

Özdüzenleyici Haritalar Yöntemi ile Bankacılık Sektörü Piyasa Bölümlendirilmesi

Mehmet ÖZÇALICI*

Özet

Bankalar, finansal aracı rolleri ile bir ekonomide önemli roller üstlenmektedirler. Bu nedenle bankacılık sektörünün denetlenmesi önem arz etmektedir. Kümeleme analizi ile birlikte sektörün gelişimi incelenebilir. Bu çalışmanın amacı denetimsiz öğrenme tekniğini uygulayan özdüzenleyici haritalar yöntemi ile Türkiye de faaliyet gösteren ve 100'ün üzerinde şubesi bulunan 13 mevduat bankasının, 2014-2017 Aralık dönemi finansal tablolarından elde edilen 12 oran yardımıyla sektörün küme yapılarının belirlenmesidir. Kümeleme analizinin geçerliliği Silhouette değerleri ve grafikleri yardımıyla incelenmiştir. Sonuçta 2014 yılında sektörün üç küme oluşturduğu 2015-2017 dönemlerinde ise küme yapılarının değişmediği ve bankaların iki kümede toplandıkları belirlenmiştir. Teknik, veri setini kullanıcı bilgisine gerek duymadan kümelere ayırabilme üstünlüğüne sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Özdüzenleyici Haritalar, Kümeleme, Bölümlendirme

JEL Sınıflandırması: C45, C38, G21

Abstract - Market Segmentation with Self-Organizing Maps in Banking Industry

Banks play important roles in an economy with their financial intermediary roles. For this reason, supervision of the banking sector is also important. The development of the sector can be monitored with clustering analysis. In this study, self-organizing maps which implements unsupervised learning is applied to cluster 13 commercial banks with branches over 100. The dataset covers 2014-2017 period. 12 financial ratios are calculated from the financial statements of banks. Clustering validity is examined with the help of Silhouette values and graphs. As a result, it was determined that the sector formed three clusters in 2014. In 2015-2017 periods, cluster structures were not changed and banks were collected in two clusters. The technique has the advantage of separating the data set into clusters without the need for user information.

Keywords: Artificial Neural Networks, Self-organizing Maps, Clustering, Segmentation

JEL Classification: C45, C38, G21

* Doç. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi

1. Giriş

Bankalar, tasarruf sahiplerinin kısa vadeli ve likit olan fon arzları ile fon talep edenlerin uzun vadeli ihtiyaçları arasındaki uyumsuzluğu gidermek suretiyle vade ayarlaması; tasarruf sahiplerinin küçük arzları ile fon talep edenlerin büyük ihtiyaçlarını dengelemek suretiyle miktar ayarlaması yapan, risk azaltıcı ve dağıtıcı yönde faaliyet gösteren ve ödemeler sisteminin çalışmasını sağlayarak ekonomi için çok önemli katkıları olan finansal araçlardır (Uludağ ve Arıcan, 1999:117).

Finansal araçlar; araçların likiditesini sağlamak, risk paylaşımını desteklemek, bilgi problemlerini çözmek gibi roller üstlendiği için bir ekonomide önemli bir rol üstlenmektedirler (Mishkin ve Eakins, 2015:26). Bankaları da içeren finansal araçların etkin bir şekilde faaliyet gösteremediği bir ekonominin tam potansiyeline erişmesi mümkün değildir.

Bir ekonomide en çok düzenlemeye tabi sektörler arasında finansal sistem gelmektedir (Mishkin ve Eakins, 2015:136). Bu nedenle, finansal piyasaların gözetilmesi için çeşitli araçların kullanılması gerekmektedir. Kümeleme analizi, finansal piyasaların gözetlenmesinde kullanılabilir. Örneğin bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bankaların kümelenmesi ile birlikte, sektörün kaç kümeye ayrıldığı, benzer bankaların hangileri olduğu belirlenebilir. Üstelik ardışık yıllarda gerçekleştirilen kümeleme analizleri ile sektörün evrimi (gelişimi) takip edilebilir. Yapay sinir ağları tabanlı olan özdüzenleyici haritalar yöntemi kümeleme tekniği olarak kullanılmaktadır.

Özdüzenleyici haritalar yöntemi finansal alanda; yatırım fırsatlarının değerlendirilmesi, finansal tahmin, finansal analiz, finansal performansın izlenmesi, stratejik portföy çeşitlendirmesi, kıyaslama, finansal araçların derecelendirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Deboeck, 1998). Özdüzenleyici haritalar yöntemi, bankaların kümelendirilmesinde Rusya (Shumsky ve Yarovoy, 1998; Vagizova, Lurie, v.d., 2014), Estonya (Kirt, Vainik, v.d., 2007), Ukrayna (Kozmenko, Shkolnyk, v.d., 2016), İspanya (Martin-del-Brio ve Serrano-Cinca, 1993), Avrupa geneli (Jagric, Bojnec, v.d., 2015; Sarlin ve Eklund, 2013), Çin (Shih, 2000) ve Amerika (Alam, Booth, v.d., 2000) gibi ülkelerde kullanılmış olmasına rağmen, henüz, Türkiye’de yer alan mevduat bankalarının kümelendirilmesi için kullanılmamıştır. Bu açığı kapatmak adına, bu çalışmada, özdüzenleyici haritalar yöntemi, Türkiye’deki bankacılık sektörünün 2014-2017 yılları arasındaki yapısını incelemek için kullanılmıştır. Özdüzenleyici haritalar tekniğinin Türkiye’deki bankacılık sektörünün kümelendirilmesinde daha önce kullanılmamış olması önemli bir eksiklikler çünkü özdüzenleyici haritalar yöntemi birçok avantaj barındırmaktadır. Örneğin kullanıcı, küme sayısını önceden belirlemek

zorunda değildir. Yapay sinir ağları tabanlı olan teknikte, çok boyutlu veri seti iki boyuta indirgenebilmektedir. Bu avantajlar dikkate alındığında, özdüzenleyici haritalar yönteminin, bir ekonomi için son derece önemli olan bankacılık sektörünün gözetilmesi amacıyla kullanılmasında göz ardı edilemeyecek bir alternatif olduğunu ifade etmek mümkündür.

Çalışmanın bölümleri şöyle düzenlenmiştir: İkinci bölümde konu ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan tekniğin çalışma prensipleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, mevduat bankaları finansal yapılarına ait veri seti ve analiz sonuçları verilmiştir. Son olarak beşinci bölümde; çalışmanın sonuçlarına ve kısıtlarına ek olarak sonraki çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

2. Literatür Taraması

Türkçe literatürde, Özçalıcı (2017)'nin çalışmasında ifade edildiği gibi self-organizing maps analizin karşılığı için farklı kavramların kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Analizin ismi farklı kaynaklarda farklı Türkçe kavramlarla kullanılmıştır. Bu çalışmada analizin karşılığı olarak özdüzenleyici haritalar ifadesinin kullanılması tercih edilmiştir.

Literatürde bankacılık sektörünün özdüzenleyici haritalar yöntemi ile kümelendirildiği çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmaları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

Martin-del-Brio ve Serrano-Cinca (1993) çalışmalarında, 66 bankaya ilişkin 9 oran belirlenmiş ve İspanya'daki krizde iflas eden ve etmeyen bankaların kümelendirilmesi için özdüzenleyici haritalar yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta birkaç tane banka dışında kümeleme işleminin başarılı olduğu ifade edilmektedir.

