



Avrupa Bankacılık Endeksi Volatilitésinin Garch Modelleri Kullanılarak Modellenmesi

Modeling Of European Banking Index Volatility Using Garch Models

Erol Köycü¹

³Ars. Gör., Şırnak Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, erol.koycu@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0001-8166-2185

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar Kelimeler

Avrupa Bankacılık Endeksi,
Volatilité,
Koşullu Varyans

Makale Geçmişi:

Geliş Tarihi: 30 Ağustos 2021
Kabul Tarihi: 2 Ağustos 2022

ARTICLE INFO

Keywords

European Banking Index,
Volatility,
Conditional Variance

Article History:

Received: 30 August 2021
Accepted: 2 August 2022

ÖZET

Bu çalışmada, Avrupa bankacılık endeksinin Euro para birimi üzerinden fiyatlamasını gösteren STOXX Europe 600 endeksinin (Euro Price-SX7E) volatilité modelinin ve volatilité yapısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 2015 – 2019 dönem aralığında günlük veriler kullanılarak bir veri seti oluşturulmuştur. Verilerin ilk olarak doğal logaritması alınmış ve sonrasında mevsimsel etkiden arındırılmıştır. Endeksin volatilité yapısını tespit etmek amacıyla asimetriyi ölçen ve ölçmeyen dört farklı model test edilmiştir. Test edilen modeller arasında en uygun model olarak GARCH (1,2) modeli belirlenmiş ve modelin volatilité hesaplamaları ve sınamaları yapılmıştır. Volatilité test sonuçlarına göre, seride volatilité ısrarcılığı yüksek olmakla birlikte, endekse gelen şokların %7'si geçmiş dönem şoklarından kaynaklanmaktadır. Elde edilen bir diğer önemli sonuç ise bir önceki dönem şoklarının mevcut dönem üzerindeki etkisi %90.8 gibi yüksek bir orandır. Çalışmada son olarak endekse gelen bir şokun kaç gün sürdüğü, diğer bir deyişle dışarıdan gelen bir şoku endeks kaç gün üzerinden atamıyor sorusuna cevap aranmış ve 40.64 gün olarak hesaplanmıştır.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the volatility model and volatility structure of the STOXX Europe 600 index (Euro Price - SX7E), which shows the pricing of the European banking index in Euro currency. For this purpose, the data generated using daily data between 2015 - 2019 have been obtained from investing.com database. First, the natural logarithm of the data have been taken and then it has been free of seasonal influence. In order to determine the volatility structure of the index, four different models measuring asymmetry and not measuring it have been tested. Among the tested models, the GARCH (1,2) model has been determined as the most appropriate model and the volatility calculations and tests of the model have been performed. According to volatility test results, although volatility persistence is high in the series, 7% of the shocks to the index come from past period shocks. Another important result is that the impact of the shocks of the previous period on the current period is as high as 90.8%. Finally, in the study, the answer to the question of how many days a shock to the index lasts, in other words, how many days the index cannot eliminate an external shock, was searched and found to be 40.64 days

Finansal piyasalarda yatırım yapan yatırımcılar için birçok farklı yatırım aracı mevcuttur. Yatırımcının risk algısı ve getiri beklentisine göre yatırım araçları farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda riskli seven bir yatırımcı nispeten daha riskli olan hisse senetlerine yatırım yapabilecekken, riskli sevmeyen veya daha az seven yatırımcı ise devlet tahviline yönelebilecektir. Bununla birlikte küresel konjoktürdeki genel risk iştahı ve geleceğe yönelik beklentiler de yatırımcı risk iştahı üzerinde etkili olabilmektedir. Bu bağlamda; S&P 500 (Amerika), FTSE 100 (İngiltere), DAX (Almanya), CAC 40 (Fransa), FITSE MIB (İtalya) ve NIKKE 225 (Japonya) Endeksleri küresel risk iştahı hakkında öncü

göstergeler niteliğinde olup, majör endeksler olarak sınıflandırılmaktadır. Öte yandan STOXX Europe 600 endeksinin de tüm Avrupa bankacılık sektörünü temsil etmesi bakımından önemli olduğu ve öncü göstergelerinden bir diğeri olduğu söylenebilmektedir. Gerek likit işlemlerin yüksekliği gerek finans şirketlerinin önemi gerekse de piyasaya yön vericiliği bakımından bankacılık endeksinin önemli olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla bu tür gösterge niteliğinde olan önemli endekslerin analiz edilmesinin yatırımcılara faydalı bilgiler sunacağı ve piyasa genel gidişatı hakkında sinyal vereceği düşünülmektedir.

Bir yatırım aracına yatırım yaparken yatırım aracının oynaklığının tespit edilmesi önemli bir unsurdur. Oynaklık tespiti için ise ilgili yatırım aracının riskinin belirlenmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerle bir yatırım aracının riski, standart sapma ile tespit edilmektedir. Fakat standart sapma yöntemi serilerde meydana gelebilecek bir takım doğrusal olmayan unsurları dikkate almaması nedeniyle yetersiz kalmaktadır. Bu eksikliği gidermek için Engle (1982) tarafından ARCH modeli ortaya konulmuştur. ARCH modeli, zaman serilerinin değişen varyans boyutunu dikkate almasından dolayı finans literatüründe oynaklık ölçümü için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Daha sonraki yıllarda ise Bollerslev (1986) tarafından geliştirilerek GARCH versiyonu elde edilmiştir (Kula ve Baykurt, 2017, s. 90).

