

Araştırma Makalesi / Research Article**Emtia Fiyatlarında Fiyat İlişkilerinin Veri Madenciliği Kapsamında Birliktelik Analizi İle İncelenmesi****An Empirical Investigation of Price Relationships in Commodity Markets Using Association Rule Analysis within a Data Mining Framework*Mohammad Hassan Sakhipoor¹ Turan Kocabiyik² 

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
Başvuru: 19.02.2026 Kabul: 22.05.2026 Anahtar Kelimeler Emtia Piyasaları Veri Madenciliği Birliktelik Kuralı FP-Growth Algoritması Jel Kodları Q02, G17, G11	Bu çalışma, emtiaların kendi arasında ve çeşitli makroekonomik değişkenlerle gerçekleştirdiği birlikte hareket örüntülerini veri madenciliği yaklaşımıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Analizde, 10.09.2015-01.02.2025 dönemine ait 23 emtia ve finansal göstergelere ilişkin günlük veriler kullanılmıştır. Günlük fiyat değişimleri artış için “1”, azalış için “0” şeklinde kodlanarak veri seti oluşturulmuş ve WEKA yazılımında FP-Growth algoritması uygulanmıştır. Analiz sonucunda 44 güçlü birliktelik kuralı elde edilmiştir. Kuralların önemli bir kısmında güven düzeyinin %90 ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, özellikle MSCI ve S&P500 endekslerinin birçok metal ve enerji emtiası ile eş yönlü hareket ettiğini göstermektedir. S&P500 ve bakır, gümüş, platin gibi sanayi ve değerli metallerin birlikte artış gösterdiği günlerde MSCI endeksinin de yüksek olasılıkla aynı yönde hareket ettiği belirlenmiştir. Ayrıca ham petrol ile BCOM endeksi arasında güçlü bir birlikte hareket yapısı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, küresel risk iştahı ve finansal entegrasyonun emtia fiyat dinamiklerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymakta ve portföy çeşitlendirme olanaklarının yüksek entegrasyon dönemlerinde zayıflayabileceğine işaret etmektedir.
MANUSCRIPT INFO	ABSTRACT
Submitted: 19.02.2026 Accepted: 22.05.2026 Keywords Commodity Markets Data Mining Association Rules FP-Growth Algorithm Jel Codes Q02, G17, G11	This study aims to examine co-movement patterns among commodities and between commodities and various macroeconomic variables using a data mining approach. In the analysis, daily data on 23 commodities and financial indicators for the period from September 10, 2015, to February 1, 2025, were used. Daily price changes were coded as “1” for increases and “0” for decreases to construct the dataset, and the FP-Growth algorithm was applied using WEKA software. As a result of the analysis, 44 strong association rules were obtained. It was found that the confidence level exceeded 90% for a significant proportion of these rules. The findings indicate that the MSCI and S&P 500 indices, in particular, move in the same direction as many metal and energy commodities. On days when the S&P 500 and industrial and precious metals such as copper, silver, and platinum increase together, the MSCI index is also highly likely to move in the same direction. In addition, a strong co-movement pattern was identified between crude oil and the BCOM index. The results reveal that global risk appetite and financial integration play a decisive role in commodity price dynamics and suggest that portfolio diversification opportunities may weaken during periods of high integration.
Önerilen Atıf <i>Suggested Citation</i>	Sakhipoor, M. H., & Kocabiyik, T. (2026). Emtia fiyatlarında fiyat ilişkilerinin veri madenciliği kapsamında birliktelik analizi ile incelenmesi. <i>Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi</i>, 31(2), 74-88.

* Bu çalışma Doç. Dr. Turan KOCABIYIK danışmanlığında Mohammad Hassan SAKHIPOOR tarafından hazırlanan “Emtia Fiyatlarında Fiyat İlişkileri Üzerine Ampirik Bir Araştırma” başlıklı doktora tezinden faydalanılarak hazırlanmıştır.

¹ Doktora Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, e-posta, <https://orcid.org/0000-0002-2042-5845>

² Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, turankocabiyik@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3651-206X>

EXTENDED SUMMARY

Introduction and Research Purpose

Commodity markets play a significant role in the functioning of the global economy, serving as essential inputs for production, investment instruments for portfolio diversification, and indicators of macroeconomic conditions. The prices of agricultural products, energy products, precious metals, and industrial metals are highly sensitive to global economic developments, inflationary pressures, geopolitical risks, monetary policy decisions, and financial market volatility. As financial integration deepens, interactions between commodity markets and financial markets have become increasingly complex and interdependent. Association rule mining, one of the prominent methods in data mining, provides a rule-based framework for identifying simultaneity and co-movement structures among multiple variables. By focusing on support, confidence, lift, and related metrics, this approach enables the systematic detection of strong and potentially non-random relationships. In this context, applying association rule analysis to commodity price movements offers a new perspective for understanding intermarket linkages and synchronization dynamics. The objective of this study is to empirically investigate price relationships and co-movement patterns between various commodity groups and selected financial indices using association rule analysis within a data mining framework. The study specifically aims to identify systematic co-movements between agricultural products, energy products, precious metals, industrial metals, and major global stock market indices. Using the FP-Growth algorithm, the research aims to uncover robust, multivariate association rules that reveal how different commodities and financial indicators move relative to each other. The study also aims to assess the strength and reliability of these relationships using support, confidence, lift, leverage, and persuasion measures. With this approach, the research aims to contribute to the literature by providing a rule-based and data-driven analysis of interactions between commodity and financial markets. Furthermore, the findings are expected to provide practical implications for investors and portfolio managers by highlighting potential synchronization effects and common risk structures in commodity markets.

Methodology

In this study, association rule mining techniques were employed to reveal co-movement patterns between commodity and financial markets. The analysis process was conducted in three main stages: data preparation, modeling, and evaluation of results. In the first stage, data covering agricultural commodities, energy products, precious and industrial metals, and financial indicators were compiled. A dataset consisting of 23 variables and 2,706 observations was constructed. The daily data used in the study were obtained from the online platform “Matrix Prime” and transformed into a format suitable for analysis. Daily values were compared with those of the previous day; increases were coded as “1,” while decreases were coded as “0.” The resulting dataset was converted into ARFF format and imported into the WEKA software package to initiate the analysis process. In the second stage, the FP-Growth algorithm was applied to the dataset. The FP-Growth algorithm enables the efficient identification of strong and multivariate association rules, even at low support levels. The extracted rules were evaluated based on support, confidence, lift, leverage, and conviction metrics. In the final stage, the findings obtained from the algorithm were comparatively analyzed. Through the FP-Growth method, co-movement relationships between commodity and financial markets were systematically identified, and the co-movement structure among variables was assessed from a comprehensive and rule-based perspective.

Findings

As a result of the analysis, a total of 44 strong association rules were identified. A substantial proportion of these rules indicate that the MSCI and S&P 500 indices function as dominant variables. In particular, on days when the S&P 500 and certain metal prices (copper, silver, platinum, aluminum, zinc, and nickel) increased simultaneously, the MSCI index was also found to move in the same direction with high probability. The fact that most of the rules exhibit confidence levels of 90% or higher demonstrates that these associations are strong and consistent. Moreover, lift values significantly greater than 1 indicate that the relationships are not random. Additionally, crude oil and several metal prices were found to display strong co-movements with the BCOM index. Overall, the findings suggest a high degree of synchronization between global equity markets and commodity markets, indicating that financial integration plays a decisive role in price movements.

Conclusion and Discussion

This study examines the co-movement patterns between 23 commodities and financial indicators using daily data from 2015 to 2025 and applies the FP-Growth algorithm to identify strong association rules. The results reveal 44 significant rules, many with high confidence and lift values, indicating systematic and non-random relationships among markets. The findings show strong positive co-movement between global equity indices -particularly the MSCI indices and the S&P 500- and several industrial commodities. This suggests that changes in global risk appetite are transmitted simultaneously across equity and commodity markets, reflecting increasing financial integration. Additionally, the strong relationship between crude oil and the Bloomberg Commodity Index highlights the central role of energy markets in broader commodity dynamics. The results imply that rising market integration may reduce diversification benefits, as shocks can spread more easily across asset classes. While the methodology provides valuable insights into multivariate market interactions, the binary coding of price movements and the absence of causality analysis are notable limitations. Overall, the study concludes that global financial integration significantly shapes commodity price relationships and underscores the importance of dynamic risk management strategies.

Giriş

Emtia kavramı, uluslararası ticaretin en eski ve temel unsurlarından biri olup tarım ürünlerinden enerji kaynaklarına ve metallere kadar geniş bir ürün yelpazesini kapsamaktadır. Günümüzde emtia fiyatları; küresel ekonomik büyüme, teknolojik gelişmeler, jeopolitik riskler, para politikaları ve iklim koşulları gibi çok boyutlu faktörlerden etkilenmektedir. Emtia piyasalarının küreselleşmesiyle birlikte fiyat hareketleri uluslararası düzeyde daha senkronize hâle gelmiş ve bu durum ülkelerin makroekonomik dengeleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaya başlamıştır (Frankel, 2014).

Emtialar, yatırım portföylerinin çeşitlendirilmesi ve enflasyona karşı korunma amacıyla alternatif bir yatırım aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda yatırımcıların bir piyasadaki fiyat hareketinin diğer piyasalar veya finansal varlıklar üzerindeki olası etkilerini öngörebilmesi, etkin karar alma süreçleri açısından kritik öneme sahiptir (Eren, 2024). Son yüzyılda emtialar, küresel finansal sistem içerisinde giderek daha fazla finansallaşmış ve yatırım portföylerinde önemli bir yer edinmiştir (Kırıkkaleli & Güngör, 2021). Emtia fiyatları; ekonomik istikrar, üretici gelirleri ve tüketici refahı üzerinde doğrudan etkili olup, fiyatların birlikte hareket etmesi durumunda bu etkiler daha da belirginleşmektedir (Lucotte, 2016).

