

Yayın Geliş Tarihi: 26.09.2023  
Yayına Kabul Tarihi: 06.11.2023  
Online Yayın Tarihi: 20.12.2023  
<http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1366905>

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi  
Cilt: 25, Sayı: 4, Yıl: 2023 Sayfa:1647-1662  
E-ISSN: 1308-0911

*Araştırma Makalesi*

## ÇOK DEĞİŞKENLİ GARCH MODELİYLE DÖVİZ KURLARINDA OYNAKLIK GEÇİŞİ

Üzeyir AYDIN\*

Öz!

*Bir finansal varlığın fiyatındaki değişkenliğe oynaklık denilmekte ve çoğunlukla standart sapma ile ölçülmektedir. Yüksek belirsizlik durumunda oynaklık artmaktadır. Bir piyasada yaşanan şokun diğer piyasalarda getiri ve oynaklık üzerindeki etkisi ise oynaklık geçişi olarak ifade edilmektedir. Uluslararası finansal piyasalarda oynaklık geçişi, 2008 yılı küresel krizinin etkileriyle birlikte önem kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla Avrasya Ekonomik Birliğini oluşturan Belarus, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan ve Rusya döviz kurları arasında oynaklık geçişini ortaya koymaktır. Söz konusu ülkelerin 31.12.2018 – 30.06.2023 tarihleri arasındaki döviz kuru günlük kapanış fiyatları üzerinden elde edilen getiri serileri MGARCH yöntemiyle analiz edilmiş, getiri oynaklıklarının haber etkisinin kaynak ülkeleri ile oynaklık geçişinin kaynak ülkeleri belirlenmiştir.*

*Anahtar Kelimeler: MGARCH, Döviz Kuru, Oynaklık Geçişi, Avrasya Ekonomileri.*

## EXCHANGE RATE VOLATILITY TRANSITION WITH MULTIVARIATE GARCH MODEL

*Abstract*

*The variability in the price of a financial asset is called volatility and is often measured with a standard deviation. In case of high uncertainty, volatility increases. The effect of a shock in one market on returns and volatility in other markets is expressed as a volatility transmission. The volatility transmission in international financial markets gained importance with the effects of the 2008 global crisis. The aim of this study is to reveal the*

*Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):*

Aydın, Ü. (2023). Çok değişkenli GARCH modeliyle döviz kurlarında oynaklık geçişi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25 (4), 1647-1662.

\*Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0003-2777-6450, [uzeyir.aydin@deu.edu.tr](mailto:uzeyir.aydin@deu.edu.tr)

Bu makale etik kurul onayı gerektirmemektedir.

<sup>1</sup>Bu makale 19-20 Eylül 2023 tarihinde gerçekleştirilen “International Congress On Eurasian Economies 2023” isimli kongrede sunulan özet bildirinin genişletilmiş ve güncellenmiş versiyonudur.

*volatility transmission between the exchange rates of Belarus, Armenia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, and Russia which constitute the Eurasian Economic Union as of January 1, 2015. The return series obtained over the daily closing prices of the exchange rate between 31.12.2018 and 30.06.2023 of the mentioned countries were analyzed with the MGARCH method, and the source countries of the news effect of the return volatility and the source countries of the volatility transmission were determined.*

**Keywords:** MGARCH, Foreign Exchange, Volatility Transmission, Eurasian Economies.

## GİRİŞ

1990'lı yıllar itibarıyla küresel düzeyde bağlayan dönüşüm ve değişim, askeri, iktisadi, kültürel ve siyasi birçok açıdan dengeleri altüst etmiştir (Kocaoğlu, 1996). 1991'de SSCB (Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği)'nin çökmesi küresel güç dengesinin de geri dönülemez bir hacim ve boyutta değişmesine neden olmuştur. SSCB'nin çökmesi, eski Sovyet bloğunda yer alan ülkeler arasında kurulmuş olan siyasal, sosyo-ekonomik, iktisadi ve kültürel yapının işlerliğinin yitirilmesine yol açmış, beraberinde iktisadi, politik, coğrafi, toplumsal birçok sorun açığa çıkartmıştır (Öztürk, 2013). Yeni sistemde ABD dünyadaki tek hâkim güç haline gelmiştir (Baharççek, 1996). Ancak Rus aydınlarının tek kutuplu bir dünya düzeninin adil olmayacağı düşüncesinin de etkisiyle Rusya, tek merkezli küresel güç durumuna gelen ABD (Amerika Birleşik Devletleri)'ye karşı küresel güç teşkil edebilecek bölgesel birlik ve oluşumlar kurulması yönünde birçok somut adımlar atmıştır. Bu oluşumlardan en önemlileri Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT), Şangay İş birliği Örgütü ve Avrasya Ekonomik Birliği olarak sıralanabilir (Ağır & Ağır, 2017).

1991 yılında SSCB'nin dağılmasıyla birlikte Beyaz Rusya, Ukrayna ve Rusya Federasyonu öncülüğünde BDT kurulmuştur. BDT, daha çok politik bir örgüt olduğundan üye ülkeler arasındaki iktisadi iş birliği üzerinde durmamış (Pirimbayev & Ganiyev, 2010) ve geçen zaman içerisinde başarısız olmuştur (Ağır & Ağır, 2017). Şanghay İş birliği Örgütü (Shanghai Cooperation Organisation, SCO) ise Çin, Rusya, Kazakistan, Kırgızistan ve Tacikistan'ın 1996 yılında biraraya gelerek kurdukları uluslararası politik bir örgüttür. Ancak yine iktisadi iş birliği üzerinde durmamıştır. Örgüte 2001'de Özbekistan, 2017'de Hindistan ve Pakistan, 2021'de ise İran katılmış olup üye sayısı dokuza çıkmıştır (Batmaz, 2021).

Ekonomik iş birliği ihtiyacının öneminin artmasıyla birlikte, 1995'te imzalanan Gümrük Birliği ve 1999'da imzalanan Ortak Ekonomik Alanın oluşumunu desteklemek üzere BDT üyesi ülkeler tarafından 10 Ekim 2000'de Kazakistan'da (Astana'da) Avrasya Ekonomik Topluluğu (Eurasian Economic Community, EAEC, EurAseC/EvrAzES) kurulmuştur. Rusya, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan ve Belarus bu topluluğa katılmıştır.