Zaman serilerinde volatilité kümelenmesi olarakta bilinen büyük oynaklıkların büyük oynaklıkları, küçük oynaklıkların ise küçük oynaklıkları izlemesi bununla birlikte bir takım tanimsal testlerle seride ortalamadan sapan değerlerin tespit edilmesi, yine birtakım analizlerle seride değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının tespit edilmesi gibi durumlar volatilitenin varlığının birer göstergeleridir. Bu gibi göstergelerden yola çıkılarak, çalışılan veri setinin zaman aralığına ve yapısına en uygun volatilité modeli seçimi en az volatilité göstergeleri kadar önemli bir konudur. En uygun volatilité tahmin modeli ile tahminde bulunmak hem çalışmanın güvenilirliği hem de elde edilecek bulguların geçerliliği açısından önem teşkil etmektedir.

Mevcut çalışmada, zaman serilerinde görülen değişen varyans (heteroskedasticity) sorununu dikkate alan geliştirilmiş GARCH modeli kullanılarak, 2015-2019 dönem aralığında günlük veriler kullanılarak Avrupa Bölgesi Bankacılık Endeksi olan STOXX Europe 600 Endeksi (STOXX) volatilité analizi yapılmıştır. Endeksin Avrupa bölgesindeki bankaları kapsamasından dolayı, fiyatlamasının da Avrupa Bölgesi para birimi olan Euro üzerinden (Euro stox, Euro Price-SX7E) yapılması gerektiği düşünülmüş ve Euro para birimi cinsinden ilgili dönem aralığında bir veri seti oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda Indexstox endeksi için en uygun volatilité modelinin GARCH (1,2) modeli olduğu tespit edilmiş ve ilgili varyans hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyularak elde edilen bulgular, ilgili bölümlerde açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Volatilité tahminlemesi son dönemlerde araştırmacıların ilgisini çeken bir konudur. Öyle ki bir yatırım aracının oynaklığının modellenmesi hem yatırım aracının riski ve getirisinin analizi için hem de yatırımcıların pozisyonları için yol gösterici olabilmektedir. Bu bağlamda literatürde yapılan volatilité çalışmalarının genellikle finansal piyasalar, döviz piyasaları, altın piyasaları ve enerji piyasaları çerçevesinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu çalışma çerçevesine ek olarak, iki değişken arasındaki volatilité yayılımının tespiti ve/veya herhangi bir değişkende meydana gelebilecek bir oynaklığın diğer değişkeni nasıl etkileyeceği sorusuna cevap arandığı da görülmektedir. Tüm çalışmalardan hareketle, volatilité tahminlemesi için geniş bir literatürün varlığından bahsedilebilir.

Literatürde yer alan volatilité çalışmaları incelendiğinde karşımıza ilk olarak volatilité tahminlemesinin kurucusu olan Engle (1982) çıkmaktadır. Engle çalışmasında geleneksel ekonometrik modellerin varsaydığı sabit dönem tahmin varyansının aksine, otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) modelini ortaya koymuştur. İngiltere’de enflasyon ortalamasını ve varyansını test ettiği çalışmada, ARCH (değişen varyans) etkisinin giderek arttığını tespit etmiştir. Bollerslev (1986) ise çalışmasında ARCH modelini geliştirerek GARCH (p,q) şeklinde modelleyerek literatüre kazandırmıştır. Bu iki temel çalışmadan sonra volatilité çalışmaları farklı alanlarda hız kazandığı görülmektedir.

Literatürde yer alan bankacılık endeksinde ve/veya bankacılık alanında yapılan volatilité çalışmalarına bakacak olursak; Elyasiani ve Mansur (1998) Amerikan ve New York piyasalarında işlem gören 56 ticari banka için 1970-1992 dönem aralığı verileri kullanarak yaptıkları bir araştırmada, faiz oranları seviyesindeki ve volatilitesindeki değişimler ile bankacılık pay piyasası getirisi arasındaki ilişkiyi GARCH modeli ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda uzun vadede faiz oranı seviyesinin bankacılık pay piyasası getirisine negatif ve önemli bir etkisi tespit edilirken, faiz oranlarındaki volatilitenin ise bankacılık pay piyasası getiri volatilitesinin belirleyicisi olduğu tespit edilmiştir. Elyasiani ve Mansur (2003) ikilisi ele aldıkları bir diğer çalışmada Amerika ve Japonya ile Amerika ve Almanya ülkeleri bankacılık sektörleri arasındaki sistematik olmayan riskler ile faiz oranları volatilitesi yayılımını incelemişlerdir. Bununla birlikte bankacılık pay piyasasının, piyasaya, faiz oranına ve döviz kuruna olan duyarlılığı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ise bankacılık pay piyasasının faiz oranı ve döviz kurları şoklarına karşı aşırı derecede hassas olduğu, bununla birlikte Amerikan bankacılık sektörünün Japonya ve Almanya

