

Tahıl Emtia Fiyat Oynaklığının Markov Değişim Asimetrik Garch Modelleriyle İncelenmesi¹

Investigation of Grain Commodity Price Volatility Using Markov Switching Asymmetric Garch Models

Hüseyin ÖZER^a İkrâm Yusuf YARBAŞI^b

^a Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Erzurum, Türkiye. hozer@atauni.edu.tr

^b Erzurum Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Erzurum, Türkiye. ikram.yarbasi@erzurum.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Oynaklık
Rejim Değişim
Markov Değişim GARCH
Tahıl Emtia

Amaç – Finansal piyasa oynaklığı hem ekonomik performans hem de finansal istikrar göstergesi olarak önemli rol oynamaktadır. Alternatif GARCH tipi zaman serisi modelleri, bu amacın gerçekleştirilmesinde en çok tercih edilen yaklaşımlardan olmuşlardır. Finansal zaman serilerinde meydana gelen yapısal değişiklikleri modellemede de MS-GARCH yaklaşımı kullanımı ortaya çıkmıştır. Bu çalışma vadeli tahıl emtia piyasalarında işlem gören dört ana tahıl emtia (buğday, yulaf, mısır ve soya fasulyesi) getirilerinin oynaklığı asimetrik MS-GARCH yapılarıyla modelleyerek ampirik literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Gönderilme Tarihi 24 Ekim 2022

Revizyon Tarihi 9 Mart 2023

Kabul Tarihi 15 Mart 2023

Yöntem – Araştırmanın amacı doğrultusunda, asimetrik MS-GARCH modelleri kullanılarak dört tahıl emtiası için oynaklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan veri setleri investing.com veri tabanından günlük olarak elde edilmiş olup, 2014-2022 dönemini kapsamaktadır. Araştırmanın analizlerinde RStudio 2022.07.2 programı kullanılmıştır.

Bulgular – Çalışmada gerçekleştirilen asimetrik MS-GARCH modellerinden elde edilen sonuçlara göre, buğday, yulaf, mısır ve soya fasulyesi emtialarında ısrarcı rejim yapılarının varlığı belirlenmiştir. Emtia getirilerinin düşük oynaklık dönemindeyken tekrar düşük oynaklık döneminde veya yüksek oynaklık dönemindeyken tekrar yüksek oynaklık döneminde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ele alınan bütün emtiaların düşük oynaklık rejimindeyken meydana gelen negatif şokların, pozitif şoklara göre oynaklık üzerinde daha fazla etki ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Tahıl emtia getirilerinde kaldıraç etkisinin söz konusu olduğu belirlenmiştir. Buğday getirilerinin %25, mısır getirilerinin %21, soya fasulyesi getirilerinin %1,2 ve yulaf getirilerinin %12 yüksek oynaklık döneminde kaldığı görülmüştür.

Makale Kategorisi:
Araştırma Makalesi

Tartışma – Fiyat oynaklıklarının farklı rejim yapılarına göre analiz edilmesini sağlayan MS-GARCH tipi modellerin kullanılması yüksek belirsizlik ortamında daha kesin öngörüler yapılmasını sağlayarak, meydana gelebilecek risklerin azaltılmasına sebep olacaktır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Volatility
Regime Change
Assymmetric Markov
Switching GARCH
Grain Commodity

Purpose – Financial market volatility plays an important role as an indicator of both economic performance and financial stability. Alternative GARCH type time series models have been one of the most preferred approaches to achieve this goal. The use of the MS-GARCH approach has also emerged in modeling the structural changes in financial time series. This study aims to contribute to the empirical literature by modeling the volatility of the returns of the four main grain commodities (wheat, oats, corn and soybeans) traded in the futures grain commodity markets with asymmetric MS-GARCH structures.

Received 24 October 2022

Revised 9 March 2023

Accepted 15 March 2023

Design/methodology/approach – For the purpose of the research, volatility analyzes were performed for four grain commodities using asymmetric MS-GARCH models. The data sets used in the research were obtained from the investing.com database on a daily basis and cover the period of 2014-2022. RStudio 2022.07.2 program was used in the analysis of the research.

Findings – According to the results obtained from the asymmetric MS-GARCH models performed in the study, the existence of persistent regime structures was determined in wheat, oat, corn and soybean commodities. It was concluded that commodity returns remained in the low volatility period when they were in the low volatility period or again in the high volatility period when they were in the high volatility period. It has been determined that negative shocks that occur when all commodities are in the low volatility regime have more impact on volatility than positive shocks. It has been determined that there is

Article Classification:
Research Article

¹Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde kabul edilen “Markov Değişim GARCH Modelleri ile Emtia Fiyatlarındaki Oynaklığın Modellenmesi ve Tahmini” başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

Önerilen Atıf / Suggested Citation

Özer, H., Yarbaşı, İ. Y. (2023). Tahıl Emtia Fiyat Oynaklığının Markov Değişim Asimetrik Garch Modelleriyle İncelenmesi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 15 (1), 500-513.

a leverage effect on the grain commodity returns. It was observed that wheat yields were 25%, corn yields 21%, soybean yields 1.2% and oat yields 12% in high volatility period.

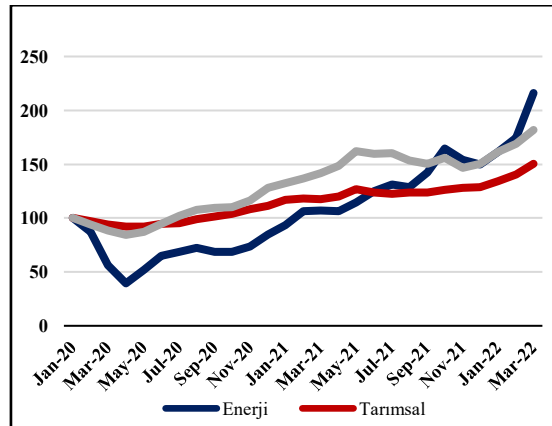
Discussion – The use of MS-GARCH type models, which enable the analysis of price volatility according to different regime structures, will enable more precise predictions to be made in an environment of high uncertainty, and reduce the risks that may occur.

1. GİRİŞ

Tahıl piyasasında işlem gören emtialar, olumsuz hava koşulları, doğal afetler (örneğin kasırgalar), küresel talep ve arzdaki değişimler (örneğin tarım politikası değişiklikleri nedeniyle) ve döviz kuru oynaklığı gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanan önemli fiyat dalgalanmaları ile karakterize edilmektedir. Tahıl emtia fiyatlarındaki oynaklıkta önemli artışlar meydana gelmiştir (FAO ve UNCTAD, 2011); gıda fiyatlarındaki oynaklık, Aralık 2010'da neredeyse 30 yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır (Bellemare vd., 2013). Büyük ve öngörülemez fiyat değişimleri, üreticiler, tüccarlar, tüketiciler ve hükümetler için riskleri artıran bir belirsizlik ortamını beraberinde getirmiştir. 2006-2010 döneminde tahıl emtia fiyatlarının seviyesindeki ve oynaklığındaki önemli artış, hükümetler tarafından yönetilen fiyat istikrar programları ve çok taraflı çabaların kanıtlandığı gibi, özellikle gelişmekte olan ve yükselen ekonomilerdeki politika yapıcılar arasında ilgiyi artırmıştır. (Romero-Aguilar, 2015). Mason ve Myers (2013) ve Bellemare vd. (2013) bu tür politikaların, özellikle fiyat istikrarı çabalarının, fiyat oynaklığının düşük gelirli tüketiciler üzerindeki etkilerini azaltmada etkili olduğunu kanıtlayamamışlardır. Ayrıca, birçok gelişmekte olan ülke, yükselen ve dalgalı fiyatlar karşısında ticaret politikalarını geçici olarak değiştirdiği görülmüştür. İhracatçı ülkeler kotalar, yasaklar ve vergiler şeklinde ihracat kısıtlamaları politikalarına yönelirken (Bouët ve Debucquet, 2012), ithalatçı ülkeler ise ithalat tarifelerini ortadan kaldırma gibi yöntemleri tercih etmiştir (Demeke vd., 2014).

