



Altın Volatilitésinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemler ile Analizi*

Mehmet Erkan SOYKAN¹

Özet

Bu araştırma gram altın TL fiyatının volatilitésini 2005 ile 2020 arasındaki günlük veri ile modellemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda makalede ARCH, GARCH ve TGARCH gibi standart volatilité modellerine ilave olarak doğrusal olmayan MSGARCH modeli kullanılarak altının değişen varyansının modellenmesi yapılmaktadır. MSGARCH modeli doğrusal olmayan bir metoddur ve özü itibarıyla rejim değişikliği ile ifade edilen düşük riskli rejim ve yüksek riskli rejim olarak volatilitéyi rejimlere böldüğü için ve rejimler arasında klasik modellerin aksine geçişler olduğundan bu yöntemin diğer metotlara nazaran daha hassas ve doğru sonuçlar verdiği bulunmaktadır. Bu çalışma iktisadi açıdan önem taşımaktadır çünkü getiri ve volatilitéyi en iyi modelleyen ve tahmin eden metodların bulunması yatırımcıya yatırım kararları alırken ve portföyünü oluştururken yardımcı olabilecektir. İktisadi olarak altının diğer döviz (örn dolar) ve borsa endeksleri gibi enstrümanlara göre çok farklı ve kalıcı rejimlere sahip olmadığı bu nedenle altının iktisadi olarak güvenli liman olduğundan dövizden ve borsadan daha güvenli ve risksiz bir yatırım aracı olduğu da saptanmıştır. Bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çünkü daha önceki çalışmalarda anlaşıldığı kadarıyla TL gram altın volatilitésinin rejimlere (düşük volatilité dönemleri ve yüksek volatilité dönemleri olarak) ayrılarak ve farklı parametrelere izin verilerek doğrusal olmayan MSGARCH modeli ile tahmin edilmediği görülmektedir. MSGARCH modeli ayrıca risk yönetimi, türev fiyatlandırılması ve portföy optimizasyonunda etkili olabilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın bulgularının piyasa yapımcılar, akademisyenler, yatırımcılar, risk ve portföy yöneticilerine faydalı olabileceğine inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: MSGARCH, ARCH, GARCH, volatilité, altın

Jel Kodu: G21, G17, C58

Analysis Of Gold Volatility With Linear And Non-Linear Techniques

Abstract

This research aims to model the volatility of the gram gold TL price with daily data between 2005 and 2020. In this context, in addition to the standard volatility models such as ARCH, GARCH, and TGARCH, the nonlinear MSGARCH model is used to model the varying variance of gold. MSGARCH model is a non-linear method, and it is found that this method gives more sensitive and accurate results than other methods, since it divides volatility into regimes as low-risk regime and high-risk regime, which are essentially expressed by regime change, and because there are transitions between these two regimes, unlike classical models. This study is economically important because finding the best methods to model and predict returns and volatility will help the investor make investment decisions and create his/her portfolio. It is also found that gold does not have very different and permanent regimes compared to other instruments such as foreign exchange (for example dollar) and stock market indices, and it is economically a safe haven and has lower risk compared to these other instruments. This study contributes to the literature as it is understood from previous studies that TL gram gold volatility is not estimated by non-linear MSGARCH model by dividing volatility to regimes (low volatility periods and high volatility periods) and permitting different parameters for each regime. The MSGARCH model can also be effective in risk management, derivative pricing, and portfolio optimization. In this context, it is believed that the findings of this study can be beneficial to market makers, academics, investors, and risk and portfolio managers.

Keywords: MSGARCH, ARCH, GARCH, volatility, gold

Jel Codes: G21, G17, C58

ATIF ÖNERİSİ (APA): Soykan, M.E. (2023). Altın Volatilitésinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemler ile Analizi. *İzmir İktisat Dergisi*. 38(3). 686-703. Doi: 10.24988/ije.1171565

* Bu çalışma 26-28 Nisan 2019 tarihinde "I. Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi"nde özet olarak sunulmuştur.

¹Dr. Öğr. Üyesi, Kayseri Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Talas / Kayseri, Türkiye

EMAIL: mehterkan.soykan@kayseri.edu.tr **ORCID:** 0000-0003-2329-4315

1. GİRİŞ

Son yıllarda piyasa kavramı değişikliğe uğramış ve eskiden ifade edilen belirli bir konum deyişi manasını yitirmiştir. Artık teknoloji geliştiğinden yatırımcılar istedikleri anda 24 saat boyunca bireysel ve kurumsal yatırımlarını idare etme imkânına ulaşmışlardır. Yatırımcıların genel olarak değerlendirildiğinde iki ana amacı vardır; bunlardan ilki enflasyona karşı yatırımlarının değer kaybını önlemek, diğeri ise piyasanın üzerinde getiri elde etmektir. Yatırımcılar bu amaçlarına ulaşma gayesi ile çeşitli yatırım araçlarından faydalanmaktadır. Altın da bu yatırım araçlarından birisidir ve piyasada genel olarak altının güvenli bir liman olduğu şeklinde yaygın bir kanı vardır (Şahin, 2021: 844). Esasen altın çeşitli talep kaynaklarından faydalanır; bunlar yatırım olarak, rezerv varlık olarak, mücevher ve teknoloji bileşeni olarak altın talebidir. Bazı finansal çevrelerce ifade edildiği gibi altın günümüzde de stratejik varlık konumunu sürdürmektedir ("www.gold.org"2022). Tüketim için gereken altın miktarı, büyük ölçüde endüstri yatırımı ve mücevher işi için talep edilen miktar tarafından belirlenir. Bu yüzden, endüstri tarafından istenen miktardaki bir artış, altın fiyatında yükselişe neden olacaktır. Altındaki fiyat değişimi, ayrıca merkez bankasının bu değerli madeni rezerv olarak tutma durumundaki değişiklik sonucunda da olabilmektedir. Buna ilave olarak, enflasyon oranındaki değişiklikler, para piyasaları, siyasal harmoni, hisse senedi piyasaları, üretici ve üreticilerin hedge yapma işlemlerinin hepsi de denge fiyatını etkilemektedir (Sopipan, Sattayatham, ve Premanode, 2012: 122).

Volatilité (oynaklık) basitçe getirilerdeki dalgalanmalar olarak da ifade edilebilir. Bu konu risk yönetimi, türev fiyatlandırma, riskten korunma, piyasa yapımı ve portföy yönetimi gibi birçok finansal faaliyet için son derece önem arz etmektedir. Son otuz yıldır hem piyasa profesyonelleri hem de akademisyenler tarafından volatilitéyi tahmin etme ve modelleme konusu büyük ilgi görmektedir. Volatilitenin bu öneminden dolayı çok sayıda model geliştirilmiştir ve halen de geliştirilmektedir. Bu modeller üç temel grup altında toplanabilir. Bunlar; GARCH tipi ekonometrik modeller, stokastik volatilité tipinde modeller ve opsiyon fiyatlarından türetilen zımni oynaklık ile yüksek frekans verisinden elde edilen gerçekleşen volatilitedir. Finansta en çok kullanılan zamanla değişen modeller GARCH tipi modellerdir (Karadağ, 2008: 1).

Tüm finansal piyasaların ortak özelliği, kısa ve uzun vadeli fiyat durumlarıyla ilgili belirsizliktir. Bu özellik yatırımcı için elbette istenmeyen bir durumdur. Fakat ne zaman yatırım aracı olarak finansal piyasa seçilirse bu durum kaçınılmazdır. Bu durumda yapılabilecek en iyi şey bu belirsizliği azaltmaktır. Finansal piyasanın tahmini bu süreçteki araçlardan birisidir. Finansal piyasa tahmini kavramı akademisyen ve araştırmacıları iki gruba ayırmaktadır. Bunlar; piyasaları tahmin için mekanizmalar tasarlayabileceğine inananlar ile piyasaların etkin olduğunu düşünerek, ne zaman piyasaya yeni bir bilgi gelse piyasanın bunu hemen absorbe ederek kendisini düzelteceğine ve bu nedenle tahminin mümkün olmadığına inananlardır. Buna ilave olarak finansal piyasanın rassal yürüyüş izlediğine inanmaktadırlar ve bu da buna inananlar için yarının en iyi tahmininin bugünün değeri olduğudur (Sopipan vd., 2012:121).

Diğer taraftan son yıllarda akademik yazında doğrusal zaman serileri modellerinin finansal verilerin modellenmesinde kullanıldığında, verilerin temsil ettiği bazı kilit vasıfların tam olarak doğru şekilde tahmin edilemediği saptanmış ve dile getirilmiştir. Bu yüzden bu kilit vasıfların daha doğru bir şekilde doğrusal olmayan modellerle tahmin edilebileceği ifade edilmektedir. Bu yüzden yapay sinir ağları, Markov rejim değişimi GARCH modeli, getiride Markov rejim değişimleri, yumuşak geçiş yapan modeller ve eşik değer modelleri gibi doğrusal olmayan yöntemler analizlerde kullanılmaya başlanmıştır (Barca ve Arabacı, 2020:210).