bankacılık setörlerine öncülük ettiği tespit edilmiştir. Schröder ve Schüler (2003) çalışmalarında Avrupa bankacılık piyasalarındaki sistematik riski değerlendirmişlerdir. GARCH modelinin kullanıldığı çalışma sonucunda, ekonomik faktörlerin bankacılık endekslerini etkilediği ve sistematik riskin giderek arttığı tespit edilmiştir. Alexander ve Lazar (2005) çalışmalarında 1991-2005 dönemi CAC40 (Fransa), DAX30 (Almanya), FTSE100 (İngiltere) ve EUROSTOXX 50 (Avrupa Bankacılık Endeksi) endekslerinin günlük kapanış fiyatlarını kullanarak ve 15 farklı GARCH modelini test ederek volatilité modellemesi yapmışlardır. Çalışma sonucunda; CAC40 endeksinde oynaklık yaklaşık %2 tespit edilirken, DAX30, FTSE100 ve EUROSTOXX 50 endekslerinde ise oynaklık yaklaşık %4-5 olarak tespit edilmiştir. Avrupa bankacılık sektörü üzerine yapılan bir diğer çalışma, Uhde ve Michalak (2010) tarafından araştırılan çalışmadır. 15 AB üyesi ülke ile İsviçre ülkesi üzerine yapılan çalışmada, 1997-2007 dönem aralığı kıstas olarak belirlenmiş ve Avrupa bankacılık sektöründeki menkul kıymetleştirme ve sistematik risk araştırılmıştır. Çalışma sonucunda kredi riski menkul kıymetleştirmelerinin, Avrupa bankacılık sektörünün sistematik riskini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Arouri vd. (2012) çalışmalarında 1998-2009 dönemi haftalık veriler kullanarak Avrupa stoxx 600 endeksi (Avrupa Bankacılık Endeksi) ile petrol fiyatları arasındaki volatilité yayılımı GARCH modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda stoxx 600 endeksi ile petrol fiyatları arasında güçlü volatilité yayılımı tespit edilmiştir. Zghal vd. (2018) çalışmalarında 2007-2017 dönem aralığında, Avrupa stoxx 50 endeksi ile CDS'ler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ise CDS'lerin hedge bakımından güvenli liman olarak görüldüğü şeklindedir. Li ve Li (2020) avrupa bankacılık sektörüne yönelik yaptıkları çalışmada, avrupalı bankalar tarafından ihraç edilen avrupa koşullu kovertibl tahviller, banka hisse senetleri ve banka tahvilleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Günlük verilerin kullanıldığı çalışmada, GARCH (1,1) modeli kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, banka hisse senetleri ile banka tahvillerinin avrupa koşullu kovertibl tahvillerle yakın bir ilişki içinde olduğu, aralarında pozitif korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte hangi piyasalar arasında volatilité yayılımının olduğu ise zaman zaman değişiklik gösterebileceği sonucu elde edilmiştir.

Öte yandan literatürde GARCH modelleri ile ilgili geniş bir alan yazınının da mevcut olduğu görülmektedir. Srinivasan ve Ibrahim (2010) çalışmalarında 01/01/1996 ile 29/01/2010 tarih aralığında Hindistan pay piyasası olan SENSEX endeksinin getirilerini günlük veriler kullanarak GARCH modeli yardımıyla incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda asimetric GARCH modellerinden ziyade simetric GARCH modellerinin endeks getirisinin koşullu varyansını tahminlemede daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Konuyla ilgili yapılan bir diğer çalışmada Angabini ve Wasiuzzaman (2011), simetric ve asimetric GARCH modeller kullanarak Malezya pay piyasasının voltilitesini 2007/2008 küresel kriz ekseninde tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda en iyi modelin GARCH (1,1) ve EGARCH (1,1) olduğu ve kriz döneminde Malezya pay piyasasında oynaklığın arttığı belirtilmiştir. Simetric ve asimetric GARCH modellerinin kullanıldığı bir diğer alan yazınında Abdalla ve Winker (2012), Sudan pay piyasası (Khartoum Stock Exchange – KSE) ile Mısır pay piyasası (Cairo and Alexandria Stock Exchange – CASE) oynaklığını modelleyip, tahmin etmek amacıyla 02/01/2006 ile 30/11/2010 tarih aralığını kapsayacak şekilde günlük verilerden oluşan bir veri seti hazırlamışlardır. Asimetric GARCH modeli sonuçlarına göre her iki pay piyasası getirilerinde kaldıraç etkisinin olduğu, KSE pay piyasasında oynaklığın patlayıcı, CASE pay piyasasında ise oynaklığın kalıcı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yukarıda örnek olarak verilen çalışmalara benzer şekilde literatürde yer alan birçok çalışmada (Byun ve Cho, 2013; Atoi, 2014; Pilbeam ve Langeland, 2015; Kristjanpoller ve Minutolo, 2016; Katsiampa, 2017; Lin, 2018; Caporale ve Zekokh, 2019) simetric ve asimetric GARCH modellerinin volatilité modellemesi ve tahminlemesi amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla GARCH modellerine araştırmacılar tarafından ilgi duyulup, araştırıldığı söylenebilmektedir. Bununla birlikte yukarıda değinilen çalışmalardan da görüleceği üzere, Avrupa Bankacılık endeksi volatilité modellemesi farklı değişkenler yardımıyla farklı çalışmalara konu olmuştur. Bu bağlamda Avrupa Bankacılık Endeksi özelinde yapılacak olan volatilité çalışmasının literatüre katkı sağlayacağı ve endeks özelinde yatırım yapan yatırımcılara faydaları bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

2. VERİ SETİ VE YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Avrupa bölgesi bankacılık endeksi olan STOXX Europe 600 Endeksi (Euro stoxx, Euro Price-SX7E), Avrupa bölgesindeki bankacılık endeksinin Euro para birimi üzerinden hareketlerinin gösterildiği endekstir. Araştırma kapsamında 01/01/2015 – 31/12/2019 tarih aralığında günlük veriler kullanılarak, 1238 gözlemlik bir veri seti oluşturulmuştur. Endeksin volatilité yapısının belirlenmesi amacıyla ilk olarak doğal logaritması alınmış ve bu haliyle EWiev10 programında volatilité modellemesi yapılmıştır.

