

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/372187151>

BAYES FAKTÖRÜNE DAYALI MODEL SEÇİMİ: STOKASTİK VOLATİLİTE MODELLERİ İLE GARCH MODELLERİNİN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Conference Paper · July 2023

CITATIONS

0

READS

2

2 authors:



Onder Buberoku

Yuzuncu Yil University

99 PUBLICATIONS 42 CITATIONS

SEE PROFILE



Kaan Yiğenoğlu

Yuzuncu Yil University

23 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



research article [View project](#)

BAYES FAKTÖRÜNE DAYALI MODEL SEÇİMİ: STOKASTİK VOLATİLİTE MODELLERİ İLE GARCH MODELLERİNİN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

ORCID: [0000-0002-7140-557X](https://orcid.org/0000-0002-7140-557X)

Araş. Gör. Kaan YİĞENOĞLU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

ORCID:0000-0002-1961-6601

ÖZET

Finansal varlıkların volatilité dinamiklerinin doğru bir şekilde modellenenilmesi etkin finansal risk yönetim uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Bunun sağlanabilmesi için analizlerde kullanılacak modellerin volatilité kümelenmesi, asimetrik tepki, sıçramalı artış (jump) etkisi gibi finansal zaman serilerinin karakteristik özelliklerini başarılı bir şekilde modelleyebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan stokastik volatilité modelleri (SV) ile GARCH modelleri Bayesyen yaklaşımına dayalı Markov Chain Monte Carlo Algoritması ile tahmin edilmiş ve en uygun model seçimi Bayes faktörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada AR(0)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(2,1), AR(0)-GARCH(1,1)-M, AR(0)-GARCH (1,1)-J, MA(1)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(1,1)-st modelleri ile SV, SV-J, SV-st, SV-MA, SV-t, SV-2 modellerinin performansları karşılaştırılmıştır. İlgili modellerin performansları bir gelişmiş ülke ekonomisi olarak Kanada gösterge hisse senedi endeksi (S&P / TSX Composite endeksi) ile bir gelişen piyasa ekonomisi olarak ise Meksika gösterge hisse senedi endeksi (IPC Mexico endeksi) dikkate alınarak Ocak 1998 dönemi ile Ağustos 2016 dönemi için haftalık veriler ile analiz edilmiştir. Bayes faktörü kapsamında elde edilen bulgular her iki gösterge hisse senedi endeksi için de en uygun modelin GARCH-J modeli olduğu sonucuna işaret etmektedir. Çalışma bulguları uluslar arası hisse senedi yatırımcıları ve finansal risk yöneticileri açısından uygulamaya dönük önemli sonuçlar içermektedir.

Anahtar kelimeler: Bayesyen yaklaşımı, Bayes Faktörü, Stokastik volatilité, GARCH modelleri

USING BAYES FACTOR FOR MODEL SELECTION: COMPARING THE PERFORMANCES OF STOCHASTIC VOLATILITY AND GARCH MODELS BASED STOCK MARKET DATA

ABSTRACT

Modeling the volatility dynamics of financial assets returns accurately is very essential for effective financial risk management applications. Therefore, the models to be used in such kinds of analysis should be able to adequately capture the stylised facts of financial asset returns such as volatility clustering, leverage effect, and jump component. In this context, we consider various stochastic volatility models (SV) and GARCH-type models all of which are estimated using Bayesian Markov chain Monte Carlo (MCMC) sampling method, and then the performances of these competing stochastic volatility models and GARCH-type models are evaluated

using the Bayes factor in modeling the volatility dynamics of benchmark index of Canadian stock market (S&P / TSX Composite index), and benchmark index of Mexican stock market (The Mexican IPC index) , covering the period from January 1998 to August 2016 using weekly data. The results indicate that the best model is GARCH model with jumps in returns for both benchmark indices. The findings provide important practical implications for international stock market investors and financial risk managers.