Emtia fiyatları, 2022'nin ilk çeyreğinde, Ukrayna'daki savaşın etkilerinin yanı sıra talepte devam eden büyüme ve arz üzerindeki çeşitli kısıtlamaları yansıtarak artış göstermiştir (Şekil 1). Savaşın emtia arzı üzerindeki yıkıcı etkilerine ilişkin endişelerin ortasında, fiyatlardaki artış, Rusya ve Ukrayna'nın büyük ihracatçısı konumunda olduğu enerji, gübre ve bazı tahıl ve metal emtialarda belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Meydana gelen bu gelişmeler, COVID-19 pandemisi ile ilgili endişelerin azalmasına bağlı olarak talepteki artışla birlikte 2020 yılının ortalarında başlayan emtia fiyatlarındaki geniş tabanlı artışa katkıda bulunmuştur. Küresel ekonomik koşullar toparlanma gösterirken ve buna bağlı olarak emtia talebinde de artışlar meydana gelirken ayrıca emtia üretimi nispeten daha yavaş artarken, yeni üretim kapasitesine yapılan zayıf yatırım ve çeşitli arz kesintileri nedeniyle fiyatların baskı altında kalacağı tahmin edilmektedir.

Enerji fiyatları Mart 2022'de Nisan 2020'deki en düşük seviyelerine göre yaklaşık olarak dört kat artış göstermiştir. 1973 petrol fiyatı artışından bu yana enerji fiyatlarında meydana gelen en büyük artışlardan olmuştur. Benzer şekilde son dönemlerde gübre fiyatlarında yüzde 220, gıda fiyatlarında yüzde 84 artışlar meydana gelmiş olup, 2008'den günümüze kadar en büyük fiyat artışları yaşanmıştır. Fiyatlarda meydana gelen bu artışlar büyük insani ve ekonomik etkiler ortaya çıkarmakta olup, birçok ülkede gıda güvensizliğini ve enflasyonunun artmasına sebep olmuştur (Dünya Bankası, 2022).

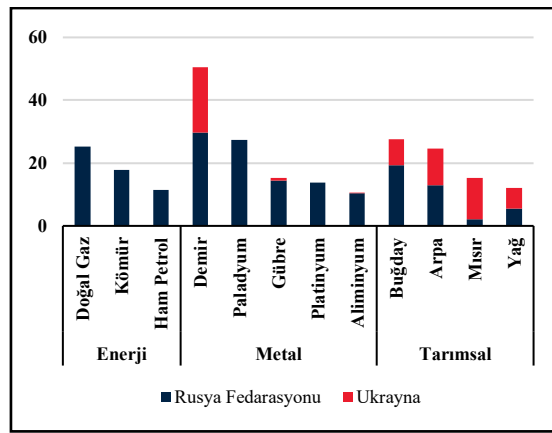


Şekil 1. Emtia Fiyat Endeksi (Ocak 2020=100)

Kaynak: Dünya Bankası, 2022

Şekil 1'den de görüldüğü üzere, tarımsal emtialarda meydana gelen artış 2022 Mart ayında 2021 Aralık ayına göre neredeyse yüzde 30 daha fazla olup, çok keskin bir sıçrama meydana gelmiştir. Yemelik yağ fiyatlarının çoğu, kısmen Güney Amerika'daki üretim eksiklikleri ve Ukrayna'nın ayçiçeği tohumu yağı ihracatındaki kesintiler nedeniyle keskin bir şekilde artmıştır. Buna karşılık, pirinç fiyatlarında ise Çin ve Hindistan'daki bol arza karşılık diğer tarımsal ürünlere göre daha düşük düzeyde bir artış meydana gelmiştir. Gübre fiyatlarına da gübre üretimi için kritik girdiler arasında olan doğal gaz ve kömür fiyatlarındaki artış yansıyor, 2022 yılının birinci çeyreğinde keskin bir şekilde yükselmesine sebep olmuştur (Dünya Bankası, 2022).

Şekil 2'de Rusya ve Ukrayna'nın emtia ihracatı içerisindeki payları gösterilmiştir. Emtia piyasaları, özellikle Rusya veya Ukrayna'nın dünya pazarında önemli ihracatçısı konumunda olduğu emtialar için fiyatları tüm zamanların en yüksek seviyelerine çıkararak bir baskıyla karşı karşıya kalmıştır. Bazı emtia fiyatları, diğer emtiaların üretim maliyetlerinde artışa sebep olmuştur. Örneğin, enerji, yakıt ve gübre gibi girdilerde meydana gelen fiyat artışları, tarımsal üretim girdilerinin maliyetini de artırmıştır. Ukrayna ve Rusya arasındaki savaşla ilgili arz kesintileri, yakıt, kimyasallar ve gübreler de dahil olmak üzere yüksek girdi maliyetleri nedeniyle tarımsal emtia fiyatlarında 2022-2023 yılında da artış yaşanması beklenmektedir.



Şekil 2. Rusya Federasyonu ve Ukrayna'nın Emtia İhracatındaki Payı

Kaynak: Dünya Bankası,2022

Tahıl emtialarında yaşanan bu gelişmelere bağlı olarak, fiyatlarda meydana gelen bu oynaklığın modellenmesi politika yapıcılar, yatırımcılar ve araştırmacılar için önemli bir husus olarak görülmektedir. Gerçekleştirilecek olan tahminler neticesinde, diğer ekonomik faaliyetlerin yanı sıra risk yönetimi, türev fiyatlandırma ve riskten korunma ve portföy seçiminde yaygın olarak kullanılması sağlanacaktır. Tarım fiyatlarının zamana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği iyi bilinmektedir. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (GARCH) modelleri, tahıl emtia fiyatlarının oynaklığını modellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Finansal piyasa oynaklığı, ekonomik performans ve finansal istikrar üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle, koşullu oynaklığın belirlenmesi, risk analizlerinin gerçekleştirilmesi için esas teşkil etmektedir (Ardia, 2008). Ayrıca, zamanla değişen oynaklığın modellenmesi, finansal riski değerlendirmek için oynaklığın izlenmesine olan talebi arttırdığından, finansal zaman serileri literatüründe yaygın olarak kullanıldığı dikkat çekmektedir.

Birçok finansal seri, oynaklık dinamiklerinde yapısal değişiklikler göstermektedir. Bu koşullarda, GARCH tipi modeller kullanılarak gerçekleştirilen oynaklık modellemeleri ve tahminleri, oynaklık hareketlerini tam olarak yansıtmamaktadır (Lamoureux ve Lastrapes, 1990; Bauwens, De Backer ve Dufays, 2014). Hamilton (1989) bu problemin üstesinden gelmenin bir yolunun, GARCH modelinin parametrelerinin, bir Markov sürecini izleyen gizli bir değişkene göre değişmesine izin vermekle çözülebileceğini tespit etmiştir. Bu da MS-GARCH modelini ortaya çıkarmıştır. Bu şekilde modelleme, her rejimde farklı bir GARCH davranışını olarak tanıyarak, düşük ve yüksek oynaklık dönemlerinde varyans dinamiklerindeki farkı yakalamayı mümkün kılmaktadır.

Cai (1994) ve Hamilton ve Susmel (1994) finansal zaman serilerinde ARCH modellerine Markov Değişim yapısını uygulayan ilk çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. GARCH tipi bir model kullanırken, S rejimlerine sahip bir Markov zinciri içerdiğinden, olasılığın değerlendirilmesi, tüm olası S_t yollarının entegrasyonunu gerektirmektedir ki bu da tahmini olanaksız kılmaktadır. Gray (1996), Dueker (1997) ve Klaassen (2002) ilk olarak yol bağımlılık problemi olarak bilinen bu konuyu ele almaya çalışmışlardır. Belirli şemaları kullanarak geçmişteki rejime özgü koşullu varyansları yok ederek bu sorunu çözmüşlerdir. Örneğin, Gray (1996), getirilerin koşullu dağılımının rejim yolundan bağımsız olduğunu öne sürmüş ve GARCH denkleminde gözlemlenmeyen rejimin yolunu, geçmiş varyansın koşullu beklentisi aracılığıyla bütünleştirmiştir. Diğerleri ise MS-GARCH modelini değiştirmeden yol bağımlılığı problemiyle başa çıkmak için alternatif tahmin yöntemleri önermişlerdir.

Augustyniak (2014), Monte Carlo Beklenti Maksimizasyonu (MCEM) ve Monte Carlo Maksimum Olabilirlik (MCML) algoritmalarını kullanarak bir MS-GARCH modeli kullanmış ve maksimum olabilirlik tahminlerinin asimptotik standart hatalarının tahminlerini elde etmiştir. Alternatif bir yaklaşımı düşünen Ardia vd. (2018), Haas vd. (2004) tarafından önerilen ve her rejimin GARCH sürecinin diğer rejimlerden bağımsız olarak gelişmesine olanak tanıyan modelleri geliştirmiştir. Bu yaklaşım yola bağımlılık probleminden kaçınırken, her rejimde varyans dinamiklerinin yorumlanmasında kolaylık sağlamıştır. Ardia vd. (2018) farklı GARCH tipi modellerin (E-GARCH, GJR-GARCH, T-GARCH) MS-GARCH modellerine R-Studio programında kullanımını Ardia vd. (2019) çalışmalarında tanıtmışlardır. Ayrıca, Ardia vd. (2019) riske maruz değer (VaR) ve beklenen eksiklik gibi farklı risk ölçümlerini tahmin etmek için de bu modelleri kullanmışlardır ve MS-GARCH modellerinin diğer tek rejimli GARCH modellerine kıyasla daha tercih edilebilir olduklarını tespit etmişlerdir.

