

Kümeleme ve Birliktelik Kuralları Analizi İle Borsa İstanbul 100 Endeksinde Yer Alan Hisse Senetlerinin İncelenmesi*

Examination of Stocks in the Istanbul Stock Exchange 100 Index With Clustering and Association Rules Analysis

Damla Yalçın Çal¹ , Meltem Karaatlı² 

¹(Dr.), Bağımsız Araştırmacı, Isparta, Türkiye,

²(Prof. Dr.), Süleyman Demirel University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Isparta, Türkiye

*Bu çalışma Prof. Dr. Meltem Karaatlı danışmanlığında hazırlanan “Kümeleme ve Birliktelik Kuralları Analizi İle Borsa İstanbul 100 Endeksinde Yer Alan Hisse Senetlerinin İncelenmesi” başlıklı doktora tezinden yararlanılarak türetilmiştir (Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Bilim Dalı).

ÖZ

Bu çalışmada BIST 100 endeksi içinde yer alan şirketlere ait hisse senetlerinin birlikte hareketleri Kümeleme Analizi ve Birliktelik Kuralları Analizi ile incelenmiştir. Kümeleme Analizi için getiri, işlem hacmi (volume), fiyat oynaklığı, piyasa değeri, beta, piyasa değeri/defter değeri, özkaynaklar/ödenmiş sermaye, piyasa değeri/net satışlar (hasılat); birliktelik kuralları analizinde kapanış fiyatı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmada 06.12.2012-30.12.2022 dönemi incelemeye alınmıştır. Bu dönem için Kümeleme Analizi yapılmış daha sonra tüm hisse senetlerinin ve Kümeleme Analizi ile oluşan grupların kendi içerisinde birlikteliklerine bakılmıştır. Kümeleme Analizi için CLARA Algoritması kullanılmış, Birliktelik Kuralları Analizi için de FP-Growth Algoritmasından yararlanılmıştır. Kümeleme Analizi için R programlama dili, Birliktelik Kuralları Analizi içinde WEKA programı tercih edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Kümeleme Analizi ile hisse senetlerinin birbirleriyle olan bağlantıları, ardından Birliktelik Kuralları Analizi ile hisse senetlerinin hangilerinin birlikte hareket ettiği görülmüştür. Bu durum hem bireysel hem de kurumsal portföy yöneticilerine, portföy çeşitlendirme sürecinde hangi hisse senetlerine yönelebilecekleri konusunda yardımcı olacaktır. Ayrıca çok dinamik bir yapıya sahip olan hisse senedi piyasalarında yukarı veya aşağı yönlü fiyat değişimlerinde birbirine eşlik eden hisse senetlerinin belirlenmesi, yatırımcılara potansiyel kârlardan pay alma imkânı sağlayacaktır. Birlikte hareketi tespit edilen hisse senetlerinden bir tanesinin fiyatında görülen yukarı veya aşağı yönlü harekete diğer hisselerin de eşlik edebileceği olasılığı potansiyel kârı oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen temel bulgulara göre bankacılık alanında faaliyet gösteren şirketler arasında çok yoğun bir birliktelik tespit edilmiştir. Ayrıca sektörel anlamda aynı sektör içerisinde faaliyet gösteren ilaç, beyaz eşya, demir çelik, perakende, enerji, petrokimya ve üretim şirketleri arasında birliktelik görülmektedir. Aile grup şirketleri ve gayrimenkul yatırım ortaklığı içerisinde yer alan şirketler arasında da birliktelik olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, the co-movements of the stocks of the companies in the BIST 100 index are analysed by Cluster Analysis and Association Rules Analysis. For the clustering analysis, yield, trading volume, price volatility, market value, beta, market value/book value, equity/paid capital, and market value/net sales (revenue) variables are used; for the association rules analysis, the closing price is taken as a variable. The period 06.12.2012 to - 30.12.2022 was analysed in the study. Cluster Analysis was conducted for this period, and the associations of all stocks and stocks for each cluster were also analysed. The CLARA algorithm was used for the cluster analysis, and the FP-Growth Algorithm was used for the association rules analysis. The R programming language was preferred for the cluster analysis, and the WEKA programme was preferred for the association rules analysis. Because of the study, Cluster Analysis was used to determine the interconnectedness of stocks and Association Rules Analysis was used to determine which stocks move together. This will help both individual and institutional portfolio managers in determining which stocks to focus on in the portfolio diversification process. In addition, identifying stocks that move in tandem with each other during upward or downward price changes in stock markets, which have a very dynamic structure, will provide investors with the opportunity to share in potential profits. The possibility that the upward or downward movement in the price of a stock whose co-movement is detected may be accompanied by other stocks constitutes potential profits. According to the main findings of the research, there

Corresponding Author: Damla Yalçın Çal E-mail: damlayalciner@gmail.com

Submitted: 21.05.2024 • Revision Requested: 05.09.2024 • Last Revision Received: 13.09.2024 • Accepted: 05.10.2024



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

is a very intense co-movement among the companies operating in the banking sector. In addition, there is a commonality among pharmaceutical, white goods, iron and steel, retail, energy, petrochemical and manufacturing companies operating in the same sector. There is also an association between family group companies and companies operating in real estate investment trusts.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, CLARA Kümeleme Algoritması, FP-Growth Birliklilik Kuralları Analizi, Portföy Yönetimi, Hisse Seçimi

Keywords: Data Mining, CLARA Clustering Analysis, FP-Growth Association Rules Analysis, Portfolio Management, Stock Selection

EXTENDED SUMMARY

In this study, the joint movements of the stocks of the companies included in the BIST 100 index were examined. Clustering Analysis and Association Rules Analysis were chosen as the method in the study. For the cluster analysis, return, volume, price volatility, market value, beta, market value/book value, equity/paid capital, market value/net sales (revenue) variables; In the association rules analysis, the closing price is taken as a variable and covers the period 06.12.2012 to -30.12.2022. The co-movements of stocks in the specified period were examined. In addition, a cluster analysis was conducted for this period and the associations of stocks for each cluster were examined. Here, information is shared about investors making profits by investing in stocks that have been identified to move together. The CLARA Algorithm was applied for the Clustering Analysis and the FP-Growth Algorithm was applied for the Association Rules Analysis.

First, the clusterability of the dataset was tested by using Hopkins Statistics in the R Programme. After determining that the dataset was musterable, the number of clusters was determined using the Gap Statistics. The number of clusters was determined as 9, and the CLARA Clustering Algorithm was applied. As a result of the CLARA Clustering Algorithm: In the 1st Cluster, AEFES, AKSEN, ALBRK, BAGFS, COLA, DOHOL, GLYHO, GSDHO, IPEKE, ISGYO, KOZAA, NTHOL, SKBNK, SNGYO, TAVHL, TKFEN, TRGYO, TSKB, TTRAK, TURSG, and ULKER stocks are listed together. In this cluster, there are stocks of companies of different sizes and from different sectors... In Cluster 2, AGHOL, ALGYO, BRYAT, EGEEN, and KARTN stocks are listed together. Stocks like BRYAT, EGEEN, KARTN and AGHOL that in general have a high potential for free capital increase are in this group. In Cluster 3, AKBNK, GARAN, HALKB, ISCTR, VAKBN, and YKBNK stocks are listed together. It can be said that this cluster differs from other clusters because there are only banks in it. In Cluster 4, AKFGY, AKSA, ALARK, ALKIM, BUCIM, CEMTS, CIMS, DEVA, DOAS, ECILC, ERBOS, GUBRF, ISFIN, KARSN, KORDS, OTKAR, SELEC, TMSN, and YATAS stocks are listed together. It has been determined that this cluster includes organisations related to the pharmaceutical (DEVA, ECILC, SELEC), cement (BUCIM, CIMS) and automotive (DOAS, KARSN, OTKAR, TMSN) sectors. In Cluster 5, stocks of ARCLK, BIMAS, ENKAI, FROTO, KCHOL, SAHOL, TCELL, TOASO, and TTKOM are listed together. The BIST 30 index includes important and large companies. There are also large holdings (KCHOL, SAHOL) in this cluster. In Cluster 6, ASELS, EKGYO, EREGL, KOZAL, KRDM, PETKM, SISE, THYAO, and TUPRS stocks are listed together. Generally, the largest production enterprises of the BIST 30 index (except THYAO) are seen in this cluster. In Cluster 7, BERA, HEKTS, ISMEN, JANTS, LOGO, PRKAB, SASA, TUKAS, VESBE, and VESTL stocks are listed together. The SASA, HEKTS, and VESTL groups lead in this cluster. In Cluster 8, the GOZDE stock stands out alone. In Cluster 9, the MGROS, NUGYO, and OYAKC stocks are listed together. Here, three dissimilar companies have come together: a retail company, an investment trust and a cement company. However, the stocks of these companies are in similar clusters according to the determined variables.

Then, by the WEKA programme, the joint movement of all stocks was first determined by FP-Growth Association Rules Analysis. A confidence level of 0.90 was considered for all stocks, and as a result of the analysis, no association rule other than of the bank was found in the first 54 of 74 rules.

The associations within each cluster identified by CLARA Clustering Analysis were further determined using FP-Growth Association Rules Analysis. According to this;

- In Cluster 1, 1270 rules were found at the 0.90 confidence level.
- In Cluster 2, 5 rules were found at the 0.80 confidence level.
- In Cluster 3, 68 rules were found at the 0.90 confidence level.
- In Cluster 4, 126 association rules were found at a confidence level of 0.90.
- In Cluster 5, 14 rules were found at the 0.90 confidence level.
- In cluster 6, 20 association rules were found at a confidence level of 0.90.
- In Cluster 7, 24 association rules were found at a confidence level of 0.90.
- In Cluster 8, no rule has been formed.
- In cluster 9, 2 association rules were found at a confidence level of 70.

Because of the study; With Cluster Analysis, the connections between stocks were seen, and then with Association Rules Analysis, it was seen which stocks moved together. This will help both individual and corporate portfolio managers in determining which stocks they can focus on in the portfolio diversification process. According to the basic findings of the research, a very

intense unity was detected among the companies operating in the banking field. In addition, sectoral unity was observed between pharmaceutical, household appliances, iron and steel, retail, energy, petrochemical and production companies operating in the same sector. It has also been determined that there is unity between family group companies and companies within the real estate investment trust.

Giriş

Veri, belirli bir amaç için seçilen ve ölçülebilen bilgilere denir. Araştırmacılar/Uzmanlar herhangi bir anlam ifade etmeyen veri yığınları üzerinde, çalışılıp işlenecek olan kayıtlı verileri belirleyerek anlamlı bir bilgi elde etmektedirler (Oğuzlar, 2004: 4). Günümüzde ise gelişen dijital çağ ile birlikte ortaya çıkan büyük boyutlu verilere erişim ve depolama çok daha ulaşılabilir hale gelmiştir. Sektör içinde veya dışında yer alan şahıs ve kurumlar için büyük önem arz eden bu yığın verilerden faydalı veriyi alarak analizini gerçekleştirmek oldukça zor olmaktadır. Veri madenciliğinde sayesinde yığın halinde depolanan veriler üzerinde gizlenen değerli bilgiler açığa çıkarılır, ihtiyaç duyulan analiz yapılarak elde edilen sonuçlar yorumlanır (Kantardzic, 2003: 1).

Veri madenciliği tahminleyici ve tanımlayıcı modeller olmak üzere iki farklı şekilde incelenmektedir. Tahminleyici modeller arasında sınıflandırma ve regresyon modeli yer alırken, tanımlayıcı modeller arasında kümeleme ve birliktelik kuralı analizi yer almaktadır (Galimberti ve Soffritti, 2007: 521-522; Peña-Ayala, 2014: 1435).

Çalışmada uygulama alanı olarak seçilen Borsa İstanbul (BIST) Türkiye için finans sektörünün önemli bir göstergesidir. Bu araştırmanın BIST'te işlem gören şirketlere ait hisselerin birbirleriyle olan bağlantıları tespit edilerek; araştırmacılar, portföy yöneticileri ve yatırımcılar açısından yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Hisse senedi hareketlerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin nasıl yorumlanabileceği, portföy oluştururken nelere dikkat edilmesi gerektiği bu çalışmada irdelenmiştir. Literatürde Kümeleme Analizi ve Birliktelik Kuralı Analizinin hibrit bir şekilde kullanıldığı pek fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda çalışmanın literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Literatür İncelemesi

Literatürde yer alan hisse senedi seçiminde kullanılan ve araştırma kapsamında yer alan değişkenler, kümeleme, birliktelik kuralları ve her iki yöntemde bir arada yer aldığı çalışmaların bazıları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Literatür İncelemesi

Hisse Senedi Seçiminde Kullanılan ve Araştırma Kapsamında Yer Alan Değişkenler İle İlgili Yapılan Çalışmalar			
Yazar	Yöntem	Uygulama Alanı	
Özgümiş vd. (2013)	Regresyon Analizi, GARCH-EGARCH Modeli ve ARMA Modeli	Vadeli işlem sözleşmelerinde tahminleme yapılması	
Çelik (2016)	VAR Modeli ve Granger Nedensellik Testi	BIST'te işlem gören ve iflas etmiş olan firmaların fiyat hacim ilişkisinin incelenmesi	
Zor vd. (2016)	VAR Modeli	BIST 100 endeks incelemesi	
Desfiandi vd. (2017)	Regresyon Analizi	Hisse senedi performans faktörünü belirlemesi	
Gürtay (2017)	Çoklu Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi	BIST 100 endeksi içerisinde işlem gören hisse senedi fiyatları ve işlem hacmi arasındaki ilişkinin incelenmesi	
Şenol vd. (2018)	Dinamik Panel Veri Analizi	Hisse senedi fiyatlarını etkileyen faktörlerin incelenmesi	
Çelik (2020)	Panel Veri Analizi	BIST'de yer alan 33 gayrimenkul yatırım ortak firmalarının finansal oranlarının tahmini	
Karataş Elçiçek (2020)	Adımsal Regresyon Analizi, Granger Nedensellik Testi ve ARDL Analiz Yöntemi	Vadeli işlem ve opsiyon piyasasının incelenmesi	
İşıldak (2020)	Panel Veri Analizi	BIST'e kayıtlı doküma, giyim ve deri sektöründe finansal oranların etkisi	
Bahar (2022)	Birim Kök Testi ve Regresyon Analizi	BIST 100 endeksi içerisinde finans sektörü dışında faaliyet gösteren hisse senetlerinin tahmini	
Kümeleme Yöntemi İle İlgili Yapılan Çalışmalar			
Yazar	Program	Algoritma	Uygulama Alanı
Koldere Akın (2008)	S-Plus 2000 ve WEKA	CLARA ve Yoğunluk Tabanlı Kümeleme Yöntemleri	TÜİK 2004 yılı Hane Halkı Bütçe çalışması
Verma ve Baliyan (2017)	Rstudio	PAM, K-Means, K-Median, CLARA	Konum tabanlı ve zaman tabanlı hizmet
Khalfallah ve Slama (2018)	WEKA	Canopy, Cobweb, Beklenti Maksimizasyonu, FarthestFirst, Filtered Clusterer, DBSCAN	E-Öğrenmede zamansal hız
Sayılan (2019)	R	AGNES, DIANA, K-Means, K-Medoids, Bulanık C-Ortalama, CLARA, DBSCAN, CURE, PAM, DENCLUE, STING, CLIQUE	Kümeleme algoritmalarının karşılaştırılması
Changalasetty vd. (2021)	WEKA	Beklenti Maksimizasyonu	Eğitim seviyeleri ve suç sayısı ile çocuk suçu
Kocabiyik vd. (2021)	WEKA	Canopy	BIST30'un COVID-19 öncesi ve sonrası hareketleri