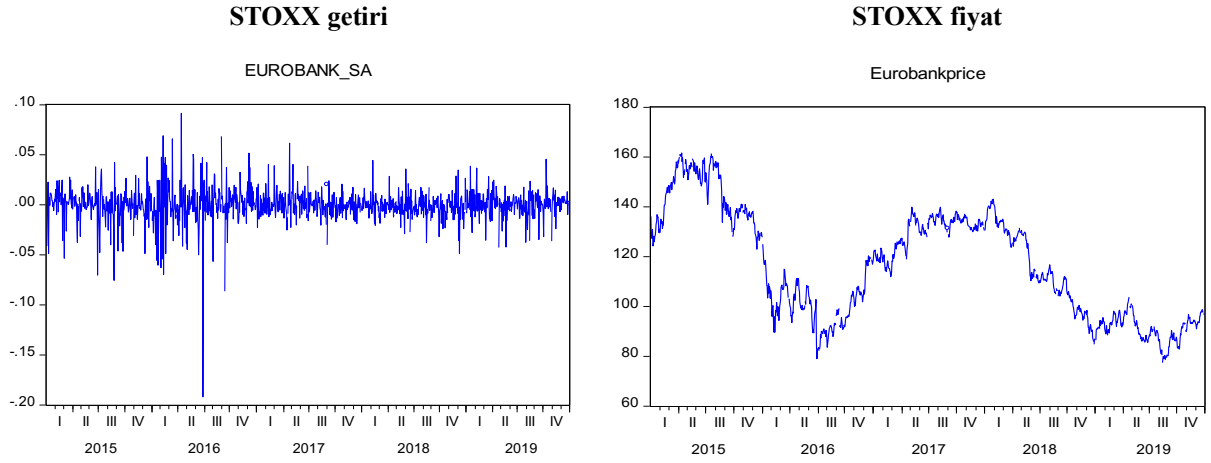
2.2. Yöntem

Literatürde yer alan hâkim görüşe göre günlük, aylık ve çeyreklik verilerde ilk olarak seriler mevsimsel etkiden arındırılmalıdır. Çünkü bu tür veri seti ile yapılan çalışmalarda, mevsimsel etkilerden dolayı analiz sonuçlarında sapmalar

meydana gelebilmektedir. Seriler mevsimsel etkiden arındırıldıktan sonra sırasıyla; fiyat ve getiri grafiklerine, ADF ve PP birim kök testlerine, tanımlayıcı istatistiklere ve ARCH-LM etkisine bakılmıştır. Çalışmanın devamında ise GARCH modellemesi yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda son olarak Half-life ölçüsüne (volatilitenin kaç gün sürdüğü) bakılmıştır. Yapılan tüm bu analizlere detaylı bir şekilde aşağıda yer alan bulgular kısmında değinilmiştir.

3. BULGULAR

Yukarıda yer alan yöntem kısmında da belirtildiği gibi, ilk olarak seriler mevsimsel etkiden arındırılmıştır. Sonrasında serilerde meydana gelen sapmaları/oyunaklıkları görmek adına, serilerin getiri ve fiyat grafiklerine bakılmıştır. Bu grafikler aşağıda şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Fiyat ve Getiri Grafikleri

Yukarıda yer alan getiri grafiğinden de görüleceği üzere, seride dönem dönem büyük sapmalar görülmektedir. Özellikle 2015Q1 – 2016Q4 dönem aralığında, büyük hareketler büyük hareketleri, devamında ise küçük hareketlerin küçük hareketleri takip ettiği görülmektedir. Fiyat grafiğinde ise yine dalgalı bir fiyat seyrinin izlendiği söylenebilmektedir.

Fiyat ve getiri grafiklerinden sonra birim kök analizlerine geçilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında yapılan birim kök testlerine aşağıda yer alan tablo 1’de yer verilmiştir.

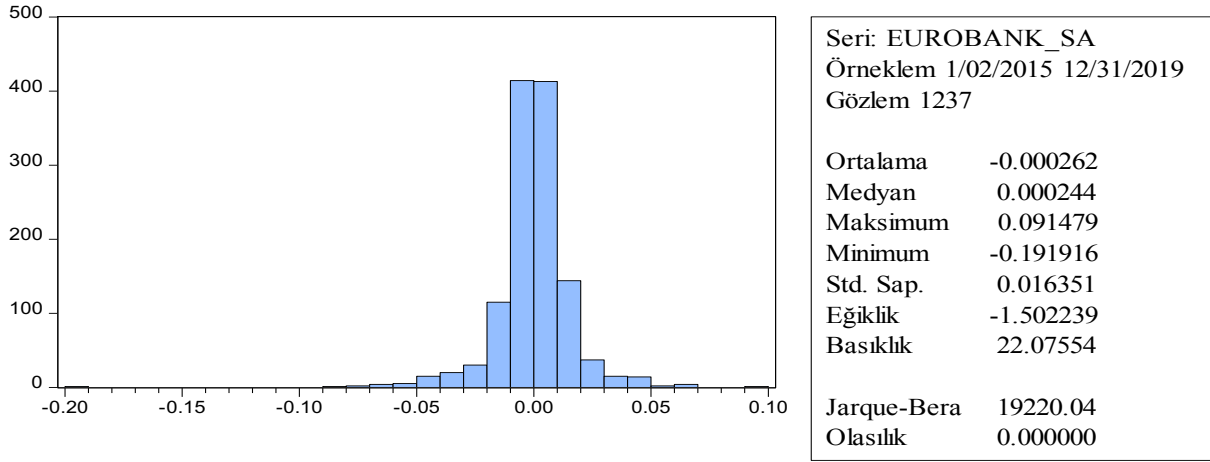
Tablo 1. Birim Kök Test Sonuçları

	Değişkenler	ADF		PP	
		Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
DÜZEY	STOXX	-34.9656*** (0.0000)	-34.9553*** (0.0000)	-35.0496*** (0.0000)	-35.0401*** (0.0000)
1.FARK	STOXX	-19.5389*** (0.0000)	-19.5312*** (0.0000)	-437.0362*** (0.0001)	-435.5205*** (0.0001)