Keywords: Bayesian approach, Bayes Factor, Stochastic volatility, GARCH model

1.GİRİŞ

Hisse senedi piyasaları küresel bazda uluslar arası yatırımcıların oldukça ilgi gösterdiği finansal piyasalar arasında yer almaktadır. Ayrıca hisse senedi piyasaları şirketler için önemli bir finansman kaynağı olma işlevine de sahiptir. Bu durumun yanı sıra hisse senedi piyasaları parasal katarım mekanizmasının önemli kanallarından biri olan servet etkisi kanalı içerisinde de önemli bir role sahiptir. Bu nedenle hisse senedi piyasalarındaki fiyat hareketlerinin yol açtığı volatilitenin modellenmesi portföy yönetimi, piyasa riski analizi, türev ürünlerin fiyatlanması ve ekonomi politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesi gibi konular açısından oldukça önemlidir. Fakat bu tür alanlarda etkin analizlerin yapılabilmesi için hisse senedi endekslerinin volatilitenin dinamiklerinin etkin bir şekilde modellenmesi gerekmektedir.

Literatürde bu amaçla GARCH modelleri ile stokastik volatilitenin (SV) modelleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. GARCH modelleri finansal varlıkların volatilitelerini geçmiş dönem verilerinin deterministik (gözlemlenebilir) bir fonksiyonu olarak modellerken; SV modelleri volatilitenin gözlemlenemeyen piyasaya dönük veri akışı sonucunda oluşan stokastik bir süreç olarak modellemektedir (Krichene, 2003; Huang, 2009).

Bu çalışmanın amacı Kanada ve Meksika hisse senedi piyasaları için tamamı Bayesyen yaklaşımı kullanılarak tahmin edilen alternatif GARCH ve SV modellerinin performanslarını Bayes faktörü kullanarak karşılaştırmaktır. Çalışmanın literatüre iki temel katkısının olduğu ifade edilebilir. Öncelikle ulusal literatürdeki çalışmaların oldukça baskın bir şekilde en çok olabilirlik yöntemi ile tahmin edilen GARCH modellerine odaklandıkları bilinmektedir. Bu çalışmada ise tüm modeller Bayesyen yaklaşımına dayalı olarak tahmin edilmiş ve model performanslarının karşılaştırılmasında Bayes faktöründen yararlanılmıştır. İkinci olarak bu çalışmada AR(0)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(2,1), AR(0)-GARCH(1,1)-M, AR(0)-GARCH(1,1)-J, MA(1)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(1,1)-st modelleri ile SV, SV-J, SV-M, SV-MA, SV-t, SV-2 modellerinin tamamına yer verilmiş ve tüm bu modellerin performansları hem gelişmiş bir piyasa ekonomisi olan Kanada hisse senedi piyasaları için hem de gelişen bir piyasa ekonomisi olan Meksika hisse senedi piyasaları için incelenmiştir. Nitekim bu tür konular öneminden dolayı literatürde de oldukça ilgi görmektedir. Örneğin, Chan ve Grant (2016) farklı GARCH ve stokastik volatilitenin modellerini karşılaştırdıkları çalışmalarında stokastik volatilitenin modelinin inceledikleri dokuz fiyat serisinin tamamı için en uygun model olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kim vd. (2021) kripto para

birimleri üzerine yaptıkları çalışmada stokastik volatilité modelinin GARCH modellerinden daha iyi performans gösterdiğini ve stokastik volatilité modelinin tahmin hatalarının, GARCH modellerine kıyasla, tahmin zaman ufukları uzadıkça daha doğru olma eğiliminde olduğunu saptamışlardır. Tiwari vd. (2019) Bitcoin ve Litecoin fiyat getiri serilerini farklı modellerle karşılaştırdıkları çalışmalarında, Bitcoin için en iyi modelin stokastik volatilité ve Litecoin içinse GARCH modeli olduğunu belirtmişlerdir.