Emtia piyasaları, finansal piyasalar gibi farklı katılımcı gruplarını ve yatırım araçlarını içermektedir. İşletmeler, spekülâtörler, tüccarlar ve bireysel yatırımcılar bu piyasaların temel aktörleri arasında yer almaktadır. Yatırımlar; emtia üreten şirketlerin hisseleri, yatırım fonları, türev ürünler veya emtiaların doğrudan alım-satımı yoluyla gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle 2008 Küresel Finans Krizi ve Avrupa Borç Krizi sonrasında yatırımcıların geleneksel finansal varlıklara yönelik algılarının değişmesi, emtiaların portföylerde daha fazla yer bulmasına neden olmuştur (Kamışlı vd., 2017).

Emtia fiyatlarındaki dalgalanmalar ve eşzamanlı hareketler hem akademik literatürde hem de politika tartışmalarında önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Fiyatların birlikte hareket etmesi, piyasa etkinliği, risk yönetimi ve portföy çeşitlendirme stratejileri açısından belirleyici sonuçlar doğurabilmektedir. Özellikle tarımsal emtialarda fiyat eş-hareketi, çoklu ürün üreten çiftçilerin gelirlerinde dalgalanmalara yol açarken; emtia ithalatına bağımlı ülkelerde eşzamanlı fiyat artışları enflasyonist baskıları artırabilmektedir (Sarı vd., 2016).

Literatürde emtia fiyat ilişkileri çoğunlukla korelasyon, eşbütünleşme ve nedensellik analizleri gibi geleneksel ekonometrik yöntemlerle incelenmiştir. Bu yöntemler genel bağımlılık yapısını ortaya koymakla birlikte, çok sayıda değişkenin aynı anda oluşturduğu karmaşık eşzamanlı hareket örüntülerini analiz etmede sınırlı kalabilmektedir. Özellikle fiyat artış ve azalışlarının birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyan kural temelli ve veri madenciliği yaklaşımlarının kullanımı görece sınırlıdır.

Bu çalışma, emtia fiyatları ile finansal endeksler arasındaki çoklu eş-hareket yapısını birliktelik kuralı madenciliği çerçevesinde incelemektedir. FP-Growth algoritması kullanılarak güçlü ve çok değişkenli birliktelik kuralları tespit edilmekte ve emtia-f finansal piyasa etkileşimi kural temelli bir perspektifle analiz edilmektedir. Bu yönüyle çalışma, hem metodolojik hem de ampirik açıdan literatüre katkı sunmayı amaçlamaktadır.

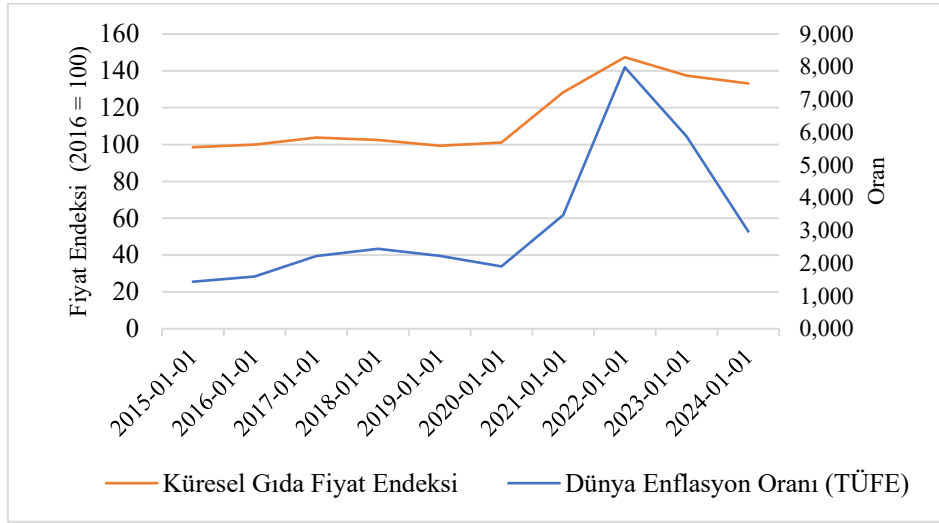
1. Emtia Piyasalarına Genel Bir Bakış

Bu bölümde dünyada ve Türkiye’de emtia piyasalarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Emtia fiyatları, küresel ekonomik faaliyetlerin önemli bir göstergesi olup, sanayi üretimi, enflasyon ve dış ticaret dengesi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Fiyat artışları genellikle ekonomik genişlemeyi veya arz kısıtlarını, düşüşler ise talep daralması ve ekonomik yavaşlamayı yansıtır. Günümüzde emtialar, yalnızca ticaret aracı olmanın ötesinde, vadeli işlem ve opsiyon piyasaları aracılığıyla yatırım ve riskten korunma aracı olarak da finansal piyasalarda stratejik bir rol üstlenmektedir. Emtia piyasalarına ilişkin bilgiler, üretim, ihracat ve ithalat bakış açısıyla aşağıda sunulmuştur. İlk olarak dünyadaki emtia piyasalarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Küresel emtia piyasaları; enerji, tarımsal ürünler ve metaller olmak üzere üç ana grupta incelenmektedir. Enerji sektörü, özellikle petrol ve doğalgaz ticareti, dünya ekonomisinde stratejik bir öneme sahiptir. Brent petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, yalnızca enerji piyasalarını değil, aynı zamanda küresel enflasyon dinamiklerini de etkilemektedir (Hamilton, 2009).

Tarımsal emtialar, gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliği ve üretim maliyetlerindeki artış, özellikle buğday, mısır ve soya fiyatlarında oynaklığı artırmaktadır (Headey & Fan, 2008).

Şekil 1, 2015-2024 döneminde gıda ve enflasyon fiyatlarının seyri dünya genelindeki fiyat hareketlerini ortaya koymaktadır.

Şekil 1. Küresel Gıda Fiyat Endeksi ve Enflasyon (2015-2024)

Kaynak: (<https://fred.stlouisfed.org/series/FPCPITOTLZGWLD>, 10.10.2025)

Şekil 1'e göre, 2015-2024 döneminde Küresel Gıda Fiyat Endeksi ile dünya enflasyon oranı arasında belirgin bir eş-hareket olduğunu göstermektedir. 2015-2019 döneminde her iki göstergenin görece istikrarlı seyretmesi, küresel ekonomik koşulların dengeli olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık 2020 sonrası dönemde, özellikle 2021-2022 yıllarında gıda fiyat endeksinde keskin bir artış gözlenmiş ve bu artış dünya enflasyonundaki hızlı yükselişle eş zamanlı gerçekleşmiştir. 2023-2024 döneminde enflasyon oranında belirgin bir gerileme yaşanmasına rağmen, küresel gıda fiyat endeksinin pandemi öncesi seviyelerin üzerinde kalması, gıda fiyatlarının enflasyon karşısında daha yapışkan bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak bulgular, küresel gıda fiyatlarının enflasyon dinamikleri üzerinde önemli ve kalıcı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 2, 2015-2025 döneminde enerji fiyatlarının seyri dünya genelindeki fiyat hareketlerini ortaya koymaktadır.

Şekil 2. Küresel Enerji Fiyat Endeksi (2015-2025)

Kaynak: (<https://fred.stlouisfed.org/series/PNRGINDEXM>, 10.10.2025)

Şekil 2'de 2016=100 baz yılına göre hesaplanan Küresel Enerji Fiyat Endeksi'nin 2015-2025 dönemindeki seyri gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde enerji fiyatlarının söz konusu dönemde yüksek dalgalanma eğilimi sergilediği ve özellikle 2020 sonrası belirgin yapısal kırılmalar yaşandığı görülmektedir.

2015-2019 döneminde endeks görece istikrarlı bir seyir izlemiş, dalgalanmalar sınırlı kalmıştır. Bu dönemde fiyat hareketleri daha çok küresel talep koşulları ve arz dengesi çerçevesinde gerçekleşmiştir. Ancak 2020 yılında endeksin keskin bir şekilde gerilediği dikkat çekmektedir. Bu düşüş, küresel ekonomik faaliyetlerdeki daralma ve enerji talebindeki ani azalışla ilişkilendirilebilir.

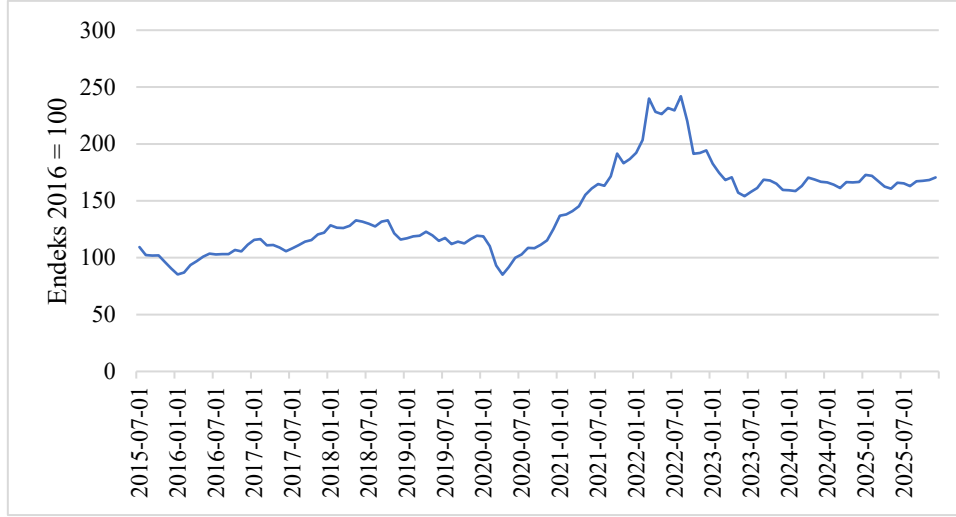
2021 yılı itibarıyla enerji fiyatlarında güçlü bir toparlanma süreci başlamış ve 2022 yılında endeks tarihi zirve seviyelerine ulaşmıştır. Bu dönemde enerji fiyatlarının 300 endeks puanını aşması, arz yönlü kısıtlar, jeopolitik riskler ve küresel enerji piyasalarındaki belirsizliklerin etkisini yansıtmaktadır. Söz konusu artış, enerji piyasalarında olağanüstü fiyat baskılarının oluştuğunu göstermektedir.

2023 sonrası dönemde ise endeks belirgin bir düzeltme sürecine girmiş, ancak fiyatlar pandemi öncesi ortalamasının üzerinde kalmaya devam etmiştir. 2024-2025 döneminde dalgalanmanın azaldığı ve daha yatay bir eğilim oluştuğu gözlemlenmektedir.

