



## SEÇİLİ KRİPTO PARALARDA KÜMELEME ANALİZİ

Öğr.Gör. İlker İbrahim Avşar

[avsar@gantep.edu.tr](mailto:avsar@gantep.edu.tr)

Orcid: 0000-0003-2991-380X

Prof.Dr. Zehra Vildan Serin

[zvildan.serin@hku.edu.tr](mailto:zvildan.serin@hku.edu.tr)

Orcid: 0000-0002-5514-7910

**Öz:** Para, günlük hayatımızda çok önemli bir yere sahiptir. Günümüze kadar çok farklı para türleri kullanılmıştır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda dünya çapında yaygın olarak kullanılan paralar çoğunlukla merkezi bir modelin ürünüdür. 2009 yılından itibaren dağıttık bir mimariye sahip olan blok zinciri teknolojisi ile inşa edilmiş kripto paralar finans sektöründe yerini almıştır. Nispeten yeni olan bu para birimleri konusunda pek çok tereddütler yaşanmaktadır. Kripto para kümeleme çalışmaları, kripto paralar hakkında yapılacak tahmin çalışmalarında kullanılabilir yöntemlerden biridir. Bu bilgi ışığında -seçili kripto paraların fiyat değişimleri açısından birbirlerine benzerlik seviyelerini ortaya koyarak-yatırımcıların kripto para piyasası hakkında fikir sahibi olmasına katkıda bulunmak çalışmanın amacıdır.

Bu çalışmada; piyasa değeri belirli bir büyüklüğe erişmiş (piyasa değeri açısından ilk 25'i oluşturan) kripto paraların, 1 saatlik, 24 saatlik ve 7 günlük değişim verilerine göre kümelemesi yapılmıştır. Yapılan kümelemede 6 seviye oluşmuştur. En alt seviye sonucuna göre birbirine en çok benzeyen kripto paralar NEO ile Ontology olmuştur. ATOM para biriminin, alt seviyelerde hiçbir para birimi ile aynı kümeye girmeyerek diğerlerinden ayrışması dikkat çekici bir sonuç olarak öne çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kripto para, kümeleme analizi, veri madenciliği

## CLUSTERING ANALYSIS OF SELECTED CRYPTOCURRENCIES

**Abstract:** Money has a very important place in our daily lives. To date, many different types of money have been used. The coins commonly used throughout the world in the present century are mostly the products of a central model. Since 2009, the cryptocurrencies built with blockchain technology, which has a distributed architecture, have taken their place in the financial sector. There are many doubts about these relatively new currencies. Cryptocurrency clustering is one of the methods that can be used in forecasting studies on cryptocurrencies. In the light of this information, it is the aim of the study to give investors an idea by revealing their similarity levels in terms of price changes of selected cryptocurrencies.

In this study; cryptocurrencies are clustered according to 1-hour, 24-hour and 7-day exchange data of cryptocurrency prices that have reached market value a certain size (which constitutes the top 25 in terms of market value). There are 6 levels in the clustering. According to the lowest level result, the most similar cryptocurrencies were Ontology with NEO. It is a remarkable result that the ATOM currency does not enter the same cluster with any currency at the lower levels.

**Keywords:** Cryptocurrency, cluster analysis, data mining

Makale Gönderim Tarihi: 10 Ocak 2020

Makale Kabul Tarihi: 24 Nisan 2020

Citation Information / Kaynakça Bilgisi:

Avşar, İ.İ. ve Serin, Z.V. (2020). Seçili kripto paralarda kümeleme analizi, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 41-52.

## 1. GİRİŞ

2008 yılında küresel kriz ABD’de başladı, sonrasında tüm dünya’ya yayıldı (Berberoğlu, 2011, 126). Bu krizden sonra kripto para birimleri dikkat çekmeye başladılar. Halkın güvenini kaybettiren ekonomik krizler yaşayan finansal sistemlerde, yenilikçi kavramlar sunan alternatiflere yönelmeler olabilmektedir (Glaser vd., 2014, 1). Bu bağlamda 2008 yılında duyurulan Bitcoin, sahip olduğu yenilikçi iddialarla geleneksel paraya alternatif olma potansiyeline sahiptir (Nakamoto, 2008). Bu potansiyelin karşılığı olarak Bitcoin ile başlayan kripto para piyasası günümüzde pek çok araştırmaya konu olmaktadır (Gil-Alana vd., 2020, 1). Bu ilginin sebebi Bitcoin’in küresel ticarete kullanımının artması durumunda önemli bir finansal araç olacağı beklentisidir. Bitcoin, günümüzde takas ve ödeme işlemlerinde kullanılmaktadır ve piyasalar tarafından önemli bir yatırım aracı olarak görülmektedir (Kılıç ve Çütü, 2018, 246). Yeni üyelerle büyümekte olan kripto para piyasası, farklı yatırım türlerine yönelmek isteyen yatırımcıların ilgisini çekmektedir. Kripto paralar, hem piyasa değeri hem de işlem hacmi olarak artış eğilimindedir. Bu paralarla işlem yapmak isteyen yatırımcıların, paraların fiyat hareketleri arasındaki ilişkiye dikkat etmeleri gerekmektedir. Fiyat hareketleri ilişkili olan paralar aynı yatırım sepetinde tutulmayarak risk azaltılabilir (Adana Karaağaç ve Altınırnak, 2018, 136).

