

## BORSA İSTANBUL ENDEKSLERİNİN BİRLİKTE HAREKETİ: FP GROWTH ALGORİTMASI İLE BİR UYGULAMA

**Turan KOCABIYIK**

Doç. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Isparta, Türkiye

E-posta: [turankocabiyik@sdu.edu.tr](mailto:turankocabiyik@sdu.edu.tr) ORCID: 0000-0003-3651-206X

**Okan DAĞ**

Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Bölümü, Isparta, Türkiye

E-posta: [okandaq@gmail.com](mailto:okandaq@gmail.com), ORCID: 0000-0001-9756-722X

**Meltem KARAATLI**

Doç. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Isparta, Türkiye

E-posta: [meltemkaraatli@sdu.edu.tr](mailto:meltemkaraatli@sdu.edu.tr) ORCID: 0000-0002-7403-9587

Makale geliş tarihi: 02.09.2021 Makale kabul tarihi: 15.12.2021 iThenticate benzerlik oranı: % 7

Kaynak gösterimi (APA 6):

Kocabiyik, T., Dağ, O., & Karaatlı, M. (2021). Borsa İstanbul Endekslerinin Birlikte Hareketi: FP Growth Algoritması İle Bir Uygulama. *Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi (IJBEMP)*, 5(2), 659-672.

**BORSA İSTANBUL ENDEKSLERİNİN BİRLİKTE HAREKETİ: FP GROWTH ALGORİTMASI İLE BİR UYGULAMA**

**ÖZ**

Veriye ulaşabilme kolaylığı ve veri bolluğu dijital çağın en önemli faydalarındandır. Ortaya çıkan verinin çıkar grupları için faydalı hale gelebilmesi için verinin işlenmesi ve karar alma süreçlerinde kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Veri madenciliği bir çok alanda olduğu gibi finans alanında da kullanılmaktadır. Bu araştırmada, Borsa İstanbul bünyesinde yer alan 30 endeksin veri madenciliği uygulamalarından birliktelik analizi kullanılarak FP Growth Algoritması ile birlikte hareketi tespit edilmeye çalışılmıştır. Kuralları oluşturmak için kullanılan veri seti 4.11.2014-12.03.2021 tarihleri arasındaki 1601 işlem gününden oluşmaktadır. Çalışma iki grup veri setiyle ele alınmıştır. İlk olarak araştırmaya dahil edilen 30 endeksin tamamı incelenmiştir. Bulgularda XU030, XUTUM, XU100, XUSRD, XUMAL, XBANK ve XKURY endekslerinin önemli birlikte hareketi tespit edilmiştir. İkinci aşamada sektör endeksleri üzerine bir analiz gerçekleştirilmiştir. Burada XBANK ve XUMAL endeksleri arasında çok belirgin bir birliktelik göze çarpmaktadır. Ayrıca XTM25, XUSIN ve XHOLD endeksleri ile XBANK ve XUMAL endekslerinin birlikte hareketi dikkat çekicidir.

**Anahtar Kelimeler:** Hisse Senedi, Borsa İstanbul, Birliktelik Analizi, FP-Growth Algoritması

**JEL Sınıflandırma Kodları:** G11, G15, C80

**COMOVEMENT OF BORSA ISTANBUL INDICES: AN APPLICATION WITH FP GROWTH ALGORITHM**

**ABSTRACT**

In the digital age, it has become easier to access data and data is abundant. For the data to be useful for interest groups, it is necessary to process the data and make it usable in decision-making processes. Data mining is used in finance as in many other fields. In this research, it has been tried to determine the movement of 30 indexes within Borsa İstanbul with the FP Growth Algorithm by using the association analysis, one of the data mining applications. The data set used to create the rules consists of 1601 trading days between 4.11.2014-12.03.2021. The study was handled with two groups of data sets. First, 30 indices were selected and all of them were included in the analysis. In the findings, significant co-movement of XU030, XUTUM, XU100, XUSRD, XUMAL, XBANK, and XKURY indices was detected. In the second stage, an analysis was carried out on sector indices. Here, there is a very clear association between the XBANK and XUMAL indices. In addition, the movement of XTM25, XUSIN, and XHOLD indices together with XBANK and XUMAL indices is remarkable.

**Key Words:** Stock, Borsa İstanbul, Association Analysis, FP-Growth Algorithm

**JEL Classification Codes:** G11, G15, C80

## 1. GİRİŞ

Halka açık şirketlerin hisse senetlerinin alım ve satımının gerçekleştiği kurumsal piyasalara borsa adı verilmektedir. Menkul kıymet borsaları, bireysel veya kurumsal yatırımcılara hisse senetleri ve diğer menkul kıymetler üzerinden yatırım yapma şansı tanıyan platformlar olarak da ifade edilebilmektedir. Menkul kıymet borsa işlemleri Türkiye’de ilk olarak 1985 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası adıyla başlamış olup, 2013 yılında Borsa İstanbul (BIST) ismiyle anonim şirket yapısıyla devam etmiştir. Yatırımcıların mevcut hisse senetlerine yatırım yapmalarını etkileyen çok sayıda faktörden söz edilebilir. Aslında bu faktörler karar alma sürecini kolaştıran bilgi paketleridir.

Veri Madenciliği kavramı, otomasyona dayalı altyapı yatırımlarının, teknolojinin ve bilgisayarın gelişmesiyle beraber günlük hayatta yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Veri madenciliği işlenmemiş halde bulunan oldukça büyük ham verilerin işlenmesi ve bu verilerden anlamlı bilgiler elde edilmesi süreçlerine dayanır. Bu da finanstan sağlığa, spordan sanata birçok alanda veri madenciliğini kullanılabilir hale getirmiştir. Veri setlerinde yer alan devasa büyüklükteki verilerin arasında bulunan anlamlı ilişkileri ortaya koyarken veri madenciliği tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu amaçla sınıflandırma, kümeleme analizi ve birliktelik kuralları olmak üzere üç farklı veri madenciliği uygulamasından yararlanılmaktadır.

Bu çalışma ile Borsa İstanbul’da yer alan endekslerin birbiriyle ortak hareketi araştırılmıştır. Araştırma kapsamında birlikte hareket ettikleri tespit edilen endeksler yatırımcılara kazanç fırsatı sunacaktır. İki veya daha fazla endeksin birlikte hareketi istatistiki olarak ortaya konduğunda bir endekte yaşanan hızlı bir yükseliş veya düşüş diğer endekslere ilişkin alım veya satım konusunda zamanlama yardımı sağlayacaktır. Portföyün riskini minimize etmek için kullanılan yöntemlerden biri de portföy çeşitlendirmedir. Burada amaç çok sayıda yatırım aracına yatırım yaparak riski azaltmaktır. Fakat düşüşte ve yükselişte aynı tepkileri veren yatırım araçlarının bir veya birkaçının portföyde yer alması bunu engelleyecektir. Portföy çeşitlendirmesi yapabilmek için birlikte hareket etmeyen araçlara yatırım yapmak gerekmektedir. Bu araştırma ile birlikte hareket eden endeksler birliktelik analizlerinden FP-Growth Algoritması ile ortaya konacaktır. Çalışmada kullanılan yöntem, birlikte hareket etme eğilimini ortaya koymada yararlanan veri madenciliği uygulamalarındandır. FP-Growth algoritmasından yararlanılarak 30 farklı endeks kapanış fiyatları baz alınarak analiz edilmiştir.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Hsieh, Yang ve Wu (2006) yaptıkları çalışmada yatırımcıların yatırım kararlarını alırken bazı temel bilgileri ve analizleri kullandıklarını belirterek, kendilerinin de fiyat tahmini için veri madenciliği yardımıyla bazı bulgular elde ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışma kapsamında Tayvan Borsası, elektrik endüstrisi hisseleri incelenmiştir. Çalışmada birliktelik analizi kullanılmıştır. Çalışmada 1971 yılından araştırma dönemine kadar günlük veriler kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre belirlenen hisse senetleri arasında nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Liao, Ho ve Lin (2008) tarafından yapılan çalışmada, Tayvan Borsası’ndaki yatırım sorunları ele alınmıştır. Çalışmada hangi endekslerin birlikte hareket ettiğine dair bir tahmin ortaya konmak istenmiştir. Karar değişkenleri olarak 2005 yılında Tayvan’ın ticaret yaptığı hakim ülkelerin hisse senetlerinin endeksleri seçilmiştir. Bu bağlamda, 2000 ile 2005 yılları arasında 1509 işlem günü ele alınırken, çift katmanlı bir analiz yapılmıştır. Bu analizler sırasında Birliktelik Analizi tekniklerinden Apriori algoritmasından, Kümeleme Analizi tekniklerinden ise K-Means algoritması kullanılmıştır. Analiz sonuçları farklı koşullara göre Tayvan Borsası ile ilgili çok sayıda portföy alternatifi sunmuştur.

Karabayır ve Doğanay (2010) tarafından yapılan çalışmada, İMKB’de işlem gören hisse senetlerinin risk-getiri bakımından kümelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada hiyerarşik kümeleme analizi kullanılırken hisse senetleri on kümeye ayrılmıştır. Analiz sonucunda yatırımcılara benzer hisse senetlerinin bir arada bulunduğu portföyler sunulmuştur.