Tablo 1. Devamı

Birliklilik Kuralları Analizi İle İlgili Yapılan Çalışmalar			
Yazar	Program	Algoritma	Uygulama Alanı
Xu ve Zhang (2009)	WEKA	Apriori	Finansal Gelir
Liao vd. (2011)	SPSS Clementine	Apriori	Döviz Kuru, Kategori Hisse Hareket Senedi,
Na ve Sohn (2011)	SAS Enterprise Miner	Apriori	Borsa Endeksi, Küresel Pazar
Erpolat (2012)	WEKA ve Excel	Apriori ve FP-Growth	Otomobil yetkili servis
Gemici (2012)	SPSS	Apriori	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
Karpio vd. (2013)	Link Analysis	Apriori	Varşova Menkul Kıymetler Borsası
Karaatlı vd. (2021)	WEKA	FP-Growth	BIST30 ve makroekonomik değişkenlerle yatırım tercihi
Bayram (2022)	SPSS	Apriori	Bankacılık sektöründe şubelerin konumlandırılması
Teker ve Konuşkan (2022)	WEKA	FP-Growth	Fan token fiyat hareketleri
Kümeleme ve Birliklilik Kuralları Analizinin Birlikte Yapıldığı Çalışmalar			
Yazar	Program	Algoritma	Uygulama Alanı
Liao vd. (2008)	SPSS	K-Means ve Apriori	Borsa Analizi, Hisse Senedi Portföyü
Liao ve Chou (2013)	SPSS Clementine	K-Means ve Apriori	Tayvan ve Hong Kong Borsası üzerine Borsa Yatırım Portföyü
Ünsal (2020)	C#	K-Means ve Apriori	Hisse senetleri arasındaki fiyat etkileşimi

Veri Seti ve Metodoloji

Çalışmada; BIST 100 endeksinde yer alan hisse senetleri dikkate alınmıştır. Veriler Matriks Data Matriks Bilgi Dağıtım Hizmetleri (www.matriksdata.com) ve Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan (www.kap.org.tr) elde edilmiştir. Çalışma 06.12.2012-30.12.2022 on yıllık bir dönemi kapsamaktadır. Çalışmada belirtilen dönemde BIST 100 içerisinde yer alan ilk 83 hisse senedinden oluşmaktadır. Analizde tarih açısından 10 yıllık döneme uymadığı için AYDEM, BASGZ, ENJSA, GENIL, GESAN, GWIND, ISDMR, KONTR, MAVI, ODAS, PGSUS, PSGYO, QUAGR, SMRTG, SOKM, YYLGD ve bilanço yapısı bakımından ve dönem açısından TSPOR uygun olmadığı için analize dâhil edilmemiştir.

Yatırımcıların portföylerinde yer alan yatırım araçlarından biri de hisse senetleridir. Hisse senedi seçimini etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bu çalışmada kullanılan değişkenler şirket bazlı, verilerine ulaşılabilen ve ölçülebilir değişkenlerden seçilmiştir. Bu değişkenlerin ayrıca literatürde (Kaderli, 2001; Gazel, 2017; Şahin ve Karacan, 2019; Erdem vd., 2020; Baydaş ve Eren, 2021; Işık, 2021; Polat ve Kılıç, 2022; Bulduk ve Ecer, 2023) yapılan çalışmalarda ve aracı kurumların yatırımcıları bilgilendirdikleri dokümanlarda (Ata Yatırım, Gedik Yatırım, Halk Yatırım, Info Yatırım, Investing.com, Şeker Yatırım, Tera Yatırım) sıklıkla paylaşılan değişkenler olduğu gözlemlenmiştir. Veri setinde yer alan değişkenler; getiri, işlem hacmi (volume), fiyat oynaklığı (volatilité), piyasa değeri, beta, piyasa değeri/defter değeri, özkaynaklar/ödenmiş sermaye, piyasa değeri/net satışlar (hasılat) olarak belirlenmiştir. Birliklilik Kuralları Analizinde ise kapanış fiyatı değişken olarak kullanılmıştır.

Kümeleme analizi için, R Programı tercih edilmiştir. Analizde küme sayısının belirlenmesinde Gap İstatistiği uygulanmıştır. Uygun kümeleme algoritmasının belirlenmesi için farklı kümeleme algoritmaları üzerinde araştırma yapılmış ve uzman görüşü desteği de alınarak en uygun kümeleme sonucunu CLARA Kümeleme Algoritmasının verdiği görülmüştür. Birliklilik kuralları analizi için WEKA programı tercih edilmiştir. Analiz için programda bulunan tüm algoritmalar uygulanmış ve en iyi kural sayısını göstermesi açısından FP-Growth Algoritması tercih edilmiştir. Kümeleme analizinde ve birliklilik kuralları analizinde kullanılan BIST 100 endeksinde yer alan 83 şirkete ait hisse senetlerinin borsa kodları ve tam isimleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, pek çok veriyi (gözlemler, nesnelere) küme adı verilen gruplar halinde düzenlemek için kullanılan çok değişkenli bir analiz tekniğidir (Alkarkhi ve Alqaraghuli, 2019: 177). Kümeleme analizi, gözlem seti içerisinde bulunan farklı türden değişkenler için istatistiksel uzaklıklarına (benzerliklerine) göre gruplandırmada kullanılır (Ingram ve Margetis, 2010:163).

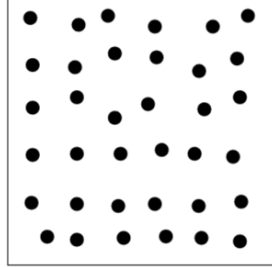
Kümeleme analizi, verilerin benzerliklerine veya farklılıklarına göre kategoriler halinde gruplanıp gruplanamayacağını soran bir dizi yöntemdir (McIntosh vd., 2010: 157). Amacı; bir nesne kümesi için aynı kümede yer alan nesnelere, türleri birbirine çok benzerken (homojen), farklı kümelerdeki nesnelere türleri oldukça değişken (heterojen) olacağından dolayı gruplara veya kümelere ayırmaktır (Jobson, 1994: 518). Veri madenciliğinde kümeleme algoritmaları temel olarak; hiyerarşik kümeleme algoritmaları, yoğunluğa dayalı kümeleme algoritmaları, bölümlenici kümeleme algoritmaları, ızgara tabanlı kümeleme algoritmaları ve olasılık modellerine dayalı kümeleme algoritmaları olmak üzere beş kategoriye ayrılmaktadır (Jobson, 1994: 518).

Tablo 2. Kümeleme Analizi ve Birliktelik Kuralları Analizinde Kullanılan Hisse Senetleri

No	Kısaltma	Alternatifler	No	Kısaltma	Alternatifler
1	AEFES	ANADOLU EFES BİRACILIK VE MALT SANAYİİ AŞ	43	JANTS	JANTSA JANT SANAYİ VE TİCARET AŞ
2	AGHOL	AG ANADOLU GRUBU HOLDİNG AŞ	44	KARSN	KARSAN OTOMOTİV SANAYİİ VE TİCARET AŞ
3	AKBNK	AKBANK TAŞ	45	KARTN	KARTONSAN KARTON SANAYİ VE TİCARET AŞ
4	AKFGY	AKFEN GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ	46	KCHOL	KOÇ HOLDİNG AŞ
5	AKSA	AKSA AKRİLİK KİMYA SANAYİİ AŞ	47	KORDS	KORDSA TEKNİK TEKSTİL AŞ
6	AKSEN	AKSA ENERJİ ÜRETİM AŞ	48	KOZAA	KOZA ANADOLU METAL MADENCİLİK İŞLETMELERİ AŞ
7	ALARK	ALARKO HOLDİNG AŞ	49	KOZAL	KOZA ALTIN İŞLETMELERİ AŞ
8	ALBRK	ALBARAKA TÜRK KATILIM BANKASI AŞ	50	KRDMD	KARDEMİR KARABÜK DEMİR ÇELİK SANAYİ VE TİCARET AŞ
9	ALGYO	ALARKO GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ	51	LOGO	LOGO YAZILIM SANAYİ VE TİCARET AŞ
10	ALKIM	ALKİM ALKALİ KİMYA AŞ	52	MGROS	MİGROS TİCARET AŞ
11	ARCLK	ARÇELİK AŞ	53	NTHOL	NET HOLDİNG AŞ
12	ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET AŞ	54	NUGYO	NURUL GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ
13	BAGFS	BAGFAŞ BANDIRMA GÜBRE FABRİKALARI AŞ	55	OTKAR	OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİ AŞ
14	BERA	BERA HOLDİNG AŞ	56	OYAKC	OYAK ÇİMENTO FABRİKALARI AŞ
15	BIMAS	BİM BİRLEŞİK MAĞAZALAR AŞ	57	PETKM	PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG AŞ
16	BRYAT	BORUSAN YATIRIM VE PAZARLAMA AŞ	58	PRKAB	TÜRK PRYSMIAN KABLO VE SİSTEMLERİ AŞ
17	BUCIM	BURSA ÇİMENTO FABRİKASI AŞ	59	SAHOL	HACI ÖMER SABANCI HOLDİNG AŞ
18	CCOLA	COCA-COLA İÇECEK AŞ	60	SASA	SASA POLYESTER SANAYİ AŞ
19	CEMTS	ÇEMTAŞ ÇELİK MAKİNA SANAYİ VE TİCARET AŞ	61	SELEC	SELÇUK ECZA DEPOSU TİCARET VE SANAYİ AŞ
20	CIMSA	ÇİMSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET AŞ	62	SISE	TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI AŞ
21	DEVA	DEVA HOLDİNG AŞ	63	SKBNK	ŞEKERBANK TAŞ
22	DOAS	DOĞUŞ OTOMOTİV SERVİS VE TİCARET AŞ	64	SNGYO	SİNPAŞ GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ
23	DOHOL	DOĞAN ŞİRKETLER GRUBU HOLDİNG AŞ	65	TAVHL	TAV HAVALİMANLARI HOLDİNG AŞ
24	ECILC	EİS ECZACIBAŞI İLAÇ SİNAİ VE FİNANSAL YATIRIMLAR SANAYİ VE TİCARET AŞ	66	TCELL	TURKCELL İLETİŞİM HİZMETLERİ AŞ
25	EGEEN	EGE ENDÜSTRİ VE TİCARET AŞ	67	THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI AO
26	EKGYO	EMLAK KONUT GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ	68	TKFEN	TEKFEN HOLDİNG AŞ
27	ENKAI	ENKA İNŞAAT VE SANAYİ AŞ	69	TMSN	TÜMOSAN MOTOR VE TRAKTÖR SANAYİ AŞ
28	ERBOS	ERBOSAN ERCİYAS BORU SANAYİİ VE TİCARET AŞ	70	TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI AŞ
29	EREGL	EREĞLİ DEMİR VE ÇELİK FABRİKALARI TAŞ	71	TRGYO	TORUNLAR GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ
30	PROTO	FORD OTOMOTİV SANAYİ AŞ	72	TSKB	TÜRKİYE SİNAİ KALKINMA BANKASI AŞ
31	GARAN	TÜRKİYE GARANTİ BANKASI AŞ	73	TTKOM	TÜRK TELEKOMÜNİKASYON AŞ
32	GLYHO	GLOBAL YATIRIM HOLDİNG AŞ	74	TTRAK	TÜRK TRAKTÖR VE ZİRAAT MAKİNELERİ AŞ
33	GOZDE	GÖZDE GİRİŞİM SERMAYESİ YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ	75	TUKAS	TUKAŞ GIDA SANAYİ VE TİCARET AŞ
34	GSDHO	GSD HOLDİNG AŞ	76	TUPRS	TÜPRAŞ-TÜRKİYE PETROL RAFİNERİLERİ AŞ
35	GUBRF	GÜBRE FABRİKALARI TAŞ	77	TURSG	TÜRKİYE SİGORTA AŞ
36	HALKB	TÜRKİYE HALK BANKASI AŞ	78	ULKER	ÜLKER BİSKÜVİ SANAYİ AŞ
37	HEKTS	HEKTAŞ TİCARET TAŞ	79	VAKBN	TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI TAO
38	IPEKE	İPEK DOĞAL ENERJİ KAYNAKLARI ARAŞTIRMA VE ÜRETİM AŞ	80	VESBE	VESTEL BEYAZ EŞYA SANAYİ VE TİCARET AŞ
39	ISCTR	TÜRKİYE İŞ BANKASI AŞ	81	VESTL	VESTEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET AŞ
40	ISFIN	İŞ FİNANSAL KİRALAMA AŞ	82	YATAS	YATAŞ YATAK VE YORGAN SANAYİ TİCARET AŞ
41	ISGYO	İŞ GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI AŞ	83	YKBNK	YAPI VE KREDİ BANKASI AŞ
42	ISMEN	İŞ YATIRIM MENKUL DEĞERLER AŞ			

Hopkins İstatistiği

Hopkins istatistiği, bir değişkenin uzayda dağılan mekânsal rastgeleliğini test eden istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntemde, belirli bir veri setinin tek düze bir veri dağılımı tarafından üretilme olasılığını ölçerek, veri kümesi içerisinde orantılı olup-olmaması üzerine gerçekleştirilmektedir. Hopkins istatistiği ile veri setinin kümeleme eğilimi ölçülmektedir. Örnek olarak bir veri kümesinin veri alanında eşit olarak dağıtılmış hali Şekil 1’de gösterilmektedir (Han vd., 2011: 484-485).



