri ve volatilité artışı yaşarken, bazı sektörler daha çeşitli ve şoka duyarlı bir yapıya bürünmüştür (İmre, 2021; Ataş & Arlı, 2022; Şenol & Otçeken, 2021). BIST perakende sektörüne odaklanan Temür (2021), vaka ve ölüm sayılarının artmasıyla birlikte hisse senedi getirilerinde genel bir artış olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, firma düzeyinde ayrıştırılmış analizler hala sınırlı sayıdadır.

Volatilité, finansal olarak bir varlığın beklenen değerine göre getirisinin yukarı ve aşağı yönlü sapmalarını ifade eder. Bu dalgalanmalar, yatırımcılar için risk oluşturdıkları kadar fırsatlar da yaratmaktadır (Temel, 2023 ve Baek

ve ark., 2020). Volatilitenin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi, yatırım kararları ve hükümet politikaları için çok önemlidir. Bu bağlamda, Engle (1982) tarafından oluşturulan ARCH modeli ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH uzantısı, finansal zaman serilerinde değişen varyans yapısını modellemek için kullanılan başlıca araçlardır. Ancak, bu iki modelin simetrik yapısı, finansal piyasalarda görülen kaldıraç etkisini tartışmak için yetersizdir. EGARCH (Nelson, 1991), GJR-GARCH (Glosten ve ark., 1993) ve TGARCH (Zakoian, 1994) gibi asimetrik modellerin, Student-t ve skew-t gibi ağır kuyruklu dağılımlarla birlikte geliştirilmesi, bu sorunlara çözüm arayışının bir sonucudur (Brooks & Rew, 2002) .

Bu kitap bölümü, Borsa İstanbul'da işlem gören perakende ve ticaret odaklı beş önde gelen şirketin (BIMAS, MAVI, TKNSA, SELEC, DOAS) günlük hisse senedi getirileri üzerinden, pandemi öncesi (Ocak 2018 - Şubat 2020) ve pandemi dönemi (Mart 2020 - Temmuz 2025) arasındaki volatilité yapısını analiz etmektedir. Seçilen firmalar, perakende sektörünün farklı alt kategorilerini temsil etmektedir: gıda ve hızlı tüketim perakendesi (BIMAS), moda ve giyim (MAVI), elektronik ve ev ürünleri (TKNSA), sağlık ve aile bakımı (SELEC) ve otomotiv ve endüstriyel ticaret (DOAS). Bu yapı, analiz kapsamında perakende sektörünün heterojen doğasını yansıtmakta ve alt sektörler arası volatilité farklılıklarını gözlemlemeye imkân tanımaktadır. Modelleme sürecinde GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve TGARCH gibi simetrik ve asimetrik yapıların yanı sıra normal, Student-t ve skew-t dağılımları test edilmiş; model uygunlukları Akaike ve Bayes bilgi kriterleri, log-olasılık fonksiyonları ve kalıntı testleri (Ljung-Box, ARCH-LM, Jarque-Bera) aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın temel amacı, COVID-19 pandemisinin İstanbul Borsası'nda işlem gören perakende ve Ticaret odaklı şirketlerin hisse senedi getirileri üzerindeki volatilité etkisini araştırmaktır. Bu araştırmadan elde edilen veriler, pandeminin perakende sektörü üzerindeki etkilerini göstermekle kalmayacak, aynı zamanda perakende sektöründeki farklı alt sektörlerin risk profillerine ilişkin karşılaştırmalı bir bakış açısı sunacak ve böylece kriz ortamında yatırımcılar, portföy yöneticileri ve politika yapıcılar için önemli bir referans kaynağı olacaktır.

2. Literatür Taraması

COVID-19 literatürü, piyasadaki oynaklık (volatilité) artışını ortaya koyan kapsamlı panel veri analizleriyle başlamıştır. Örneğin, COVID-19 nedeniyle artan vaka ve ölümler karşısında, yetmiş beş ülkede gerçekleştirilen çalışmada, kayda değer bir hisse senedi getirisi düşüşünün yanında volatilité

düzeının anlamlı bir şekilde yükseldiğı tespit edilmiştir (Ashraf, 2020). Benzer şekilde, otuz gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeyi içeren bir kantil regresyon analizi, bu etkiye verilen tepkinin orta ve üst kantillerde daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur (Ullah vd., 2023).

Ülke düzeyinde yürütölen araştırmalar, söz konusu küresel eğilimleri daha da detaylandırmıştır. Hindistan’da Nifty ve Sensex endekslerine uygulanan GARCH modeli, pandemi sürecinde volatilitenin önceki döneme kıyasla kayda değer biçimde arttığını göstermiştir (Bora & Basistha, 2020). Çin piyasasında uygulanan GARCH-X modeli, günlük vaka sayılarındaki artışın getirileri olumsuz etkilediğini, ancak aynı nedenin daha fazla volatiliteye yol açtığını tespit etmiştir (Apergis ve Apergis, 2020). ABD’de yeni bildirilen COVID-19 vakaları ve ölümleri, S&P 500’ün belirli bir volatilitate yaşamasına neden olmuştur (Albulescu, 2021). Döviz piyasasında ise USD/EUR, USD/Yuan ve USD/GBP paritelerinde belirgin bir volatilitate artışı gözlemlenmiştir (Benzid ve Chebbi, 2020).

Volatilitate artışı, sektörler ve varlık sınıfları arasında homojen bir yapı sergilememiştir. Örneğın, Şanghay Borsası ve S&P 500 arasında yapılan karşılaştırmalı bir çalışma, gıda ve sağlık sektörlerinin pozitif getiriler elde ettiğini, petrol ve eğlence sektörü hisselerinin ise önemli ölçüde değer kaybettiğini göstermiştir. Kriz ayrıca piyasa likiditesi ile risk arasındaki bağı önemli ölçüde yoğunlaştırmıştır (Ftiti ve ark., 2021). S&P 500’deki farklı sektörler, petrol, gayrimenkul ve konaklama sektörlerindeki aşırı düşüşe karşın doğal gaz, gıda ve sağlık sektörlerinde olumlu performans göstermiştir (Mazur vd., 2021). Baek vd. (2020) ve Haroon ve Rizvi (2020) gibi diğeri yazarların çalışmaları, olumsuz haberlerin likidite azalmasına ve piyasa volatilitelerinin artmasına yol açtığını ortaya koymuştur.

Pandemi, ayrıca finansal piyasalar aracılığıyla bulaşıcılık dinamikleri üzerinde de etkili olmuştur. Altın, petrol ve Bitcoin piyasalarını DCC-MGARCH modeliyle inceleyen bir çalışmada, altın, petrol ve Bitcoin piyasalarının koşullu korelasyonlarının önemli ölçüde yön değıştirdiğı saptanmıştır (Dutta vd., 2020). Ayrıca, Çin ve G7 ülkeleri arasındaki finansal bağlantıları analiz eden çalışmalar, güçlü bulaşıcılık etkileri bildirmiştir (Akhtaruzzaman vd., 2021). BRICS piyasalarında hisse senedi ve döviz volatilitate yayılımını inceleyen çalışmada (Rai & Garg, 2021) ve Bitcoin, altın ve büyük endekslerde kalıcı asimetri gözlemlenen analizde (Khan vd., 2023) bu tablo desteklenmiştir. Yüksek piyasa güvenine sahip ekonomilerde şokları daha az etkili olduğu ve G7 ülkelerinin mali teşvik paketlerinin kısa vadeli rahatlama sağladığı gözlemlenmiştir (Engelhardt ve ark., 2021; Narayan ve ark., 2021).