Özetleyecek olursak, bu çalışma hem asimetri hem de rejim değişimlerini dikkate almak için Türkiye'deki TL gram altın fiyatlarının fiyat davranışını doğrusal yöntemlere ilave olarak MSGARCH modeli ile de incelemektedir. Burada rejim değişimi ile aslında ifade edilen altın fiyat yapısının

tahminindeki senaryodur. Literatürde genelde “senaryo” yerine “rejim değişikliği” kavramı kullanıldığından bu çalışmada da aynı terim kullanılmıştır. Bu çalışmanın hâlihazırdaki literatüre katkısı gram altın TL fiyat volatilitesinin rejime bağımlı karakteristiğini incelemektir. MSGARCH modelinde tüm parametreler düşük ve yüksek volatilitate rejimleri arasında değişmektedir ve farklı rejimler için farklı parametreler bulunmaktadır. Bu yaklaşım rejime bağımlı volatilitate olarak tanımlanmaktadır ve altın fiyatlarının yüksek ve düşük volatilitate yapılarının tahmin edilmesine imkan tanımaktadır. MSGARCH modeli, volatilitate modellerinin tahmin edilmesinde yaşanan basıklık, kalın kuyruk ve çarpıklık problemlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Çifter, 2013: 62).

Bu çalışmanın bireysel ve kurumsal yatırımcıların ilerideki altın volatilitesinin tahmininde ve altını kullanmakta olan sektörlerin faaliyetleri ve yatırım kararlarında yardımcı olması beklenmektedir. Sonuçlar doğrusal olmayan tekniğin diğer doğrusal olan yöntemlere nazaran daha hassas neticeler verdiğini göstermektedir. İleride araştırmacıların bu sonuçları kullanarak finansal zaman serilerinde başka ilave doğrusal olmayan yöntemleri kullanmasına teşvik edeceği beklenmektedir (Evcı, Şak, ve Karaağaç, 2016: 76).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Karabacak, Meçik ve Genç (2014)'in çalışmasında 03.01.2005 ile 11.09.2013 döneminde günlük altın borsasından ağırlıklı ortalama fiyat (TL/kg) ve yine aynı dönemde kapanış değerleri yardımıyla Borsa İstanbul endeksi serisi kullanılarak en uygun modeller GARCH sınıfı modeller tespit edilmiştir. İlgili dönemde altın getirisi ve BİST 100 getirisi için sırasıyla GARCH(1,1) ve TARCH(1,1) modellerinin en uygun modeller olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Analizde altın getirisi için EGARCH ve TARCH modellerinin asimetri parametrelerinin modelde istenen kısıtları sağlamadığı için ilgili serinin volatilitesinde kaldıraç etkisinin olmadığı da ifade edilmektedir.

Gencer ve Musoğlu (2014)'nin araştırmasında 04.01.2006-20.11.2013 arasındaki günlük veriler kullanılarak farklı GARCH sınıfı modellerle İstanbul altın borsasının volatilitate dinamiklerini analiz edilmiştir. İlk olarak altın fiyatlarının hâlihazırdaki koşullu volatilitesinin anlamlı olarak kendi geçmiş şoklarından (haberlerden) ve volatilitesinden etkilendiği tespit edilmiştir. EGARCH ve APARCH modelleri ilgili veride asimetri etkisinin bulunduğu göstermektedir fakat ters yönlü asimetri görülmekte, pozitif şoklar negatif şoklardan daha baskındır. Ayrıca CGARCH model sonuçları volatilitenin kısa vadeli kısmının sürekli kısmından daha zayıf olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle, ilgili araştırmacılar İstanbul altın borsasında volatilitate sürecinde ısrarcılığın bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Modellerin tahmin sonuçları EGARCH ve CGARCH modellerinin diğer GARCH modellerden daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Atmaca (2015)'nin makalesinde 04.01.2010 ile 30.04.2015 tarihleri arasındaki periyotta Borsa İstanbul Kıymetli madenler piyasasından elde edilen altın getirileri kullanılarak volatilitate çeşitli stokastik volatilitate modelleri (stokastik volatilitate, stokastik volatilitate AR(2) ve asimetric stokastik volatilitate) ile incelenmiştir. Bu modellerin performansları sapma bilgi ölçütü (DIC) ile karşılaştırılmakta ve stokastik volatilitate AR(2) modelinin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmektedir. Asimetric stokastik volatilitate modelinde asimetric etkiyi gösteren katsayı anlamsız olduğundan volatilitate yapısında asimetric etki olmadığı ifade edilmektedir. Sonuç olarak altına ilişkin bu volatilitate yapısının yatırımcılar tarafından tasarruf ve yatırım kararları alırken dikkate alınması önerilmektedir. Bulgular, altın getiri serisinde istatistiksel olarak anlamlı kaldıraç etkisinin bulunmadığını; volatilitenin modellenmesinde, DIC ölçütüne göre, SV-AR(2) modelin standart SV modele kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Akel ve Gazel (2015) çalışmalarında 03.07.2000 ile 03.11.2014 tarihleri arasındaki günlük veriyi kullanarak altın ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Bu bağlamda altın için asimetric etkiyi göz önüne alan TARCH ve EGARCH modelleri denenmekte ve en uygun modelin TARCH(1,1) olduğu belirlenmektedir. Ayrıca hisse senedi endeksi getirisi ile altın getirisi arasında

pozitif ilişki bulunmakla beraber, ilişkinin derecesinin düşük olduğu ve altının çeşitlendirme enstrümanı olarak kullanılabileceğini ifade etmektedirler. Varyans denklem bulguları değerlendirildiğinde altın getirisi için negatif şokların pozitif şoklara nazaran altın getiri volatilitelerini daha fazla artırdığı ve geçmiş volatilitenin altın volatilitelerini kuvvetli şekilde etkilediği belirlenmektedir.

Evcı vd. (2016) çalışmalarında Temmuz 1995 ile Temmuz 2015 tarihleri arasındaki getiri verilerini kullanarak İngiltere ve Türkiye altın piyasaları için Markov rejim değişimi modeli yardımıyla kaybettiren ve kazandıran periyotları tespit etmeye çalışmışlar ve bu verilerde yüksek seviyede rejim kalıcılığı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca İngiltere altın getiri verisinin Türkiye'deki altın verisini iki ay gecikme ile etkilediği ifade edilmektedir.

Şencan (2017)'in makalesinde 01.08.2012-13.10.2015 tarihleri arasındaki Borsa İstanbul altın endeks kapanış değer verilerinden faydalanılarak getiriye modelleyen en iyi metod asimetric ve simetric GARCH yöntemleri kullanarak tespit etmeye çalışılmıştır. Öncelikle getiride ARCH etkisinin olup olmadığı incelenmektedir. Sonuç olarak GARCH(1,1) modelinin bu zaman zarfında ilgili altın getirisini en iyi şekilde temsil ettiği ve ARCH etkisini de giderdiği AIC ve SIC bilgi kriterleri yardımıyla belirlenmektedir.

Barca ve Arabacı (2020) araştırmalarında 01.01.2007 ile 29.06.2018 dönemindeki günlük BİST altın kapanış değerlerini (\$/ons) kullanmaktadır. Çalışmanın ana hedefi altına ilişkin genişleme ve daralma rejimlerini saptamaktır. Çünkü bu yatırımcılara altının tahmin edilebilirliği ile oynaklığı hakkında değerli bilgiler verebilir. Analizde üç rejime sahip MS-AR tekniği kullanılmakta, rejimler arası geçiş ihtimalleri ve rejimde kalma süresi belirlenmektedir. Kurulan modelde katsayısı pozitif değer alan 1. ve 2. rejimler genişleme rejimini, katsayısı negatif değer alan 3. rejim ise daralma rejimini ifade etmektedir.

Şahin (2021) çalışmasında yatırım fonları, altın, dolar kuru ve kripto paraların volatilitate yapısını 2015 ile 2019 yılı arasındaki verileri kullanarak ARCH ve GARCH modelleme teknikleri yardımıyla analiz etmiştir. Analiz neticesinde yatırım fonlarının, altın ve doların volatilitelerinin kripto paraya göre daha düşük volatilitelere sahip olduğunu tespit edilmiştir. Çalışma bulguları altın getirisi için ARCH(3), ARCH(2), ARCH(1), GARCH(1,3), GARCH(1,2) ve GARCH(1,1) modellerinin anlamlı neticeler verdiği yönündedir. En uygun modeli bulmak için en düşük performans kriterini (TIC) veren model tercih edilmiştir. Altın getiri serisi için ARCH(1) modeli en düşük değeri verdiği için en uygun model olarak ifade edilmektedir. Piyasaya gelen şokların sonucunda piyasanın kaç günde eski durumuna geleceğini ifade eden yarılama süresi altın fiyatları ve dolar için en yüksek bulunmaktadır. Dolar kurunda ve altın fiyatlarında günlük oynaklık seviyesinin %1 civarında seyrettiği bulunmaktadır. Bunun da altın ile dolar kurunun güvenli liman olarak sayılabileceğini gösterdiği ifade edilmektedir.

