

ÖZGÜN ARAŞTIRMA / ORIGINAL ARTICLE



Copyright@Author(s) - Available online at dergipark.org.tr/en/pub/igusbd.
Content of this journal is Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND) International License.

10 Yıllık ABD Tahvil Getirisi, Dolar Endeksi ve Altın Vadeli İşlemleri Arasındaki Dinamik İlişkilerin Markov Regim Değişim Modeli ile Analizi

Analysis of they Dynamic Relationships Between the 10-Year US Treasury Yield, Dollar Index, and Gold Futures Using the Markov Regime Switching Model

¹Tuğba YILMAZ 

²Mustafa SEVÜKTEKİN 

Öz

Amaç: Bu çalışmanın temel amacı, 2014-2024 yılları arasındaki ABD Tahvil Getirisi (US10Y), Dolar Endeksi (DXY) ve Altın Vadeli İşlemler (GCC1) arasındaki dinamik ilişkileri zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan Markov Regim Değişim Modelleri (MRDM) yardımıyla incelemektir. Üç temel finansal göstergenin ekonomik rejimlere bağlı olarak zaman içerisinde gösterdikleri değişimleri ve değişkenler arasında farklı makroekonomik koşullar altında oluşan yapısal etkileşim biçimlerini anlamaya odaklanmaktadır.

Yöntem: Çalışmada, 02.01.2014–03.06.2024 tarih aralığındaki iş günü bazlı günlük veriler kullanılmıştır. Serilerin durağanlığı ADF ve PP testleri ile test edilmiş, serilere uygun fark alma işlemi uygulanmıştır. Granger nedensellik ve Johansen eşbütünlük analizi yapıldıktan sonra, üç rejimli Markov Regim Değişim Modeli tahmin edilmiştir.

Bulgular: Analiz sonuçlarına göre, ilk rejimde, altın fiyatlarının tahvil getirilerine negatif etkisi gözlemlenirken, Dolar Endeksi'nin anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. İkinci rejimde ise ne Dolar Endeksi ne de altın fiyatlarının tahvil getirilerine etkisi görülmemiştir. Üçüncü rejimde ise Dolar Endeksi ve tahvil getirileri pozitif, altın fiyatları ile negatif ilişkilidir. Geçiş matrisine göre, piyasanın birinci ve üçüncü rejimlerde kalma olasılığı daha yüksektir.

Sonuç: Çalışma bulguları, finansal piyasa göstergelerinin zaman içinde sabit kalmadığını ve ekonomik rejimlere duyarlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. MRDM ile belirlenen rejim yapıları, yatırımcıların ve politika yapımcıların yalnızca mevcut piyasa koşullarını değil, olası rejim geçişlerini de dikkate almaları

¹Öğr. Gör. Dr., Aksaray Üniversitesi, Rektörlük, Kalite Koordinatörlüğü, Aksaray, Türkiye.

✉ tugba.yilmaz@aksaray.edu.tr

²Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Bursa, Türkiye.

✉ sevuktekin@uludag.edu.tr

Geliş/Received: 06.08.2024

Kabul/Accepted: 17.09.2024

Tuğba YILMAZ, Mustafa SEVÜKTEKİN, "Analysis of they Dynamic Relationships Between the 10-Year US Treasury Yield, Dollar Index, and Gold Futures Using the Markov Regime Switching Model", Istanbul Gelisim University Journal of Social Sciences, 12 (2), October 2025, pp. 439-452.

gerektiğine işaret etmektedir. Altın, tahvil getirisi ve dolar endeksi gibi değişkenlerin rejimlere göre farklı yön ve şiddette etkiler göstermesi, portföy yönetimi ve ekonomik politika tasarımlarında stratejik yaklaşımın önemini vurgulamaktadır. Çalışma, finansal değişkenler arasındaki ilişkilerin yalnızca nedensellik temelinde değil, rejimsel bütünlük içinde değerlendirilmesi gerektiğine dair metodolojik bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Markov Rejim Değişim Modelleri, ABD Tahvil Getirisi, Dolar Endeksi, Altın Vadeli İşlem Piyasası, Rejim Geçiş

Abstract

Aim: The main objective of this study is to examine the dynamic relationships between the U.S. 10-Year Treasury Yield (US10Y), the U.S. Dollar Index (DXY), and Gold Futures (GCc1) during the period between 2014 and 2024 by employing Markov Regime Switching Models (MRSRM), one of the advanced time series analysis techniques. The study focuses on understanding how these three major financial indicators change over time depending on economic regimes and how their structural interactions evolve under different macroeconomic conditions.

Method: The study utilizes daily data based on business days between 02.01.2014 and 03.06.2024. The stationarity of the series is tested using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) tests. Appropriate differencing techniques were applied where necessary. After performing Granger causality and Johansen cointegration tests, a three-regime Markov Regime Switching Model was estimated.

Results: According to the analysis, in the first regime, gold prices have a negative impact on treasury yields, while the Dollar Index has no significant effect. In the second regime, neither gold prices nor the Dollar Index significantly affect treasury yields. In the third regime, the Dollar Index and treasury yields are positively correlated, while gold prices are negatively associated. The transition matrix indicates that the market tends to remain longer in the first and third regimes.

Conclusion: The findings reveal that financial market indicators do not remain constant over time and are sensitive to economic regimes. The regime structures identified through MRSRM suggest that both investors and policymakers should consider potential regime shifts, not just current market conditions. The study offers a methodological framework emphasizing the need to assess financial interactions within a regime-based context, beyond simple causality.

Keywords

Markov Regime Switching Models, US Bond Yields, Dollar Index, Gold Futures Market, Regime Transition

Giriş

Tahvil, finans piyasalarının içerisinde alım satım aracılığıyla kaynak yaratma araçları içinde en çok tercih edilmekte olan sabit getirili menkul kıymetlerden bir tanesidir. Tahvil ile ilgili olarak hem TTK (Türk Ticaret Kanunu) hem de SPK (Sermaye Piyasası Kurulu) aracılığıyla oluşturulmuş tanımlamalar bulunmaktadır. Tahvil, SPK tarafından yapılan tanımlamaya göre, devlet ya da özel sektördeki şirketlerin borçlanma yoluyla orta ve uzun vadeli fon kaynağı sağlayabilmek adına çıkartmış oldukları borç senetlerine verilen isimdir (<https://spk.gov.tr/>). Bu borç senetleri, başta ABD olmak üzere dünyada kamu sektörünün en çok tercih ettiği borçlanma türlerinden bir tanesidir. ABD’de bulunan tahvil piyasası dünyadaki en büyük tahvil piyasasıdır. Bu nedenle yatırımcılar açısından güvenli bir liman olarak düşünülmektedir.

10 yıllık ABD Tahvil Getirileri (US10Y), ulusal ABD ekonomisi ve para politikasının oldukça önemli bir aracı olduğundan dolayı gelişmekte olan ülkeler tarafından takip edilmektedir. Tahvil faizinde bulunan göstergelerdeki artış ve azalış yönünde bulunan hareketler, gelişmekte olan ülke ekonomilerinin faiz

oranlarını, likidite miktarını ve para politikasını içeren kararları ve ülkelerdeki portföy yatırımlarını önemli bir şekilde etkilemektedir (Önem ve Yorgancı, 2023).