Uygulamalı çalışmalar incelendiğinde, Marcucci (2005), geleneksel GARCH tipi modelleri (GARCH, EGARCH ve GJR-GARCH), S&P100'ün oynaklığını tahmin etme başarısı açısından iki rejim MS GARCH modeliyle karşılaştırmıştır. Moore ve Wang (2007), 1994–2005 yılları arasında Avrupa Birliği'nin beş ülkesinde (Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, Slovenya ve Slovakya) borsa endekslerinin oynaklık yapısını analiz etmişlerdir. Önceki dönemlerdeki yüksek oynaklık dönemine kıyasla, bu piyasaların Avrupa Birliği'ne katıldıkları tarihten itibaren düşük piyasa oynaklığına kalma eğiliminde olduklarını ortaya koymuşlardır. Hu ve Shin (2008), Doğu Asya'daki gelişmekte olan beş piyasaya ve üç gelişmiş piyasa ekonomisi borsa endekslerine MS-GARCH modellerini uygulamışlardır. MS-GARCH modellerinin borsa endeksi verilerinin oynaklık yapısını tespit etmede daha başarılı olduklarını belirlemişlerdir. Wang ve Theobald (2008), 1970-2004 döneminde altı Doğu Asya gelişmekte olan ülkenin borsa endeksi getirilerinin oynaklığını MS-GARCH modelleriyle araştırmıştır. Her borsada birden fazla rejim yapısının söz konusu olduğunu belirlemiştir. Visković vd. (2014), Finansal getirilerin yapısal kırılmalar nedeniyle ani sıçramalar gösterdiğinde, standart GARCH modellerinin oynaklık kalıcılığı gösterdiği, bu nedenle parametrelerin zaman içinde değişmesine olanak tanıyan modellerin daha uygun olduğunu belirtmiştir. Çeşitli orta ve doğu Avrupa ülkelerinin borsa endekslerindeki yapısal değişikliklerin tanımlanması için farklı GARCH tipi modellerini karşılaştırmıştır. MS-GARCH modelinin aşırı kalıcılık sorununu çözdüğünü ve finansal krize tepki olarak ani bir değişiklik meydana geldiğinde oynaklığı tahmin etmede tek rejimli GARCH modellerinden daha iyi performans gösterdiğini belirlemiştir. Sema vd. (2021) S&P500 endeksi getirileri oynaklığında riske maruz değer (VaR) tahminleri gerçekleştirmiş, MS-GJR-GARCH modelinin risk yöneticileri için değerli bir araç olduğunu belirtmiştir. Benzer borsa çalışmaları, Lolea ve Vilcu (2018) ve Korkpoe ve Howard (2019) farklı ülke piyasaları üzerinde uygulanmıştır. Caporale ve Zekokh (2019) ve Hamida ve Scalera (2019) forex piyasalarda gerçekleştirilen diğer çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Pyo (2021), borsa getirilerinin oynaklığında koronavirüs vaka sayısının rejim değişiklik üzerindeki etkisini incelemiştir. COVID-19 vakalarının borsa endeksi getirisi oynaklığı rejimi üzerinde asimetrik bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.

Frömmel (2010), beş Orta ve Doğu Avrupa ülkesindeki döviz kurlarındaki oynaklık rejimlerini araştırmış ve tek rejimli bir GARCH modelinin tahmin edilmesinin neredeyse durağan olmayan varyans süreçlerine yol açmasına rağmen, bir MS-GARCH modelinin uygulanmasının önemli ölçüde daha iyi sonuçlar verdiğini ispatlamıştır. Ardia vd. (2019), Bitcoin piyasasında rejim değişiklik yapısının varlığını MS-GARCH modelleriyle tespit etmişlerdir. Riske maruz değer hesaplamalarında (VaR) MS-GARCH modellerinin tek rejim modellerinden daha iyi tahmin başarı performansı gösterdiğini belirlemişlerdir.

Emtialar üzerinde oynaklık yapısını Markov değişim yaklaşımı çerçevesinde ele alan sınırlı sayıda çalışma söz konusudur. Çifter (2013), İskandinav elektrik enerji piyasasında, elektrik fiyatlarının oynaklığını alternatif

GARCH tipi modellerle incelemiştir. Elektrik fiyatının oynaklık yapısının, rejime bağlı olduğunu tespit etmiştir. MS-GARCH modelinin standart GARCH modellerinden daha doğru oynaklık tahminler sağladığını tespit etmiştir. Naeem vd. (2019) değerli metal emtiaları (altın, gümüş, paladyum ve platin) fiyat getirilerinin oynaklık yapısını MS-GARCH modellerini kullanarak araştırmıştır. Metal emtialarında rejim değişim yapılarının varlıkları belirlenmiş, riske maruz değer hesaplamalarında MS-GARCH modellerin daha doğru sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Zhang et al. (2019), üç tek rejimli GARCH ve iki rejimli MS-GARCH modelini kullanarak ham petrol fiyatı oynaklığını tahmin etmiştir. MS-GARCH modelinin haftalık verilerde daha yüksek tahmin doğruluğu sağladığını tespit etmiştir.

De la Torre-Torres (2019) ve De la Torre-Torres (2020) WTI ham petrol, doğal gaz, mısır ve soya fasulyesi emtialarında fiyat oynaklıklarını belirlemek için, MS ve MS-GARCH modellerini kullanmışlardır. Mısır ve soya fasulyesi emtialarında sırasıyla MS-GARCH veya MS-ARCH modellerinin daha doğru oynaklık tahminleri verdiklerini tespit etmişlerdir. Son birkaç yılda, yaşanan küresel şoklara bağlı olarak tahıl fiyat oynaklığını alternatif yaklaşımlar kullanarak modellemeye artan bir ilgi görülmektedir (Anderluh ve Borovkova, 2008, Egelkraut ve Garcia, 2006, Elder ve Jin, 2007, Triantafyllou vd., 2015 ve Li vd., 2017).

Yukarıda belirtilen piyasa koşulları ve tahıl emtia fiyat oynaklığını modellemek için önceki araştırmalar göz önüne alındığında, oynaklığının başarılı bir şekilde tahmin edilmesini sağlayacak gerekli çerçevelerin geliştirilmesi, politika yapıcılara, yatırımcılara yüksek fiyat oynaklığı dönemlerine hazırlanabilmesi veya önleyici politikalar ya da stratejiler geliştirmesine olanak tanıyacaktır.

Bu çalışma tahıl emtia piyasalarında işlem gören dört ana tahıl emtia (buğday, yulaf, mısır ve soya fasulyesi) getirilerinin oynaklığı asimetrik MS-GARCH yapılarıyla modelleyerek ampirik literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca risk dönemlerini ifade eden yüksek oynaklık dönemindeki kalıcılığı incelemek ve kaldıraç etkilerinin varlığını tespit etmek amaçlanmaktadır. Çalışmada en iyi modellerin seçiminde log-olabilirlik kriteri kullanılmıştır. Ayrıca parametrelerin istatistiksel olarak anlamlılıkları, modellerin istediği ön koşullar ve yüksek oynaklık rejimi için düzleştirilmiş olasılık eğrileri dikkate alınarak nihai modelin tahmin sonuçlarına ilişkin bulgular paylaşılmıştır. Tahıl emtia fiyatlarının oynaklık yapısındaki asimetrik etkileri rejim değişikliği kapsamında ele alan araştırmaların eksikliği, bu çalışmayı diğerlerinden farklılaştırmaktadır.