Kripto paralar göreceli olarak yeni bir yatırım aracıdır (Kayral, 2020, 166). Ülkemizdeki girişimcilerin bu yeni araca mesafeli durmasına neden olan yasal boşluklar bulunmaktadır (Tetik ve Öner, 2020, 25). Bazı araştırmalar kripto paranın bilindiğini ama yatırım aracı olarak tercih edilme eğiliminin düşük olduğunu göstermektedir (Arıca ve Kozak, 2020, 48). Bitcoin piyasaya çıktıktan sonra her ülke kendi mevzuatına göre bu yeni olguya yaklaşmıştır. Bu süreçte değişik tanımlamalar yapılmasına karşın Bitcoin mal ve hizmetlerin değişiminde araç olarak tercih edilmeye devam etmiştir. Bitcoin halen dünya çapında şirketler tarafından ödeme aracı olarak kullanılmaktadır (Yelmen, 2020, 284). Çok sayıda ülke tarafından kabul edilmemesine ve yasal düzenlemelerin eksik olmasına rağmen kripto paraların sahip oldukları teknolojiden ötürü gelecekte var olacakları söylenebilir (Yüksel, 2020, 448). Bu yeni teknolojiyi yasaklama veya kabul etme yoluna giden ülkeler, kripto paranın sahip olduğu teknolojiye adapte olabilirler ama beklemeyi seçerek süreci uzatanlar sıkıntı yaşayabilirler (Parlaktuna ve Güngül, 2020, 12).

Bu çalışmanın bakış açısını oluşturan sınıflandırma; astronomi ile birlikte; muhtemelen en eski bilim dallarından biridir (Everitt, 1979, 169). Günümüzde de kategorik verilerin kümelenmesi problemi büyük ilgi görmektedir (Wei vd., 2019, 119). Bu ilginin karşılığı olarak kümeleme analizi; mekânsal kümeleme (Yu, 2019), hava kirliliği (Govender ve Sivakumar, 2019), endüstride yapı hizmetleri (Samarasinghe vd., 2019), CDS (Credit Default Swap) difüzyon modeli geliştirme (Zeitsch, 2019), DNA örnekleri ile çalışma (Kindhi vd., 2019), elektrik ağı yönetimi (Wang, 2019) gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir. Türkiye’de de kümeleme analizlerine; “kredi kartı kullanan müşterilerin sosyo-ekonomik özelliklerinin incelenmesi” (Aşan, 2007), “kişi başına düşen milli gelirin değerlendirilmesi” (Yılmaz ve Temurlenk, 2005), “Avrupa Birliği’ne aday ve üye ülkelerin ekonomik benzerliklerinin incelenmesi” (Turanlı vd., 2006) örnek olarak verilebilir.

Günümüzde kripto para piyasası, işlem hacminin çok büyük oranlara geldiği 5000’i aşkın para birimini içermektedir (Coinmarketcap). Kripto para birimlerinin yatırım riskinin diğer ürünlerden daha büyük olduğunu göz önünde bulundurarak, fiyat hareketlerine göre oluşturduğu kümelemeyi tahmin etmek önemlidir. Bu çalışmada kripto para piyasasını ve önde gelen 25 kripto paranın oluşturduğu kümelemeyi inceleyerek literatüre katkıda bulunuyoruz. Bouri vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi tüm para birimleri ile çalışılmamış, bunun yerine piyasa hacmi açısından önde olanlar seçilmiştir. Seçilen kripto paraların fiyat hareketlerini inceleyerek, fiyat değişimi açısından birbirlerine benzerlik seviyelerini belirlemek çalışmanın amacıdır. Bu sayede kripto para yatırımcılarına fikir vermek amaçlanmaktadır. Çalışmanın bölümleri sırasıyla literatür, motivasyon, metot, bulgular ve sonuç şeklinde sıralanmaktadır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Song vd. (2019), korelasyona dayalı aglomeratif hiyerarşik kümelenmeyi ve minimum yayılma ağacını temel alarak kripto para birimi piyasasının yapısını analiz etmeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Bitcoin’in ve Ethereum’un kripto para pazarında lider konumda olduğunu görmüşler

ve nispeten daha az işlem hacmine sahip olan altı homojen kripto para kümesi bulmuşlar. Bu çalışmada 76 ayrı kripto para için saatlik veriler “www.binance.com” adresinden alınmıştır.

Ziğba vd. (2019), iki dönem arasındaki sonuçları analiz etmişler. Minimum yayılma ağacı yöntemi ile elde edilen sonuçlar iki dönem boyunca tutarlı hiyerarşik kümeler oluştuğunu göstermektedir. Bu analizin ardından VAR (Vector Autoregression) modeli ile taleplerin kümeler arası etkisini incelemişlerdir. Buradan elde ettikleri sonuçlar Bitcoin’in diğer kripto para fiyatlarına bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan kripto para veri seti 01.09.2015 – 02.05.2018 tarihleri arasında kapsamaktadır. Çalışmanın verileri “www.coinmarketcap.com” web sitesinden temin edilmiştir.

Tiwari vd. (2019), çalışmalarında Bitcoin, Litecoin ve Ripple arasındaki bağımlılığı analiz etmişlerdir. Uygulamalarında 04.08.2013 – 17.06.2018 tarihleri arasında ait günlük verileri kullanmışlar. Analizlerinin sonucunda BTC-LTC para birimi çiftinin bağımlılığının daha güçlü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Al-Yahyaee vd. (2019), bir serideki ardışık iki fiyatın logaritmaları arasındaki farkı alarak sürekli bileşik günlük getirileri hesaplamışlar. Analizlerde 16 Temmuz 2010 - 10 Kasım 2017 tarihleri arasında BTC, Altın, S&P endeksi ve WTI ham petrolünün günlük spot fiyat verileri kullanılmış.

Charfeddine vd. (2019), kripto para birimleri ile çeşitli geleneksel finansal varlıklar arasındaki dinamik ilişkiyi araştırmışlar. Araştırmaları sonucundan kripto para birimleri ile geleneksel varlıklar arasında zayıf bir ilişki bulunmuştur.

Borri (2019), çalışmasında kripto para birimlerinin farklı varlıklarla kuyruk riskine karşı duyarlılığını incelemektedir. Kripto para birimlerinin kripto pazarlarda kuyruk riski pozitif iken diğer küresel varlıklarla kuyruk riski negatiftir. ABD doları temelli günlük veriler “cryptocompare.com” kaynağından alınmıştır ve 1.17.2017 - 4.15.2018 tarihleri arasında kapsamaktadır.