Gümrük Birliği anlaşmasıyla iktisadi birleşimi teşvik etmek, ürünlerin serbest dolaşımını sağlayabilmek, birlik ülkeleri ile diğer ülkeler arasındaki ticarete

avantajlı koşulları oluşturabilmek amaçlanmıştır. Kazakistan, Belarus ve Rusya Ocak 2010'da Gümrük Birliği'ni başlatmıştır. Nihayet 2005'te Kırgızistan, Rusya, Belarus, Kazakistan, Özbekistan ve Tacikistan tarafından Avrasya Ekonomik Topluluğu teşkil edilmiştir. 29 Mayıs 2014'te, Gümrük Birliğine ve Ortak Ekonomik Alan üye ülkeler, Yüksek Avrasya Ekonomik Konseyi toplantısında Avrasya Ekonomik Birliği'nin (Eurasian Economic Union/EAEU) 2025 yılında kurulması için anlaşmaya imza atmışlardır. Anlaşma, Avrasya ekonomik projesinin yeni, daha yüksek bir birlik seviyesine geçişinin bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. Avrasya Ekonomik Birliği anlaşması 1 Ocak 2015'te yürürlüğe girmiş ve Avrasya Ekonomik Topluluğu, 1 Ocak 2015'te Avrasya Ekonomik Birliği adını almıştır (Türkiye İhracatçılar Meclisi, 2019). Avrasya Ekonomik Birliği, 185 milyon kişilik bir entegre pazara ve 2 trilyon doların üzerinde gayri safi hasılaya sahip olup dünyada Avrupa Birliği'nden sonra ikinci devletlerarası örgüt olma özelliği taşımaktadır (Hamzaoğlu, 2021; Bahsi-Koçer & Gökten, 2021).

Avrasya Ekonomik Birliği'nin kuruluş hedefleri ve üye ülkelerin Birlikten beklentileri şu başlıklar altında özetlenebilir (Batmaz, 2021):

- 1) Birlik üyesi ülkeler olarak bölgedeki üretim faktörlerinin bir araya getirilerek verimli ve etkin kullanımını oluşturmak, güçlü bir bütünleşme ve birleşme modeli kurarak Asya Pasifik ve Avrupa arasında önemli bir köprü görevinde olmak.
- 2) Üye devletler başta olmak üzere bölgede bulunan bütün devletlerle, enerji, eğitim, gıda, sağlık, askeri ve daha birçok alanda iş birliği gerçekleştirmek.
- 3) İleriki yıllarda ortak savunma birliğine dönüşebilmek.
- 4) Üye olan ülkelerde yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılması konusunda ortak projeler gerçekleştirmek.
- 5) Kurumsal bir yapıya dönüşerek Avrasya Bölgesinde politik, iktisadi ve askerî açıdan lokomotif olmak.

ABD dolarının kullanımının 1995'ten sonra Avrasya ülkelerinde yaygınlaşmaya başlamasıyla birlikte söz konusu ülkelerinin yerel paraları ABD doları karşısında sürekli değer yitirmeye başlamıştır. Bu açıdan birliğin temel hedefi; ABD dolarının birlik ülkelerinde dolaşımını ve kullanımını asgari seviyeye indirilmesini sağlamak olduğu söylenebilir. Bu kapsamda bu çalışma, Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkelerin döviz kurlarına ilişkin olarak hem oynaklığın kaynağının hem de oynaklık geçişinin yönünün belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın, Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkeler arasında hem haber etkisinin hem oynaklık geçişinin kaynağını belirlemek yoluyla literatüre bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma beş kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda girişe yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında yazın taramasına yer verilmiş, üçüncü kısmında analizde kullanılan veri seti ve yöntem açıklanmıştır. Dördüncü kısımda analiz bulguları

değerlendirildikten sonra beşinci kısımda sonuç ve değerlendirmeye çalışmaya son verilmiştir.

## LİTERATÜR İNCELEMESİ

Çoklu oynaklık modellerine ilişkin çeşitli finansal uygulamalar bulunmaktadır. Konuya ilişkin yazında çok değişkenli (Multivariate) GARCH yöntemi çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

Portföy optimizasyonu, varlık tahsisi, birden fazla varlığın Riske Maruz Değer-VaR'ını hesaplama ve vadeli işlem riskinden korunmada Kroner ve Claessens (1991), Ng (1991), Lien ve Luo (1994), Park ve Switzer (1995), Bera vd. (1997), Hafner ve Herwartz (1998), Schröder ve Schuler (2003), Brooks vd. (2003), Yang ve Allen (2004), Rombouts ve Verbeek (2004), Bauwens ve Laurent (2004), Billio vd. (2006), Hooy ve Goh (2010) çalışmaları öne çıkmaktadır.

Finansal piyasalar arasında hisse senedi getirileri volatilité analizinde Karolyi (1995), Erdoğan ve Schmidbauer (1997), Doroodian ve Caporale (2000), Tai (2001), Tay ve Zhu (2000), Polasek ve Ren (2000), Tse ve Tsui (2000), Engle ve Sheppard (2001), Worthington ve Higgs (2004), Mun (2007), Bekiros ve Georgoutsos (2006), Engle ve Colacito (2006), Laurent vd. (2006), Çiçek ve Öztürk (2007), Minović (2009), Silvennoinen ve Terasvirta (2007), Özdemir ve Emeç (2020), Turna vd. (2022), Kolcu ve Yamak (2022) çalışmalarına rastlamak mümkündür.

Söz konusu bu çalışmalarda farklı ülkelerin döviz kurlarına ilişkin olarak ya oynaklığın kaynağına ya da oynaklık geçişine yer verdikleri görülmektedir. Çalışmalar arasında özel olarak Avrasya Ekonomik Birliği'ni veri seti içine alan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bağlamda çalışmanın, özel olarak Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkeler arasında hem haber etkisinin hem oynaklık geçişinin kaynağının belirlenmesini amaç edinmesi yönüyle literatürden farklılaştığını söylemek mümkündür.

## VERİ SETİ VE YÖNTEM

### Veri seti

Çalışmada, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla Avrasya Ekonomik Birliğini oluşturan Belarus, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan ve Rusya için 31.12.2018 – 30.06.2023 dönemi USD bazlı döviz kurları günlük kapanış fiyatlarına (1174 gözlem) yer verilmiştir. Veriler investingcom veri tabanından derlenmiştir. Analizde kullanılan döviz kuru serileri ABD doları Ermenistan Dramı USD\_AMD, ABD Doları Belarus (Beyaz Rusya) Rublesi USD\_BYN, ABD Doları Kırgızistan Somu USD\_KGS, ABD Doları Kazakistan Tengesi USD\_KZT, ABD Doları Rus Rublesi USD\_RUB'dur. Günlük kapanış fiyatları üzerinden logaritmik birinci dereceden farklar ( $r_t = \ln(p_t / p_{t-1})$ ) alınarak getiri serilerine ulaşılmıştır.