ABD Dolar Endeksi, ülke para birimi olan Doların diğer ülkelerin para birimleri karşısındaki değerinin ölçülmesi amacıyla 1973 yılı itibarıyla hesaplanmaktadır. Endeks, ABD Dolarının altı majör para biriminin karşısındaki değerinin bir ifadesidir. Bu altı para birimi; İngiliz Sterlini, Euro, Japon Yeni, Kanada Doları, İsveç Kronu ve İsviçre Frangı'dır. Endeksin hesaplanabilmesi için belirtilen para birimlerinin ağırlıklandırma faktörleri belirlenmektedir. Devamında, her para birimi döviz kuruyla çarpılarak bir değer elde edilir. Elde edilen bu değer ile ağırlıklandırma faktörü çapılarak toplanır ve böylelikle endeks değeri elde edilmiş olur. Bu işlemlerin sonucunda endeks eğer 100'ü geçen bir değer alırsa ABD Dolarının gücü ortaya çıkar (Köse ve Yılmaz, 2022). Fakat bu konu ile ilgili kesin bir değerlendirme yapabilmek için diğer faktörlerinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. FED (Amerikan Merkez Bankası) tarafından hesaplanan bu endeks piyasada DXY olarak kodlanmaktadır (Kıracı, 2020). Endeksin en temel önemi, ABD Dolarının performansını göstermesidir. Dolayısıyla endeks, uluslararası ticaret, ekonomik aktiviteler ve yatırım açısından önemli bir göstergedir. Bunun yanı sıra piyasa eğilimlerinin takip edilebilmesine imkân sunmakta ve yabancı yatırımları da etkilemektedir. Borçlanma maliyetleri de bu endeks ile ilgilidir (Kanak, 2023).

DXY Endeksi, küresel piyasalardaki pek çok finansal kararı etkileyebileceği gibi, döviz rezervlerinin yönetimini de etkilemektedir. Bu bağlamda, endeksin bireysel ve bütünsel derecede öneme sahip olduğu söylenebilmektedir. Endeksin düşmesi, ABD ithalatını pahalılaştırırken ihracatı ise cazip bir hale getirmektedir. Ayrıca turizmi de teşvik etmektedir. Endeksin yükselmesi ise, ABD ithalatını ucuzlaştırırken ihracatı zorlaştırmaktadır. Böyle bir durumda turizm ise olumsuz etkilenmektedir. Yatırımcılar da, bu duruma göre ABD Doları ya da diğer para birimlerine yönelim göstermektedirler (Uçar ve Kıdemli, 2021).

Bu çalışmada kullanılan bir diğer değişken ise Altın Vadeli İşlemler (GCc1)'dir. Altın binlerce yıldır küresel finans sisteminde önemli bir rol oynamış olup aynı zamanda da bir değer saklama ve değişim aracı olarak kullanılmıştır. Geleneksel yaklaşıma göre altın, enflasyona karşı bir korunma aracı olarak değerlendirilirken; portföy yönetimi açısından ise çeşitlendirme imkânı sunması ve ABD Doları cinsinden varlık bulunduran yatırımcılar için döviz kuru riskini azaltma potansiyeli nedeniyle tercih edilmektedir. Akademiye ve finans medyasına göre, piyasaların çalkantılı olduğu zamanlarda altın piyasası güvenli bir liman olarak düşünülmektedir (Smales, 2014).

10 yıllık ABD Tahvil Getirileri, ABD Dolar Endeksi ve Altın Fiyatları Endeksi arasındaki ilişkinin çok yönlü olduğu söylenebilmektedir. Araştırmalara göre, Dolar Endeksi ve altın fiyatları arasında anlamlı bir negatif korelasyonun varlığı bilinmektedir (Gupta ve Sethi, 2021). Bu kapsamda, Dolar Endeksi'nin altın fiyatlarını olumsuz etkilediği (Perumal vd., 2021) söylenebilmektedir. Yapılan diğer çalışmalara göre, altın fiyatları ile CNX Nifty Endeksi vb. gibi borsa endekslerinin arasında bir ilişkinin var olduğu ve yatırımcıların altını genelde güvenilir bir yatırım alternatifi olarak düşündükleri de kanıtlanmıştır (Ghanbari vd., 2022). Altın fiyatları ile Hindistan'ın NSE Nifty gibi borsa endeksleri arasındaki eşbütünlüşme ve nedensel ilişkisini araştıran bir çalışmada tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya konulmuştur (Gayathri ve Dhanabhakya, 2014). Dolar Endeksi ve altın fiyatlarını içeren bir diğer çalışmada iki değişken arasındaki aşırı getirilerde bağımsızlık olduğu ispatlanmıştır (Huang ve Wang, 2010). Buna ek olarak, BIST 100 endeksi ve altın fiyatlarını içeren bir çalışmada, iki varlık arasında güçlü bir pozitif korelasyon bulunmuş ve altın fiyatlarındaki bir artışın belirli bir olasılıkla BIST 100 endeksinde karşılık gelen bir artışa yol açabileceği de kanıtlanmıştır (İlarslan, 2017). Bu bağlamda, elde edilen tüm bu sonuçlara istinaden üç değişken arasındaki ilişkinin kur hareketleri, piyasa dinamikleri ve yatırımcı davranışları gibi pek çok faktörden etkilendiği söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı, üç değişken arasındaki dinamik ilişkileri ve bu değişkenlerin ekonomik döngülerdeki rejim değişikliklerine verdikleri tepkileri analiz etmektir. Makroekonomik göstergeler olarak bu üç değişken, ekonomik belirsizlikler, enflasyon beklentileri ve global finansal piyasaların sağlığı hakkında kritik bilgiler sunmaktadır. Bu kapsamda, Markov Rejim Değişimi Modeli kullanılarak değişkenler arasındaki rejim geçişlerinin belirlenmesi ve farklı ekonomik rejimlerde bu değişkenlerin davranışlarının ve aralarındaki korelasyonların incelenmesi hedeflenmektedir. Böylece, finansal krizler, piyasa dalgalanmaları ve ekonomik büyüme dönemlerinde bu değişkenlerin nasıl etkilendiği

ve birbirleriyle olan etkileşimlerinin nasıl değiştiği konusunda derinlemesine bir anlayış sağlanması amaçlanmaktadır. Bu çalışma, yatırımcılar ve politika yapıcılar için ekonomik ve finansal karar alma süreçlerinde rehberlik edici olabilecek stratejik bilgiler sunmayı da hedeflemektedir.

Literatür

Nguyen (2020), emtia piyasalarının uygulamalarını Markov Rejim Değişimi Yöntemi'yle incelemiştir. Çalışmada, emtia fiyatlarının tahmini yapılmıştır. Çalışma sonucunda, TÜFE değişimlerinin altın fiyatları üzerindeki etkisinin, bugüne kadar ekonomi literatüründe yaygın olarak kabul edilenden daha sofistike olan rejimlere bağlı olduğu gösterilerek alanda yeni bir katkı sunulmuştur.

Anh ve Zhao (2021), Markov Anahtarlama Modellerini kullanarak uluslararası anlamda altın fiyatının geçmişini incelemiştir. Çalışma, emtia fiyatlarının tahminine yönelik kapsamlı bir metodoloji sunabilmek açısından altını finansal bir varlık olarak ele alarak Markov Rejim Değişimi Modellerinin özelliklerini uygulamıştır. Çalışma sonucunda, Markov Rejim Değişim Modeli uygulamasının emtia fiyatlarının tahmin edilebilirliğini anlamlı ölçüde artırabileceği ortaya konmuştur. Model sonuçlarının analizi, geçmişte altın fiyatlarında gözlemlenen ani artışların genellikle belirli ekonomik koşullara bağlı olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