Shumsky ve Yarovoy (1998), Rusya'da faaliyet gösteren bankaların özdüzenleyici atlasını oluşturmuşlardır. Her bir bankaya ait 32 değişken bir araya getirilmiştir. Veri setlerinde 1994 yılında faaliyet gösteren 1794 ve 1995 yılında faaliyet gösteren 1780 banka bulunduğu ifade edilmektedir. Sonuçta 1994 ve 1995 yılında Rusya'daki bankacılık sektörünün evrimi özdüzenleyici haritalar yardımıyla incelemeye tabi tutulmuştur.

Alam, Booth, v.d. (2000), ABD'de faaliyet gösteren 100 bankanın kümelendirilmesi için özdüzenleyici haritalardan faydalanmıştır. 1991 yıl sonu mali tablolarından elde edilen 5 oranı içeren veri seti kullanılmıştır. Veri setinde yer alan 100 bankanın 3'ü iflas etmiş, 17'si yüksek performans sergilemekte ve geri kalan 80 banka sağlıklı olarak adlandırılmaktadır. Bir yıl öncesinden iflas etme olasılığı bulunan bankaların tahmini gerçekleştirilmiştir.

Çin Taipei, bankacılık sektörünün incelemeye alındığı çalışma Shih (2000)'e aittir. 1998 ile 2003 yılları arasında 22 tane bankanın toplam 26 tane değişkeni kullanılmıştır. Değişkenler arasında bankaların kredi dereceleri de yer almaktadır. Özdüzenleyici haritalar yöntemi ile birlikte bankacılık sektöründen toplanan veri seti kümelere ayrılmıştır. Sonuçta tekniğin banka verileri ile kredi dereceleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde etkin bir şekilde kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Kirt, Vainik, v.d. (2007), 1997-2000 yılları arasında Estonya'da faaliyet gösteren bankaların çeyrek dönemlik raporlarını kullanmak suretiyle kümeleme çalışması gerçekleştirmiştir. 133 çeyrek dönemlik rapor ve 50 finansal değişken bir araya getirilmiştir. Veri seti normalleştirilmiş ve PCA süreci yardımıyla değişken sayısı azaltılmıştır. Analiz yöntemi olarak özdüzenleyici haritalar kullanılmıştır.

Sarlin ve Eklund (2013), Avrupa'da faaliyet gösteren bankaların finansal performansı bulanıklaştırılmış özdüzenleyici haritalar yöntemi ile kümelere ayırmışlardır. Kullanılan veri setinde 1992:12-2008:12 dönemi arasında 1236 bankaya ait 24 finansal oran kullanılmıştır. Sonuçta bankaların görsel finansal analizi gerçekleştirilmiştir.

Jagric, Bojnec, v.d. (2015) çalışmalarında kesit veriden ziyade zaman serisi kullandıklarını vurgulamaktadırlar. 2000 ve 2011 yılları arasında 125 EU-27 üyesi bankalara ilişkin 20 makro değişken ve 19 mikro değişken bir araya getirilmiştir. Küresel özdüzenleyici haritalar (Spherical self-organizing maps) yöntemi yardımıyla kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kozmenko, Shkolnyk, v.d. (2016) ise çalışmalarında Ukrayna'da faaliyet gösteren 32 adet bankaya ait 15 değişken ve özdüzenleyici haritalar yöntemini kullanmak suretiyle kümelere ayırmıştır. Çalışmalarında Viscovery SOMine paket programını kullanmışlardır.

Yukarıda özetlenen çalışmaların ortak yönü, çalışmaların bankacılık sektöründe gerçekleştirilmiş olması ve analiz yöntemi olarak da özdüzenleyici haritalar yönteminin kullanılmış olmasıdır. Bunun yanı sıra, özdüzenleyici haritalar tekniği kullanılmamış olsa da, Türkiye'deki bankacılık sektörünün kümelendirilmesine yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar aşağıda yer aldığı şekli ile özetlenmeye çalışılmıştır.

Keçek ve Cinsler (2008) 2005 yılında Türkiye'de faaliyet gösteren 34 tane ticaret bankasına ait 21 adet oran kullanılmıştır. Farklı k sayıları ile k -ortalamlar tekniği kullanılmıştır. Daha sonra diskriminant analizi yardımı ile küme performansı incelenmiştir.

Doğan (2008) 1998-2006 dönemine ilişkin veri seti kullanılmıştır. Farklı uzaklık ölçüleri kullanılmıştır ve z skorları ile normalize edilen veri seti kullanılmıştır. SPSS yazılımı kullanılmış ve analiz sonuçları dendrogram grafikleri yardımıyla görselleştirilmiştir.

Akgül ve Başkır (2013) çalışmalarında, 2008-2012 yılları arasında Türk bankacılık sektöründe faaliyette bulunan bankaların aktif büyüklüklerini etkileyen faktörler bakımından benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak amacıyla kümeleme analizi uygulamışlardır. Çalışmalarında, PAM ve Ward kümeleme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Optimal küme sayısının belirlenmesinde Silhouette indeksi kullanılmıştır.

Aydın ve Başkır (2013) çalışmalarında Türkiye’de faaliyet gösteren 44 bankanın beş farklı sermaye yeterlilik oranına göre kümeleme analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada aşamalı kümeleme analizi kullanılmıştır. Optimal küme sayısına ise Silhouette indeksi yardımıyla karar verilmiştir. Sonuçta sermaye yeterlilik oranları yardımıyla bankaların benzer veya farklı yanları ortaya çıkarılmıştır.

Gökgöz, Altınel, v.d. (2013) çalışmalarında, 2012 yılına ait Türkiye’de faaliyet gösteren 27 tane ticari banka ve katılım bankalarına ait 11 adet finansal oran kullanmışlardır. Çalışmalarında kümeleme yöntemi olarak bulanık c-ortalama yöntemi kullanmışlardır. Mart, Haziran ve Eylül 2012 dönemlerine ait bilanço oranları kullanılmak suretiyle üç farklı kümeleme analizi gerçekleştirilmiş ve kümelerin zaman içerisinde göstermiş oldukları farklılıklar raporlanmıştır.

Ayrıçay ve Akgöz (2014) çalışmalarında Türkiye’de faaliyet gösteren ticari bankaların finansal oranlar yardımıyla sınıflandırılmasını kümeleme analizi yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. 2008 yılına ait topladıkları veri setinde 25 banka ve 21 değişken bulunmaktadır. Kümeleme tekniği olarak hiyerarşik kümeleme tekniğini kullanmışlardır. Erişilen sonuçlar farklı oran gruplarına göre yorumlamışlardır.

3. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi nesnelere (çalışmada bankaları), aynı kümedeki gözlemlerin birbiriyle oldukça benzer, farklı kümelerdeki gözlemler ile oldukça farklı olacak şekilde gruplandırma (Wierzchon ve Klopotek, 2018:9). Kümeleme analizi aynı zamanda denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) olarak da adlandırılmaktadır (Wierzchon ve Klopotek, 2018:15)

Parametrik kümelemede, birçok teknik, küme sayısının bilindiği varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle de küme sayısının belirlenmesi için küme doğrulama tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hennig ve Meila, 2016:14). Buna rağmen, parametrik olmayan özdüzenleyici haritalar yönteminde küme sayısı görsel bir şekilde belirlenmektedir. Başka bir ifade ile analize başlamadan önce veri setinin kaç kümeye ayrılacağına belirlenmesine ihtiyaç duyulmamaktadır ve tekniğin bu özelliği en önemli avantajları arasındadır.