Bununla birlikte, endeks seviyeleri 2016 baz yılına göre hâlâ yüksek düzeydedir; bu durum enerji maliyetlerinin küresel ekonomi üzerindeki etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

Şekil 3'te, 2003-2025 döneminde küresel emtia fiyat endeksinin zaman içindeki seyri sunulmaktadır.

Şekil 3. Tüm Emtiaların Küresel Fiyat Endeksi (2015- 2025)



Kaynak: (<https://fred.stlouisfed.org/series/PALLFNFINDEXM>, 30.10.2025)

Şekil 3'e göre, Tüm Emtiaların Küresel Fiyat Endeksi'nin 2015-2025 dönemindeki seyri gösterilmektedir. Grafik, emtia fiyatlarının söz konusu dönemde belirgin dalgalanmalar sergilediğini ortaya koymaktadır.

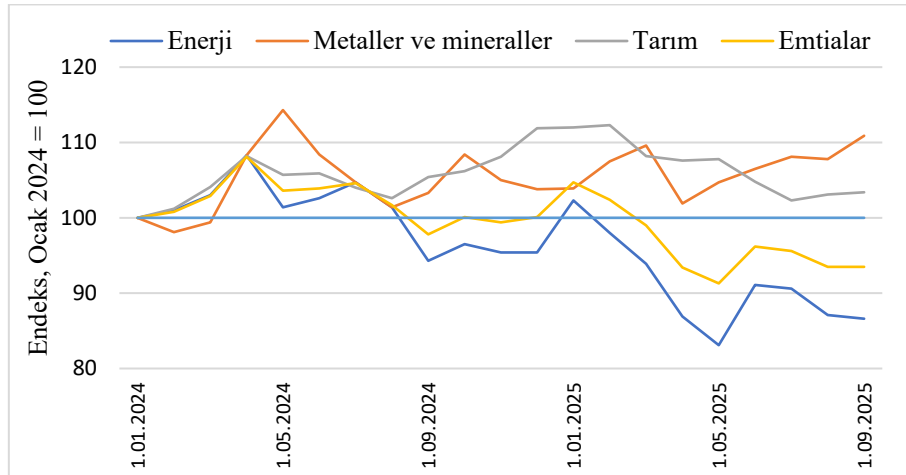
2015-2019 döneminde endeks görece istikrarlı bir artış eğilimi göstermiştir. Ancak 2020 yılında küresel ekonomik daralmaya bağlı olarak endekste keskin bir düşüş yaşanmıştır. 2021 sonrası dönemde güçlü bir toparlanma süreci başlamış ve 2022 yılında endeks zirve seviyelerine ulaşmıştır. Bu artış, küresel talep artışı, arz kısıtları ve jeopolitik risklerin etkisiyle açıklanabilir.

2023 sonrasında endeks gerileme eğilimine girmiş olmakla birlikte fiyatlar pandemi öncesi ortalamasının üzerinde kalmaya devam etmiştir. 2024-2025 döneminde ise daha yatay ve nispeten dengeli bir seyir gözlemlenmektedir. Bu durum, küresel emtia piyasalarında şok sonrası normalleşme sürecine işaret etmektedir.

Emtia piyasalarındaki son dönem gelişmeler incelendiğinde; küresel ekonomik koşullar, arz-talep dengeleri ve jeopolitik gelişmelerin etkisiyle yıllar içinde önemli değişimler yaşanmıştır. 2024-2025 döneminde emtia fiyatlarında belirgin dalgalanmalar görülürken, altın ve gümüş gibi değerli metaller güvenli liman talebinin artmasıyla öne çıkmıştır. Gıda ve içecek emtiaları ise 2020-2024 yılları arasında arz zinciri aksaklıkları ve iklim koşullarından etkilenmiştir. Petrol piyasalarına bakıldığında, 1970-2024 dönemi küresel üretimde bölgesel kaymaların yaşandığını, petrol talebinin ise uzun vadede istikrarlı bir artış eğilimini koruduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 4, 2024-2025 döneminde emtia fiyat endeksinde gözlenen dalgalanmaları ortaya koymaktadır.

Şekil 4. Emtia Fiyat Hareketleri (2024-2025)

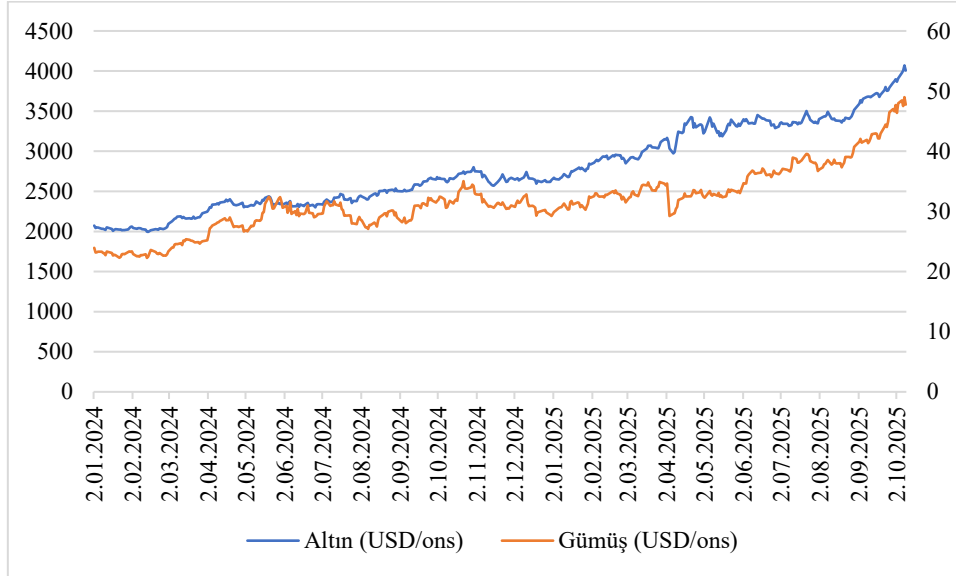


Kaynak: (<https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>, 26.11.2025)

Şekil 4'e göre, 2024-2025 döneminde emtia fiyatlarının genel olarak dalgalı bir seyir izlediğini göstermektedir. Enerji fiyatları belirgin biçimde düşerken, metaller ve mineraller hafif yükseliş eğilimi sergilemiştir. Tarım emtiaları ise dönem boyunca nispeten istikrarlı bir görünüm sunmuştur. Toplam emtia endeksinin 100 seviyesine yakın dalgalanması, küresel emtia piyasalarında orta düzeyde bir oynaklığa işaret etmektedir.

Şekil 5'te, 2022-2024 döneminde altın ve gümüşün küresel fiyat hareketleri sunulmaktadır.

Şekil 5. Altın ve Gümüş Fiyatları(2024-2025)



Kaynak: (<https://www.investing.com/commodities/gold>, 30.11.2025)

Şekil 5'te 2024-2025 dönemine ait altın ve gümüş fiyatlarının (USD/ons) seyri gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde, her iki kıymetli metalin de genel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir.

Altın fiyatları dönem boyunca daha istikrarlı ve kademeli bir yükseliş sergilerken, gümüş fiyatlarının daha dalgalı bir yapı gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu durum, gümüşün hem yatırım hem de sanayi metali olmasından kaynaklanan daha yüksek volatilité ile açıklanabilir.

2025 yılına doğru her iki metalde de yükseliş ivmesinin güçlendiği gözlemlenmektedir. Özellikle dönem sonuna doğru fiyat artışlarının hızlanması, küresel belirsizlikler, enflasyon beklentileri ve güvenli liman talebiyle ilişkilendirilebilir.

2. Literatür Taraması

Birliktelik kuralı analizi, veri madenciliği yöntemleri arasında özellikle büyük veri setlerinden anlamlı örüntülerin ortaya çıkarılmasında yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir. Finans, ekonomi, işletme ve sermaye piyasaları gibi farklı disiplinlerde artan uygulama alanı, bu yönteme ilişkin literatürün giderek genişlemesine yol açmıştır. Bu bölümde, birliktelik kuralı analizinin ve ilgili veri madenciliği yöntemlerinin sermaye piyasaları ve emtia piyasaları bağlamında kullanıldığı çalışmalar sistematik biçimde ele alınarak değerlendirilmiştir.

Yalçın Çal (2026) araştırmasında, kripto para piyasasında işlem gören ve piyasa değeri yüksek olan 44 kripto paranın birlikte hareket etme eğilimlerini birliktelik kuralları analizi kapsamında Apriori Algoritması kullanarak incelemiştir. Çalışmada 08.11.2023-30.11.2024 dönemine ait günlük kapanış verileri analiz edilmiş ve %35 destek ile %95 güven eşiği altında toplam 55 birliktelik kuralı elde edilmiştir. Bulgular, özellikle FILECOIN, ALGORAND, SHIBA, POLKADOT ve CARDANO gibi kripto varlıkların güçlü birliktelik ilişkileri sergilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada matris grafikleri, dağılım grafikleri ve ağ diyagramları gibi görselleştirme tekniklerinden yararlanılarak kripto paralar arasındaki ilişkiler daha anlaşılır hale getirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen birliktelik kurallarının, yatırımcıların portföy çeşitlendirmesi, risk yönetimi ve yatırım karar süreçlerine katkı sağlayabileceği ifade edilmiştir.

Eren (2024) emtia piyasalarının birlikte hareketlerinin veri madenciliği ile incelenmesi başlıklı çalışmada, emtiaların yatırım portföylerinin çeşitlendirilmesi ve enflasyona karşı korunma aracı olarak önemini vurgulamaktadır. Çalışmada, 2010-2023 dönemine ait 20 emtianın fiyat hareketleri Apriori ve FP-Growth algoritmaları kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, Brent petrolün diğer emtialarla yüksek düzeyde birlikte hareket ettiğini göstermekte olup, petrolün stratejik konumu nedeniyle emtia piyasaları için yön gösterici bir gösterge olabileceğine işaret etmektedir.