Türkiye özelinde yapılan çalışmalar, küresel literatüre oldukça benzetmekle birlikte, daha güçlü ve daha çeşitli sektörel dalgalanmalara işaret etmektedir. Türkiye’de ilk doğrulanmış COVID-19 vakasının açıklanmasından çok kısa bir süre sonra, BIST 100 endeksinde negatif getiri ile birlikte ani volatilité sıçraması görülmüştür. (Ölmez ve Ekinci, 2020). BIST sektör endekslerine uygulanan GJR-GARCH(1,1) modelleri, pandemi sonrası dönemde negatif şokların varyans üzerindeki etkilerinde daha da güçlendiğini ortaya koymuştur (Ataş ve Arlı, 2022). EGARCH(3,3) modelini kullanan başka bir çalışmada, COVID-19 dışında hafta sonu ve resmi tatil anomalilerinin de volatilité üzerinde kaldıraç etkisi yarattığı ortaya konmuştur (Çelik, 2021). Ayrıca Şenol ve Otçeken (2021) pandeminin neden olduğu makroekonomik şokların piyasa likiditesini azaltırken ani fiyat düzeltmeleri yaptığını belirtmiştir. İmre (2021), bazı sektörde getiri ve volatilitenin aynı anda arttığını, ancak bazı sektörlerin daha asimetrik volatilité yapılarına sahip olduğunu göstermiştir. Perakende sektörü tabanlı bir çalışmada Temür (2021), COVID-19 vaka ve ölümlerindeki artışın, BIST perakende hisse senetlerinin volatilitesinde sistematik bir artışa neden olduğunu bulmuştur.

Sonuç olarak, COVID-19 pandemisi; hisse senedi, döviz, emtia ve kripto varlık piyasalarında kalıcı, varlık ve sektör bazında heterojen ve büyük ölçüde asimetrik bir volatilité artışına yol açmıştır. Bununla birlikte, BIST perakende alt sektöründe firma düzeyinde ayrıştırılmış analizlerin yetersizliği, bu çalışmanın söz konusu boşluğu doldurarak literatüre katkı sağlama potansiyelini ortaya koymaktadır.

3. Veri Seti ve Değişkenler

Bu bölümde analizlerde kullanılan veri seti üzerinde yapılan kategori bazlı sınıflandırma, örneklem seçimi ve veri yapısı hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

3.1. Perakende Sektöründe Kategori Bazlı Sınıflandırma

Türkiye perakende sektöründe faaliyet gösteren ve Borsa İstanbul’da (BIST) işlem gören toplam 24 şirket, bu çalışmanın temel veri setini oluşturmaktadır. Söz konusu şirketlerin pandemiye verdikleri tepkilerin sektörel düzeyde daha sağlıklı analiz edilebilmesi amacıyla, sektör içi yapısal farklılıklar dikkate alınarak beş alt kategori altında gruplandırılmıştır. Bu segmentasyon stratejisi, sektörün homojen olmayan doğasını yansıtarak, COVID-19’un farklı alt sektörlerde yarattığı volatilité etkilerinin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesine imkân tanımaktadır.

Tablo 1. Alt Kategorilere Göre Sınıflandırılan Perakende Şirketleri

Alt Kategori	Şirketler (BIST Kodları)
Gıda & Hızlı Tüketim Perakendesi	BIMAS, SOKM, MGROS, CRFSA, BİZİM, MOPAS, GMTAS, KIMMR, MEPET
Moda & Giyim Perakendesi	MAVI, KOTON, VAKKO, SUWEN
Elektronik & Ev Ürünleri	TKNSA, ARZUM, INTEM
Sağlık & Aile Bakımı	SELEC, GENİL, EBEBK
Otomotiv / Endüstriyel & Dış Ticaret	DOAS, SANKO, DCTTR, TGSAS, PSDTC

Tablo 1’de gösterilen sınıflandırmaya uygun olarak, analiz genel perakende endeksi ile sınırlı kalmayıp alt kategorilere göre ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Gıda ve hızlı tüketim perakendesi grubu, temel tüketim ürünleri sunan BIMAS, SOKM ve MGROS gibi şirketlerden oluşmaktadır. Pandemi sırasında, bu grup kapanmalar ve hane halkının stoklama eğilimi sayesinde nispeten istikrarlı bir performans sergilemiş ve defansif özellikleriyle öne çıkmıştır.

MAVI, KOTON ve VAKKO gibi markaları içeren moda ve giyim sektörü, gelir düzeylerine ve tüketici tercihlerine duyarlılığı nedeniyle pandemiden en çok etkilenen gruplardan biri olmuştur. Özellikle mağaza kapanışları, bu grubun hisselerinde önemli bir volatilité artışına yol açmıştır. Elektronik ve ev ürünleri segmentinde yer alan TKNSA ve ARZUM gibi şirketler, evde geçirilen sürenin artmasına bağlı olarak yükselen tüketici talebinden olumlu etkilenmiş; ancak küresel tedarik zinciri sorunları ve çip krizi nedeniyle fiyatlarında dalgalı bir seyir izlenmiştir.

TKNSA ve ARZUM gibi elektronik ve ev ürünleri segmentindeki şirketler, evde geçirilen sürenin artması nedeniyle artan tüketici talebinden faydalanmış; ancak, küresel tedarik zinciri sorunları ve çip krizi fiyatlarında dalgalanmalara neden olmuştur. SELEC ve EBEBK gibi sağlık ve aile bakımı alt kategorisinde yer alan şirketler, pandemiden doğrudan etkilenen gruplar arasında yer almaktadır. Artan sağlık harcamaları ve tıbbi ürün ihtiyaçları, bu segmentte dönemsel volatilité artışlarına neden olmuştur.

Son olarak, DOAS ve SANKO gibi şirketleri içeren otomotiv ve endüstriyel dış ticaret kategorisi, döviz kurlarına ve küresel tedarik zinciri kesintilerine karşı yüksek duyarlılığı nedeniyle pandemi sonrası dönemde en kırılgan alt sektörlerden biri olarak öne çıkmıştır.

3.2. Örneklem Seçimi

COVID-19 pandemisinin sektörel etkilerini daha sağlıklı analiz edebilmek adına, inceleme döneminde 1 Mart 2020 tarihi belirgin bir yapısal kırılma noktası olarak esas alınmıştır. Bu tarih baz alınarak veri seti iki alt döneme ayrılmıştır:

- COVID-19 Öncesi Dönem: Ocak 2018 - Şubat 2020
- COVID-19 Sonrası Dönem: Mart 2020 -Temmuz 2025

Bu dönemsel ayırım, pandeminin finansal piyasalarda yarattığı volatilité şoklarının zamanlamasını ayırt etmek ve modelleme sürecinde dönemler arası karşılaştırmalara imkân tanımak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Alt sektörler arasında karşılaştırmalı analiz yapılabilmesi amacıyla, her bir kategoriye temsilen piyasa değeri açısından en büyük şirket örneklem kapsamına alınmıştır. Aşağıdaki tabloda, seçilen şirketler ve ait oldukları alt sektörler sunulmaktadır:

Tablo 2. Seçilen Şirketler ve Alt Sektörel Temsili

Alt Kategori	Seçilen Şirket	Seçilen Şirketin BIST Kodu
Gıda & Hızlı Tüketim Perakendesi	BİM Birleşik Mağazalar A.Ş.	BIMAS
Moda & Giyim Perakendesi	Mavi Giyim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	MAVI
Elektronik & Ev Ürünleri	Teknosa İç ve Dış Ticaret A.Ş.	TKNSA
Sağlık & Aile Bakımı	Selçuk Ecza Deposu Ticaret ve Sanayi A.Ş.	SELEC
Otomotiv / Endüstriyel Ticaret	Doğuş Otomotiv Servis ve Ticaret A.Ş.	DOAS

Tablo 2’de görüldüğü üzere, seçilen şirketler Borsa İstanbul’da işlem gören ve perakende sektörünün farklı alt segmentlerini temsil eden firmalardan oluşmaktadır. Bu alt kategori ayırımı, hem sektörler arası karşılaştırmalı analiz yapılmasını hem de pandemi öncesi ve sonrası dönemlerde volatilité davranışlarındaki farklılıkların sistematik olarak gözlemlenmesine yardımcı olmaktadır.