Şenol ve Koç (2022)'un çalışmasında 2015-2021 arasındaki veri için ons altın, bitcoin, brent petrol, dolar endeksi, ABD 2 yıllık devlet faizi, MSCI dünya endeksi aralarındaki volatilitate yayılım endeksi Diebold ve Yılmaz (2012)'in yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma bulguları bu piyasalar arasındaki volatilitate yayılımının %30 olduğu yönündedir ve altının net volatilitate alıcısı olduğu belirlenmiştir.

Höl ve Gülcan (2022)'in makalesinde altının da dahil olduğu kıymetli madenlerin aralarındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla öncelikle Garman-Klass (1980) yöntemi ile range temelli realize volatiliteler hesaplanmış daha sonra kıymetli madenler arasında simetric ve asimetric nedensellik testleri uygulanmıştır. Araştırma bulguları altının paladyum ve platin ile nedensellik ilişkisi olmadığı ve gümüş ile sınırlı ilişkisinin olduğu yönündedir. Bu nedenle yazarlar altının güvenli liman özelliğine sahip olduğunu ve portföylerde altının daha fazla bulundurulması gerektiğini ifade etmektedirler.

Kılıç ve Baydaş (2022)'in çalışmasında kıymetli madenler ile Borsa İstanbul 100 Endeksi arasındaki olası volatilité yayılımı ele alınmıştır. Makalelerinde veri olarak 2010 ile 2021 arasındaki günlük getiri verileri kullanılmış ve DCC-GARCH model yardımıyla analiz edilmiştir. Bulgulara göre altında meydana gelen volatilité kalıcıdır. Ayrıca borsadan altına doğru tek yönlü volatilité yayılımı tespit edilmiştir.

Hillier, Draper, ve Faff (2006)'ın makalesinde 1976 ile 2004 dönemi arasındaki günlük veri kullanılarak platin, altın ve gümüşün S&P500 için portföy çeşitlendirmesi için faydalı olup olmadığını analiz edilmiştir. Çalışmaya standart GARCH(1,1) modeli uygulayarak başlamaktalar ve her bir seri için koşullu varyans özellikleri incelenmiştir. Yazarlar tarafından her bir kıymetli metal serisi için bu GARCH(1,1) modelinin uygun çıktığı ifade edilmektedir (tüm katsayılar pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkmaktadır). Sonuç olarak bu değerli metallerin portföy çeşitlendirmesi için potansiyeli olduğu, olağandışı hisse senedi piyasa volatilitesi dönemlerinde hedge kabiliyeti gösterdiği, makul oranda altın içeren portföylerin sadece finansal varlıklar içeren portföylere göre daha iyi performans gösterdiği ifade edilmektedir.

Mansor (2011)'un makalesinde 01.08.2001-31.03.2010 tarihleri arasındaki dönem için 2261 adet günlük veri kullanılarak Malezya'da (Kuala Lumpur Composit Endeksi) hisse senedi piyasa getirisi ile altın getirisi arasındaki ilişki ve ardışık negatif piyasa getirileri durumunda bu ilişkinin değişip değişmediğini GARCH modelleri yardımıyla incelenmiştir. Analiz sonucunda bir gecikmeli hisse senedi getirisi ile altın arasında anlamlı pozitif fakat düşük korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca ardışık negatif piyasa getirisi yaşandığında ilgili ilişkinin şiddetlenmediği belirlenmektedir. Bu bağlamda yazar ilgili piyasada hisse senedi piyasası düştüğünde altına yatırımın potansiyel faydaları olduğunu iddia etmektedir. Analiz kapsamında altın getiri dinamiklerine en uygun oynaklık modellerinin asimetric volatilitéyi dikkate alan EGARCH ve TARARCH modelleri olduğu ve hata değerlerinin dağılımını da en iyi GED dağılımın gösterdiği ifade edilmektedir.

Sopipan vd. (2012)'in makalelerinde 04.01.2007 ile 31.08.2011 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılarak altın getirilerinin volatilitesi MSGARCH modeli ile tahmin edilmektedir ve sonuçlar GARCH(1,1), EGARCH(1,1) ve GJR-GARCH(1,1) modellerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tüm modeller normal, student-t ve GED dağılımları altında tahmin edilmektedir. Ayrıca MSGARCH modellerinde student-t dağılımında her rejimin farklı serbestlik derecesi almasına izin verilmektedir. GARCH tipi modellerin parametre tahminlerinin neredeyse tamamının %1'de anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca MSGARCH modeline ilişkin çoğu parametrelerin %95 güven aralığında anlamlı olduğu bulunmaktadır. Fakat uyum iyiliği istatistikleri ve kayıp fonksiyonlarının sonuçları tüm modeller için farklı sonuçlar vermektedir.

Bentes (2015)'in çalışmasında altın getirisinin (troy ons başına ABD doları cinsinden külçe altın) volatilité davranışını incelemek için GARCH ailesinden üç volatilité modeli (GARCH(1,1), IGARCH(1,1) ve FIGARCH(1,d,1)) kullanılmıştır. Bu amaçla makalede 02.08.1976 ile 06.02.2015 tarihleri arasındaki günlük veri kullanılmaktadır. Analizde veri iki kısma bölünmekte, 02.08.1976-24.10.2008 arasındaki veri modelin katsayılarını tahmin etmek için kullanılmakta, 27.10.2008-06.02.2015 arasındaki veri ise tahmin amacıyla kullanılmaktadır. Bilgi kriteri kullanılarak ilgili modeller kıyaslandığında, FIGARCH(1,d,1) modelinin altın getirisindeki koşullu varyansın lineer bağlantısını en iyi şekilde ele alan model olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca aynı modelin altın getirisi volatilitesi tahmininde de en iyi model olduğu bulunmaktadır.

Kristjanpoller ve Minutolo (2015)'nin makalelerinde altın fiyatının volatilitesi klasik doğrusal GARCH yöntemleri yerine yapay sinir ağları uygulayarak analiz edilmiştir. Bu yöntem uygulandığında hata yüzdesinde MAPE cinsinden %25 azalma olduğu belirlenmektedir. Bu sonuçlar ilgili modelde euro/dolar, yen/dolar döviz kurları, DJI ve FTSE hisse senedi piyasa endeksleri ve petrol fiyatları girdi olarak kullanılarak elde edilmiştir.

Chikili (2017)'nin makalesinde Markov rejim değişim yaklaşımı kullanılarak altının İslami hisse senedi riski için hedge veya güvenli liman olup olmadığı analiz edilmiştir. Araştırma bulguları tüm ele alınan piyasalarda düşük volatilité rejimi ve yüksek volatilité rejimi olarak iki farklı rejimin varlığını göstermektedir. Yüksek volatilité rejimi çalışmada ele alınan dönem esnasındaki önemli ekonomik ve politik olaylar ile çakışmaktadır. Diğer taraftan, araştırma sonuçları çok yüksek İslami hisse senedi piyasa hareketleri karşısında altının zayıf hedge ve güçlü güvenli liman olarak davrandığını göstermektedir. Bu bulgular, portföy çeşitlendirmesi ve hedge strateji seçimi için belirgin bilgiler sunmaktadır.

Muhammad, Kumar, Sana, ve Muhammad (2019) araştırmasında dört en ünlü kıymetli metalin, altın, gümüş, paladyum ve platinin volatilitésini modellemek için MSGARCH modelleri kullanarak rejim değişimlerinin varlığını test etmeyi amaçlamaktadır. Analizde ilgili dönemdeki volatilitéyi test etmek için her bir değerli metalin log getirilerine farklı rejimler ($k=1,2,3$) ile 72 adet MSGARCH modeli denenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen 72 modeli Akaike bilgi kriteri (AIC) değerlerini kullanarak karşılaştırmaktalar ve tüm metal serileri için en uygun modeller seçilmektedir. Ayrıca, en uygun MSGARCH kullanarak bir gün öncesinden riske maruz değer tahmini yapılmaktadır. Bulgular analiz edilen çoğu durumda GARCH sürecinde rejim değişikliklerinin varlığını göstermektedir. Buna ilave olarak, riske maruz değer tahmin ederken rejim değişim GARCH modellerinin tek rejimli GARCH spesifikasyonlarından daha iyi performans gösterdiği bulunmaktadır. Sonuç olarak MSGARCH modellerinin doğru riske maruz değer tahminleri yapabildiği ve bu nedenle portföy optimizasyonu, türev fiyatlandırmaları ve risk yönetimi gibi konularda etkili olabildiği ifade edilmektedir.