Not: %10 anlamlılık düzeyi (*) işareti ile, %5 anlamlılık düzeyi (**) işareti ile ve %1 anlamlılık düzeyi (***) işareti ile ifade edilmektedir.

Yukarıda yer alan analiz sonuçları incelendiğinde hem ADF hem de PP birim kök testlerine göre seri düzeyde durağandır. Çıktı sonuçları dikkatli incelendiğinde gerek sabit modelde gerekse sabit ve trend modelde serinin olasılık değerleri 0.05 kritik değerden küçük değerler aldığı, dolayısıyla serinin birim köke sahip olmadığı görülmektedir.

Birim kök analizlerinden sonra tanımlayıcı istatistiklere geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda yer alan şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı istatistik test sonuçlarına göre; ortalama değer -0.000262 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla endeksin negatif getiriye sahip olduğu söylenebilmektedir. Bununla birlikte serinin maksimum getirisinin %9, minimum getirisinin ise %19 olduğu görülmektedir. Serinin standard sapma değerinin, yani ortalamadan sapma değerinin %1.63 olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, serinin eğiklik katsayısının -1.502239 , basıklık katsayısının ise 22.07554 olduğu görülmektedir.

Bir serinin GARCH gibi bir modelle modellenebilmesi için eğiklik (skewness) negatif, basıklık (kurtosis) değerinin ise 3'ten büyük olması ve normal dağılıma (jargue bera) uymaması gerekir. İlgili sonuçlara bakılacak olursa, eğiklik değerinin negatif, basıklık değerinin ise 3'ten büyük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Jargue-Bera testi olasılık değerinin 0.05 'ten küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Jargue-Bera testinin H_0 hipotezi olan 'Serilerde normal dağılım vardır' hipotezi reddedilerek, 'Serilerde normal dağılım yoktur' hipotezi olan alternatif hipotez kabul edilmektedir. Dolayısıyla hem serinin fiyat ve getiri grafiklerinde sapmaların tespit edilmesi, hem birim kök test sonuçlarının düzeyde durağan çıkması hem de tanımlayıcı istatistiklerde serinin normal dağılmadığının tespiti üzerine ilgili şartların sağlandığından bahsedilebilir. Bu sonuçlardan hareketle mevcut çalışmada GARCH modelinin uygulanabilmesi için herhangi bir sorunun gözükmediği söylenebilmektedir.

Tanımlayıcı istatistik test sonuçlarından sonra ARMA model seçimine geçilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda yer alan tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Schwarz Bilgi Kriterine Göre ARMA (p/q) Seçimi

p/q	STOXX				
	1	2	3	4	5
1	-5.368360	-5.367730	-5.367755	-5.372104	-5.367776
2	-5.367608	-5.369703	-5.368355	-5.372832	-5.368451
3	-5.367788	-5.368488	-5.367772	-5.372904	-5.368529
4	-5.371804	-5.372543	-5.372577	-5.372503	-5.372739
5	-5.367849	-5.368637	-5.368573	-5.373120*	-5.371694

Zaman serilerinin kullanıldığı çalışmalarda en uygun ARMA modeli seçilirken genelde Schwarz Bilgi Kriteri'ne göre seçim yapılmaktadır. Çünkü literatürde yer alan çalışmalara göre Schwarz Bilgi Kriteri'ne göre ARMA seçimi yapılan çalışmalar, daha tutarlı sonuçlar vermektedir Buradan hareketle literatüre de bağlı kalmak adına, mevcut çalışmada da Schwarz Bilgi Kriterine göre bir seçim yapılmıştır. Yukarıda yer alan tablo 2 incelendiğinde, en düşük Schwarz değerinin AR(5) MA(4) (p/q) modelinde olduğu, değer olarak ise -5.373120 değerini aldığı görülmektedir. Dolayısıyla seri için en uygun ARMA modelinin AR(5) MA(4) olduğu söylenebilir.

En uygun ARMA modeli seçiminden sonra, değişen varyans analizine geçilmiştir. Bunun için ARCH-LM testi yapılmış ve sonuçlar aşağıda yer alan tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. STOXX Endeksi ARMA (5,4) ARCH-LM Test Sonuçları

ARMA (5,4)	STOXX	
	1.Geçikme	5.Geçikme
F İstatistiği	32.89574	7.830883
F İst. Olasılık Değeri	0.0000	0.0000
Gözlenen R ²	32.09352	38.12834

R² Olasılık Değeri	0.0000	0.0000
--------------------------------------	--------	--------

ARCH-LM test sonuçları incelendiğinde hem F istatistik değeri hem de Gözlenen R² olasılık değerlerinin kritik değer olan 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla serilerde değişen varyans sorununun varlığından bahsedilebilir.