3.3. Veri Setinin Yapısı

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Borsa İstanbul’da işlem gören beş farklı perakende alt sektörünü temsilen seçilen şirketlerin günlük hisse senedi

kapanış fiyatlarını içermektedir. Her bir hisse senedi için logaritmik getiriler aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (1)$$

Burada P_t , ilgili hisse senedinin t dönemindeki kapanış fiyatını temsil etmektedir. Getirilerin logaritmik olarak hesaplanması, finansal zaman serilerinin istatistiksel analizinde yaygın olarak tercih edilmekte olup; dağılımların daha simetrik hale gelmesini ve çarpıklığın azaltılmasını sağlamaktadır.

Veri seti, Yahoo Finance platformu üzerinden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler, Ocak 2018 - Temmuz 2025 dönemini kapsamaktadır. COVID-19 pandemisinin etkilerini analiz edebilmek amacıyla veri seti iki alt döneme ayrılmış ve bu dönemsel ayırım, bir önceki bölümde detaylı şekilde sunulmuştur.

Analizde kullanılan hisse senedi kapanış fiyatları ve işlem hacmi verileri incelendiğinde bazı tarihlerde tüm hisselerde ya da büyük çoğunluğunda işlem hacminin sıfırlandığı veya anormal derecede düştüğü tespit edilmiştir. Bu günlerin büyük kısmı resmî tatiller ya da borsanın kapalı olduğu günlere denk gelmektedir. Bu tür günler, analiz bütünlüğünü korumak adına veri setinden çıkarılmıştır.

4. Analiz Yöntemi

Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören beş perakende şirketinin hisse senedi getirilerinin volatilité dinamiklerini analiz etmek için çok aşamalı bir yöntem izlenmiştir. Uygulanan metodolojik yaklaşım, hem veri setinin temel istatistiksel özelliklerinin değerlendirilmesini hem de uygun volatilité modellerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Her analiz adımı aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1. Tanımlayıcı Testler

Modellemeye geçmeden önce, COVID-19 öncesi ve sonrası dönemler için her bir hisse senedi getirisine aşağıdaki testler uygulanmıştır:

- Durağanlık Testleri: Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testleri ile serilerin birim kök içerip içermediği araştırılmıştır.
- Otokorelasyon Testi: Ljung-Box Q testi ile getirilerin otokorelasyon içerip içermediği analiz edilmiştir.

- ARCH Etkisi Testi: ARCH-LM testi ile, serilerin koşullu varyanslarının sabit olup olmadığı test edilerek, GARCH modellerinin uygulanabilirliği değerlendirilmiştir.
- Normallik Testi: Jarque-Bera testi ile serilerin normal dağılıma uyup uymadığı incelenmiştir. Bu test, özellikle kuyruk kalınlığı ve çarpıklık gibi özelliklerin model seçimine etkisi açısından önemlidir.

4.2. Volatilite Modelleri

Serilerin durağanlığı ve ARCH etkisinin varlığı doğrulandıktan sonra, aşağıda verilen toplam 16 farklı zaman serisi modeli ile volatilite tahminleri gerçekleştirilmiştir:

- GARCH: (1,1), (1,2), (2,1), (2,2)
- EGARCH: (1,1), (1,2), (2,1), (2,2)
- GJR-GARCH: (1,1), (1,2), (2,1), (2,2)
- TGARCH: (1,1), (1,2), (2,1), (2,2)

Bu modeller, volatilitenin zamanla değişen yapısını ve şoklara verilen asimetrik tepkileri yakalamak için tercih edilmiştir:

4.3. Model Seçimi Kriterleri

Yukarıda bahsedilen 16 modelin seçilen 5 hisse bazında karşılaştırması Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Bayes Bilgi Kriteri (BIC) ve Log-Olasılık (LogL) değerlerine göre yapılmıştır. AIC ve BIC değeri en düşük, LogL değeri en yüksek olan model en uygun model olarak belirlenmiştir.

Ayrıca, seçilen modellerin artıklarının istatistiksel açıdan geçerliliğini sağlamak amacıyla çeşitli tanı testlerinden başarıyla geçmesi beklenmiştir. Bu kapsamda, model artıklarının otokorelasyon içermemesi için Ljung-Box testi, koşullu varyansın sabitliğini değerlendirmek amacıyla ise ARCH-LM testi uygulanmıştır. Bu testlerin sonuçları, modelin artıklarının rastgelelik ve homoskedastisite varsayımlarını sağladığını göstermek açısından kritik öneme sahiptir.

Tüm bu kriterlere göre, her hisse ve dönem için en uygun model belirlenmiş ve elde edilen bulgular tablo halinde raporlanmıştır.

5. Bulgular

Bu bölümde analiz sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, tanı testleri, kullanılan GARCH ailesi modellerinin denklemleri ve yapılan analizlere ilişkin sonuçları yer alacaktır.

5.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Tanı Testleri

Tablo 3. COVID-19 Öncesi ve Sonrası için Hisse Senedi Getirilerine Ait Temel İstatistikler

Hisse	Dönem	Ort.	Med.	Maks.	Min.	Std. Sapma	Çarp.	Bas.	JB p-değeri
BIMAS	COVID-19 Öncesi	0.0003	0.0000	0.0614	-0.0685	0.0162	-0.0807	4.63	<0.0001
BIMAS	COVID-19 Sonrası	0.0018	0.0013	0.1181	-0.1054	0.0238	-0.0641	5.77	<0.0001
MAVI	COVID-19 Öncesi	-0.0002	0.0006	0.0796	-0.1335	0.0254	-0.6280	6.86	<0.0001
MAVI	COVID-19 Sonrası	0.0019	0.0017	0.1584	-0.1312	0.0272	-0.2238	5.68	<0.0001
TKNSA	COVID-19 Öncesi	0.0003	-0.0019	0.1871	-0.2220	0.0387	0.5082	10.55	<0.0001
TKNSA	COVID-19 Sonrası	0.0014	0.0000	0.1860	-0.2406	0.0366	0.1074	6.00	<0.0001
SELEC	COVID-19 Öncesi	0.0011	0.0000	0.0728	-0.0752	0.0200	0.1678	4.54	<0.0001
SELEC	COVID-19 Sonrası	0.0021	0.0016	0.2811	-0.1054	0.0315	0.6339	8.83	<0.0001
DOAS	COVID-19 Öncesi	0.0003	-0.0011	0.1844	-0.1096	0.0305	1.5836	11.79	<0.0001
DOAS	COVID-19 Sonrası	0.0023	-0.0004	0.1560	-0.1978	0.0339	0.0014	6.00	<0.0001

Tablo 3'te, COVID-19 pandemisi öncesi ve sonrasında analiz edilen beş farklı perakende şirketinin günlük logaritmik hisse senedi getirileri temel istatistiksel parametrelerle gösterilmektedir. Her iki dönemdeki ortalama, medyan, maksimum ve minimum getiri değerlerinin yanı sıra standart sapma, çarpıklık, basıklık ve Jarque-Bera normallik testi p-değerleri hesaplanmıştır.

Tablo sonuçları incelendiğinde, COVID-19 sonrası birçok hisse senedinde ortalama getirilerde artış olduğu, bunun yanında volatilité (standart sapma) seviyelerinde de önemli düzeyde yükselişler olduğu görülmektedir. Bu durum, pandemiyle birlikte artan piyasa belirsizliklerinin hisse senedi getirilerindeki volatilitéyi artırdığını göstermektedir. Bu volatilité artışı özellikle SELEC ve DOAS hisselerinde belirgindir.

Ayrıca, Jarque-Bera testinin p-değerleri, söz konusu tüm hisse senetleri için anlamlılık düzeyinin oldukça altında kalmıştır. Bu durum, getirilerin normal dağılımdan önemli sapmalar gösterdiğini ve dolayısıyla klasik zaman serisi modellerinin volatilité yapısını açıklamakta yeterli olamayacağını ortaya koymaktadır. Çarpıklık ve kalın kuyruklar gibi bazı istatistiksel özelliklerin varlığı, GARCH tipi modellere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Sonraki bölümde, önce görsel analiz yoluyla getiri serilerinin ve artıkların davranışı incelenecek, ardından GARCH ailesine mensup modeller aracılığıyla getirilerin zamanla değişen volatilité yapıları detaylı biçimde ele alınacaktır.