Qasim vd. (2021)'in makalesinde Pakistan'daki altın fiyatlarının Markov rejim değişim otoregresif model ile tahmin edilmesi ve öngörülmesi amaçlanmaktadır. Çalışmalarında Ocak 1995 ile Ocak 2019 tarihleri arasındaki veri kullanılmaktadır. Verinin ilk analizinde durağan olmadığı, heteroskedasite ve yapısal değişimler olduğu belirlenmiştir. Verinin dinamikleri iki farklı rejim ile çalışılmıştır. Markov rejim değişiminin kullanılan veride doğrusal olmama ve heteroskedasite durumlarını başarıyla ele aldığı ve etkili tahminlerde bulunduğu belirlenmiştir.

3. VERİ VE METODOLOJİ

3.1 Veri

Altın fiyatları günlük gram altın TL fiyatı olarak Finnet'den elde edilmiştir. Veri seti 4131 adet günlük gözlemi kapsamaktadır ve 03.01.2005 ile 21.12.2020 arasındadır. Günlük fiyatların volatilitésinin incelenmesi tercih edilmiştir çünkü MSGARCH ve diğer GARCH modellerinin en iyi şekilde günlük frekans ile incelenebildiği literatürde bulunmuştur ve bu seçilen dönemde ayrıca volatilité kümelenmesinin de yüksek olduğu görülmektedir (Çifter, 2013: 63).

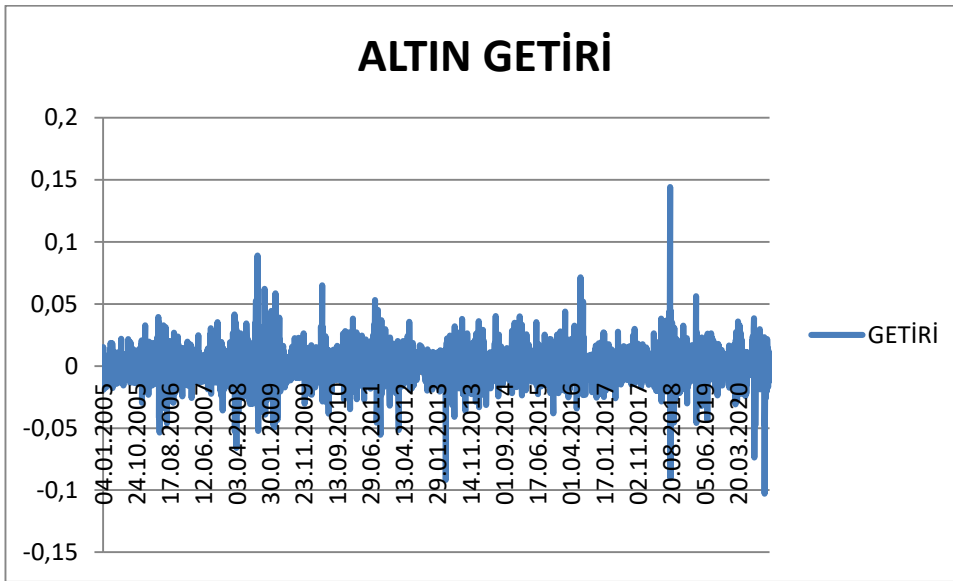
Volatilité analizine geçmeden önce verinin durağanlığı birim kök testleri ile sınanmalıdır. Birim kök testleri ekonometride sahte regresyon durumuna engel olmaktadır. Burada hem düzey hem de log getiri verisi için birim kök sınaması ADF, PP ve KPSS testleri (sabit terim artı trendli) ile gerçekleştirilmektedir.

Tablo 1.Birim Kök Testleri

Teknik	Seviye	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Anlamlılık
ADF	Düzye	1%	-3.96	2.22	1.0000
		5%	-3.41		
		10%	-3.12		
PP	Düzye	1%	-3.96	1.80	1.0000
		5%	-3.41		
		10%	-3.12		
KPSS	Düzye	1%	0.21	1.14	
		5%	0.14		
		10%	0.11		
ADF	Birinci Fark	1%	-3.96	-14.96	0.0000
		5%	-3.41		
		10%	-3.12		
PP	Birinci Fark	1%	-3.96	-63.92	0.0000
		5%	-3.41		
		10%	-3.12		
KPSS	Birinci Fark	1%	0.216	0.0944	
		5%	0.146		
		10%	0.119		

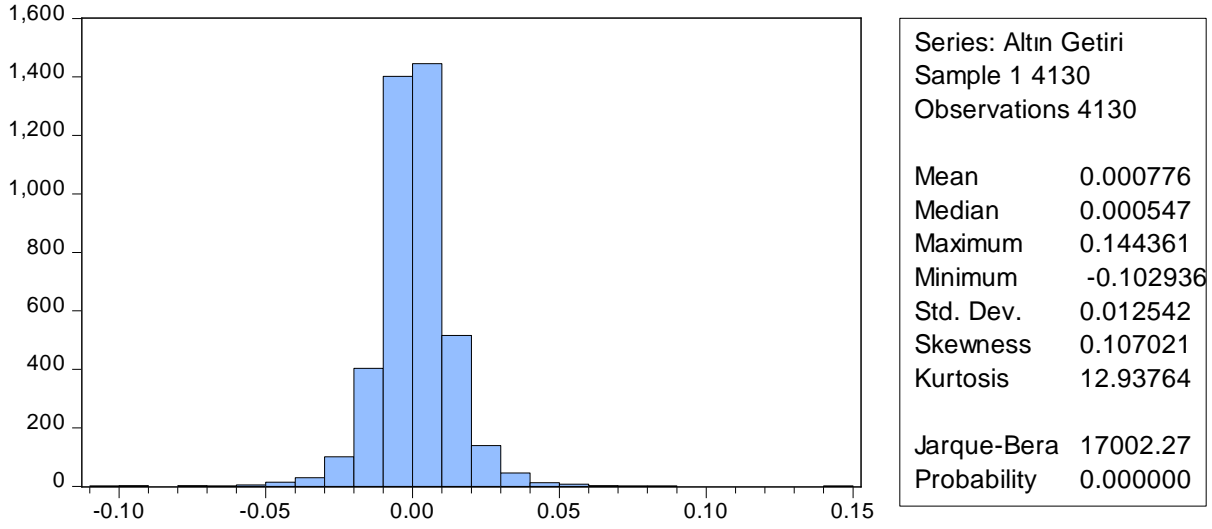
Yukardaki tabloda ifade edildiği gibi tüm birim kök testleri sonucunda altın verileri düzeyde durağan değilken, log fark serileri (getiri serileri) %1 anlamlılıkta durağandır. Bu nedenle analizde getiri serileri olan log fark verileri kullanılacaktır (Log farkı bulmak için $\log(P_t) - \log(P_{t-1})$ formülü kullanılmıştır).

Şekil 1. Altın Getirisi



Yukarıdaki grafikte altın getirisinin zamanla değişimi gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü üzere altın getirisinde volatilité kümelenmesi görülmektedir.

Şekil 2. Altın Getirisi Tanımlayıcı İstatistikler:



Altın getiri serisinin ortalama değeri %0.0776 olurken, maksimum ve minimum değerler sırasıyla %14.4361 ve -%10.2936 olmuştur. Veri sağa doğru çarpık ve basıklık değeri 3'den yüksek olduğu için (12.93) aşırı basıktır. Jarque-Bera değerine göre, veri normal dağılmamaktadır. Normal dağılmamanın en temel nedenlerinden birisi rejim farklılıkları olabilir, bu yüzden MSGARCH'ın tahmin gücünün geleneksel GARCH modellerinden daha iyi olacağı ifade edilebilir (Çifter, 2013: 64).

3.2. Yöntem

Akademik literatür incelendiğinde çok sayıda çalışmanın volatilité tahmini yapmak için GARCH modelleri kullandığı görülmektedir. Fakat bu yöntemler kullanıldığında bulgular özellikle volatil dönemlerde bu tahminlerin çok yüksek çıktığı yönündedir. Bunun en önemli nedeni de GARCH tahminlerinde şokların yüksek ısrarcılığıdır. Bu sorunu çözmek için yani şokların ısrarcılığında daha esnek olunabilmesi için GARCH modelleri genelleştirilebilir ve farklı volatilité seviyeleriyle iki rejim olarak ele alınabilir; bu sayede her bir rejimde ayrı GARCH etkilerine izin verilmektedir. Sonuçta ortaya çıkan MSGARCH modeli halihazırdaki yöntemleri geliştirmekte; örneğin uygun özyinelemeli prosedür kullanmakta ve çok periyot ilerisi volatilité tahmini de yapmaktadır. Çoğu araştırmada bu modelin tek rejimli GARCH modellerindeki yüksek değer probleminin üstesinden geldiği ve daha iyi performans gösterdiği görülmektedir (Klaassen, 2002: 363).