Liao, Chu ve You (2011) tarafından yapılan çalışmada, Tayvan borsası ile döviz kurları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Analiz için Apriori algoritması tercih edilmiştir. Çalışmada, ABD Doları, Hong Kong Doları, Japon Yeni, Euro, Avustralya Doları, İsviçre Frangı, Tayland Bahtı, İsveç Kronu, İngiliz Sterlini, Kanada Doları, Singapur Doları, Yeni Zelanda Doları ve Güney Afrika Randı olmak üzere 13 döviz kuru ile Tayvan borsa endeksinden yararlanılmıştır. Araştırmada döviz kuru verileri E.

Sun Bank'tan elde edilmiştir. E. Sun Bank ve Tayvan Borsası Web sitesinden Haziran 2006'dan Aralık 2008'e kadar olan toplam 138 işlem günlük veri kullanılmıştır. Yapılan çalışma ile Tayvan borsası ile dövizlerden oluşan portföy alternatifleri sunulmuştur.

Na ve Sohn (2011) tarafından yapılan çalışmada birbiriyle ilişkili çeşitli dünya borsa endekslerinin zaman serisi verilerine dayanarak, veri madenciliği analizleriyle Kore Bileşik Hisse Senedi Fiyat Endeksi'ndeki (KOSPI) değişiklikler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Kore, ABD, Japonya, Çin, Tayvan, Hong Kong, İngiltere, Fransa ve Almanya borsalarının günlük kapanış verilerinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre KOSPI, ABD ve Avrupa'daki borsa endeksleri ile aynı yönde hareket etme eğilimindeyken, Hong Kong ve Japonya gibi diğer Doğu Asya ülkelerindekiler ile ters yönde hareket etme eğilimindedir.

Abdullah ve Rahaman (2012) tarafından yapılan çalışmada yatırımcılar için borsadaki fiyat hareketlerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırmada birliktelik analizi kullanılmıştır. Dakka (Bangladeş) Menkul Kıymetler Borsası'na ait teknik analiz göstergeleri belirleyici değişken olarak kullanılmıştır. Analiz sırasında dokuz değişken ve 23 hisse senedinden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda önerilen modelden %74 oranında bir doğruluk elde edilmiştir.

Voditel ve Deshpande (2013) tarafından gerçekleştirilen araştırmada Hindistan'a ilişkin borsa portföy tavsiyesi sistemi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada dört farklı endeks üzerinden birliktelik analizi algoritmaları kullanılarak incelemeler yapılmıştır. Portföy öneri sistemi hisse senetleri arasındaki korelasyonu tespit edip bir portföy oluşturmaya dayanmaktadır. Mevcut teknikler hisse bazlı al/sat önerileri ortaya koyarken, bu teknik portföy önerisinde bulunmaktadır. Çalışmada önerilen portföy getirileri ile Hindistan'ın en büyük beş yatırım fonunun getirileri karşılaştırılmış ve önerilen portföy getirilerinin daha fazla getiri sağladığı belirtilmiştir.

Kalfa ve Bekçioğlu (2013) tarafından yapılan çalışmada çimento, tekstil ve gıda sektöründe faaliyette bulunan ve İMKB 100'de işlem gören 42 şirketin kümelenmesi amaçlanmıştır. Analizde 2006-2011 yılları arasındaki on finansal göstergenin ortalamasından yararlanılmıştır. Çalışmada ilk olarak kümeleme analizi uygulanmış, daha sonra buradan elde edilen sonuçlar diskriminant analizi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda doğru sınıflandırma oranının %100 olduğu tespit edilmiştir.

Liao ve Chou (2013) tarafından yapılan çalışmada birliktelik ve kümeleme analizleri kullanılarak Tayvan, Çin ve Hong Kong borsalarından 30 borsa endeksi arasındaki birlikte hareket tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu endeksler Tayvan ve Hong Kog borsalarıyla birlikte Çin'den Shangai ve Shenzen borsalarına ilişkin, Haziran 2008 - Mart 2011 dönemine ilişkin 795 işlem gününe ait veriden oluşmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, Tayvan borsasının elektronik, finans ve sigorta ve TAIEX endeksleri arasında güçlü bir ortak hareket tespit edilmiştir. Öte yandan, Hong Kong borsası HIS endeksi ile gayrimenkul, telekomünikasyon ve finansal hizmetler hisse senedi endeksleri arasında açık bir ortak hareket görülmüştür. Çin borsalarından Shenzen'de, imalat, makine ve elektronik endeksleri, SZSE endeksi ile birlikte hareket etmektedir. Ayrıca, endüstriyel ürünler, enerji ve mali borsa endeksleri, Shangai borsası'nın SSE endeksi ile birlikte hareket etmektedir.

Arafah ve Mukhlash (2015) tarafından yapılan çalışmada, Endonezya'da borsa şirketleri arasındaki fiyat ilişkisini keşfetmek için ilişkilendirme kuralı madenciliği kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, 4 Ocak 2010'dan 30 Aralık 2014'e kadar beş yıllık günlük veriden oluşmaktadır. Elde edilen veriler Jakarta Bileşik Endeksi'nde (JCI) yer alan 10 en büyük şirketin hisse senedi ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada Endonezya'da işlem gören hisse senetleri arasındaki korelasyonu ortaya koymak adına Bulanık Apriori algoritmasından yararlanılmıştır. Yapılan analiz neticesinde birlikte hareket eden hisse senetleri ortaya konmuştur.

Prasanna ve Ezhilmaran (2016) tarafından yapılan araştırmada en uygun hisse senedi kuralının oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada Genel Apriori ve Gelişmiş Apriori uygulamalarından yararlanılırken kriter olarak hisse senedi fiyatlarının pivot noktası, hareketli ortalamaları, bağıl güç endeksi değerleri (RSI) ve yüzde değişim değerleri kullanılmıştır. Uygulama sırasında MATLAB programından yararlanılmıştır. Analiz sonucunda Gelişmiş Apriori algoritması ile elde edilen sonuçların Genel Apriori algoritması ile elde edilen sonuçlara göre daha etkili ve güvenilir sonuçlar ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

Jalpa ve Rustom (2017) tarafından yapılan çalışmanın amacı Hindistan Borsası'ndaki hisse senetleri arasındaki ilişkileri bulmak ve yatırımcılara fayda sağlayacak gün içi işlemlerden kurallar oluşturmaktır. Çalışmada kullanılacak veriler Ulusal Menkul Kıymetler Borsası'ndan elde edilirken, 1 Ocak 2010 ile 30 Eylül 2016 yılları arası gün sonu verileri baz alınmıştır. Kriter olarak tarih, kapanış fiyatı, açılış fiyatı, yüksek fiyat, düşük fiyat, kapanış fiyatı, ortalama fiyat, toplam işlem miktarı belirlenmiştir. Toplamda 1250 hisse senedinin verisi kullanılmıştır. Analiz sırasında Apriori ve FP Growth algoritmaları kullanılırken FP Growth algoritmasıyla elde edilen birliktelik kurallarının daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Gazel ve Akel (2018) tarafından yapılan araştırmada, Borsa İstanbul'da (BIST) yer alan hisse senetlerinin geçmiş fiyat verilerine göre kümelendiğinde aynı sektör içinde yer alıp almadığı analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada kümeleme analizi tekniklerinden olan Hiyerarşik Yığınsal Kümeleme ve Ward's algoritmasından yararlanılmıştır. Analizde kullanılmak adına BIST'te faaliyet gösteren ve çeşitli sektörlerde yer alan 70 farklı hisse senedine ait 22 Ekim 2012 ve 30 Kasım 2015 tarihleri arasındaki haftalık verilerden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda Ward's bağlantı tekniğinin diğer bağlantı tekniklerinden daha başarılı sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

Tekin (2018) tarafından yapılan çalışmada hisse senetlerinden oluşan bir portföy hazırlanması amaçlanmıştır. Çalışmada veri madenciliği tekniklerinden olan kümeleme analizi kullanılmıştır. Çalışmada 69 adet hisse senedi ele alınırken, Ward, K-Ortalamlar ve İki Adımlı Kümeleme yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sırasında kriter olarak finansal rasyolardan ve hisse senedi fiyatlarından yararlanılmıştır. Analiz sonucunda faydalı olacağı düşünülen kümeler ortaya konmuştur.

Ünsal (2020) tarafından yapılan çalışmada, veri madenciliği tekniklerinden yararlanılarak günlük fiyat değişikliklerine göre hisse senetleri arasındaki korelasyonların ortaya konması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada BIST'te işlem gören 408 hisse senedine ait 2019 yılı verilerinden yararlanılırken, kriter olarak kapanış fiyatı, fiyat değişimi ve günlük hacim verileri baz alınmıştır. Çalışmada K-Means ve Apriori algoritmalarından yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda birbiri ile en çok birlikte hareket eden hisse senetleri ortaya konmuştur.

Karaatlı vd. (2021) çalışmalarında Borsa İstanbul 30 endeksinde yer alan hisse senetleri ile çeşitli yatırım araçları ve makroekonomik değişkenleri birliktelik açısından analiz etmişlerdir. Araştırmada 2014-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık veri kullanılmıştır. Birliktelik analizlerinden FP-Growth algoritmasının kullanıldığı çalışmada bulunan en temel sonuç; Borsa İstanbul 30 Endeksi hisselerinden bankacılık endeksi hisselerinin birlikte hareket etmesidir.