ARCH-LM değişen varyans sorunu tespitinden sonra otokorelasyon analizine geçilmiştir. Hata Terimleri Korelogramları başlığı altında sunulan sonuçlar, aşağıdaki tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Hata Terimleri Korelogramları

ARMA (5,4)	STOXX	
	1.Gecikme	5.Gecikme
AC	0.161	0.061
PAC	0.161	0.047
Q - İstatistik	32.160	42.968
Olasılık	0.000	0.000

Serinin otokorelasyon test sonuçlarının yer aldığı yukarıdaki sonuçlar incelenecek olursa hem 1. gecikme hem de 5. gecikme için olasılık değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yokluk hipotezi reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle; seride otokorelasyon sorununun varlığından bahsedilebilir.

Otokorelasyon analizinden sonra seride doğrusal olmayan unsurların tespit edilmesi adına BDS Doğrusallık testi analize dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. BDS Doğrusallık Test Sonuçları

	Boyut	BDS İstatistik	Std. Hata	z-İSTATİSTİK	Olasılık Değ.
STOXX	2	0.009894	0.003120	3.171026	0.0015
	3	0.020094	0.004964	4.047758	0.0001
	4	0.027412	0.005920	4.630090	0.0000
	5	0.031779	0.006181	5.141222	0.0000
	6	0.033373	0.005972	5.588299	0.0000

Test sonuçları incelendiğinde tüm boyutlar için olasılık değerlerinin, tüm anlamlılık düzeylerinden (0.1, 0.05 ve 0.01) küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla seride doğrusal olmayan unsurların varlığından söz edilebilir. Elde edilen bu sonuçlar, yukarıda da test edilen değişen varyans ve otokorelasyon çıktılarına destekler niteliktedir.

Seride doğrusal olmayan unsurların tespitinden sonra en uygun model tahminlemesi aşamasına geçilmiştir. Çalışmada 4 farklı model tahmin edilmiş olup bunlardan 3'ü asimetri ölçmeyen modeller [ARCH(1), GARCH(1,1) ve GARCH(1,2)] iken diğer bir model ise asimetriyi ölçen modeldir [EGARCH(1,1)]. En uygun model seçimi için ise literatürde de sıklıkla tercih edilen en küçük AIC ve SIC ile en büyük Log-Olabilirlik değerlerini alan model tercih edilecektir. Test sonuçları doğrultusunda elde edilen istatistiki bilgiler aşağıdaki tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Volatilite Tahmin Sonuçları

AR(5) MA(4)	ARCH (1)	GARCH (1,1)	GARCH (1,2)	EGARCH (1,1)
Ortalama Denklem				
C	0.347891 (0.7279)	-0.385488 (0.6999)	-0.516778 (0.6053)	0.111296 (0.9114)
AR(5)	-0.564776 (0.5722)	-0.295820 (0.7674)	-0.392052 (0.6950)	-0.410216 (0.6816)
MA(4)	-4.351979 (0.0000)	-2.822141 (0.0048)	-2.872065 (0.0041)	-3.105955 (0.0019)
Varyans Denklemi				
α_0	43.59917 (0.0000)	6.231673 (0.0000)	6.214646 (0.0000)	-7.317994 (0.0000)
α_1	13.23211 (0.0000)	11.22296 (0.0000)	11.33338 (0.0000)	12.62519 (0.0000)
β_1	-	207.8623 (0.0000)	2.419515 (0.0155)	0.571465 (0.5677)
β_2	-	-	8.860733 (0.0000)	771.7106 (0.0000)
Log-Olabilirlik	3393.188	3452.009	3455.943	3454.729
AIC	-5.500304	-5.594171	-5.598934	-5.596962
SIC	-5.479540	-5.569253	-5.569863	-5.567892

STOXX endeks serisi için en küçük AIC ve SIC ile en yüksek Log-Olabilirlik değerine sahip olmasından dolayı GARCH (1,2) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. GARCH (1,2) modeli varyans parametre değerlerine bakılacak olursa;

değerlerin negative olmadığı ve tümünün anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla GARCH (1,2) modelinin en uygun model olarak seçilmesinde bir sorun gözükmemektedir.

En uygun GARCH (1,2) modeli seçildikten sonra sırada modelin kalıntılarının test edilmesi aşaması vardır. Buradaki amaç; en uygun modelin güvenilirliğinin test edilmesidir. Bunun için öncelikle kalıntı testlerinden değişen varyans testi yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tablo 7’de sunulmuştur

Tablo 7. ARCH-LM Değişen Varyans Test Sonuçları

GARCH (1,2)	STOXX	
	1.Geçikme	5.Geçikme
F İstatistiği	0.103145	1.281967
F İst. Olasılık Değeri	0.7481	0.2691
Gözlenen R²	0.103305	6.407695
R² Olasılık Değeri	0.7479	0.2685

GARCH (1,2) modeli kurulmadan önce yapılan değişen varyans test sonuçlarında, seride değişen varyans sorununun olduğu tespit edilmişti (Tablo 3). Fakat GARCH (1,2) modeli kurulduktan sonra yapılan değişen varyans test sonuçları (Tablo 7) incelendiğinde ise hem 1. gecikme hem de 5. gecikme için F istatistik olasılık değerleri ile R² olasılık değerlerinin kritik değer olan 0.05’ten büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla değişen varyans sorununun, kurulan GARCH (1,2) modelle giderildiği söylenebilir.