2. VERİ VE METODOLOJİ

Bu çalışma 1998 yılının Ocak ayı ile 2016 yılının Ağustos ayı arasındaki dönemi kapsamakta ve haftalık verilerden oluşmaktadır. Tüm veriler Finance Yahoo web sitesinden temin edilmiştir (<https://finance.yahoo.com/world-indices>). Analizlerde Kanada gösterge hisse senedi endeksi olarak S&P / TSX Composite endeksi, Meksika gösterge hisse senedi endeksi olarak ise IPC Mexico endeksi kullanılmıştır. Analizlerde Bayes faktörü olarak Logaritmik Maksimum Likelihood (Log-ML) değeri esas alınmıştır. Bu yaklaşımda Log-ML değeri ne kadar yüksek ise modelin performansının o kadar iyi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışmada kullanılan modellerin genel yapısı Chan ve Grant (2016) çalışmasında olduğu gibi aşağıda gösterilmiş ve analizlerde Chan ve Grant (2016) tarafından sunulan Matlab kodları kullanılmıştır.

Standart normal dağılıma sahip Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen AR(0)-GARCH (1,1) modeli Denklem (1) ve (2)'de gösterilmiştir:

$$r_t = \mu_0 + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} \quad (2)$$

Standart normal dağılıma sahip AR(0)-GARCH(2,1) modeli Denklem (3) ve (4)'te gösterilmiştir.

$$r_t = \mu_0 + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} + \beta_2 \sigma^2_{t-2} \quad (4)$$

Standart normal dağılıma sahip MA(1)-GARCH(1,1) modeli Denklem (5), (6)'da gösterilmiştir

$$r_t = \mu_0 + \varepsilon_t, \varepsilon_t = v_t + \psi v_{t-1}, \quad (5)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} \quad (6)$$

Standart normal dağılıma sahip AR(0)-GARCH(1,1)-M modeli Denklem (7) ve (8)'de gösterilmiştir:

$$r_t = \mu_0 + \lambda \sigma_t^2 + \varepsilon_t, \quad (7)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} \quad (8)$$

Standart normal dağılıma sahip ve hisse senedi getirilerindeki sıçramalı artışı (Jump) dikkate alabilen AR(0)-GARCH(1,1)-J modeli Denklem (9) ve (10)'da gösterilmiştir:

$$r_t = \mu_0 + \kappa_t q_t + \epsilon_t \quad (9)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1(r_{t-1} - \mu_0)^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} \quad (10)$$

Student t dağılımına sahip AR(0)-GARCH(1,1)-st modeli Denklem (11) ve (12)'de gösterilmiştir:

$$r_t = \mu_0 + \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim \text{Student t}(0, \sigma_t^2) \quad (11)$$

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma^2_{t-1} \quad (12)$$

Standart SV modeli Denklem (13) ve (14)'te gösterilmiştir:

$$y_t = \mu + \epsilon_t^y \quad (13)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi(h_t - \mu_h) + \epsilon_t^H \quad (14)$$

Burada, y_t , ilgili finansal varlığın getirisini; h_t ; gözlemlenemeyen logaritmik volatilité değerini; ϕ , volatilité kalıcılığı parametresini; μ , logaritmik volatilitenin ortalama değerini; ϵ_t^y ve ϵ_t^H ise sırasıyla şartlı getiri (mean) ve şartlı varyans denklemlerinin tesadüfi hata terimlerini; σ^2 logaritmik volatilitenin volatilitésini ifade etmektedir.