Genel Markov Değişim GARCH spesifikasyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Ardia, Bluteau, Boudt, ve Catania, 2018: 735):

$$y_t | (s_t = k, I_{t-1}) \sim D(0, h_{k,t}, \xi_k) \quad (1)$$

Burada, $D(0, h_{k,t}, \xi_k)$ sıfır ortalamalı, zamanla değişen varyanslı ($h_{k,t}$) ve ξ_k vektöründe toplanan ilave şekil parametrelili (asimetri gibi) sürekli dağılımdır. Buna ilave olarak, $\{1, \dots, K\}$ ayrık uzayında tanımlanan gizli s_t değişkeninin gözlenmeyen birinci dereceden ergodik homojen Markov zincire göre $P_{i,j} \equiv \{s_t = j | s_{t-1} = i\}$ 'nin geçerli olduğu $P \equiv \{p_{i,j}\}_{i,j=1}^K$ geçiş olasılık matrisi ile geliştiği varsayılmaktadır. I_{t-1} , t-1 zamanına kadarki bilgi kümesini göstermektedir. Yani $I_{t-1} \equiv \{y_{t-i}, i > 0\}$ 'dir. Verilen $D(\cdot)$ 'nin parametreleştirilmesi $E[y_t^2 | s_t = k, I_{t-1}] = h_{k,t}$ şeklindedir. Buradaki $h_{k,t}$, I_{t-1} bilgi setine ve s_t 'nin gerçekleşmesine koşullu olan y_t 'nin varyansıdır (Ardia, Bluteau, Boudt, ve Catania, 2018: 735).

Ani yaşanan sıçramalar ve hızlı meydana gelen volatilitéde değişimler şeklinde kendini gösteren dalgalanmalar, daralma ve genişleme periyotları olarak altın getiri volatilitésinin MSGARCH rejim

değişim modelleri ile daha başarılı incelenebileceği ve değerlendirilebileceğini ifade etmektedir. Altın getirisindeki yaşanan beklenmeyen ve ani gerçekleşen değişimler altın getiri yapısının bir MSGARCH süreci ile daha iyi analiz edilebileceğini gösterebilir. Bu yöntem ile altın volatilitesi düşük ve yüksek olarak iki ayrı sınıfta incelenmekte ve doğrusal yapıda olmadığı için rejimde değişim yaşanan günlerin belirlenmesine gerek olmamaktadır yani rejim değişim tarihleri gözlenemeyen değişken olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda iki rejimli Markov değişim süreci aşağıdaki şekilde gösterilebilir (s_k durum değişken geçiş olasılığını ifade etmektedir) (Gün, 2020: 960-961):

$$Pr[s=1|s=1]=q \quad (2)$$

$$Pr[s=0|s=1]=1-q$$

$$Pr[s=0|s=0]=p$$

$$Pr[s=1|s=0]=1-p$$

$s=0$ fiyatların düşük volatilité dinamikleri izlediği normal volatilité rejimini temsil etmektedir. $s=1$ ise sıçrama rejimini ifade etmektedir ve burada ise fiyatlar yüksek volatilité dinamikleri takip etmektedir (Çifter, 2013: 62-63).

Gray (1996) ve Klaassen (2002) ise Standard GARCH modelini geliştirerek iki rejimli MSGARCH modelini aşağıdaki gibi ifade etmektedirler (Aktaran: Çifter, 2013, : 63):

$$h_t = [\alpha_0 + \alpha_{1(s_t)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{1(s_t)}h_{t-1}]I[s_t = 0] + [\alpha_0 + \alpha_{1(s_t)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{1(s_t)}h_{t-1}]I[s_t = 1] \quad (3)$$

Burada $s=0$ düşük volatilité rejimini ve $s=1$ yüksek volatilité rejimini temsil etmektedir. MSGARCH yaklaşımı altın fiyatlarının yüksek ve düşük volatilité yapılarının tahminine imkân tanımaktadır (Aktaran: Çifter, 2013, : 63).

4. BULGULAR

Altın getiri serisi durağan bulduktan sonra volatilité modellenmesine geçilmeden önce öncelikle uygun ARMA yapısının bulunması gerekir. Uygun gecikme uzunluğunu bulmak için 5 gecikmeye kadar (p ve q için) Schwarz bilgi kriteri hesaplanmıştır. Schwarz bilgi kriterinin kullanılmasının nedeni tutumlu sonuç vermesidir. Uygun gecikmenin p ve q için sıfır olduğu bulunmuştur (en düşük değeri veren p ve q değeri seçilmiştir). Buna ilişkin sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2. Altın getirisi için ARMA Seçimi Bilgi Kriteri

AR / MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000	4.000000	5.000000
0.000000	-5.917531	-5.913538	-5.912954	-5.911827	-5.909841	-5.907825
1.000000	-5.913535	-5.912148	-5.911689	-5.909839	-5.907827	-5.905809
2.000000	-5.912962	-5.911740	-5.909806	-5.907821	-5.907367	-5.907675
3.000000	-5.911797	-5.909828	-5.907816	-5.907481	-5.905946	-5.904056
4.000000	-5.909815	-5.907816	-5.905799	-5.905968	-5.904875	-5.902858
5.000000	-5.907802	-5.905785	-5.905225	-5.904094	-5.902858	-5.901058

Altın getiri serisi için Schwarz bilgi kriterine göre -5.917531 ile en düşük bilgi kriteri değerine sahip olan ARMA(0,0) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Uygun modeli bulduktan sonra hata terimlerinde ARCH etkisinin olup olmadığı yani değişen varyans problemi olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. ARMA(0,0) için ARCH-LM test neticeleri aşağıda verilmiştir. Bu sonuçlara göre altın getirisinde ARCH etkisi vardır. Çünkü H_0 : Eşvaryans vardır hipotezi tüm incelenen gecikmeler için reddedilmektedir. (Gün, 2020: 962-963).

Tablo 3. Altın Getiri Serisinde ARMA(0,0) Modeli ARCH-LM Testi Neticeleri

Gecikme	Gözlem Sayısı*R2	Ki-Kare Olasılık Değerleri
1	149.6179	0.0000
2	305.9173	0.0000
3	394.3965	0.0000
4	394.4465	0.0000
5	394.5894	0.0000
10	401.4601	0.0000
15	408.6340	0.0000
20	409.0551	0.0000
25	418.4268	0.0000
40	423.5185	0.0000

Altın getiri serisinde ARCH etkisi saptandıktan sonra getiri serisindeki volatilitenin modellenmesi ve değişen varyans probleminin yok edilmesi için farklı ARCH ve GARCH modelleri denenmiştir. Buna ilişkin denklem sonuçları ve modellerde hala otokorelasyon ile ARCH etkisi içerilip içerilmediğinin test edildiği neticeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4. Varyans Denklemleri Çıktılar ve Tanısal Testler

Model	ARCH(1)	GARCH(0,1)	GARCH(1,1)	TGARCH(1,1,1)
ω	0.000115 (0.0000)	0.000000704(0.0000)	0.00000669(0.0000)	0.00000539(0.0000)
α	0.276481(0.0000)	-	0.140476(0.0000)	0.160243(0.0000)
β	-	0.995707(0.0000)	0.824017(0.0000)	0.854608(0.0000)
γ	-	-	-	-0.089849(0.0000)
LogL	12396.87	12239.22	12651.46	12670.17
AIC	-6.009147	-5.932710	-6.132101	-6.140688
Schwarz	-6.007519	-5.9281111	-6.125968	-6.133022

LB2(1)	0.0087(0.926)	0.3983(0.528)	1.2758(0.259)	1.2670(0.260)
ARCH(1)	1.069644(0.3010)	145.1396(0.0000)	0.143433(0.7049)	3.912676(0.0479)
LB2(5)	1.5464(0.908)	8.9180(0.112)	3.1227(0.681)	2.7799(0.734)
ARCH(5)	134.3236(0.0000)	389.2614(0.0000)	2.120965(0.8322)	5.969852(0.3092)
LB2(10)	11.382(0.329)	17.010(0.074)	14.268(0.161)	13.703(0.187)
ARCH(10)	162.4704(0.0000)	396.3862(0.0000)	5.667227(0.8424)	9.9113240(0.4481)
LB2(15)	14.528(0.486)	21.583(0.119)	15.716(0.401)	15.360(0.426)
ARCH(15)	189.8948(0.0000)	403.3691(0.0000)	7.815439(0.9310)	12.68803(0.6264)
LB2(20)	19.845(0.468)	26.587(0.147)	19.647(0.480)	19.350(0.499)
ARCH(20)	191.9942(0.0000)	404.5385(0.0000)	9.617445(0.9746)	14.94702(0.7794)

Elde edilen ARCH, GARCH ve TGARCH modellerinin varyans denklemlerinde herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. ARCH ve GARCH modellerinde en önemli husus katsayıların negatif olmaması ve hem tek tek hem de toplamsal olarak (alfa ve beta toplamı) 1'den küçük olmasıdır ve bu koşulların yukarıdaki tabloda sağlandığı görülmektedir. TGARCH modelinde de asimetric etki

mevcuttur fakat kaldıraç etkisi görünmemektedir (katsayısı anlamlı fakat negatif olduğu için). TGARCH modelinde varsayımlar esnetilmiş olduğu için bu negatif katsayı sorun teşkil etmemektedir.