Değişen varyans sorununu giderilmesinden sonra otokorelasyon testine geçilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Hata Terimleri Korelogramları

GARCH (1,2)	STOXX600	
	1.Geçikme	5.Geçikme
AC	0.009	0.070
PAC	0.009	0.070
Q - İstatistik	0.1036	6.5324
Olasılık	0.748	0.258

Otokorelasyon sonuçlarının yer aldığı yukarıdaki tablo 8 incelendiğinde; hem 1. gecikme hem de 5. gecikme için olasılık değerlerinin tüm anlamlılık düzeylerinden büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yokluk hipotezi olan H₀ hipotezinin kabul edildiği, diğer bir ifadeyle otokorelasyon sorununun giderildiği söylenebilmektedir.

GARCH (1,2) modeli bu haliyle tüm kıstasları sağlamakta ve STOXX endeksi için en uygun model olarak seçilmesinde bir problem görülmemektedir. GARCH (1,2) volatilité model tahmini yorumunda bulunmak için GARCH (1,2) model sonuçları aşağıdaki tablo 9’da verilmiştir.

GARCH (1,2) Modeli

$$GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1) + C(7)*GARCH(-2)$$

Tablo 9. GARCH (1,2) Model Sonuçları

Değişken	Varyans Denklemi			
	Katsayı	Stan. Hata	Z-İstatistik	Olasılık
c	4.91E-06	7.90E-07	6.214646	0.0000
RESID(-1)^2	0.074825	0.006602	11.33338	0.0000
GARCH(-1)	0.197960	0.081818	2.419515	0.0155
GARCH(-2)	0.710306	0.080163	8.860733	0.0000
R²	0.006552		Bağımlı Değ. Varyans	-0.000213
Düzeltilmiş R²	0.004935		Bağımlı Değ. Stan. Sap.	0.016271
Standart Hata	0.016230		Akaike Bilgi Kriteri	-5.598934
Toplam Hata Kare	0.323751		Schwarz Bilgi Kriteri	-5.569863
Log-Olabilirlik	3455.943		Hannan-Quinn Bilgi Kr.	-5.587997
Durbin-Watson İst.	1.976549			

Tabloda yer alan GARCH (1,2) model sonuçlarından da görüleceği üzere, varyans parametrelerinin tümü pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Öte yandan GARCH modeli için katsayı toplamalarının 1’den büyük olmaması gerekmektedir. Çıkan sonuçlar toplamı incelendiğinde ise kümülatif toplamın 0.983091 olarak hesaplandığı görülmektedir. Yani çıkan sonuç 1’den küçüktür. Sonucun 0.98 gibi bir değer alması (1 değerine oldukça yakın) volatilitenin ısrarcılığı hakkında ipucu vermektedir. Geçmiş dönem şoklarını gösteren RESID(-1)^2 katsayısının, diğer bir ifadeyle (α_1) katsayısının 0.074825 değerini aldığı

görülmektedir. Dolayısıyla endekse gelen şokların %7'sinin geçmiş dönemden kaynaklandığı söylenebilmektedir. Diğer taraftan bir önceki dönem şoklarının mevcut dönem üzerindeki etkisini gösteren GARCH(-1) + GARCH(-2) toplamına, diğer bir ifadeyle $\beta_1 + \beta_2$ toplamına bakılacak olursa sonucun $0.197960 + 0.710306 = 0.908266$ yani %90.8 olduğu görülmektedir. Böylece bir önceki dönem şoklarının, mevcut dönemi etkilediği ve mevcut dönem şoklarının yoğunlukla bir önceki dönem şoklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Endekse ilişkin en uygun GARCH (1,2) modeli yorumlaması yapıldıktan sonra, sonraki aşamada volatilitenin gün bazında hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Bunun için Half-life ölçüsü kullanılmıştır. Kullanılan ölçünün formülü ve analizi aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned} & \frac{\ln(0.5)}{\ln(\alpha_1 + \beta_1 + \beta_2)} \\ & \downarrow \\ & \frac{\ln(0.5)}{\ln(0.074825 + 0.197960 + 0.710306)} \\ & \downarrow \\ & \frac{\ln(0.5)}{\ln(0.983091)} \\ & \downarrow \\ & \frac{-0.69315}{-0.01705} = 40.64 \text{ gün} \end{aligned}$$

Yukarıdaki hesaplamalardan da görüleceği üzere STOXX Europe 600 endeksine gelen bir şok 40.64 gün sürmektedir.

4. SONUÇ

Mevcut çalışmada, Avrupa bankacılık endeksinin (STOXX Europe 600) volatilité modeli ve volatilité yapısının analiz edilmesi amaçlanmıştır.

STOXX Europe 600 endeksi genel yapısı itibariyle incelendiğinde hem getiri performansı hem de fiyat performansı açısından oynaklığı yüksek bir seridir. Bununla birlikte, serinin düzeyde durağan olduğu elde edilen bir diğer sonuçtur. Öte yandan ortalama negatif bir getiriye sahip olan seri normal dağılmamaktadır ve seri de doğrusal olmayan unsurlar tespit edilmiştir. Seri için ARMA(5,4) yapısı en uygun model olarak tespit edilmiş ve ARCH-LM testi sonuçlarına göre seride değişen varyans sorunu olduğu bununla birlikte Hata terimleri korelogramları test sonuçlarına göre ise seride otokorelasyon sorununun olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu varsayımlar altında seri özelinde volatilité tahminlemesi yapılmış ve test edilen modeller arasında en uygun modelin GARCH (1,2) modeli olduğu tespit edilmiştir.