Asimetrik MS-GARCH analizi kullanılarak elde edilen sonuçlar neticesinde, oynaklığı incelenen dört temel tahıl emtialarında ısrarcı rejim davranışının varlığı saptanmıştır. Yani, emtia getirilerinin düşük oynaklık dönemindeyken tekrar düşük oynaklık döneminde veya yüksek oynaklık dönemindeyken tekrar yüksek oynaklık döneminde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ele alınan bütün emtiaların düşük oynaklık rejimindeyken meydana gelen negatif şokların, pozitif şoklara göre oynaklık üzerinde daha fazla etki ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre tahıl emtia getirilerinde kaldıraç etkisinin varlığının söz konusu olduğu belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

Dünyada gerçekleşen finansal krizler, konjonktürel dalgalanmalar, çeşitli doğal afetler, savaşlar ve hükümetlerin politikalarında meydana gelen keskin değişiklikler nedeniyle finansal serilerde dikkat çekici kırılmalar yaşanmaktadır. Rejim değişim modelleri finansal zaman serilerinde meydana gelen bu ani değişiklikleri yansıması bakımından, oynaklıkların modellenmesi açısından oldukça uygun görülmektedir (Ang ve Bekaert, 2005). Bu çalışmada, tahıl emtia getirileri oynaklıklarının rejim süreci içerip içermediği Markov değişim GARCH modelleriyle araştırılması amaçlanmaktadır.

2.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlamalar Tablo 1’de verilmiştir. Her bir emtia için farklı zaman aralıklarını kapsayacak şekilde günlük kapanış vadeli fiyatlarını içeren zaman serisi verileri kullanılmıştır. Oynaklık kümelenmelerinin daha belirgin bir şekilde ortaya konması ve veri setinin MS-GARCH modellenmesine uydurulması maksadıyla vadeli fiyat serilerinin logaritmik getirileri hesaplanmıştır. T döneminde emtia fiyatlarına ilişkin logaritmik getiri serileri $r_t = 100 * (\ln p_t - \ln p_{t-1})$ formülü kullanılarak elde edilmiştir. Formülde p_t t zamanındaki emtia fiyatını ifade etmektedir. MS-GARCH modellemesinin tahmin prosedürünün içerdiği zorluklar ve yeni bir çalışma alanı olarak henüz ekonometrik paket programlarına tam olarak entegre edilmemiş olması nedeniyle analizlerin büyük bir çoğunluğu RStudio programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RStudio programı ile yürütülen analizlerde, Ardia vd. (2019)

çalışmalarında öne sürdükleri MS-GARCH modellerinin maksimum olabilirlik ve Markov Zinciri Monte Carlo yöntemlerini kullanarak parametre tahminlerini gerçekleştiren “MSGARCH” alt paketi kullanılmıştır.

Tablo 1. Değişken Açıklamaları

Değişken	Tanımı	Örneklem Dönemi	Kaynak	Gözlem Sayısı
Buğday	Buğday Vadeli İşlemleri kapanış fiyatı (Bir kile \$)	01/01/2014-26/05/2022	investing.com	2157
Mısır	Mısır Vadeli İşlemleri kapanış fiyatı (Bir kile \$)	01/01/2014-26/05/2022	investing.com	2146
Soya Fasulyesi	Soya Fasulyesi İşlemleri kapanış fiyatı (Bir kile \$)	01/01/2014-26/05/2022	investing.com	2150
Yulaf	Yulaf Vadeli İşlemleri (Bir kile \$)	01/01/2014-26/05/2022	investing.com	2122

2.2. Verilerin Analizi

Çalışmada MS-GARCH modelinin tahmini için Ardia vd. (2018), Ardia vd. (2019)'nin gösterimi takip edilmiştir, burada koşullu varyans süreci rejim değişimine bağlıdır. $t-1$ 'e kadar gözlemlenen bilgi kümesini p_{t-1} ile gösterilir. Yani, $v_{t-1} \equiv \{r_{t-i}, i > 0\}$ şeklindedir. Ardia vd. (2018), aşağıdaki spesifikasyonu kullanarak MS-GARCH modelini ifade etmiştir.

$$r_t | (s_t = k, v_{t-1}) \sim \mathcal{D}(0, h_{k,t}, \xi_k)$$

Burada $\mathcal{D}(0, h_{k,t}, \xi_k)$ sıfır ortalamalı sürekli (koşullu) bir dağılımdır, $h_{k,t}$ zamanla değişen varyans ve ξ_k vektörü ek şekil parametrelerini içermektedir (örneğin, asimetri, basıklık). Gizli değişken s_t , ayrık uzayda $(1, \dots, K)$ tanımlanır ve yukarıda tanımlandığı gibi bir $K \times K$ geçiş olasılık matrisi X ile gözlemlenmemiş birinci dereceden ergodik homojen Markov zincirine göre gelişmektedir. $E[r_t | (s_t = k, v_{t-1}) = h_{kt}]$ eşitliğinde h_{kt} , $s_t = k$ 'nin gerçekleşmesine bağlı olan r_t 'nin varyansıdır ve v_{t-1} GARCH tipi bir modelin varyansını belirtir; yani, $s_t = k$ rejimine bağlıdır.

Markov değişim yapısı çerçevesinde çalışmada kullanılan MS-GARCH süreçlerine ilişkin modeller aşağıda gösterilmiştir.

Engle (1982) öne sürdüğü ARCH modeli $k = 1, 2, \dots, K$ rejim süreçleri için,

$$h_{k,t} = \alpha_{0,k} + \alpha_{1,k} y_{t-1}^2$$

şeklindedir. Pozitiflik koşulunun sağlanması için hem $\alpha_{0,k} > 0$ hem de $\alpha_{1,k} \geq 0$ olması gerekmektedir. Her rejimde kovaryans-durağanlığın sağlanması için ise $\alpha_{1,k} < 1$ olması gerekmektedir.

Bollerslev (1986) öne sürdüğü GARCH modeli $k = 1, 2, \dots, K$ için,

$$h_{k,t} = \alpha_{0,k} + \alpha_{1,k} y_{t-1}^2 + \beta_k h_{k,t-1}$$

şeklindedir. Pozitiflik koşulunun sağlanması için $\alpha_{0,k} > 0$, $\alpha_{1,k} \geq 0$ ve $\beta_k \geq 0$ olması gerekmektedir. Her rejimde kovaryans-durağanlığın sağlanması için ise $\alpha_{1,k} + \beta_k < 1$ olması gerekmektedir.

Nelson (1991) tarafından öne sürülen EGARCH modeli $k = 1, 2, \dots, K$ için,

$$\ln(h_{k,t}) = \alpha_{0,k} + \alpha_{1,k} (|\eta_{k,t-1}| - E[|\eta_{k,t-1}|]) - \alpha_{2,k} \eta_{k,t-1} + \beta_k \ln(h_{k,t-1})$$

şeklindedir. Burada $E[|\eta_{k,t-1}|]$ beklentisi, k rejimine bağlı dağılıma göre alınır. $\alpha_{2,k}$ geçmişteki olumsuz olayların koşullu oynaklık üzerinde aynı büyüklükteki geçmiş olumlu olaylardan daha büyük bir etkiye sahip olduğu kaldıraç etkisini dikkate almaktadır (Black 1976; Christie 1982). Pozitiflik şartı, model tarafından otomatik olarak sağlanmaktadır. Kovaryans-durağanlık her rejimde $\beta_k < 1$ koşuluyla elde edilmektedir.

Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından önerilen eşik değerli ARCH (TARCH) model volatilité de asimetriyi dikkate almaktadır. TARCH modelinde şok olarak adlandırılan olumlu ve olumsuz haberlerin volatilité üzerindeki etkisinin birbirinden farklı yani asimetric olduğu varsayılmaktadır. Zakoian (1994) volatilitéde asimetriyi dikkate alan ancak TARCH modelinden farklı bir fonksiyon kalıbı önermiştir. TGARCH olarak adlandırılan bu model, hata terimlerinin işaretlerine bağlı olarak oynaklık üzerindeki farklı tepkileri

gösteren parçalı doğrusal bir fonksiyondur. TGARCH modeli $k = 1, 2, \dots, K$ rejim süreçleri için aşağıda verilmiştir. $\alpha_{2,k}$ parametresi, k rejiminde geçmiş şoka verilen koşullu oynaklık tepkisindeki asimetri derecesini kontrol etmektedir. Pozitiflik koşulunun sağlanması için $\alpha_{0,k} > 0$, $\alpha_{1,k} \geq 0$, $\alpha_{2,k} \geq 0$ ve $\beta_k \geq 0$ olması gerekmektedir. Her rejimde kovaryans-durağanlık, $\alpha_{1,k} + \alpha_{2,k} E[\eta_{k,t-1}^2 \mathbb{1}\{\eta_{k,t} < 0\}] + \beta_k < 1$ istenmesiyle elde edilir.