### 3. ÇALIŞMANIN MOTİVASYONU

Bitcoin piyasasında önemli bir aktör olan Çin’de, hükümet kripto para borsalarına yönelik düzenlemeleri yoğunlaştırmıştır (Shahzad vd., 2019, 323). Yine de Bitcoin gibi kripto paraların önünde dünya çapında yasal statü engeli bulunmaktadır. Bazı ülkeler tamamen yasaklama yoluna, bazıları kullanımına kısıtlamalar koyma yoluna gitmektedirler. Yasa yapıcılar ise vergilendirebilme çabası içerisindedirler. Kripto paralara bakış açısında Avrupa Birliği ülkeleri bile ortak bir yaklaşım içerisinde değildiler. Kripto paranın ne kadar yaygınlaşacağını elbette zaman gösterecektir ama ortaya çıkışından bu yana iş dünyasında büyük ilgi görmektedir. Bu ilginin büyüklüğü yeni bir şifreleme dalgasına yol açmıştır. Bu yeni süreçte; bilgi sistemleri ve finansla ilgili merkezi olmayan elektronik sistemler, halka açık dağıtık defterler, ödeme sistemlerinin yönetimi, para biriminin kriptografik algoritmalar yoluyla temini gibi bir takım kavramlar öne çıkmaktadır (Polasik vd., 2015, 37). Pek çok ülkede yasal zemini olmamasına rağmen geniş bir kitlenin ilgisini çeken bu kavramlar ve bunlarla ilişkili konular üzerine yapılacak çalışmalar finans piyasalarında karşılık bulabilir.

Kripto para ve blok zinciri teknolojisi ile ilgili yayınların sayısı 2016 yılından itibaren artış eğilimindedir. Son zamanlarda bu alanlar önemli ölçüde gelişme göstermektedir (Klarin, 2020, 2). Bu durum kripto paranın hem yatırımcıların hem de akademisyenlerin ilgisini çekmekte olduğu şeklinde yorumlanabilir.

### 4. BLOK ZİNCİRİ VE KRIPTO PARA

Blok zinciri, işlem kayıt geçmişini değişmez olarak tuttuğu için hiç kimse blok zincirin verilerinin orijinallikinden şüphe edemez. Kayıtların kalıcı olarak sisteme bağlanması önemli bir zincir özelliğidir. Hiç kimsenin kendi bağımsız kaydını tutmasına veya istediği herhangi bir kaydı değiştirmesine izin verilmez. Kayıtların her zaman görülebilir olması blok zinciri teknolojisinin diğer bir güçlü yönüdür (Thakur vd., 2019, 8).

Blok zinciri teknolojisi, finans, sağlık, tedarik zinciri, çevrimiçi oyunlar, sosyal medya gibi pek çok alanda geniş uygulama potansiyeline sahiptir (Muzammal vd., 2019, 106). Blok zinciri teknolojisi olgunlaştıkça uygulamalarının daha fazla sektöre girmesi beklenmektedir (Casino vd., 2019, 72). Bu geniş alan aynı zamanda çok hızlı hareket etmektedir. Bundan dolayı bu alanla ilgili son gelişmeler

ayak uydurmak ve anlamak önemlidir. Ayak uydurabilmek için farklı blok zinciri modelleri arasında birlikte çalışabilirliğin sağlanması gerekir. Buna ek olarak yüksek bir hesaplama maliyetinden kaçınmak için hafif bir blok zincir modeli tasarlamaya ihtiyaç vardır. Donanım arızası veya kötü niyetli düğümlerden dolayı oluşabilecek verimlilik kayıplarını önlemek için performans optimizasyonu tasarımı ise diğer önemli bir konudur (Aggarwal vd., 2019, 43).

2008 yılında Satoshi Nakamoto blok zinciri kullanarak eşler arası ağda çifte harcama sorununa ve diğer güvenlik sorunlarına nasıl çözüm bulunduğunu anlattı (Nakamoto , 2008, 1-9). O günden bu yana kripto para birimleri daha bilinir olmaktadır. Bunun en büyük etmenlerinden biri -dağıtık defter sistemi ile etkin bir ödeme sistemi sağlarken- politik bir sürece ya da hükümet düzenleme sistemine bağlı olmadan çalışabilmesidir (Corbet vd., 2019, 1). Öte yandan gizliliğin kötüye kullanılmasının önlenmesi için kripto para birimlerinde düzenleme yapılması bir zorunluluktur (Zhang vd., 2019, 36).

Bitcoin'in yatırım aracı, emtia veya para olarak kullanılması noktasında tartışmalar devam etmektedir. Bitcoin'nin ABD'de Chicago Emtia Borsasında 2017 yılından bu yana işlem görmeye başlaması onun emtia olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Ayrıca dağıtık mimari ile çalışmasından ve geleneksel piyasalardaki oynaklıktan etkilenmemesinden dolayı oynaklığın yüksek olduğu gelişmekte olan ekonomilerde hedge aracı olarak kullanılabilmesini olanaklı kılmaktadır (Kuzu ve Çelik, 2020, 612).