### **3. VERİ MADENCİLİĞİ**

Veri madenciliği; ilişkisel veritabanı, veri ambarları, XML havuzları gibi büyük veri setlerinden önceden bilinmeyen ve potansiyel olarak yararlı bilgi veya kalıpları ortaya çıkarma sürecidir (Chen, vd., 1996: 867).

Veri madenciliği sürecinde yararlanılan modeller tahmin edici ve tanımlayıcı olmak üzere iki temel grup altında toplanmaktadır. Tahmin edici modeller, sonuçları önceden bilinen veri grubundan bir model ortaya koymayı ve ortaya konan bu modelden faydalanılarak sonuçları belli olmayan veri grupları için sonuç değerleri hakkında öngörüde bulunmayı amaçlamaktadır. Tanımlayıcı modeller ise, karar verme konusunda yol göstermesi için kullanılabilir elde bulunan verilerdeki örüntülerin ortaya konmasını sağlamaktadır. Veri madenciliği sürecinde yararlanılan teknikler;

- Sınıflandırma Analizleri
- Kümeleme Analizleri
- Birliktelik Kuralları

olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır. Sınıflandırma tahmin edici, kümeleme analizi ve birliktelik kuralları tanımlayıcı modellerdir. Çalışmada kullanılan birliktelik analizi ve algoritmaları aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Gaudioso, vd., 2012: 622).

#### **Birliktelik Kuralları Analizi**

Ürünler arasında bulunan ilişki, etkili pazarlama stratejileri belirleme ve karar verme esnasında kolaylık sağlamaktadır. Veri madenciliği sürecinde faydalanılan analiz tekniklerinden biri olan

birliktelik kuralları analizi, ürünler arasındaki korelasyonun belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ünsal, 2020: 109). Birliktelik kurallarının bulmanın amacı, birliktelik olarak adlandırılan birlikte gerçekleşme ilişkisini ortaya koymaktır (Prasanna ve Ezhilmaran, 2016: 5). Çalışmada birlikte hareket eden hisse senetleri arasında bulunan gizli örüntüler ve ilişkilerin ortaya çıkarılması sırasında birliktelik kuralları analizinden yararlanılmaktadır.

Birliktelik kuralları oluşturulması sürecinde destek (support) ve güven (confidence) olmak üzere iki ölçüt yer almaktadır. Birliktelik analizinde kullanılan destek ölçütü, oluşturulan kuralın geçtiği olay sayısının tüm olaylar sayısına oranı şeklinde ifade edilebilirken, bir diğer ölçüt olan güven ölçütü ise aynı yönde harekette bulunan öğelerin birbirine oranı şeklinde ifade edilmektedir. X ve Y olarak kabul edilen iki nesnenin birlikte hareket etme kuralı  $X \Rightarrow Y$  şeklinde sembolize edilmektedir. Meydana gelen kuralların başarısını ortaya koyan en önemli gösterge güven ölçütüdür. Bu ölçütlerin dışında birliktelik analizinde leverage, conviction ve lift göstergeleri de yer almaktadır (Ünsal, 2020: 109). Kullanılan ölçütlerin hesaplanma şekli Eşitlik 1, 2 ve 3'te gösterildiği gibidir (Deniz, 2018: 39):

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

$$\text{Güven Düzeyi} = \text{Confidence} = \frac{\text{frq}(X,Y)}{\text{frq}(X)} \quad (2)$$

$$\text{Birlikte Hareket Etme Katsayısı} = \text{Lift} = \frac{\text{support}}{\text{sup}(X) \times \text{sup}(Y)} \quad (3)$$

Birliktelik kuralları analizinde AIS (Agrawal, Imielinski ve Swami), SETM ((Houtsma ve Swami), Apriori (Agrawal ve Srikant), CARMA (Continuous Association Rule Mining Algorithm-Christian Hidber) gibi birçok algoritmadan yararlanılırken, bu çalışmada kullanılan FP-Growth algoritmasına aşağıda detaylı olarak yer verilmiştir.

#### **FP-Growth Algoritması**

Birliktelik kuralları tekniklerinden bir olan FP-Growth algoritması maliyetli bir işlem süreci olmadan sık görülen öğe kümelerinin madenciliğini yapan bir yöntem olarak geliştirilmiştir. FP-Growth algoritması, böl ve yönet prensibini benimsemektedir. Yöntem ilk olarak, sık öğeleri temsil eden veritabanını, öğe kümesi ilişkilendirme bilgilerini tutan bir sık model ağacına veya FP-ağacına sıkıştırmakta ve daha sonra sıkıştırılmış veritabanını, her biri sık kullanılan öğe veya "kalıp parçası" ile ilişkili bir dizi koşullu veritabanına bölmekte ve her veritabanını ayrı ayrı araştırmaktadır. FP-Growth algoritması her bir "kalıp parçası" için yalnızca ilişkili veri kümelerinin incelenmesi gerçekleştirmektedir. Bu nedenle bu yaklaşım, incelenen modellerin "büyümesi" ile birlikte aranacak veri setlerinin boyutunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Han ve Kamber, 2012: 257-259).

FP-Growth algoritmasında FP ağacı çıkarılırken her bir sık uzunluk modelinden başlanarak koşullu model tabanı oluşturulmaktadır. Daha sonra koşullu FP ağacı oluşturulmakta ve ağaç üzerinde iteratif işlemlere devam edilmektedir. FP-Growth yöntemi, uzun sık örüntüleri bulma problemini çok daha küçük koşullu veritabanlarında yinelemeli bir şekilde aramakta ve ardından son eki birleştirmektedir. En az sıklıkta olan öğeleri son ek olarak kullanmakta ve iyi bir seçicilik sunmaktadır. Bu yönüyle yöntem, arama maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. FP-Growth yönteminin hem uzun hem de kısa sık kalıpların madenciliği için verimli ve ölçeklenebilir olduğu ve Apriori algoritmasından daha hızlı olduğu bilinmektedir (Han ve Kamber, 2012: 257-259).

#### **4. UYGULAMA**

Türkiye'de halka açık şirketlerin hisse senetlerinin alınıp satıldığı tek organize piyasa Borsa İstanbul'dur. Borsa İstanbul hem yerli hem de yabancı yatırımcıların işlem gerçekleştirdiği uluslararası bir platformdur. Hisse senetlerinden kazanç sağlamanın iki yolu vardır. Bunlardan bir tanesi şirketlerin elde ettiği karın dağıtılmasıyla elde edilen kar payı, diğeri de hisse senedi fiyatının düşük fiyattan alınıp yüksek fiyattan satılmasıyla elde edilen gelirdir. Dolayısıyla hisse senetlerinin fiyat hareketleri ile ilgili yatırımcılara bilgi sağlayan, yatırımcıların karar almalarını kolaylaştıran analizler her zaman ilgi çekmiştir. Bu araştırma veri madenciliği sürecinde yararlanılan tekniklerinden biri olan birliktelik kuralları analizi ile fiyat değişimlerinde birbirlerine eşlik eden hisse senedi endekslerini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bu sayede benzer eğilimler göstererek birlikte hareket eden endekslerden oluşan

tablolar yatırımcıların ilgisini çekebilir. Birlikte hareket ettiği tespit edilen endekslerin portföy çeşitlendirmede kullanılması portföy riskini azaltmada başarı düzeyini aşağıya çekecektir. Ayrıca bir endekste meydana gelen hızlı yükseliş veya düşüş kendisini takip eden endekslerde de yaşanacaksa bu gelişme yatırımcılara pozisyon alma noktasında yardımcı olacaktır. Bu çalışmada Birliktelik Kuralları algoritmalarından FP-Growth Algoritması kullanılarak birlikte hareket eden endekslere ait kurallar ortaya konmaya çalışılmıştır.

### **Veri Seti**

Çalışmada Borsa İstanbul (BIST) verilerinden yararlanılmıştır. Toplamda 30 farklı endeks analize dahil edilmiştir. Veriler 4.11.2014 - 12.03.2021 dönemini kapsamaktadır. Veriler “Matriks Prime” adlı internet sitesinden günlük olarak temin edilmiş ve 1601 frekansta veriye yer verilmiştir. Çalışmada kullanılmış olan endeksler ve endekslere ait kodlar Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.**Çalışmada Kullanılan Endeksler ve Endeks Kodları