$$h_{k,t} = \alpha_{0,k} + (\alpha_{1,k} + \alpha_{2,k} \mathbb{1}\{y_{t-1} < 0\}) y_{t-1}^2 + \beta_k h_{k,t-1}$$

Zakoian (1994), koşullu oynaklığın bağımlı değişken olduğu TGARCH modelini tanıtmıştır. Markov değişim yaklaşımıyla bu model $k = 1, \dots, K$ olmak üzere aşağıda verilmiştir.

$$h_{k,t}^{1/2} = \alpha_{0,k} + (\alpha_{1,k} \mathbb{1}\{y_{t-1} \geq 0\} - \alpha_{2,k} \mathbb{1}\{y_{t-1} < 0\}) y_{t-1} + \beta_k h_{k,t-1}^{1/2}$$

Burada pozitiflik şartını sağlamak için $\alpha_{0,k} > 0$, $\alpha_{1,k} > 0$, $\alpha_{2,k} > 0$ ve $\beta_k \geq 0$ koşullarının yerine gelmesi gerekmektedir. Her rejimde kovaryans-durağanlık, $\alpha_{1,k}^2 + \beta_k^2 - 2\beta_k(\alpha_{1,k} + \alpha_{2,k}) E[\eta_{k,t} \mathbb{1}\{\eta_{k,t} < 0\}] - (\alpha_{1,k}^2 - \alpha_{2,k}^2) E[\eta_{k,t}^2 \mathbb{1}\{\eta_{k,t} < 0\}] < 1$ şartıyla sağlanmaktadır.

Ardia vd. (2019)'nın yaklaşımındaki bir diğer esneklik, birkaç farklı dağılım seçeneği sunmaktadır. Bunlar; Standart Normal dağılım, Student-t dağılımı, GED dağılımı, çarpık Normal dağılım, çarpık Student-t ve çarpık GED dağılımı şeklindedir. Modellerim tanımlaması, Markov zincirinin her rejiminde standartlaştırılmış değişikliklerin $\eta_{t,k}$ koşullu dağılımını tanımlayarak tamamlanmaktadır. Her dağılım, sıfır ortalama ve birim varyansa sahip olacak şekilde standartlaştırılmıştır (Ardia vd., 2019).

MS-GARCH modellerinin tahmini iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunlar maksimum olabilirlik (ML) ya da Bayesian Markov zinciri Monte Carlo (MCMC) teknikleridir. Çalışmada maksimum olabilirlik yaklaşımı kullanılarak tahminler gerçekleştirilmiştir. Her iki yaklaşım da olabilirlik fonksiyonunun hesaplanmasını gerektirmektedir. $\psi \equiv (\theta_1, \xi_1, \dots, \theta_K, \xi_K, P)$ parametre vektörünü göstermek üzere, olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$L(\psi|I_T) = \prod_{t=1}^T f(y_t|\psi, I_{T-1})$$

Bu denklemde $f(y_t|\psi, I_{T-1})$ I_{T-1} geçmiş gözlem değerleriyle y_t 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonunu, ψ ise model parametrelerini göstermektedir. MS-GARCH için, y_t 'nin koşullu olasılık fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$f(y_t|\psi, I_{T-1}) \equiv \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K p_{i,j} z_{i,t-1} f_D(y_t|s_t = j, \psi, I_{T-1})$$

Burada, $z_{i,t-1} \equiv P[s_{t-1} = i|\psi, I_{T-1}]$ $t - 1$ zamanında i rejiminin filtrelenmiş olasılığını temsil etmektedir. ML tahmincisi $\hat{\psi}$, olabilirlik fonksiyonunun logaritmasını maksimize ederek elde edilmektedir (Ardia vd., 2019).

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de verilen istatistiklere göre, minimum -3,61 (Yulaf) maksimum ise 2,823 (Buğday) ile uç değerlerin olduğu belirlenmiştir. Standart sapmalar incelendiğinde Yulaf ve Buğday getirilerinin daha yüksek olduğu, dolayısıyla mısır ve soya fasulyesine göre daha fazla oynaklık gösterdiği görülmüştür.

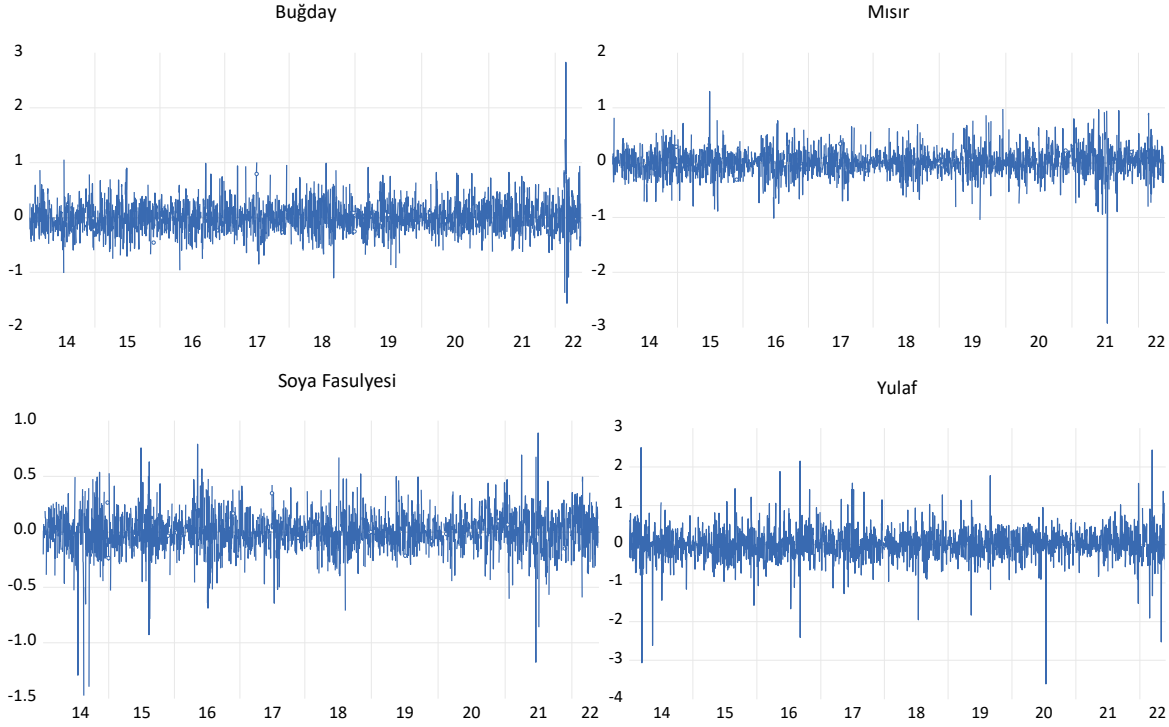
Basıklık değerlerine göre yulaf ve mısır normallikten en geniş sapmayı gösterdiği sırasıyla soya fasulyesi ve buğdayın da bunları takip ettiği tespit edilmiştir. Çarpıklık katsayılarının mısır, soya fasulyesi ve yulaf için negatif, buğday için ise pozitif olduğu görülmektedir. Buğdayda piyasa daralma dönemlerinin baskın olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	n	Ort.	Std.	Min.	Maks.	Çarp.	Basık.
Buğday	2155	0,005	0,299	-1,562	2,823	0,503	8,022
Mısır	2144	0,005	0,258	-2,926	1,297	-0,671	12,216
Soya Fasulyesi	2148	0,002	0,186	-1,476	0,891	-0,727	9,384
Yulaf	2155	0,005	0,403	-3,611	2,500	-0,593	12,623

Şekil 3 sırasıyla buğday, mısır, soya fasulyesi ve yulaf vadeli işlem getirilerinin gelişimini göstermektedir. 2021-2022 dönemlerinde özellikle COVID-19'un ve Rusya-Ukrayna savaşının küresel piyasalara getirdiği

yüksek oynaklık, asimetri ve normallikten sapmalar gibi etkileri görüldüğü dikkat çekmektedir. Yine bazı dönemlerde de dünyada gelişen ani olaylar neticesinde getirilerde aşırı sapmaların yaşandığı görülmektedir. Tüm bu özellikler incelenen bütün emtialarda mevcuttur.