Şekil 1. Eşit Olarak Dağıtılan Veri Kümesi Örneği

Kaynak: (Han vd., 2011: 485).

Rastgele olan bir değişkenin (o) örneği olarak kabul edilen bir veri setinde (D); rastgele olan değişkenin, veri uzayında ve tek düzende dağıtılmasının ne kadar mesafe sağladığının belirlenmesi için Hopkins istatistiği hesaplanmaktadır. Hopkins istatistiğinde; veri kümesinin, veri uzayında tek biçimli ve düzgün bir dağılım sağlaması durumunda Hopkins istatistiği (H), 0’a yakın olmamaktadır (Han vd., 2011: 485).

Hopkins istatistiğinde, sıfır hipotez homojen hipotezdir. Veri setinin düzgün olduğunu ve bu nedenle anlamlı kümeler içermediğini söylemektedir. Alternatif hipotez yani homojen olmayan hipotez ise veri setinin düzgün olmadığını ve bu nedenle anlamlı kümeler içerdiğini ifade etmektedir. Burada alternatif hipotezi kabul için 0.5 değeri, eşik değer olarak kullanılmaktadır. Eğer $H < 0.5$ ise istatistiksel olarak anlamlı kümelerin oluştuğunu, $H > 0.5$ ise istatistiksel olarak anlamlı kümelerin oluşmasının mümkün olmadığını göstermektedir (Han vd., 2011: 486).

Veri görselleştirme olarak, küme eğiliminin görsel değerlendirme algoritması VAT yaklaşımı ile gösterilmektedir. Bu yaklaşımda nesne kümesinin, nesne vektörleri veya farklı sayısal değerler ile temsil edildiklerinde kümeleme eğilimlerinin görülebileceği ileri sürülmüştür. Nesnelere yeniden sıralanarak, farklılık matrisi bir yoğunluk görüntüsü meydana getirir. Farklılık matrisi görüntüsü ile veri setinde bir küme yapısının olduğu görüntülenmektedir. Kümeler, diagonal (köşegen) boyunca koyu renge sahip renk bloklarıyla gösterilmektedir (Bezdek ve Hathaway, 2002: 2225).

Gap İstatistiği

Gap İstatistiği, veri kümesi içerisinde ideal küme sayısının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu istatistiksel yöntemde ana mantık, küme içi gözlem değerlerinin veri yapısına uygun olacak bir şekilde merkez noktalar arasındaki mesafenin ölçülmesi ile hesaplanmaktadır. Bu duruma göre, küme sayısında artış gerçekleştikçe bu değer düşüğü noktada ideal küme sayısı belirlenir (Tibshirani vd., 2001: 415-415).

Gap istatistiğinin genel formülü Eşitlik (1), Eşitlik (2), Eşitlik (3), Eşitlik (4) ve Eşitlik (5)’te gösterilmektedir (Tibshirani vd., 2001: 415; Patil ve Baidari, 2019:134):

$$Gap(q) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \log W_{qb} - \log W_q \quad (1)$$

$$Gap(q) \geq Gap(q+1) - s_{q+1}. (q = 1 \dots n-2) \quad (2)$$

$$s_d = s_{dq} \sqrt{1 + 1/B} \quad (3)$$

$$s_{dq} = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\log W_{qb} - \bar{I})^2} \quad (4)$$

$$\bar{I} = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \log W_{qb} \quad (5)$$

B : Tek tip dağılım kullanılarak oluşturulan referans veri setlerinin sayısı

W_q : Ağırlık değeri

W_{qb} : Dağılım içi matris

CLARA Kümeleme Algoritması

Kümeleme Analizinde kullanılan CLARA (Clustering Large Objects) Kümeleme Algoritması, K-Medoids dikkate alınarak geliştirilen algoritmalar arasında yer almaktadır (Berkhin, 2002: 15). CLARA örnekleme dayalı bir kümeleme algoritmasıdır. CLARA Kümeleme Algoritmasının etkililiği, veri kümesinde bulunan büyük verilerin üstesinden gelebilmektedir (Nagpal vd., 2013: 299).

CLARA Kümeleme Algoritmasında, tüm veriler üzerinde veri setinin rastgele bir örnekleme belirlenir ve bu örneklem üzerinden medoidler seçilir. Medoidlerin seçimi için PAM kullanılır. Burada süreç şu şekilde işlemektedir: örnek rastgele bir şekilde seçildiğinde, medoid tüm veri setini doğru olarak göstermektedir. Kümelemenin kalitesi seçilen örneğin kalitesiyle bağlantılıdır. Bu durumdan dolayı, örnek; en ideal kümeleme gerçekleştirilinceye kadar tekrar edilmeli olarak seçilmektedir (Verma ve Baliyan, 2017: 5).

CLARA Kümeleme Algoritmasında her bir iterasyonun karmaşıklığı Eşitlik (6)'da gösterilmektedir (Han vd., 2011: 4 56):

$$O[ks^2 + k(n - k)]; \quad (6)$$

s: örneklem büyüklüğü

k: küme sayısı

n: toplam nesne sayısı

CLARA Kümeleme Algoritmasının adımları şu şekildedir (Ng ve Han, 1994: 146-147):

Adım 1: Aşağıdaki adımlar 5'er kez tekrarlanmalıdır.

Adım 2: Elde yer alan veri seti için rastgele olacak şekilde $40+2k$ örnek seçilmektedir. Seçilen örnek için k temsilcisinin belirlenmesi için PAM algoritması uygulanmaktadır.

Adım 3: Veri setinde yer alan tüm elemanlar için, o elemanlara en çok benzeyen temsilciler belirlenmektedir.

Adım 4: Adım 3'te tespit edilen kümelerin ortalaması alınmalıdır.

Adım 5: Bu süreçten sonra istenilen sonuca ulaşılmaması durumunda Adım 1'e tekrar dönülerek işlem tekrarlanmaktadır.

Birliktelik Kuralları Analizi

Birliktelik Kuralları Analizi en iyi bilinen veri madenciliği tekniklerinden biri olarak ifade edilir. Birliktelikte, belirli bir nesnenin aynı işlemde yer alan diğer nesnelere üzerindeki bağlantılarına bağlı olarak bir model oluşturulmaktadır. Çoğunlukla birliktelik kuralları analizinde ise büyük miktarda veri üzerinde uygulama gerçekleştirilmektedir (Diwate ve Sahu, 2014: 228). Birliktelik kuralları, büyük veri kümelerinde farklı ilişkilerin ortaya çıkarılmasında tercih edilmektedir. Ortaya konan bu ilişkiler birliktelik kuralları analizi olarak tanımlanmaktadır (Tan vd., 2005: 2).

Birliktelik kuralları analizi, veri tabanında yer alan nesnelere arasında en düşük destek düzeyinin üzerinde olan verilerin bulunup seçilmesidir. Bu aşamada geniş veri kümesi üzerinde uygulama yapılarak, kuralların elde edilme süreci olarak tanımlanır (Agrawal ve Srikant, 1994: 488).

Birliktelik kuralları analizi sürecinde karşılaşılan istatistiksel değer kavramları destek (support), güven (confidence), ilgi (lift/interest), kanaat (conviction) ve kaldıraç (leverage) olarak şu şekilde ifade edilmektedir (Köse, 2018: 187-189; Yüksel ve Zontul, 2019: 69):

Destek (Support) Değeri: Destek değeri, bir nesnenin tüm işlem adımları sürecinde görülme tekrarı (frekans) olarak ifade edilmektedir. Eşitlik (7)'de gösterilmektedir.

$$Des(X) = |i \in I; X \subseteq i| / |I| \quad (7)$$

Güven (Confidence) Değeri: X ve Y arasında belirlenen kuralın ne kadar doğru/geçerli olduğunu gösteren sonuçtur. Eşitlik (8)'de gösterilmektedir.

$$\text{Güven}(X \rightarrow Y) = (\text{Des}(X \cup Y)) / (\text{Des}(X)) \quad (8)$$

İlgi (Lift/Interest) Değeri: X ve Y arasındaki ilgi, X ve Y alt kümelerinin istatistiki açıdan bağımsız olduğu durumda, X ve Y'nin destek değeri olarak ifade edilir. Eşitlik (9)'da gösterilmektedir.

$$\text{İlgi}(X \rightarrow Y) = (\text{Des}(X \cup Y)) / (\text{Des}(X) \times \text{Des}(Y)) \quad (9)$$

Kanaat (Conviction) Değeri: X ve Y arasında gerçekleşecek kural için uygulanan ve güven düzeyine alternatif bir yöntem olarak ifade edilmektedir. Eşitlik (10)'da gösterilmektedir.

$$\text{Kanaat}(X \rightarrow Y) = (1 - \text{Des}(Y)) / (1 - \text{Gven}(X \rightarrow Y)) \quad (10)$$

Kaldıraç (Leverage) Değeri: X ve Y ürünlerinin birlikte yer almasının, X ve Y ürünlerinin ayrı ayrı yer almasından ne kadar fazla olduğunu belirlemektedir (Yüksel ve Zontul, 2019: 69). Eşitlik (11)'de gösterilmektedir.

$$\text{Kaldıraç}(X \rightarrow Y) = P(X \vee Y) - (P(X)P(Y)) \quad (11)$$

Birliklilik kurallarının gerçekleştirilebilmesi için en küçük destek değerinin daha önceden belirlenmiş olması gerekir. $0 \leq D \leq 1$ düzeninde destek değeri 0'a yaklaştıkça birlikliliklerinin sayısı artarken kuralların önemi azalmakta; 1'e yaklaştıkça da birlikliliklerinin sayısı azalırken, kuralların önemi artmaktadır (Ateş ve Karabatak, 2017: 61). Birliklilik kurallarının oluşturulmasında bir başka ölçüt ise güven değeridir. Güven değerinin $0 \leq G \leq 1$ aralığında olması gerekir. Uygulamalarda güven değerinin 0.5 ve 0.5'ten büyük olması tercih edilmektedir (Liao vd., 2008: 21; Xu ve Zhang, 2009: 222; Argiddi ve Apte, 2012: 33; Karaatlı vd., 2021: 552).

FP-Growth Birliklilik Kuralları Algoritması

Birliklilik Kuralları Analizinde tercih edilen FP-Growth (Frequent Pattern Growth) Algoritması, aday nesne kümesi oluşturmadan tüm yoğun nesne kümelerini araştırmak için verimli bir yöntemdir. FP-Growth, veri tabanını ana bellekte depolayabilmek için dikey ve yatay olarak veri tabanı düzeninin bir kombinasyonunu uygulamaktadır. Veri tabanındaki her nesne için gerçek işlemleri bir ağaç yapısında saklar ve her nesnenin, o nesneyi içeren tüm işlemlerde geçen bağlantılı listesini de saklamaktadır. FP-Ağaç (FP-Tree) ile bir nesnenin tüm oluşumlarını birbirine bağlantılı olacak şekilde FP-Ağacın bir sonraki oluşumuna yönlendiren bir bağlantı içermektedir. FP-Ağaçta destek ve nesnenin ilk oluşumu bir bağlantı ile birlikte, tüm nesnelerin minimum destek değeri sıralaması gerçekleştirilir. Bu şekilde yapılarak FP'nin köküne çok daha yakın olacağından veri tabanının mümkün olduğunda küçük tutulmasını sağlamaya çalışmaktadır. FP-Ağacını temsil eden veri tabanı, yoğun model ağacı veya nesne kümesinin ilişkilendirme bilgilerini içermektedir. Devamında sıkıştırılmış veri tabanını koşullu kümelerle ayırmakta ve böl-yönet yöntemiyle çalışmaktadır (Bala vd., 2016: 283; Chen vd., 2009: 284; Pandey ve Pardasani, 2009: 160).

FP-Growth Algoritması aday nesne kümesi oluşturmadan sık tercih edilen nesne kümelerinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu durum iki aşamalı bir yaklaşımdan meydana gelmektedir (Bala vd., 2016: 283):

Adım 1: FP-Ağaç adı verilen yoğun bir veri yapısı oluşturulur.

Adım 2: Yoğun olarak kullanılan nesne kümeleri, direkt olarak FP-Ağaç yapısından çıkarılmalıdır.

FP-Growth Algoritması, aday kümesi oluşturmadan büyük öge kümelerinin bulunması için uygulanmaktadır. Verilen minimum ölçütle gerekli sayıda kural bulana kadar minimum desteği yinelemeli olarak azaltmaktadır (Han vd., 2006: 243; WEKA).

Analiz ve Bulgular

Bu bölümde 06.12.2012-30.12.2022 dönemini kapsayan veri setine öncelikle CLARA Kümeleme Algoritması uygulanmıştır. Daha sonra tüm hisse senetlerinin ve kümeleme analizi ile oluşan grupların kendi içerisinde oluşturdukları birliklilikleri incelemek için FP-Growth Algoritması uygulanmıştır.

CLARA Kümeleme Algoritması Sonuçları

Kümeleme analizini gerçekleştirmek için veri seti 06.12.2012-30.12.2022 dönemini kapsadığından dolayı 83 şirketin aritmetik ortalamaları alınarak düzenlenmiştir. Düzenlenmiş veri seti Tablo 3'te görülmektedir.