Dumlupınar ve Kocabıyık (2023) altın, gümüş, paladyum ve platin fiyatlarını etkileyen faktörleri ve bu metaller arasındaki karşılıklı bağımlılık ilişkilerini incelemiştir. Çalışmada birim kök testleri ve optimum gecikme uzunlukları belirlendikten sonra Granger tabanlı Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. Bulgular, kıymetli metaller arasında anlamlı nedensellik ilişkileri bulunduğunu ve fiyat hareketlerinin karşılıklı etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, özellikle belirsizlik dönemlerinde kıymetli metallerin yatırım portföyleri açısından önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Gökhasan (2023) 1986-2019 dönemine ait verilerle ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak BIST 100 endeksi ile uluslararası tarımsal emtia fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Bulgular, uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığını ortaya koyarken; pirinç, kauçuk ve soya yağı fiyatlarının endeksi pozitif, şeker, çay ve buğday fiyatlarının ise negatif yönde etkilendiğini göstermektedir. Kim vd. (2022) ise demir cevheri fiyatları ile 12 farklı emtia arasındaki ilişkiyi incelemiş ve özellikle petrol, bakır ve Avustralya kömür fiyatları ile demir cevheri fiyatları arasında çift yönlü nedensellik bulunduğunu belirlemiştir.

İşcan (2022) emtia fiyatlarındaki dalgalanmaların ekonomik etkilerini ele almış; 2004-2019 dönemine ait aylık verilerle metal fiyatları ve döviz kurunun Borsa İstanbul Sınai Endeksi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, döviz kuru ve metal fiyatlarındaki değişimlerin endeksi aynı yönde etkilendiğini ortaya koymuştur.

Teker ve Konuşkan (2022), kripto paraların yaygınlaşmasıyla birlikte spor kulüplerinin Fan Token ihraç ederek taraftar bağlılığı üzerinden finansal kaynak elde etmeye başladığını belirtmiştir. Bu çalışmada, futbol kulüplerine ait Fan Tokenlerin fiyat hareketleri 01.01.2022-01.08.2022 dönemine ait günlük veriler kullanılarak Birliktelik Analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bulgular, özellikle TRA, LAZIO ve PORTO Fan Tokenlerinin sıkça birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Ayrıca FB, IBFK ve GOZ Fan Tokenlerinin diğerlerine göre daha az ilişki içinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın, kripto para literatürüne katkı sağlaması ve yatırımcılara portföy çeşitlendirmesi konusunda yol göstermesi amaçlanmaktadır.

Teker ve Kocabıyık (2022) çalışmalarında, %95 güven aralığı ve %20 minimum destek değeri esas alarak borsalar arasında 407 adet birliktelik kuralı belirlemiştir. Elde edilen bulgular, özellikle CAC40, IBEX35, FTSE100 ve DAX endeksleri arasında güçlü bir eş hareketlilik olduğunu ortaya koymaktadır. İlk 30 birliktelik kuralının tamamında CAC40 ve IBEX35 endeksleri yer alırken, FTSE100 28 kez, DAX ise 16 kez bu kurallara dahil olmuştur. Ayrıca BIST100 endeksi de 12 kez birliktelik kuralları içerisinde yer almıştır. Araştırmacılar, bu sonuçların Avrupa borsaları arasındaki ekonomik entegrasyonun ve pandemi dönemindeki ortak piyasa hareketlerinin bir göstergesi olduğunu ifade etmektedir.

İnce ve Alan (2022) veri madenciliği tekniklerini kullanarak holding şirketlerinin yatırım alanları arasındaki ilişkileri analiz etmiş ve %50'nin üzerinde güven düzeyine sahip 35 birliktelik kuralı elde etmiştir. Kocabıyık vd. (2021) ise FP-Growth algoritması ile Borsa İstanbul'daki endekslerin eş hareketliliğini incelemiş; özellikle bankacılık ve mali endekslerin diğer sektör endeksleriyle güçlü ilişkiler içinde olduğunu göstermiştir. Örçen (2021) enerji sektöründeki hisse senedi getirileri ile petrol ve doğalgaz fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmiş; petrol fiyatları ile hisse senedi getirileri arasında çift yönlü nedensellik bulunduğunu, ancak doğalgaz için benzer bir ilişkinin söz konusu olmadığını ortaya koymuştur.

Komşuoğlu Yılmaz (2021) altın fiyatları, USD/TL ve Euro/TL kurları ile ipotekli ve toplam konut satışları arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışmada, Ocak 2013-Kasım 2019 dönemine ait aylık veriler kullanılarak değişkenler arasındaki ilişkiler Granger nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Bulgular, ipotekli konut satışları, toplam konut satışları, Dolar/TL ve Euro/TL kurlarından altın fiyatlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, altın fiyatları ile döviz kurlarının toplam konut satışlarının Granger nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Karaatlı vd. (2021) ise FP-Growth algoritması kullanarak makroekonomik değişkenler ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkileri analiz etmiş ve veri madenciliği yöntemlerinin portföy çeşitlendirmesi açısından etkin sonuçlar sunduğunu vurgulamıştır. Algan vd. (2021) petrol fiyatlarının gıda fiyatları üzerindeki etkisini NARDL modeli ile incelemiş ve petrol fiyat artışlarının gıda fiyatlarını anlamlı biçimde yükselttiğini ortaya koymuştur. Ouyang ve Zhang (2020) Çin'de tarımsal emtiaların finansallaşmasını zamanla değişen kopula yöntemiyle analiz etmiş ve küresel kriz sonrası dönemde emtia-finance piyasası bağımlılığının arttığını göstermiştir. Masum (2019) hisse senedi getirileri arasındaki ilişkileri birliktelik kuralı analizi ile incelemiş ve sektörler arası güçlü örüntüler tespit etmiştir. Halkos ve Tsirivis (2019) enerji piyasalarındaki yüksek volatilité nedeniyle yatırım portföylerinde etkin risk yönetiminin önemini vurgulamışlardır. Çalışmada, enerji fiyat oynaklığının tahmininde GARCH ve Markov Rejim Değişimli GARCH modelleri karşılaştırılarak ekonomik krizler ve jeopolitik olayların volatilité üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Matesanz (2014) 1992-2010 döneminde emtia fiyatları arasındaki birlikte hareketleri korelasyon ve ağ analizi yöntemiyle incelemiştir. Bulgular, 2008 küresel kriz döneminde emtia fiyatları arasındaki birlikte hareketlerin belirgin biçimde arttığını göstermiştir. Ayrıca metal, petrol-tahıl ve yağlı tohum gruplarının benzer fiyat dinamikleri sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Ncube vd. (2014) ise emtia piyasalarındaki eş hareketliliğin ekonomik temellere dayandığını vurgulamaktadır. Kamley vd. (2014) hisse senedi fiyat tahmininin yüksek kâr potansiyeli nedeniyle önemli bir araştırma alanı olduğunu belirtmişlerdir. Batten vd. (2010) altın, gümüş, platin ve paladyum fiyat volatilitésinin makroekonomik belirleyicilerini incelemişlerdir. Çalışmada, altın volatilitésinin parasal değişkenlerden etkilendiği, ancak aynı durumun gümüş için geçerli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca değerli metaller arasında volatilité etkileşimi bulunsada, her bir metalin farklı özellikler taşıdığı ve tek bir varlık sınıfı olarak değerlendirilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Ho vd. (2012) yatırımcıların doğru işlem zamanını belirlemede yaşadığı zorluklara çözüm olarak yapay zekâ temelli bir karar destek sistemi önermişlerdir. Çalışmada, Hong Kong Hang Seng Index'nin hareketleri ile GSYH, TÜFE, faiz oranı ve ihracat değerleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiş ve önerilen yöntemin yatırım kararlarında etkili sonuçlar sağladığı belirtilmiştir.

Ciner (2001) altın ve gümüş vadeli işlem fiyatları arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir. Bulgular, altın ve gümüş fiyatları arasında geçmişte var olduğu kabul edilen uzun dönemli istikrarlı ilişkinin zamanla ortadan kalktığını göstermiştir. Çalışmada, bu iki piyasanın ayrı değerlendirilmesi gerektiği ve altın-gümüş oranının gelecekteki fiyat tahminlerinde güvenilir bir gösterge olmadığı vurgulanmıştır. David vd., (2000) altın ve gümüş vadeli işlem fiyatlarının makroekonomik veri açıklamalarına verdiği

tepkileri incelemişlerdir. Çalışmada, kapasite kullanım oranı verilerinin her iki emtia üzerinde güçlü etkiler oluşturduğu, ayrıca altın fiyatlarının TÜFE, işsizlik oranı, GSYH ve ÜFE açıklamalarından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir.

Çalışmada, geleneksel analiz yöntemlerinin yetersiz kaldığı vurgulanmış ve hisse senedi piyasalarındaki örüntüleri belirlemek amacıyla Birliktelik Kuralı Madenciliği yönteminin etkili bir araç olduğu ifade edilmiştir. Araştırmanın, yatırımcıların daha doğru kararlar alarak kârlarını artırmalarına katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Genel olarak literatür, emtia ve finansal piyasalar arasındaki ilişkilerin zamanla değişen, çok boyutlu ve çoğu zaman asimetrik bir yapıya sahip olduğunu; birliktelik kuralı analizi ve diğer veri madenciliği yöntemlerinin bu karmaşık ilişkilerin ortaya çıkarılmasında etkili araçlar sunduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, mevcut çalışma literatürdeki söz konusu yaklaşımları sermaye ve emtia piyasaları özelinde bütüncül bir bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır.

3. Uygulama

Emtialar, yatırımları çeşitlendirmek ve enflasyona karşı korunmak için alternatif bir yol olarak görülmüştür. Bu nedenle yatırımcıların bir piyasanın düşüşü veya yükselişi sonrasında diğer piyasaların veya finansal varlıkların hangi yöne doğru hareket edeceğini öngörmesi, hızlı ve etkili kararlar almasında kritik öneme sahiptir (Eren, 2024).