Altın getirisinde volatilitenin denkleminde değişen varyansın varlığı ve otokorelasyon olup olmadığı sırasıyla ARCH LM ve Ljung-Box-Q-Stat istatistikleri ile araştırılmıştır. Yapılan testler neticesinde GARCH(1,1) ve TGARCH(1,1,1) modellerinde değişen varyans ve otokorelasyon problemleri bulunmadığı görülmektedir.

Volatilitenin oynak olduğu altın getirisinde altın serisinde farklı oynaklık özelliklerinin bulunabileceği düşünülebilir. Bu bağlamda altın getirisinin doğrusal olup olmadığı BDS testiyle incelenmiştir. Bu test zamana bağlı bağımlılığı incelemektedir. Bu test aynı zamanda kaotik süreç ve doğrusal olmayan bağımlılığı ölçmek için de kullanılabilir. Testte artıkların benzer veya bağımsız dağılıp dağılmadığı incelenmektedir. GARCH(1,1) modeli daha önce ifade edildiği gibi doğrusal olan bir yöntemdir ve bu model için 15. Boyuta kadar BDS doğrusallık test sonuçları ekte Tablo.5’de gösterilmektedir (Gün, 2020: 964). BDS test sonuçları 0.01 anlamlılıkla “hata terimlerinde bağımlılık bulunmamaktadır” hipotezinin incelenen tüm boyutlarda reddedildiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, model doğrusal olmayan bir yapıya sahiptir. Bunun saptanması sebebiyle altın getiri serisinin oynaklığı R programı yardımı ile MSGARCH modeliyle incelenmektedir. Bu model düşük ve riskli olmak üzere iki rejimden meydana gelmektedir. İlgili neticeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur:

Tablo 6. MSGARCH Sonuçları

Parametreler	Rejim 1	Rejim 2
α_0	0.00009224924	0.00000265
α_1	0.2640389000	0.08111000
β_0	0.372942	0.89806700
Rejim Geçiş Olasılıkları		
tlk=1	0.0049	0.9951
tlk=2	0.9788	0.0212
Koşulsuz Volatilitenin ve Olasılık		
Volatilitenin	3.696748	6.068830
Olasılık	0.1889	0.8111

Tablo 6’daki alfa ve beta parametreleri varyans eşitliğini göstermektedir. MSGARCH modelinin log likelihood değeri (12,847.2977) değeri önceki tabloda yer alan GARCH ve TARARCH modellerin log likelihood değerinden daha yüksek olduğu için genel olarak MSGARCH modelinin diğer modellere kıyasla daha başarılı olduğu ifade edilebilir. Bu modelde rejim 1 düşük riskli, rejim 2 ise yüksek riskli rejimi ifade etmektedir. Bunun dışında klasik ARCH ve GARCH modellerinde yaşanan volatilitenin şoklarının daha kalıcı bir etki oluşturduğu belirtilebilir. Bunun sebebi de bu modellerde yapısal değişimin göz önüne alınmamasından kaynaklanmaktadır. Katsayıların toplamı şeklinde hesaplanan dirençlik katsayısı GARCH(1,1) ve TGARCH(1,1,1) modeli için sırası ile 0.9645 ve 1.015’dir. Aynı katsayı MSGARCH modelinin rejim 1’i için sadece 0.6371 iken rejim 2 içinse 0.9792’dir. Bu neticeler sonucunda MSGARCH modelinin düşük riskli döneminde (rejim 1) yüksek bir dirençlilik öngörülmediği, fakat yüksek riskli dönemde (rejim 2), GARCH(1,1) ve TGARCH(1,1,1) modellerinde olduğu gibi daha yüksek dirençlik yaşandığı ifade edilebilir. Rejim 1 ile Rejim 2’deki alfa (α_1) değerlerini kıyaslandığında Rejim 2’e nazaran Rejim 1’de bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da yüksek riske sahip rejimde (Rejim 2) yaşanan şokların daha sonraları dengeye geldiğini, düşük riske sahip rejimde (Rejim 1) ise piyasada yaşanan şoklara altın fiyatının aniden yüksek bir biçimde tepki verdiğini göstermektedir (Gün, 2020: 965).

Bilindiği üzere, koşulsuz volatilité rejimlerin kendi içerilerinde ve geçmiş dönem değerlerine bağlı kalmaksızın hesapladığımız varyans değerleridir. Altın getirisi için düşük riskli ve yüksek riskli koşulsuz volatilité değerleri sırasıyla 3.69 ve 6.06'dır. Diğer serilerde başka araştırmalarda daha önce örneğin banka endeksi (Kula ve Baykut, 2017) veya dolar kurunda (Gün 2020) yüksek riskli koşulsuz volatilitenin düşük riskli koşulsuz volatilitenin yaklaşık 10 ve 20 katı bulunduğu dikkate alınır, altın getirisinde bunların aksine yüksek riskli rejime düşük riskli rejimden çok ani değişim yaşanmadığı görülmektedir. Bu da altın yatırımının diğer borsa endeksleri ve dolar gibi enstrümanlara kıyasla özellikle kriz zamanlarında daha güvenli liman olması ile açıklanabilir. Yine aynı diğer çalışmaların aksine altın getirisinin volatilitesinde koşulsuz olasılık değeri yüksek rejim ve düşük rejim için sırasıyla 0.81 ve 0.19 bulunmaktadır. Kararlılık olasılıkları olarak da tanınan koşulsuz olasılıklar, sonsuz uzaya gittiğinde rejimlerin yaklaştıkları limit değerlerinin olasılıklarını belirtmektedir. Burada da yüksek rejimde kalma olasılığının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Düşük ve yüksek riskli rejimlerin koşulsuz volatiliteleri arasındaki farkın altın getirisi için çok aşırı olmadığı göz önüne alındığında altına yatırımlarda bunun büyük problem oluşturmayabileceği yorumu yapılabilir (Kula ve Baykut, 2017: 102).

Altın getirisi için düşük riskli rejimde iken düşük riskli rejimde kalma olasılığı yalnızca 0.0049 iken yüksek riskli rejime geçme olasılığı çok büyüktür (0.9951). Yüksek riskli rejimde iken yine yüksek rejimde kalma olasılığı da sadece 0.0212 iken, düşük riskli rejime geçme olasılığı 0.9788'dir. Bütün bunlar da her bir rejimden diğerine çok sık geçişler olduğunu göstermektedir. Bu ayrıca her iki rejimde de rejim ısrarcılığı yaşanmadığını ifade etmektedir. Her iki rejim de az kararlılık sergilemektedirler ve diğer rejime geçme eğilimi sergilemektedir. (Kula ve Baykut, 2017: 102).

5. SONUÇ

Literatür incelendiğinde finansal piyasaların çok önemli bir enstrümanı olan altının dinamik hareketinin incelenmesi ve zamanla değişen volatilitésinin modellenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda doğrusal olan klasik ARCH-GARCH modelleri ile doğrusal olmayan EGARCH ve TGARCH gibi modeller kullanılmaktadır. Fakat bunların yapılan araştırmalarda volatilitéyi genelde olduğundan yüksek öngördüğü ve düşük öngörü performansına sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu sıkıntının temeli ise ARCH süreçlerinde yapısal değişimlerin yer alması vardır. Buna ilave olarak çoğu modeller piyasaları bütün olarak dikkate almakta ve ani sıçramaları göz önüne alamamaktadır. Fakat gerçek hayatta özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde piyasada çok sık dalgalanmalar yaşanmakta ve farklı volatilité yapılarına sahip dönemler olabilmektedir. İşte bu gibi durumlarda Markov rejim değişim modelleri konjonktürel etkileri göz önüne alabilmekte ve volatilité yapısını daha başarılı tahmin edebilmektedir (Gün, 2020: 968).