SV-2 modelinde h_{t+1} AR (2) süreci izlemekte ve Denklem (15) ile (16)'da gösterildiği gibi ifade edilmektedir:

$$y_t = \mu + \epsilon_t^y \quad (15)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi(h_t - \mu_h) + \rho_H(h_{t-1} - \mu_h) + \epsilon_t^H \quad (16)$$

Hisse senedi endekslerindeki sıçramalı artışı (Jump) dikkate alabilen SV-J modeli ise Denklem (17) ve (18)'de gösterilmiştir:

$$y_t = \mu_0 + \kappa_t q_t + \epsilon_t^y \quad (17)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi(h_t - \mu_h) + \epsilon_t^H \quad (18)$$

SV-M modeli Denklem (19) ve (20)'de sunulmuştur:

$$y_t = \mu_0 + \lambda e^{H_t} + \epsilon_t^y \quad (19)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi(h_t - \mu_h) + \epsilon_t^H \quad (20)$$

SV-MA modeli Denklem (21) ve (22)'de gösterilmiştir:

$$y_t = \mu_0 + \varepsilon_t^y, \varepsilon_t^y = v_t + \lambda v_{t-1} \quad (21)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi (h_t - \mu_h) + \varepsilon_t^H \quad (22)$$

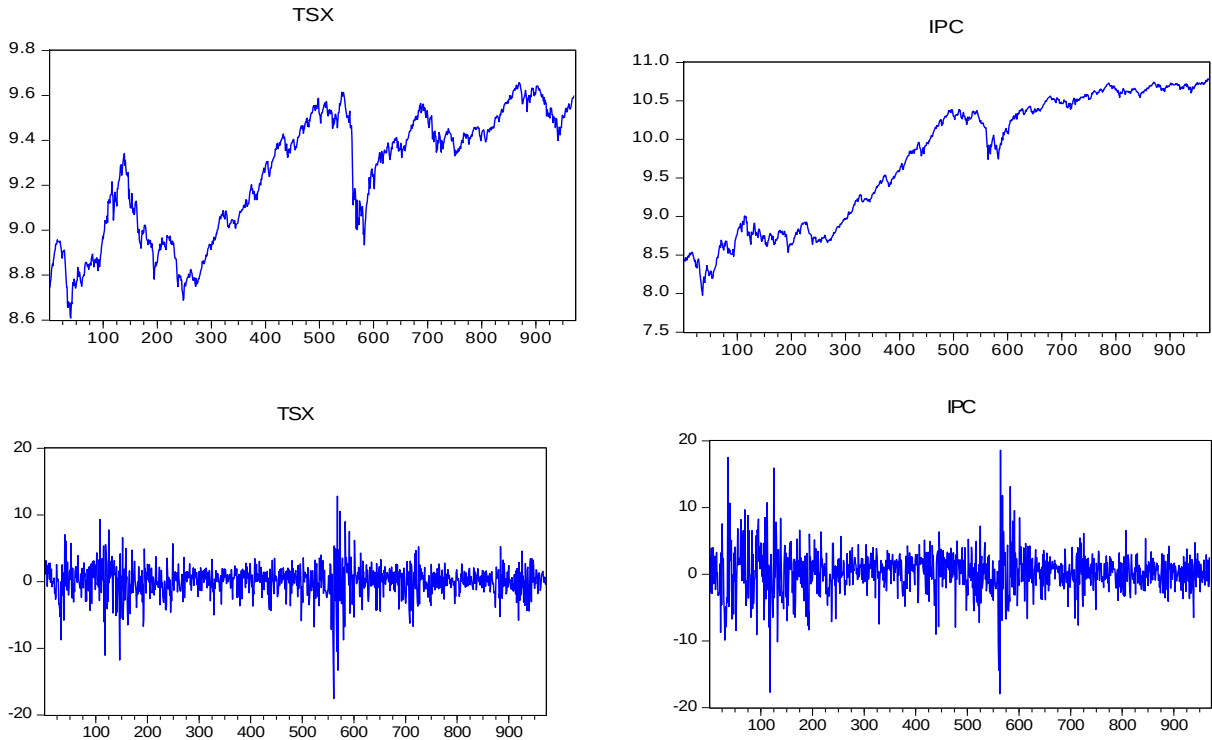
SV-t modeli Denklem (23) ve (24)'te sunulmuştur:

$$y_t = \mu_0 + \varepsilon_t^y, \varepsilon_t^y \sim \text{Student } t \text{ v } (0, \sigma_t^2) \quad (23)$$

$$h_{t+1} = \mu_h + \phi (h_t - \mu_h) + \varepsilon_t^H \quad (24)$$

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan değişkenlerin incelenen dönem için logaritmik fiyat ve getiri serileri Şekil 1'de sunulmuştur. Bu logaritmik getiri serilerine ilişkin betimleyici istatistikler, değişen varyans ve birim kök testi sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Logaritmik Fiyat Ve Getiri Serileri