Bu çalışma, veri madenciliği kapsamında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan birliktelik kuralları analizi aracılığıyla, fiyat değişimlerinde eş yönlü hareket sergileyen emtia fiyatlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede, benzer eğilimler göstererek birlikte hareket eden fiyatlara ilişkin elde edilen bulguların yatırımcılar açısından anlamlı çıkarımlar sunduğu değerlendirilmektedir. Eş hareket ettiği tespit edilen varlıkların portföy çeşitlendirmesinde kullanılması, riskin azaltılmasına yönelik etkinliği sınırlayabilmektedir. Bu bağlamda, çalışmada birliktelik kuralları yöntemleri arasında yer alan FP-Growth Algoritması kullanılarak, birlikte hareket eden fiyatlara ilişkin kurallar sistematik bir biçimde analiz edilmiştir.

3.1. Metodoloji

Bu çalışmada, emtia ve finansal piyasalar arasındaki birlikte hareket örüntülerini ortaya koymak amacıyla birliktelik kuralı madenciliği yöntemlerinden yararlanılmıştır. Analiz süreci; veri hazırlama, modelleme ve sonuçların değerlendirilmesi olmak üzere üç temel aşamada yürütülmüştür.

İlk aşamada, tarımsal emtialar, enerji ürünleri, değerli ve endüstriyel metaller ile finansal göstergeleri kapsayan veriler derlenmiştir. Toplam 23 değişken ve 2706 gözlemden oluşan veri seti oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan günlük veriler, “investing.com” adlı internet platformundan temin edilmiş ve analiz için uygun formata dönüştürülmüştür. Günlük veriler, bir önceki günün değerleriyle karşılaştırılmış; artış gözlemlenen durumlarda “1”, azalış gözlemlenen durumlarda ise “0” değeri atanmıştır. Elde edilen veri seti ARFF formatına dönüştürülerek WEKA paket programına aktarılmış ve analiz süreci başlatılmıştır.

İkinci aşamada, veri seti üzerinde FP-Growth algoritması uygulanmıştır. FP-Growth algoritması, düşük destek düzeylerinde dahi güçlü ve çok değişkenli birliktelik kurallarının etkin biçimde tespit edilmesine olanak tanımaktadır. Elde edilen kuralların değerlendirilmesinde destek (support), güven (confidence), lift, leverage ve conviction ölçütleri esas alınmıştır.

Son aşamada ise algoritmadan elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. FP-Growth yöntemi sayesinde emtia ve finansal piyasalar arasındaki eş yönlü hareket ilişkileri sistematik biçimde ortaya konulmuş; değişkenler arasındaki birlikte hareket yapısı bütüncül bir perspektifle değerlendirilmiştir.

3.2. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, büyük ölçekli veri kümeleri içerisinde anlamlı ve değerli bilgilerin sistematik biçimde elde edilmesi sürecini ifade etmektedir. Bu süreç, bir madenden kıymetli cevherin çıkarılmasına benzer şekilde, ham verilerden gizli kalmış örüntülerin ortaya çıkarılmasını kapsamaktadır. Ayrıca veri madenciliği, geleceğe yönelik öngörülerde bulunmayı mümkün kılan ilişkilerin ve bağıntıların, bilgisayar destekli yöntemler aracılığıyla keşfedilmesini sağlamaktadır (Doğan & Arslantekin, 2023).

Veri madenciliği sürecinde kullanılan modeller, genel olarak tahminleyici (predictive) ve tanımlayıcı (descriptive) olmak üzere iki temel kategori altında sınıflandırılmaktadır. Tahminleyici modeller, sonucu önceden bilinen veri setlerinden hareketle bir model oluşturmayı ve bu model aracılığıyla sonucu bilinmeyen veri kümeleri için öngöründe bulunmayı amaçlamaktadır. Tanımlayıcı modeller ise, karar alma süreçlerine destek sağlamak amacıyla mevcut veriler içerisindeki örüntülerin, ilişkilerin ve yapısal özelliklerin ortaya çıkarılmasına odaklanmaktadır.

Veri madenciliği sürecinde kullanılan teknikler aşağıda sunulmuştur.

- ✓ Sınıflandırma Analizleri
- ✓ Kümeleme Analizleri
- ✓ Birliktelik Kuralları

Sınıflandırma, tahminleyici modeller kapsamında yer alırken; kümeleme analizi ve birliktelik kuralları, tanımlayıcı modeller arasında değerlendirilmektedir. Çalışmada kullanılan birliktelik analizi ve ilgili algoritmalar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır. (Köktürk vd., 2009).

3.2.1. Birliktelik Kuralları Analizi

Bir alışveriş sırasında ya da ardışık satın alma süreçlerinde, müşterilerin hangi ürün veya hizmetleri birlikte satın alma eğiliminde olduklarının belirlenmesi, satışların artırılmasına yönelik önemli stratejik yaklaşımlardan biridir. Müşteri satın alma davranışlarının ortaya konulmasını sağlayan birliktelik kuralları tekniği, pazarlama alanında pazar sepeti analizi (market basket analysis) kapsamında veri madenciliği literatüründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Gürsoy vd., 2019). Çalışmada, birlikte hareket eden emtia fiyatları arasındaki gizli örüntülerin ve ilişkilerin ortaya çıkarılmasında birliktelik kuralları analizinden yararlanılmaktadır.

Birliktelik kurallarının oluşturulma sürecinde, analizin temelini oluşturan iki temel ölçüt destek (support) ve güven (confidence) değerleridir. Destek ölçütü, belirli bir kuralın geçtiği işlem sayısının toplam işlem sayısına oranını ifade ederken, güven ölçütü ise bir öğenin gerçekleşmesi durumunda diğer öğenin de gerçekleşme olasılığını göstermektedir. Başka bir deyişle, iki öğe arasındaki birlikte gerçekleşme ilişkisi $X \Rightarrow Y$ biçiminde sembolize edilmekte ve bu ilişkiyi en güçlü biçimde temsil eden ölçüt güven değeridir. Bununla birlikte, birliktelik kurallarının değerlendirilmesinde yalnızca destek ve güven değil, aynı zamanda leverage, conviction ve lift gibi tamamlayıcı göstergelerden de yararlanılmaktadır (Kocabıyık vd., 2021). Söz konusu ölçütlerin hesaplanma biçimleri Eşitlik 1, 2 ve 3'te ayrıntılı olarak sunulmuştur.

$$\text{Destek(Support)} = \frac{frq(x,y)}{N} \quad (1)$$

$$\text{Güven (Confidence)} = \left(\frac{frq(x,y)}{frq(x)} \right) \quad (2)$$

$$\text{Birlikte Hareket Etme Katsayısı(Lift)} = \frac{Support}{Sup(x) \times Sup(y)} \quad (3)$$

Birliktelik kuralları analizinde, literatürde AIS (Agrawal, Imielinski ve Swami), SETM (Houtsma ve Swami), Apriori (Agrawal ve Srikant) ve CARMA (Continuous Association Rule Mining Algorithm - Christian Hidber) gibi çeşitli algoritmalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmada veri kümesindeki ilişkilerin belirlenmesinde FP-Growth algoritması tercih edilmiş ve yöntemin işleyişi aşağıda ayrıntılı biçimde açıklanmıştır (Gürsoy vd., 2019).

3.2.1.1. FP Growth Algoritması

Birliktelik kuralları tekniklerinden biri olan FP-Growth algoritması, yüksek işlem maliyetine gerek duymadan sık görülen öğe kümelerini verimli biçimde madencilik yapmak için geliştirilmiştir. Böl ve yönet prensibine dayanan bu yöntem, veri tabanını sık öğeleri temsil eden bir FP-ağacına dönüştürmekte, ardından her bir “kalıp parçası” için ilişkili koşullu veri tabanlarını ayrı ayrı incelemektedir. Bu yaklaşım, veri setinin boyutunu önemli ölçüde azaltarak analiz sürecini hızlandırmakta ve verimliliği artırmaktadır (Gürsoy vd., 2019).

FP-Growth algoritması, sık örüntülerin madenciliğinde verimli bir yöntem olarak, her bir sık örüntü uzunluğundan başlayarak koşullu model tabanlarını oluşturur ve bu tabanlardan koşullu FP ağaçları türetir. Ağaç yapısı üzerinde yinelemeli işlemler gerçekleştirilerek uzun sık örüntüleri daha küçük veri tabanlarında arar ve sonuçları birleştirir. En az sıklıkta görülen öğeleri son ek olarak kullanması sayesinde yüksek seçicilik sağlar ve arama maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Bu özellikleriyle FP-Growth algoritması, hem uzun hem de kısa sık kalıpların madenciliğinde ölçeklenebilir, hızlı ve Apriori algoritmasından daha verimli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Nasyuha vd. 2020).

3.3. Veri Seti

Bu çalışmada emtia fiyatlarına ilişkin verilerden yararlanılmıştır. Çalışmanın ham veri seti, 10.09.2015-01.02.2025 tarihleri arasındaki 23 farklı vadeli emtia ile ilgili endekslere ait günlük kapanış fiyatlarından oluşmaktadır. Analizde kullanılan tüm veriler, Investing.com veri tabanından temin edilmiştir (<https://www.investing.com>, 20:12:2025). İncelenen emtialar ve endeksler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Araştırmada, emtialar, çeşitli alternatif yatırım araçları ile piyasalar üzerinde etkili olabileceği düşünülen makroekonomik değişkenlere yer verilmiştir. Araştırmanın güçlü sonuçlar ortaya koyabilmesi için analizin yapıldığı dönemden yaklaşık 10 yıl geriye gidilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Burada amaç güçlü veri setiyle kararlı sonuçlar elde etmektir. Araştırma dönemi hem volatilitenin yoğun yaşandığı dönemleri hem de görece piyasanın daha sakin olduğu dönemleri kapsamaktadır. Bu veri seti içerisinde COVID-19 Pandemisi'nin de olduğu düşünüldüğünde fiyat hareketleri açısından heterojen bir araştırma aralığının araştırmaya dahil edildiği görülmektedir. Burada amaç farklı piyasa dinamiklerinin olduğu dönemleri dikkate alarak güçlü bulgular elde etmektir.