Şekil 3. Değişkenlere Ait Getiri Grafikleri

Değişkenlere ilişkin Ng-Perron birim kök testi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Buğday serisi için Ng-Perron test istatistikleri sırasıyla $MZa=-14,494$, $MZt=-2,685$, $MSB=0,185$ ve $MPT= 1,718$ olarak elde edilmiştir. Her bir test istatistiği %5 önem düzeyindeki Ng-Perron (2001) kritik değerlerinden küçük olduğundan sıfır hipotezi reddedilmektedir. Ng-Perron birim kök testine göre Buğday serisinin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir. Mısır serisi için Ng-Perron test istatistikleri sırasıyla $MZa=-1070,98$, $MZt=-23,138$, $MSB=0,022$ ve $MPT= 0,025$ olarak elde edilmiştir. Her bir test istatistiği %5 önem düzeyindeki Ng-Perron (2001) kritik değerlerinden küçük olduğundan sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Ng-Perron birim kök testine göre mısır serisinin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir. Soya Fasulyesi serisi için Ng-Perron test istatistikleri sırasıyla $MZa=-8,504$, $MZt=-2,039$, $MSB=0,229$ ve $MPT= 2,972$ olarak elde edilmiştir. Her bir test istatistiği %5 önem düzeyindeki Ng-Perron (2001) kritik değerlerinden küçük olduğundan sıfır hipotezi reddedilmektedir. Ng-Perron birim kök testine göre Soya Fasulyesi serisinin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir. Yulaf serisi için Ng-Perron test istatistikleri sırasıyla $MZa=-11,853$, $MZt=-2,406$, $MSB=0,203$ ve $MPT= 2,180$ olarak elde edilmiştir. Her bir test istatistiği %5 önem düzeyindeki Ng-Perron (2001) kritik değerlerinden küçük olduğundan sıfır hipotezi reddedilmektedir. Ng-Perron birim kök testine göre yulaf serisinin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 3. NG-Perron Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Test İstatistiği			
	MZa	MZt	MSB	MPT
Buğday	-14,4940	-2,68513	0,18526	1,71753
Mısır	-1070,98	-23,1378	0,02160	0,02458
Soya Fasulyesi	-8,50362	-2,03915	0,22980	2,97181
Yulaf	-11,8533	-2,40636	0,20301	2,18011

%5 önem düzeyinde kritik değerler: $MZa=-8,10$; $MZt=-1,98$; $MSB=0,23$; $MPT=3,17$

H_0 : Seri birim kök içermektedir.

Tahıl emtialarının MS-GARCH analizleri, Tablo 4’de gösterilmektedir. Tablo 4’de verilen MS-GARCH analizi sonuçlarına göre Buğdaya ait koşullu ortalama parametreleri (α_{01}, α_{02}) %5 önem düzeyinde istatistik olarak

anlamli bulunmuştur. ARCH (α_{11}, α_{12}) ve GARCH (β_1, β_2) parametrelerinin birinci ve ikinci rejimlerde istatistiksel olarak anlamli olması, koşullu değişen varyans etkilerinin rejimler arasında farklılık gösterdiğini ifade etmektedir. Asimetri katsayılarının (α_{21}, α_{22}) anlamli olması pozitif ve negatif şokların oynaklık üzerindeki etkisinin farklı olduğunu göstermektedir. Asimetri katsayılarının negatif işaretleri ise ilgili olduğu rejimde tahıl emtia piyasalarında kaldıraç etkisinin bulunduğunu, piyasada meydana gelebilecek negatif bir şokun pozitif şoklara kıyasla oynaklığa daha fazla etki edeceğini göstermektedir.

Modellemede kullanılan Student-t, GED, çarpık Student-t ve çarpık GED ($\nu_{11}, \chi_{11}, \nu_{12}, \chi_{12}$) dağılımının parametrelerinin de istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamli olması, getirilerin dağılımının normal olmadığını belirtmektedir. ARCH parametrelerinin GARCH parametrelerine kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, rejimin düşük oynaklıktan yüksek oynaklık periyoduna değişmesi halinde ARCH parametrelerinin oynaklık üzerindeki etkisinin azaldığını, GARCH parametresi etkisinin ise arttığını ifade etmektedir.

Tablo 4. Model Tahmin Sonuçları

Parametre	Buğday	Mısır	Soya Fasulyesi	Yulaf
Model	SGARCH- EGARCH (sstd-sged)	SGARCH- EGARCH (std-ged)	TGARCH- EGARCH (sstd-sged)	SGARCH- EGARCH (sged-sged)
α_{01}	0,0049* (0,0012)	0,0059* (0,0027)	0,0031* (0,0003)	0,0025* (0,0004)
α_{11}	0,0273* (0,0083)	0,0771* (0,0497)	0,0427* (0,0061)	0,0054* (0,0013)
α_{21}	-	-	0,0372* (0,0049)	-
β_1	0,8979* (0,0492)	0,8454* (0,0373)	0,9486* (0,0011)	0,9635* (0,0041)
ν_{11}	10,3752* (2,5652)	6,9365* (1,1157)	7,3726* (0,6078)	1,5354* (0,0848)
χ_{11}	1,1660* (0,0499)	-	0,9764* (0,0295)	1,0061* (0,0312)
α_{02}	-0,2151* (0,0689)	5,5073* (0,4681)	-0,2197* (0,0202)	0,0554* (0,0069)
α_{12}	0,1431* (0,0604)	0,2686* (0,1325)	0,0918* (0,0344)	0,1760* (0,0194)
α_{22}	-0,1970* (0,0460)	-0,3218* (0,0950)	-0,2524* (0,0786)	-0,2330* (0,0315)
β_2	0,8983* (0,0328)	0,4727* (0,1110)	0,8420* (0,0287)	0,9284* (0,0082)
ν_{12}	2,2351* (0,2878)	1,0631* (0,1130)	1,2493* (0,1983)	0,8045* (0,0683)
χ_{12}	1,0759* (0,0906)	-	0,3090* (0,0690)	0,6663* (0,0136)
P_{12}	0,0062* (0,0100)	0,9956* (0,0080)	0,9881* (0,0272)	0,9384* (0,0371)
P_{21}	0,0183* (0,0035)	0,0166* (0,0021)	0,0119* (0,0016)	0,0616* (0,0096)
State 1	0,7470	0,7916	0,9612	0,8759
State 2	0,2530	0,2084	0,0388	0,1241
LL	-302,2162	75,8654	787,0487	-822,2097
AIC	630,4323	-129,7309	-1546,0874	1670,4195
BIC	704,2144	-67,3561	-1466,6754	1743,9887

Not: Parantez içerisindeki değerler standart hataları göstermektedir.

*%5 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılıkları ifade etmektedir.

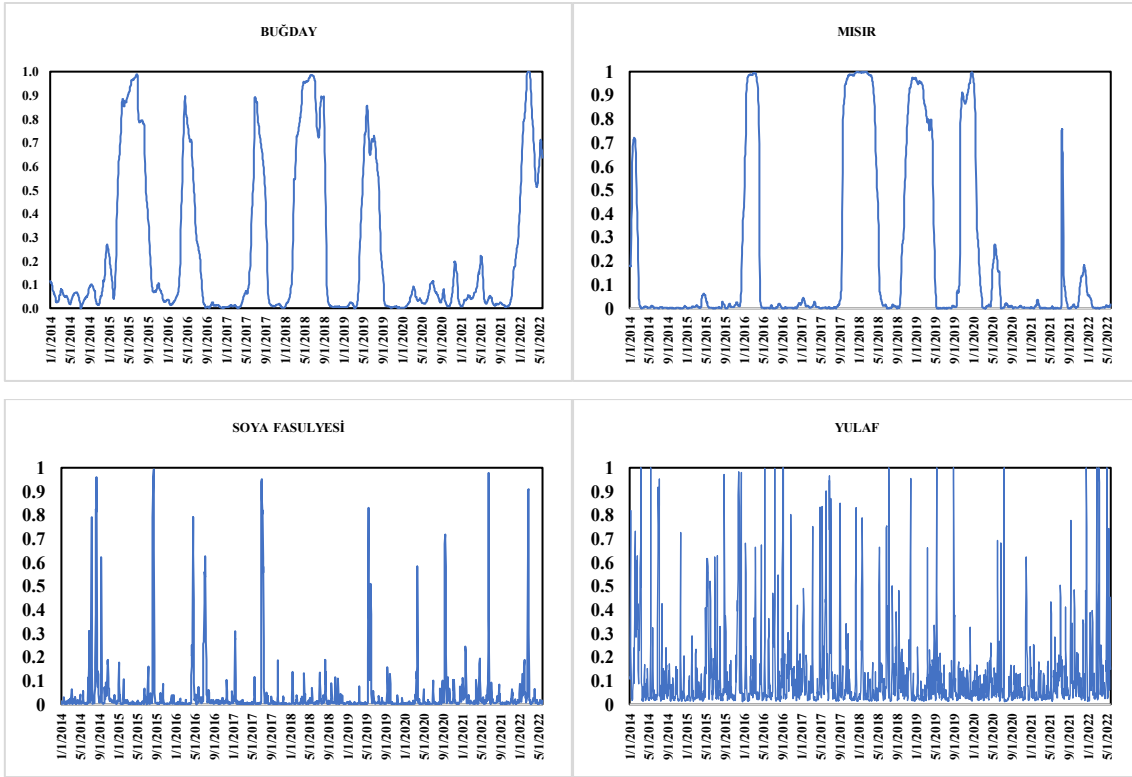
Buğday serisinin düşük oynaklık dönemi olan rejim 1’de kalma olasılığının (State 1) %75, yüksek oynaklık rejimi olan rejim 2’de kalma olasılığının (State 2) ise yaklaşık %25 olduğu tespit edilmiştir. Rejimler arası geçiş olasılıklarına (p_{12} , p_{21}) bakılacak olunursa, düşük oynaklık döneminden yüksek oynaklık dönemine geçme olasılığının yaklaşık olarak %2 olduğu tespit edilmiştir. Mısır getiri serisinde rejim1 yüksek oynaklık dönemini, rejim 2 ise düşük oynaklık dönemini temsil etmektedir. Mısır getiri serisinin düşük oynaklık döneminde kalma olasılığının %79, yüksek oynaklık döneminde kalma olasılığının ise %21 olduğu bulunmuştur. Mısır getiri serisinde ele alınan örneklem dönemi için yüksek oynaklık döneminden düşük oynaklık dönemine geçiş olasılığının %2 olarak elde edilmiştir.