Ma vd. (2021), Markov Rejim Değişimi GARCH-MIDAS modellerini kullanarak küresel ekonomik politika belirsizliğinin (GEPÜ) Altın Vadeli İşlem Piyasası'ndaki koşullu oynaklık üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Örneklem içi ampirik sonuçlara göre, GEPÜ'nün Altın Vadeli İşlem Piyasası için öngörücü bilgiler içerdiği ve daha yüksek GEPÜ'nün Altın Vadeli İşlem Piyasası'nda yüksek bir oynaklığa yol açtığı görülmüştür. Çalışmada, zamanla değişen geçiş olasılıkları ve GEPÜ endeksini içeren yeni bir Markov Rejim Anahtarlama Modeli kullanılmıştır. Bu modelin diğer modellere nazaran daha iyi bir şekilde tahmin ürettiği bulunmuştur. Çalışma sonucunda, GEPÜ'deki değişikliklerin Altın Vadeli İşlem Piyasası üzerindeki asimetrik etkileri incelenmiş olup negatif değişikliklerin pozitif değişikliklere göre daha iyi tahmin performansı sağladığı bulunmuştur. Ek olarak, bu bulguların küresel finansal kriz ve Avrupa borç krizi gibi şiddetli dalgalanmalarda ve belirsizlik dönemlerinde de geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Qasim vd. (2021), Pakistan'daki altın fiyatlarının tahmini ve performansının araştırılması için Markov Rejim Değiştiren Otoregresif (MRS-AR) Modeli kullanmışlardır. Verilerin dinamiklerini iki farklı rejimle incelemiştir. Ampirik analiz sonuçlarına göre, rejim kaymalarının önemli olduğunu ve MRS-AR modelinin durağan olmama durumunda bile uygun sonuçlar ürettiğine dair kanıtlar ortaya konulmuştur. Ek olarak, Markov Rejim Geçiş'i'nin seçilen verilerin altında yatan doğrusal olmayan ve değişen varyansları başarılı bir şekilde yakaladığı ve etkin tahminler ürettiği de kanıtlanmıştır.

Editya (2022), Endonezya'nın 10 yıllık yerel para tahvilini ve bu tahvilin ABD Hazine (UST) Getirisi, Kredi Temerrüt Takası (CDS), yabancı sahipliği, merkez bankası politika faizi, döviz kuru, Volatilité Endeksi (VIX) ve piyasa yapımcıların alım satım davranışları gibi çeşitli faktörlerle olan ilişkisini ampirik olarak incelemiştir. Değişkenler arasındaki ilişki, ARIMA hataları ile Dinamik Regresyon Modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, Endonezya'nın 10 yıllık Yerel Para Birimi Tahvillerini etkilemede ABD Hazine getirisinin önemini vurgulayarak, 10 yıllık UST getirisinin ve gecikme-1'in LCB getiri hareketlerini tahmin etmede kilit bir rol oynadığını göstermiştir.

Fischer vd. (2022), parametre dinamiklerinin zaman içinde değiştiği ve stokastik oynaklık içerdiği durumlarda kullanılmak üzere, doğası bilinmeyen bu değişimleri yakalayabilen zamanla değişen parametrelili bir Vektör Otoregresif (VAR) model geliştirmiş ve bu modeli ABD getiri eğrisini modellemek amacıyla uygulamışlardır. Katsayıların zaman içinde rastgele bir şekilde değişebileceği; bu değişimlerin bir Markov Rejim Değişimi sürecine, gözlemlenen açıklayıcı değişkenlere ya da her ikisinin birleşimine bağlı olarak gerçekleşebileceği varsayımından hareket etmişlerdir. Bu olasılıklar arasında model seçimini yapabilmek ve verilerin hangi yapıyı desteklediğini belirleyebilmek amacıyla Bayesçi daralma önceliklerini benimsemiştirler. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen modelin güçlü bir tahmin performansı sergilediğini ve ABD getiri eğrisi dinamiklerindeki yapısal kırılmaların belirleyicilerinin analizinde, örneklem içi özelliklere odaklanılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Tampubolon (2023), ABD Hazine Tahvilleri, S&P500 ve IDR/USD şoklarına karşı SBN-Yurtiçi ve

IDX-Kompozit getirileri arasındaki dinamik bağlantıları ampirik olarak incelemiştir. Analizi ise, VECM ile gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda, Covid-19 salgını sırasında çeşitli tahvil getirilerinde ve hisse senedi endekslerinde önemli değişiklikler olduğu görülerek dış şokların yerel finans piyasaları üzerindeki etkisi vurgulanmıştır.

Shen vd. (2023), altın ve Bitcoin'in tarihsel fiyat dalgalanma verilerinin öğrenilebilmesi için XGBoost modelini kullanmışlardır. Devamında kuralların belirlenebilmesi için LT algoritması ve PS algoritması kullanılmıştır. Ayı ve boğa piyasalarının belirlenebilmesi için ise Markov Rejim Değişimi Modeli kullanılmıştır. Çalışmanın son aşamasında, ticaret stratejisinin hem planlanması hem de en uygun hale getirilmesi amacıyla DQN modeli, bir makine öğrenimi algoritması olarak sürece dâhil edilmiştir.

Crespo Cuaresma vd. (2024), emtia fiyatlarının öngörülmesine yönelik çalışmalarında, zarar minimizasyonu ve kâr maksimizasyonunu sağlamak amacıyla rejime bağlı dinamiklere izin veren bir model yaklaşımı benimsemişlerdir. Bu yaklaşım, yalnızca Goldman Sachs Emtia Endeksi için değil, aynı zamanda beş alt endeksin tahmin performansında da anlamlı iyileşmelere yol açmıştır. Çalışmanın bulguları, zarar ve kâr temelli öngörü ölçütleri arasında bir değiş tokuşun (trade-off) mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Bu çerçevede, yapılan öngörü çalışmalarının temel amacının, hangi model kümesinin tercih edilmesi gerektiğini belirlemede kritik bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Metodoloji

Ekonomik zaman serileri, zaman zaman finansal krizler veya hükümet politikasındaki ani değişiklikler gibi olaylarla ilgili olarak davranışsal olarak kırılmalar sergileyebilmektedirler. Özellikle ilgi çekici olan, üretim faktörlerinin uzun vadede büyüme eğiliminden ziyade yetersiz kullanımının ekonomik dinamikleri yönettiği ekonomik gerileme dönemlerinde birçok ekonomik değişkenin oldukça farklı davranma eğilimidir. Ani değişimlerde finansal verilerin yaygın bir özelliğidir. Çalışmada uygulanan yöntem bu tür ani değişimlerin varlık fiyatlarında nasıl ortaya çıkması gerektiğine ilişkin teorik hesaplamalara oldukça uygundur (Hamilton, 2010).

Rejim Değişimi Modelleri, faiz oranları ve döviz kurları da dahil olmak üzere birçok önemli finansal değişkenin karmaşık zaman serisi özelliklerini etkili bir şekilde yakalamaktadır. Bu modeller, temel veri üreten sürecin parametrelerinin farklı zaman dilimlerinde farklı değerler almasına izin vererek finansal değişkenlerin davranışındaki bu tür ayırık değişimleri yakalamaya çalışmaktadır. Geçmişte yapılan araştırmalar, Rejim Değişimi Modellerinde parametrelerin tahmin edilmesine yönelik ekonometrik yöntemler geliştirmiş ve Rejim Değişimi Modellerinin bazı değişkenlerin zaman serisi davranışlarını mevcut tek rejimli modellerden nasıl daha iyi karakterize edebildiğini göstermiştir (Bollen, 1998).