Tablo 1. Analiz Kapsamına Dâhil Edilen Emtialar ve Kodları

Değişken	Açıklamalar	Weka Kodu	Kaynak
Buğday	Buğday (USD/Bushel) Fiyatı	BUGDAY	https://www.investing.com/
Mısır	Mısır (USD/Bushel) Fiyatı	MISIR	https://www.investing.com/
Şeker	Şeker (USD/Pound) Fiyatı	SEKER	https://www.investing.com/
Kahve	Kahve (USD/Pound) Fiyatı	KAHVE	https://www.investing.com/
Kakao	Kakao (USD/Ton) Fiyatı	KAKAO	https://www.investing.com/
Soya fasulyesi	Soya fasulyesi (USD/Bushel) Fiyatı	SOYA FASULYESI	https://www.investing.com/
Pirinç	Pirinç (USD/Bushel) Fiyatı	PIRINC	https://www.investing.com/
Ham Petrol	Ham Petrol (USD/Varil) Fiyatı	HAM PETROL	https://www.investing.com/
Doğal gaz	Doğal Gaz (USD/MMBtu) Fiyatı	DOGAL GAZ	https://www.investing.com/
Kok kömürü	Kok kömürü (USD/Ton) Fiyatı	KOK KOMURU	https://www.investing.com/
Altın	Altın (USD/Troy Ons) Fiyatı	ALTIN	https://www.investing.com/
Gümüş	Gümüş (USD/Troy Ons) Fiyatı	GUMUS	https://www.investing.com/
Platin	Platin (USD/Troy Ons) Fiyatı	PLATIN	https://www.investing.com/
Bakır	Bakır (USD/Pound) Fiyatı	BAKIR	https://www.investing.com/
Alüminyum	Alüminyum (USD/Ton) Fiyatı	ALUMINYUM	https://www.investing.com/
Çinko	Çinko (USD/Ton) Fiyatı	CINKO	https://www.investing.com/
Nikel	Nikel (USD/Ton) Fiyatı	NIKEL	https://www.investing.com/
Bitcoin	Bitcoin USD fiyatı	BTC	https://www.investing.com/
BCOM	BCOM (Bloomberg Commodity Index), küresel emtia fiyatlarının genel seyrini gösteren Bloomberg Emtia Endeksi'dir.	BCOM	https://www.investing.com/
S&P500 Endeks	NYSE veya NASDAQ 'da halka açık hisse senetleri bulunan 500 büyük şirketten oluşan bir Amerikan borsa endeksidir.	SP500	https://www.investing.com/
BIST100	BIST 100, Borsa İstanbul'da en büyük ve en aktif 100 şirketin performansını gösteren temel borsa endeksidir.	XU100	https://www.investing.com/
EPU	EPU (Economic Policy Uncertainty Index), ekonomik politika belirsizliğini ölçen bir endekstir.	EPU	https://www.policyuncertainty.com/
MSCI World	MSCI World Endeksi, gelişmiş ülkelerde işlem gören büyük ve orta ölçekli şirketlerin hisse senedi performansını temsil eden uluslararası bir piyasa endeksidir.	MSCI	https://www.investing.com/

Bu çalışmada, 23 farklı emtia ve finansal endekse ait günlük kapanış fiyatlarından oluşan ve toplam 2706 günlük gözlemi kapsayan ham veri seti kullanılmıştır. Veriler, araştırma dönemine ilişkin olarak güvenilir uluslararası veri sağlayıcılarından temin edilmiştir. Birliktelik kuralı analizi kapsamında, bazı değişkenlerin farklı işlem günlerine sahip olması nedeniyle veri setinde ön işleme süreci uygulanmıştır. Bu doğrultuda, tüm değişkenlerin eş zamanlı olarak işlem gördüğü ortak günler belirlenmiş ve analizler yalnızca bu günlere ait gözlemler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

4.4. Bulgular

Çalışmada iki farklı veri seti kullanılarak analiz gerçekleştirilmiş ve her iki veri seti için farklı sonuçlar elde edilmiştir. İlk analizde kıymetli metaller, baz metaller, enerji ürünleri ve küresel borsa endeksleri birlikte değerlendirilmiş ve FP-Growth algoritması uygulanarak birliktelik kuralları elde edilmiştir. Bu analiz sonucunda toplam 44 adet birliktelik kuralı elde edilmiştir.

Tablo 2. FP-Growth Algoritması İkili ve Üçlü Birliktelik Kuralları

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf	Lift	Level	Conv.
1	[SP500=1, BAKIR=1]: 876 ==> [MSCI=1]: 828	0.95	1.74	0.13	8.15
2	[SP500=1, GUMUS=1]: 789 ==> [MSCI=1]: 742	0.94	1.73	0.12	7.50
3	[SP500=1, PLATIN=1]: 827 ==> [MSCI=1]: 777	0.94	1.73	0.12	7.39
4	[SP500=1, ALUMINYUM=1]: 775 ==> [MSCI=1]: 718	0.93	1.70	0.11	6.09
5	[SP500=1, CINKO=1]: 801 ==> [MSCI=1]: 742	0.93	1.70	0.11	6.09

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf	Lift	Level	Conv.
6	[SP500=1, NIKEL=1]: 823 ==> [MSCI=1]: 762	0.93	1.70	0.12	6.05
7	[SP500=1, ALTIN=1]: 757 ==> [MSCI=1]: 700	0.92	1.70	0.11	5.95
8	[SP500=1, XU100=1]: 853 ==> [MSCI=1]: 786	0.92	1.69	0.12	5.72
9	[SP500=1, BCOM=1]: 880 ==> [MSCI=1]: 810	0.92	1.69	0.12	5.65
10	[SP500=1, KAKAO=1]: 799 ==> [MSCI=1]: 735	0.92	1.69	0.11	5.61
11	[SP500=1, KAHVE=1]: 761 ==> [MSCI=1]: 696	0.91	1.68	0.10	5.26
12	[SP500=1, SOYA_FASULYESI=1]: 773 ==> [MSCI=1]: 706	0.91	1.68	0.11	5.18
13	[SP500=1, HAM_PETROL=1]: 866 ==> [MSCI=1]: 790	0.91	1.68	0.12	5.13
14	[MSCI=1, BTC=1]: 865 ==> [SP500=1]: 788	0.91	1.69	0.12	5.11
15	[SP500=1, BTC=1]: 869 ==> [MSCI=1]: 788	0.91	1.67	0.12	4.83
16	[MSCI=1, CINKO=1]: 824 ==> [SP500=1]: 742	0.90	1.67	0.11	4.57
17	[MSCI=1, BAKIR=1]: 920 ==> [SP500=1]: 828	0.90	1.67	0.12	4.56
18	[MSCI=1, HAM_PETROL=1]: 878 ==> [SP500=1]: 790	0.90	1.67	0.12	4.54
19	[SP500=1]: 1460 ==> [MSCI=1]: 1313	0.90	1.65	0.19	4.50
20	[MSCI=1, KAHVE=1]: 780 ==> [SP500=1]: 696	0.89	1.65	0.10	4.23
21	[MSCI=1]: 1472 ==> [SP500=1]: 1313	0.89	1.65	0.19	4.24
22	[MSCI=1, NIKEL=1]: 855 ==> [SP500=1]: 762	0.89	1.65	0.11	4.19
23	[MSCI=1, ALUMINYUM=1]: 807 ==> [SP500=1]: 718	0.89	1.65	0.10	4.13
24	[MSCI=1, SOYA_FASULYESI=1]: 794 ==> [SP500=1]: 706	0.89	1.65	0.10	4.11
25	[MSCI=1, BCOM=1]: 911 ==> [SP500=1]: 810	0.89	1.65	0.12	4.11
26	[MSCI=1, XU100=1]: 885 ==> [SP500=1]: 786	0.89	1.65	0.11	4.08
27	[HAM_PETROL=1, GUMUS=1]: 796 ==> [BCOM=1]: 703	0.88	1.67	0.10	3.99
28	[MSCI=1, PLATIN=1]: 880 ==> [SP500=1]: 777	0.88	1.64	0.11	3.90
29	[MSCI=1, KAKAO=1]: 835 ==> [SP500=1]: 735	0.88	1.63	0.11	3.81
30	[MSCI=1, GUMUS=1]: 849 ==> [SP500=1]: 742	0.87	1.62	0.10	3.62
31	[HAM_PETROL=1, SOYA_FASULYESI=1]: 798 ==> [BCOM=1]: 697	0.87	1.65	0.10	3.69
32	[HAM_PETROL=1, NIKEL=1]: 794 ==> [BCOM=1]: 692	0.87	1.65	0.10	3.63
33	[MSCI=1, ALTIN=1]: 805 ==> [SP500=1]: 700	0.87	1.61	0.10	3.50
34	[ALTIN=1, HAM_PETROL=1]: 790 ==> [BCOM=1]: 686	0.87	1.64	0.10	3.55
35	[ALTIN=1, PLATIN=1]: 988 ==> [GUMUS=1]: 854	0.86	1.68	0.13	3.56
36	[HAM_PETROL=1, BAKIR=1]: 844 ==> [BCOM=1]: 727	0.86	1.63	0.10	3.37
37	[ALTIN=1, BAKIR=1]: 840 ==> [GUMUS=1]: 722	0.86	1.67	0.11	3.43
38	[HAM_PETROL=1, PLATIN=1]: 821 ==> [BCOM=1]: 698	0.85	1.61	0.10	3.12
39	[GUMUS=1, PLATIN=1]: 1007 ==> [ALTIN=1]: 854	0.85	1.61	0.12	3.10
40	[BCOM=1, ALTIN=1]: 909 ==> [GUMUS=1]: 767	0.84	1.64	0.11	3.09
41	[BCOM=1, GUMUS=1]: 930 ==> [ALTIN=1]: 767	0.82	1.57	0.10	2.69
42	[GUMUS=1, BAKIR=1]: 886 ==> [ALTIN=1]: 722	0.81	1.55	0.09	2.55
43	[GUMUS=1]: 1390 ==> [ALTIN=1]: 1124	0.81	1.54	0.15	2.47
44	[MSCI=1, HAM_PETROL=1]: 878 ==> [BCOM=1]: 709	0.81	1.53	0.09	2.43

Not: 1 yönlü ok emtiaın günlük getirisinin pozitif, 0 yönlü ok emtia fiyatının getirisinin negatif olduğunu göstermektedir. ==> ise birlikte harekete eşlik eden emtiayı göstermektedir. (Conf: güven düzeyini, lift: birlikte hareket etme katsayısı ve Conv: ilişki düzeyini göstermektedir.)