Bulgular incelendiğinde %5 anlamlılık düzeyinde her iki gösterge hisse senedi endeksinin de değişen varyans sorunu içerdiği, standart normal dağılıma uymadığı ve durağan oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo 1: Betimleyici istatistikler, Değişen Varyans ve Birim Kök Testi Sonuçları (%)

	Kanada	Meksika
Ortalama	0.0872	0.2413
Standart sapma	2.4699	3.2987
Çarpıklık	-0.8872	-0.0793
Basıklık	9.3593	7.6409
Jarque-Bera	1765.36*[0.0000]	872.40*[0.0000]
ARCH-LM (1)	167.68*[0.0000]	50.675*[0.000]
ARCH-LM (5)	39.302*[0.0000]	24.231*[0.000]
ADF	-7.215*[0.000]	-11.055*[0.000]
PP	-33.944*[0.000]	-32.321*[0.000]

*, %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

Kanada ve Meksika gösterge hisse senedi endeksi için elde edilen parametre tahmin sonuçları Tablo 2 ve 3'te, Log-ML değerleri ise Tablo 4'te gösterilmiştir. Bulgular incelendiğinde her durumda volatilité kalıcılığının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Log-ML değerleri analiz edildiğinde ise tüm modeller içerisinde her iki gösterge endeksi için de Log-ML kriterine göre en iyi performansı GARCH-J modelinin sergilediği, ardından SV-2 modelinin geldiği anlaşılmaktadır. En kötü performansı ise her durumda GARCH-M modeli sergilemektedir. Bu bulgular ilgili hisse senedi piyasalarında sıçramalı artış etkisinin dikkate alınmasının önemli olduğu ve her iki gösterge endeksi değerinin volatilité davranışlarının etkin bir şekilde modellenenbilmesi için diğer alternatif modellerden ziyade GARCH-J modelinin kullanılması gerektiği anlamına gelmektedir.

Tablo 2. Alternatif GARCH modellerine ait parametre tahmin sonuçları

	GARCH	GARCH-MA	GARCH-t	GARCH-J	GARCH-M	GARCH-2
Kanada						
μ	0.19 (0.06)	0.18 (0.06)	0.27 (0.05)	0.40 (0.06)	0.14 (0.09)	0.19 (0.06)
α_0	0.18 (0.05)	0.18 (0.05)	0.14 (0.05)	0.07 (0.03)	0.18 (0.05)	0.20 (0.06)
α_1	0.15 (0.02)	0.15 (0.02)	0.10 (0.02)	0.11 (0.02)	0.15 (0.02)	0.16 (0.02)
β_1	0.83 (0.02)	0.83 (0.02)	0.83 (0.03)	0.84 (0.02)	0.83 (0.02)	0.74 (0.04)
β_2	-	-		-	-	0.07 (0.03)
κ	-	-		0.09 (0.01)	-	-
μ_k	-	-		-3.25 (0.34)	-	-
σ_k^2	-	-		2.81 (1.46)	-	-
λ	-	-		-	0.01 (0.02)	-
ψ	-	-0.02 (0.04)		-	-	-
v	-	-	6.88 (1.24)	-	-	-
Meksika						
μ	0.30 (0.08)	0.30 (0.08)	0.35 (0.08)	0.48 (0.09)	0.13 (0.13)	0.30 (0.08)
α_0	0.21 (0.07)	0.22 (0.08)	0.17 (0.07)	0.13 (0.05)	0.23 (0.07)	0.23 (0.06)
α_1	0.11 (0.02)	0.11 (0.02)	0.09 (0.02)	0.11 (0.02)	0.12 (0.02)	0.12 (0.02)
β_1	0.87 (0.02)	0.87 (0.02)	0.87 (0.03)	0.86 (0.02)	0.86 (0.02)	0.76 (0.04)
β_2	-	-	-	-	-	0.09 (0.03)
κ	-	-	-	0.07 (0.02)	-	-
μ_k	-	-	-	-3.50 (0.68)	-	-
σ_k^2	-	-	-	7.86 (4.49)	-	-
λ	-	-	-	-	0.02 (0.01)	-
ψ	-	-0.02 (0.03)	-	-	-	-
v	-	-	9.54 (2.06)	-	-	-