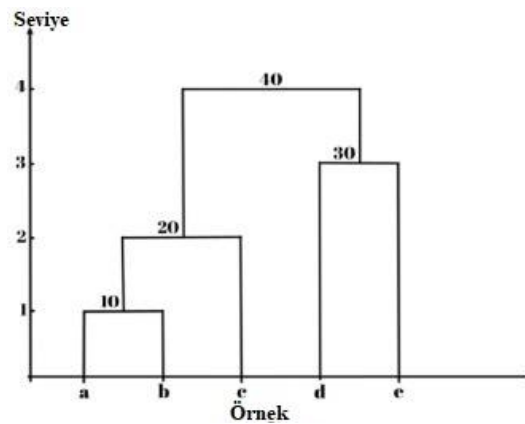
## 5. YÖNTEM

Kümelemede farklı yaklaşımlar vardır (Şahin vd.,2017, 283-295). Veri madenciliğinde düz kümelemeden daha zengin bilgi verme potansiyeline sahip olan hiyerarşik küme analizi genellikle iki şekilde yapılır. Birincisi, Hiyerarşik Aglomeratif kümelemedir. Bu yaklaşımda; başlangıçta her verinin tek başına bir küme oluşturduğu varsayılır. Daha sonra küme çiftlerinin, tüm verileri içeren tek bir kümeye ulaşıncaya kadar birleştirme işlemi aşağıdan yukarıya tekrarlanır. İkincisi, hiyerarşik bölünme kümelemedir. Hiyerarşik bölünme kümelemede, yukarıdan aşağıya doğru tüm kümeler tek bir küme altında toplanıncaya kadar bölme tekrarlanır (Cirrincione vd., 2020, 57).

### 5.1. Dendrogram

Kümeleme, pek çok disiplinde araştırmacılar tarafından modellerin sınıflandırılmasında kullanılır (Jain vd., 1999, 264). Kümelemede her nokta ayrı bir küme olarak başlar ve tüm noktalar tek bir kümeye ait oluncaya kadar yinelenerek en yakın küme çiftini toplar. Bu işlem sonucunda oluşan dendrogram nihai hiyerarşik küme yapısında hangi kümelerin hangi seviyede toplandığını gösteren ağaç benzeri bir yapıdır (Dash vd., 2003, 110). Şekil 1 ile verilen örnek dendrogram için bölüm üyeliği farklılığı, alt-dendrogram üyelik farklılığı, küme üyeliği dendrogramı, kopenetik fark, maksimum kenar mesafesi sayısı bilgileri aşağıdaki gibidir (Jafarzadegan vd., 2019, 2-3):

Şekil 1. Örnek Dendrogram.



**Kaynak:** Jafarzadegan vd. (2019), kaynağından dönüştürülmüştür.

**Bölüm Üyeliği Farklılığı:** Örnek dendrogramdaki a ve c gibi iki özel kaydın bir kümede olmadığı kümelerin sayısı. Bölüm üyeliği farklılığı Şekil 1 ile verilen dendrogramdaki a ve c için 2'dir.

**Alt-dendrogram Üyelik Farklılığı:** İki kayıt için, her iki kaydın bulunmadığı alt dendrogramların sayısı. Şekil 1 ile verilen dendrogramdaki a ve c'nin alt-dendrogram üyelik farklılığı 2'ye eşittir.

**Küme Üyeliği Dendrogramı:** İki özel kayıt içeren en yakın kümedeki kayıtların sayısı. Şekil 1 ile verilen dendrogramdaki a ve c'ye en yakın küme 3 kayıt içerir.

**Kopenetik Fark:** İki özel kaydı birbirine bağlayan en yakın kümenin yüksekliği. Şekil 1 ile verilen dendrogramdaki a ve c'nin Kopenetik fark değeri 20'dir.

**Maksimum Kenar Mesafesi Sayısı:** İki özel kaydı birbirine bağlayan en yakın kümenin seviyesi. Dendrogramdaki her yaprak düğümünün seviyesi sıfıra eşittir ve diğer düğümlerin seviyesi aşağıdan yukarıya doğru artırılır. Şekil 1 ile verilen dendrogramdaki a ve c için bu değer 2'dir.

## 5.2. Hiyerarşik Kümelemenin Avantaj ve Dezavantajları

Tek, eksiksiz, ortalama ve ward bağlantısı gibi farklı kullanımları olan hiyerarşik kümelemenin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Tablo 1 ile bu avantaj ve dezavantajlar verilmiştir (Govender ve Sivakumar, 2019, 16):

**Tablo 1.** Hiyerarşik kümeleme için avantaj ve dezavantaj tablosu.

Avantaj	Dezavantaj
<ul style="list-style-type: none"> <li>Küme sayısının önceden belirtilmesini gerektirmez</li> <li>Dendrogram grafik gösterimi sağlar</li> <li>Farklı şekil ve büyüklükteki kümeleri tespit edebilir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüksek karmaşıklık</li> <li>Hesaplamadaki yavaşlık</li> <li>Kümeler oluşturulduktan sonra hiçbir ayar yapılamaz</li> <li>Dendrogramın kesme seviyesine karar vermek zor olabilir</li> <li>Kullanılan uzaklık ölçüsüne bağlı kümeler</li> </ul>

## 5.3. Ward Yöntemi

Şekil 6 ile verilen kümelemede uzaklık mesafe ölçümünde Öklid Yöntemi kullanılmıştır. Bu metot veriler arası farklılık ve uzaklık ölçümünde sıklıkla kullanılmaktadır. Aşağıda metodun x ve y için uzaklık ölçümü verilmiştir (Gan vd., 2007, 326):

$$d_{euc}(x, y) = \left( \sum_{j=1}^p (x_j - y_j)^2 \right)^{1/2} \quad (1)$$

Uygulamada kullanılan Ward yöntemi geometrik yöntem olarak adlandırılmaktadır (Tekin, 2015, s. 393). 1963 yılında önerilen Ward'ın yönteminin her adımında, her olası grubun birleşimi göz önünde bulundurulur ve birleşme sürecinde bilgi kaybında en az artışa neden olan iki grup birleştirilir. Bu prosedürde her bir birleşme ile ilgili bilgi kaybını en aza indirecek şekilde  $P_n, P_{n-1}, \dots, P_1$  bölümleri oluşturulmaya çalışılmaktadır. Genellikle, bilgi kaybı hata kareleri toplamı (Error Sum of Squares, ESS) kıstası olarak ölçülür. Bu nedenle, Ward'ın metodu "minimum varyans" metodu olarak da adlandırılır. Bir grup veri noktası C verildiğinde, C ile ilişkilendirilen hata karelerin toplamı (Gan vd., 2007, 132-133):