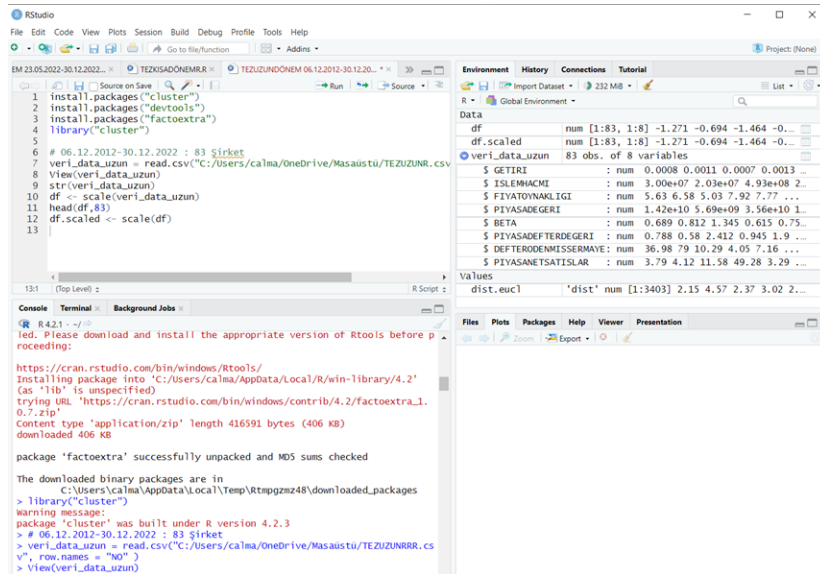
Tablo 3. Veri Seti

Sıra No	Hisse Kodu	Getiri	İşlem Hacmi	Fiyat Oynaklığı	Piyasa Değeri	Beta	PD/DD	DD/ÖS	PD/NS
1	AEFES	0.0008	30008645.71	5.6343	14222970324	0.6889	0.788	36.9791	3.7877
2	AGHOL	0.0011	20348852.99	6.5752	5686467123	0.8125	0.5795	79.0025	4.1164
3	AKBNK	0.0007	492807717.3	5.0338	35551577707	1.3452	2.4119	10.2894	11.5825
4	AKFGY	0.0013	21425085.74	7.921	1273403083	0.6154	0.9454	4.0516	49.2752
5	AKSA	0.002	30442670.55	7.7737	3978223507	0.7562	1.8998	7.1624	3.2931
6	AKSEN	0.0016	57338626.61	5.7206	5815763926	0.849	2.027	4.2539	2.7665
7	ALARK	0.0019	68870061.55	6.2868	3308844686	0.865	0.9574	7.6429	7.1057
8	ALBRK	0.0008	50318453.48	7.3667	1822092838	0.8514	0.5903	3.0167	6.0571
9	ALGYO	0.0017	23211692.78	8.733	794205984.1	0.8052	0.5848	58.9668	107.3358
10	ALKIM	0.0017	25402764.12	7.5294	1157984143	0.678	2.4897	8.9556	6.1753
11	ARCLK	0.0012	97989211.81	4.74	16988450401	0.862	1.9687	13.9764	2.3812
12	ASELS	0.0017	487239368.8	8.9943	24947114039	0.8786	3.1779	6.924	11.5709
13	BAGFS	0.001	19858564.06	7.1734	1423370139	0.8721	3.3824	11.4799	10.3102
14	BERA	0.0014	35710644.82	10.7032	1753033921	0.6763	0.6931	7.6564	2.2557
15	BIMAS	0.001	157734400.7	5.4798	27720882602	0.592	9.4466	8.7647	3.2409
16	BRYAT	0.0024	16192668.44	12.2897	3486025371	0.8004	1.2239	77.6769	855.222
17	BUCIM	0.0012	12933527.92	8.7356	1127475351	0.6518	1.1786	4.2457	3.0162
18	CCOLA	0.001	27193323.15	5.8218	13921980581	0.743	2.3012	28.6033	5.3455
19	CEMTS	0.002	22684642.63	7.4476	788968647.5	0.7805	1.395	4.5677	3.3525
20	CIMSA	0.0014	21653230.47	7.3989	2358256660	0.6923	1.3684	12.8569	4.9818
21	DEVA	0.0017	23262770.65	7.8789	2113368524	0.7946	1.5963	5.4331	5.0317
22	DOAS	0.002	34850815.22	7.3751	4608896567	1.0093	2.0475	9.4685	1.0513
23	DOHOL	0.0014	151923055.1	7.0107	4294536854	0.8041	0.6129	2.6796	1.5918
24	ECILC	0.0017	62448766.25	7.3125	3178689651	0.7911	0.6789	6.7162	11.8919
25	EGENE	0.0024	36017889.54	9.169	2046339729	0.7727	3.6003	161.3905	11.1189
26	EKGYO	0.0008	379265114.8	5.5312	9541848273	1.0701	0.9378	3.1435	16.5622
27	ENKAI	0.0013	63037301.84	7.2825	37507906908	0.5645	1.2132	7.2042	8.9805
28	ERBOS	0.0019	19373290.37	7.5806	670051348.3	0.8483	1.6649	29.9289	3.3194
29	EREGL	0.0017	440260201.9	6.0501	36787539408	0.896	1.2937	8.9272	4.888
30	FROTO	0.0018	130589780.4	6.4056	31078145900	0.8315	5.537	13.9801	2.9306
31	GARAN	0.0008	1029959612	7.0452	40837509027	1.3666	0.9685	11.8405	10.1945
32	GLYHO	0.0013	49057672.38	6.1803	1115713430	0.7525	0.7508	4.3931	4.7751
33	GOZDE	0.0014	38400391.85	8.0402	1587436452	0.955	0.9477	8.181	89606.391
34	GSDHO	0.0016	41656965.34	6.1965	1192183585	0.9202	0.8437	3.7431	54.5882
35	GUBRF	0.0021	116361548.1	8.458	7764243374	0.9283	3.0669	6.3741	3.6397
36	HALKB	0.0003	371260076.4	5.9995	47949617177	1.3248	2.4032	17.0569	33.3616
37	HEKTS	0.0028	110668816.5	9.1313	7774413266	0.6982	9.3716	2.0648	25.2851
38	IPEKE	0.0014	93617294.54	7.817	1829105087	1.0363	0.3332	19.5112	3.0985
39	ISCTR	0.0008	365295569.4	4.8827	58912765805	1.2722	1.2906	11.2708	15.6001
40	ISFIN	0.0016	60731733.27	9.0415	1596711219	0.7527	1.195	1.9243	7.0766
41	ISGYO	0.0014	52032938.06	6.0318	2169767344	0.7713	0.6267	3.7283	20.8809
42	ISMEN	0.002	15524251.12	8.4981	2290034263	0.4759	1.0279	4.5588	0.0736
43	JANTS	0.0024	26096492.87	9.9656	1700325353	0.7693	3.6799	14.9405	7.0818
44	KARSN	0.0015	144637207.1	8.2335	1706634587	0.9556	2.845	0.761	5.028
45	KARTN	0.0013	22989263.56	10.0665	1770408658	0.7574	3.3426	91.2462	9.3477
46	KCHOL	0.0012	197647019.6	4.3372	46054829027	1.0175	0.8626	24.5175	1.3925
47	KORDS	0.0017	35447078.58	7.7122	2594490978	0.8141	0.849	14.1871	2.069
48	KOZAA	0.0015	185190140.2	7.1187	3336812810	1.0279	0.5628	13.0039	5.2071
49	KOZAL	0.0016	274463618.1	7.0769	9930301579	0.8723	2.1087	30.2758	18.1415
50	KRDMD	0.0016	529793714.2	5.6667	3051088236	1.221	0.7953	3.2742	1.8718
51	LOGO	0.0021	15331599.84	9.8511	1651314824	0.5791	5.1358	8.8826	16.9289
52	MGROS	0.0011	61305334.93	6.64	5100961610	0.9176	32.6644	4.3022	1.1319
53	NTHOL	0.0011	23697766.6	8.4702	2104553065	0.6067	0.991	7.1221	17.1097
54	NUGYO	0.0006	11465475.97	10.5861	1772430208	0.7785	24.9071	1.3874	287.4056
55	OTKAR	0.0017	53852799.92	8.1133	4061945989	0.8197	9.2091	21.5099	6.1537
56	OYAKC	0.001	39041349.4	9.1434	6668500383	0.602	17.4279	2.2695	84.8711
57	PETKM	0.0015	438634810.4	6.4059	9488566099	0.8824	1.8692	2.8013	3.4303
58	PRKAB	0.002	16619754.25	8.5698	1483711976	0.6994	3.7346	1.6389	1.8299
59	SAHOL	0.0009	214216141.2	4.5224	22888078980	1.0989	0.4149	30.8099	5.4612
60	SASA	0.0031	271681162.7	12.1375	25318695424	0.8855	6.4446	2.6404	11.3954
61	SELEC	0.0016	22437654.14	7.3554	3597552032	0.5576	1.1721	4.2954	0.853
62	SISE	0.0016	426727377.6	5.2837	19111610480	0.9589	0.9525	8.0177	3.908
63	SKBNK	0.0007	77703027.23	7.3039	1893555106	0.9226	0.5817	2.6285	5.3458
64	SNGYO	0.0009	23143522.1	5.2271	2349405856	0.7184	3.6767	1.8617	14.7049
65	TAVHL	0.0014	107454694.8	5.6816	8464243450	0.8324	1.9041	17.8455	8.0489
66	TCELL	0.0008	223097333.3	5.0727	32514351265	0.7628	1.8863	7.8967	6.7708
67	THYAO	0.0016	1215184669	5.887	21285501068	1.1874	0.7607	27.2438	1.3905

Tablo 3. Devamı

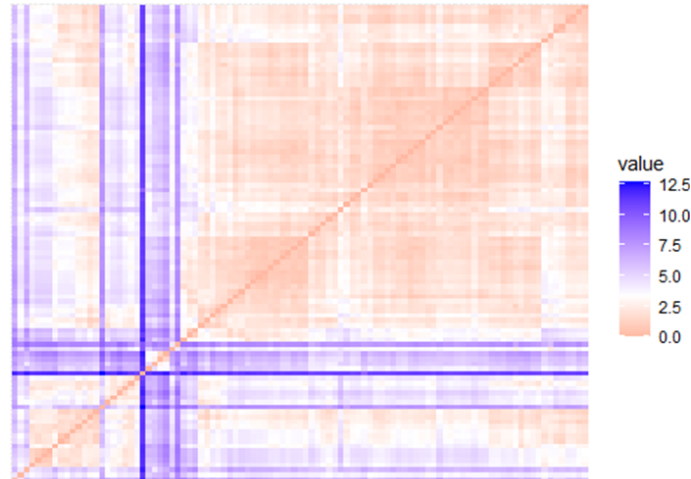
68	TKFEN	0.0012	108897636	5.465	4907810721	0.8698	1.1703	11.3926	1.9461
69	TMSN	0.0016	47101544.86	9.0584	1272338810	0.9404	2.4077	4.5348	6.1214
70	TOASO	0.0016	107661611.2	5.29	15568801093	0.8868	4.3648	6.8637	3.2473
71	TRGYO	0.0014	31170030.18	6.2233	3032905077	0.9311	0.4295	9.3886	13.0738
72	TSKB	0.0011	115331189.1	6.4821	3447072120	0.9746	0.8762	1.8626	11.8891
73	TTKOM	0.0009	150914376.9	5.3395	25585200728	0.9142	3.883	2.2351	5.0734
74	TTRAK	0.0015	28317466.52	6.0254	5586736015	0.7185	6.2235	16.9215	4.2124
75	TUKAS	0.002	30474573.07	10.1643	1347222100	0.7325	2.7064	1.1383	8.1628
76	TUPRS	0.0014	349346899.6	5.1092	29469471688	0.8049	2.6584	46.6973	1.545
77	TURSG	0.0012	57635911.97	7.0326	2465587865	0.8277	1.929	2.4829	4.0179
78	ULKER	0.0009	38788134.4	6.9021	6445119149	0.702	2.8543	9.2179	4.9789
79	VAKBN	0.0007	274422011.3	5.6118	34581785002	1.3808	1.5179	9.3965	15.4604
80	VESBE	0.0022	26266566.09	10.8216	4395568612	0.8437	2.2511	6.6695	2.2725
81	VESTL	0.0019	117493849.6	9.9041	4358965666	1.0642	1.1516	12.1	0.9134
82	YATAS	0.0022	14758113.32	8.0558	869247363.5	0.8477	2.1575	3.2905	2.2015
83	YKBNK	0.0008	440078823.7	5.2398	22797471111	1.2778	0.6809	5.9858	7.8388

Çalışmada oluşturulan veri seti R programına yüklenmiş ve normalizasyon işlemi yapılmıştır. Şekil 2’de R programının arayüzü görülmektedir.



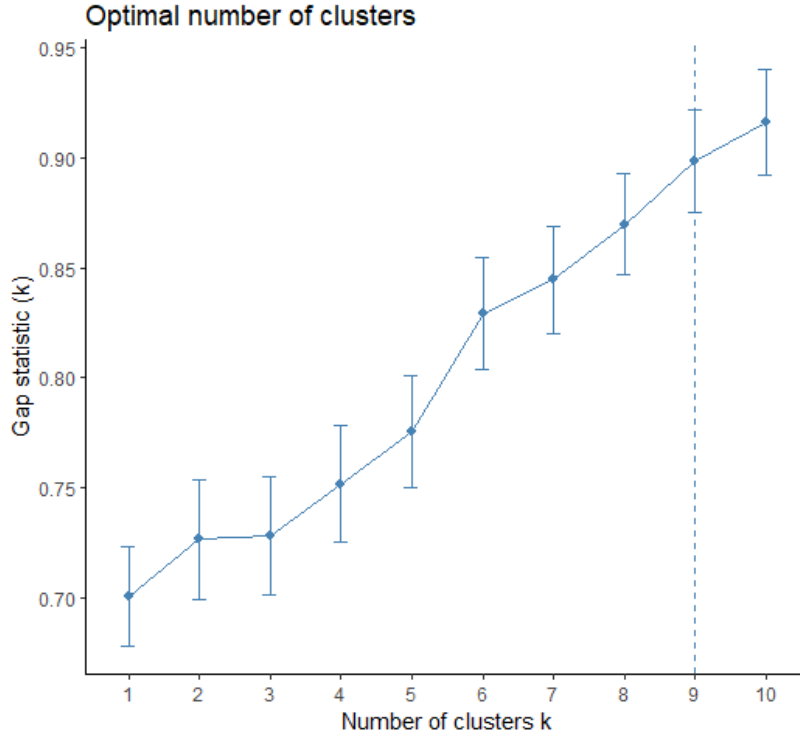
Şekil 2. R Programı Arayüzü

R programında elde edilen Hopkins değeri 0.1566’dır. Bu değer 0’a yakın olduğundan, veri setinin kümelenebileceğini göstermektedir. Hopkins istatistiğinin veri seti üzerinde VAT görseli Şekil 3’te gösterilmektedir.