2022 yılı şubat ayında başlayan Ukrayna-Rusya savaşında, Rusya'nın stratejik ortağı olarak yer alan Belarus diğer birçok ülke yaptırımlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bunun yanı sıra S&P ve Fitch Rating; Belarus'un kredi notunu 2022 Mart ayında B seviyesinden CCC seviyesine düşürmüştür (DEİK, 2022). 29 Haziran 2022'de Belarus hükümetinin tahvil için ödemesiz döneme girmesi ve döviz cinsinden borçların yerel para biriminde ödeneceğini açıklaması notları olumsuz etkilemiştir. Fitch Rating, Belarus'un Uzun Vadeli Yabancı Para Notunu CCC'den C'ye düşürmüştür. Ayrıca Belarus hükümeti döviz sepetinde değişikliğe gitmiş, 6 Temmuz 2022'de USD\_BRY döviz kuru 3,3776 seviyesinden 2,5706 seviyesine gerilemiş ve Belarus rublesi ABD doları karşısında 0,8070 birim değer kazanmıştır. Bu ciddi değişim (yaklaşık %31,39) USD\_BRY döviz kuru getiri serisini etkilediğinden, değişim tutarı ilave edilmek suretiyle bir düzeltme yapıp analizlere devam edilmiştir.

### Yöntem

Bir finansal varlığın fiyatı, kendi geçmiş değerlerinin yanı sıra diğer finansal varlıkların da geçmiş ve/veya cari değerlerinden etkilenmektedir. Bu durumda, kaçınılmaz olarak finansal varlıklar arasında oynaklık geçişi (volatility transmission) olmaktadır. Oynaklık geçişini ortaya çıkartabilmek amacıyla çok değişkenli analizlere gereksinim duyulmaktadır. Bu analizlerin en başında, çok değişkenli GARCH (Multivariate GARCH-MGARCH) yöntemi gelmektedir. Model, herhangi bir finansal varlığın (piyasanın) hem kendisinden hem de diğer finansal varlıklardan (piyasalardan) kaynaklanan şoklar üzerinde haber etkilerinin ve oynaklık geçişlerinin ayrıştırılabilmesine olanak vermektedir.

Haber etkisi, finansal serilerin oynaklığını artırması bakımından önem taşımaktadır. Finansal piyasaların birbirini etkileme şekilleri değişmiş ve etkileme gücü artmıştır. Bir finansal piyasada yaşanan olumsuzluk bir diğer finansal piyasanın oynaklığını önemli ölçüde artırabilmekte ve krizlere yol açabilmektedir.

MGARCH modeli, hem zaman içinde değişen varyansı hem de zaman içinde değişen koşullu varyansı dikkate alır. Bu yönüyle model iki veya daha fazla finansal verinin koşullu ortalamaları ve varyansları arasında geçişlere izin vermektedir (Wei, 2008). Özetle, bu model ile finansal varlıkların kovaryanslarının kendi aralarındaki hareketi analiz edilmektedir.

Engle (1982) tarafından ileri sürülen ARCH Modeli ile Bollerslev (1986) tarafından ileri sürülen GARCH Modeli Bollerslev, Engle & Wooldridge (1988) tarafından geliştirilerek VEC Modeli denilen çok değişkenli yapıya dönüştürülmüştür. VEC Modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Brooks, 2008):

$$VECH(H_t) = C + AVECH(\Xi_{t-1}, \Xi'_{t-1}) + BVECH(H_{t-1}) \quad \Xi_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, H_t)$$

Denklemden,  $C$   $n \times 1$  boyutlu parametre vektörü;  $A$  ve  $B$   $n \times n$  parametre matrisi;  $H_t$   $n \times n$  boyutlu koşullu varyans-kovaryans matrisi;  $\Xi$   $n \times 1$  boyutlu haber etkisi vektörü ve  $\Psi_{t-1}$   $t-1$  zamanındaki bilgiyi ifade etmektedir.

Çalışmada tahmin yöntemi olarak, matrislerin diagonal olarak seçilip parametre sayısının azalmasını sağlayan (Karolyi, 1995; Silvennoinen ve Terasvirta, 2008) Diagonal VEC (DVEC) modeli kullanılmıştır. MGARCH modellerinin tahmin sonuçları karşılaştırıldığında; Bollerslev, Engle & Wooldridge (1988) tarafından önerilen DVEC ve Baba, Engle, Kraft & Kroner tarafından bulunup Engle & Kroner (1995) tarafından geliştirilen BEKK modelleri, Bollerslev (1990) tarafından ileri sürülen CCC (Constant Conditional Correlations) ve Tse & Tsui (2000) ile Engle (2001) tarafından ileri sürülen DCC (Dynamic Conditional Correlations) modellerine göre daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

Bunun yanı sıra, katsayıların daha kolay yorumlanabilmesi dolayısıyla DVEC modeli, BEKK modeline göre daha fazla tercih edildiği söylenebilir. DVEC modelinde, VEC modeline göre tahmin edilen katsayıların azalması, daha etkin tahminlere ulaşılmasını sağlamaktadır. MGARCH modelinin DVEC yapısı aşağıdaki gibi yazılabilir (Tse & Tsui, 2000):

$$h_{ij,t} = b_{ij} + c_{ij}u_{i,t-1} + g_{ij}h_{ij,t-1} \quad i, j = 1, \dots, n$$

Denklemden,  $b_{ij}$ ,  $c_{ij}$  ve  $g_{ij}$  pozitif parametrelerdir. Burada;  $b_{ij}$ ,  $n \times n$  boyutlu simetrik  $B$  matrisinin elemanları olup sabit terimleri temsil etmektedir.  $c_{ij}$ ,  $n \times n$  boyutlu simetrik  $C$  matrisinin elemanları olup ARCH parametrelerini temsil etmekte ve  $i$  piyasasından  $j$  piyasasına doğru “haber etkisini” göstermektedir.  $g_{ij}$  ise  $n \times n$  boyutlu simetrik  $G$  matrisinin elemanları olup GARCH parametrelerini temsil ederek piyasa  $i$  ve piyasa  $j$  arasındaki “oyunluk geçişini” ifade etmektedir. MGARCH modelinin analizinde kullanılan maksimum olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir (Bauwens vd., 2006):

$$L(\theta) = -\frac{TN}{2} + \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\ln |H_t| + \Xi_t' H_t^{-1} \Xi_t)$$

Burada,  $\theta$  hesaplanan katsayılar vektörünü,  $N$  analizde kullanılan finansal varlık sayısını ve  $T$  analizde kullanılan gözlem sayısını ifade etmektedir (Hamilton, 1994). Maksimum logaritmik olabilirlik fonksiyonunun tahminlenmesinde BHHH (Berndt, Hall, Hall, Hausman) algoritması kullanılmıştır