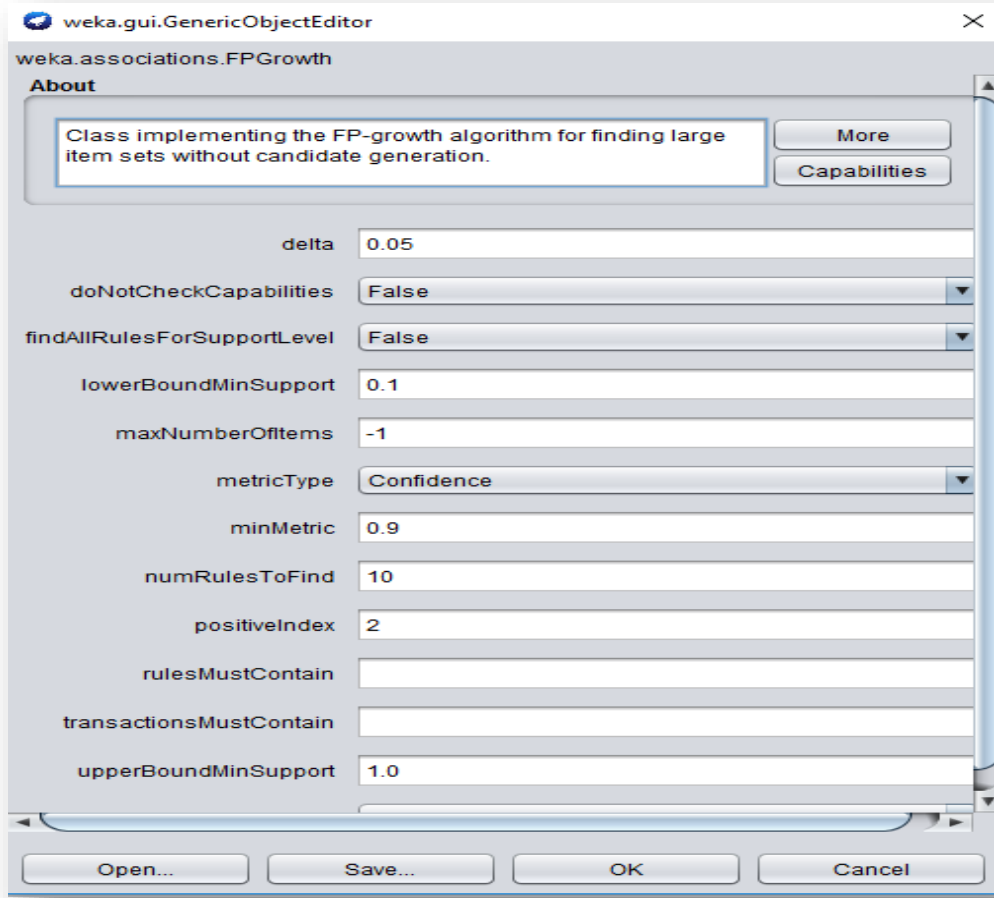
ENDEKS KODU	ENDEKS İSMİ	ENDEKS KODU	ENDEKS İSMİ
XU100	BIST 100	XTEKS	BIST TEKSTİL DERİ
XU030	BIST 30	XUHIZ	BIST HİZMETLER
XLBNK	BIST LİKİT BANKA	XELKT	BIST ELEKTRİK
X10XB	BIST BANKA DIŞI LİKİT 10	XILTM	BIST İLETİŞİM
XUTUM	BIST TUM	XINSA	BIST İNŞAAT
XTM25	BIST TEMETTÜ 25	XSPOR	BIST SPOR
XKURY	BIST KURUMSAL YÖNETİM	XTCRT	BIST TİCARET
XUSRD	BIST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	XTRZM	BIST TURİZM
XUSIN	BIST SINAİ	XULAS	BIST ULAŞTIRMA
XGIDA	BIST GIDA İÇECEK	XUMAL	BIST MALİ
XKMYA	BIST KİMYA PETROL LASTİK	XBANK	BIST BANKA
XMADN	BIST MADENCİLİK	XSGRT	BIST SİGORTA
XMANA	BIST METAL ANA	XHOLD	BIST HOLDİNG VE YATIRIM
XMESY	BIST METAL EŞYA MAKİNA	XGMYO	BIST GAYRİMENKUL YO
XKAGT	BIST ORMAN KAĞIT BASIM	XUTEK	BIST TEKNOLOJİ
XTAST	BIST TAŞ TOPRAK	XBLSM	BIST BİLİŞİM

Araştırma dönemine ilişkin verisi bulunan endeksler ve özellikle sektörel endeksler araştırma kapsamında incelenmiştir. Sektörel endeksler belli bir alanda faaliyet gösteren işletmelerden oluştuğu için hangi sektör endeksinin hangi sektör endeksine eşlik ettiği bilgisi yatırımcı için karar vermeyi kolaylaştıran değerli bir bilgidir.

### **Metodoloji**

Bu çalışmada veri madenciliği kapsamında birliktelik analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu analiz yapılırken FP-Growth Algoritması kullanılmıştır. “Matriks Prime” adlı internet sitesinden günlük olarak temin edilen veriler analize hazır hale getirilmiştir. Günlük veriler bir önceki günle kıyaslanmış artış görüldüğü durumlarda “1” değeri verilirken; azalış görüldüğü durumlarda ise “0” değeri verilmiştir. Daha sonra elde edilen veri seti, arff formatına çevrilip WEKA paket programına yüklenmiştir. Şekil 1’de kural sayısının belirlendiği WEKA arayüzü görülmektedir. Araştırma kapsamında iki grup analiz gerçekleştirilmiştir. Birinci grupta araştırmaya dahil edilen tüm endekslere yer verilirken ikinci grupta sadece sektör endeksleri analize dahil edilmiştir. Birinci grup analiz bulgularında BIST30, BIST50 ve BIST100 gibi gösterge endeksler birliktelik kurallarında çokça yer almıştır. Bilindiği gibi bu endeksler çok farklı sektörlerden hisse senetlerinden oluşabilmektedir. Sektörler arası birliktelik hareketlerini ortaya koyabilmek için ikinci grup analiz gerçekleştirilmiştir.

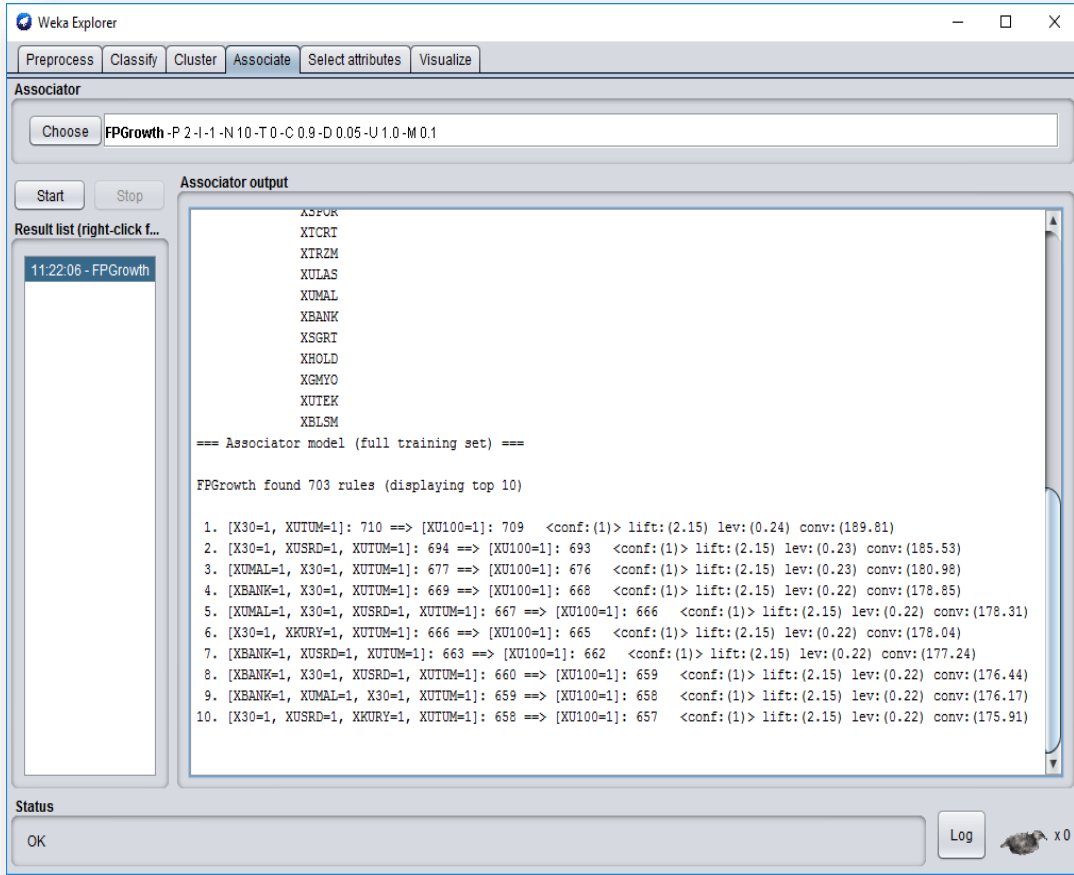
**Şekil 1.** WEKA Programı Algoritma ve Kural Sayısı Belirleme Arayüzü



Şekil 1’de yer alan ekranda, analiz sonucunda elde edilecek kuralların “confidence” değerine göre sıralanması istenmiş ve güven aralığı olarak %95 belirlenmiştir.