Kümeleme yöntemleri kabaca iki gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan tekniklerdir (Murtagh, 2016:25). Hiyerarşik kümelemede veri seti parçalara ayrılmakta veya birleştirilmektedir. Sonuçta dendrogram adı verilen grafikler ortaya çıkmaktadır (Wierzchon ve Klopotek, 2018:29). Hiyerarşik olmayan kümelemede ise temel kriterler; aynı grupta yer alan gözlemlerin homojen, ve farklı grupta yer alan kümelerin birbirinden oldukça farklı (heterojen) yapıya sahip olmalarıdır (Wierzchon ve Klopotek, 2018:35). Özdüzenleyici haritalar tekniği hiyerarşik olmayan kümeleme tekniğidir (Murtagh, 2016:26).

3.1. Özdüzenleyici Haritalar Tekniği

Özdüzenleyici haritalar, veri setindeki doğrusal olmayan ilişkileri düşük boyutlara indirgeyen, denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) tekniğini uygulayan bir bilgi işlemsel veri analiz (computational data analysis) yöntemidir (Kaski, 2011:886). Basitçe ifade etmek gerekirse girdi setinin benzerlik grafiğini oluşturmaktadır (Kohonen, 2001:106).

Özdüzenleyici haritalarda, bitişik nöronların benzer ağırlık vektörüne sahip olacağı bir rekabetçi öğrenme (competitive learning) prensibi uygulanmaktadır. Öğrenme sürecinde en yüksek düzeyde aktive edilen nöron (rekabeti kazanan nöron) ve bu nörona komşu olan nöronlar, ağa sunulan örneğe doğru hareket etmektedir (Mehrotra, Mohan, v.d., 1996:188). SOM eğitim algoritması, ağa yeni bir örnek sunulduğunda kazanan nöronu ve komşularını güncellemektedir (Mehrotra, Mohan v.d., 1996:188). Ağırlık güncelleme işleminin tek tek değil de toplu halde yapılması da mümkündür. Çalışmada ağırlıkları güncelleme işlemi, veri setinin tamamı ağa sunulduktan sonra toplu bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Özdüzenleyici haritalar, girdi katmanı ve Kohonen katmanı (çıkı katmanı) olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanındaki her bir nöronun çıkı katmanındaki nöronlarla bağlantısı vardır. Kohonen katmanının girdisi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$y_i = \sum_{i=1}^d w_{ji} z_i \quad (1)$$

formülde, w_{ji} girdi nöronu i den çıktı nöronu j ye olan ağırlığı ve z_i girdi değerini ifade etmektedir. Rekabetçi öğrenme sürecinde ise en yüksek y_i değerine sahip nöron kazanan nöron olarak adlandırılmaktadır (Ga, Ma v.d., 2007:56). Çalışmada girdi değerleri olarak finansal oranlar kullanılmaktadır. Tablo 3 ve Tablo 6 arasındaki tablolarda yer aldığı üzere veri setinin önemli bir kısmı $[0,1]$ aralığında yer almakta ve standart sapmaları düşük düzeydedir.

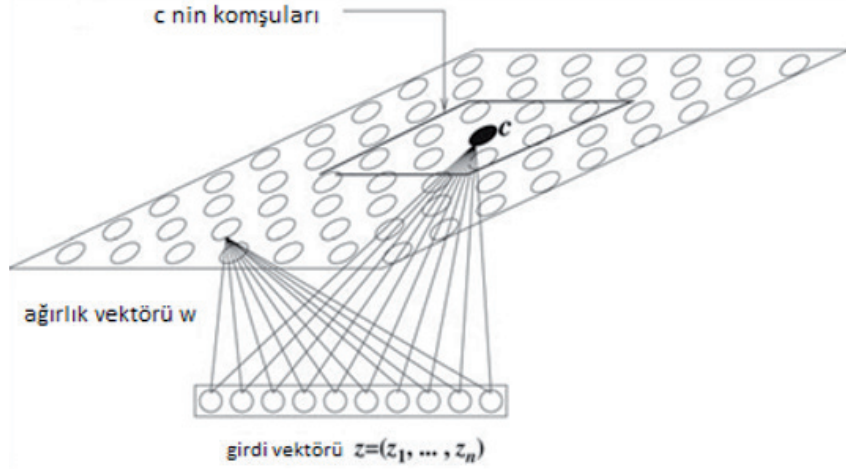
Ağın eğitim sürecinde, gözlemler ($z(t)$) ağ modeline sunulmaktadır. $z(t)$ ile en düşük uzaklığa sahip nöron ($y(t)$) kazanan nöron olarak adlandırılmaktadır. Kazanan nöron ve komşu nöronların ağırlıkları aşağıdaki formül yardımıyla güncellenmektedir (Ishikawa, Shinozawa, v.d., 2011:145).

$$w_{yeni} = w_{eski} + \alpha(z(t) - w_{eski}) \quad (2)$$

formülde, w nöronların ağırlıklarını içeren vektörü, $z(t)$ ifadesi girdi vektörünü, α ise öğrenme parametresini temsil etmektedir. Çalışmada α parametresi 0.02 olarak belirlenmiştir.

Şekil 1'de özdüzenleyici haritaların temel yapısı görselleştirilmeye çalışılmıştır. Şekilde 9×7 nörondan oluşan çıktı (Kohonen) katmanı görülmektedir. Normalleştirilmiş girdi vektörü z ile temsil edilmektedir. Ağırlık vektörü w ile temsil edilmektedir ve girdi katmanındaki her bir nörondan çıktı katmanındaki her bir nörona giden ağırlıkları barındırmaktadır. c kazanan nöronu temsil etmektedir ve çevresindeki nöronlar ise c 'nin komşularıdır.

Şekil 1. Özdüzenleyici haritalar temel yapısı (Kaynak: Badran, Yacoub, v.d., 2005:407).



Özdüzenleyici haritalar kolay anlaşılabilir bir yapıya sahip grafikler ortaya çıkarılmaktadır ancak detaylı analizleri oldukça zordur. Geleneksel analizlerle bir arada kullanmak mümkündür, pratikte iyi bir şekilde uygulanabilmektedir ve birçok farklı türleri ortaya çıkmıştır (Kaski, 2011:886).

3.2. Kümeleme Analizinin Doğrulaması

Kümeleme analizi gerçekleştirildikten sonra, kümeleme analizinin performansı çeşitli sayısal değerler ile ölçülmek suretiyle analiz doğrulanmaktadır (cluster validity). Doğrulama işleminde kümeleme analizinin ne kadar iyi performans sergilediği ölçülmektedir. Başka bir ifade ile küme elemanlarının birbirleri ile ne düzeyde homojen, kümelerin ise ne kadar heterojen olduğu sayısal değerler ile temsil edilmektedir. Kümeleme analizinin doğrulamak için literatürde çeşitli yöntemler önerilmektedir (Gan, Ma, v.d., 2007:305-314). Bu yöntemlere ek olarak Silhouette katsayılarını hesaplamak suretiyle de küme doğrulanması gerçekleştirilebilir (Kaufman ve Rousseeuw, 2005). Üstelik bu katsayılar yardımıyla Silhouette grafiği de çizilebilir. Küme kalitesini bu şekilde görsel değerlendirme üstünlüğü sunduğundan dolayı çalışmada Silhouette katsayıları ile doğrulama tercih edilmiştir.

Her bir bankanın Silhouette değerleri aşağıda yer alan formül yardımıyla hesaplanmaktadır (Kaufman ve Rousseeuw, 2005:85):

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (3)$$

formülde $a(i)$ ifadesi i bankasının aynı kümedeki diğer bankalara ortalama uzaklığını ve $b(i)$ ifadesi ise i bankasının farklı kümelerdeki bankalara ortalama uzaklıklarının en küçüğünü temsil etmektedir. Silhouette değerleri $[-1, 1]$ aralığında değişmektedir. Bu değer yüksek olması, nesnenin kendi kümesi ile iyi eşleştiğini ve komşu kümelerle zayıf bir şekilde eşleştiğini ifade etmektedir. Yüksek s değerlerinin olması kümeleme işleminin başarılı bir şekilde yapıldığını ifade ederken, düşük değerlerin olması ise nesnenin yanlış kümeye atandığını göstermektedir.