### Ampirik Bulgular

Çalışmanın bulguları tablo ve şekil yardımıyla sunulmaktadır. Tablo 1’de tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Buna göre analiz dönemi itibarıyla USD\_AMD döviz kuru getiri serisi için negatif, diğer tüm döviz kuru getiri serileri için pozitif ortalama getiri olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ortalama getiri en yüksek USD\_BYN getiri serisinde, minimum ve maksimum getiriler en yüksek USD\_RUB getiri serisinde görülmüştür. Risk göstergesi olarak kabul edilen oynaklık (standart sapma) değeri ise en yüksekten en küçüğe sırasıyla USD\_RUB, USD\_KGS, USD\_BYN, USD\_KZT ve USD\_AMD getiri serilerinde elde edilmiştir. Buna göre USD\_RUB getiri serisinin en yüksek riskli, USD\_AMD getiri serisinin ise en düşük riskli olduğu anlaşılmıştır. Basıklık katsayıları incelendiğinde, tüm

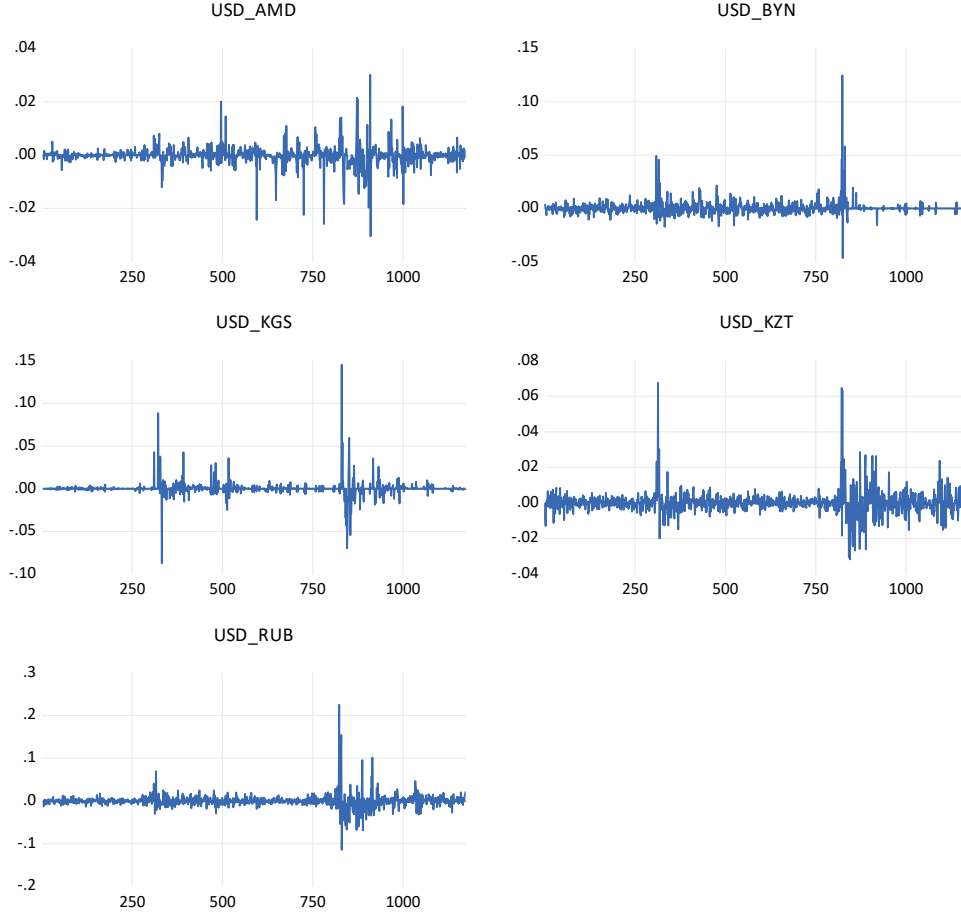
döviz kuru getiri serileri için normal dağılıma ilişkin kritik değer olan 3'ten büyüktür. Buna göre, getiri serileri şişman kuyruk (fat tail) özelliğine sahip görünmektedir. Çarpıklık katsayıları ise yine normal dağılıma ilişkin kritik değer olan 0'dan farklı bulunmuştur. USD\_AMD getiri serisi için çarpıklık katsayıları negatif olup sol çarpık (left skewed) bir dağılım buna karşın diğer tüm getiri serileri için pozitif olup sağ çarpık (right skewed) bir dağılım söz konusudur. Çarpıklık katsayılarının 0'dan farklı bulunması, asimetrik etkilerin varlığının da bir göstergesidir. Yine normallik varsayımını sınavan Jarque-Bera test istatistikleri incelendiğinde, olasılık yani p-değerleri 0,05'ten küçük olduğundan tüm döviz kuru getiri serilerinin normal dağılıma uymadıkları anlaşılmıştır.

**Tablo 1.** Tanımlayıcı İstatistikler

	USD_AMD	USD_BYN	USD_KGS	USD_KZT	USD_RUB
<b>Gözlem Sayısı</b>	1.173	1.173	1.173	1.173	1.173
<b>Ortalama</b>	-0,000195	0,000367	0,000189	0,000136	0,000216
<b>Standart Sapma</b>	0,003636	0,006506	0,008442	0,006264	0,015304
<b>Minimum</b>	-0,030484	-0,046528	-0,087250	-0,031696	-0,114728
<b>Maksimum</b>	0,030067	0,124662	0,145094	0,067419	0,225156
<b>Basıklık</b>	22,41156	130,1729	108,1006	36,00098	60,41143
<b>Çarpıklık</b>	-0,615293	7,465931	4,291862	2,814913	3,665072
<b>Jarque-Bera Testi (p-Değeri)</b>	18.490,54 (0,00000)	801.349,90 (0,00000)	543.481,40 (0,00000)	54.777,14 (0,00000)	163.721,70 (0,00000)

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Aşağıda yer alan Şekil 1, analize konu döviz kuru getiri serilerine ait zaman yolu grafiklerini göstermektedir. Buna göre, belirli dönemlerde tüm getiri serileri için oynaklık kümelenmeleri olduğu ve özellikle analizin 2022 yılı (yaklaşık 750 ila 1.000 arası gözlemler) itibarıyla oynaklığın (volatilitenin) arttığı görülmektedir. Bu artışta, 24 Şubat 2022 tarihinde Rusya devlet başkanı Vladimir Putin'in Ukrayna'yı istilaya başladıklarını, Rus ordusunun askeri tesislere füze saldırıları gerçekleştirdiğini haber kanallarından duyurmasının önemli etkisi olduğu söylenebilir.