$$ESS(C) = \sum_{x \in C} (x - \mu(C))(x - \mu(C))^T \quad (2)$$

veya:

$$ESS(C) = \sum_{x \in C} XX^T - \frac{1}{|C|} (\sum_{x \in C} x)(\sum_{x \in C} x)^T \quad (3)$$

$$= \sum_{x \in C} XX^T - |C| \mu(C) \mu(C)^T \quad (4)$$

$\mu(C)$  ifadesi, C değerinin ortalamasıdır. Yani:

$$\mu(C) = \frac{1}{|C|} \sum_{x \in C} X \quad (5)$$

Kümelemenin bir düzeyinde k grubu için  $C_1, C_2, \dots, C_k$  birinci seviye grupları olduğunu varsayalım. Bilgi kaybı, ESS toplamı ile temsil edilir.

$$ESS = \sum_{i=1}^k ESS(C_i) \quad (6)$$

Uygulamada kullanılan R programlama dilinde “hclust” fonksiyonu kümelenmekte olan n adet nesne için bir dizi farklılığı kullanarak hiyerarşik bir küme analizi gerçekleştirir. Başlangıçta, her bir nesne kendi kümesine atanır ve daha sonra algoritma yinelemeli olarak ilerler. Her adımda en benzer iki bileşen kümeye katılır. Bu işlem sadece tek bir kümeye kadar devam eder. Her aşamada, kümeler arasındaki mesafeler, kullanılan özel kümeleme yöntemine göre Lance - Williams farklılığı güncelleme formülü ile yeniden hesaplanır (Hierarchical Clustering).

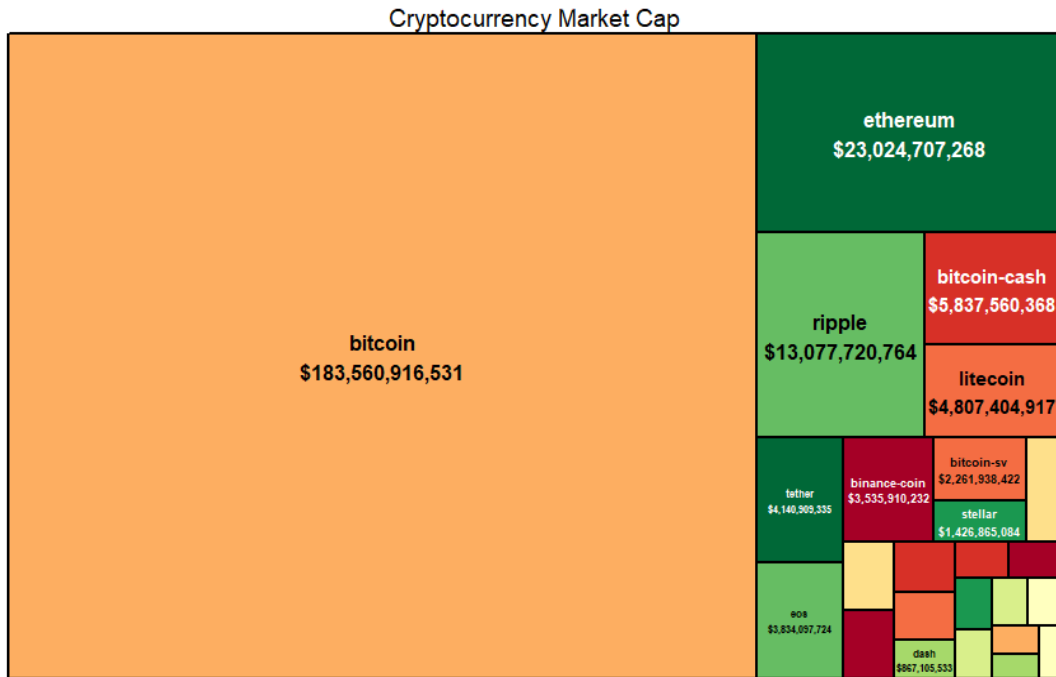
## 6. BULGULAR

Bulgular bölümünde, sırasıyla piyasa değeri açısından önde gelen kripto paraların piyasa verileri, kripto paraların fiyat verileri, fiyat değişimlerine göre kümelemesi yapılan seçili kripto paraların dendogramı verilmiştir.

### 6.1. Piyasa Değerine Göre Kripto Paralar

Şekil 2 ile verilen kripto para piyasasına yönelik veriler incelendiğinde 183.367.845.500 piyasa değeri ile Bitcoin ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada Ethereum, üçüncü sırada Ripple bulunmaktadır. İlk üç sıra sonrasında yaklaşık 5 milyar ABD Doları ve daha düşük piyasa değerine sahip kripto paraların sıralandığı görülmektedir (Coinmarketcap).

Şekil 2. Coinmarketcap verilerine göre kripto para piyasası (18.9.2019)



### 6.2. Fiyatına Göre Kripto Paralar

Şekil 3 ile verilen ve Coinmarketcap kaynağından alınan kripto para fiyat grafiğinde, piyasa değerinde olduğu gibi 10.219,47 ABD doları fiyatı ile Bitcoin ilk sırada bulunmaktadır. İkinci sırada bulunan Maker'in fiyatının 506,16 ABD Doları olduğu göz önüne alındığında Bitcoin ile diğer kripto para fiyatları arasında büyük bir fark olduğu söylenebilir.