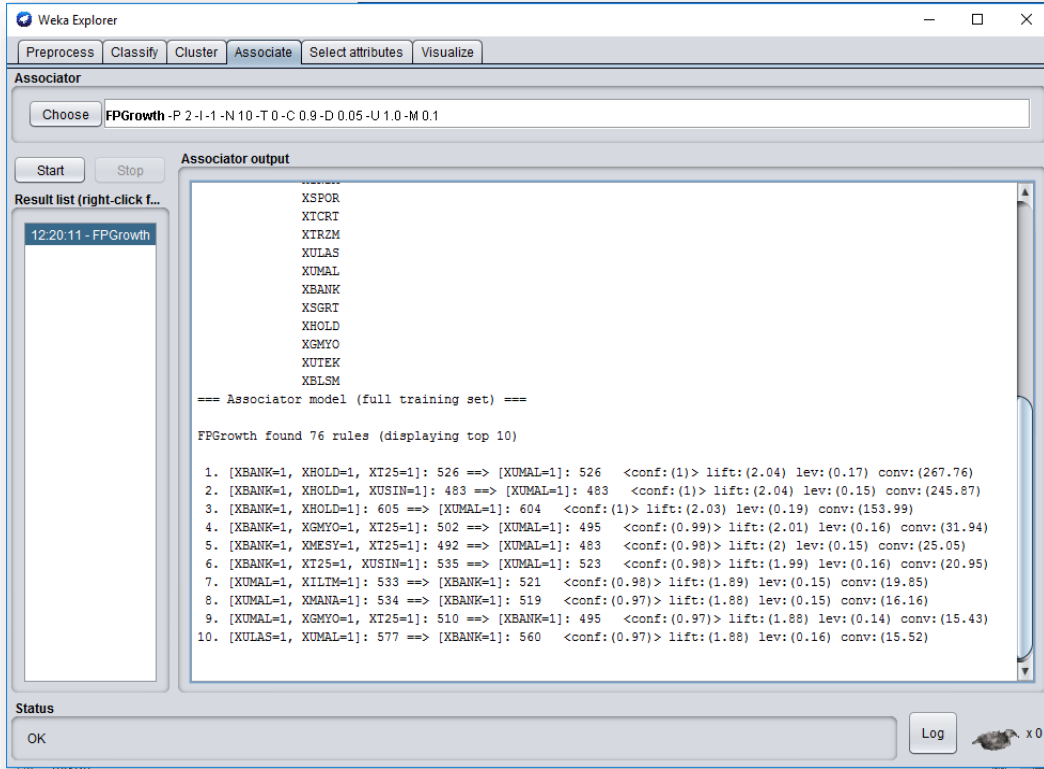


## 2. İlk Veri Seti İçin WEKA Sonuç Arayüzü



Şekil 2’de yer alan arayüzde ilk veri setinin analizi sonucunda elde edilen birliktelik kuralları yer almaktadır. Arayüzde görüldüğü gibi 703 kural bulunmuş ve ilk 10 tanesine de bu arayüzde yer verilmiştir. Analiz sonucunda %99 güven aralığında bakıldığında toplam 101 kural elde edilmiş ve bu sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Şekil 3. İkinci Veri Set İçin WEKA Sonuç Arayüzü



Şekil 3'te yer alan arayüzde XU100, XU030, XUTUM, XKURY ve XUSRD endekslerinin çıkarılmasıyla oluşturulan ikinci veri setinin analizi sonucunda elde edilen birliktelik kuralları yer almaktadır. Arayüzde görüldüğü gibi 76 kural bulunmuş ve ilk 10 tanesine bu arayüzde yer verilmiştir. Daha sonra %95 güven aralığında bakıldığında toplam 45 kural elde edilmiş ve bu sonuçlara bulgular kısmında yer alan Tablo 3'te yer verilmiştir.

### Bulgular

Çalışmada iki farklı veri setine yer verilirken iki farklı sonuç elde edilmiştir. Yapılan ilk analizde temel ve sektörel endeksler birlikte değerlendirilerek birliktelik kuralları elde edilmiştir. Burada toplamda 703 kural elde edilmiştir. %99 güven aralığı baz alındığında ise 101 adet kural elde edilmiş ve bu kurallar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tüm Endeksler İçin %99 Güven Aralığında Bulunan Birliktelik Kuralları

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf	Lift	Level	Conv.
1	[XU030=1, XUTUM=1]: 710 ==> [XU100=1]: 709	1.00	2.15	0.24	189.81
2	[XU030=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 694 ==> [XU100=1]: 693	1.00	2.15	0.23	185.53
3	[XUMAL=1, XU030=1, XUTUM=1]: 677 ==> [XU100=1]: 676	1.00	2.15	0.23	180.98
4	[XBANK=1, XU030=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XU100=1]: 668	1.00	2.15	0.22	178.85
5	[XUMAL=1, XU030=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 667 ==> [XU100=1]: 666	1.00	2.15	0.22	178.31
6	[XU030=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 666 ==> [XU100=1]: 665	1.00	2.15	0.22	178.04
7	[XBANK=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 663 ==> [XU100=1]: 662	1.00	2.15	0.22	177.24
8	[XBANK=1, XU030=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 660 ==> [XU100=1]: 659	1.00	2.15	0.22	176.44
9	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XUTUM=1]: 659 ==> [XU100=1]: 658	1.00	2.15	0.22	176.17

*Borsa İstanbul Endekslerinin Birlikte Hareketi: FP Growth Algoritması İle Bir Uygulama*

10	[XU030=1, XUSRD=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 658 ==> [XU100=1]: 657	1.00	2.15	0.22	175.91
11	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 653 ==> [XU100=1]: 652	1.00	2.15	0.22	174.57
12	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 651 ==> [XU100=1]: 650	1.00	2.15	0.22	174.03
13	[XUMAL=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 644 ==> [XU100=1]: 643	1.00	2.15	0.21	172.16
14	[XBANK=1, XUMAL=1, XU100=1]: 678 ==> [XU030=1]: 676	1.00	2.08	0.22	117.45
15	[XBANK=1, XUTUM=1]: 675 ==> [XU100=1]: 673	1.00	2.14	0.22	120.3
16	[XKURY=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU100=1]: 669	1.00	2.14	0.22	119.59
17	[XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU100=1]: 669	1.00	2.14	0.22	119.59
18	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1, XU100=1]: 670 ==> [XU030=1]: 668	1.00	2.08	0.22	116.06
19	[XBANK=1, XUMAL=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU100=1]: 660	1.00	2.14	0.22	117.98
20	[XUSRD=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU100=1]: 660	1.00	2.14	0.22	117.98
21	[XBANK=1, XUMAL=1, XU100=1, XUTUM=1]: 660 ==> [XU030=1]: 658	1.00	2.08	0.21	114.33
22	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 653 ==> [XU030=1]: 651	1.00	2.08	0.21	113.12
23	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1, XU100=1, XUTUM=1]: 652 ==> [XU030=1]: 650	1.00	2.08	0.21	112.94
24	[XUSRD=1, XUTUM=1]: 701 ==> [XU100=1]: 698	1.00	2.14	0.23	93.7
25	[XUMAL=1, XUSRD=1, XU100=1]: 687 ==> [XU030=1]: 684	1.00	2.07	0.22	89.25
26	[XUMAL=1, XUTUM=1]: 683 ==> [XU100=1]: 680	1.00	2.14	0.23	91.29
27	[XBANK=1, XUSRD=1, XU100=1]: 683 ==> [XU030=1]: 680	1.00	2.07	0.22	88.73
28	[XUMAL=1, XUSRD=1, XU100=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XU030=1]: 666	1.00	2.07	0.22	86.92
29	[XBANK=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 663 ==> [XU030=1]: 660	1.00	2.07	0.21	86.14
30	[XBANK=1, XUMAL=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU030=1]: 659	1.00	2.07	0.21	86.01
31	[XBANK=1, XUSRD=1, XU100=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU030=1]: 659	1.00	2.07	0.21	86.01
32	[XUSRD=1, XU100=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 660 ==> [XU030=1]: 657	1.00	2.07	0.21	85.75
33	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 653 ==> [XU030=1, XU100=1]: 650	1.00	2.17	0.22	88.3
34	[XUMAL=1, XU100=1, XKURY=1]: 652 ==> [XU030=1]: 649	1.00	2.07	0.21	84.71
35	[XBANK=1, XU100=1, XKURY=1]: 650 ==> [XU030=1]: 647	1.00	2.07	0.21	84.45
36	[XUMAL=1, XUSRD=1, XU100=1, XKURY=1]: 646 ==> [XU030=1]: 643	1.00	2.07	0.21	83.93
37	[XUMAL=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 644 ==> [XU030=1]: 641	1.00	2.07	0.21	83.67
38	[XUMAL=1, XU100=1]: 698 ==> [XU030=1]: 694	0.99	2.07	0.22	72.55
39	[XUMAL=1, XU100=1, XUTUM=1]: 680 ==> [XU030=1]: 676	0.99	2.07	0.22	70.68
40	[XUSRD=1, XU100=1, XKURY=1]: 674 ==> [XU030=1]: 670	0.99	2.07	0.22	70.05
41	[XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU030=1]: 667	0.99	2.07	0.22	69.74
42	[XU100=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XU030=1]: 665	0.99	2.07	0.21	69.53
43	[XBANK=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 663 ==> [XU030=1, XU100=1]: 659	0.99	2.17	0.22	71.72
44	[XUSRD=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU030=1]: 658	0.99	2.07	0.21	68.8
45	[XBANK=1, XUMAL=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU030=1, XU100=1]: 658	0.99	2.17	0.22	71.62
46	[XUSRD=1, XU100=1, XUTUM=1]: 698 ==> [XU030=1]: 693	0.99	2.07	0.22	60.46
47	[XBANK=1, XU100=1]: 696 ==> [XU030=1]: 691	0.99	2.07	0.22	60.28
48	[XU100=1, XKURY=1]: 685 ==> [XU030=1]: 680	0.99	2.07	0.22	59.33
49	[XBANK=1, XU100=1, XUTUM=1]: 673 ==> [XU030=1]: 668	0.99	2.07	0.22	58.29
50	[XKURY=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU030=1]: 666	0.99	2.07	0.21	58.12
51	[XUMAL=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU030=1, XU100=1]: 666	0.99	2.16	0.22	60.49
52	[XUSRD=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XU030=1, XU100=1]: 657	0.99	2.16	0.22	59.68
53	[XUMAL=1, XU030=1, XUSRD=1, XKURY=1]: 648 ==> [XU100=1]: 643	0.99	2.13	0.21	57.74
54	[XUTUM=1]: 723 ==> [XU100=1]: 717	0.99	2.13	0.24	55.22
55	[XUMAL=1, XUTUM=1]: 683 ==> [XU030=1]: 677	0.99	2.06	0.22	50.71
56	[XU030=1, XUSRD=1, XKURY=1]: 676 ==> [XU100=1]: 670	0.99	2.13	0.22	51.63
57	[XBANK=1, XUTUM=1]: 675 ==> [XU030=1]: 669	0.99	2.06	0.22	50.11