**Şekil 1.** Döviz Kuru Getiri Serilerine Ait Zaman Yolu Grafikleri

Gerek tanımlayıcı istatistikler gerekse zaman yolu grafikleri döviz kuru getiri serilerinin asimetrik yapı, şişman kuyruk ve oynaklık kümelenmesi gibi finansal zaman serilerinin temel özelliklerine sahip olduklarını göstermektedir. Finansal zaman serilerinin durağan olmaması sahte regresyon ve yanıltıcı sonuçlara yol açtığından birim kök taşınamaması yani serilerin durağan olması gerekmektedir. Bununla birlikte, getiri serileri logaritmik birimden farklar alınarak elde edildiğinden durağan olmama olasılığı neredeyse olanaksızdır.

Döviz kuru getiri serilerinin durağan olup olmadıkları Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin (KPSS) birim kök testleri ile incelenmiştir. ADF ve PP testleri için sıfır hipotezi ( $H_0$ ) zaman serisinde birim kökün varlığını, durağan olmama [ $I(1)$ ] durumunu yansıtırken, KPSS testinin sıfır hipotezi ( $H_0$ ) ise serilerde birim kökün yokluğunu, durağan olma [ $I(0)$ ] durumunu ifade etmektedir. Modelleme yapılabilmek üzere ADF ve PP



testlerinde boş hipotezin reddedilmesi, KPSS testinde ise kabul edilmesi gerekmektedir (Ural vd., 2022:59). Tablo 2’den görüleceği üzere tüm birim kök testleri için döviz kuru getiri serileri %1 anlamlılık düzeyinde durağandır.

**Tablo 2.** Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Test	Sabit ve Trend Yok	Sabit Var	Sabit ve Trend Var	Durağanlık Düzeyi
USD_AMD	ADF	-19,22337 (0,000)	-19,27814 (0,000)	-19,34181 (0,000)	I(0)
	PP	-29,77824 (0,000)	-29,75380 (0,000)	-29,74972 (0,000)	
	KPSS	-	0,409921 (0,000)	0,093762 (0,000)	
USD_BYN	ADF	-9,075770 (0,000)	-9,166678 (0,000)	-9,166239 (0,000)	I(0)
	PP	-39,19328 (0,000)	-39,19136 (0,000)	-39,13244 (0,000)	
	KPSS	-	0,095272 (0,000)	0,040474 (0,000)	
USD-KGS	ADF	-16,28142 (0,000)	-16,29235 (0,000)	-16,28688 (0,000)	I(0)
	PP	-30,94160 (0,000)	-30,93750 (0,000)	-30,92574 (0,000)	
	KPSS	-	0,023640 (0,000)	0,017780 (0,000)	
USD_KZT	ADF	-13,36258 (0,000)	-13,37362 (0,000)	-13,37294 (0,000)	I(0)
	PP	-34,77935 (0,000)	-34,76447 (0,000)	-34,75123 (0,000)	
	KPSS	-	0,022939 (0,000)	0,018299 (0,000)	
USD_RUB	ADF	-10,43555 (0,000)	-10,43970 (0,000)	-10,44485 (0,000)	I(0)
	PP	-29,60468 (0,000)	-29,59152 (0,000)	-29,58257 (0,000)	
	KPSS	-	0,065522 (0,000)	0,046938 (0,000)	
MacKinnon Kritik Değerleri (%1)	ADF	-2,566938	-3,435720	-3,965903	X
	PP	-2,566937	-3,435715	-3,965896	
	KPSS	-	0,739000	0,216000	

**Not:** Parantez içindeki değerler olasılığı göstermektedir.

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Analizde model seçim kriterleri (Log-Olasılık, Akaike Bilgi Kriteri, Bayesian Bilgi Kriteri) bağlamında MGARCH (1,1) en uygun model olarak seçilmiştir. Modelde;

- Birinci değişken ABD Doları Ermenistan Dramı USD\_AMD (1),
- İkinci değişken ABD Doları Belarus (Beyaz Rusya) Rublesi USD\_BYN (2),
- Üçüncü değişken ABD Doları Kırgızistan Somu USD\_KGS (3),

- Dördüncü değişken ABD Doları Kazakistan Tengesi USD\_KZT (4),
- Beşinci değişken ABD Doları Rus Rublesi USD\_RUB (5) olarak kullanılmıştır.

Tablo 3. MGARCH (1,1)-DVEC Modeli Analiz Sonuçları

	Uzun Dönem Ortalama Katsayıları	Std. Hata	Olasılık		ARCH Katsayıları	Std. Hata	Olasılık		GARCH Katsayıları	Std. Hata	Olasılık
$b_{1,1}$	2,70E-08	6,48E-09	(0,0000)	$c_{1,1}$	0,155429	0,011609	(0,0000)	$g_{1,1}$	<b>0,895470</b>	0,004430	(0,0000)
$b_{1,2}$	1,28E-07	2,11E-08	(0,0000)	$c_{1,2}$	0,190557	0,011652	(0,0000)	$g_{1,2}$	0,840899	0,004931	(0,0000)
$b_{1,3}$	2,53E-08	9,48E-09	(0,0075)	$c_{1,3}$	0,528843	0,038676	(0,0000)	$g_{1,3}$	<b>0,843561</b>	0,004181	(0,0000)
$b_{1,4}$	9,73E-08	1,68E-08	(0,0000)	$c_{1,4}$	0,182954	0,010591	(0,0000)	$g_{1,4}$	<b>0,848731</b>	0,005321	(0,0000)
$b_{1,5}$	2,39E-07	3,78E-08	(0,0000)	$c_{1,5}$	0,190355	0,011601	(0,0000)	$g_{1,5}$	0,840534	0,005193	(0,0000)
$b_{2,2}$	6,12E-07	6,48E-08	(0,0000)	$c_{1,2}$	0,233625	0,015875	(0,0000)	$g_{1,2}$	0,789654	0,008283	(0,0000)
$b_{2,3}$	1,21E-07	3,12E-08	(0,0001)	$c_{1,3}$	<b>0,648366</b>	0,039410	(0,0000)	$g_{1,3}$	0,792154	0,005506	(0,0000)
$b_{2,4}$	4,64E-07	4,60E-08	(0,0000)	$c_{1,4}$	0,224303	0,013177	(0,0000)	$g_{1,4}$	0,797009	0,006667	(0,0000)
$b_{2,5}$	1,14E-06	1,08E-07	(0,0000)	$c_{1,5}$	0,233377	0,013457	(0,0000)	$g_{1,5}$	0,789311	0,006864	(0,0000)
$b_{3,3}$	2,38E-08	1,61E-08	(0,1394)	$c_{1,3}$	<b>1,799374</b>	0,155256	(0,0000)	$g_{1,3}$	0,794662	0,006638	(0,0000)
$b_{3,4}$	9,15E-08	2,77E-08	(0,0010)	$c_{1,4}$	0,622496	0,042557	(0,0000)	$g_{1,4}$	0,799532	0,005850	(0,0000)
$b_{3,5}$	2,25E-07	6,25E-08	(0,0003)	$c_{1,5}$	<b>0,647678</b>	0,040449	(0,0000)	$g_{1,5}$	0,791810	0,005696	(0,0000)
$b_{4,4}$	3,51E-07	5,50E-08	(0,0000)	$c_{1,4}$	0,215355	0,015794	(0,0000)	$g_{1,4}$	0,804432	0,009063	(0,0000)
$b_{4,5}$	8,64E-07	9,10E-08	(0,0000)	$c_{1,5}$	0,224067	0,013347	(0,0000)	$g_{1,5}$	0,796663	0,006813	(0,0000)
$b_{5,5}$	2,12E-06	2,56E-07	(0,0000)	$c_{1,5}$	0,233132	0,016175	(0,0000)	$g_{1,5}$	0,788968	0,008793	(0,0000)