5.2. Kullanılan GARCH Ailesi Modellerin Denklemleri

Bu çalışmada kullanılan modeller GARCH ailesine ait olup, finansal zaman serilerinin değişen varyans yapısını farklı özelliklerle modellemektedir.

Aşağıda, çalışmada kullanılan temel modellerin matematiksel yapıları sunulmuştur.

5.2.1. GARCH(p,q) Modeli

GARCH modeli, temel olarak Engle'in (1982) geliştirdiği Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modelinin genelleştirilmesi için kullanılan bir modeldir. GARCH modeli literatüre Bollerslev (1986) tarafından kazandırılmıştır. GARCH(p,q), zaman serilerinde sıklıkla görülen heteroskedastisite (değişen varyans) tahmin etmek için hem de geçmiş hataların karesini (ARCH kısmı) hem de geçmiş tahmin edilen varyansları (GARCH kısmı) kullanan bir modeldir. Böylece, hem geçmiş şokların hem de önceki dönem volatilitenin mevcut volatilité üzerinde etkisi olduğu varsayılır. Modelin denklemi şu şekildedir:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2)$$

Bu denklemde, σ_t^2 ifadesi t anındaki koşullu varyans, ω varyansın sabit bileşenidir. ε_{t-i}^2 geçmiş hata terimlerinin karesini; α_i ise bu şokların bugünkü volatilité üzerindeki etkisini ifade eder. σ_{t-j}^2 geçmiş koşullu varyansları ifade ederken, β_j katsayıları bu bileşenlerin bugünkü varyans üzerindeki süreklilik etkisini ortaya koyar. GARCH modeli, simetrik yapısı nedeniyle hem pozitif hem de negatif şoklara aynı şekilde tepki verdiğinden, volatilitéde görülebilecek olası asimetriteri yansıtmak için yetersiz kalabilmektedir. Bu amaçla, asimetrik etkiyi dikkate alan GARCH ailesi modelleri çalışmalarda sıklıkla kullanılır

5.2.2. EGARCH(p,q) Modeli

GARCH modelinin simetrik yapısı, pozitif ve negatif şoklara aynı etkiyi atfeder. Ancak finansal piyasalarda negatif şokların genellikle daha büyük volatilité artışına neden olduğu gözlemlenir. Bu durumu açıklamak amacıyla Nelson (1991), GARCH modeline logaritmik dönüşüm ve asimetrik yapı ekleyerek EGARCH (Exponential GARCH) modelini geliştirmiştir. Modelin genel formu şu şekildedir:

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left(\frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) \quad (3)$$

Burada $\ln(\sigma_t^2)$, koşullu varyansın logaritmasıdır ve bu dönüşüm sayesinde modelde varyansın pozitif olma zorunluluğu sağlanmış olur. α_i volatilitenin büyüklük etkisini; γ_i şokların yönünü ifade etmektedir. β_j katsayıları ise geçmiş log varyansların etkisini temsil eder.

5.2.3. GJR-GARCH(p,q) Modeli

Klasik GARCH modelinin asimetrik uzantısı olan GJR-GARCH modeli Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilmiştir. Bu model de EGARCH'da olduğu gibi negatif şokların volatilitiyi daha fazla artırma eğilimini yakalamak amacıyla tasarlanmıştır. Modelin genel denklemi şöyledir:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 I_{\{\varepsilon_{t-i} < 0\}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (4)$$

Burada $I_{\{\varepsilon_{t-i} < 0\}}$ bir gösterge fonksiyonu olup, hata terimi negatif olduğunda 1, aksi halde 0 değerini alır. Bu sayede negatif şokların γ_i katsayısı aracılığıyla volatilitiyeye ek etkisi modellere yansıtılır. α_i katsayıları pozitif şokların, γ_i katsayıları ise negatif şokların etkisini ayrı ayrı ölçer.

5.2.4. TGARCH(p,q) Modeli

Threshold GARCH (TGARCH) modeli, Zakoian (1994) tarafından geliştirilmiş olup, GJR-GARCH ile benzer şekilde asimetrik yapı barındırır. Ancak TGARCH modelinin temel farkı, varyans yerine standart sapmayı modellemesidir. Bu yapı, negatif şokların daha büyük etki yarattığı durumlarda daha esnek bir modelleme sunar. Modelin standart hali şu şekildedir:

$$\sigma_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i |\varepsilon_{t-i}| + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i} I_{\{\varepsilon_{t-i} < 0\}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j} \quad (5)$$

Bu denklemde $|\varepsilon_{t-i}|$, şokların büyüklüğünü ifade ederken, $I_{\{\varepsilon_{t-i} < 0\}}$ yine negatif şokları ayırt eden gösterge fonksiyonudur. γ_i negatif şokların ek etkisini, β_j geçmiş koşullu standart sapmaların bugünkü volatilité üzerindeki kalıcılığını ifade etmektedir.

5.3. GARCH Modelleme ve Bulgular

5.3.1. GARCH Modeli Öncesi Tanı Testleri

GARCH modellemesine geçmeden önce, hisse senedi getirilerinin zaman serisi özelliklerini değerlendirmek amacıyla çeşitli tanı testleri uygulanmıştır. Bu kapsamda her bir serinin durağanlığı, otokorelasyon durumu, değişen varyans varlığı ve normallik özellikleri aşağıdaki testlerle incelenmiştir:

- **ADF Testi:** Serinin birim kök içerip içermediğini test eder. p-değerinin 0.05'in altında olması, serinin durağan olduğunu gösterir.
- **KPSS Testi:** Durağanlık hipotezini test eder. Burada p-değerinin 0.05'in üzerinde olması durağanlık lehine sonuç verir.

- **Ljung-Box Q Testi:** Kalıntılarda otokorelasyon olup olmadığını değerlendirir.
- **ARCH-LM Testi:** Seride değişen varyans olup olmadığını test eder. $p < 0.05$ olması ARCH etkisini gösterir.
- **Jarque-Bera Testi:** Serinin normallik varsayımına uygunluğunu test eder.

Aşağıdaki tablo, her hisse senedi için COVID-19 pandemisi öncesi ve sonrası dönemlerde elde edilen p-değerlerini özetlemektedir:

Tablo 4. GARCH Modeli Uygulanması Öncesi Tanı Testleri Sonuçları

Hisse	Dönem	ADF (p)	KPSS (p)	Ljung-Box (p)	ARCH-LM (p)	Jarque-Bera (p)
BIMAS	COVID-19 Öncesi	0.0000***	0.1000	0.7434	0.9893	0.0000***
BIMAS	COVID-19 Sonrası	0.0000***	0.1000	0.7336	0.0564*	0.0000***
MAVI	COVID-19 Öncesi	0.0000***	0.1000	0.0011***	0.8966	0.0000***
MAVI	COVID-19 Sonrası	0.0000***	0.1000	0.1507	0.6663	0.0000***
TKNSA	COVID-19 Öncesi	0.0056***	0.1000	0.0107***	0.9996	0.0000***
TKNSA	COVID-19 Sonrası	0.0000***	0.1000	0.0026***	0.5183	0.0000***
SELEC	COVID-19 Öncesi	0.0000***	0.1000	0.6622	0.4029	0.0000***
SELEC	COVID-19 Sonrası	0.0000***	0.1000	0.8506	0.3224	0.0000***
DOAS	COVID-19 Öncesi	0.0625*	0.1000	0.2741	0.9994	0.0000***
DOAS	COVID-19 Sonrası	0.0000***	0.1000	0.1029	0.2773	0.0000***
* $p < 0.10$ anlamlı ** $p < 0.05$ anlamlı *** $p < 0.01$ anlamlı ADF testinde küçük p-değeri serinin durağan olduğunu, KPSS testinde ise büyük p-değeri durağanlığı destekler. Ljung-Box testi ile otokorelasyon, ARCH-LM testi ile değişen varyans, Jarque-Bera testi ile normallik test edilmiştir.						