4. Analiz

Bu bölüm iki alt bölümden oluşmaktadır. İlk olarak veri seti tanıtılmakta daha sonra kümeleme analizi sonuçlarına yer verilmektedir.

4.1. Veri Seti

Bu alt bölümde veri seti iki başlık halinde tanıtılmaktadır. İlk olarak hangi bankaların seçildiği ve daha sonra hangi oranların seçildiğine değinilmektedir.

4.1.1. Bankalar

Çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren mevduat bankalarının kümelere ayrılması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, 23.11.2018 tarihi itibariye Türkiye’de faaliyet gösteren mevduat bankalarının listesi Türkiye Bankalar Birliği’nin resmi internet sitesinden (tbb.org) temin edilmiştir. Ancak yapılan incelemede banka şube sayılarının dalgalanma arz ettiği belirlenmiştir. Örneğin bazı mevduat bankalarının sadece bir şubesi bulunmaktadır. Homojen olmayan bu durum, analizde farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilecektir. Bu nedenle 100’ün üzerinde şubesi bulunan 13 banka belirlenmiş ve kümeleme analizinde bu bankalar kullanılmıştır. Çalışmada yer alan bankalar ve çalışma boyunca banka isimlerine atanan kısaltmalar Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Çalışmada Yer Alan Bankalar

Sıra No.	Banka Adı	Kısaltma
	Kamusal Sermayeli Mevduat Bankaları	
1	Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.	ZB
2	Türkiye Halk Bankası A.Ş.	HB
3	Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	VB
	Özel Sermayeli Mevduat Bankaları	
4	Akbank T.A.Ş.	AKB
5	Anadolubank A.Ş.	AN
6	Şekerbank T.A.Ş.	SB
7	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	TEB
8	Türkiye İş Bankası A.Ş.	TIB
9	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	YKR
	Yabancı Sermayeli Mevduat Bankaları	
10	Denizbank A.Ş.	DNZ
11	ING Bank A.Ş.	ING
12	QNB Finansbank A.Ş.	QNB
13	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	TGB

4.1.2. Çalışmada Kullanılan Oranlar

Oran analizi tekniği, finansal tablolarda yer alan ve aralarında anlamlı ilişkiler kurulabilecek hesap tutarlarının birbirlerine oranlanması şeklinde uygulanan bir finansal tablo analizi tekniğidir (Sayılgan, 2013:180).

Çalışmada literatür kısmında özetlenen çalışmalardan derlenen oranlar kullanılmıştır. Oranlar bankaların finansal tablolarındaki değerlerden yola çıkmak suretiyle hesaplanmıştır. Bankaların finansal tabloları ise tbb.org.tr adresinden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan oranlar ve çalışma boyunca her bir orana atanan kısa isim Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan Oranlar ve Kısaltmaları

Sıra No	Oran Adı	Kısaltma
	A. Sermaye Yeterlilik Oranları	
1	Özkaynak/Toplam Aktif	ÖZK/TA
2	(Özkaynak - Duran Varlıklar) / Toplam Aktif	(ÖZK-DRN)/TA
	B. Bilanço Yapısı Oranları	
3	Toplam Mevduat / Toplam Aktif	TM/TA
4	Alınan Krediler / Toplam Aktif	AKRD/TA
	C. Aktif Kalitesi Oranları	
5	Toplam Kredi ve Alacaklar / Toplam Aktif	TKVA/TA
6	Toplam Kredi ve Alacaklar / Toplam Mevduat	TKVA/TM
7	Takipteki Krediler / Toplam Kredi ve Alacaklar	TKPKRD/TKVA
8	Duran Aktifler / Toplam Aktif	DRN/TA
	D. Likidite Oranı	
9	Likit Aktif / Toplam Aktif	LA/TA
	E. Karlılık Oranları	
10	Net Dönem Karı / Toplam Aktif	KAR/TA
11	Net Dönem Karı / Özkaynak	KAR/ÖZK
	F. Sektör Payı	
12	Toplam Aktifler / Sektör Toplam Aktif	TA/SEKTÖR

Türkiye Bankalar Birliği'nin resmi internet adresinde her bir yılda dört kere olmak üzere üçer aylık banka bilançoları 1988 tarihinden itibaren sunulmaktadır. Çok eski tarihlerde piyasada var olan banka sayısı ve sektörün yapısı günümüzden oldukça farklıdır. Bu nedenle en yeni tarihli dört yıl sonu (2014-2017) bilanço ve gelir tablolarından elde edilen oranlar kullanılmıştır.

Tablo 2'de yer aldığı gibi çalışmada kullanılan veri setinde 12 değişken bulunmaktadır. Bu değişkenler birbirlerinden farklı özelliklere sahiptir. Bu veri setini satırlarda bankalar ve sütunlarda değişkenler olmak üzere, bir tablo halinde göstermek istersek, 13 satır ve 12 sütundan oluşan bir tablo oluşturmak gerekmektedir. Hangi bankaların birbirleri ile benzerlik gösterdiğini böyle bir tablo üzerinden belirlemek güçtür. Bununla birlikte özdüzenleyici haritalar tekniği ile oluşturulan haritalar, çok boyutlu olan bu şekildeki verilerin iki boyutta incelenmesine olanak sağlamaktadır.

4.2. Analiz

Bu bölümde analiz sonuçlarına yer verilecektir. İlk olarak analiz hakkında genel bilgiler sunulacak daha sonra 2014-2017 yılları arasında her yıla ilişkin gerçekleştirilen kümeleme analizi sonuçları ayrı başlıklar halinde sunulacaktır. Kümeleme sonuçları belirli bir sistematik çerçevesinde sunulmaktadır. İlk olarak komşu ağırlıklarını içeren şekil, daha sonra kümelere ait tanımlayıcı istatistikler bir tablo halinde sunulmaktadır. Son olarak da kümeleme analizinin performansını incelemek için Silhouette grafikleri sunulmaktadır.

4.2.1. Analiz Hakkında Genel Bilgiler

Özdüzenleyici haritalar ile analiz gerçekleştirmek için kullanıcının çıktı katmanında kaç nöronun yer alması gerektiğine karar vermesi gerekmektedir. Çıktı katmanında kaç adet nöron olması gerektiğine deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir. Farklı nöron bileşenlerine sahip haritalar oluşturulmuş ve en okunaklı haritanın 4x6 boyutunda haritada ortaya çıktığı belirlenmiş ve bu nedenle harita boyutu 4x6 olarak belirlenmiştir.