Not:  $B$  full rank matrisi,  $C$  full rank matris ve  $G$  rank one matrisi.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3’de MGARCH (1,1)-DVEC Modeli analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre uzun dönem ortalamalarını gösteren sabit katsayılar ( $b_{ij}$ ), değişkenlerde oluşabilecek bir şokun varyans ve kovaryans etkisi yaratmasa bile değişkenin ortalamasında yol açtığı dalgalanmayı göstermektedir.

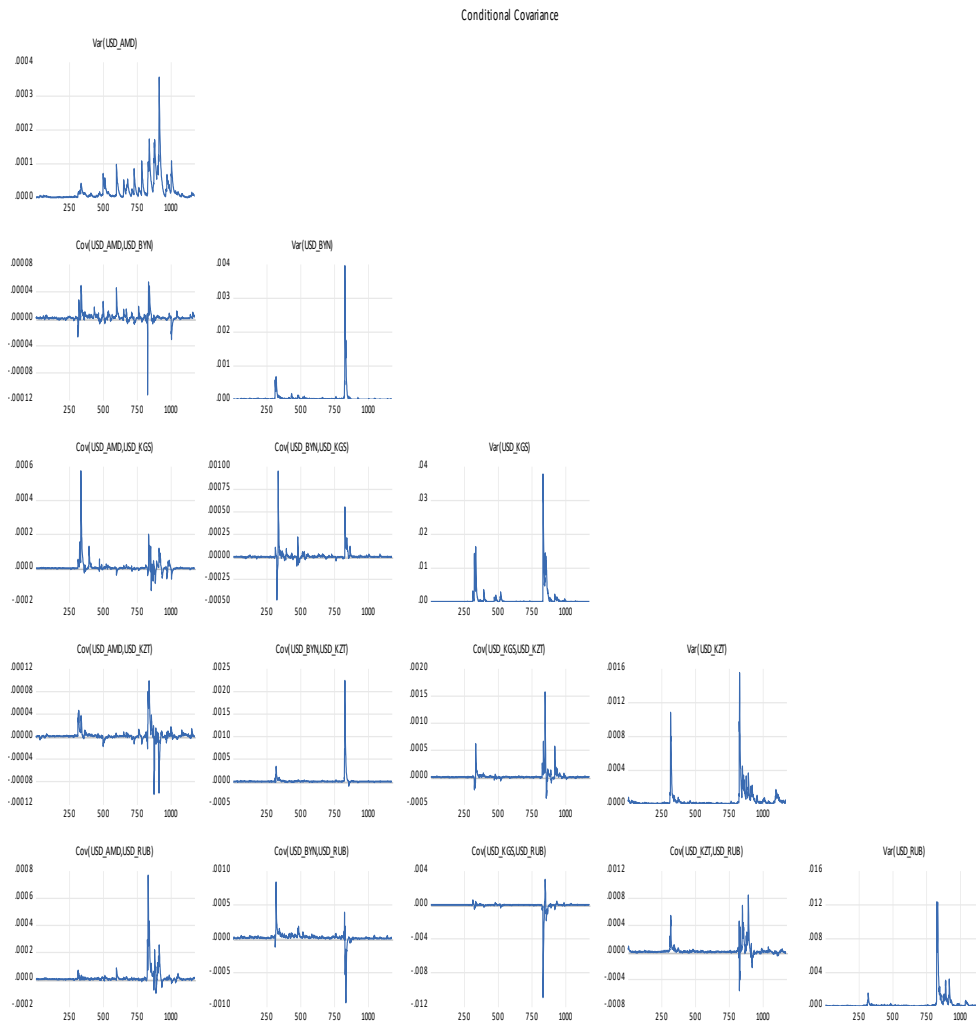
Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkelerin döviz kuru getiri serileri arasındaki “haber etkisini” gösteren ARCH parametrelerine ( $cI$ ) bakıldığında, en büyükten en küçüğe doğru sıralandığında ilk üç sırada yer alan USD\_KGS, USD\_BYN ve USD\_RUB döviz kuru getiri serilerinin haber etkisinin kaynağını oluşturdukları anlaşılmaktadır. USD-KGS başta kendisiyle olmak üzere USD\_BYN ve USD\_RUB ile karşılıklı etkileşim içindedir.

Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkelerin döviz kuru getiri serileri arasındaki “oyunluk geçişini” gösteren GARCH ( $gI$ ) parametrelerine bakıldığında, oyunluk geçişinin kaynağı USD\_AMD döviz kuru olarak belirlenmiştir. Analize dahil edilen tüm döviz kurları açısından değerlendirildiğinde; oyunluk geçişi en

fazla USD\_AMD'den kendisine olmak üzere, USD\_KZT döviz kuruna ve USD\_KGS döviz kuruna şeklinde sıralanmaktadır.

GARCH modellerinde, ARCH ve GARCH parametrelerinin toplamının birden büyük olup olmamasına göre oynaklık sürekliliği (volatility persistency) ve şokların kalıcı etki yaratıp yaratmadığına ilişkin bilgi sağlanabilmektedir. Oynaklık sürekliliği değerleri; birden büyük olduğundan şokların kalıcı etki yarattığı ve ortalamaya dönüşün sağlanamadığı ifade edilebilir.