Verilen değerler son dağılımın ortalaması (Posterior mean) ve standart sapma parametreleridir (Posterior standart deviation)

Tablo 3. Alternatif SV modellerine ait parametre tahmin sonuçları

	SV	SV-MA	SV-t	SV-J	SV-M	SV-2
Kanada						
μ	0.27 (0.06)	0.27 (0.06)	0.28 (0.06)	0.43 (0.07)	0.49 (0.08)	0.28 (0.06)
μ_h	1.28 (0.26)	1.27 (0.31)	1.24 (0.29)	1.09 (0.38)	1.26 (0.25)	1.30 (0.26)
ϕ_h	0.97 (0.01)	0.97 (0.01)	0.97 (0.01)	0.98 (0.01)	0.96 (0.01)	0.99 (0.09)
ω_h^2	0.06 (0.01)	0.05 (0.01)	0.05 (0.02)	0.05 (0.01)	0.06 (0.02)	0.10 (0.03)
ρ_h	-	-	-	-	-	-0.06 (0.10)
κ	-	-	-	0.08 (0.02)	-	-
μ_k	-	-	-	-2.45 (0.54)	-	-
σ_k^2	-	-	-	2.13 (1.28)	-	-
λ	-	-	-	-	-0.07 (0.02)	-
ψ	-	-0.05 (0.03)	-	-	-	-
v	-	-	56.6 (22.4)	-	-	-
Meksika						
μ	0.36 (0.08)	0.36 (0.08)	0.36 (0.08)	0.45 (0.09)	0.51 (0.12)	0.38 (0.08)
μ_h	1.93 (0.31)	1.93 (0.33)	1.90 (0.32)	1.86 (0.36)	1.93 (0.30)	1.94 (0.27)
ϕ_h	0.97 (0.01)	0.97 (0.01)	0.98 (0.01)	0.98 (0.01)	0.97 (0.01)	0.99 (0.08)
ω_h^2	0.04 (0.01)	0.04 (0.01)	0.04 (0.01)	0.04 (0.01)	0.04 (0.01)	0.07 (0.02)
ρ_h	-	-	-	-	-	-0.05 (0.09)
κ	-	-	-	0.05 (0.03)	-	-
μ_k	-	-	-	-2.21 (0.93)	-	-
σ_k^2	-	-	-	6.73 (5.19)	-	-
λ	-	-	-	-	-0.03 (0.02)	-
ψ	-	-0.05 (0.03)	-	-	-	-
v	-	-	59.0 (23.4)	-	-	-

Verilen değerler son dağılımın ortalama değerleri (Posterior mean) ve standart sapma parametreleridir (Posterior standart deviation)