Şekil 3. Veri Seti için VAT Görseli

Şekil 3'te, "VAT" kümelene eğilimini ortaya koyan bir görseldir. Renk seviyesi gözlemler arasındaki farklılığın değeri ile orantılıdır ve aynı kümeye ait nesnelere ardışık sırada görüntülenmektedir. Gap istatistiğine göre küme sayısı 9 çıkmıştır. Bu durum görsel olarak Şekil 4'te gösterilmektedir.



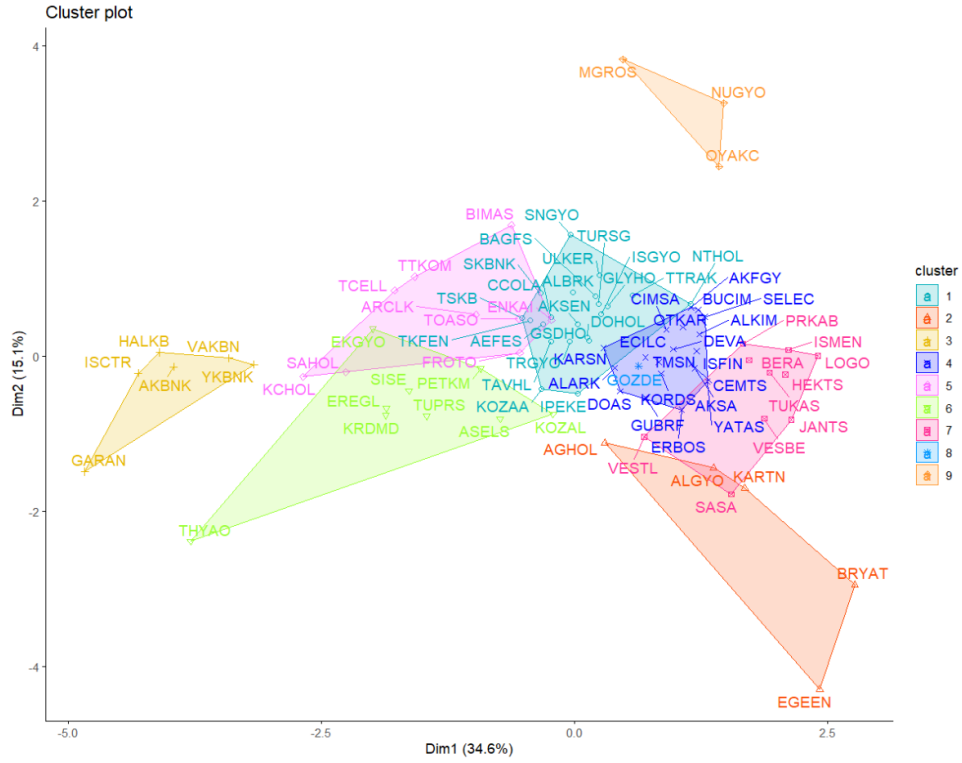
Şekil 4. Veri Seti için Gap İstatistiği

Tablo 4'te kümelere atanan hisse senetleri gösterilmektedir.

Tablo 4. CLARA Kümeleme Algoritması Sonuçları

1.Küme	2.Küme	3.Küme	4.Küme	5.Küme	6.Küme	7.Küme	8.Küme	9.Küme
AEFES	AGHOL	AKBNK	AKFGY	ARCLK	ASELS	BERA	GOZDE	MGROS
AKSEN	ALGYO	GARAN	AKSA	BIMAS	EKGYO	HEKTS		NUGYO
ALBRK	BRYAT	HALKB	ALARK	ENKAI	EREGE	ISMEN		OYAKC
BAGFS	EGEEN	ISCTR	ALKIM	FROTO	KOZAL	JANTS		
CCOLA	KARTN	VAKBN	BUCIM	KCHOL	KRDMD	LOGO		
DOHOL		YKBNK	CEMTS	SAHOL	PETKM	PRKAB		
GLYHO			CIMSA	TCELL	SISE	SASA		
GSDHO			DEVA	TOASO	THYAO	TUKAS		
IPEKE			DOAS	TTKOM	TUPRS	VESBE		
ISGYO			ECILC			VESTL		
KOZAA			ERBOS					
NTHOL			GUBRF					
SKBNK			ISFIN					
SNGYO			KARSN					
TAVHL			KORDS					
TKFEN			OTKAR					
TRGYO			SELEC					
TSKB			TMSN					
TTRAK			YATAS					
TURSG								
ULKER								

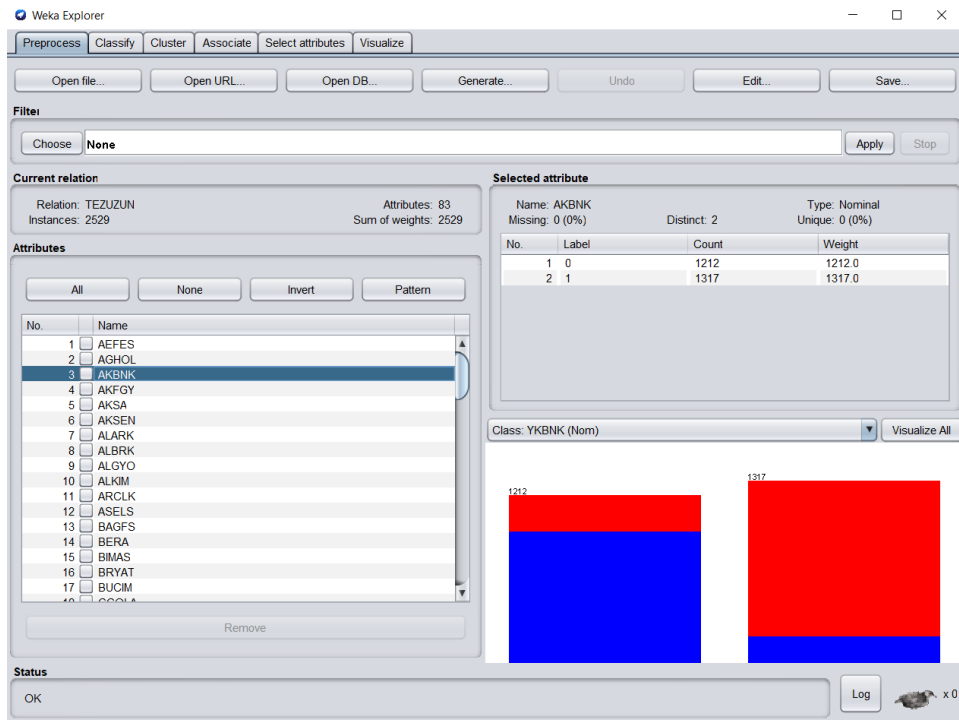
Yapılan kümeleme analizi sonucunda kümelerin dağılımı grafiği Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. CLARA Kümeleme Algoritması Dağılım Grafiği

FP-Growth Birliklik Kuralları Analizi Sonuçları

FP-Growth Birliklik Kuralları Analizi için destek değerinin $0 \leq D \leq 1$ aralığında olması gerekmektedir (Liao vd., 2008: 22). Çalışmada oluşturulan veri seti arff formatında WEKA programına yüklenmiştir ve Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. Veri Seti için WEKA Programının Arayüzü

Tablo 5'de % 90 güven düzeyinde ve 0.1 minimum destek değeri şartlarını sağlayan 74 adet birliklik kuralı tespit edilmiştir. Tabloda sıralama yukarıdan aşağıya doğru azalarak devam etmektedir. Güven düzeyinin eşit olduğu kurallar arasında sıralama destek değerine göre uygulanmaktadır.

Tablo 5. BIST 100 Hisse Senetleri için FP-Growth Birliklik Kuralları Analizi Sonuçları

Sıra	Birliklik Kuralları	Conf.	Lift	Lev.	Conv.
1	[VAKBN=1,ISCTR=1,GARAN=1]:969=>[YKBNK=1]:928	0.96	1.75	0.16	10.42
2	[YKBNK=1,HALKB=1,GARAN=1]:937=>[VAKBN=1]:894	0.95	1.8	0.16	9.98
3	[VAKBN=1,HALKB=1,GARAN=1]:937=>[YKBNK=1]:894	0.95	1.74	0.15	9.62
4	[ISCTR=1,HALKB=1,AKBNK=1]:943=>[VAKBN=1]:899	0.95	1.79	0.16	9.82
5	[YKBNK=1,ISCTR=1,HALKB=1]:972=>[VAKBN=1]:924	0.95	1.79	0.16	9.29
6	[YKBNK=1,VAKBN=1,GARAN=1]:979=>[ISCTR=1]:928	0.95	1.79	0.16	8.87
7	[YKBNK=1,HALKB=1,AKBNK=1]:955=>[VAKBN=1]:905	0.95	1.78	0.16	8.77
8	[VAKBN=1,AKBNK=1,GARAN=1]:972=>[YKBNK=1]:921	0.95	1.73	0.15	8.44
9	[ISCTR=1,AKBNK=1,GARAN=1]:988=>[YKBNK=1]:936	0.95	1.73	0.16	8.42
10	[HALKB=1,AKBNK=1,GARAN=1]:936=>[YKBNK=1]:886	0.95	1.73	0.15	8.29
11	[ISCTR=1,HALKB=1,AKBNK=1]:943=>[YKBNK=1]:892	0.95	1.72	0.15	8.19
12	[VAKBN=1,ISCTR=1,HALKB=1]:977=>[YKBNK=1]:924	0.95	1.72	0.15	8.17
13	[YKBNK=1,HALKB=1,GARAN=1]:937=>[AKBNK=1]:886	0.95	1.82	0.16	8.64
14	[VAKBN=1,ISCTR=1,AKBNK=1]:985=>[YKBNK=1]:930	0.94	1.72	0.15	7.94
15	[VAKBN=1,ISCTR=1,GARAN=1]:969=>[AKBNK=1]:914	0.94	1.81	0.16	8.29
16	[TSKB=1,VAKBN=1,ISCTR=1]:958=>[YKBNK=1]:903	0.94	1.72	0.15	7.72
17	[YKBNK=1,VAKBN=1,GARAN=1]:979=>[AKBNK=1]:921	0.94	1.81	0.16	7.95
18	[VAKBN=1,HALKB=1,AKBNK=1]:962=>[YKBNK=1]:905	0.94	1.72	0.15	7.49
19	[YKBNK=1,ISCTR=1,GARAN=1]:995=>[AKBNK=1]:936	0.94	1.81	0.17	7.95
20	[VAKBN=1,AKBNK=1,GARAN=1]:972=>[ISCTR=1]:914	0.94	1.78	0.16	7.77
21	[YKBNK=1,VAKBN=1,AKBNK=1]:995=>[ISCTR=1]:930	0.93	1.77	0.16	7.11
22	[VAKBN=1,HALKB=1,AKBNK=1]:962=>[ISCTR=1]:899	0.93	1.77	0.15	7.08
23	[YKBNK=1,HALKB=1,AKBNK=1]:955=>[ISCTR=1]:892	0.93	1.77	0.15	7.03
24	[YKBNK=1,AKBNK=1,GARAN=1]:1003=>[ISCTR=1]:936	0.93	1.77	0.16	6.95
25	[YKBNK=1,ISCTR=1,GARAN=1]:995=>[VAKBN=1]:928	0.93	1.75	0.16	6.86
26	[VAKBN=1,ISCTR=1,AKBNK=1]:985=>[GARAN=1]:914	0.93	1.82	0.16	6.72
27	[YKBNK=1,HALKB=1,AKBNK=1]:955=>[GARAN=1]:886	0.93	1.82	0.16	6.71
28	[YKBNK=1,VAKBN=1,HALKB=1]:996=>[ISCTR=1]:924	0.93	1.75	0.16	6.43
29	[YKBNK=1,ISCTR=1,AKBNK=1]:1010=>[GARAN=1]:936	0.93	1.82	0.17	6.62
30	[VAKBN=1,ISCTR=1]:1103=>[YKBNK=1]:1022	0.93	1.69	0.16	6.07
31	[ISCTR=1,GARAN=1]:1074=>[YKBNK=1]:995	0.93	1.69	0.16	6.06
32	[VAKBN=1,GARAN=1]:1057=>[YKBNK=1]:979	0.93	1.69	0.16	6.04
33	[YKBNK=1,VAKBN=1,AKBNK=1]:995=>[GARAN=1]:921	0.93	1.82	0.16	6.52
34	[ISCTR=1,AKBNK=1,GARAN=1]:988=>[VAKBN=1]:914	0.93	1.74	0.15	6.17
35	[ISCTR=1,HALKB=1]:1057=>[VAKBN=1]:977	0.92	1.74	0.16	6.11
36	[HALKB=1,AKBNK=1]:1041=>[VAKBN=1]:962	0.92	1.74	0.16	6.1
37	[YKBNK=1,HALKB=1]:1078=>[VAKBN=1]:996	0.92	1.74	0.17	6.09
38	[ISCTR=1,AKBNK=1]:1094=>[YKBNK=1]:1010	0.92	1.68	0.16	5.81
39	[TSKB=1,YKBNK=1,ISCTR=1]:979=>[VAKBN=1]:903	0.92	1.74	0.15	5.96
40	[HALKB=1,GARAN=1]:1016=>[YKBNK=1]:937	0.92	1.68	0.15	5.73
41	[HALKB=1,GARAN=1]:1016=>[VAKBN=1]:937	0.92	1.74	0.16	5.95
42	[HALKB=1,GARAN=1]:1016=>[AKBNK=1]:936	0.92	1.77	0.16	6.01
43	[YKBNK=1,ISCTR=1,AKBNK=1]:1010=>[VAKBN=1]:930	0.92	1.73	0.16	5.84
44	[TSKB=1,YKBNK=1,VAKBN=1]:981=>[ISCTR=1]:903	0.92	1.74	0.15	5.85
45	[VAKBN=1,ISCTR=1,HALKB=1]:977=>[AKBNK=1]:899	0.92	1.77	0.15	5.93
46	[ISCTR=1,GARAN=1]:1074=>[AKBNK=1]:988	0.92	1.77	0.17	5.92
47	[ISCTR=1,HALKB=1]:1057=>[YKBNK=1]:972	0.92	1.68	0.16	5.55
48	[VAKBN=1,GARAN=1]:1057=>[AKBNK=1]:972	0.92	1.77	0.17	5.89
49	[YKBNK=1,AKBNK=1,GARAN=1]:1003=>[VAKBN=1]:921	0.92	1.73	0.15	5.66
50	[YKBNK=1,ISCTR=1,HALKB=1]:972=>[AKBNK=1]:892	0.92	1.76	0.15	5.75
51	[HALKB=1,AKBNK=1]:1041=>[YKBNK=1]:955	0.92	1.67	0.15	5.4
52	[YKBNK=1,GARAN=1]:1094=>[AKBNK=1]:1003	0.92	1.76	0.17	5.7
53	[VAKBN=1,GARAN=1]:1057=>[ISCTR=1]:969	0.92	1.73	0.16	5.6
54	[VAKBN=1,AKBNK=1]:1086=>[YKBNK=1]:995	0.92	1.67	0.16	5.33
55	[SAHOL=1,GARAN=1]:975=>[AKBNK=1]:892	0.91	1.76	0.15	5.56
56	[KOZAL=1,IPEKE=1]:982=>[KOZAA=1]:898	0.91	1.79	0.16	5.66
57	[AKBNK=1,GARAN=1]:1098=>[YKBNK=1]:1003	0.91	1.67	0.16	5.16
58	[YKBNK=1,VAKBN=1,GARAN=1]:979=>[HALKB=1]:894	0.91	1.73	0.15	5.38
59	[VAKBN=1,ISCTR=1,AKBNK=1]:985=>[HALKB=1]:899	0.91	1.73	0.15	5.35
60	[YKBNK=1,VAKBN=1,ISCTR=1]:1022=>[AKBNK=1]:930	0.91	1.75	0.16	5.27
61	[YKBNK=1,VAKBN=1,AKBNK=1]:995=>[HALKB=1]:905	0.91	1.72	0.15	5.17
62	[YKBNK=1,GARAN=1]:1094=>[ISCTR=1]:995	0.91	1.72	0.16	5.16
63	[YKBNK=1,VAKBN=1,HALKB=1]:996=>[AKBNK=1]:905	0.91	1.74	0.15	5.19
64	[YKBNK=1,VAKBN=1,ISCTR=1]:1022=>[GARAN=1]:928	0.91	1.79	0.16	5.29
65	[HALKB=1,GARAN=1]:1016=>[ISCTR=1]:922	0.91	1.72	0.15	5.04
66	[VAKBN=1,AKBNK=1]:1086=>[ISCTR=1]:985	0.91	1.72	0.16	5.02
67	[HALKB=1,AKBNK=1]:1041=>[ISCTR=1]:943	0.91	1.71	0.16	4.96