Soya fasulyesi serisinin düşük oynaklık döneminde kalma olasılığı %98 ve yüksek oynaklık döneminde kalma olasılığı ise %1,2 olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesi getiri serisinin yüksek oynaklık döneminden düşük oynaklık dönemine geçiş olasılığının %3,8 olduğu tespit edilmiştir.

Yulaf getiri serisinin düşük oynaklık döneminde kalma olasılığının %88, yüksek oynaklık döneminde kalma olasılığının ise %12 olduğu tespit edilmiştir. Yulaf serisinde yüksek oynaklık döneminden düşük oynaklık dönemine geçiş olasılığının %6,16 olduğu belirlenmiştir.

Tahıl emtialarının MS-GARCH analizleri neticesinde elde edilen düzleştirilmiş olasılık grafikleri, Şekil 4’de gösterilmektedir. Şekil 4’de emtialarının bazı dönemlerde 0,5 olasılık değerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buğday ve Mısırın yüksek rejimde bulunma olasılığı dönemlerinde süreler daha uzun iken, soya fasulyesi ve yulafta ise bu durumun daha kısa olduğu gözlemlenmektedir.

Düzleştirilmiş olasılık grafiklerinde, 2018-2019 yıllarında buğday ve mısır başta olmak üzere vadeli işlem fiyatlarının ara ara yüksek oynaklık rejimde olma durumlarını ortaya çıkardığı görülmektedir. 2019 yılında yüksek oynaklık periyodu içerisinde kalan kısımların COVID-19 küresel salgın hastalığının neden olduğu küresel ekonomik politika belirsizliğine, 2022 yılında yüksek oynaklık rejimi dönemlerinin ise Rusya-Ukrayna savaşı sebebiyle arz kaynaklı problemlerin ortaya çıkmasının sebep olduğu ifade edilebilir.



Şekil 4. Düzleştirilmiş Olasılık Grafikleri

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

2019 yılında COVID-19 küresel salgın hastalığının neden olduğu küresel ekonomi politikası belirsizliğinde meydana gelen artış, uluslararası tahıl fiyatlarının yükselişini önemli ölçüde etkilemiştir. Uluslararası tahıl

fiyatları yalnızca gıda fiyatlarını doğrudan etkilemekle kalmamış, aynı zamanda yukarı ve aşağı zincir aktarımı yoluyla genel fiyat oynaklığını da etkilemiştir. 1998'den günümüze, uluslararası tahıl fiyatları, özellikle 2008'in başlarındaki küresel tahıl krizi ve 2019'da COVID-19'un patlak vermesi sırasında uzun vadeli ve şiddetli dalgalanmalar yaşamıştır. Uluslararası tahıl fiyatlarının sürekli dalgalanması, yalnızca küresel tahıl güvenliğini değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal istikrarı da tehdit ederek uluslararası tahıl piyasasına büyük bir belirsizlik meydana getirmiştir. Bu nedenle, ülkeler uluslararası tahıl fiyatlarının değişen trendine büyük önem vermekte ve tahıl fiyatlarının istikrara kavuşturulmasını ekonomik ve sosyal politikaların önemli bir hedefi olarak görmektedir. Bu noktada tahıl fiyatlarında yaşanan fiyat oynaklıklarının etkin bir şekilde modellenmesi önemli bir husus olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada asimetrik MS-GARCH yaklaşımlarını kullanarak vadeli temel tahıl emtia fiyatlarının oynaklık yapılarının modellenmesi amaçlanmıştır.

Emtia fiyatlarını modellemede hem tahmin kolaylığı hem de finansal açıdan kolay yorumlanabilirlik sağlaması sebebiyle fiyat getirilerinde yüksek ve düşük oynaklık dönemlerini temsil eden iki rejimli yapı tercih edilmiştir. MS-GARCH analizi neticesinde ele alınan bütün emtialarda ısrarcı rejim yapılarının görüldüğü belirlenmiştir. Yani herhangi bir emtianın düşük oynaklık döneminde iken yine düşük oynaklık döneminde veya yüksek oynaklık döneminde iken yine yüksek oynaklık döneminde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Buğday, mısır, yulaf ve soya fasulyesi emtialarında düşük oynaklık rejiminde negatif şokların pozitif şoklara kıyasla oynaklık üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu durum tahıl emtialarının getirilerinde kaldıraç etkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Buğday getirilerinin %25, mısır getirilerinin %21, soya fasulyesi getirilerinin %1,2 ve yulaf getirilerinin %12 yüksek oynaklık döneminde kaldığı tespit edilmiştir. Tahıl vadeli işlem piyasalarında en fazla yüksek oynaklık döneminde buğday getirilerinde yaşandığı belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan tahıl emtia getiri oynaklıklarındaki yüksek değerler genellikle dünya pazarında önemli tahıl ihracatçısı konumunda olan ülkelerde yaşanan kuraklık, aşırı yağışlar ayrıca ihracat politikalarında yaşanan ani değişiklikler, 2019 COVID-19 küresel salgını ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşına karşılık geldiği görülmektedir. Bu durum düzleştirilmiş olasılık grafiklerinde de görülmüştür.

MS modelleri, öncelikle Brooks ve Persaud'ın (2001) önerdiği gibi, yatırım amaçlı kullanılabilir. Daha spesifik olarak, bir yatırımcı, hangi varlığa hangi dönemde yatırım yapacağını, düzleştirilmiş olasılık grafiklerine bakarak karar verebilir. Fiyat oynaklıklarının farklı rejim yapılarına göre analiz edilmesini sağlayan MS-GARCH tipi modellerin kullanılması yüksek belirsizlik ortamında daha kesin öngörüler yapılmasını ve meydana gelebilecek risklerin azaltılmasını sağlayabilecektir. Hisse senedi piyasalarında, Hauptmann vd. (2014) ve Kristjanpoller ve Mitchell (2018) emtia piyasalarında ise Torre-Torres vd. (2020) yatırımcıların doğru kararlar verebilmesi için Markov değişim modellerinin kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu durum özellikle yüksek oynaklık rejimi dönemlerinde riski azaltmada fayda sağlayabilmektedir. Yani yatırımcı, düşük oynaklık rejiminde riskli bir finansal varlığa ve yüksek oynaklık döneminde ise risksiz bir varlığa yatırım yapmasına öncülük edebilmektedir. Çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde de tahıl emtiaların yüksek ve düşük oynaklık rejim dönemlerinde etkilendiği unsurları tespit edilmiştir. Bu dönemler dikkate alınarak gelecekte de meydana gelebilecek benzer süreçlere karşı yatırımcıların doğru pozisyon alması sağlanabilir.

İlerleyen çalışmalarda, MS-GARCH modelleri kullanılarak elde edilecek koşullu oynaklık değerleri ile finansal ve iktisadi değişkenler arasındaki ilişkiler, alternatif zaman serisi yaklaşımlarıyla ortaya konulabilir.