Tek bir y değişkeninin davranışında meydana gelen değişim sonuçları ve tipik tarihsel davranışları birinci dereceden bir otokorelasyon ile tanımlanırsa,

$$y_t = c_1 + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$\varepsilon_t \sim N(0; \sigma^2)$ ile; $t = 1, 2, \dots, t_0$ için gözlemlenen verileri yeterince tamamlamış gibi görünse de t_0 tarihinde serinin ortalama seviyesinde önemli bir değişiklik olduğunu düşünelim ve böylelikle bunun yerine veriler şu şekilde tanımlanacaktır:

$$y_t = c_2 + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Denklem, $t = t_0 + 1, t_0 + 2, \dots$ için geçerlidir. Kesişim değerini c_1 'den c_2 değiştiren bu düzeltme, modelin daha iyi tahminlerle sonuç üretmesine yardımcı olabilmektedir. Fakat verileri oluşturacak olan olasılık yasası açısından oldukça yetersiz sonuçlar üretmiş olacaktır. t_0 tarihinde c_1 'den c_2 olan değişimin $t = 1$ tarihinden itibaren ileriye doğru bir şekilde tahmin edilebileceği bir olay olduğu iddia edilemez. Bunun yerine, bu değişime neden olan tam olarak öngörülemez bazı güçlerin varlığı kabul edilebilmektedir. Dolayısıyla, (1) numaralı denklemde t_0 tarihindeki veriler ve (2) numaralı denklemde ise bu tarihten sonraki verilerin yönetildiği iddiasının yerine her ikisini de kapsayan daha büyük bir modelin olduğu düşünülebilir.

$$y_t = c_{s_t} + \Phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

(3) numaralı denklemde yer alan s_t ifadesi, kurumsal değişikliklerin bir sonucu olarak örneklemdaki $t = 1, 2, \dots, t_0$; $s_t = 1$ için ve $t = t_0 + 1, t_0 + 2, \dots$; $s_t = 2$ için geçerli olan rastgele değişkenlerdir. Gözlenen verilerdeki olasılık yasasının tam bir açıklaması, $s_t = 1$ 'den $s_t = 2$ 'ye doğru bir değişime neyin neden olduğuna dair olasılıksal bir model gerektirmektedir. Bu türde yapılabilecek en basit tanımlama, s_t 'nin iki durumlu Markov Zincirinin bir gerçekleşmesi olduğudur (Hamilton, 2010).

$$\Pr(s_t = j \mid s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \Pr(s_t = j \mid s_{t-1} = i) = p_{ij} \quad (4)$$

Markov Zinciri, birbirinden bağımsız olan rassal değişkenlerden oluşmaktadır. Modelle alakalı ana fikir ise, bir Markov Zinciri vasıtasıyla bir rejimden diğer rejime olan değişikliğin belirlenmesini sağlayan stokastik sürecin açıklaması olduğudur. Modele göre hangi rejimin olduğunu belirleyen ve doğrudan bir şekilde gözlemlenemeyen durum değişkenlerinin kombinasyonlarının davranış biçimleri modellenenebilir. Bu modelde ekonominin içerisinde bulunmakta olan durum s_t doğrudan bir şekilde gözlemlenmemektedir. Modelde yer alan zaman serisi değişkeni olan y_t gözlemlenebilen bir değişkendir. Ekonominin içerisinde bulunduğu durum, Markov süreci kapsamında başlangıç rejimi s_0 belirlendiğinde, bir sonraki dönem rejimi olan s_1 ve diğer olası rejimlere geçiş olasılıkları bu başlangıç rejimine bağlı olarak elde edilmektedir (Koy, 2016). Rejim Modelleri üçlü bir şekilde de yapılabilir. Bu model, zaman serisinin üç farklı rejim arasında geçiş yapabileceğini göstermektedir. Rejimler genelde farklı ortalamalar, varyanslar ve diğer parametrelerle karakterize edilmektedir. Ayrıca bu rejimler, ekonomik verilerdeki resesyon, normal büyüme ve yüksek büyüme rejimleri şeklinde düşünülebilir. Bu bağlamda, durum değişkeni olarak bilinen s_t , üç değer alacaktır. Her bir rejim için farklı bir dağılım fonksiyonu tanımlanmaktadır. Markov Anahtarlama Modelleri ve özellikle üçlü rejim değişimi modelleri, zaman serileri analizlerinde güçlü bir araçtır. Finansal piyasalardan makroekonomik analizlere kadar geniş bir perspektif sunmaktadır. Bu modeller, verilerin dinamik yapılarının anlaşılabilmesi ve gelecekteki olasılıkların daha iyi ve doğru bir biçimde tahmin edilebilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Üçlü Rejim Değişimi Modellerinde, $s_t \in \{1, 2, 3\}$ ve geçiş olasılıkları ise $P_{ij} = P(s_{t+1} = j \mid s_t = i)$ biçimindedir. Ayrıca geçiş olasılıkları matrisinin tüm elemanları pozitif ve her bir satırın toplamı 1'dir. Her bir rejim için ortalama μ_i ve varyans σ_i^2 belirlenmektedir. i 'inci rejim açısından ise; $Y_t \mid s_t = i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$ biçiminde olacaktır. Üçlü Rejim Modelinin matematiksel formu ise;

$$Y_t = \mu_{s_t} + \varepsilon_t \quad (4)$$

şeklinde. Burada yer alan ε_t , her bir rejime bağlı olarak değişmektedir. Diğer bir ifadeyle, $N(0, \sigma_{\varepsilon_t}^2)$ şeklinde tanımlanmaktadır (Hamilton, 1989).

Araştırma Bulguları

Çalışmada kullanılan 10 yıllık ABD Tahvil Getirisi (US10Y), ABD Dolar Endeksi (DXY) ve Altın Vadeli İşlemleri arasındaki dinamik ilişkilerin incelenebilmesi açısından Markov Rejim Değişimi Modelleri (MRDM) kullanılmıştır. Veri seti 02.01.2014-03.06.2024 aralığında iş günlerini kapsayacak şekilde Reuters'ten temin edilmiştir. Analiz kapsamında kullanılan değişkenlerin zaman yolu grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1: Değişkenlerin Zaman Yolu Grafiği

Değişkenler logaritmik dönüşümler uygulandıktan sonra analize dahil edilecektir. Markov Rejim Değişimi Modelleri için analizlere başlamadan önce değişkenlerin birim kök testi sonuçları Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) testleri ile incelenmiştir. Değişkenlerin durağanlık koşulu için hipotezleri şu şekildedir:

H_0 : Değişken durağan bir yapıda değildir. Birim köke sahiptir.

H_1 : Değişken durağan bir yapıdadır. Birim köke sahip değildir.

Durağanlık tespiti için yapılan analizin sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Değişkenlerin Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		ADF Testi		PP Testi	
		Sabit	Sabit - Trendli	Sabit	Sabit - Trendli
US10Y	Düzyey	-0,885745 (8)	-1,126415 (8)	-1,312884 (45)	-1,504347 (46)
DXY		-2,378919 (0)	-2,529223 (0)	-2,336041 (16)	-2,451745 (15)
GCc1		-0,297801 (0)	-2,610424 (0)	-0,231460 (10)	-2,577582 (7)
US10Y	1.Fark	-21,08373 (7) ^a	-21,14023 (7) ^a	-52,07257 (46) ^a	-52,13951 (47) ^a
DXY		-50,49104 (0) ^a	-50,49002 (0) ^a	-50,58892 (17) ^a	-50,60212 (18) ^a
GCc1		-52,27238 (0) ^a	-52,28192 (0) ^a	-52,29280 (10) ^a	-52,30596 (10) ^a

Parantez içinde yer alan değerler; ADF testi açısından Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiş gecikme uzunluğu, PP testi açısından ise Newey West bant genişliğini ifade etmektedir.

^a 0,01 anlamlılık düzeyinde, ^b 0,05 anlamlılık düzeyinde serinin durağan olduğunu göstermektedir.