Tablo 2’de sunulan FP-Growth algoritması çıktıları, üç değişkenli birliktelik kurallarının emtia piyasalarında güçlü ve sistematik ilişkiler ortaya koyduğunu göstermektedir. Elde edilen ilk 17 kural, özellikle enerji, değerli metaller ve tarımsal emtialar arasındaki eş-hareketlerin belirginliğine işaret etmektedir.

Tablo, finansal göstergeler ve emtia piyasaları arasındaki birliktelik hareketleri ortaya koyan birliktelik kurallarını güven (Conf), lift, leverage (Lev) ve conviction (Conv) ölçütleri çerçevesinde sunmaktadır. Tablodaki birliktelik kurallarının ilk sıralarında yer alan kuralların güven düzeylerinin %90 ve üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum, özellikle küresel hisse senedi endeksleri ile emtia piyasaları arasında güçlü ve istikrarlı bir eş zamanlı hareketin varlığına işaret etmektedir. Güven düzeylerinin yüksekliği, öncül koşulun gerçekleştiği dönemlerin büyük bir kısmında sonuç değişkeninin de gerçekleştiğini göstermektedir.

Birinci birliktelik kuralı incelendiğinde, S&P500 ve bakır fiyatlarının birliktelikte pozitif hareket ettiği 876 gözlemin 828’inde MSCI endeksinin de aynı yönde hareket ettiği görülmektedir. %0,95 gibi oldukça yüksek bir güven değerine sahip olan bu kural, ABD hisse senedi piyasası ile sanayi metallerinin küresel piyasa endeksleri üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Lift değerinin 1,74 olması, bu ilişkinin rastlantısal olmadığını, aksine güçlü bir birliktelik hareket yapısı içerdiğini göstermektedir. Bu durum, özellikle küresel ekonomik genişleme dönemlerinde sanayi metalleri ile hisse senedi piyasalarının aynı makroekonomik beklentilere tepki verdiği düşündürmektedir.

İkinci ve üçüncü birliktelik kurallarında bakır yerine gümüş ve platin gibi diğer metallerin yer alması, S&P500 ile MSCI arasındaki güçlü ilişkinin yalnızca tek bir emtia ile sınırlı olmadığını göstermektedir. Gümüş ve platin, hem sanayi hem de yatırım aracı olarak kullanılan emtialar olduğundan, bu metallerin S&P500 ile birliktelikte hareket etmesi küresel risk iştahının bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Bu kurallarda lift ve conviction değerlerinin yüksek olması, ilişkinin süreklilik arz ettiğini ve içsel olarak tutarlı olduğunu göstermektedir.

Dördüncü sıradan itibaren alüminyum, çinko, nikel ve altın gibi farklı emtiaların S&P500 ile birliktelikte MSCI endeksine eşlik ettiği görülmektedir. Bu durum, küresel hisse senedi piyasaları ile emtia piyasaları arasındaki ilişkinin geniş bir emtia sepetine yayıldığını ortaya koymaktadır. Özellikle altın gibi genellikle “güvenli liman” olarak kabul edilen bir varlığın dahi S&P500 ve MSCI ile yüksek güven düzeyinde birliktelikte hareket etmesi, incelenen dönemde piyasalarda baskın olan ortak makroekonomik faktörlerin etkisini düşündürmektedir.

Tabloda dikkat çeken bir diğer husus, S&P500 ve MSCI arasındaki ilişkinin çift yönlü olarak ortaya çıkmasıdır. Bazı kurallarda S&P500 öncül değişken iken MSCI sonuç değişkeni olurken, bazı kurallarda bunun tam tersi söz konusudur. Bu durum, nedensellikten ziyade eş zamanlı tepki ve karşılıklı etkileşimin ön planda olduğunu göstermektedir. Nitekim leverage değerlerinin pozitif ve görece yüksek olması, bu birlikteliklerin bağımsızlıktan sapma içerdiğini ve anlamlı bir ortak hareket yapısına sahip olduğunu teyit etmektedir.

En yüksek frekansa sahip birliktelik kuralı 39. Kuraldır. Bu kurala göre araştırmaya dahil edilen 2706 gün içinde 1007 günde gümüş ve platin birliktelikte yükselirken, altın bu kıymetli metallere 854 gün boyunca eşlik etmiştir. Yine 43. kuralda gümüşün 1390 gün boyunca yükselişine, altın 1124 gün birliktelikte hareketle eşlik etmiştir. Bu kurallar ile kıymetli metaller arasındaki güçlü ilişki ortaya konmuştur. Gıda grubu ele alındığında kahve, soya fasulyesi ve kakaonun MSCI endeksi ve S&P 500 endeksi ile birliktelikte hareketleri; 10. 11. 12. 20. 24. ve 29. kurallarla ortaya çıkmıştır.

Sonuç ve Tartışma

Emtia piyasalarının son yıllarda finansallaşma sürecinin hız kazanmasıyla birlikte, bu piyasalara yönelik yatırımlar önemli ölçüde artmış ve emtialar portföy çeşitlendirmesi ile enflasyona karşı korunma amacıyla alternatif bir varlık sınıfı olarak öne çıkmıştır. Küresel finansal entegrasyonun artması ise farklı varlık grupları arasındaki fiyat ilişkilerinin daha belirgin ve eş zamanlı hâle gelmesine neden olmuştur. Bu durum, yatırımcıların yalnızca tek bir piyasa dinamiğini değil, piyasalar arası etkileşim mekanizmalarını da dikkate almasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada, 10.09.2015-01.02.2025 dönemine ait günlük veriler kullanılarak 23 farklı emtia ve finansal gösterge arasındaki birliktelik hareket örüntüleri veri madenciliği yaklaşımı çerçevesinde incelenmiştir. FP-Growth algoritması uygulanarak güçlü birliktelik kuralları ortaya çıkarılmış ve elde edilen kurallar destek, güven, lift, leverage ve conviction ölçütleri yardımıyla değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda toplam 44 güçlü birliktelik kuralı elde edilmiş olup, kuralların önemli bir kısmının yüksek güven düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, belirlenen ilişkilerin istikrarlı ve sistematik bir yapıya işaret ettiğini göstermektedir.

Elde edilen bulguların en dikkat çekici yönü, özellikle MSCI ve S&P500 endekslerinin birçok emtia ile güçlü eş yönlü hareket sergilemesidir. S&P500 ve MSCI endekslerinin birliktelikte artış gösterdiği günlerde, ham petrol, bakır, alüminyum, çinko, nikel gibi sanayi metallerinin ve bazı değerli metallerin de yüksek olasılıkla aynı yönde hareket ettiği tespit edilmiştir. Lift değerlerinin 1’in anlamlı biçimde üzerinde gerçekleşmesi, bu ilişkilerin rastlantısal olmadığını ve değişkenler arasında bağımsızlıktan sapma bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, küresel risk iştahındaki değişimlerin hem hisse senedi piyasalarına hem de emtia piyasalarına eş zamanlı olarak yansıdığını düşündürmektedir.

Ham petrol ile BCOM endeksi arasında tespit edilen güçlü birliktelik ise enerji fiyatlarının genel emtia piyasası üzerindeki belirleyici rolünü teyit etmektedir. Petrol fiyatlarının üretim maliyetleri, lojistik süreçler ve küresel ekonomik faaliyet üzerindeki etkisi dikkate alındığında, bu sonucun ekonomik temellerle uyumlu olduğu söylenebilir. Enerji piyasalarında yaşanan şokların geniş emtia sepetine yayılma potansiyeli taşıdığı ve sistemik etkiler oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Kıymetli metaller arasındaki birliktelik kuralları da dikkat çekici sonuçlar sunmaktadır. Altın, gümüş ve platin arasındaki yüksek güven ve lift değerleri, bu metallerin benzer yatırım motivasyonları ve güvenli liman algısı çerçevesinde birlikte hareket edebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, incelenen dönemde altının da küresel hisse senedi endeksleri ile belirli ölçüde eş yönlü hareket göstermesi, geleneksel “negatif korelasyon” beklentisinin her zaman geçerli olmayabileceğine işaret etmektedir. Bu durum, özellikle finansallaşmanın arttığı dönemlerde varlık sınıfları arasındaki sınırların daha geçirgen hâle geldiğini göstermektedir.

Portföy yönetimi açısından değerlendirildiğinde, bulgular emtia ve hisse senedi piyasaları arasındaki entegrasyonun yüksek olduğu dönemlerde çeşitlendirme faydasının sınırlanabileceğini ortaya koymaktadır. Birlikte hareket oranlarının artması, piyasa şoklarının farklı varlık gruplarına eş zamanlı olarak yansımaya neden olabilmekte ve portföy riskini artırabilmektedir. Bu nedenle yatırımcıların, yalnızca varlık türlerine dayalı geleneksel çeşitlendirme stratejileri yerine, piyasa entegrasyon düzeyini ve birlikte hareket yapısını dikkate alan daha dinamik risk yönetimi yaklaşımlarını benimsemeleri önem taşımaktadır.

Çalışmanın metodolojik açıdan sunduğu katkı, birliktelik kuralı madenciliğinin finansal piyasalardaki çok değişkenli eş-hareket yapısını ortaya koymada etkin bir araç olduğunu göstermesidir. Geleneksel korelasyon ve nedensellik analizlerinden farklı olarak, FP-Growth algoritması aynı anda birden fazla değişkenin birlikte gerçekleşme örüntülerini tespit edebilmekte ve karmaşık piyasa ilişkilerini kural temelli bir yapı içerisinde sunabilmektedir. Bu yönüyle çalışma, veri madenciliği yöntemlerinin finansal ekonomi literatüründe kullanım alanının genişletilmesine katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Fiyat değişimlerinin yalnızca artış ve azalış yönüne göre ikili biçimde kodlanması, fiyat hareketlerinin büyüklüğüne ilişkin bilgiyi dışarıda bırakmaktadır. Ayrıca birliktelik kuralı analizi nedensellik ilişkisini ortaya koymamakta, yalnızca eş zamanlı gerçekleşme örüntülerini göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, değişim büyüklüklerinin kategorize edilmesi, kriz ve normal dönem karşılaştırmalarının yapılması ve zamanla değişen birlikte hareket yapısının analiz edilmesi daha kapsamlı sonuçlar sağlayabilir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular küresel finansal entegrasyonun emtia fiyat dinamikleri üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymakta; özellikle küresel hisse senedi endeksleri ile enerji ve metal emtiaları arasında güçlü bir eş zamanlı hareket yapısı bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, hem yatırımcılar hem de politika yapıcılar açısından piyasa risklerinin değerlendirilmesinde çoklu piyasa perspektifinin önemini vurgulamaktadır. Veri madenciliği temelli birliktelik analizi yaklaşımı ise, finansal piyasalardaki karmaşık ilişki ağlarının anlaşılmasında alternatif ve güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Ek Bilgiler/Yazar Beyanları

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Çalışma, etik kurul onayı gerektirmemektedir.
Çıkar Çatışması	Yazar(lar) açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Teşekkür veya Destek Beyanı	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Yazar Katkıları	Çalışmaya birinci yazar % 50 oranında, ikinci yazar % 50 oranında katkı sağlamıştır.