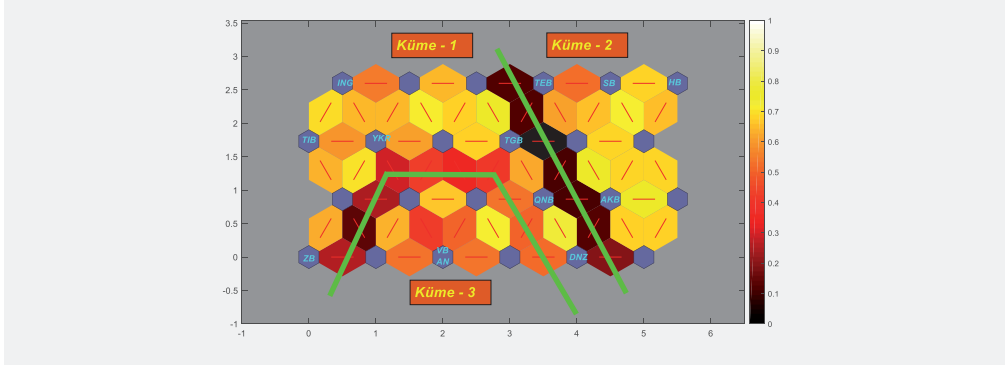
Eğitim parametresi olarak toplu güncelleştirme (batch update) algoritması kullanılmıştır. Dolayısıyla ağırlık ve eşik (bias) değerleri veri setinin tamamı ağa sunulduktan sonra güncelleştirme işlemi tek seferde gerçekleştirilmektedir. 200 iterasyona ulaştığında ağın eğitimine son verilmektedir. Ağın eğitimi için herhangi bir zaman kısıtlamasına yer verilmemiştir. Bununla birlikte veri seti görece küçük hacimde olduğundan ağların eğitimi bir dakikadan daha kısa sürede tamamlanmıştır.

4.2.2 2014 Yılına İlişkin Değerlendirmeler

Şekil 2'de 2014 yılına ait komşu ağırlık mesafelerini içeren harita yer almaktadır. Bu haritada koyu nöronlar altıgen ile gösterilmiş ve nöronlar arası uzaklıklar, ağırlıklarına göre renklendirilmiştir. Açık renkli bağlantılar, nöronların birbirleri ile yakın olduğunu, koyu renkler ise nöronlar arası uzaklığın fazla olduğunu göstermektedir. Başka bir ifade ile koyu renkli bağlantılar küme sınırlarını, açık renkler ise kümelenmeyi göstermektedir. Haritadan yola çıkmak suretiyle, 2014 yılı için bankaların üç grupta toplandığını ifade etmek mümkündür.

Nöronların üzerine, nöronlarda hangi bankaların yer aldığı yazılmıştır. Buna göre birinci kümede ING, TIB, YKR, ZB, TGB, QNB, DNZ bankaları; ikinci kümede TEB, SB, HB, AKB bankaları ve son olarak da üçüncü kümede VB ve AN bankaları yer almaktadır.

Şekil 2. 2014 Yılı Komşu Ağırlık Mesafeleri



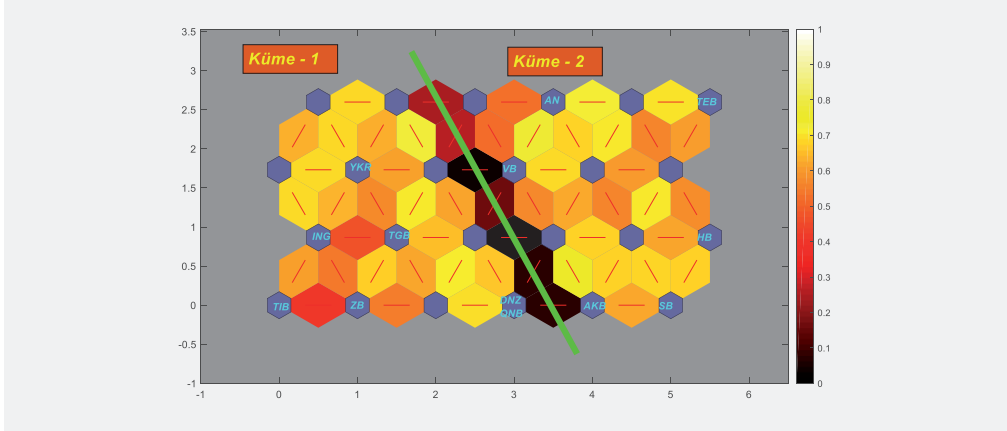
Tablo 3’de ise 2014 yılında kümelerde yer alan bankaların her bir değişken bazında tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. Örneğin yedinci sırada yer alan takipteki kredilerin toplam krediler içerisindeki payı açısından, birinci kümede ortalama yüzde 2,68, ikinci kümede ortalama yüzde 3,9 ve üçüncü kümede ortalama yüzde 4,68 hesaplanmaktadır.

Tablo 3. 2014 Yılına Ait Kümelerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	Küme 1					Küme 2					Küme 3				
	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std
ÖZK/TA	0,093	0,123	0,115	0,112	0,011	0,082	0,13	0,103	0,104	0,018	0,082	0,114	0,098	0,098	0,023
(ÖZK-DRN)/TA	0,088	0,117	0,098	0,102	0,012	0,066	0,117	0,081	0,085	0,018	0,074	0,092	0,083	0,083	0,013
TM/TA	0,55	0,667	0,58	0,587	0,043	0,502	0,687	0,623	0,606	0,065	0,56	0,62	0,59	0,59	0,043
AKRD/TA	0,059	0,148	0,094	0,096	0,027	0,053	0,293	0,087	0,12	0,092	0,065	0,108	0,087	0,087	0,03
TKVA/TA	0,573	0,673	0,655	0,635	0,036	0,62	0,738	0,679	0,683	0,043	0,62	0,668	0,644	0,644	0,034
TKVA/TM	0,926	1,167	1,114	1,086	0,094	0,96	1,469	1,116	1,142	0,183	1,00	1,194	1,097	1,097	0,137
TKPKRD/TKVA	0,016	0,038	0,025	0,027	0,01	0,025	0,057	0,035	0,039	0,014	0,039	0,054	0,047	0,047	0,011
DRN/TA	0,005	0,02	0,008	0,01	0,005	0,008	0,047	0,013	0,019	0,015	0,008	0,023	0,015	0,015	0,01
LA/TA	0,1	0,138	0,122	0,119	0,014	0,109	0,135	0,121	0,122	0,012	0,115	0,135	0,125	0,125	0,014
KAR/TA	0,01	0,016	0,014	0,014	0,002	0,005	0,015	0,01	0,01	0,004	0,008	0,012	0,01	0,01	0,003
KAR/ÖZK	0,097	0,142	0,123	0,122	0,014	0,051	0,116	0,101	0,095	0,023	0,1	0,102	0,101	0,101	0,002
TA/SEKTÖR	0,086	0,137	0,114	0,111	0,02	0,005	0,042	0,028	0,026	0,015	0,039	0,042	0,04	0,04	0,002

4.2.3. 2015 Yılına Ait Değerlendirmeler

Şekil 3’de, 2015 yılına ait ağırlık mesafelerini içeren harita yer almaktadır. Ağırlık değerlerinden 2015 yılında bankaların iki kümede toplandıkları anlaşılmaktadır. Yine bu şekilde nöronlar üzerine o nöronlarda hangi bankaların yer aldığı yazılmıştır. Birinci kümede YKR, ING, TGB, TIB, ZB, DNZ, QNB bankaları yer alırken ikinci kümede AN, VB, TEB, HB, SB, AKB bankaları yer almaktadır.



Tablo 4’de ise 2015 yılında her bir kümelere ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Birinci kümede yer alan bankaların toplam aktiflerinin sektör aktif toplamına oranı (TA/SEKTÖR) ortalama 0.1113 ve ikinci kümede ise ortalama 0.0256’dır. Bu durum birinci kümede yer alan bankaların sektörde hâkim bir büyüklüğe sahip olduğunu ifade etmektedir. Likit Aktif / Toplam aktif oranına bakıldığında, birinci kümede 0.1153 ikinci kümede ise ortalama 0.1279 değeri görülmektedir. Buradan hareketle, ikinci kümede yer alan bankaların likit aktiflerinin toplam aktif içindeki oranının ortalama olarak, birinci kümedeki bankalara nazaran daha yüksek olduğu ifade edilebilir.