**Şekil 2.** Koşullu Kovaryans Grafikleri



Şekil 2’de yer alan koşullu kovaryans grafiklerine göre; özellikle analiz 2022 yılı (yaklaşık 750 ila 1.000 arası gözlemler) itibarıyla oynaklığın (volatilitenin) ve dolayısıyla getiri serileri arasındaki kovaryansların da dalgalanma şiddetlerinin artmaya başladığı görülmektedir. Kovaryansların dalgalanma şiddetinin maksimum

olduğu dönem 822. gözlem yani Rusya-Ukrayna savaşının ilan edildiği tarih olan 24.02.2022'dir.

## **SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

Çalışmada, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla Avrasya Ekonomik Birliğini oluşturan Belarus, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan ve Rusya için 31.12.2018 – 30.06.2023 tarihleri arasındaki döviz kuru günlük kapanış fiyatları üzerinden elde edilen getiri serileri MGARCH yöntemiyle analiz edilmiş, getiri oynaklıklarının haber etkisinin kaynak ülkeleri ile oynaklık geçişinin kaynak ülkeleri belirlenmiştir.

Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkelerin döviz kuru getiri serileri arasındaki “haber etkisini” gösteren ARCH parametreleri en büyükten en küçüğe doğru sıralandığında, ilk üç sırada yer alan USD\_KGS, USD\_BYN ve USD\_RUB döviz kuru getiri serilerinin haber etkisinin kaynağını oluşturdukları anlaşılmıştır. USD-KGS başta kendisiyle olmak üzere USD\_BYN ve USD\_RUB ile karşılıklı etkileşim içindedir.

Avrasya Ekonomik Birliğine dahil ülkelerin döviz kuru getiri serileri arasındaki “oynaklık geçişini” gösteren GARCH parametrelerine göre, oynaklık geçişinin kaynağı USD\_AMD döviz kuru olarak belirlenmiştir. Analize dahil edilen tüm döviz kurları açısından değerlendirildiğinde; oynaklık geçişi en fazla USD\_AMD'den kendisine olmak üzere, USD\_KZT döviz kuruna ve USD\_KGS döviz kuruna şeklinde sıralanmıştır.

GARCH modellerinde, ARCH ve GARCH parametrelerinin toplamının birden büyük olup olmamasına göre oynaklık sürekliliği (volatility persistency) ve şokların kalıcı etki yaratıp yaratmadığı incelendiğinde; oynaklık sürekliliği değerleri; birden büyük olduğundan şokların kalıcı etki yarattığı ve ortalamaya dönüşün sağlanmadığı ifade edilebilir.

Koşullu kovaryans grafiklerine göre; özellikle analizin 2022 yılı (yaklaşık 750 ila 1.000 arası gözlemler) itibarıyla oynaklığın (volatilitenin) ve dolayısıyla getiri serileri arasındaki kovaryansların da dalgalanma şiddetlerinin artmaya başladığı görülmüştür. Kovaryansların dalgalanma şiddetinin maksimum olduğu dönem 822. gözlem yani Rusya-Ukrayna savaşının ilan edildiği tarih olan 24.02.2022 olarak bulunmuştur. Diğer yandan Avrasya Ekonomik Birliği ülkelerinin Rusya hariç eski geçiş ekonomileri oldukları, döviz kuru rejimlerinin serbest dalgalanmayıp müdahaleye konu olduğu ve ayrıca Mart 2020-Haziran 2022 döneminde tüm dünyada yaşanan Covid-19 pandemisinin analiz sonuçlarını etkilediği unutulmamalıdır.

**Yazar Katkı Oranı ve Çıkar Çatışması Beyanı:** Çalışma tek yazarlı olup katkı oranı %100'dür ve herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## **KAYNAKÇA**

Ağır O. & Ağır, Ö. (2017). Avrupa birliği ve avrasya ekonomik birliği kuruluş süreçlerinin karşılaştırılması, *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 21 (1): 103-128.

Baharççek, A. (1996). Yeni dünya düzeni: barış ve işbirliği mi, çatışma ve düzensizlik mi? *Bilig Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1: 101-105.

Bahsi-Koçer F. Ş. & Gökten, K. (2021). Avrasya Ekonomik Birliği: Oluşum, potansiyel ve sınırlılıklar, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (4): 1468-1485.

Batmaz, T. (2021). Avrasya ekonomik birliği'nin üye ülke ekonomileri üzerine oluşturduğu etkiler-beklentiler (2010- 2019) , *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (4): 1529-1543.

Bauwens, L. & S. Laurent. (2004). "A new class of multivariate skew densities, with application to GARCH Models", <http://www.core.ucl.ac.be/econometrics/Bauwens/papers/2002-20-JBESfinal.pdf>, (03.01.2011).

Bauwens, L., Laurent, S. & Rombouts, J.V. (2006). Multivariate GARCH models: a survey", *Journal of Applied Econometrics*, 21 (1): 79-109.

Bekiros, S. & Georgoutsos, D. (2006). Estimating the correlation of international equity markets with multivariate extreme and garch models. *CeNDEF Working Papers 06-17, Universiteit van Amsterdam, Center for Nonlinear Dynamics in Economics and Finance*.

Bera, A.K., Garcia, P. & Roh, J.S. (1997). Estimation of time-varying hedge ratios for corn and soybeans: BGARCH and random coefficient approaches, *The Indian Journal of Statistics*, 59 (3): 346-368.

Billio, M., Caporin, M., & Gobbo, M. (2006). Flexible dynamic conditional correlation multivariate garch models for asset allocation. *Applied Financial Economics Letters*, 2, 123–130.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, *Journal of Econometrics*, 32: 307-327.

Bollerslev, T. (1990). Modeling the coherence in short run nominal exchange rates: a multivariate generalized arch approach, *Review of Economics and Statistics*, 72, p.498-505.

Bollerslev, T., Engle, R.F. & Wooldridge, (1988). A Capital asset pricing model with time-varying covariances, *The Journal of Political Economy*, 96, p.116-131.

Brooks, C., S. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> Edition.

Brooks, C., S. Burke and G. Persaud (2003). Multivariate GARCH Models: Software Choice and Estimation Issues. *ISMA Centre Discussion Papers in Finance*, 07.

Çiçek, M. & F. Öztürk (2007). Yabancı hisse senedi yatırımcıları Türkiye’de döviz kuru volatilitelerini şiddetlendiriyor mu? *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 62 (4): 83-106.

DEİK, (2022). Belarus Bilgi Notu. İstanbul

Doroodian, K. & Caporale, T. (2000). Currency risk and the safe-haven hypothesis, *Atlantic Economic Journal, International Atlantic Economic Society*, 28 (2): 186-195.