Şekil 3. İlk 25 kripto para fiyatı (18.9.2019)



### 6.3. Hiyerarşik Kümeleme Dendrogramı

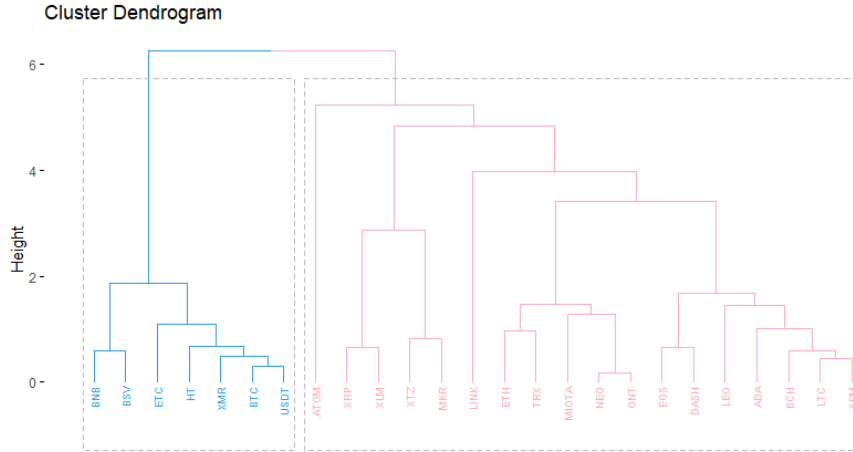
Kripto para birimi piyasasının “üst” sektöründeki yatırımcıların, irrasyonel davranarak kendi inandıkları yerine diğer yatırımcıların kararlarını taklit ettiği görülmektedir. Bu nedenle; kripto para birimleri, birlikte hareket etme eğiliminde oldukları bir davranış içerisindeyler. Bu sürü davranış biçimi, literatürde bildirilen ortak oynaklık bulgularının kısmi açıklaması olabilir (Ballis ve Drakos, 2019, 5). Kümeleme süreci sonunda birbirine benzer nesnelere yakın kümelerde yer alıyor iken, birbirine benzemeyen nesnelere uzak kümelerde yer alacaklardır. Benzerliği belirlemek için nesnelere arasındaki uzaklıktan yararlanılır. Benzerlik ölçüsü olarak uzaklığın kullanılması sürecinde nesnelere arasındaki uzaklık hesaplanır ve bireyler uygun olan küme içerisine alınır (Akın ve Eren, 2012, 176).

Hiyerarşik kümelemede, özellikleri birbirine en yakın üyeler ek kısa noktadan birleşirler. Benzeme düştükçe oluşan kümelere yeni üye veya üye grupları katılmaktadır. Birbirine en az benzeyen üyeler benzerlik mesafesi en yüksek olanlardır (Sandal, 2009, 89). Şekil 4 ile 18.9.2019 tarihinde piyasa değeri olarak ilk 25 sırada yer alan kripto paraların kümeleme analizi dendrogramı verilmiştir.

Seçili kripto paralar 6 seviyeli bir dendrogram üretmişlerdir. Binance Coin(BNB), Bitcoin SV(BSV), Ethereum Classic(ETC), Huobi Token(HT), Monero(XMR), Bitcoin(BTC), Tether(USDT) mavi alanda yer almışlardır. ATOM, XRP, Stellar(XLM), Tezos(XTZ), Maker(MKR), Chainlink(LINK), Ethereum(ETH), TRON(TRX), IOTA(MIOTA), NEO, Ontology(ONT), EOS, Dash(DASH), UNUS SED LEO(LEO), Cardano(ADA), Bitcoin Cash(BCH), Litecoin(LTC), NEM(XEM) kırmızı alanda yer almışlardır. Kırmızı alanda bulunan ATOM alt seviyelerde herhangi bir kripto para ile gruba girmemiştir. Piyasa değeri ve fiyatı açısından ilk sırada bulunan Bitcoin, en yakın benzerliği Tether ile göstermiştir. Piyasa değeri ve fiyatı açısından ikinci sırada bulunan Ethereum birinci seviyede TRON ile bağ kurmuştur.



Şekil 4. İlk 25 kripto para hiyerarşik kümeleme dendrogramı (18.9.2019)



## 7. SONUÇ

Klarin (2020), tarafından ifade edildiği ve çalışmanın literatür incelemesi bölümündeki örneklerde de olduğu gibi kripto para çalışmaları son yıllarda ilgi görmektedir. Bu ilginin karşılığı olan çalışmada, piyasa değeri açısından önde gelen 25 kripto para biriminin fiyat değişimleri açısından birbirlerine benzerlik/farklılık seviyelerinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 18.09.2019 tarihi itibari ile seçili kripto paraların 1 saatlik, 24 saatlik ve 7 günlük fiyat değişim verilerini kapsamaktadır.

Yatırım sepeti oluştururken, fiyat değişimleri açısından yakın kümede olan kripto paralara yatırım yapmak yerine farklı kümelerde bulunan paralara yatırım yapmak riski azaltabilir. Ward metodu kullanılarak gruplaması yapılan çalışmanın dendrogramı (Şekil 4) incelendiğinde iki ana grup oluşmuş ve en alt seviyede fiyat değişiminde birbirine en çok benzeyen kripto paralar yer almıştır. Buna göre birbirine en çok benzeyen kripto paralar NEO ile Ontology olmuştur. Bitcoin ile Tether kripto paraları da yüksek benzerlik göstermektedirler.