Tablo 4, çalışmada kullanılan seçilmiş hisse senetlerinin getirileri için GARCH ailesi modellerinin uygunluğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen tanı testlerinin sonuçlarını göstermektedir. ADF testi, tüm hisse senetlerinin getirilerinin her iki dönemde de hem %1 hem de %5 anlamlılık düzeylerinde durağan olduğunu doğrulamaktadır. Bu nedenle, verilere fark alma işlemi uygulamaya gerek bulunmamakta ve modelleme doğrudan düzey verilerle yapılabilmektedir. Sadece DOAS hissesi için COVID-19 öncesi dönemde ADF anlamlılık düzeyi %10'da kalmış olup, bu hisse için durağanlığın marjinal düzeyde sağlandığı görülmektedir. KPSS testi sonuçları, ADF sonuçlarını desteklemekte ve durağanlık hipotezinin hiçbir seri için reddedilemeyeceğini ($p = 0,1000$) göstermektedir.

Ljung-Box testine göre, COVID-19 öncesi dönemlerde MAVI ve TKNSA hisse senetlerinde önemli bir otokorelasyon bulunmaktadır. Bu durum, klasik regresyon varsayımlarının ihlal edildiğini ve serilerdeki içsel bağımlılığın olduğunu doğrulamaktadır. Dolayısıyla volatilitiyi ve otokorelasyonu birlikte dikkate alan GARCH tipi modellerin kullanılması doğru olacaktır. Buna karşılık, ARCH-LM testi zamanla değişen bir varyans olup olmadığını değerlendirmektedir. Bu test sonucunda, yalnızca BIMAS hissesinde COVID-19 sonrası dönemdeki %10 anlamlılık düzeyinde bir ARCH etkisi ($p = 0,0564$) bulunmuştur. Diğer seriler için anlamlı bir sonuca ulaşamamış olmakla birlikte, finansal zaman serilerindeki zamanla değişen volatilitenin kabul edilmesi, GARCH modellemesini uygulanabilir kılmaktadır. Ayrıca, Jarque-Bera testi sonuçları, tüm serilerin getirilerinde normallik varsayımını tamamen reddedildiğini ($p = 0,0000$) ortaya koymaktadır. Bu durum, getirilerin ağır kuyruklu ve çarpık dağılımlı olduğu anlamına geldiği için normal dağılıma dayalı modellerin yetersiz olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, uygulanan tanı testleri, serilerin GARCH modellemesi için gerekli istatistiksel özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle, normallik varsayımının sağlanmaması, otokorelasyonun varlığı ve zamanla değişen varyans yapıları, t ve skew-t gibi ağır kuyruklu dağılımların yanı sıra asimetrik ve simetrik GARCH modellerinin kullanımını desteklemektedir.

5.3.3. En Uygun Modelin Belirlenmesi

Tablo 5. Hisse Bazında Dönemsel En Uygun GARCH Modeli ve Uyum İstatistikleri

Hisse	Dönem	Model	AIC	BIC	LogL
BIMAS	COVID-19 Öncesi	EGARCH(1,1)-t	-2965,57	-2944,09	1487,784
BIMAS	COVID-19 Sonrası	EGARCH(2,1)-t	-6415,1	-6383,9	3213,551
MAVI	COVID-19 Öncesi	EGARCH(2,1)-t	-2543,66	-2517,89	1277,831
MAVI	COVID-19 Sonrası	GARCH(1,1)-t	-5993,78	-5967,78	3001,89
TKNSA	COVID-19 Öncesi	EGARCH(2,1)-t	-2315,75	-2289,98	1163,875
TKNSA	COVID-19 Sonrası	EGARCH(1,1)-skew-t	-5394,39	-5363,19	2703,195
SELEC	COVID-19 Öncesi	EGARCH(1,1)-t	-2756,81	-2735,33	1383,405
SELEC	COVID-19 Sonrası	EGARCH(2,1)-t	-5750,84	-5719,65	2881,421
DOAS	COVID-19 Öncesi	EGARCH(2,1)-t	-2454,38	-2428,6	1233,188
DOAS	COVID-19 Sonrası	EGARCH(1,1)-skew-t	-5528,04	-5496,84	2770,019

COVID-19 pandemisi öncesi ve sonrası dönemde Türk perakende sektöründen seçilen beş hisse senedi için en uygun GARCH ailesi model seçimleri Tablo 5’de gösterilmiştir. Toplam 16 farklı model test edilmiş, ve en

uygun modeller en düşük AIC ve BIC değerine; ve en yüksek LogL değerine sahip olunmasına göre belirlenmiştir.

Analiz sonuçları, hisse senedi getirilerinin volatilitésinin COVID-19 pandemisinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Pandemi sonrası döneme bakıldığında, bazı hisselerde GARCH(1,1)-t veya EGARCH(1,1)-skew-t gibi daha basit modeller yeterliyken, bazı hisselerde EGARCH(2,1)-t gibi daha karmaşık modeller daha iyi sonuçlar vermeye başlamıştır. Bu durum, volatilité dinamiklerinin şirkete özgü olduğunu ve dolayısıyla krizlerin etkilerinin sektör veya şirket özelliklerine göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

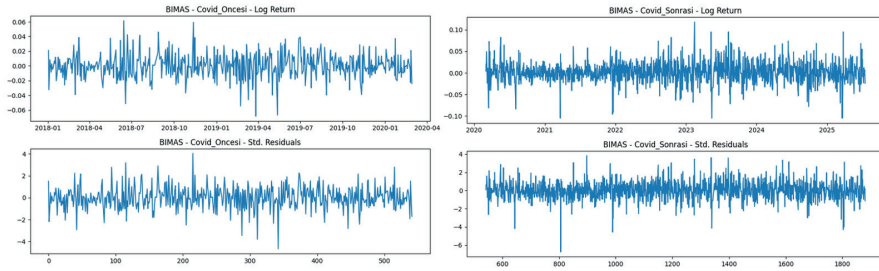
Model seçiminde t ve skew-t dağılımlarının planda olması, hisse senedi getiri dağılımının ağırlıklı olarak ağır kuyruk ve çarpıklık ile karakterize edildiğini ifade etmektedir. Bu tür dağılımlar, uç değerli gözlemlerin daha başarılı bir şekilde modellenmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, MAVI hissesinde COVID-19 sonrası dönem hariç, diğer tüm hisselerde ve dönemlerde EGARCH modellerinin en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Bu durum piyasaların şokların asimetrik etkisine karşı duyarlı olduğunu, negatif ve pozitif şokların volatilité üzerindeki etkilerinin farklılaştığını göstermektedir.

Özetle, modelleme süreci yalnızca en iyi istatistiksel uyumu gösteren yapıları belirlemekle kalmamış, aynı zamanda hisse senetlerinin hem yapısal hem de sektörel özelliklerinin dikkate alınması sayesinde sağlam bir analitik çerçeve için de zemin hazırlamıştır. Bu durum, ilerleyen aşamalarda yapılabilecek volatilité tahminlerin güvenilirliğini artırmakta ve yatırım kararları için sağlam bir temel oluşturmaktadır.

5.4. Hisselere Ait Logaritmik Getiriler ve Seçilen GARCH Modellerinin Standartlaştırılmış Artıkları

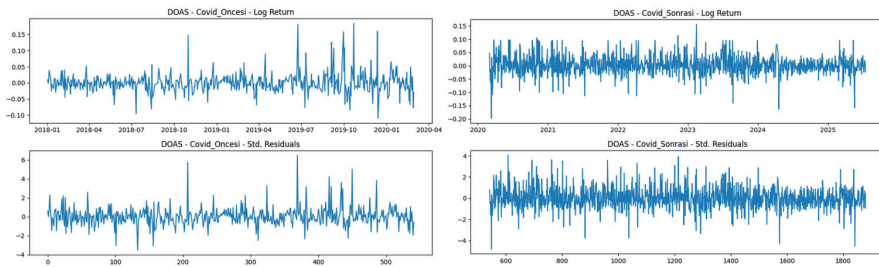
Aşağıda, her bir hisse senedi için COVID-19 öncesi ve sonrası dönemlere ait log getiriler ve standartlaştırılmış artıkların zaman içindeki davranışı sunulmaktadır.