Tablo 5. Devamı

68	[YKBNK=1,VAKBN=1]:1130=>[ISCTR=1]:1022	0.9	1.71	0.17	4.89
69	[YKBNK=1,VAKBN=1,ISCTR=1]:1022=>[HALKB=1]:924	0.9	1.71	0.15	4.88
70	[ISCTR=1,AKBNK=1]:1094=>[GARAN=1]:988	0.9	1.78	0.17	5.03
71	[EKGYO=1,AKBNK=1]:995=>[YKBNK=1]:898	0.9	1.65	0.14	4.58
72	[ISCTR=1,GARAN=1]:1074=>[VAKBN=1]:969	0.9	1.7	0.16	4.75
73	[YKBNK=1,HALKB=1]:1078=>[ISCTR=1]:972	0.9	1.71	0.16	4.75
74	[ISCTR=1,AKBNK=1]:1094=>[VAKBN=1]:985	0.9	1.69	0.16	4.66
Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi					
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 83, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022					
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.10					

1 numaralı kural incelendiğinde; VAKBN, ISCTR, GARAN hisse senetleri 2529 gözlem içerisinde 969 kez aynı yönde birlikte hareket etmişler ve 928 hareketin tamamında YKBNK hissesi bu endekslere eşlik etmiştir. Bu kuralın güven düzeyi ise 928/969 işlemi sonucu 0.96; destek değeri $928/2529 = \%36.7$ olarak görülmektedir. Yani 2529 gözlemin $\%36.7$ 'sinde birliklilik görülmekte, bu değer de $\%10$ olarak belirlenen minimum destek değerinin üzerindedir. İlgili (lift) değeri ile VAKBN, ISCTR, GARAN hisse senetlerinin gerçekleştiği işlemlerde YKBNK hisse senedinin de satın alınmasını 1.75 kat arttırdığını göstermektedir. Kaldıraç (leverage) değerinde; VAKBN, ISCTR, GARAN ve YKBNK hisse senetlerinin birlikte satın alınmalarının, birbirlerinden bağımsız olarak satın alınmalarından 0.16 fazla olduğu tespit edilmektedir. Kanaat (conviction) ilişki düzeyi 10.42 çıkararak; VAKBN, ISCTR, GARAN hisse senetlerinin gerçekleştiği işlemlerde YKBNK hisse senedinin de satın alınma işleminin aynı yönlü olduğu görülmektedir. Diğer kurallar da benzer şekilde yorumlanabilir.

İncelenen dönem için ilk olarak tüm hisse senetleri kullanılarak birliklilikleri incelenmiş ve yukarıda sunulmuştur. Bu aşamada kümeleme analizi ile elde edilen kümelerin ayrı ayrı birliklilik analizleri gerçekleştirilecektir. GOZDE hisse senedi 8. kümede tek başına kümelendiğinden ve herhangi bir birliklilik sağlamadığından analiz dışında tutulmuştur.

Küme Bazında FP-Growth Birliklilik Kuralları Analizi

1. küme içerisinde AEFES, AKSEN, ALBRK, BAGFS, COLA, DOHOL, GLYHO, GSDHO, IPEKE, ISGYO, KOZAA, NTHOL, SKBNK, SNGYO, TAVHL, TKFEN, TRGYO, TSKB, TTRAK, TURSG, ULKER hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri 0.90 güven düzeyinde, 1270 birliklilik kuralı vermiştir. İlk 10 kural Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Küme 1 için FP-Growth Birliklilik Kuralları Analizi

Sıra	Birliklilik Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[SNGYO=1,ISGYO=1,SKBNK=1,AEFES=1,ULKER=1]:408=>[ALBRK=1]:383	0.94	1.48	0.05	5.73
2	[ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TAVHL=1,BAGFS=1]:415=>[TSKB=1]:388	0.93	1.46	0.05	5.36
3	[ISGYO=1,ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TRGYO=1,TKFEN=1]:409=>[TSKB=1]:381	0.93	1.46	0.05	5.1
4	[ALBRK=1,SKBNK=1,TRGYO=1,TKFEN=1,ULKER=1]:422=>[TSKB=1]:393	0.93	1.46	0.05	5.08
5	[ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TTRAK=1,BAGFS=1]:433=>[TSKB=1]:403	0.93	1.46	0.05	5.05
6	[ALBRK=1,SKBNK=1,TRGYO=1,TAVHL=1,TKFEN=1]:418=>[TSKB=1]:389	0.93	1.46	0.05	5.04
7	[DOHOL=1,SKBNK=1,TURSG=1,TRGYO=1,ULKER=1]:415=>[TSKB=1]:386	0.93	1.46	0.05	5
8	[ISGYO=1,ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TRGYO=1,BAGFS=1]:414=>[TSKB=1]:385	0.93	1.46	0.05	4.99
9	[GSDHO=1,ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TRGYO=1,BAGFS=1]:413=>[TSKB=1]:384	0.93	1.46	0.05	4.98
10	[ALBRK=1,SKBNK=1,TURSG=1,TRGYO=1,TAVHL=1]:427=>[TSKB=1]:397	0.93	1.46	0.05	4.98
Conf.:Güven düzeyi, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi					
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 21, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022					
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1					

2. küme içerisinde AGHOL, ALGYO, BRYAT, EGEEN, KARTN hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri 0.80 güven düzeyinde, 5 birliklilik kuralı vermiş ve Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Küme 2 için FP-Growth Birliklilik Kuralları Analizi

Sıra	Birliklilik Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[ALGYO=1,BRYAT=1,EGEEN=1,AGHOL=1]:447=>[KARTN=1]:367	0.82	1.59	0.05	2.67
2	[BRYAT=1,KARTN=1,EGEEN=1,AGHOL=1]:448=>[ALGYO=1]:367	0.82	1.51	0.05	2.51
3	[ALGYO=1,BRYAT=1,EGEEN=1]:602=>[KARTN=1]:483	0.8	1.55	0.07	2.43
4	[ALGYO=1,BRYAT=1,KARTN=1,AGHOL=1]:458=>[EGEEN=1]:367	0.8	1.56	0.05	2.42
5	[BRYAT=1,EGEEN=1,AGHOL=1]:560=>[KARTN=1]:448	0.8	1.55	0.06	2.4
Conf.:Güven düzeyi, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi					
Gözlem Sayısı : 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 5, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022					
Minimum Güven Düzeyi: 0.80, Minimum Destek Değeri: 0.1					

3. küme içerisinde AKBNK, GARAN, HALKB, ISCTR, VAKBN, YKBNK hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri, 0.90 güven düzeyinde, 68 birliktelik kuralı vermiştir. İlk 10 kural, Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Küme 3 için FP-Growth Birliktelik Kuralları Analizi

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[VAKBN=1,ISCTR=1,GARAN=1]:969=>[YKBNK=1]:928	0.96	1.75	0.16	10.42
2	[YKBNK=1,HALKB=1,GARAN=1]:937=>[VAKBN=1]:894	0.95	1.8	0.16	9.98
3	[VAKBN=1,HALKB=1,GARAN=1]:937=>[YKBNK=1]:894	0.95	1.74	0.15	9.62
4	[ISCTR=1,HALKB=1,AKBNK=1]:943=>[VAKBN=1]:899	0.95	1.79	0.16	9.82
5	[YKBNK=1,ISCTR=1,HALKB=1]:972=>[VAKBN=1]:924	0.95	1.79	0.16	9.29
6	[YKBNK=1,VAKBN=1,GARAN=1]:979=>[ISCTR=1]:928	0.95	1.79	0.16	8.87
7	[YKBNK=1,HALKB=1,AKBNK=1]:955=>[VAKBN=1]:905	0.95	1.78	0.16	8.77
8	[VAKBN=1,AKBNK=1,GARAN=1]:972=>[YKBNK=1]:921	0.95	1.73	0.15	8.44
9	[ISCTR=1,AKBNK=1,GARAN=1]:988=>[YKBNK=1]:936	0.95	1.73	0.16	8.42
10	[HALKB=1,AKBNK=1,GARAN=1]:936=>[YKBNK=1]:886	0.95	1.73	0.15	8.29

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 6, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1

4. küme içerisinde AKFGY, AKSA, ALARK, ALKIM, BUCIM, CEMTS, CIMS, DEVA, DOAS, ECILC, ERBOS, GUBRF, ISFIN, KARSN, KORDS, OTKAR, SELEC, TMSN, YATAS hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri, 0.90 güven düzeyinde, 126 birliktelik kuralı vermiştir. İlk 10 kural, Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Küme 4 için FP-Growth Birliktelik Kuralları Analizi

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[ISFIN=1,YATAS=1,SELEC=1,ECILC=1]:586=>[BUCIM=1]:540	0.92	1.29	0.05	3.58
2	[ISFIN=1,YATAS=1,ECILC=1,GUBRF=1]:585=>[BUCIM=1]:538	0.92	1.29	0.05	3.5
3	[YATAS=1,CEMETS=1,ECILC=1,GUBRF=1]:556=>[BUCIM=1]:511	0.92	1.29	0.05	3.47
4	[YATAS=1,CEMETS=1,ECILC=1,DEVA=1]:592=>[BUCIM=1]:544	0.92	1.29	0.05	3.47
5	[ISFIN=1,YATAS=1,KARSN=1,ECILC=1]:622=>[BUCIM=1]:571	0.92	1.29	0.05	3.43
6	[ISFIN=1,YATAS=1,ECILC=1,KORDS=1]:576=>[BUCIM=1]:528	0.92	1.29	0.05	3.37
7	[ISFIN=1,YATAS=1,ECILC=1,DOAS=1]:575=>[BUCIM=1]:527	0.92	1.29	0.05	3.37
8	[YATAS=1,ALARK=1,ECILC=1,TMSN=1]:559=>[BUCIM=1]:512	0.92	1.28	0.04	3.34
9	[ISFIN=1,YATAS=1,ALARK=1,ECILC=1]:642=>[BUCIM=1]:588	0.92	1.28	0.05	3.35
10	[YATAS=1,ALARK=1,ECILC=1,DEVA=1]:593=>[BUCIM=1]:543	0.92	1.28	0.05	3.34

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 19, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1

5. küme içerisinde ARCLK, BIMAS, ENKAI, FROTO, KCHOL, SAHOL, TCELL, TOASO, TTKOM hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri, 0.90 güven düzeyinde, 14 birliktelik kuralı Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Küme 5 için FP-Growth Birliktelik Kuralları Analizi