*Borsa İstanbul Endekslerinin Birlikte Hareketi: FP Growth Algoritması İle Bir Uygulama*

58	[XKURY=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XU030=1, XU100=1]: 665	0.99	2.16	0.22	51.85
59	[XUMAL=1, XU100=1, XKURY=1]: 652 ==> [XUSRD=1]: 646	0.99	2.08	0.21	48.87
60	[XUMAL=1, XU030=1, XU100=1, XKURY=1]: 649 ==> [XUSRD=1]: 643	0.99	2.08	0.21	48.64
61	[XUSRD=1, XU100=1]: 724 ==> [XU030=1]: 717	0.99	2.06	0.23	47.03
62	[XUSRD=1, XUTUM=1]: 701 ==> [XU030=1]: 694	0.99	2.06	0.22	45.54
63	[XUMAL=1, XUTUM=1]: 683 ==> [XU030=1, XU100=1]: 676	0.99	2.16	0.23	46.18
64	[XBANK=1, XUTUM=1]: 675 ==> [XU030=1, XU100=1]: 668	0.99	2.16	0.22	45.64
65	[XBANK=1, XUSRD=1, XKURY=1]: 653 ==> [XU030=1]: 646	0.99	2.06	0.21	42.42
66	[XU100=1, XUTUM=1]: 717 ==> [XU030=1]: 709	0.99	2.06	0.23	41.4
67	[XUSRD=1, XUTUM=1]: 701 ==> [XU030=1, XU100=1]: 693	0.99	2.15	0.23	42.13
68	[XBANK=1, XUMAL=1, XU100=1]: 678 ==> [XUSRD=1]: 670	0.99	2.08	0.22	39.53
69	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XU100=1]: 676 ==> [XUSRD=1]: 668	0.99	2.08	0.22	39.41
70	[XU030=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 666 ==> [XUSRD=1]: 658	0.99	2.08	0.21	38.83
71	[XU030=1, XU100=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 665 ==> [XUSRD=1]: 657	0.99	2.08	0.21	38.77
72	[XBANK=1, XUMAL=1, XU100=1, XUTUM=1]: 660 ==> [XUSRD=1]: 652	0.99	2.08	0.21	38.48
73	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XUTUM=1]: 659 ==> [XUSRD=1]: 651	0.99	2.08	0.21	38.42
74	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XU100=1, XUTUM=1]: 658 ==> [XUSRD=1]: 650	0.99	2.08	0.21	38.36
75	[XUMAL=1, XU030=1, XKURY=1]: 657 ==> [XU100=1]: 649	0.99	2.12	0.21	39.03
76	[XUMAL=1, XUSRD=1, XKURY=1]: 656 ==> [XU030=1]: 648	0.99	2.06	0.21	37.88
77	[XBANK=1, XU030=1, XKURY=1]: 655 ==> [XU100=1]: 647	0.99	2.12	0.21	38.91
78	[XBANK=1, XU100=1, XKURY=1]: 650 ==> [XUSRD=1]: 642	0.99	2.08	0.21	37.89
79	[XKURY=1, XUTUM=1]: 671 ==> [XUSRD=1]: 662	0.99	2.08	0.21	35.21
80	[XU100=1]: 745 ==> [XU030=1]: 735	0.99	2.05	0.24	35.2
81	[XBANK=1, XU030=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XUSRD=1]: 660	0.99	2.08	0.21	35.1
82	[XU100=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XUSRD=1]: 660	0.99	2.08	0.21	35.1
83	[XBANK=1, XU030=1, XU100=1, XUTUM=1]: 668 ==> [XUSRD=1]: 659	0.99	2.08	0.21	35.05
84	[XU030=1, XKURY=1, XUTUM=1]: 666 ==> [XUSRD=1, XU100=1]: 657	0.99	2.18	0.22	36.48
85	[XBANK=1, XUMAL=1, XUTUM=1]: 662 ==> [XUSRD=1]: 653	0.99	2.08	0.21	34.73
86	[XBANK=1, XU030=1, XUSRD=1, XUTUM=1]: 660 ==> [XUMAL=1]: 651	0.99	2.01	0.2	33.6
87	[XBANK=1, XUMAL=1, XU030=1, XUTUM=1]: 659 ==> [XUSRD=1, XU100=1]: 650	0.99	2.18	0.22	36.1
88	[XBANK=1, XU030=1, XUSRD=1, XU100=1, XUTUM=1]: 659 ==> [XUMAL=1]: 650	0.99	2.01	0.2	33.55
89	[XUMAL=1, XU030=1, XKURY=1]: 657 ==> [XUSRD=1]: 648	0.99	2.07	0.21	34.47
90	[XBANK=1, XU030=1, XKURY=1]: 655 ==> [XUSRD=1]: 646	0.99	2.07	0.21	34.37
91	[XUMAL=1, XU100=1, XKURY=1]: 652 ==> [XUTUM=1]: 643	0.99	2.18	0.22	35.76
92	[XUMAL=1, XU100=1, XKURY=1]: 652 ==> [XU030=1, XUSRD=1]: 643	0.99	2.16	0.22	35.43
93	[XUMAL=1, XU030=1, XU100=1]: 694 ==> [XUSRD=1]: 684	0.99	2.07	0.22	33.1
94	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSRD=1]: 690 ==> [XU030=1]: 680	0.99	2.05	0.22	32.6
95	[XU030=1, XU100=1, XKURY=1]: 680 ==> [XUSRD=1]: 670	0.99	2.07	0.22	32.43
96	[XBANK=1, XUMAL=1, XU100=1]: 678 ==> [XU030=1, XUSRD=1]: 668	0.99	2.16	0.22	33.49
97	[XUMAL=1, XU030=1, XUTUM=1]: 677 ==> [XUSRD=1]: 667	0.99	2.07	0.22	32.29
98	[XUMAL=1, XU030=1, XU100=1, XUTUM=1]: 676 ==> [XUSRD=1]: 666	0.99	2.07	0.22	32.24
99	[XBANK=1, XU030=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XUMAL=1]: 659	0.99	2.01	0.21	30.96
100	[XBANK=1, XU030=1, XUTUM=1]: 669 ==> [XUSRD=1, XU100=1]: 659	0.99	2.18	0.22	33.32
101	[XBANK=1, XU030=1, XU100=1, XUTUM=1]: 668 ==> [XUMAL=1]: 658	0.99	2.01	0.21	30.91

(Conf: güven düzeyini, lift: birlikte hareket etme katsayısı, lev: kaldıraç etkisini ve Conv: ilişki düzeyini göstermektedir.)

Tabloda yer alan birliktelik kurallarının ilk 37'si %100 güven düzeyinde, diğerleri ise %99 güven düzeyindedir. Birinci birliktelik kuralına baktığımızda, toplam 1601 günlük süreçte, Borsa İstanbul 30 Endeksi (XU030) ile Borsa İstanbul Tüm Endeksi (XUTUM) 710 gün birlikte hareket etmiştir. Bu birlikte harekete Borsa İstanbul 100 (XU100) endeksi 709 gün eşlik etmiştir. Bu kuralın güven ölçütü, 709/710 işlemi sonucu %100 olarak hesaplanmıştır. Birliktelik kuralının üstün yani; kısa veya uzun vadeli nedensellik ilişkisini aramadan çok endekslerin finans piyasalarını ilgilendiren gelişmelere verdiği eş zamanlı tepkinin yansımasıdır (Karaatlı vd. 2021). Bu birlikte hareket kendi içinde tutarlıdır. Çünkü XU100 endeksi XU030 endeksinde yer alan hisse senetlerini kapsamaktadır, XUTUM endeksi de XU100 endeksinde yer alan hisse senetlerini kapsamaktadır. Dolayısıyla birlikte hareketleri, her zaman benzer olmak zorunda olmasa da, doğaldır. İkinci birliktelik kuralında birinci kuralda yer alan endekslere ilave olarak sürdürülebilirlik endeksi de yer almıştır. Üçüncü birliktelik kuralında XU030, XU100 ve XUTUM endekslerine Mali Endeks eşlik ederken, dördüncü kuralda da Bankacılık Endeksi eşlik etmiştir. Sektör endeksleri olarak bankacılık ve mali endeks, Borsa İstanbul'un gösterge endeksleri diyebileceğimiz XU030 ve XU100 endekslerindeki değişimlere eşlik etmiştir. Araştırma kapsamında 30 endeks yer almasına rağmen, %100 güven düzeyine sahip ilk 37 birliktelik kuralında 7 endeks yer almıştır. Bu endeksler XU030, XUTUM, XU100, XUSR, XUMAL, XBANK ve XKURY'dir.