Kaynakça

- Algan, N., İşcan, E., & Serin, D. (2021). Petrol fiyatının gıda fiyatları üzerine asimetric etkisi, Türkiye örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30(1), 11-21. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.748530>
- Batten, J. A., Ciner, C., & Lucey, B. M. (2010). The macroeconomic determinants of volatility in precious metals markets. *Resources Policy*, 35(2), 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.12.002>
- Ciner, C. (2001). On the long run relationship between gold and silver prices A note. *Global Finance Journal*, 12(2), 299-303. [https://doi.org/10.1016/S1044-0283\(01\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S1044-0283(01)00034-5)
- Doğan, K., & Arslantekin, S. (2023). Veri madenciliğinin önemi ve kütüphanelerde kullanımı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 63(1), 503-541. <https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2023.63.1.21>
- Dumlupınar, M., & Kocabıyık, T. (2023). Yatırım aracı olarak kıymetli metaller: Kıymetli metallerin fiyatını etkileyen unsurlar ve kıymetli metallerde nedensellik ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(2), 241-266.
- David, R., Chaudhry, M., & Koch, T. W. (2000). Do macroeconomics news releases affect gold and silver prices? *Journal of Economics and Business*, 52(5), 405-421. [https://doi.org/10.1016/S0148-6195\(00\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0148-6195(00)00029-1)
- Eren, B. S. (2024). Emtia piyasalarının birlikte hareketlerinin veri madenciliği ile incelenmesi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 183-212. <https://doi.org/10.30784/epfad.1413706>
- Frankel, J. A. (2014). Effects of speculation and interest rates in a “Carry Trade” model of commodity prices. *Journal of International Money and Finance*, 42, 88-112. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.08.006>

- Fred.stlouisfed.org (2025). Tüm emtiaların küresel fiyat endeksi geçmiş verileri. <https://Fred.Stlouisfed.Org/Series/Pallfnindexm>, 30 Ekim, 2025 tarihinde alınmıştır.
- Fred.stlouisfed.org (2025). Küresel enerji fiyat endeksi geçmiş verileri. <https://Fred.Stlouisfed.Org/Series/Pallfnindexm>, 10 Ekim 2025 tarihinde alınmıştır.
- Fred.stlouisfed.org (2025). Küresel gıda fiyat endeksi ve enflasyon geçmiş verileri <https://Fred.Stlouisfed.Org/Series/Pallfnindexm>, 10 Ekim 2025 tarihinde alınmıştır.
- Gökhasan, Z. (2023). *Uluslararası tarımsal emtia fiyatlarının pay senedi piyasası üzerindeki etkisinin ekonometrik analizi: Türkiye üzerine bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Afyon Üniversitesi.
- Gürsoy, U., Akçay Kasapoğlu, Ö., & Atalay, K. (2019). R rogramlama ile birliktelik kuralları analizi: tüketicilerin internet üzerinden yaptıkları alışveriş verisinin apriori ve eclat algoritmalarıyla incelenmesi. *Alphanumeric Journal*, 7(2), 357-368. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.585663>
- Halkos, G. E., & Tsirivis, A. S. (2019). Effective energy commodity risk management: econometric modeling of price volatility. *Economic Analysis and Policy*, 63, 234-250. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2019.06.001>
- Hamilton, J. D. (2009). Causes And Consequences Of The Oil Shock Of 2007-08. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15002/w15002.pdf
- Headey, D., & Fan, S. (2008). Anatomy of a crisis: The causes and consequences of surging food prices. *Agricultural Economics*, 39(s1), 375-391. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00345.x>
- Ho, G. T. S., Ip, W. H., Wu, C. H., & Tse, Y. K. (2012). Using a fuzzy association rule mining approach to identify the financial data association. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 9054-9063. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.047>
- İnce, A. R., & Alan, M. A. (2022). A study on the use of data mining in the planning of investment field. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1). <https://doi.org/10.30784/epfad.1003459>
- Investing.com (2025). Küresel enerji fiyat endeksi geçmiş verileri. <https://www.investing.com/commodities/enrgy%20pricess>, 30 Kasım, 2025 tarihinde alınmıştır.
- Investing.com (2025). Emtia fiyatları geçmiş verileri. <https://www.investing.com/commodities>, 20 Aralık 2025 tarihinde alınmıştır.
- Investing.com (2025). Altın ve gümüş fiyatları geçmiş verileri. <https://www.investing.com/commodities/gold>, 30 Kasım 2025 tarihinde alınmıştır.
- İşcan, E. (2022). Metal Fiyatlarının Borsa İstanbul Sınai Endeksi Üzerine Etkisi: Fourier Eşbütünleşme Testinden Bulgular. 2.
- Kamışlı, S., Temizel, F., & Kamışlı, M. (2017). Emtia fiyatları birbirlerini etkiler mi asimetrik frekans nedensellik analizi. *International Journal of Management Economics and Business*, 13(ICMEB17), 0-0. <https://doi.org/10.17130/ijmeb.2017ICMEB1735922>
- Karaatlı, M., Kocabiyik, T., Yalçın Çal, D., & Çolak, M. (2021). Bist-30 endeksinde yer alan payların ortak hareketlerinin veri madenciliği kapsamında birliktelik kuralı ile incelenmesi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(25), 548-571. <https://doi.org/10.14784/marufacd.976609>
- Kim, Y., Ghosh, A., Topal, E., & Chang, P. (2022). Relationship of iron ore price with other major commodity prices. *Mineral Economics*, 35(2), 295-307. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00301-x>
- Kirikaleli, D., & Güngör, H. (2021). Co-movement of commodity price indexes and energy price index: A wavelet coherence approach. *Financial Innovation*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00230-8>
- Kocabiyik, T., Dağ, O., & Karaatlı, M. (2021). Borsa İstanbul endekslerinin birlikte hareketi: FP growth algoritması ile bir uygulama. *International Journal of Business Economics and Management Perspectives*, 2(2), 659-672. <https://doi.org/10.29228/ijbemp.52518>
- Komşuoğlu Yılmaz, N. (2021). Altın, dolar, Euro (avro) kurları ve konut satışları ilişkisi: Granger Nedensellik Analizi ile Bir Uygulama. *Florya Chronicles of Political Economy*, 7(2), 169-193. https://doi.org/10.17932/IAU.FCPE.2015.010/fcpe_v07i2005
- Kamley, S., Jaloree, S., & S. Thakur, R. (2014). An association rule mining model for finding the interesting patterns in stock market dataset. *International Journal of Computer Applications*, 93(9), 11-20. <https://doi.org/10.5120/16242-5792>
- Köktürk, F., Ankaralı, H., & Sümbüloğlu, V. (2009). Veri Madenciliği Yöntemlerine Genel Bakış. *Türkiye Klinikleri J Biostat*, 20-21.
- Lucotte, Y. (2016). Co-movements between crude oil and food prices: A post-commodity boom perspective. *Economics Letters*, 147, 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.08.032>

- Masum, Z. H. (2019). Mining stock category association on Tehran stock market. *Springer ,Soft Computing, 23(4), 1165-1177*. <https://doi.org/10.1007/s00500-017-2835-9>
- Matesanz, D., Torgler, B., Dabat, G., & Ortega, G. J. (2014). Co-movements in commodity prices: A note based on network analysis. *Agricultural Economics, 45(S1), 13-21*. <https://doi.org/10.1111/agec.12126>
- Nasyuha, A., Jama, J., Abdullah, R., Syahra, Y., Azhar, Z., Hutagalung, J., & Hasugian, B. (2020). Frequent pattern growth algorithm for maximizing display items. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 19, 390*. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v19i2.16192>
- Ncube, M., Tessema, D. B., & Gurara, D. Z. (2014). Volatility and Co-movement in commodity prices: *New Evidence. African Development Bank Group, 28*.
- Ouyang, R., & Zhang, X. (2020). Financialization of agricultural commodities: *Evidence from China. Economic Modelling, 85, 381-389*. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.11.009>
- Örçen, H. (2021). Petrol ve doğalgaz fiyatlarının enerji sektöründeki şirketlerin pay senedi verimi üzerindeki etkisi: Türkiye'deki şirketler üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1-96*.
- Policyuncertainty.com (2025). Policyuncertainty geçmiş verileri. <https://www.policyuncertainty.com/>, 11 Ekim, 2025 tarihinde alınmıştır.
- Sarı, R., Hammoudeh, S., & Soytaş, U. (2016). Dynamics of oil price, precious metal prices, and exchange rate. *Energy Economics, 32(2), 351-362*. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.08.010>
- Teker, T., & Konuşkan, A. (2022). Fan token fiyatlarında birliktelik etkisi. *Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi, 6(2), 359-376*. <http://dx.doi.org/10.29228/ijbemp.65914>
- Teker, T., & Kocabıyık, T. (2022). *Dünya tarihinde yaşanan salgın hastalıkların sermaye piyasalarına etkisi: COVID-19 incelemesi (1.Baskı) Ankara: Gazi Kitabevi*.
- Yalçınır Çal, D. (2026). Piyasada en çok tercih edilen kripto paraların birliktelik kuralları analizi ile incelenmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 27(1), 356-379*. <https://doi.org/10.31671/doujournal.1683267>
- worldbank.org (2025). Emtia fiyat hareketleri geçmiş verileri. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>, 26 Kasım 2025 tarihinde alınmıştır.