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[FROTO=1,TTKOM=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:432=>[KCHOL=1]:400	0.93	1.72	0.07	6.04
2	[TCELL=1,TTKOM=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:431=>[KCHOL=1]:398	0.92	1.71	0.07	5.85
3	[FROTO=1,TCELL=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:427=>[KCHOL=1]:394	0.92	1.71	0.06	5.8
4	[FROTO=1,TCELL=1,TTKOM=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:413=>[KCHOL=1]:380	0.92	1.71	0.06	5.61
5	[TCELL=1,KCHOL=1,TTKOM=1,TOASO=1,ARCLK=1]:433=>[SAHOL=1]:398	0.92	1.72	0.07	5.61
6	[FROTO=1,BIMAS=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:419=>[KCHOL=1]:385	0.92	1.71	0.06	5.52
7	[FROTO=1,TCELL=1,TTKOM=1,TOASO=1,SAHOL=1]:422=>[KCHOL=1]:385	0.91	1.69	0.06	5.12
8	[FROTO=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:539=>[KCHOL=1]:491	0.91	1.69	0.08	5.08
9	[TCELL=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:515=>[KCHOL=1]:468	0.91	1.69	0.08	4.95
10	[FROTO=1,TCELL=1,KCHOL=1,TTKOM=1,ARCLK=1]:419=>[SAHOL=1]:380	0.91	1.7	0.06	4.89
11	[TTKOM=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:532=>[KCHOL=1]:481	0.9	1.68	0.08	4.72
12	[FROTO=1,TTKOM=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:508=>[KCHOL=1]:459	0.9	1.68	0.07	4.69
13	[FROTO=1,KCHOL=1,TTKOM=1,TOASO=1,ARCLK=1]:443=>[SAHOL=1]:400	0.9	1.69	0.06	4.7
14	[ENKAI=1,TOASO=1,SAHOL=1,ARCLK=1]:497=>[KCHOL=1]:448	0.9	1.67	0.07	4.59

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 9, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1

6. küme içerisinde ASELS, EKGYO, EREGL, KOZAL, KRDM, PETKM, SISE, THYAO, TUPRS hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri 0.90 güven düzeyinde, 20 birlikte kuralı vermiştir. İlk 10 kural, Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Küme 6 için FP-Growth Birlikte Kuralları Analizi

Sıra	Birlikte Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[PETKM=1,SISE=1,KRDM=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:276=>[EKGYO=1]:253	0.92	1.61	0.04	4.97
2	[PETKM=1,EREGL=1,KRDM=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:280=>[EKGYO=1]:256	0.91	1.61	0.04	4.84
3	[PETKM=1,KRDM=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:320=>[EKGYO=1]:291	0.91	1.6	0.04	4.61
4	[PETKM=1,EKGYO=1,EREGL=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:282=>[KRDM=1]:256	0.91	1.63	0.04	4.63
5	[EKGYO=1,EREGL=1,KRDM=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:282=>[PETKM=1]:256	0.91	1.55	0.04	4.32
6	[PETKM=1,EREGL=1,SISE=1,KRDM=1,TUPRS=1,THYAO=1,KOZAL=1]:281=>[EKGYO=1]:255	0.91	1.6	0.04	4.49
7	[EKGYO=1,EREGL=1,SISE=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1]:373=>[KRDM=1]:338	0.91	1.63	0.05	4.59
8	[EKGYO=1,EREGL=1,SISE=1,ASELS=1,THYAO=1]:466=>[KRDM=1]:422	0.91	1.63	0.06	4.59
9	[PETKM=1,EKGYO=1,EREGL=1,SISE=1,ASELS=1,TUPRS=1,THYAO=1]:336=>[KRDM=1]:304	0.9	1.62	0.05	4.51
10	[PETKM=1,EKGYO=1,EREGL=1,SISE=1,ASELS=1,THYAO=1]:418=>[KRDM=1]:378	0.9	1.62	0.06	4.52

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 9, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1

7. küme içerisinde BERA, HEKTS, ISMEN, JANTS, LOGO, PRKAB, SASA, TUKAS, VESBE, VESTL hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri, 0.90 güven düzeyinde, 24 birlikte kuralı vermiştir. İlk 10 kural, Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Küme 7 için FP-Growth Birlikte Kuralları Analizi

Sıra	Birlikte Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[HEKTS=1,TUKAS=1,JANTS=1,VESTL=1]:571=>[VESBE=1]:526	0.92	1.44	0.06	4.46
2	[ISMEN=1,SASA=1,PRKAB=1,JANTS=1]:621=>[HEKTS=1]:569	0.92	1.24	0.04	3.09
3	[HEKTS=1,ISMEN=1,TUKAS=1,VESTL=1]:621=>[VESBE=1]:569	0.92	1.43	0.07	4.21
4	[HEKTS=1,TUKAS=1,PRKAB=1,VESTL=1]:593=>[VESBE=1]:542	0.91	1.43	0.06	4.09
5	[HEKTS=1,SASA=1,TUKAS=1,VESTL=1]:636=>[VESBE=1]:580	0.91	1.42	0.07	4.01
6	[ISMEN=1,SASA=1,TUKAS=1,VESTL=1]:589=>[VESBE=1]:537	0.91	1.42	0.06	3.99
7	[SASA=1,TUKAS=1,PRKAB=1,VESTL=1]:563=>[VESBE=1]:513	0.91	1.42	0.06	3.96
8	[ISMEN=1,SASA=1,PRKAB=1,VESTL=1]:601=>[HEKTS=1]:547	0.91	1.24	0.04	2.88
9	[SASA=1,TUKAS=1,PRKAB=1,VESTL=1]:563=>[HEKTS=1]:512	0.91	1.24	0.04	2.86
10	[SASA=1,VESBE=1,PRKAB=1,JANTS=1]:616=>[HEKTS=1]:560	0.91	1.23	0.04	2.85

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 10, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.90, Minimum Destek Değeri: 0.1

9. Küme içerisinde MGROS, NUGYO, OYAKC hisse senetleri yer almaktadır. Bu hisse senetleri, 0.70 güven düzeyinde, 2 birlikte kuralı vermiş ve Tablo 13’te gösterilmektedir.

Tablo 13. Küme 9 için FP-Growth Birlikte Kuralları Analizi

Sıra	Birlikte Kuralları	Conf.	Lift	Level	Conv.
1	[MGROS=1,NUGYO=1]:822=>[OYAKC=1]:606	0.74	1.33	0.06	1.69
2	[OYAKC=1,NUGYO=1]:867=>[MGROS=1]:606	0.7	1.33	0.06	1.57

Conf.:Güven düzeyini, Lift:Birlikte hareket etme katsayısı, Lev.:Kaldıraç etkisi, Conv.: İlişki düzeyi
Gözlem Sayısı: 2529 (Gün sayısı), Alternatifler: 3, Veri Aralığı:06.12.2012-30.12.2022
Minimum Güven Düzeyi: 0.70, Minimum Destek Değeri: 0.1

Kümelerin kendi içindeki birlikte kurallarının yorumlanması sonuç kısmında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Sonuç

Portföyü çeşitlendirmek ödül ve riski dengelemek için yapılmaktadır. Bu çalışma hem bireysel hem de kurumsal portföy yöneticilerine portföy yönetim süreçlerinde destek sağlamak ve yol göstermek amacıyla ortaya konulmuştur. Bu çalışmada Kümeleme Analizi ve Birlikte Kuralları Analizi hibrit bir şekilde kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak BIST’te işlem gören hisse senetleri belirlenen değişkenler yardımıyla Kümeleme Analizi ile gruplandırılmıştır. Buradaki amaç, benzer özelliklere sahip hisse senetleri arasındaki kardeşlikleri belirlemektir. Bu hisse senetlerini daha iyi kategorize etme imkânı sağlayacak ve hisse senetlerinin karakteristik özellikleriyle ilgili detaylı bilgiye erişme imkânı verecektir. Daha sonra tüm hisse senetlerinin ve kümeleme analizi

ile oluşan grupların kendi içerisinde oluşturdukları birliktelikleri incelemek için Birliktelik Kuralları Analizi uygulanmıştır. Buradaki temel amaç hisse senetlerinin ortak hareketlerinin incelenmesidir. Bu işlem iki ana nedenden dolayı gerçekleştirilmektedir. Birincisi, birliktelik kuralları tespit edilen hisse senetlerinde yukarı ve aşağı yönlü hareketlerin, diğer kural tespit edilen hisse senetlerinde de aynı şekilde davranmasına neden olacağı düşünülerek uzun süreçte pozisyon olarak kazanç potansiyelinden yararlanılabilecektir. Elde edilen bulgular portföy çeşitlendirme açısından değerlendirildiğinde ortak hareket etmeyen hisse senetleri için çeşitlendirme amacıyla kullanılabilir. Bu durum portföyün toplam riskini azaltarak, riski sevmeyen yatırımcılar için tercih edilebilir.

Kümeleme Analizini sonucunda; 1. Kümede, farklı sektörlerden farklı büyüklükteki şirketler yer almıştır. Bu şirketler piyasada değeri olarak orta büyüklükteki şirket grubu içerisinde yer almaktadır. 2. Kümede, genel olarak bedelsiz sermaye arttırım potansiyeli yüksek hisseler yer almaktadır (BRYAT, EGEEN, KARTN, AGHOL). 3. Kümede, bankaların diğer kümelerden ayrılarak en belirgin özelliği gösterdiği görülmektedir. 4. Kümede, ilaç sektörü, çimento ve otomotiv sektörüyle ilgili kuruluşların bu kümede yer aldığı tespit edilmiştir. 5. Kümede, BIST 30 endeksinin önemli ve büyük şirketleri yer almakta ve burada büyük holdingler bulunmaktadır. 6. Kümede, BIST 30 endeksinin genel olarak en büyük üretim işletmeleri (THYAO hariç) burada görülmektedir. 7. Kümede SASA, HEKTS ve VESTL grubu başı çekmektedir. Çeşitli sektörlerden, farklı büyüklükte hisseler yer almıştır. 8. Küme, diğer kümelere nazaran tek başına ayrılmaktadır. 9. Kümede perakende, yatırım ortaklığı ve çimento şirketi ile üç tane birbirine benzemeyen şirket bir araya gelmiştir. Ancak bu hisse senetleri, belirlenen değişkenlere göre benzer kümede yer almıştır. Genel olarak Küme 3, Küme 5 ve Küme 6 ilk 30 endeks içerisinde yer almaktadır.

Birliktelik Kuralları Analizinde 0.90 güven düzeyinde, 74 kuralın ilk 54 tanesinde banka dışında herhangi bir birliktelik kuralı çıkmamıştır. 100 endekse dâhil Türkiye'nin en büyük bankalarının AKBNK, GARAN, HALKB, ISCTR, TSKB, VAKBN, YKBNK bu kurallar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Bu 54 kuralda, bankalar arasındaki birliktelikler o kadar güçlüdür ki, diğer şirketlerin bu birlikteliklere katılmasına imkân sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca aynı grup şirketlerinden; AKBNK ve SAHOL, KOZAL & IPEKE ve KOZAA'nın birlikte hareket ettiği görülmüştür.

Analiz sonucunda genel olarak bankaların birlikte hareketleri gözlemlenmiştir. Bunun temel sebebinin de bankaların daha baskın olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırma bulguları incelendiğinde Birliktelik Kuralları Analizine ilişkin şu durumlar tespit edilmiştir:

- Türkiye'de finans sektöründe bulunan bankaların hisse senetleri arasında birliktelik hareketinin çok güçlü bir hareket olduğu söylenebilir (HALKB & VAKBN, AKBNK, ISCTR & YKBNK). Bu durumda yatırımcılar şu şekilde hareket edebilir:

- Birliktelik kuralları tespit edilmiş bankalardan bir tanesinin yukarı yönlü hareketi diğer banka hisselerinde de beklediği için yatırımcılar, henüz yükseliş trendine girmemiş banka hisse senetlerine yatırım yaparak potansiyel kâr yakalama fırsatı elde ederler. Aşağı yönlü harekette, düşüşte olan bir banka hisse senedi varsa öncü zararı diğer şirketlerin yaşamaması için yatırımcıların diğer banka hisse senetlerini elden çıkarmaları gerekir.

- Yatırımcılar, riski azaltmak amacıyla portföy çeşitlendirmesi yapmak istiyorsa birliktelik kuralları tespit edilmeyen yatırım araçlarıyla portföy çeşitlendirmesi yapmalıdırlar. Çünkü birlikte hareket eden hisselerden oluşacak bir portföy ile portföyün toplam riski ile yatırım araçlarının riski aynı düzeyde olacaktır. Portföy yönetimi açısından bakıldığında portföyün toplam riskinin yatırım araçlarının teker teker risklerinin toplamından daha düşük olması beklenir. Yani sadece yatırım aracı sayısını artırarak riskin azalmasını beklemek yerine olaylara farklı tepkiler verebilen hisse senetlerinden oluşan bir portföy oluşturmak yatırımcılar açısından daha az riskli olacaktır.

- Gayrimenkul yatırım ortaklığı şirketlerinden ISGYO, SNGYO ve TRGYO'nun,
- Bedelsiz sermaye arttırım potansiyeli yüksek şirketlerin BRYAT ve EGEEN'in,
- İlaç sektöründe faaliyet gösteren ECILC, DEVA, GENIL ve SELEC'in,
- Aynı grup şirketlerinden ortaklık ilişkisi bulunan ARCLK, FROTO, KCHOL & TOASO - CIMS A & ENJSA – BUCIM & CEMTS – KOZAA, KOZAL & IPEKE – AKBNK-SAHOL'un,
- BIST 30 endeksinin önemli ve büyük üretim şirketlerinden ASELS ve SISE'nin,
- Büyük holdinglerin DOHOL, KCHOL ve SAHOL'un,
- Beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren ARCLK, VESBE ve VESTL şirketlerinin,
- Petrokimya üretim sektöründe faaliyet gösteren PETKM ve TUPRS şirketlerinin,
- Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren EREGL, ISDMR ve KRDMR şirketlerinin birlikte hareket ettikleri görülmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın hem bireysel hem de kurumsal portföy yöneticilerine, sermaye piyasalarını takip eden bireylere, fon yöneticilerine kaynak gösterilerek sermaye piyasalarına yatırım yapan ya da yapmayı düşünen küçük yatırımcılar içinde, portföy çeşitlendirebilmesi açısından çalışmanın yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın yöntemi itibarıyla literatüre özgün bir yaklaşım ve katkı sunması amaçlanmaktadır. Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği 2022 yılı raporuna göre Türkiye'de hisse senedi yatırımcılarının yatırım araçlarını elde tutma süreleri 25 gündür. Bu

durum da dikkate alındığında bundan sonra yapılacak çalışmalarda gün içi verilerle benzer çalışmaların yapılması uzun vadeli yatırımcılardan daha çok, gün içi işlem yapan veya daha kısa vadeli işlem yapan yatırımcılara yol gösterecektir.