Volatilité test sonuçlarına göre; seride volatilité ısrarcılığı yüksek olmakla birlikte, endekse gelen şokların %7'si geçmiş dönem şoklarından kaynaklanmaktadır. Elde edilen bir diğer önemli sonuç ise bir önceki dönem şoklarının mevcut dönem üzerindeki etkisi %90.8 gibi yüksek bir orandır. Çalışmada son olarak endekse gelen bir şokun kaç gün sürdüğü, diğer bir ifadeyle dışarıdan gelen bir şoku endeksin kaç gün üzerinden atamadığı sorusuna cevap aranmış ve 40.64 gün olarak bulunmuştur. Literatür kısmında da belirtildiği üzere Avrupa bankacılık sektörüne yönelik yapılan çalışmalarda (Elyasiani ve Mansur, 2003; Schröder ve Schüler, 2003; Alexander ve Lazar, 2005; Arouri vd., 2012) genel itibariyle Avrupa bankacılık endeksinin dış şoklardan etkilendiği ve oynak bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan bu sonuçların mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Elde edilen tüm bu sonuçlardan hareketle; STOXX Europe 600 endeksine yatırım yapacak olan yatırımcıların mevcut çalışmada elde edilen bulguları dikkate alarak yatırım yapmaları, yatırımlarının doğru analiz edilmesi, getiri ve vade uyumu bakımından önem teşkil ettiği düşünülmektedir.

Mevcut çalışma, farklı makro değişkenlerin modele dahil edilmesi ve/veya farklı dönem aralıklarının dikkate alınması suretiyle geliştirilebilir. STOXX Europe 600 endeksi gibi öncü göstergeler niteliğinde olan majör endeks çalışmalarının hem literatüre katkı sağlayacağı hem de yatırımcılara rehberlik edebileceği düşünülmektedir.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Etik Kurul Onayı: Bu araştırma etik kurul izni gerektiren analizleri kapsamadığından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazar Katkıları: Yazar çalışmanın tümünü tek başına gerçekleştirmiştir.

Çıkar Çatışması: Yazar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdalla, S. Z. S. & Winker, P. (2012). Modelling stock market volatility using univariate GARCH models: Evidence from Sudan and Egypt. *International Journal of Economics and Finance*, 4(8), 161-176.
- Alexander, C. & Lazar, E. (2005). Asymmetries and volatility regimes in the European equity markets. *The Business School for Financial Markets*, 14.
- Angabini, A. & Wasiuzzaman, S. (2011). GARCH models and the financial crisis-a study of the Malaysian stock market. *The International Journal of Applied Economics and Finance*, 5(3), 226-236.
- Arouri, M. E. H., Jouini, J. & Nguyen, D. K. (2012). On the impacts of oil price fluctuations on European equity markets: Volatility spillover and hedging effectiveness. *Energy Economics*, 34, 611-617.
- Atoi, N. V. (2014). Testing volatility in Nigeria stock market using GARCH models. *CBN Journal of Applied Statistics*, 5(2), 65-93.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Byun, S. J. & Cho, H. (2013). Forecasting carbon futures volatility using GARCH models with energy volatilities. *Energy Economics*, 40, 207-221.
- Caporale, G. M. & Zekokh, T. (2019). Modelling volatility of cryptocurrencies using Markov-Switching GARCH models. *Research in International Business and Finance*, 48, 143-155.
- Elyasiani, E. & Mansur, I. (1998). Sensitivity of the bank stock returns distribution to changes in the level and volatility of interest rate: A GARCH-M model. *Journal of Banking & Finance*, 22(5), 535-563.
- Elyasiani, E. & Mansur, I. (2003). International spillover of risk and return among major banking institutions: A bivariate GARCH model. *Journal of Accounting Auditing & Finance*, 18(2), 303-330.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- Katsiampa, P. (2017). Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models. *Economics Letters*, 158, 3-6.
- Kristjanpoller, W. & Minutolo, M. C. (2016). Forecasting volatility of oil price using an artificial neural network-GARCH model. *Expert Systems with Applications*, 65, 233-241.
- Kula, V. & Baykut, E. (2017). BIST banka endeksi'nin (XBANK) volatilite yapısının markov rejim değişimi GARCH modeli (MSGARCH) ile analizi. *Bankacılar Dergisi*, 102, 89-110.
- Li, F. & Li, P. (2020). Dynamic correlations and spillover effects between coco bonds and other financial assets: Evidence from European banking. *Finance Research Letters*, 101486, 1-7.
- Lin, Z. (2018). Modelling and forecasting the stock market volatility of SSE composite index using GARCH models. *Future Generation Computer Systems*, 79, 960-972.
- Pilbeam, K. & Langeland, K. N. (2015). Forecasting exchange rate volatility: GARCH models versus implied volatility forecasts. *International Economics and Economic Policy*, 12, 127-142.
- Schröder, M. & Schüler, M. (2003). Systemic risk in European banking: Evidence from bivariate GARCH model. *ZEW Discussion Paper*, 3-11.
- Srinivasan, P. & Ibrahim, P. (2010). Forecasting stock market volatility of BSE-30 index using GARCH models. *Asia-Pacific Business Review*, 3, 47-60.
- Uhde, A. & Michalak, T. C. (2010). Securitization and systematic risk in European banking: Empirical evidence. *Journal of Banking & Finance*, 34(12), 3061-3077.
- Zghal, R., Ghorbel, A. & Triki, M. (2018). Dynamic model for hedging of the European stock sector with credit default swaps and Euro Stoxx 50 volatility index futures. *Borsa İstanbul Review*, 18(4), 312-328.

İnternet Kaynakları

www.investing.com, Erişim Tarihi: 01.10.2020