Analizde oluşan altıncı seviye kümede, bir tarafta farklı alt gruplara sahip Binance, Bitcoin SV, Ethereum Classic, Huobi Token, Monero, Bitcoin, Tether kripto para birimleri yer almıştır. Yine farklı alt gruplara sahip diğer taraf Cosmos, XRP, Stellar, Tezos, Maker, Chainlink, Ethereum, Tron, Iota, NEO, Ontology, EOS, Dash, UNUS SED LEO, Cardano, Bitcoin Cash, Litecoin, NEM bileşenlerinden oluşmuştur. Kırmızı grupta yer alan ATOM, alt seviyelerde hiçbir para birimi ile aynı kümeye girmeyerek diğerlerinden ayrılmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, ATOM kripto para biriminin yedi günlük fiyat değişiminde %30'ların üzerine çıkması ve en yakınındaki kripto para biriminin neredeyse iki katı fiyat değişimi performansı göstermesi etken olabilir. Bu özelliğinden dolayı ATOM riski dağıtmak isteyen yatırımcılar için seçenek oluşturmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, çalışılan kripto para sayısı artırılabilir. Bunun yanında fiyat değişim verileri daha uzun süreleri kapsayacak şekilde kümeleme analizleri gerçekleştirilebilir. Böylece yatırımcıların kripto para sepetlerinin risk seviyesini seçmelerine imkan tanıyan ve yol gösterici olan çalışmalar yapılabilir.



**KAYNAKÇA**

- Adana Karaağaç, G., ve Altınırnak, S. (2018). En yüksek piyasa değerine sahip on kripto paranın birbirleriyle etkileşimi, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 123-136. doi:DOI: 10.25095/mufad.438852
- Aggarwal, S., Chaudhary, R., Aujla, G. S., Kumar, N., Choo, K.-K. R., & Zomaya, A. Y. (2019). Blockchain for smart communities: Applications, challenges and opportunities, *Journal of Network and Computer Applications*, 144(15), 13-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.018
- Akın, B. H., ve Eren, Ö. (2012). OECD ülkelerinin eğitim göstergelerinin kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçekleme analizi ile karşılaştırmalı analizi, *Öneri Dergisi*, 175-181.
- Al-Yahyaee, K. H., Mensi, W., Al-Jarrah, I. M., Hamdi, A., ve Kang, S. H. (2019). Volatility forecasting, downside risk, and diversification benefits of Bitcoin and oil and international commodity markets: A comparative analysis with yellow metal, *The North American Journal of Economics and Finance*, 49, 104-120. doi:https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.04.001
- Arıca, R. , Kozak, R. . (2020). Kripto para türlerinin turizm eğitimi alan bireyler tarafından bilinirliğinin incelenmesi: Bitcoin örneği, *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 2(2) , 37-51 . DOI: 10.5281/zenodo.3688765
- Aşan, Z. (2007). Kredi kartı kullanan müşterilerin sosyo ekonomik özelliklerinin kümeleme analiziyle incelenmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17, 256-267. https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/4759/65384
- Ballis, A., ve Drakos, K. (2019). Testing for herding in the cryptocurrency market, *Finance Research Letters*, 1-5. doi:https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.06.008
- Berberoğlu, B. (2011). 2008 global krizinin Türkiye ve Avrupa Birliği'ndeki etkilerinin kümeleme analizi ile incelenmesi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 105–130.
- Borri, N. (2019). Conditional tail-risk in cryptocurrency markets, *Journal of Empirical Finance*, 50, 1-19. doi:https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2018.11.002
- Bouri, E., Roubaud, D., ve Shahzad, S. J. (2019). Do Bitcoin and other cryptocurrencies jump together? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 1-14. doi:https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.09.003
- Casino, F., Dasaklis, T. K., ve Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues, *Telematics and Informatics*, 36, 55-81. doi:https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006
- Charfeddine, L., Benlagha, N., ve Maouchi, Y. (2019). Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: Implications for financial investors, *Economic Modelling*. doi:https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.05.016
- Cirrincione, G., Ciravegna, G., Barbiero, P., Randazzo, V., ve Pasero, E. (2020). The GH-EXIN neural network for hierarchical clustering, *Neural Networks*, 121, 57-73. doi:https://doi.org/10.1016/j.neunet.2019.07.018

- Coinmarketcap (2019). <https://coinmarketcap.com/%20hierarchical%20clustering/> Erişim Tarihi: 11.14.2019
- Corbet, S., Cumming, D. J., Lucey, B. M., Peat, M., ve Vigne, S. A. (2019). The destabilising effects of cryptocurrency cybercriminality, *Economics Letters*, 108741.
- Dash, M., Liu, H., Scheuermann, P., ve Tan, K. L. (2003). Fast hierarchical clustering and its validation. *Data Knowledge Engineering*, 44(1), 109-138. doi:[https://doi.org/10.1016/S0169-023X\(02\)00138-6](https://doi.org/10.1016/S0169-023X(02)00138-6)
- Everitt, B. S. (1979). Unresolved problems in cluster analysis, *Biometrics*, 35(1), 169-181. <https://www.jstor.org/stable/2529943>
- Gan, G., Ma, C., ve Wu, J. (2007). *Data clustering: Theory, algorithms, and applications*. SIAM.
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C., ve Siering, M. (2014). Bitcoin - asset or currency? revealing users' hidden intentions, *ECIS*. Tel Aviv. <https://ssrn.com/abstract=2425247>
- Gil-Alana, L. A., Abakah, E. J., ve Rojo, M. F. (2020). Cryptocurrencies and stock market indices. Are they related? *Research in International Business and Finance*, 51, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101063>
- Govender, P., ve Sivakumar, V. (2019). Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: A review (1980-2019). *Atmospheric Pollution Research*, 1-68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.09.009>
- Hierarchical Clustering (2019). <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.1/topics/hclust> Erişim Tarihi: 08.21.2019
- Jafarzadegan, M., Safi-Esfahani, F., ve Beheshti, Z. (2019). Combining hierarchical clustering approaches using the PCA method, *Expert Systems with Applications*, 137(15), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.06.064>
- Jain, A. K., Murty, M. N., ve Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264-323. doi:10.1145/331499.331504
- Kayral, İ . (2020). En yüksek piyasa değerine sahip üç kripto paranın volatilitelerinin tahmin edilmesi, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12(22) , 152-168 . DOI: 10.14784/marufacd.688447
- Klarin, A. (2020). The decade-long cryptocurrencies and the blockchain rollercoaster: Mapping the intellectual structure and charting future directions, *Research in International Business and Finance*, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101067>
- Kılıç, Y , Çütçü, İ . (2018). Bitcoin fiyatları ile Borsa İstanbul endeksi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3) , 235-250 . DOI: 10.17153/oguiibf.455083
- Kindhi, B. A., Sardjono, T. A., Purnomo, M. H., ve Verkerke, G. J. (2019). Hybrid K-means, fuzzy C-means, and hierarchical clustering for DNA hepatitis C virus trend mutation analysis, *Expert Systems with Applications*, 121, 373-381. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.12.019>