Şekil 1. BİMAS Hissesi - COVID-19 Öncesi ve Sonrası Log Getiriler ve Standartlaştırılmış Artıklar



BİM Birleşik Mağazalar A.Ş. (BİMAS) hissesinin logaritmik getirileri incelendiğinde, COVID-19 öncesi dönemde getirilerin ± 0.03 bandında dalgalandığı ve volatilitenin daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Standartlaştırılmış artıkların bu dönemde ± 3 eşliğinde konumlanması model kalitesinin yeterli olduğu anlamına gelmektedir. Pandemi sonrası dönemde ise volatilitenin yapılarında değişimler gözlemlenmiştir. Getiriler ± 0.08 seviyelerine ulaşmış; özellikle negatif şoklarda standartlaştırılmış artıklar -6'ya kadar sapmıştır. Bu bulgular, temel tüketim sektöründe faaliyet gösteren BİM'in pandemi sonrası piyasada yaşanan olumsuz durumdan ciddi şekilde etkilendiğini göstermektedir. Nitekim Tablo 5'te görüldüğü üzere, pandemi öncesi dönemde EGARCH(1,1)-t modeli yeterli görülürken, pandemi sonrasında daha karmaşık yapıları yakalayabilen EGARCH(2,1)-t modelinin seçilmesi, volatilitenin dinamiklerinin hem kalıcı hem de asimetrik hale geldiğini desteklemektedir.

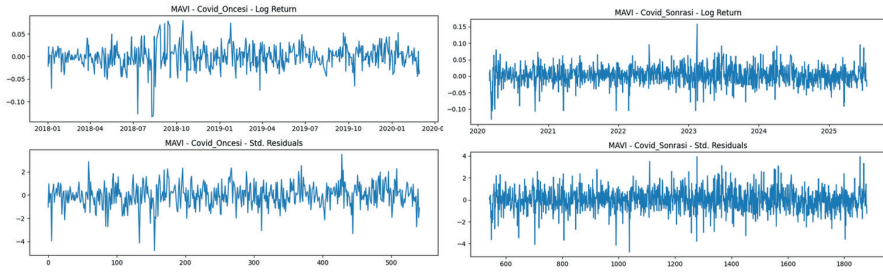
Şekil 2. DOAS Hissesi - COVID-19 Öncesi ve Sonrası Log Getiriler ve Standartlaştırılmış Artıklar



Doğuş Otomotiv Servis ve Ticaret A.Ş. (DOAS) hissesine ait logaritmik getiriler ve standartlaştırılmış artıklar incelendiğinde, COVID-19 öncesi ve sonrası dönemler arasında volatilitenin belirgin farklılıklar görülmektedir.

Pandemi öncesi dönemde getirilerde zaman zaman ani artışlar gözlemlenmiş; özellikle 2019 yılı itibarıyla artan volatilité, standartlaştırılmış artıkların +6 seviyesine yaklaşan uç değerlerle kendini göstermiştir. Bu durum, modelin bazı ani fiyat değişimlerini başarılı bir şekilde yakalayamadığını ortaya koymaktadır. Pandemi sonrası dönemde ise getirilerde ve artık dağılımında daha dengeli bir yapı gözlenmiş; ± 3 bandında seyreden artıklar, volatilitenin daha tutarlı modellendiğine işaret etmektedir. Tablo 5'te görüldüğü üzere pandemi öncesi dönem için EGARCH(2,1)-t, sonrası dönem için ise EGARCH(1,1)-skew-t modelinin en uygun seçenekler olarak belirlenmiş olması bu durumu desteklemektedir. Otomotiv sektörünün pandemi sürecinde yaşadığı arz yönlü şoklar ve talep daralması, yüksek volatilitéye neden olmaktadır. EGARCH modeli ve skew-t dağılımının seçilmesi, yatırımcı tepkilerinde asimetri ve çarpıklığın arttığını göstermektedir.

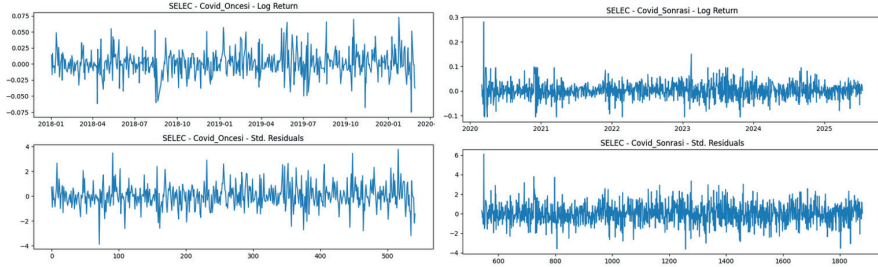
Şekil 3. MAVI Hissesi - COVID-19 Öncesi ve Sonrası Log Getiriler ve Standartlaştırılmış Artıklar



Mavi Giyim Sanayi ve Ticaret A.Ş. (MAVI) hissesine ait logaritmik getiriler ve standartlaştırılmış artıklar incelendiğinde, COVID-19 öncesi dönemde özellikle 2018 yazında belirgin negatif şokların yaşandığı ve genel olarak getirilerde yüksek dalgalanmaların yaşandığı görülmektedir. Yüksek dalgalanmaların döviz kuru şokları ve makroekonomik belirsizliklerden kaynaklandığı söylenebilir. Standartlaştırılmış artıklar bu dönemde genellikle ± 3 bandı içinde kalmakta ve sık sık yön değiştirmektedir. Pandemi sonrası dönemde ise bazı zamanlarda derin negatif sapmalar gözlemlenmiş, artıkların zaman zaman ± 4 seviyelerine ulaştığı görülmüştür. Bu gibi uç durumlar gözlemlense de, MAVI hissinde genel volatilité yapısının COVID-19 öncesine kıyasla daha dengeli olduğu görülmektedir. Tablo 5 de bu durumu desteklemektedir. Pandemi öncesi için EGARCH(2,1)-t modeli en uygun seçenek olarak belirlenmişken, pandemi sonrası dönemde daha sade bir yapı olan GARCH(1,1)-t modeli yeterli bulunmuştur. Bu model değişikliği, Mavi'nin pandemi sonrası dönemde gerekli önlemleri hızlıca alarak

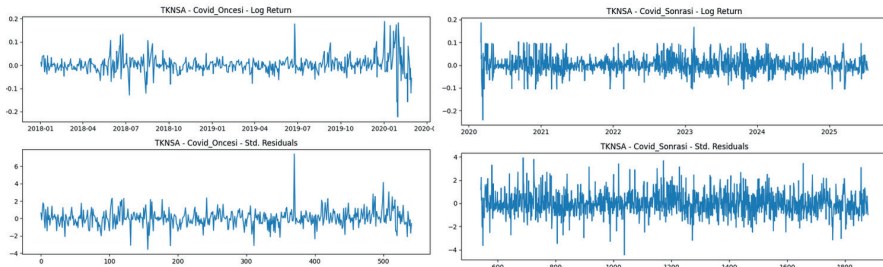
dijitalleşmeye hızlı adapte olduğunu ve operasyonel esneklik kazandığını göstermektedir. Bu sayede hisse volatilitesi pandemi öncesi döneme göre daha dengeli seyretmiştir.