Bu çalışmada 2005 ile 2020 arasındaki günlük gram altın TL fiyatları kullanılarak altının volatilitésini farklı yöntemler (ARCH, GARCH, TGARCH ve MSGARCH) kullanılarak modellenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Verinin günlük alınmasındaki amaç geçmiş çalışmaların gösterdiği gibi en başarılı olarak verinin günlük frekansta modellendiğinin bulunmasıdır.

MSGARCH modelinin log olabilirlik değeri diğer yöntemlerden daha yüksek bulunduğu için genel olarak MSGARCH modelinin daha başarılı olduğu ifade edilebilir. Bu modelde düşük riskli rejim ve yüksek riskli rejim olmak üzere iki rejim bulunmaktadır. Ayrıca klasik ARCH-GARCH modellerinde meydana gelen volatilité şokları daha kalıcı etkiler oluşturmaktadır. Bunun nedeni de bu tarz modellerde yapısal değişikliklerin dikkate alınmamasıdır. Katsayıların toplamı olarak hesaplanan dirençlik katsayısının birinci rejim için düşük olduğu bulunmuştur. İkinci rejimde ise bu değer diğer klasik yöntemlere yakın çıkmıştır. Bu iki rejimdeki alfa (α_1) değerleri kıyaslandığında bu değerlerin rejim 1'de daha yüksek olduğu bulunmaktadır. Bu da düşük riskli rejimde piyasada yaşanan şoklara

altın fiyatının ani ve yüksek biçimde tepki verdiğini, yüksek riskli rejimde ise meydana gelen şokların daha sonrasında dengeye geldiği görülmektedir.

Altın getirisi için düşük ve yüksek riskli koşulsuz volatilité değerleri sırasıyla 3.69 ve 6.06'dır. Diğer enstrümanlarda (dolar veya banka endeksi gibi) düşük ve yüksek riskli koşulsuz farkın çok daha yüksek bulunması, altın getirisinde bunların aksine düşük riskli rejimden yüksek riskli rejime büyük değerde bir değişim olmadığını göstermektedir. Bu durum da özellikle kriz zamanlarında altın yatırımının diğer çoğu enstrümana kıyasla daha güvenli liman olması ile izah edilebilir. Yine diğer enstrümanların aksine koşulsuz olasılık değeri yüksek riskli rejimde çok daha yüksek çıkmıştır. Fakat altın getirisi için düşük ile yüksek riskli rejimlerin koşulsuz volatilitesi arasındaki farkın çok yüksek olmadığı dikkate alındığında bunun altın yatırımlarında büyük sorun teşkil etmeyeceği yorumu yapılabilir.

Altın getirisi için birbirine geçme olasılıkları incelendiğinde her iki rejimden de birbirilerine sık ve hızlı geçişler yaşandığı da anlaşılmaktadır. Bu durumda her iki rejimde de rejim ısrarcılığı olmadığını göstermektedir. Yani her iki rejim de az kararlılık sergilemektedir ve hemen diğer rejime geçme eğilimi göstermektedir (Kula ve Baykut, 2017: 102).

Bu çalışmanın bulgularının piyasa yapıcılar, akademisyenler, yatırımcılar, risk ve portföy yöneticilerine faydalı olabileceğine inanılmaktadır. Muhammad, Kumar, Sana, ve Muhammad (2019) tarafından altın, gümüş, paladyum ve platinin volatilitesi MSGARCH yöntemi ile 3 farklı rejime kadar analiz edilmiştir. En uygun modeli minimum Akaike değerini verenden tespit etmişlerdir. MSGARCH modeli yardımıyla bir gün öncesinden riske maruz değer tahminini de yapmışlardır. Genel olarak rejim değişimini hesaba katan modellerin tek rejimli GARCH modellerinden daha başarılı neticeler verdiği tespit edilmiştir. Qasim vd. (2021)'in araştırmasında ise Pakistan'daki altın fiyatlarının Markov rejim değişim otoregresif model ile tahmini ve öngörmesine çalışılmıştır. Kullanılan veriler 1995 ile 2019 tarihleri arasındadır. Yapılan ilk analizde verilerin durağan olmadığı, heteroskedasite ve yapısal değişimlerin olduğu saptanmıştır. Verinin temsil ettiği dinamikler iki farklı rejim ile modellenmeye çaba harcanmıştır. Araştırma sonucunda Markov rejim değişiminin ele alınan veride doğrusal olmama ve heteroskedasite durumlarını başarı ile ele aldığı ve etkili tahminlerde bulunduğu saptanmıştır.

İlerideki altın ile ilgili çalışmalarda bu makaleye ilave olarak iki rejimli MSGARCH modeli yerine üç veya dört rejimli MSGARCH modelleri daha güncel veriler ile tahmin edilebilir. Ayrıca bu çalışmadaki Markov rejim değişim modelinin temel aldığı GARCH modeli yerine TGARCH, EGARCH gibi modeller de geliştirilip denenebilir (Sopipan vd., 2012:130). Buna ilave olarak bu yöntemlerin riske maruz değerleri tahmin edilip performans farklılıkları incelenebilir. Bunun dışında yapay sinir ağları, getiride Markov rejim değişiklikleri, yumuşak geçiş modelleri ve eşik değer modellerinin çıktılarını ile de bu makalenin bulguları karşılaştırılabilir (Barca ve Arabacı, 2020: 210).

KAYNAKÇA

- Akel, V. , ve Gazel, S. (2015). Finansal piyasa riski ve altın yatırımı: Türkiye örneği. Çanakkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(1), 335-350.
- Ardia, D., Bluteau, K., Boudt, K. ve Catania, L. (2018). Forecasting risk with Markov-switching GARCH models: A large-scale performance study. International Journal of Forecasting, 34, 733-747.
- Atmaca, V.D. (2015). Altın fiyat getirilerindeki oynaklığın stokastik volatilité modelleri ile tahmini. Paper presented at 7th International Social Sciences Congress in the Balkans, Kaposvar, Macaristan, 25-30 Ağustos 2015, 379-389.
- Barca, O. ve Arabacı, Ö. (2020). BİST altın fiyatları markov rejim değişim modeli ile analizi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 85, 209-222.
- Bentes, S.R. (2015). Forecasting volatility in gold returns under the GARCH, IGARCH and FIGARCH frameworks: New evidence, Physica A, 355-364.
- Chkili, W. (2017). Is gold a hedge or safe haven for Islamic stock market movements? A Markov switching approach. Journal of Multinational Financial Management, 42(43). 152-163
- Çifter, 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.
- Diebold, F.X. ve Yilmaz, K. (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. International Journal of Forecasting, 28(1), 57-66.
- Garman, M.B. ve Klass, M.J. (1980). On the Estimation of Security Price Volatility from Historical Data. The Journal of Business, 53(1), 67-78.
- Gencer, G.H., ve Musoğlu, Z. (2014). Volatility modeling and forecasting of İstanbul Gold Exchange (IGE). International Journal of Financial Research, 5(2), 87-101.
- Gray, S.F. (1996). Modeling the conditional distribution of interest rates as a regime switching process, Journal of Financial Economics, 42(1), 27-62.
- Gün, M. (2020). Döviz kuru volatilitésinin doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile incelenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 39, 952-974.
- Hillier, D., Draper, P., ve Faff, R. (2019). Do precious metals shine? An investment perspective, Financial Analysts Journal, 62(2), 98-106.
- Höl, A.Ö. ve Gülcan, N. (2022). Kıymetli Madenlerin Range-Based Volatilité Serileri Arasındaki Asimetrik İlişkiler, Alanya Akademik Bakış Dergisi, 6(3), 3215-3236.
- Karabacak, M., Meçik, O., ve Genç, E. (2014). Koşullu değişen varyans modelleri ile BİST 100 endeks getirisi ve altın getiri volatilitésinin tahmini. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 6(1), 79-90.
- Karadağ, M.A. (2008). Analysis of Turkish stock market with markov regime switching volatility models (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). ODTÜ Finansal Matematik Bölümü, Ankara
- Kılıç, E. ve Baydaş, Y. (2022). Borsa İstanbul ile Kıymetli Madenler Arasındaki Volatilité Yayılımı. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 212-225.
- Klaassen, F. (2002). Improving GARCH volatility forecasts with regime-switching GARCH. Empirical Economics, 27, 363-394.
- Kristjanpoller, W. , ve Minutolo, M.C. (2015). Gold price volatility: a forecasting approach using the artificial neural network-GARCH model. Expert Systems with Applications, 42(20), 7245-7251

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.058>

Kula, V., ve Baykut, E. (2017). BIST banka endeksi'nin (XBANK) volatilité yapısının Markov rejim değişimi GARCH modeli (MSGARCH) ile analizi, Bankacılar Dergisi, 102, 89-110.