Engle, R. & Colacito, R. (2006). Testing and valuing dynamic correlations for asset allocation, *Journal of Business & Economic Statistics, American Statistical Association*, 24, 238-253.

Engle, R. F. (2001). “GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics”, *Journal of Economic Perspectives*, 15 (4): p.157-168.

Engle, R. F. and Sheppard, K. (2001). Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH, *NBER Working Paper Series*, No: 8554.

Engle, R. F. (1982). “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation”, *Econometrica*, 55 (2): 987-1007.

Engle, R. F. & Kroner, (1995). “Multivariate simultaneous generalized ARCH”, *Econometric Theory*, 11 (1): 122-150.

Erdoğan, O. & Schmidbauer, H. (1997). Yatırımcıların iki finansal piyasa arasındaki tercihi: koşullu korelasyon yaklaşımı, *İMKB Dergisi*, 8 (30): p.1-19.

Hafner, C. & Herwartz, H. (1998). Volatility impulse response functions for multivariate GARCH models, *CORE Discussion Papers Université catholique de Louvain, Center for Operations Research and Econometrics*, 1998047.

Hamilton, J.D. (1994). Time Series analysis. Princeton university press, Princeton. <https://doi.org/10.1515/9780691218632>

Hamzaoğlu, H. (2021). Avrasya ekonomik birliği’nin tarihsel gelişimi, *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 3 (6): 463–473.

Hooy C. W. & Goh K. L. (2010). “Exposure to the World and Trading-Bloc Risks: A Multivariate Capital Asset Pricing Model”, *Research in International Business and Finance Elsevier*, 24 (2): 206-222.

Karolyi, G. (1995). A Multivariate GARCH model of international transmissions of stock returns and volatility: the case of the United States and Canada, *Journal of Business & Economic Statistics*, 13 (1): p.11-25.

Kocaoğlu, A. M. (1996). Rusya'nın tarihe düşen emperyalist gölgesi, *Bilgi Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, 3: 39-52.

Kolcu, F. & Yamak, R. (2022). Döviz kurunun mevduat dolarizasyonu üzerindeki asimetrik etkisi. *İzmir İktisat Dergisi*. 37 (2). 481-500. Doi: 10.24988/ije.1005229.

Kroner F. K. & Claessens, S. (1991). Optimal dynamic hedging portfolios and the currency composition of external debt, *Journal of International Money and Finance, Elsevier*, 10 (1): 131-148.

Laurent, S., Rombouts, J.V.K., Silvennoinen, A. & Violante, F. (2006). "Comparing and ranking covariance structures of M-GARCH volatility models", [www.cide.info/conf/papers/L2.pdf](http://www.cide.info/conf/papers/L2.pdf), (12.04.2010).

Lien, D. & Luo, X. (1994). Multiperiod hedging in the presence of conditional heteroskedasticity, *Journal of Futures Markets*, 13, 665-676.

Minović, J.Z. (2009). Modeling multivariate volatility processes: theory and evidence, *Theoretical and Applied Economics*, 5 (5): 21-44.

Mun, K. C. (2007). Volatility and correlation in international stock markets and the role of exchange rate fluctuations, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 17, 25-41.

Ng, L. (1991). Tests of the CAPM with time-varying covariances: A Multivariate GARCH approach, *Journal of Finance*, 46, 1507-1521.

Özdemir, M.O. & Emeç, H. (2020). Tek Değişkenli GARCH Modelleri İle Türkiye'nin CDS Primi Oynaklığının Analizi. *İzmir İktisat Dergisi*. 35 (1). 113-122. Doi: 10.24988/ije.202035109.

Öztürk, Y. (2013). Avrasya birliği projesi ve Türk dış politikasına yansımaları, *Çankırı Karatekin Üniversitesi Uluslararası Avrasya Strateji Dergisi*, 2 (2): 223-244.

Park, T. H. & Switzer, L. N. (1995). Bivariate GARCH estimation of the optimal hedge ratios for stock index futures: a note, *Journal of Futures Markets*, 15, 61-67.

Pirimbayev, İ C. & Ganiyev, C. (2010). Avrasya ekonomik topluluğu: bir iktisadi işbirliği alternatifi, *International Conference on Eurasian Economies 2010*: 82-85.

Polasek, W. & L. Ren (2000). A Multivariate GARCH-M model for exchange rates in the US, Germany and Japan, *Computing in Economics and Finance*, <http://fmwww.bc.edu/cef00/papers/paper223.pdf>, (08.05.2010).

Rombouts, J. & Verbeek, M. (2004). "Evaluating Portfolio Value-at-Risk Using Semi-Parametric GARCH Models", *Cahiers de recherche HEC Montréal, Institut d'économie appliquée*, 14 (4):1-32.

Schröder, M. & Schüller, M. (2003). "The systemic risk potential in european banking - evidence from bivariate GARCH Models", *ZEW Discussion Paper*, No:03-11, 1-42.

Silvennoinen A. & Teräsvirta T. (2007), "Multivariate GARCH Models", *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance*, No: 669.

Tai, C.-S. (2001). A multivariate GARCH in mean approach to testing uncovered interest parity: Evidence from Asia-Pacific foreign exchange markets. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 41: 441-460.

Tay, N. & Zhu, Z. (2000). "Correlations in returns and volatilities in Pacific-Rim stock markets. *Open Economies Review, Springer*, 11 (1): 27-47.

Tse, Y. & Tsui, A. (2000). A Multivariate GARCH model with time-varying correlations", [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=250228](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=250228), (12.05.2010).

Turna Y., Eşmen S. & Turna B. (2022). Türkiye' de döviz kurunun enflasyon etkisi ve fiyat yapışkanlıkları: nardl yaklaşımı. *İzmir İktisat Dergisi*. 37 (2). 522-535. Doi: 10.24988/ije.932967.

Türkiye İhracatçılar Meclisi (2019). <https://tim.org.tr/tr/default> (Erişim Tarihi: 10/07/2023).

Ural, M., Demireli, E. & Aydın, Ü. (2022). Finansal Yatırımlarda Riske Maruz Değer Analizi. Seçkin Yayıncılık, Ankara

Wei, C.C. (2008). Multivariate GARCH modeling analysis of unexpected usd, yen and euro-dollar to reminibi volatility spillover to stock markets", *Economics Bulletin*, 3 (64): 1-15

Worthington, A. & Higgs, H. (2004). "Transmission of equity returns and volatility in asian developed and emerging markets: A Multivariate GARCH analysis, *International Journal of Finance and Economics*, 9 (1): p.71-80.

Yang, W., & Allen, D. E. (2004). "Multivariate GARCH hedge ratios and hedging effectiveness in australian futures markets", *Accounting and Finance*, 45 (2): 301-321.