Şekil 4. SELEC Hissesi - COVID-19 Öncesi ve Sonrası Log Getiriler ve Standartlaştırılmış Artıklar



Selçuk Ecza Deposu Ticaret ve Sanayi A.Ş. (SELEC) hissesine ait logaritmik getiriler ve standartlaştırılmış artıklar incelendiğinde, COVID-19 öncesi dönemde getirilerin ± 0.05 bandında dalgalandığı ve uç değerlerin sınırlı kaldığı görülmektedir. Aynı döneme ait standartlaştırılmış artıklar da çoğunlukla ± 2 bandında seyrederek daha istikrarlı bir volatilité yapısı ortaya koymuştur. Pandemi sonrası dönemde özellikle 2020 yılı başlarında pozitif yönlü dikkat çekici getiriler görülmektedir. Bu durum pandemiyle birlikte sağlık sektörüne artan ilgiden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde artıklar zaman zaman ± 4 seviyelerine yaklaşıp da, genel volatilité yapısında ciddi değişimler yaşanmamıştır. Tablo 5'e göre SELEC için, her iki dönemde de EGARCH en iyi modeller olarak bulunmuştur. Ancak COVID-19 sonrası dönemde EGARCH(2,1)-t modelinin seçilmiş olması, pandeminin doğrudan sağlık sektörüyle ilişkili olması sonucu volatilité yapısını daha karmaşık hale getirdiğini göstermektedir.

Şekil 5. TKNSA Hissesi - COVID-19 Öncesi ve Sonrası Log Getiriler ve Standartlaştırılmış Artıklar



Teknosa İç ve Dış Ticaret A.Ş. (TKNSA) hissesine ait logaritmik getiriler ve standartlaştırılmış artıklar incelendiğinde, COVID-19 öncesi dönemde getirilerin ± 0.1 bandında dalgalandığı, bazı günlerde ise -0.2 seviyelerine kadar düştüğü görülmektedir. Bu dönemde artıklar çoğunlukla ± 2 aralığında kalmakla birlikte, bazı günlerde $+6$ 'yı aşan sapmalar dikkat çekmektedir. Pandemi sonrası dönemde ise getirilerde hem pozitif hem negatif yönde ± 0.15 'e varan sıçramalar kaydedilmiş; standartlaştırılmış artıkların dağılımı da ± 4 bandına kadar genişlemiştir. Bu durum, Teknosa hissesinin pandemiyle birlikte artan dijitalleşme ve e-ticaret talebiyle daha oynak bir yapıya kavuştuğunu göstermektedir. Tablo 5'e göre pandemi öncesi dönemde EGARCH(2,1)-t, sonrası dönemde ise EGARCH(1,1)-skew-t modelinin tercih edilmesi, asimetrik dağılım yapısının devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Pandemi öncesi ve sonrasına ilişkin grafikler ile Tablo 5'te yer alan model seçimleri birlikte değerlendirildiğinde, tüm hisselerde pandemiyle birlikte getiri aralığının belirgin şekilde genişlediği ve özellikle negatif uçların pozitif getirilere kıyasla daha baskın hale geldiği görülmektedir. Bu durum, getiri dağılımlarında kalın kuyruk yapısının güçlendiğini ve volatilitenin asimetrik biçimde arttığını ortaya koymaktadır. Standartlaştırılmış artıklar ile en uygun model seçimleri birlikte incelendiğinde, negatif şokların etkisinin özellikle BİMAS ve TKNSA hisselerinde daha derin hissedildiği görülmektedir. Nitekim Tablo 5'te, pandemi öncesi dönemde çoğunlukla simetrik GARCH(1,1) ya da daha basit EGARCH modellerinin yeterli bulunduğu; pandemi sonrası dönemde ise EGARCH(2,1) ve skew-t dağılımlı yapıların tercih edildiği görülmektedir. Bu bulgular, COVID-19 sonrası dönemde artan belirsizlik ortamı ve yatırımcı davranışlarındaki değişimle birlikte, daha karmaşık ve asimetrik etkiyi dikkate alan volatilité modellerinin daha başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Aynı sektörde olsa bile, farklı alt sektörde olan firmaların pandemiye farklı tepkiler vermesi volatilité modelleme sürecinin sektör yerine alt sektör ya da şirket bazında yapılması gerektiğini kanıtlamaktadır.

6. Sonuç

Bu araştırmanın temel amacı, GARCH ailesinden modeller uygulanarak COVID-19 pandemisinin Türkiye'deki perakende sektöründeki hisse senedi getirileri üzerindeki etkilerini incelemektir. Pandemi öncesi ve sonrası getirilerin volatilité yapısı, çalışma için seçilen beş farklı perakende şirketi (BİMAS, MAVİ, TKNSA, SELEC, DOAS) için analiz edilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı istatistiklerin yanında, GARCH, EGARCH ve GJR-GARCH

gibi farklı volatilité modelleri test edilmiştir. Model seçimi AIC, BIC ve LogL değerlerine dayalı olarak yapılmıştır.

Elde edilen bulgular, COVID-19 pandemisinin hisse senedi getirilerinin volatilité yapısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Pandemi öncesi hisse getirilerinin volatilité yapılarının tespitinde GARCH gibi daha temel modeller yeterli olurken, pandemi sonrası dönemde asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH(2,1) ve skew-t dağılımlı yapılar daha başarılı sonuçlar vermiştir. Pandemiyle birlikte mutlak getiri aralıklarında belirgin bir genişleme gözlemlenmiş, özellikle negatif uçların pozitif getirilere kıyasla daha baskın hale geldiği anlaşılmıştır. Bu durum, getirilerin dağılımında kalın kuyruk yapısının güçlendiğini ve volatilitenin asimetrik şekilde arttığını ortaya koymaktadır. Standartlaştırılmış artıklar üzerinden yapılan analizlerde, negatif şokların etkisinin BIMAS ve TKNSA hisselerinde daha derin olduğu, buna karşın SELEC'te görece sınırlı kaldığı görülmüştür. Pozitif şokların ise daha ılımlı seyretmesi, yatırımcı tepkilerinde yönsel bir asimetri olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, pandemi sonrası dönemde artan belirsizlik ortamı ve yatırımcı davranışlarındaki değişim, daha karmaşık ve asimetrik volatilité modellerinin kullanımını gerekli kılmıştır. Ayrıca aynı makroekonomik şoktan etkilenen firmaların alt sektör dinamiklerine bağlı olarak farklı tepkiler verebilmesi, model tercihlerinin yalnızca grafiksel gözlemlere değil, aynı zamanda nicel kriterlerle desteklenen model karşılaştırmalarına dayanmasının analiz güvenilirliği açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Finansal piyasalarda kriz dönemlerinde gözlemlenen ani ve şiddetli volatilité artışları, geleneksel modellerin yetersizliğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, piyasa düzenleyicilerinin ve Borsa İstanbul gibi kurumların, kriz koşullarında asimetrik şokları dikkate alan modelleri benimseyerek daha gerçekçi risk ölçüm sistemleri geliştirmesi büyük önem taşımaktadır. Nitekim çalışmada kullanılan EGARCH modelleri, volatilitenin yönlü tepkilerini daha doğru yansıtarak piyasa istikrarına katkı sağlayabilecek bir çerçeve sunmaktadır.

Yatırımcılar açısından da, volatilité tahmini yaparken yalnızca tarihsel verilerle yetinmemek gerekmektedir. Özellikle kriz dönemlerinde, piyasanın verdiği tepkinin yönü ve şiddeti son derece önemlidir. Bu nedenle, doğrusal olmayan ve asimetrik modellerin seçilmesi, portföyün bu tür şoklara karşı dayanıklılığını olumlu yönde etkileyecektir. Bu bağlamda, EGARCH modelleri yatırımcıların risk-getiri optimizasyonu daha başarılı yapabilmelerine imkân tanımaktadır. Kurumsal yatırımcılar için, getirilerin normal dağılımdan sapma eğilimi krizlerde daha belirgin hâle geldiğinden,

geleneksel parametrik varsayımlar yeniden gözden geçirilmelidir. Value at Risk (VaR) ve Expected Shortfall (Beklenen Kayıp) gibi ölçütlerde, özellikle t ve skew-t gibi ağır kuyruk içeren dağılımların kullanımı, uç risklerin portföy üzerindeki etkisini daha doğru yansıtabilecektir.