US10Y, DXY ve GCc1 değişkenlerine yapılan birim kök testinin sonuçları incelendiğinde, üç değişkende düzey değerlerinde durağanlık koşulunu sağlamamaktadır. Bu nedenle değişkenlerin 1. farkları alınarak test tekrarlandığında tüm seriler %1 anlamlılık seviyesinde durağan sonuçlar üretmiştir. Bu bağlamda, yapılacak olan analizlerde üç değişken de I(1) olarak kabul edilmiştir. Değişkenler arasındaki Granger nedensellik analizi testi sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Değişkenlerin Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Nedensellik		Test İstatistiği	P-Value
US10Y	US10Y	0	0
	DXY	0,49848	0,6075
	GCc1	18,4218	1,E-08
DXY	US10Y	0,02844	0,9720
	DXY	0	0
	GCc1	5,82264	0,0030
GCc1	US10Y	2,10814	0,1217
	DXY	3,35036	0,0352
	GCc1	0	0

Tablo incelendiğinde, Altın Fiyatları Endeksi ile 10 yıllık Devlet Tahvil Getirisi ve ABD Dolar Endeksi arasında Granger nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. 10 yıllık Devlet Tahvil Getirileri ile Altın Fiyatları Endeksi ve ABD Dolar Endeksi arasında Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. ABD Dolar Endeksi ile 10 yıllık ABD Devlet Tahvil Getirisi ve Altın Fiyatları Endeksi arasında nedensellik ilişkisine ulaşılmamıştır. Bu kapsamda, 10 yıllık Devlet Tahvil Getirileri’nin iki piyasa üzerinde etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Değişkenler arasında belirlenen bu ilişkilerden sonra değişkenlerin uzun dönemde bir denge ilişkisine sahip olup olmadıkları “Eşbütünleşme Testleri” aracılığıyla araştırılacaktır. Bu araştırmanın yapılabilmesi için modele eklenecek gecikme sayısı belirlenecektir. Gecikme sayısının tespit edilmesi açısından; ardışık değiştirilmiş test istatistiği (LR), öngörü hatası (FPE), Akaike Bilgi

Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQ) kullanılmıştır. Değişkenlerin uygun gecikme sayıları Tablo 3'te sunulmuştur.

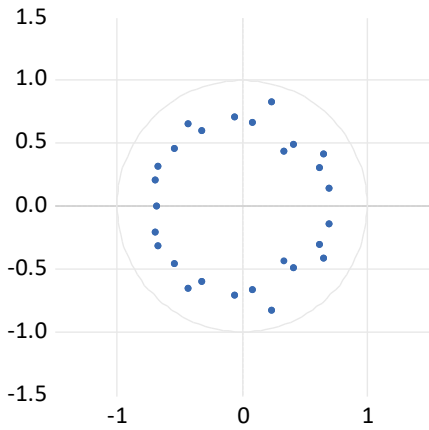
Tablo 3: Gecikme Uzunluğu Belirlenme Kriterleri

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	24604,57	NA	1,16e-12	-18,96805	-18,96128	-18,96560
1	24637,21	65,18415	1,14e-12	-18,98628	-18,95917	-18,97646
2	24652,76	31,02678	1,13e-12	-18,99134	-18,94389*	-18,97414
3	24666,62	27,60300	1,13e-12	-18,99508	-18,92730	-18,97052
4	24688,79	44,12498	1,12e-12	-19,00524	-18,91712	-18,97331
5	24719,87	61,76595	1,10e-12	-19,02226	-18,91380	-18,98296*
6	24731,59	23,27657	1,10e-12	-19,02436	-18,89557	-18,97769
7	24753,93	44,30829	1,09e-12	-19,03465	-18,88552	-18,98061
8	24767,93	44,30829	1,09e-12	-19,03465	-18,88552	-18,98061
9	24767,93	27,71204	1,08e-12	-19,03849	-18,86904	-18,97709
10	23790,50	18,20480*	1,08e-12*	-19,04202*	-18,83189	-18,96587

*Belirlenen kriterler tarafından seçilmiş gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 3'te gecikme uzunluğunun belirlenebilmesi için kriterler sunulmuştur. Kriterler incelendiğinde 10. gecikme LR, FPE ve AIC bakımından daha anlamlı sonuçlar üretmiştir. SC açısından ise en iyi gecikme sayısı 2'dir.

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Şekil 2: VAR Yapısının Ters Köklerini Gösteren Grafik

Şekil 2'de karakteristik AR polinomunun ters köklerini içeren grafik bulunmaktadır. Lütkepohl (2005) ve Hamilton (1994) matrisin özdeğerlerinin modülünün kesinlikle birden küçük olması ve köklerin birim çember içinde yer alması durumunda tahmin edilen VAR'ın istikrarlı olduğunu kanıtlamışlardır. Bu kapsamda, hiçbir kök birim çemberin dışında yer almadığından ve modül birden küçük olduğundan, VAR istikrar koşulu sağlanmıştır.

Tablo 4: Johansen Eşbütünleşme Analizi

r	Trace İst.	Olasılık	Max-Özdeğer İst.	Olasılık
0	731,5438	0,000	268,2136	0,000
1	463,3302	0,000	253,8795	0,000
2	209,4507	0,000	209,4507	0,000

Modelde yer alan değişkenlerin sayısı ikiden fazla ve kullanılan değişkenlerin tümünün 1. farkıyla durağan olmasından dolayı, eşbütünlük olan vektörler “Johansen Eşbütünlük Testi” aracılığıyla incelenmiştir. Tablo 4’te yer alan analiz sonuçlarına göre 3 adet eşbütünlük denklemin varlığı tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda modelde dışsal değişken olarak belirlediğimiz 10 yıllık ABD Devlet Tahvil Getirilerinin ABD Dolar Endeksi ve Altın Fiyatları Endeksi ile uzun vadede bir denge ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Markov Rejim Modeli Sonuçları

Rejim Değişken		Katsayı (Coefficient)	Standart Hata (Std. Error)	z-İstatistiği (z-Statistic)	p-Değeri (Prob.)
Rejim 1	Sabit Terim	0,000703	0,000789	0,891234	0,3728
	DXY	-0,008028	0,276274	-0,029058	0,9768
	GCc1	-0,995891	0,131169	-7,592437	0,0000
	Log(σ)	-3,651947	0,061481	-59,39916	0,0000
Rejim 2	Sabit Terim	6,97E-05	0,09695	0,007185	0,9943
	DXY	5,200793	3,525227	1,475307	0,1401
	GCc1	-0,618880	0,719884	-0,859694	0,3900
	Log(σ)	-2,351376	0,148680	-15,81498	0,0000
Rejim 3	Sabit Terim	0,000116	0,000410	0,283621	0,7767
	DXY	0,899624	0,158615	5,671756	0,0000
	GCc1	-0,582059	0,074804	-7,781149	0,0000
	Log(σ)	-4,331349	0,026319	-164,5705	0,0000