Çalışmanın ikinci aşamasında XU100, XU030, XUTUM, XKURY ve XUSR endeksleri analizden çıkartılarak sadece sektör endekslerinin bulunduğu bir analiz daha yapılmıştır. Burada amaç sektörel anlamda karma endeksleri analiz dışında tutarak sektörler arası birlikte hareketi ortaya koymaktır. Analiz sonucunda elde edilen kurallara Tablo 3'te yer verilmiştir.

**Tablo 3.** Sektörel Endeksler İçin %95 Güven Aralığında Bulunan Birliktelik Kuralları

Sıra	Birliktelik Kuralları	Conf	Lift	Level	Conv.
1	[XBANK=1, XHOLD=1, XTM25=1]: 526 ==> [XUMAL=1]: 526	1.00	2.04	0.17	267.76
2	[XBANK=1, XHOLD=1, XUSIN=1]: 483 ==> [XUMAL=1]: 483	1.00	2.04	0.15	245.87
3	[XBANK=1, XHOLD=1]: 605 ==> [XUMAL=1]: 604	1.00	2.03	0.19	153.99
4	[XBANK=1, XGMYO=1, XTM25=1]: 502 ==> [XUMAL=1]: 495	0.99	2.01	0.16	31.94
5	[XBANK=1, XMESY=1, XTM25=1]: 492 ==> [XUMAL=1]: 483	0.98	2.00	0.15	25.05
6	[XBANK=1, XTM25=1, XUSIN=1]: 535 ==> [XUMAL=1]: 523	0.98	1.99	0.16	20.95
7	[XUMAL=1, XILTM=1]: 533 ==> [XBANK=1]: 521	0.98	1.89	0.15	19.85
8	[XUMAL=1, XMANA=1]: 534 ==> [XBANK=1]: 519	0.97	1.88	0.15	16.16
9	[XUMAL=1, XGMYO=1, XTM25=1]: 510 ==> [XBANK=1]: 495	0.97	1.88	0.14	15.43
10	[XULAS=1, XUMAL=1]: 577 ==> [XBANK=1]: 560	0.97	1.88	0.16	15.52
11	[XUMAL=1, XTM25=1, XUSIN=1]: 539 ==> [XBANK=1]: 523	0.97	1.88	0.15	15.35
12	[XBANK=1, XMANA=1, XTM25=1]: 500 ==> [XUMAL=1]: 485	0.97	1.98	0.15	15.91
13	[XUMAL=1, XMANA=1, XTM25=1]: 500 ==> [XBANK=1]: 485	0.97	1.88	0.14	15.13
14	[XUMAL=1, XTM25=1]: 632 ==> [XBANK=1]: 613	0.97	1.88	0.18	15.30
15	[XBANK=1, XUSIN=1]: 565 ==> [XUMAL=1]: 548	0.97	1.98	0.17	15.98
16	[XUMAL=1, XMESY=1, XTM25=1]: 498 ==> [XBANK=1]: 483	0.97	1.88	0.14	15.07
17	[XUMAL=1, XUHZ=1]: 559 ==> [XBANK=1]: 542	0.97	1.88	0.16	15.03
18	[XUMAL=1, XMESY=1]: 551 ==> [XBANK=1]: 534	0.97	1.88	0.16	14.82
19	[XUMAL=1, XUTEK=1]: 545 ==> [XBANK=1]: 528	0.97	1.88	0.15	14.66
20	[XBANK=1, XTM25=1]: 633 ==> [XUMAL=1]: 613	0.97	1.97	0.19	15.34
21	[XUMAL=1, XHOLD=1, XTM25=1]: 544 ==> [XBANK=1]: 526	0.97	1.87	0.15	13.86

22	[XUMAL=1, XKMYA=1]: 516 ==> [XBANK=1]: 498	0.97	1.87	0.14	13.15
23	[XUMAL=1, XTMAST=1]: 543 ==> [XBANK=1]: 524	0.97	1.87	0.15	13.14
24	[XUMAL=1, XUSIN=1]: 568 ==> [XBANK=1]: 548	0.96	1.87	0.16	13.09
25	[XBANK=1, XGMYO=1]: 587 ==> [XUMAL=1]: 566	0.96	1.96	0.17	13.58
26	[XUMAL=1, XHOLD=1, XUSIN=1]: 501 ==> [XBANK=1]: 483	0.96	1.87	0.14	12.76
27	[XUMAL=1, XTMEKS=1]: 512 ==> [XBANK=1]: 493	0.96	1.87	0.14	12.39
28	[XUMAL=1, XKAGT=1]: 533 ==> [XBANK=1]: 513	0.96	1.87	0.15	12.29
29	[XUMAL=1, XGIDA=1]: 518 ==> [XBANK=1]: 498	0.96	1.86	0.14	11.94
30	[XBANK=1, XKAGT=1]: 534 ==> [XUMAL=1]: 513	0.96	1.96	0.16	12.36
31	[XBANK=1, XMESY=1]: 556 ==> [XUMAL=1]: 534	0.96	1.96	0.16	12.31
32	[XUMAL=1, XELKT=1]: 549 ==> [XBANK=1]: 527	0.96	1.86	0.15	11.55
33	[XUMAL=1, XGMYO=1]: 590 ==> [XBANK=1]: 566	0.96	1.86	0.16	11.42
34	[XUMAL=1]: 786 ==> [XBANK=1]: 753	0.96	1.86	0.22	11.19
35	[XBANK=1, XTMAST=1]: 547 ==> [XUMAL=1]: 524	0.96	1.95	0.16	11.60
36	[XUMAL=1, XBLSM=1]: 515 ==> [XBANK=1]: 493	0.96	1.86	0.14	10.84
37	[XBANK=1, XKMYA=1]: 521 ==> [XUMAL=1]: 498	0.96	1.95	0.15	11.05
38	[XBANK=1, XELKT=1]: 552 ==> [XUMAL=1]: 527	0.95	1.94	0.16	10.81
39	[XBANK=1, XUMAL=1, XUSIN=1]: 548 ==> [XTM25=1]: 523	0.95	2.11	0.17	11.55
40	[XBANK=1, XUHIZ=1]: 568 ==> [XUMAL=1]: 542	0.95	1.94	0.16	10.71
41	[XUMAL=1, XHOLD=1]: 634 ==> [XBANK=1]: 604	0.95	1.85	0.17	9.90
42	[XBANK=1, XULAS=1]: 589 ==> [XUMAL=1]: 560	0.95	1.94	0.17	9.99
43	[XUMAL=1, XUSIN=1]: 568 ==> [XTM25=1]: 539	0.95	2.10	0.18	10.37
44	[XBANK=1, XMANA=1]: 548 ==> [XUMAL=1]: 519	0.95	1.93	0.16	9.30
45	[XBANK=1, XUSIN=1]: 565 ==> [XTM25=1]: 535	0.95	2.09	0.17	9.98

XU100, XU030, XUTUM, XKURY ve XUSRD endeksleri analizden çıkartıldığında %95 güven aralığında elde edilen sonuçlar Tablo 3'te gösterildiği gibidir. Tablo 3'teki 45 kurala bakıldığında XUMAL endeksinin 24, XBANK endeksinin ise 20 kuralda yer aldığı görülmektedir. Üç adet endeksin birlikte hareket ettiği kural sayısı 11, iki farklı endeksin birlikte hareket ettiği kural sayısı 33'tür. Tablo 3'te 34. sırada yer alan kurala bakıldığında ise, XUMAL ile XBANK arasında birliktelik kuralı tespit edilmiştir. Bu kural en yüksek frekasin bulunduğu kuraldır. 1501 günün 753'ünde XUMAL ve XBANK endeksleri birlikte hareket etmektedir. Elde edilen birliktelik kurallarına bakıldığında ilk üç kuralın güven değeri 1.00 olarak bulunmuştur. İlk kurala bakıldığında XBANK, XHOLD ve XTM25 endeksleri 526 kez birlikte hareket ederken, XUMAL endeksi de 526 kez bu endekslere eşlik etmiştir. İkinci kurala bakıldığında XBANK, XHOLD, XUSIN endeksleri yine XUMAL endeksi ile birlikte hareket ederken bu birliktelik 483 kez gerçekleşmiştir. Üçüncü kuralda ise, XBANK ve XHOLD endeksleri 605 kez birlikte hareket etmiş, XUMAL endeksi ise bu birlikteliğin 604'ünde bu endekslere eşlik etmiştir. Bu bölümde yer alan her kuralda ya XBANK ya da XUMAL endeksi bulunmaktadır. Ayrıca 45 kuralın 43 tanesinde iki endeks birlikte yer almaktadır. Bu iki endeks arasında önemli ölçüde birlikte hareketten söz edilebilir. Göze çarpan diğer birlikteliklere gelince; 45 birliktelik kuralının 13 tanesinde XTM25 (Temettü 25) Endeksi XBANK ve XUMAL endeksleriyle birlikte hareket etmektedir. Ayrıca 1 kuralda XUMAL ve XUSIN endeksleriyle, 1 kuralda da XBANK ve XUSIN endeksleriyle birliktelik görülmektedir. 45 kuralın 9 tanesinde Borsa İstanbul Sınai Endeksi (XUSIN) yer almaktadır. Bunların 6 tanesinde XBANK ve XUMAL ile birliktedir. Yani bankacılık ve mali endeksteği değişimlere sınai endeks de benzer tepkiyi vermiştir. Yine 6 kuralda Borsa İstanbul Holding ve Yatırım Endeksi, XBANK ve XUMAL endeksleriyle birlikte yer almıştır.