Tablo 4. 2015 Yılında Kümelere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

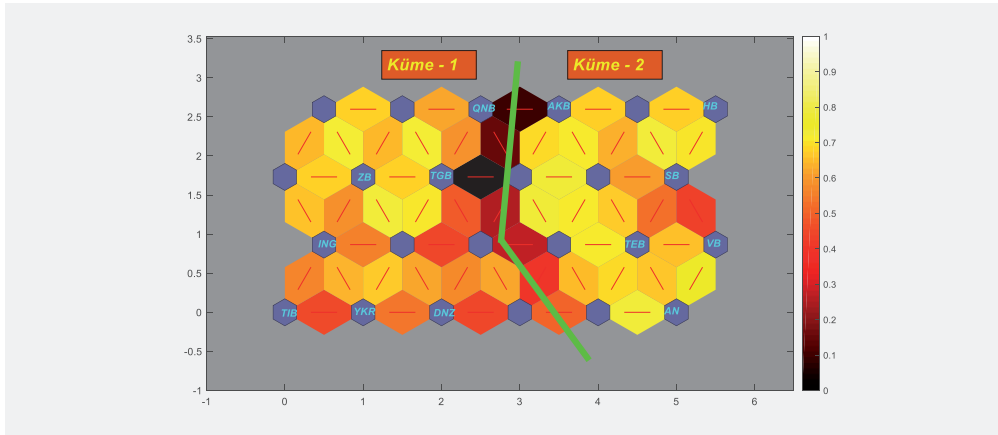
	Küme 1					Küme 2				
	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std
ÖZK/TA	0,092	0,122	0,105	0,108	0,01	0,091	0,124	0,101	0,103	0,011
(ÖZK-DRN)/TA	0,083	0,109	0,092	0,095	0,011	0,065	0,112	0,085	0,087	0,015
TM/TA	0,554	0,651	0,592	0,592	0,034	0,48	0,668	0,588	0,582	0,064
AKRD/TA	0,065	0,132	0,103	0,102	0,02	0,059	0,307	0,109	0,135	0,092
TKVA/TA	0,604	0,677	0,645	0,646	0,031	0,61	0,74	0,676	0,673	0,051

TKVA/TM	1,002	1,172	1,126	1,092	0,07	0,931	1,489	1,152	1,171	0,182
TKPKRD/TKVA	0,017	0,041	0,028	0,029	0,009	0,023	0,066	0,045	0,045	0,017
DRN/TA	0,004	0,019	0,013	0,013	0,005	0,007	0,039	0,011	0,016	0,012
LA/TA	0,099	0,124	0,117	0,115	0,009	0,114	0,147	0,126	0,128	0,013
KAR/TA	0,008	0,017	0,012	0,012	0,003	0,002	0,013	0,009	0,008	0,004
KAR/ÖZK	0,081	0,164	0,112	0,114	0,026	0,026	0,127	0,085	0,078	0,039
TA/SEKTÖR	0,086	0,142	0,11	0,111	0,021	0,005	0,04	0,029	0,026	0,015

4.2.4. 2016 Yılına Ait Değerlendirmeler

Şekil 4’de, 2016 yılına ait ağırlık mesafelerini içeren harita yer almaktadır. Koyu renkli bağlantılar takip edildiğinde, veri setinin iki kümeye ayrıldığı ortaya çıkmaktadır. Nöronlar üzerine o nöronlarda hangi bankaların yer aldığı yazılmıştır. Küme yapısı bir önceki yılda belirlenen küme yapısı ile aynıdır. Başka bir ifade ile küme yapısı değişmemiştir.

Şekil 4. 2016 Yılı Komşu Ağırlık Mesafeleri



Tablo 5’de 2016 yılında her iki kümede yer alan bankalara ait tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. 12 değişkenin onunda birinci kümede yer alan bankalara ait değerlerin standart sapması ikinci kümeye göre düşük bulunmuştur. Bu durum bir numaralı kümede bankaların finansal oran değerlerinin birbirine yakın olduğunu, fazla dalgalanma göstermediğini, ifade etmektedir.

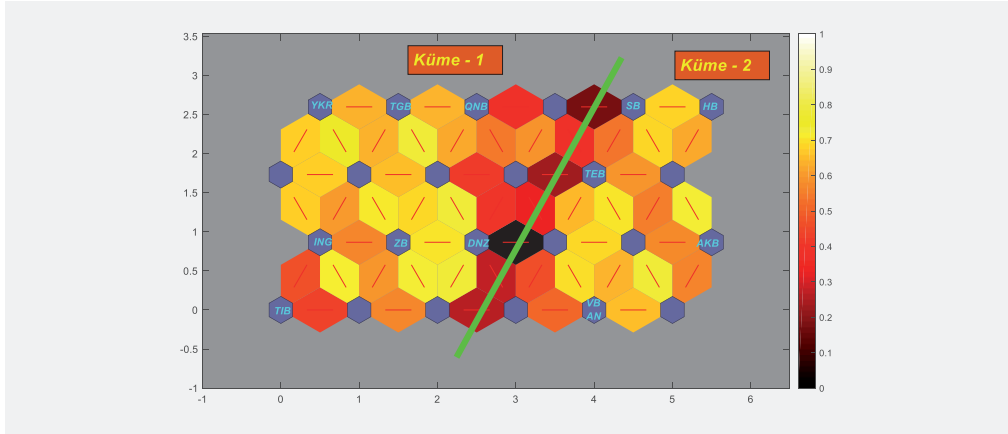
Tablo 5. 2016 Yılı Kümelere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Küme 1					Küme 2				
	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std
ÖZK/TA	0,091	0,125	0,107	0,107	0,013	0,098	0,122	0,102	0,105	0,009
(ÖZK-DRN)/TA	0,082	0,112	0,092	0,095	0,012	0,061	0,111	0,09	0,088	0,017
TM/TA	0,567	0,649	0,586	0,598	0,03	0,508	0,739	0,619	0,616	0,087
AKRD/TA	0,064	0,142	0,111	0,103	0,025	0,054	0,277	0,105	0,134	0,078
TKVA/TA	0,597	0,695	0,656	0,66	0,033	0,599	0,739	0,703	0,679	0,056
TKVA/TM	1,019	1,193	1,119	1,105	0,066	0,956	1,381	1,111	1,117	0,154
TKPKRD/TKVA	0,018	0,05	0,028	0,032	0,011	0,031	0,061	0,047	0,046	0,014
DRN/TA	0,005	0,017	0,013	0,012	0,005	0,006	0,046	0,01	0,017	0,015
LA/TA	0,084	0,13	0,115	0,114	0,017	0,062	0,155	0,141	0,129	0,034
KAR/TA	0,011	0,018	0,015	0,015	0,003	0,005	0,014	0,012	0,011	0,003
KAR/ÖZK	0,112	0,171	0,141	0,138	0,02	0,049	0,133	0,117	0,109	0,03
TA/SEKTÖR	0,087	0,146	0,111	0,112	0,02	0,005	0,042	0,026	0,025	0,016

4.2.5. 2017 Yılına Ait Değerlendirmeler

Şekil 5'de, 2017 yılına ait nöronların ağırlık mesafelerini içeren harita yer almaktadır. Koyu renk bağlantılar küme sınırlarını belirlemektedir. Şekilden veri setinin iki kümeye ayrıldığı görülmektedir. Nöronların üzerine, o nöronda hangi bankaların yer aldığı yazılmıştır. Küme yapısı bu yıl da değişmemiştir ve 2015 yılında kümelere yer alan bankalar bu yıl için de benzer küme oluşturmuşlardır.