Markov Rejim Değişimi Yöntemi ile elde edilen tahmin sonuçları incelendiğinde ilk rejimde, Altın Fiyat Endeksi’nin 10 yıllık ABD Devlet Tahvil Getirileri üzerinde önemli düzeyde negatif bir etkisinin varlığı görülmektedir. Bu, Altın Fiyatları Endeksi’nin artmasıyla tahvildeki getirilerin düşme eğilimi gösterdiği anlamına gelmektedir. Bunun yanı sıra, sabit terim ve ABD Dolar Endeksi ilk rejim için istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. İkinci rejimde, bağımsız değişken olarak belirlenen iki değişkenin 10 yıllık ABD Devlet Tahvil Getirileri üzerinde anlamlı etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Üçüncü rejimde ise, her iki değişken de 10 yıllık ABD Devlet Tahvil Getirileri üzerinde anlamlı etkilere sahip olmakla birlikte ABD Dolar Endeksi değişkeniyle pozitif, Altın Fiyatları Endeksi’yle ise negatif bir ilişkinin varlığı gözlemlenmiştir. Bu durum, ABD Dolar Endeksi’nin artış gösterdiği durumda tahvilinde yukarı yönlü bir eğilim gösterebileceğini ifade ederken, Altın Fiyatları Endeksi’nin artması tahvil getirilerinin aşağı yönlü bir eğilim gösterebileceğini ifade etmektedir. Rejimlerdeki oynaklıklar incelendiğinde ise, ilk rejimdeki oynaklık değerinin -3,651947 olduğu görülmektedir. Bu değer, oynaklığın bu rejimde oldukça düşük olduğu anlamına gelmektedir. Düşük oynaklık seviyesi, fiyatların büyük dalgalanmalar yaşamadığı ve daha istikrarlı olduğu piyasa koşullarını göstermektedir. İkinci rejimdeki oynaklığın -2,351376 olduğu görülmektedir. Rejim 1’e nazaran Rejim 2’nin daha değişken bir piyasaya sahip olduğu söylenebilir. Bu rejimde, fiyatlarda Rejim 1’e kıyasla daha büyük dalga hareketlerinin var olduğu söylenebilir. Son olarak üçüncü rejimde oynaklık değeri -4,331349’dur. Bu değer, hem Rejim 1 hem de Rejim 2’deki oynaklık değerlerinden daha düşüktür. Bu değer, piyasanın en istikrarlı olduğu ve fiyatların en az dalgalanma gösterdiği durumu ifade etmektedir.

Tablo 6: Geçiş Matris Parametreleri

Geçiş Matrisleri	Katsayı (Coefficient)	Standart Hata (Std. Error)	z-İstatistiği (z-Statistic)	p-Değeri (Prob.)
P11-C	5,185693	0,846460	6,126331	0,0000
P12-C	0,311860	1,175853	0,265221	0,7908
P21-C	2,238065	0,925958	2,417025	0,0156
P22-C	4,709822	0,794575	5,927470	0,0000

Tablo 6: Devamı

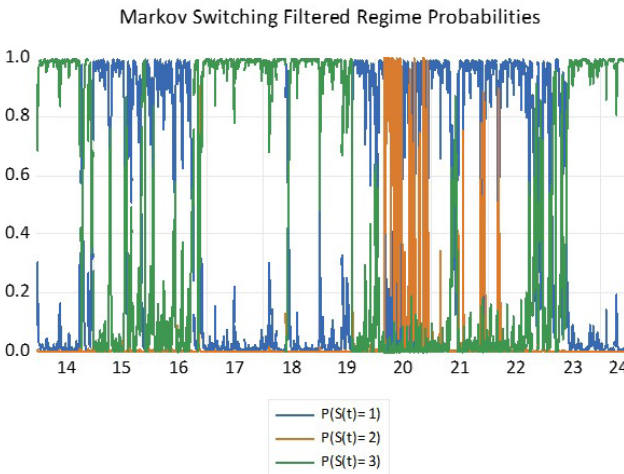
Geçiş Matrisleri	Katsayı (Coefficient)	Standart Hata (Std. Error)	z-İstatistiği (z-Statistic)	p-Değeri (Prob.)
P31-C	-5,380594	0,736910	-7,301563	0,0000
P32-C	-7,142576	1,286941	-5,550040	0,0000
AIC	HQ	SIC	Log Likelihood	
-4,914802	-4,900114	-4,874262	6417,072	

Rejimler arasındaki geçiş matris parametreleri incelendiğinde, piyasanın Rejim 1’de kalma eğilimi oldukça yüksekken diğer rejimlere geçiş ihtimali oldukça düşüktür. Piyasanın Rejim 2’de kalma eğilimi yüksektir fakat Rejim 1’e geçiş ihtimali de bulunmaktadır. Bu durum, Rejim 2’nin daha geçici bir rejim olma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Son olarak, piyasanın Rejim 3’te kalma eğilimi ise oldukça yüksek olup diğer rejimlere geçiş ihtimali ise oldukça düşüktür. Bu üç rejim arasında en kararlı rejimin 3. Rejim olduğu söylenebilir.

Tablo 7: Rejimden Rejime Geçiş Olasılıkları

	Rejim 1	Rejim 2	Rejim 3
Rejim 1	0,986913	0,007565	0,005522
Rejim 2	0,077406	0,914367	0,008227
Rejim 3	0,004577	0,000788	0,994636
Süre	76,41410	11,67769	186,4146

Tablo 7’de bulunan rejim geçiş olasılıklarına göre, Rejim 1’deyken bir sonraki gün 1. Rejimde kalma olasılığı 0,98; 2. Rejime geçme ihtimali 0,007 ve 3. Rejime geçme ihtimali ise 0,005’tir. 2. Rejimdeyken bir sonraki gün 2. Rejimde kalma olasılığı 0,91; 1. Rejime geçme ihtimali 0,07 ve 3. Rejime geçme ihtimali ise 0,008’dir. 3. Rejimdeyken bir sonraki gün 3. Rejimde kalma olasılığı 0,99 iken 2. Rejime geçme olasılığı 0,0007 ve 1. Rejime geçme ihtimali ise 0,004’tür. Bu kapsamda, üç rejimden en kararlısının 3. Rejim olduğu görülmektedir. Piyasanın 3. Rejimde kalma süresi 186,3 dönem iken 1. Rejimde kalma süresi 76,5 ve 2. Rejimde kalma süresi ise 11,7 dönemdir. İlk rejim genel olarak ekonomik istikrarın, düşük enflasyonun ve düzenli ekonomik büyümenin olduğu dönemleri temsil etmektedir. 1990’ların sonları ve 2000’lerin başlarında birçok gelişmiş ülke için bu tür istikrarlı ekonomik koşullar geçerli olmuştur. İkinci rejim dönemi, ekonomik krizlerin, yüksek volatilitelerin ve ani şokların yaşanmış olduğu dönemi ifade etmektedir. 2008 küresel mali kriz ya da 2019 COVID-19 pandemisi vb. olaylar bu rejimle ilgilidir. Üçüncü rejim dönemi ise, uzun süreli ekonomik istikrarın ve düşük volatilitenin olduğu dönemleri göstermektedir.

**Şekil 3:** MRDM ile Tahmin Edilen Oynaklık Rejimleri

Şekil 3, rejimler arasındaki belirgin geçişlerin olduğunu gösteren bir grafikdir. Grafikte belirli dönemlerde (özellikle 2019 ve 2020 yılları arasında) Rejim 2'nin baskın hale geldiği ve devamında tekrar Rejim 1 veya Rejim 3'e geçiş yaptığı görülmektedir. Gözlemlenen bu geçişler, piyasadaki ani değişiklikleri ve ekonomik belirsizlik etkilerini yansıtmaktadır. Grafik genel olarak, piyasanın uzun süreli istikrar dönemlerinde kaldığını göstermektedir. Fakat ara sıra yüksek volatilitenin olduğu dönemlere de geçiş yaptığını göstermektedir. Bu geçişler, genelde ani şoklar ya da krizler esnasında meydana gelmektedir. 2021 ve 2024'ün ilk yarısını kapsayan yıllar arasında 3. Rejim daha baskındır. Bu durum, uzun süreli ekonomik istikrarın ve öngörülebilirliğin bulunduğu dönemleri temsil etmektedir.