Mansor, İ.H. (2011). Financial market risk and gold investment in an emerging market: the case of Malaysia, Romanian Journal of Economic Forecasting, 4, 79-89.

Muhammad, N., Kumar, T.A., Sana, M., ve Muhammad, S. (2019). Modeling volatility of precious metals markets by using regime-switching GARCH models. Resources Policy, 64, 1-8.

Qasım, T.B., Iqbal, G.Z., Hassan, M. Ve Ali, H. (2021). Application of Markov Regime Switching Autoregressivde Model to Gold Prices in Pakistan. Review of Economics and Development Studies, 7(3), 309-323.

Sopipan, N., Sattayatham, P. ve Premanode, B. (2012). Forecasting volatility of gold price using markov regime switching and trading strategy. Journal of Mathematical Finance, 2, 121-131.

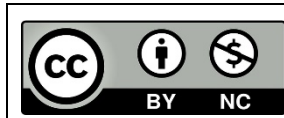
Şahin, Ö. (2021). Bireysel yatırım enstrümanlarının volatilité yapılarının belirlenmesi: kripto paralar, ABD doları Türk lirası kuru, altın ve yatırım fonları üzerine bir uygulama. Yönetim Bilimleri Dergisi, 19(42), 843-865.

<https://doi.org/10.35408/comuybd.774626>

Şencan, İ. (2017). BİST altın endeksi oynaklığı analizi ve performans ölçümü. Maliye Finans Yazıları, 107, 9-24.

Şenol, Z. ve Koç, S. (2022). Borsa, Faiz, Döviz Kuru, Altın, Petrol ve Bitcoin Arasında Volatilité Yayılımları. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 35, 31-46.

What makes gold a strategic asset? (2022, 20 Ocak). Erişim tarihi <https://www.gold.org/goldhub/research/relevance-of-gold-as-a-strategic-asset-2022>



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

EKLER

Tablo 5. BDS Test Neticeleri

Boyut	BDS İstatistiği	Std. Hata	z-değeri	Olasılık Değeri
2	0.015186	0.001406	10.79916	0
3	0.032565	0.002229	14.60703	0
4	0.04541	0.002649	17.14463	0
5	0.052281	0.002754	18.98131	0
6	0.055448	0.00265	20.92133	0
7	0.055447	0.002423	22.88147	0
8	0.053248	0.002137	24.91771	0
9	0.049356	0.001834	26.90587	0
10	0.044743	0.001542	29.01359	0
11	0.039965	0.001275	31.34291	0
12	0.035148	0.00104	33.79384	0
13	0.030769	0.000839	36.67773	0
14	0.026772	0.00067	39.94374	0
15	0.023224	0.000531	43.72247	0

EXTENDED ABSTRACT

Analysis Of Gold Volatility With Linear And Non-Linear Techniques

1. Introduction

Investors have two main purposes when evaluated in general: one is to prevent the depreciation of their investments against inflation, and the other is to obtain returns above the market. Investors benefit from various investment tools in order to achieve these goals. Gold is one of these investment tools, and there is a common belief in the market that gold is a safe haven (Şahin, 2021: 844).

Volatility can be expressed simply as fluctuations in returns. This issue is extremely important for many financial activities such as risk management, derivative pricing, hedging, market making, and portfolio management. For the last three decades, the issue of estimating and modeling volatility has received great attention from both market professionals and academics. Due to the importance of volatility, many models have been developed and are still being developed. These models can be grouped into three main categories: GARCH-type econometric models, stochastic volatility-type models, implied volatility derived from option prices, and actual volatility obtained from high frequency data. The most idely used time-varying models in finance are GARCH type models (Karadağ, 2008:1).

To summarize, this study examines the price behavior of gram TL gold prices in Turkey with the MSGARCH model to take into account both asymmetry and regime changes. Here, indeed, the regime change means the scenario in which the gold price structure is predicted. Since the concept of "regime change" is used instead of "scenario" in the literature, the same term is used in this study. The contribution of this study to the current literature is to examine the regime-dependent characteristic of gram gold TL price volatility. In the MSGARCH model, all parameters vary between low and high volatility regimes, and there are different parameters for different regimes. This approach is defined as regime-dependent volatility and allows the prediction of high and low volatility structures of gold prices. The MSGARCH model helps to reduce the problems of kurtosis, thick tail, and skewness in estimating volatility models (Çifter, 2013: 62).

2. Data

Gold prices are obtained from Finnet as daily gram gold TL price. The data set includes 4131 daily observations and is between 03.01.2005 and 21.12.2020. Examining the volatility of daily prices is preferred because it has been found in the literature that MSGARCH and other GARCH models can be examined best with daily frequency and it is also seen that volatility clustering is high in this selected period (Çifter, 2013:63).

3. Methodology

When the academic literature is examined, it is seen that many studies use GARCH models to estimate volatility. However, when these methods are used, the findings show that these estimates are very high, especially in volatile periods. The most important reason for this is the high persistence of shocks in GARCH estimates. To solve this problem, that is, to be more flexible in the persistence of shocks, GARCH models can be generalized and treated as two regimes with different levels of volatility, thus allowing separate GARCH effects in each regime. The resulting MSGARCH model improves on existing methods; for example, it uses the appropriate recursive procedure and also estimates multi-period forward volatility. In most studies, it appears that this model overcomes the high-value problem of single-regime GARCH models and outperforms (Klaassen, 2002:363).

With this method, gold volatility is examined in two separate classes as low and high, and since it does not have a linear structure, it is not necessary to determine the days when there is a change in the regime; that is, the regime change dates are considered an unobservable variable (Gün, 2020:

960-961). Gray (1996) and Klaassen (2002) develop the Standard GARCH model and express the two-regime MSGARCH model as follows (Cited by Çifter ,2013:63)

$$h_t = [\alpha_0 + \alpha_{1(s)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{1(s)}h_{t-1}]I[s_t = 0] + [\alpha_0 + \alpha_{1(s)}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{1(s)}h_{t-1}]I[s_t = 1]$$

Here $s=0$ represents low volatility regime and $s=1$ represents high volatility regime. The MSGARCH approach allows the estimation of high and low volatility structures of gold prices (Cited by Çifter, 2013:63).

4. Findings and Discussion

Since the log likelihood value (12,847.2977) of the MSGARCH model is higher than the log likelihood value of the GARCH and TARARCH models in the previous table, it can be stated that the MSGARCH model is more successful in general than other models . In this model, regime 1 represents low risk and regime 2 represents high risk. Apart from this, it can be stated that the volatility shocks experienced in the classical ARCH and GARCH models have a more permanent effect. The reason for this is that structural changes are not taken into account in these models. The resistivity coefficient calculated as the sum of the coefficients is 0.9645 and 1.015 for the GARCH(1,1) and TGARCH(1,1,1) models, respectively. The same coefficient is only 0.6371 for regime 1 and 0.9792 for regime 2 of the MSGARCH model. As a result of these results, it can be stated that high resistance is not predicted in the low-risk period (regime 1) of the MSGARCH model, but higher resistance is experienced in the high-risk period (regime 2), as in the GARCH(1,1) and TGARCH(1,1,1) models. When the alpha (α_1) values in Regime 1 and Regime 2 are compared, it is seen that this value is higher in Regime 1 than in Regime 2. This shows that the shocks experienced in the high-risk regime (Region 2) come to balance later, and in the low-risk regime (Region 1), the gold price suddenly reacts to the shocks in the market (Gün, 2020:965).

As it is known, unconditional volatility is the variance values that we calculate within the regimes themselves, regardless of the past period values. The low-risk and high-risk unconditional volatility values for gold returns are 3.69 and 6.06, respectively. Considering that in other studies, for example, in bank index (Kula ve Baykut, 2017) or dollar exchange rate (Gün, 2020), high-risk unconditional volatility is approximately 10-20 times higher than low-risk unconditional volatility, on the contrary, the change from a low-risk regime to a high-risk regime in gold return is not very large. This can be explained by the fact that gold investment is a safer haven, especially in times of crisis, compared to other stock market indices and instruments such as the dollar. Again, unlike other studies, the unconditional probability value for the volatility of the gold return is found to be 0.81 and 0.19 for the high regime and low regime, respectively. Unconditional probabilities, also known as stability probabilities, indicate the probabilities of the limit values that the regimes approach when they go into infinite space. Here, too, the probability of staying in the high regime was found to be higher. Considering that the difference between the unconditional volatility of low and high risk regimes is not too extreme for gold returns, it can be interpreted that this may not pose a big problem in gold investments (Kula ve Baykut, 2017:102).