Bu araştırma kapsamında ortaya konan düşünceler “yatırım tavsiyesi” niteliğinde değildir. Belirtilen araştırma dönemine ilişkin verilerle gerçekleştirilen analizler sonucunda ortaya konan bulguların çıkarımlarıdır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkısı: Çalışma Konsepti/Tasarımı: D.Y.Ç.; Veri Toplama: D.Y.Ç.; Veri Analizi /Yorumlama: D.Y.Ç.; Yazı Taslağı: D.Y.Ç.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: M.K.; Son Onay ve Sorumluluk: D.Y.Ç., M.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of study: D.Y.Ç.; Data Acquisition: D.Y.Ç.; Data Analysis/Interpretation: D.Y.Ç.; Drafting Manuscript: D.Y.Ç.; Critical Revision of Manuscript: M.K.; Final Approval and Accountability: D.Y.Ç., M.K.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

ORCID:

Damla Yalçın Çal 0000-0002-9232-3063

Meltem Karaatlı 0000-0002-7403-9587

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Agrawal, R. & Srikant, R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases. Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases, Santiago de Chile, 487-499.
- Alkarkhi, A.F.M. & Alqaraghuli, W.A.A. (2019). Cluster Analysis. Easy Statistics for Food Science with R, Academic Press Elsevier.
- Argiddi, R. & Apte, S.S. (2012). Future Trend Prediction of Indian IT Stock Market using Association Rule Mining of Transaction Data. International Journal of Computer Applications, 39(10), 30-34.
- Ata Yatırım, <https://atayatirim.com.tr/arastirma-raporlari-detay?reportId=10759> (Erişim Tarihi: 13.07.2023).
- Ateş, Y. & Karabatak, M. (2017). Nicel Birliklilik Kuralları İçin Çoklu Minimum Destek Değeri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 57-65.
- Bahar, D. (2022). BIST100 Şirketlerinin Değerlemelerinde Piyasa Değeri/Defter Değeri Ve Fiyat/Kazanç Oranlarının Etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bala, A., Shuaibu, M.Z., Lawal, Z.K. & Zakari, R.Y. (2016). Performance Analysis of Apriori and FP-Growth Algorithms (Association Rule Mining). International Journal of Computer Applications in Technology & Applications, 7(2), 279-293.
- Baydaş, M. & Eren, T. (2021). Finansal Performans Ölçümünde ÇKKV Yöntem Seçimi Problemine Objektif Bir Yaklaşım: Borsa İstanbul'da Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 16(3), 664-687.
- Bayram, S.S. (2022). Bankacılık Rekabetinde Şube Lokasyonlarının Birliklilik Kuralları ile Analizi. Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.
- Berkhin, P. (2002). Survey of Clustering Data Mining Techniques. Accrue Software Inc.. California: San Jose.
- Bezdek, J.C. & Hathaway, R.J. (2002). VAT: A Tool for Visual Assessment of (Cluster) Tendency. Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks. IJCNN'02 (Cat.No.02CH37290), 3, 2225-2230.
- Bulduk, S. & Ecer, F. (2023). Entropi-Aras Yaklaşımıyla Kripto Para Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 314-333.
- Changalasetty, S.B.. vd. (2021). Using EM Technique for Juvenile Crime Zoning. 2021 5th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON), Mathura, India, 1-6.
- Chen, M., Gao, X. & Li, H. (2009). An Efficient Parallel FP-Growth Algorithm. 2009 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, 283-286.
- Çelik, T.B. (2016). İşlem Hacmi Değişimlerinin Fiyatlar Üzerindeki Etkisi ve Bist'de Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, E. (2020). Gayrimenkul Yatırım Ortaklıklarında Piyasa Değeri ve Aktif Karlılığı Etkileyen Finansal Oranların Panel Veri Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Desfiandi, A., Desfiandi, A. & Ali, H. (2017). Composite Stock Price Index (IHSG) Macro Factor in Investment in Stock (Equity Funds). *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(3), 534-536.
- Diwate, R. & Sahu, A. (2014). Data Mining Techniques in Association Rule: A Review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, 5(1), 227 -229.
- Erdem, K., Koy, A. & Akdağ, S. (2020). Pay Endekslerinde En Yüksek Fiyat Oluşumu ile İşlem Hacmi Arasındaki İlişki: Doğrusal Analizler ve Frekans Alanı Nedensellik Analizi ile Karşılaştırmalı Bir Yaklaşım. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 157-173.
- Erpolat, S. (2012). Otomobil Yetkili Servislerinde Birlikte Kurallarının Belirlenmesinde Apriori ve Fp-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 137-146.
- Galimberti, G. & Soffritti, G. (2007). Model-Based Methods to Identify Multiple Cluster Structures in a Data Set. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52, 520-536.
- Gazel, S. (2017). Hisse Senedi Piyasalarında İşlem Hacmi ve Volatilite İlişkisi: Kırılgan Beşli Ekonomiler Üzerine Bir İnceleme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(2), 347-363.
- Gedik Yatırım, <https://gedik.com/hizmetler/arastirma-ve-analiz#2> (Erişim Tarihi: 14.07.2023).
- Gemici, B. (2012). Veri Madenciliği ve Bir Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Gürler, C. (2022). R Programlama Dili ile Kümeleme Analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 341-366.
- Gürtay, E. (2017). İşlem Hacmi ve Hisse Senedi Fiyatları Arasındaki İlişki Üzerine Borsa İstanbul'da Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane.
- Halk Yatırım, <https://analizim.halkyatirim.com.tr/>, (Erişim Tarihi: 13.07.2023).
- Han, J., Pei, J. & Kamber, M. (2006). Data Mining. Southeast Asia Edition. Elsevier Science & Technology. 2006. ProQuest Ebook Central. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/suleymanebooks/detail.action?docID=291712>.
- Han, J., Pei, J. & Kamber, M. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques: Concepts and Techniques. Elsevier Science & Technology. Third Edition, San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Han, J., Pei, J., Yin, Y. & Mao, R. (2004). Mining Frequent Patterns without Candidate Generation: A Frequent-Pattern Tree Approach. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(1), 53-87.
- Info Yatırım, <https://infoyatirim.com/arastirma/analiz/sektorel-gostergeler> (Erişim Tarihi: 13.07.2023).
- Ingram, M. & Margetis, S. (2010). A Practical Method to Estimate the Cost of Equity for a Firm Using Cluster Analysis. *Managerial Finance*, 36(2), 160-167.
- Investing.Com, <https://tr.investing.com/equities/turk-hava-yollari> (Erişim Tarihi: 14.07.2023).
- İşıldak, M.S. (2020). Finansal Oranların Piyasa Değeri/Defter Değeri Oranına Etkisinin Panel Veri Analiziyle İncelenmesi: BIST'te Kayıtlı Doküman, Giyim Eşyası ve Deri Sektöründe Uygulama. *Ekonomik Yaklaşım Derneği*, 30(111), 71-100.
- Jobson, J.D. (1994). *Applied Multivariate Data Analysis: Volume II: Categorical and Multivariate Methods*, New York: Springer.
- Kaderli, Y. (2001). Bir Hisse Senedi Portföyü Oluşturmada Çeşitlendirme Aracı Olarak Banka Hisseleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Kantardzic, M. (2003). Data Mining Concepts. Models. Methods and Algorithms, IEEE. 1-18.
- Karaatlı, M., Kocabıyık, T., Yalçınar Çal, D. & Çolak, M. (2021). BIST-30 Endeksinde Yer Alan Payların Ortak Hareketlerinin Veri Madenciliği Kapsamında Birlikte Kuralları ile İncelenmesi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(25), 548-571.
- Karataş Elçiçek, Y. (2020). Vadeli İşlem Sözleşmelerini Getiri, İşlem Hacmi ve Volatilite Bazında Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi ve Etkilerinin Analizi Üzerine Ampirik Uygulamalar. Doktora Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Karpio, K., Łukaszewicz, P., Orłowski, A. & Ząbkowski, T. (2013). Mining Associations on the Warsaw Stock Exchange. *Acta Physica Polonica A.*, 123(3), 553-559.
- Khalfallah, J. & Slama, J.B.H. (2018). A Comparative Study of the Various Clustering Algorithms in E- Learning Systems Using Weka Tools. 2018 JCCO Joint International Conference on ICT in Education and Training. International Conference on Computing in Arabic, and International Conference on Geocomputing (JCCO: TICET-ICCA-GECO), Hammamet, Tunisia, 1-7.
- Kocabıyık, T., Karaatlı, M. & Aktaş, K.B. (2021). Borsa İstanbul 30 Endeksinde Yer Alan Hisse Senetlerinin Kümelenmesi: COVID-19 Öncesi ve COVID-19 Dönemi İncelemesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 2537-2551.
- Koldere Akın, Y. (2008). Veri Madenciliğinde Kümeleme Algoritmaları ve Kümeleme Analizi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Köse, İ. (2018). Veri Madenciliği Teori Uygulama ve Felsefesi. İstanbul: Papatya Bilim.
- Liao, S-H. & Chou, S-Y. (2013). Data Mining Investigation of Co-Movements on the Taiwan and China Stock Markets for Future Investment Portfolio. *Expert Systems with Applications*, 40(5), 1542-1554.
- Liao, S-H., Ho, H-H. & Lin, H-W. (2008). Mining Stock Category Association and Cluster on Taiwan Stock Market. *Expert Systems with Applications*, 35(1-2), 19-29.
- Liao, S-H., Pei-Hui, C. & Ying-Lu, Y. (2011). Mining the Co-Movement Between Foreign Exchange Rates and Category Stock Indexes in the Taiwan Financial Capital Market. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4608-4617.
- Mcintosh, A.M., Sharpe, M. & Lawrie, S.M. (2010). *Research Methods, Statistics and Evidence-Based Practice. Companion to Psychiatric Studies (Eighth Edition)*, Churchill Livingstone Elsevier.
- Na, S.H. & Sohn, S.Y. (2011). Forecasting Changes in Korea Composite Stock Price Index (KOSPI) Using Association Rules. *Expert Systems*

- with Applications, 38(7), 9046-9049.
- Nagpal, A., Jatain, A. & Gaur, D. (2013). Review Based on Data Clustering Algorithms. Proceedings of 2013 IEEE Conference on Information and Communication Technologies (ICT 2013), 298-303.
- Ng, R.T. & Han, J. (1994). Efficient and Effective Clustering Methods for Spatial Data Mining. Proceedings of the 20th VLDB Conference, Santiago, Chile, 144-155.
- Oğuzlar, A. (2004). Veri Madenciliğine Giriş. Bursa: Ekin Kitabevi.,
- Özgümiş, H., Korkmaz, T. & Çevik, E.İ. (2013). Makroekonomik Faktörlerin Vadeli İşlem (Futures) Sözleşmelerine Etkisi: VOB'ta Bir Uygulama. BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi, 7(1), 103-136.
- Pandey, A. & Pardasani, K.R. (2009). Rough Set Model for Discovering Hybrid Association Rules. *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*, 9(6), 159-164.
- Patil, C. & Baidari, I. (2019). Estimating the Optimal Number of Clusters K in A Dataset Using Data Depth. *Data Science and Engineering*, 4, 133-134.
- Peña-Ayala, A. (2014). Educational Data Mining: A Survey and A Data Mining-Based Analysis of Recent Works. *Expert Systems with Applications*., 41(4), 1432-1462.
- Polat, M. & Kılıç, E. (2022). BRICS Ülkelerinde Döviz Kuru ve Borsa Arasındaki Getiri ve Volatilité Etkileşimi: VAR-EGARCH Modeli İle Bir Uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 49, 539-551.
- Sayılan, A.B. (2019). Veri Madenciliğinde Bazı Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Shawkat, M., Badawi, M., El-Ghamrawy, S., Arnous, R. & El-Desoky, A. (2022). An Optimized FP-Growth Algorithm for Discovery of Association Rules. *The Journal of Supercomputing*, 78, 5479-5506.
- Şahin, İ.E. & Karacan, K.B. (2019). BIST'te İşlem Gören İnşaat İşletmelerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Finansal Performans Ölçümü. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 3(2), 162-172.
- Şeker Yatırım, <https://www.sekeryatirim.com.tr/Kurumsal/FinansalRaporlar> (Erişim Tarihi: 14.07.2023).
- Şenol, Z., Koç, S. & Şenol, S. (2018).Hisse Senetleri Fiyatlarını Etkileyen Faktörlerin Dinamik Panel Veri Analiziyle İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(25), 119-135.
- Tan, P., Steinbach, M. & Kumar, V. (2005). Introduction to Data Mining Chapter 8: Cluster Analysis: Basic Concepts and Algorithms. US: Pearson Addison-Wesley.
- Teker, T. & Konuşkan, A. (2022). Fan Token Fiyatlarında Birliktelik Etkisi. Uluslararası İşletme. *Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi*, 6(2), 359-376.
- Tera Yatırım, <https://www.terayatirim.com/arastirma/hisse-senedi-raporlari> (Erişim Tarihi: 14.07.2023).
- Tibshirani, R., Walther, G. & Hastie, T. (2001). Estimating the Number of Clusters in a Data Set Via the Gap Statistic. *J R Stat Soc Ser B (Stat Methodol)*, 63(2), 411-423.
- Ünsal, Ö. (2020). Veri Madenciliği Teknikleri ile Hisse Senetleri Arasındaki Fiyat Etkileşimlerinin Belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(5), 106-112.
- Verma, N. & Baliyan, N. (2017). PAM Clustering Based Taxi Hotspot Detection for Informed Driving. 2017 8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Delhi, India, 1-7.
- Xu, Z-M. & Zhang, R. (2009). Financial Revenue Analysis Based on Association Rules Mining. 2009 Asia- Pacific Conference on Computational Intelligence and Industrial Applications (PACIIA), Wuhan, China, 220-223.
- Yüksel, T. & Zontul, M. (2019). Dağıtık Sistemlerde Birliktelik Kuralları İle Sepet Analizi. *AURUM Mühendislik Sistemleri Ve Mimarlık Dergisi*, 3(1), 65-77.
- Zor, İ., Bozkurt, İ. & Öksüz S. (2016).Asimetrik Bilgi Düzeyinin Fiyat-Hacim İlişkisi Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 119-135.

Atıf Biçimi / How cite this article

Yalçın Çal, D., & Karaatlı, M. (2024). Examination of stocks in the İstanbul stock exchange 100 index with clustering and association rules analysis. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 41, 34-53. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2024.41.1487849>