- Rejim 1 için tahmin edilen denklem:

$$US10Y = 0,0007 - 0,0080 * DXY - 0,9959 * GCc1$$

- Rejim 2 için tahmin edilen denklem:

$$US10Y = 0,0001 - 5,2008 * DXY - 0,6189 * GCc1$$

- Rejim 3 için tahmin edilen denklem:

$$US10Y = 0,0001 - 0,8996 * DXY - 0,5821 * GCc1$$

Literatürde, US10Y, DXY ve GCc1 arasındaki ilişki genel anlamda çok yönlüdür. Araştırmalara göre, DXY'nin GCc1 ile arasında önemli derecede negatif bir korelasyon olduğu bulunmuştur (Huang ve Wang, 2010). Bunun yanı sıra, US10Y'nin piyasa dinamikleri ve yatırımcı duyarlılığı üzerindeki etkisi dolaylı bir şekilde GCc1'i etkileyebilir (Perumal vd., 2021). Ayrıca literatürde yapılan diğer çalışmalarda, GCc1'in hareketinin çeşitli borsa endeksleriyle bağlantılı olabileceği kanıtlanmış, altın ve hisse senetleri de dahil olarak farklı varlık sınıfları ile arasında daha geniş bir biçimde bağlantı bulunmuştur (İlarslan, 2017). Dolayısıyla yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalar ile örtüşmektedir.

Sonuç ve Öneriler

10 yıllık ABD Tahvil Getirisi (US10Y), Dolar Endeksi (DXY) ve Altın Vadeli İşlemler (GCc1) arasındaki dinamik ilişkilerin Markov Rejim Değişimi Modelleri ile analiz edildiği bu çalışmada özellikle finansal krizler, piyasa dalgalanmaları ve ekonomik büyüme dönemlerinde değişkenlerin nasıl etkilendiği ve birbirleriyle olan etkileşimlerinin nasıl değiştiği konusunda derinlemesine bir anlayış sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmada Reuters aracılığıyla elde edilen veriler, 02.01.2014-03.06.2024 tarihleri arasındaki iş günlerini kapsamaktadır. Çalışma kapsamında üç farklı rejim belirlenmiş ve bu rejimlerin piyasa koşullarına göre nasıl değişiklik gösterdiği analiz edilmiştir.

Birinci rejim, ekonomik istikrarın zayıf olduğu ve finansal piyasalarda yüksek düzeyde dalgalanmaların yaşandığı dönemleri temsil etmektedir. Bu rejime ilişkin elde edilen bulgular, altın fiyat endeksinin 10 yıllık ABD tahvil getirisi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, Dolar Endeksi'nin aynı rejim kapsamında tahvil getirileri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

İkinci rejim, yüksek volatilitenin hâkim olduğu piyasa koşullarını temsil etmektedir. Bu rejimde hem Dolar Endeksi hem de Altın Fiyatları Endeksi'nin tahvil getirileri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, piyasalardaki yüksek belirsizlik dönemlerinde bu değişkenler arasındaki ilişkilerin zayıflayabileceğini göstermektedir.

Üçüncü rejim, uzun süreli ekonomik istikrarın yaşandığı dönemleri yansıtmaktadır. Bu rejimde, Dolar Endeksi ve tahvil getirileri arasında pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Bu durum, Dolar Endeksi'nin artışının tahvil getirilerinde yukarı yönlü bir eğilim yarattığını ifade etmektedir. Aynı zamanda, Altın Fiyatları Endeksi ile tahvil getirileri arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki de, altın fiyatlarındaki artışın tahvil getirilerini düşürdüğünü ortaya koymaktadır.

Genel anlamda, istatistiksel analizlerde özellikle sabit terim ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler her bir rejimde anlamlı sonuçlar vermiştir. Örneğin, birinci rejimde altın fiyatlarının tahvil getirileri üzerinde negatif bir etkisi olduğu bulgusu, literatürde altın ve tahvil piyasaları arasındaki ters yönlü hareketlerin bir yansımasıdır. Bu bulgu, yatırımcıların kriz dönemlerinde altını güvenli liman olarak görme eğilimiyle de örtüşmektedir. Aynı şekilde, üçüncü rejimde Dolar Endeksi ve tahvil

getirileri arasındaki pozitif ilişki, Doların güçlenmesiyle birlikte tahvil getirilerinin de artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu tür sonuçlar, literatürdeki bulgularla da uyumlu olup, finansal piyasalarda belirsizliğin ve riskin arttığı dönemlerde yatırımcıların genellikle altın gibi daha az riskli varlıklara yönelme eğiliminde olduklarını yansıtmaktadır. Altının güvenli liman işlevi, özellikle borsalardaki dalgalanmalar, ekonomik durgunluklar veya siyasi krizler sırasında daha belirgin hale gelmektedir. Bu tür dönemlerde altının, hem değerini koruma hem de diğer finansal varlıklarla olan ters korelasyonu sayesinde portföy çeşitlendirme aracı olarak kullanılabilirliğini ifade etmektedir. Baur ve Lucey (2010) ile Erb, Harvey ve Viskanta (1996) tarafından yapılan çalışmalar, altının kriz dönemlerinde güvenli liman görevi gördüğünü ve özellikle tahvil piyasalarındaki oynaklık arttığında yatırımcıların altına yöneldiğini ortaya koymaktadır. Bu eğilim, literatürde altın ve tahvil piyasaları arasındaki ters yönlü hareketlerin bir yansıması olarak karşımıza çıktığını göstermektedir. Benzer şekilde, Bekaert ve Harvey (1995)'in çalışması da gelişmekte olan piyasalar ve gelişmiş ekonomilerdeki tahvil getirileri ile döviz kurları arasındaki ilişkileri incelemiş ve Dolar Endeksi ile tahvil getirileri arasındaki pozitif ilişkinin, güçlü para birimlerinin tahvil getirilerini artırma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Hamilton (1989) tarafından geliştirilen Markov Rejim Değişim Modelleri, ekonomik rejimlerin farklı dönemlerde farklı davranışlar sergileyebileceğini ortaya koymuş, bu da piyasalardaki farklı rejimlerin dinamiklerini anlamaya yönelik önemli bir bulgu sunmuştur. Bu çalışmada da, literatürdeki çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde edilmiştir ve piyasaların farklı ekonomik rejimlerde nasıl farklı tepkiler verdiğini gösteren önemli bulgular sunulmuştur. Ayrıca, çalışma kapsamında elde edilen geçiş matrisi parametrelerine göre, piyasanın Rejim 1 ve Rejim 3'te kalma olasılıklarının yüksek olduğu, buna karşın Rejim 2'nin geçici nitelikte bir durum sergilediği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda, üç rejim arasında en istikrarlı yapıya sahip olanın Rejim 3 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, çalışmada ele alınan US10Y, DXY ve GCc1 arasındaki ilişkilerin farklı ekonomik rejimlere göre önemli değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın en dikkat çekici bulgusu, özellikle altın fiyatlarının ve Dolar Endeksi'nin farklı rejimlerdeki etkilerinin piyasaların istikrar ve belirsizlik koşullarına göre değişiklik göstermesidir. Bu durum, yatırımcılar ve politika yapıcılar için stratejik karar alma süreçlerinde ekonomik rejimlerin etkilerini dikkate almalarının önemini ortaya koymaktadır.

Markov Rejim Değişimi Modeli kullanılarak US10Y, DXY ve GCc1 değişkenleri arasındaki ilişkilerin rejimsel analizinin yapılması çalışmanın özgünlüğünü göstermektedir. Bu tür analizler, finansal krizler, piyasa dalgalanmaları ve ekonomik büyüme dönemlerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayarak literatüre önemli bir ek sunmaktadır. Ayrıca, elde edilen sonuçların, finansal piyasalar üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalara da rehberlik edebilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- ANH, N. B., & ZHAO, Y. Q. (2021). Half Century of Gold Price: Regime-Switching and Forecasting Framework. *International Journal of Financial Research*, 12(3), 1-18.
- BAUR, D. G., & LUCEY, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bond and gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229.
- BEKAERT, G., & HARVEY, C. R. (1995). Time-varying world market integration. *the Journal of Finance*, 50(2), 403-444.
- BOLLEN, N. P. (1998). Valuing Options in Regime-Switching Models. *Journal of Derivatives*, 6, 38-50.
- CRESPO CUARESMA, J., FORTİN, I., HLOUSKOVA, J., & OBERSTEINER, M. (2024). Regime-Dependent Commodity Price Dynamics: A Predictive Analysis. *Journal of Forecasting*.
- EDİTYA, D. A. (2022). Determining Factors for 10-Years Local Currency Sovereign Bonds Yield with Dynamic Regression Model. *Jurnal BPPK: Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan*, 15(1), 35-48.
- ERB, C. B., HARVEY, C. R., & VISKANTA, T. E. (1996). Expected Returns and Volatility in 135 Countries. *The Journal of Portfolio Management*, 22(3), 46-58.