- Kuzu, S , Çelik, İ . (2020). Bitcoin alternatif yatırım aracı ya da hedge enstrümanı olarak düşünülebilir mi?, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 603-613. DOI: 10.18506/anemon.662937
- Muzammal, M., Qu, Q.,ve Nasrulin, B. (2019). Renovating blockchain with distributed databases: An open source system, *Future Generation Computer Systems*, 90, 105-117. doi:https://doi.org/10.1016/j.future.2018.07.042
- Nakamoto , S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*,. Bitcoin: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
- Parlaktuna, İ. ve Güngül, M. (2020). Bitcoin'nin tanımlanma sorunu, *Muhasebe ve Finansman Dergisi* , (86) , 25-38 . DOI: 10.25095/mufad.710117
- Polasik, M., Piotrowska, A. I., Wisniewski, T. P., Kotkowski, R. ve Lightfoot, G. (2015). Fluctuations and the use of bitcoin: An empirical inquiry, *International Journal of Electronic Commerce*, 20(1), 9-49. doi:https://doi.org/10.1080/10864415.2016.1061413
- Samarasinghe, T., Gunawardena, T., Mendis, P., Sofi, M., ve Aye, L. (2019). Dependency structure matrix and hierarchical clustering based algorithm for optimum module identification in MEP systems, *Automation in Construction*, 104, 153-178. doi:https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.021
- Sandal, E. K. (2009). Sosyo-ekonomik kriterler bakımından Türkiye, Doğu avrupa ve Kafkas ülkelerinin karşılaştırılması, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 89-106.
- Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L.,ve Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities?, *International Review of Financial Analysis*, 63, 322-330. doi:https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.002
- Song, J. Y., Chang, W.,ve Song, J. W. (2019). Cluster analysis on the structure of the cryptocurrency market via bitcoin–ethereum filtering, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 527, 121339. doi:https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121339
- Şahin, M., Ecemiş, O., Uluçay, V., & Deniz, H. (2017). Refined neutrosophic hierarchical clustering methods, *Asian Journal of Mathematics and Computer Research*, 15(4), 283-295. Retrieved from http://ikprress.org/index.php/AJOMCOR/article/view/798
- Tekin, B. (2015). Temel sağlık göstergeleri açısından türkiye'deki illerin gruplandırılması: Bir kümeleme analizi uygulaması, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 389-416. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ckuiibfd/issue/32905/365558
- Tetik, N , Öner, A . (2020). Ülkemiz girişimcileri için yeni bir yatırım desteği modeli: Initial coin offering (ıco), *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi* , 3(1) , 13-26 . DOI: 10.32951/mufider.635743
- Thakur, V., Doja, M. N., Dwivedi, Y. K., Ahmad, T.,ve Khadanga, G. (2019). Land records on Blockchain for implementation of Land Titling in India, *International Journal of Information Management*, 1-9. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.013

- Tiwari, A. K., Adewuyi, A. O., Albulescu, C. T., ve Wohar, M. E. (2019). Empirical evidence of extreme dependence and contagion risk between main cryptocurrencies, *The North American Journal of Economics and Finance*, 101083. doi:<https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101083>
- Turanlı, M., Özden, Ü. H., ve Türedi, S. (2006). Avrupa Birliği'ne aday ve üye ülkelerin ekonomik benzerliklerinin kümeleme analiziyle incelenmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 95-108.
- Wang, K. (2019). Power system critical cutset identification based on rolling double level hierarchical clustering, *Energy Procedia*, 159, 148-153. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.033>
- Wei, W., Liang, J., Guo, X., Song, P., ve Sun, Y. (2019). Hierarchical division clustering framework for categorical data, *Neurocomputing*, 341, 118-134. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.02.043>
- Yelmen, A. (2020). Bitcoinin satış sözleşmesinin bedel unsuru açısından değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 28(1), 265-294 . DOI: 10.15337/suhfd.686529
- Yılmaz, Ö., ve Temurlenk , S. M. (2005). Türkiye'deki istatistik bölgelerin kışı başına düşen gelir açısından hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme analizi ile değerlendirilmesi: 1965-2001, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 75 - 92. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniiibd/issue/2688/35321>
- Yu, W. (2019). A mathematical morphology based method for hierarchical clustering analysis of spatial points on street networks, *Applied Soft Computing*, 85, 1-18. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105785>
- Yüksel, F. (2020). Kripto varlıklar ve Ifrs kapsamında kripto paraların muhasebeleştirilmesi, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 13(2) , 429-451 . DOI: 10.29067/muvu.653136
- Zeitsch, P. J. (2019). A jump model for credit default swaps with hierarchical clustering, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 524, 737-775. doi:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.255>
- Zhang, L., Li, H., Yu, Y., Au, M. H., ve Wang, B. (2019). An efficient linkable group signature for payer tracing in anonymous cryptocurrencies, *Future Generation Computer Systems*, 101, 29-38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.future.2019.05.081>
- Zięba, D., Kokoszczński, R., ve Śledziwska, K. (2019). Shock transmission in the cryptocurrency market. Is Bitcoin the most influential?, *International Review of Financial Analysis*, 64, 102-125. doi:<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.04.009>