Sonuç olarak, COVID-19 gibi sistemik şokların sektörel düzeyde yarattığı etkileri modelleyen ampirik çalışmalar, yalnızca piyasa davranışlarını anlamakla kalmayıp, aynı zamanda finansal istikrarı destekleyici politika araçlarının geliştirilmesine de katkı sunmaktadır. Bu kapsamda, sektörel karşılaştırmalara dayalı ileri düzey ekonometrik analizler, politika yapıcılar ve akademik çevreler için değerli bir referans olacaktır.

Kaynakça

- Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., & Sensoy, A. (2021). Financial contagion during COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, 38, 101604. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101604>
- Albulescu, C. T. (2021). COVID-19 and United States financial markets' volatility. *Finance Research Letters*, 38, 101699. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101699>
- Apergis, N., & Apergis, E. (2020). The role of COVID-19 for Chinese stock returns: Evidence from a GARCHX model. *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*, 29(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/16081625.2020.1816185>
- Ashraf, B. N. (2020). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, 54, 101249. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101249>
- Aslam, F., Aziz, S., Nguyen, D. K., Mughal, K. S., & Khan, M. (2020). On the efficiency of stock markets in times of the COVID-19 pandemic. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120261. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120261>
- Ataş, B., & Arlı, O. E. (2022). Covid-19 pandemisi döneminde asimetrik volatilité bulguları: BIST sektör endekslerinde bir inceleme. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2217–2233. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1025865>
- Back, S., Mohanty, S. K., & Glambosky, M. (2020). COVID-19 and stock market volatility: An industry level analysis. *Finance Research Letters*, 37, 101748. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101748>
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Kost, K., Sammon, M., & Viratyosin, T. (2020). The unprecedented stock market impact of COVID-19 (NBER Working Paper No. 26945). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w26945>
- Benzid, L., & Chebbi, K. (2020). Impact of COVID-19 virus on exchange rate volatility: Evidence through GARCH model. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3612141>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bora, D., & Basistha, D. (2020). The outbreak of COVID-19 pandemic and its impact on stock market volatility: Evidence from a worst-affected economy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3691361>
- Brooks, C., & Rew, A. G. (2002). Testing for a unit root in a process exhibiting a structural break in the presence of GARCH errors. *Computational Economics*, 20(2), 157–176. <https://doi.org/10.1023/A:1016007703026>

- Çelik, A. (2021). Volatility of BIST 100 returns after 2020, calendar anomalies and COVID-19 effect. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 15(1), 61–81. <https://doi.org/10.46520/bddkdergisi.2021.15.1.61>
- Çelik, M., & Tekşen, Ö. (2023). Belirsizlik, risk ve risk yönetimi üzerine bir inceleme. In H. Güneş (Ed.), *Belirsizlikten risk yönetimine: Finansal piyasalarda ampirik bulgular* (pp. 1–6). Yaz Yayınları. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10471909>
- Chong, T. T. L. (2004). Testing for neglected nonlinearity in regression models. *Journal of Time Series Analysis*, 25(6), 843–863. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2004.00208.x>
- Corbet, S., Hou, Y. G., Hu, Y., Oxley, L., & Xu, D. (2021). Pandemic-related financial market volatility spillovers: Evidence from the Chinese COVID-19 epicentre. *International Review of Economics & Finance*, 71, 55–81. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.06.022>
- Dutta, A., Das, D., Jana, R. K., & Vo, X. V. (2020). COVID-19 and oil market crash: Revisiting the safe haven property of gold and Bitcoin. *Resources Policy*, 69, 101816. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101816>
- Engelhardt, N., Krause, M., Neukirchen, D., & Posch, P. N. (2021). Trust and stock market volatility during the COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, 38, 101873. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101873>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Erdem, C. (2020). The effect of COVID-19 on stock market volatility: Evidence from 75 countries. *Applied Economics Letters*, 28(21), 1–5. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1861196>
- Friti, Z., Ben Ameer, H., & Louhichi, W. (2021). Does non-fundamental news related to COVID-19 matter for stock returns? Evidence from Shanghai stock market. *Economic Modelling*, 99, 105486. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.03.010>
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *Journal of Finance*, 48(5), 1779–1801. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x>
- Grashuis, J., Skevas, T., & Segovia, M. S. (2020). Grocery shopping preferences during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 12(13), 5369. <https://doi.org/10.3390/su12135369>
- Haroon, O., & Rizvi, S. A. R. (2020). COVID-19: Media coverage and financial markets behavior—A sectoral inquiry. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 100343. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100343>

- İmre, S. (2021). COVID-19 pandemisinin seçili BİST sektör endeksleri üzerindeki etkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 19(4), 335–348. <https://doi.org/10.11611/yead.984604>
- Jainonthee, C., Dang-Xuan, S., Nguyen-Viet, H., Unger, F., & Chaisowwong, W. (2022). Impacts of the pandemic, animal source food retailers' and consumers' knowledge and attitudes toward COVID-19, and their food safety practices in Chiang Mai, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10187. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610187>
- Khan, M., Kayani, U. N., Khan, M., Mughal, K. S., & Haseeb, M. (2023). COVID-19 pandemic & financial market volatility: Evidence from GARCH models. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(1), 50. <https://doi.org/10.3390/jrfm16010050>
- Kızgın, K., Alp, S., Aydın, N., & Yu, H. (2025). Machine learning-based sales forecasting during crises: Evidence from a Turkish women's clothing retailer. *Science Progress*, 108(1), 1–18. <https://doi.org/10.1177/00368504241307719>
- Maital, S., & Barzani, E. (2020). The global economic impact of COVID-19: A summary of research. *Samuel Neaman Institute for National Policy Research*, 2020, 1–12.
- Mazur, M., Dang, M., & Vega, M. (2021). COVID-19 and the March 2020 stock market crash: Evidence from S&P 1500. *Finance Research Letters*, 38, 101690. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101690>
- Narayan, P. K., Phan, D. H. B., & Liu, G. (2021). COVID-19 lockdowns, stimulus packages, travel bans, and stock returns. *Finance Research Letters*, 38, 101732. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101732>
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Oliveira, L., Oliveira, I., Bertoincini, B., Sousa, L., & Santos, J. (2022). Determining the impacts of COVID-19 on urban deliveries in the metropolitan region of Belo Horizonte using spatial analysis. *Transportation Research Record*, 2677(4), 408–431. <https://doi.org/10.1177/03611981221078846>
- Ölmez, U., & Ekinci, A. A. (2020). Koronavirüs (COVID-19) salgının hisse senedi piyasasına etkisi: BIST100 örneği. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(Özel Sayı), 225–239. <https://doi.org/10.30784/epfad.787433>
- Pantano, E., Pizzi, G., Scarpi, D., & Dennis, C. (2020). Competing during a pandemic? Retailers' ups and downs during the COVID-19 outbreak. *Journal of Business Research*, 116, 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.036>

- Rai, K., & Garg, B. (2021). Dynamic correlations and volatility spillovers between stock price and exchange rate in BRIICS economies: Evidence from the COVID-19 outbreak period. *Applied Economics Letters*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.1935418>
- Şenol, Z., & Otçeken, G. (2021). COVID-19'un BIST sektörlerine etkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 509–518. <https://doi.org/10.29106/fesa.984219>
- Temel, F. (2023). Uluslararası piyasalarda volatilité yayılımı ve dinamik koşullu korelasyon analizi. In H. Güneş (Ed.), *Belirsizlikten risk yönetimine: Finansal piyasalarda ampirik bulgular* (pp. xx–xx). Yaz Yayınları. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10471909>
- Temür, A. (2021). Koronavirüs COVID-19'un dünya borsaları üzerine etkisi ve BIST-perakende sektöründeki hisse senetlerinin bu süreçteki davranışları. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(25), 773–797. <https://doi.org/10.14784/marufacd.976488>
- Ullah, S., Khan, S., Hashmi, N. I., & Alam, M. S. (2023). COVID-19 pandemic and financial market volatility: A quantile regression approach. *Heliyon*, 9(10), e21131. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21131>
- Zakoian, J.-M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(5), 931–955. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0165-1889(94)90039-6)