FISCHER, M. M., HAUZENBERGER, N., HUBER, F., & PFARRHOFER, M. (2022). General Bayesian time-varying parameter VARs for modeling government bond yields. *WU Vienna University of Economics and Business. Working Papers in Regional Science*.

GAYATHRI, V., & DHANABHAKYAM, D. (2014). Cointegration and Causal Relationship Between Gold Price and Nifty—an Empirical Study. *Abhinav International Monthly Refereed Journal of Research in Management & Technology*, 3(7), 14-21.

GHANBARI, H., FOOEIK, A., ESKOROUCHI, A., & MOHAMMADI, E. (2022). Investigating the effect of US dollar, gold and oil prices on the stock market. *Journal of Future Sustainability*, 2(3), 97-104.

GUPTA, S., & SETHI, M. (2021). An Analysis of Inter-Relationship among Commodities, Stock and Economic Indices. *REVISTA GEINTEC-GESTAO INOVACAO E TECNOLOGIAS*, 11(4), 5075-5087.

HAMILTON, J. D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 357-384.

HAMILTON, J. D. (2010). Regime Switching Models. In *Macroeconometrics and Time Series Analysis*. London: Palgrave Macmillan UK, 202-209.

HUANG, D., & WANG, S. (2010, August). The real diagnosis analysis of the correlation relations between USD index & gold price. In *2010 sixth international conference on natural computation*. Vol. 2, s. 724-727. IEEE.

ILARSLAN, K. (2017). Analysis of Relationship Between Gold Prices And Ise 100 Index through Bayes Theorem Framework. *PressAcademia Procedia*, 6(1), 24-28.

KANAK, S. K. (2023). Dolar Endeksi, Nasdaq Endeksi, Altın ve Bitcoin Değerlerinin Birbirlerine Bağlı Olarak Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi . Konya: Master's thesis, Konya Teknik Üniversitesi.

KIRACI, K. (2020). BIST Ulaştırma Endeksi ile Dolar Endeksi ve Petrol Fiyatları Arasındaki İlişkinin Ampirik Olarak Analizi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12(22), 180-189.

KOY, A. (2016). Borsa İstanbul'un Doğrusal Olmayan Dinamiklerinin Markov Regim Değişim Modelleriyle Açıklanması. 1. *Lisansüstü İşletme Öğrencileri Sempozyumu*, (s. 176-180). Gaziantep.

KÖSE, Y., & YILMAZ, E. (2022). Dolar Endeksi Uluslararası Bir Finansal Gösterge Olabilir Mi? Dünyada Önemli Borsa Endeksleri Üzerinde Ampirik İnceleme. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 35, 85-96.

MA, F., LU, X., WANG, L., & CHEVALLIER, J. (2021). Global Economic Policy Uncertainty and Gold Futures Market Volatility: Evidence from Markov Regime-Switching GARCH-MIDAS Models. *Journal of Forecasting*, 40(6), 1070-1085.

NGUYEN, B. A. (2020). Markov Regime-Switching in Forecasting Models. *Doctoral dissertation, Carleton University*.

ÖNEM, H. B., & YORGANCI, M. (2023). ABD 10 Yıllık Tahvil Faizi ve Enerji Fiyatlarının Seçilmiş Borsa Endeksleri ile İlişkileri. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 27-33.

PERUMAL, K., VELUCHAMY, R., & LINGARAJA, K. (2021). Co-Movements and Dynamic Linkages between Gold Price and CNX Nifty. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 10(1), 959-980.

QASIM, T. B., IQBAL, G. Z., HASSAN, M. U., & ALI, H. (2021). Application of Markov Regime Switching Autoregressive Model to Gold Prices in Pakistan. *Review of Economics and Development Studies*, 7(3), 309-323.

Sermaye Piyasası Kurulu. (2024). Sermaye Piyasası Araçları. *Yatırımcı Bilgilendirme Kitapçığı*. SPK.

SHEN, Z., WEI, Z., & ZHANG, Y. (2023). A Study of Trade Strategies Based on the Markov Regime Switching Model. *Advances in Economics and Management Research*, 5(1).

SMALES, L. A. (2014). News Sentiment in the Gold Futures Market. *Journal of Banking & Finance*, 49, 275-286.

TAMPUBOLON, M. (2023). Dynamic Linkages Among Government Bonds Yield (SBN-Domestic), Market Index (IHSG), US Treasury Bond Yield, S&P500 and Exchange Rate (IDR/USD)-Effect of Pandemic-COVID19 by Vector Error Correction Model (VECM) Approach: Evidence from Indonesia. *International Journal of Social Sciences and Management Review*, 1(6), 147-173.

UÇAR, M., & KIDEMLİ, M. (2021). Türkiye’de COVID-19 Hasta Vaka Sayısı, VIX Endeksi, Dolar Endeksi ile Seçilmiş BIST Sektör Endeksleri Arasındaki İlişki: ARDL Modeli. *ICCET’21* (s. 146-167). Nevşehir: Kapadokya Üniversitesi.

Summary

This study examines the dynamic relationships between the 10-year US Treasury yield (US10Y), the Dollar Index (DXY), and Gold Futures (GCc1) using Markov Regime Switching Models. The analysis utilizes daily data from January 2, 2014, to June 3, 2024, to explore how these financial variables interact under different economic regimes. The findings reveal significant relationships among these variables, which vary across three identified regimes: periods of low economic stability, high volatility, and prolonged economic stability.

In the first regime, characterized by low economic stability, the gold price index negatively impacts the 10-year US Treasury yields, indicating that an increase in gold prices leads to a decrease in bond yields. The Dollar Index, however, shows no statistically significant impact in this regime. The second regime, associated with high volatility, also shows no significant effect of the Dollar Index or gold prices on bond yields. In contrast, the third regime, reflecting prolonged economic stability, demonstrates a positive relationship between the Dollar Index and bond yields, and a negative relationship between gold prices and bond yields. This suggests that during periods of stability, an increase in the Dollar Index correlates with higher bond yields, while an increase in gold prices is associated with lower yields.

The study further analyzes the volatility within each regime, showing that the first and third regimes exhibit lower volatility compared to the second regime. This implies more stable market conditions in the first and third regimes, with fewer price fluctuations. The transition matrix results indicate that the market is most likely to remain in the first or third regime, with the second regime being more temporary.

These findings offer strategic insights for investors and policymakers, highlighting the importance of considering different economic regimes when making financial decisions. The study emphasizes that during periods of financial crises, market volatility, and economic growth, the interactions between these variables can shift significantly. By understanding these dynamics, investors can better navigate the complexities of financial markets and make informed decisions that account for varying economic conditions.

This research contributes to the literature by providing a comprehensive analysis of the relationships between bond yields, the Dollar Index, and gold prices under different economic regimes. It also offers practical implications for financial market participants, particularly in the context of managing risks and optimizing investment strategies during different economic cycles. The study’s findings underscore the need for ongoing research to further explore the implications of regime changes in financial markets, particularly in response to global economic events.