## 5. SONUÇ

Popüler bir yatırım aracı olan hisse senetleri, yatırımcılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak yatırımcıların karar almaları kolaylaştırılmaktadır. Veri madenciliği kapsamında birliktelik analizi de bunlardan biridir. Bu çalışmada Borsa İstanbul Pay Piyasası'nda yer alan otuz farklı endeks analize dahil edilerek, hangi endekslerin birlikte hareket ettiği birliktelik analizi yardımıyla ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen temel sonuçlardan biri; Borsa İstanbul 30 Endeksi (XU030) ile Borsa İstanbul Tüm Endeksi (XUTUM) 710 gün birlikte hareket etmesidir. Bu harekete Borsa İstanbul 100 endeksi 709 gün eşlik etmiştir. Analizde elde edilen ikinci birliktelik kuralında birinci kuralda yer alan değişkenlere ilave olarak sürdürülebilirlik endeksi de yer almıştır. Bir sonraki kuralda XU030, XU100 ve XUTUM endekslerine Mali Endeks eşlik ederken, dördüncü kuralda da Bankacılık Endeksi katılmıştır. Sektör endeksleri olarak bankacılık ve mali endeks, Borsa İstanbul'un göstere endeksleri diyebileceğimiz XU030 ve XU100 endekslerindeki değişimlere eşlik etmiştir. Araştırma kapsamında 30 endeks yer almasına rağmen, %100 güven düzeyine sahip ilk 37 birliktelik kuralında 7 endeks; XU030, XUTUM, XU100, XUSRD, XUMAL, XBANK ve XKURY'dir. yer almıştır. Bu endeksler arasında baskın bir birlikte hareketten söz edilebilir.

İkinci aşamada sektör endeksleri üzerine bir analiz gerçekleştirilmiştir. Burada XBANK ve XUMAL endeksleri arasında çok belirgin bir birliktelik göze çarpmaktadır. 34. sırada yer alan kurala bakıldığında ise, XUMAL ile XBANK arasında birliktelik kuralı tespit edilmiştir. Bu kural en yüksek frekansı bulduğu kuraldır. 1501 günün 753'ünde XUMAL ve XBANK endeksleri birlikte hareket etmektedir. Bu bölümde yer alan her kuralda ya XBANK ya da XUMAL endeksi bulunmaktadır. Ayrıca 45 kuralın 43 tanesinde iki endeks birlikte yer almaktadır. Bu iki endeks arasında önemli ölçüde birlikte hareketten söz edilebilir. Ayrıca XTM25, XUSIN ve XHOLD endeksleri ile XBANK ve XUMAL endekslerinin birlikte hareketi dikkat çekicidir. 45 kuralın 9 tanesinde Borsa İstanbul Sınai Endeksi (XUSIN) yer almaktadır. Bunların 6 tanesinde XBANK ve XUMAL ile birlikte yer almaktadır. Yani bankacılık ve mali endeksteği değişimlere sınai endeks de benzer tepkiyi vermiştir. Yine 6 kuralda Borsa İstanbul Holding ve Yatırım Endeksi, XBANK ve XUMAL endeksleriyle birlikte yer almıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında bireysel ve kurumsal yatırımcılar portföy çeşitlendirmesi yaparken benzer hareketi sergilemeyen endekslerde yer alan hisse senetlerini kullanabilirler. Örneğin XBANK ve XUMAL endeksleri portföy çeşitlendirme açısından başarılı sonuçlar vermeyebilir. Ayrıca ekonomik sonuç doğurabilecek olaylara hızlı tepki veren bir endeksi birlikte hareket ettiği diğer endekslerin takip etmesi beklentisiyle, yatırımcılar kazanç elde imkanı bulacaktır. Örneğin Borsa İstanbul 30 endeksinde başlayan yukarı yönlü hareketin Borsa İstanbul 100 Endeksi'ne ve Borsa İstanbul Tüm Endeksi'ne yayılacağı düşünülebilir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda gün içi verilerle hisse senedi bazlı araştırmalar gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Abdullah, S. S. - Rahaman, M. S. (2012), "Stock Market Prediction Model Using TPWS and Association Rules Mining", 2012 15<sup>th</sup> International Conference on Computer and Information Technology (ICIT), ss.390-395.
- Arafah, A. A. - Mukhlash, I. (2015), "The Application of Fuzzy Association Rule on Co-Movement Analyze of Indonesian Stock Price", Procedia Computer Science 59, ss.235-243.
- Chen, M. S. - Han, J. - Yu, P. S. (1996), "Data Mining: An Overview From a Database Perspective", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 8(6), ss.866-883.
- Deniz, S. S. (2018), "FP-Growth Algoritması – WEKA Uygulaması", International Journal on Mathematic, Engineering and Naturel Sciences 6, ss.38-44.
- Gazel, S. - Akel, V. (2018), "Borsa İstanbul'da Sektör Sınıflandırmasının Kümeleme Analizi İle Belirlenmesi", Muhasebe ve Finansman Dergisi, Ocak, ss.147-164.
- Gaudioso, E. - Montero, M. - Olmo, F. H. (2012), "Supporting Teachers in Adaptive Educational Systems Through Predictive Models: A Proof of Concept", Expert Systems with Applications 39, ss.621-625.

- Han, J. - Kamber, M. (2012), *Data Mining Concept and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, (Third Edition), USA.
- Hsieh, Y. L. - Yang, D. L. - Wu, J. (2006), "Using Data Mining to Study Upstream and Downstream Causal Relationship in the Stock Market", *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Joint International Conference on Information Sciences*, ss.1-4.
- Jalpa, P. P. - Rustom, M. D. (2017), "A Novel Hybrid Method for Generating Association Rules for Stock Market Data", *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science 3<sup>rd</sup> Special Issue on Engineering and Technology* 6(7), ss.6-15.
- Kalfa, V. R. - Bekçioğlu, S. (2013), "İMKB'de İşlem Gören Gıda, Tekstil ve Çimento Sektörü Şirketlerinin Finansal Oranlar Yardımıyla Kümelenmesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, EYİ 2013 Özel Sayısı, ss.441-464.
- Karaatlı, M. - Kocabıyık, T. - Yalçınmer Çal, D. - Çolak, M. (2021), "BIST-30 Endeksinde Yer Alan Payların Ortak Hareketlerinin Veri Madenciliği Kapsamında Birliktelik Kuralı İle İncelenmesi", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13 (25), ss.548-571.
- Karabayır, M. E. - Doğanay, M. (2010), "Kümeleme Analizi İle Portföy Seçimi: İMKB-100 Endeksi Üzerine Bir Çalışma", *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi* 2, ss.160-179.
- Liao, S. H. - Chou, S. Y. (2013), "Data Mining Investigation of Co-Movements on the Taiwan and China Stock Markets for Future Investments Portfolio", *Expert System with Application* 40, ss.1542-1554.
- Liao, S. H. - Chu, P. H. - You, Y. L. (2011), "Mining the Co-Movement Between Foreign Exchange Rates and Category Stock Index in the Taiwan Financial Capital Market", *Expert System with Application* 38, ss.4608-4617.
- Liao, S. H. - Ho, H. H. - Lin, H. W. (2008), "Mining Stock Category Association and Cluster on Taiwan Stock Market", *Expert System with Application* 35, ss.19-29.
- Na, S. H. - Sohn, S. Y. (2011), "Forecasting Changes in Korea Composite Stock Price Index (KOSPI) Using Association Rules. *Expert System with Applications* 38, 9046-9049.
- Prasanna, S. & Ezhilmaran, D. (2016), "Association Rule Mining Using Enhanced Apriori with Modified GA for Stock Prediction", *International Journal Data Mining, Modelling and Management, International Journal of Data Mining, Modelling and Management*, 8(2), ss.1-13.
- Tekin, B. (2018), "Ward, K-Ortalamlar ve İki Adımlı Kümeleme Analizi İle Finansal Göstergeler Temelinde Hisse Senedi Tercihini", *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), ss.401-436.
- Ünsal, Ö. (2020), "Veri Madenciliği Teknikleri İle Hisse Senetleri Arasındaki Fiyat Etkileşimlerinin Belirlenmesi", *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(5), ss.106-112.
- Voditel, P. P. - Deshpande, U. (2013), "A Stock Market Portfolio Recommender System Based on Association Rule Mining", *Applied Soft Computing* 13, ss.1055-163.