KAYNAKÇA

- Anderluh, J., & Borovkova, S. (2008). Commodity volatility modelling and option pricing with a potential function approach. *European journal of Finance*, 14(2), 91-113.
- Ang, A., Bekaert, G., & Liu, J. (2005). Why stocks may disappoint. *Journal of Financial Economics*, 76(3), 471-508.
- Ardia, D. (2008). Financial risk management with Bayesian estimation of GARCH models (Vol. 612). Heidelberg: Springer.
- Ardia, D., Bluteau, K., & Rüede, M. (2019). Regime changes in Bitcoin GARCH volatility dynamics. *Finance Research Letters*, 29, 266-271.

- Ardia, D., Bluteau, K., Boudt, K., & Catania, L. (2018). Forecasting risk with Markov-switching GARCH models: A large-scale performance study. *International Journal of Forecasting*, 34(4), 733-747.
- Ardia, D., Bluteau, K., Boudt, K., Catania, L., & Trottier, D. A. (2019). Markov-switching GARCH models in R: The MSGARCH package. *Journal of Statistical Software*, 91(4).
- Augustyniak, M. (2014). Maximum likelihood estimation of the Markov-switching GARCH model. *Computational Statistics & Data Analysis*, 76, 61-75.
- Bauwens, L., De Backer, B., & Dufays, A. (2014). A Bayesian method of change-point estimation with recurrent regimes: Application to GARCH models. *Journal of Empirical Finance*, 29, 207-229.
- Bellemare, M. F., Barrett, C. B., & Just, D. R. (2013). The welfare impacts of commodity price volatility: evidence from rural Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(4), 877-899.
- Black, F. (1976). Studies of stock market volatility changes. *1976 Proceedings of the American statistical association business and economic statistics section*.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Bouët, A., & Laborde Debucquet, D. (2012). Food crisis and export taxation: the cost of non-cooperative trade policies. *Review of World Economics*, 148(1), 209-233.
- Brooks, C., & Persaud, G. (2001). The trading profitability of forecasts of the gilt-equity yield ratio. *International journal of forecasting*, 17(1), 11-29.
- Cai, J. (1994). A Markov model of switching-regime ARCH. *Journal of Business & Economic Statistics*, 12(3), 309-316.
- Caporale, G. M., & Zekokh, T. (2019). Modelling volatility of cryptocurrencies using Markov-Switching GARCH models. *Research in International Business and Finance*, 48, 143-155.
- Cifter, A. (2013). Forecasting electricity price volatility with the Markov-switching GARCH model: Evidence from the Nordic electric power market. *Electric Power Systems Research*, 102, 61-67.
- De la Torre-Torres, O.V.; Galeana-Figueroa, E.; Álvarez-García, J. (2019). A test of using markov-switching GARCH models in oil and natural gas trading. *Energies*, 13, 129.
- De la Torre-Torres, D., Oscar, V., Aguila-socho-Montoya, D., Álvarez-García, J., & Simonetti, B. (2020). Using Markov-switching models with Markov chain Monte Carlo inference methods in agricultural commodities trading. *Soft Computing*, 24(18), 13823-13836.
- Demeke, M., Spinelli, A., Croce, S., Pernechele, V., Stefanelli, E., Jafari, A., ... & Roux, C. (2014). *Food and agriculture policy decisions: trends, emerging issues and policy alignments since the 2007/08 food security crisis*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Dueker, M. J. (1997). Markov switching in GARCH processes and mean-reverting stock-market volatility. *Journal of Business & Economic Statistics*, 15(1), 26-34.
- Egelkraut, T. M., & Garcia, P. (2006). Intermediate volatility forecasts using implied forward volatility: The performance of selected agricultural commodity options. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 508-528.
- Elder, J., & Jin, H. J. (2007). Long memory in commodity futures volatility: A wavelet perspective. *Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products*, 27(5), 411-437.
- Enders, W. (2015). *Applied econometric time series fourth edition*. New York (US): University of Alabama.
- Frömmel, M. (2010). Volatility regimes in Central and Eastern European countries' exchange rates. *Czech Journal of Economics and Finance*, 60(1), 2-21.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.

- Gray, S. F. (1996). Modeling the conditional distribution of interest rates as a regime-switching process. *Journal of Financial Economics*, 42(1), 27-62.
- Haas, M., Mittnik, S., & Paolella, M. S. (2004). A new approach to Markov-switching GARCH models. *Journal of financial Econometrics*, 2(4), 493-530.
- Hamida, H. B. H., & Scalera, F. (2019). Threshold Mean Reversion and Regime Changes of Cryptocurrencies using SETAR-MSGARCH Models. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 9(3), 221-229.
- Hamilton, J. D., & Susmel, R. (1994). Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. *Journal of econometrics*, 64(1-2), 307-333.
- Hauptmann, J., Hoppenkamps, A., Min, A., Ramsauer, F., & Zagst, R. (2014). Forecasting market turbulence using regime-switching models. *Financial Markets and Portfolio Management*, 28(2), 139-164.
- Hu, L., & Shin, Y. (2008). Optimal test for Markov switching GARCH models. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 12(3).
- Klaassen, F. (2002). Improving GARCH volatility forecasts with regime-switching GARCH. In *Advances in Markov-switching models* (pp. 223-254). Physica, Heidelberg.
- Korkpoe, C. H., & Howard, N. (2019). Volatility model choice for sub-Saharan frontier equity markets-A Markov regime switching Bayesian approach. *EMAJ: Emerging Markets Journal*, 9(1), 69-79.
- Kristjanpoller, W., & Michell, K. (2018). A stock market risk forecasting model through integration of switching regime, ANFIS and GARCH techniques. *Applied soft computing*, 67, 106-116.
- Lamoureux, C. G., & Lastrapes, W. D. (1990). Persistence in variance, structural change, and the GARCH model. *Journal of Business & Economic Statistics*, 8(2), 225-234.
- Li, N., Ker, A., Sam, A. G., & Aradhyula, S. (2017). Modeling regime-dependent agricultural commodity price volatilities. *Agricultural economics*, 48(6), 683-691.
- Lolea, I. C., & Vilcu, L. C. (2018, May). Measures of volatility for the Romanian Stock Exchange: a regime switching approach. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* (Vol. 12, No. 1, pp. 544-556).
- Marcucci, J. (2005). Forecasting stock market volatility with regime-switching GARCH models. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 9(4).
- Mason, N. M., & Myers, R. J. (2013). The effects of the Food Reserve Agency on maize market prices in Zambia. *Agricultural Economics*, 44(2), 203-216.
- Moore, T., & Wang, P. (2007). Volatility in stock returns for new EU member states: Markov regime switching model. *International Review of Financial Analysis*, 16(3), 282-292.
- Naeem, M., Tiwari, A. K., Mubashra, S., & Shahbaz, M. (2019). Modeling volatility of precious metals markets by using regime-switching GARCH models. *Resources Policy*, 64, 101497.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 347-370.
- Ng, S., & Perron, P. (2001). Lag length selection and the construction of unit root tests with good size and power. *Econometrica*, 69(6), 1519-1554.
- Pyo, D. J. (2021). The COVID-19 and stock return volatility: Evidence from South Korea. *East Asian Economic Review*, 25(2), 205-230.
- Romero-Aguilar, R. S. (2015). Essays on the world food crisis: A quantitative economics assessment of policy options. The Ohio State University.

- Sema, G., Konte, M. A., & Diongue, A. K. (2021). Forecasting Value-at-Risk using Markov Regime-Switching asymmetric GARCH model with Stable distribution in the context of the COVID-19 pandemic. *African Journal of Applied Statistics*, 8(1), 1049-1071.
- Triantafyllou, A., Dotsis, G., & Sarris, A. H. (2015). Volatility forecasting and time-varying variance risk premiums in grains commodity markets. *Journal of Agricultural Economics*, 66(2), 329-357.
- Visković, J., Arnerić, J., & Rozga, A. (2014). Volatility switching between two regimes. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 8(3), 699-703.
- Wang, P., & Theobald, M. (2008). Regime-switching volatility of six East Asian emerging markets. *Research in International Business and Finance*, 22(3), 267-283.
- World Bank Group. 2022. *Commodity Markets Outlook: Pandemic, war, recession: Drivers of aluminum and copper prices*, October 2022. World Bank, Washington, DC.
- Zakoian, J.M., Threshold Heteroscedastic Models, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, 1994, 931-955.
- Zhang, Y. J., Yao, T., He, L. Y., & Ripple, R. (2019). Volatility forecasting of crude oil market: Can the regime switching GARCH model beat the single-regime GARCH models?. *International Review of Economics & Finance*, 59, 302-317.