Şekil 5. 2017 Yılı Komşu Ağırlık Mesafeleri



Tablo 6’da kümelerde yer alan bankaların finansal oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. 2015-2016 ve 2017 yılları için birinci kümede sektörde ortalama %11’lik paya sahip bankalar yer almaktayken, iki numaralı küme bankaları sektörde, ortalama %2 oranında paya sahiptirler.

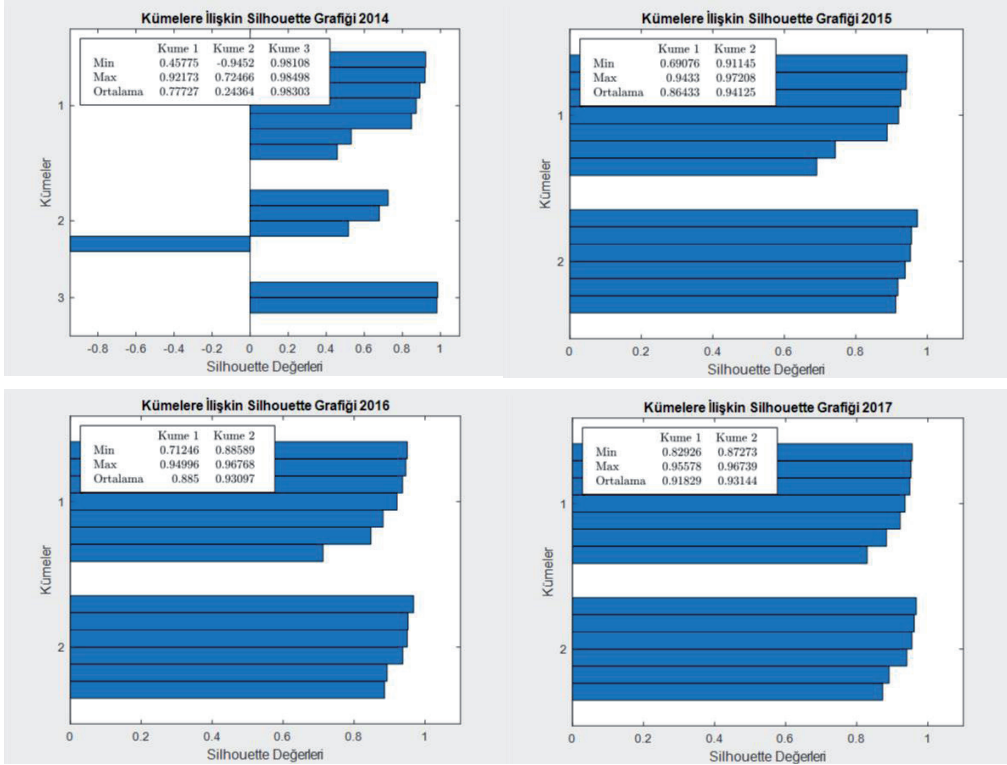
Tablo 6. 2017 Yılı Kümelerine ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Küme 1					Küme 2				
	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std	Min.	Max.	Medyan	Ort.	Std
ÖZK/TA	0,083	0,128	0,108	0,108	0,018	0,087	0,117	0,106	0,103	0,011
(ÖZK-DRN)/TA	0,074	0,116	0,095	0,096	0,016	0,074	0,103	0,097	0,092	0,012
TM/TA	0,557	0,633	0,574	0,585	0,028	0,524	0,781	0,626	0,624	0,093
AKRD/TA	0,056	0,131	0,105	0,098	0,028	0,02	0,264	0,122	0,125	0,082
TKVA/TA	0,603	0,687	0,663	0,657	0,028	0,629	0,738	0,693	0,69	0,047
TKVA/TM	1,03	1,185	1,151	1,125	0,061	0,93	1,389	1,093	1,123	0,165
TKPKRD/TKVA	0,016	0,046	0,026	0,029	0,011	0,029	0,052	0,046	0,042	0,01
DRN/TA	0,006	0,014	0,013	0,012	0,003	0,005	0,018	0,011	0,012	0,005
LA/TA	0,099	0,141	0,106	0,112	0,015	0,097	0,148	0,127	0,127	0,017
KAR/TA	0,012	0,02	0,015	0,016	0,003	0,004	0,016	0,013	0,012	0,005
KAR/ÖZK	0,12	0,169	0,149	0,146	0,018	0,042	0,147	0,125	0,112	0,041
TA/SEKTÖR	0,093	0,149	0,108	0,113	0,018	0,005	0,043	0,024	0,025	0,016

4.2.6. Kümeleme Analizi Performansı

Şekil 6’da her bir yıla ilişkin kümeleme performans sonuçları Silhouette grafiği şeklinde gösterilmiştir. Silhouette değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler grafiklerin üzerinde gösterilmiştir. 2014 yılında Türk Ekonomi Bankası hariç diğer bankaların silhouette değerleri yüksek pozitif değerlerine sahiptir. Bir yılda bir banka hariç, diğer bankaların silhouette değerlerinin yüksek çıkmış olması, kümeleme analizinin doğru bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

Şekil 6. Kümelere İlişkin Silhouette Grafikleri



5. Sonuç ve Öneriler

Özdüzenleyici haritalar yöntemi ile kümeleme analizini gerçekleştirmek için kullanıcı, küme sayısının önceden belirlemek zorunda değildir. Başka bir ifade ile diğer kümeleme tekniklerinde (k-ortalamlar ve bulanık c-ortalamlar) olduğu gibi veri seti önceden belirlenen k adet kümeye ayrılmaya zorlanmamakta, veri setinde yer alan doğal küme yapısı belirlenmeye çalışılmaktadır. Aynı zamanda çok boyutlu olan bir veri seti iki boyuta indirgenmektedir.

Bu çalışmada, 2014 - 2017 Aralık dönemleri bilanço ve gelir tablosu bilgilerinden yola çıkmak suretiyle bankalara ait oranlar hesaplanmıştır. Hesaplanan bu oranlar, literatürde Türkiye’de yer alan mevduat bankalarını kümelemek için daha önce kullanılmamış olan yapay sinir ağı tabanlı özdüzenleyici haritalar yöntemi ile kümelere ayrılmıştır. Bu kümeleme işlemi sonucunda;

- 2015-2016-2017 Aralık dönemlerine ilişkin küme yapıları sabit kalmıştır. Söz konusu dönemlerde bankalar iki kümeye ayrılmıştır ve kümelerin içeriği dönemler arasında farklılık arz etmemektedir.

- 2014 yılında, 2015-2017 dönemlerinde ikinci kümede yer alan Türkiye Vakıflar Bankası ve Anadolubank ayrı bir küme oluşturmaktadır. Bu durumun haricinde kümelerde yer alan bankaların bileşeninde bir değişiklik gözlenmemektedir.

2015-2017 dönemleri boyunca küme bileşenleri değişmemiştir. Bu durum, çalışma kapsamında incelenen bankaların, sektörel yapısının değişmediğini ve kararlı bir yapıya sahip olduğu ifade etmektedir. Bu bulgu Akgül ve Başkır (2013) ile Gökgez, Altinel, v.d. (2013) çalışmalarında elde edilen sonuçlar ile uyumaktadır. Yazarlar farklı yıllara ait veri setleri kullansalar da, küme yapılarının inceledikleri yıllar itibariyle değişmediğini raporlamaktadırlar.