Tablo 4. Log-ML Değerleri

	Kanada	Meksika
GARCH	-2115.3 (0.01)	-2409.4 (0.01)
SV	-2096.7 (0.02)	-2395.5 (0.01)
GARCH-st	-2099.3 (0.02)	-2398.4 (0.09)
SV-st	-2096.6 (0.01)	-2395.6 (0.01)
GARCH-MA	-2118.0 (0.01)	-2412.2 (0.01)
SV-MA	-2098.8 (0.02)	-2397.3 (0.01)
GARCH-M	-2122.0 (0.02)	-2415.1 (0.04)
SV-M	-2096.8 (0.03)	-2400.5 (0.02)
GARCH-J	-2088.4 (0.06)	-2392.4 (0.03)
SV-J	-2096.8 (0.23)	-2396.1 (0.20)
GARCH-2	-2115.7 (0.03)	-2409.9 (0.04)
SV-2	-2095.8 (0.13)	-2395.0 (0.21)

4. SONUÇ

Finansal varlıkların volatilité dinamiklerinin doğru bir şekilde modellenenbilmesi etkin finansal risk yönetim uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Bunun sağlanabilmesi için analizlerde kullanılacak modellerin volatilité kümelenmesi, asimetrik tepki, sıçramalı artış (jump) etkisi gibi finansal zaman serilerinin karakteristik özelliklerini başarılı bir şekilde modelleyebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada literatürde sıklıkla

kullanılan stokastik volatilité modelleri (SV) ile GARCH modelleri Bayesyen yaklaşıma dayalı Markov Chain Monte Carlo Algoritması ile tahmin edilmiş ve en uygun model seçimi Bayes faktörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada AR(0)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(2,1), AR(0)-GARCH(1,1)-M, AR(0)-GARCH (1,1)-J, MA(1)-GARCH(1,1), AR(0)-GARCH(1,1)-st modelleri ile SV, SV-J, SV-st, SV-MA, SV-t, SV-2 modellerinin performansları karşılaştırılmıştır. İlgili modellerin performansları bir gelişmiş ülke ekonomisi olarak Kanada gösterge hisse senedi endeksine (S&P / TSX Composite endeksi) ile bir gelişen piyasa ekonomisi olarak ise Meksika gösterge hisse senedi endeksi (IPC Mexico endeksi) dikkate alınarak Ocak 1998 dönemi ile Ağustos 2016 dönemi için haftalık veriler ile analiz edilmiştir. Bayes faktörü kapsamında elde edilen bulgular her iki gösterge hisse senedi endeksi için de en uygun modelin GARCH-J modeli olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bu bulgu ilgili hisse senedi endekslerinin fiyat hareketlerinin yol açtığı volatilitenin modellenmesinde ve dolayısıyla portföy yönetimi, piyasa riski analizi ve türev ürünlerin fiyatlanması gibi konularda diğer modellerden ziyade GARCH-J modelinin kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olabileceği anlamına gelmektedir. GARCH-M modelinin ise en kötü performansı sergileyen model olması nedeniyle bu tür analizlerde kullanılmamasının daha doğru bir tercih olabileceği ifade edilebilir. Bu kapsamda çalışma bulgularının uluslararası hisse senedi yatırımcıları ve finansal risk yöneticileri açısından uygulamaya dönük önemli sonuçlar içerdiği ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

- Chan, J. C., & Grant, A. L. (2016). Modeling energy price dynamics: GARCH versus stochastic volatility. *Energy Economics*, 54, 182-189.
- Kim, J. M., Jun, C., & Lee, J. (2021). Forecasting the volatility of the cryptocurrency market by GARCH and Stochastic Volatility. *Mathematics*, 9(14), 1614.
- Tiwari, A. K., Kumar, S., & Pathak, R. (2019). Modelling the dynamics of Bitcoin and Litecoin: GARCH versus stochastic volatility models. *Applied Economics*, 51(37), 4073-4082.
- Huang, S.C. (2009). Domestic and international leverage effects of major Asian stock markets based on stochastic volatility models. *Journal of Statistics and Management Systems*, 12, 79-91.
- Krichene, N. (2003), "Modeling stochastic volatility with application to stock returns", IMF Working Paper, No: 03 / 125. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/>.
- Bollerslev, T., (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31,307-327