Çalışmanın kısıtları bulunmaktadır. Çalışmada bilanço ve gelir tablosundan elde edilen oranlar kullanılmıştır. Şube sayıları, çalışan sayıları gibi farklı nitelikteki bilgileri kullanmak suretiyle kümeleme analizi yenilenebilir. Değişken seçimi gerçekleştirilmek suretiyle daha yüksek performanslı kümeleme işlemi gerçekleştirilebilir. Çalışmanın bir diğer kısıtı da Türkiye genelinde 100'ün üzerinde şubesi olan mevduat bankalarını dikkate almış olmasıdır. Yatırım bankaları, katılım bankaları ve diğer mevduat bankaları çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, düzenleyici kurumlar açısından önem arz etmektedir. Birden fazla orana göre sektörün yapısı görsel bir şekilde izlenebilir. Sektörün yapısında önemli bir değişiklik meydana gelip gelmediği ve sektörün yıllar içindeki evrimi incelenebilir. Analiz yardımıyla farklı kümelere geçiş yapan bankalar belirlenebilir. Üstelik analiz kullanıcının müdahalesini gerektirmediğinden, sistemden otomatik olarak oranların elde edilmesi yardımıyla daha sık raporların oluşturulması mümkündür. Yine elde edilen sonuçlar sektörün yapısını açığa çıkardığından, bankaların yönetimi için de faydalı bilgiler ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu sonuçlar yardımıyla, bankaların rakiplerinin kimler olduğu, her bir kümedeki lider konumunda olan bankaların hangileri olduğu, bankaların yıllar itibariyle farklı kümelerde yer alıp almadığı belirlenebilmektedir.

Kaynakça

1. Akgül, F. G., & Başkır, M. B. (2013). Bankaların 2008-2012 Yılları Arasında Aktif Büyüklüklerini Etkileyen Kriterler Bakımından Hiyerarşik Kümeleme ve PAM Algoritması ile Sınıflandırılması. *Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi*, 1(5-6), 48-63.
2. Alam, P., Booth, D., Lee, K., & Thordarson, T. (2000). The use of fuzzy clustering algorithm and self-organizing neural networks for identifying potentially failing banks : an experimental study. *Expert Systems with Applications*, 18, 185-199.
3. Aydın, D., & Başkır, M. B. (2013). Bankaların 2012 Yılı Sermaye Yeterlilik Rasyolarına Göre Kümeleme Analizi Ve Çok Boyutlu Ölçekleme Sonucu Sınıflandırılma Yapıları, 6(Nisan), 29-47.
4. Ayriçay, Y., & Akgöz, E. (2014). Ticari Bankaların Finansal Oranlar Yardımıyla Sınıflandırılması: Kümeleme Analizi Yaklaşımı. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 1(1), 1-23.
5. Badran, F., Yacoub, M., & Thiria, S. (2005). Self-Organizing Maps and Un-supervised Classification. In G. Dreyfus (Ed.), *Neural Networks Methodology and Applications* (pp. 379-442). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
6. Deboeck, G. J. (1998). Financial applications of self-organizing maps. *Neural Network World*, 8(2), 213-241.
7. Dias, J. G., & Ramos, S. B. (2014). The aftermath of the subprime crisis: A clustering analysis of world banking sector. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 42(2), 293-308.
8. Doğan, B. (2008). Bankaların Gözetiminde Bir Araç Olarak Kümeleme Analizi: Türk Bankacılık Sektörü için Bir Uygulama. Kadir Has Üniversitesi.
9. Gan, G., Ma, C., & Wu, J. (2007). *Data Clustering Theory, Algorithms and Applications*. ASA-SIAM series on statistics and applied probability.
10. Gökgöz, İ. H., Altinel, F., Yetkin, F. P., & Koç, İ. (2013). Classification of Turkish Commercial Banks Under Fuzzy c-Means Clustering. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 7(2), 13-36.
11. Hennig, C., & Meila, M. (2016). Cluster Analysis: An Overview. In C. Hennig,

- M. Meila, F. Murtagh, & R. Rocci (Eds.), *Handbook of Cluster Analysis* (pp. 1–21). Florida: Taylor & Francis. <http://doi.org/10.1201/b19706>
12. Ishikawa, K., Shinozawa, Y., & Sakurai, A. (2011). Self-Organization and Aggregation of Knowledge. In J. I. Mwasiagi (Ed.), *Self Organizing Maps - Applications and Novel Algorithm Design* (pp. 143–173). Rijeka: InTech Open.
 13. Jagric, T., Bojnec, S., & Jagric, V. (2015). Optimized spiral spherical self-organizing map approach to sector analysis - The case of banking. *Expert Systems with Applications*, 42(13), 5531–5540.
 14. Kaski, S. (2011). Sammut - Encyclopedia of Machine Learning - 2011. In C. Sammut & G. I. Webb (Eds.), *Encyclopedia of Machine Learning*. Springer Reference.
 15. Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2005). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley-Interscience (Vol. 33). Wiley-Interscience.
 16. Keçek, G., & Cinsler, V. (2008). Türkiye’de Faaliyette Bulunan Ticaret Bankalarının Performanslarına Göre Sınıflandırılmasında Etkili Olan Değişkenlerin Belirlenmesi ve Bir Uygulama Denemesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (22).
 17. Kirt, T., Vainik, E., & Vöhandu, L. (2007). A method for comparing self-organizing maps : case studies of banking and linguistic data Self-organizing Map. *Local Proceedings of ADBIS*, 107–115.
 18. Kohonen, T. (2001). *The self-organizing map*. Springer Berlin.
 19. Kozmenko, S., Shkolnyk, I., & Bukhtiarova, A. (2016). Dynamics patterns of banks evaluations on the basis of Kohonen self-organizing maps. *Banks and Bank Systems*, 11(4–1), 179–192.
 20. Martin-del-Brio, B., & Serrano-Cinca, C. (1993). Self-organizing Neural Networks for the Analysis and Representation of Data : Some Financial Cases, 193–206.
 21. Mehrotra, K., Mohan, C. K., & Ranka, S. (1996). *Elements of artificial neural networks*. MIT Press
 22. Mishkin, F. S., & Eakins, S. G. (2015). *Financial Markets and Institutions (Eighth)*. Boston: Pearson Education.

23. Murtagh, F. (2016). A Brief History of Cluster Analysis. In C. Hennig, M. Meila, F. Murtagh, & R. Rocci (Eds.), *Handbook of Cluster Analysis* (pp. 21–33). Florida: Taylor & Francis.
24. Özçalıcı, M. (2017). Özdüzenleyici Haritalar Yardımıyla Piyasa Bölümlendirmesi : Türkiye İkinci El Otomobil Piyasası Örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(2), 23–36.
25. Sarlin, P., & Eklund, T. (2013). Financial performance analysis of European banks using a fuzzified Self-Organizing Map, 17, 223–234.
26. Sayılğan, G. (2013). *İşletme Finansmanı: Soru ve Yanıtlarıyla*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
27. Shih, J. (2000). Using Self-organizing Maps for Analzing Credit Rating and Financial Ratio Data. 2011 IEEE International Summer Conference of Asia Pacific Business Innovation and Technology Management, 109–112.
28. Shumsky, S., & Yarovoy, A. V. (1998). Self-Organizing Atlas of Russian Banks. In G. Deboeck & T. Kohonen (Eds.), *Visual Explorations in Finance* (pp. 72–82). Springer-Verlag.
29. Türkiye Bankalar Birliği, (2018). *Banka Bilgileri*, tbb.org.tr.
30. Uludağ, İ., & Arıcan, E. (1999). *Finansal Piyasalar Ekonomisi (Piyasalar-Kurumlar-Araçlar)*. İstanbul: Beta Yayınları.
31. Vagizova, V., Lurie, K., & Ivasiv, I. (2014). Clustering of Russian banks : business models of interaction of the banking sector and the real economy, 12(1).
32. Wierzchon, S. T., & Klopotek, M. A. (2018). *Modern Algorithms of Cluster Analysis*. Cham: Springer International Publishing.