

ANALYSIS OF FINANCIAL MARKETS WITH THE DEMATEL METHOD

DOI: 10.17261/Pressacademia.2021.1378

JEFA- V.8-ISS.1-2021(6)-p.53-66

Hakan Altın

Aksaray University, Faculty of Economics And Administrative Sciences, Department of Business
hakanaltin@aksaray.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0012-0016

Date Received: February 27, 2021

Date Accepted: March 21, 2021

OPEN ACCESS



To cite this document

Altın, H., (2021). Analysis of financial markets with the DEMATEL method. Journal of Economics, Finance and Accounting (JEFA), V.8(1), p.53-66.

Permanent link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2021.1378>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licensed re-use rights only.

ABSTRACT

Purpose- The main purpose of this study is to determine the relationship between risk factors (variables) that make up the financial markets. Sixteen risk factors have been identified for this.

Methodology- DEMATEL method was used. DEMATEL method is based on graph theory and matrix operations. It benefits from the knowledge and experience of experts and groups. It determines the reason to which the factors caused and the affected group. It visualizes the structure of complex causal relationships by identifying key factors that will solve the problem. The method uses the linear relationship between two factors by ranking the relationship between factors. This relationship is established by creating a direct correlation matrix between factors based on expert opinions. In the last stage, it provides the development of a graph that confirms the mutual relationship between variables.

Findings- The difference of this study from other studies is that it benefits from an expert opinion at the beginning stage. In other words, the market expert determines the relationship between risk factors in financial markets intuitively. The analysis of financial markets is determined according to sixteen risk variables. These risk variables are divided into two as the affected group and the affected group.

Conclusion- Interest rate, internet news, economic growth and inflation are in the group affects. Inflation is the most important risk variable affecting the market. Exchange Rate, BIST100, DAX, S & P500, Gold, Oil, Market Value, Unemployment, Borrowing Rate, Business Risk, Policy Risk, Bitcoin are in the affected group. Bitcoin is the most affected factor by other influencing factors. On the other hand, studies on the application of the DEMATEL method are based on subjective opinions of experts. The method assumes that subjective opinions are reliable. However, in scientific studies, it cannot be said that the assumptions are always correct.

Keywords: Multi criteria decision making methods, DEMATEL, financial markets, systematic risk, nonsystematic risk

JEL Codes: C44, G11, G14

DEMATEL YÖNTEMİYLE FİNANSAL PİYASALARIN ANALİZİ

ÖZET

Amaç Çalışmanın temel amacı finansal piyasaları oluşturan risk faktörleri (değişkenleri) arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Bunun için on altı risk faktörü tanımlanmıştır.

Metodoloji - DEMATEL Yöntemi, faktörler arasındaki ilişkiyi derecelendirme yaparak iki faktör arasındaki doğrusal ilişkiyi kullanılır. Bu ilişki uzman görüşlerine bağlı olarak faktörler arasında doğrudan bir korelasyon matrisi oluşturularak kurulur. Son aşamada değişkenler arasındaki karşılıklı ilişkiyi doğrulayan bir grafiğin geliştirilmesini sağlar.

Bulgular - Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı başlangıç aşamasında bir uzman görüşünden yararlanmasıdır. Başka bir ifadeyle finansal piyasalardaki risk faktörleri arasında ilişkiyi piyasa uzmanı sezgisel olarak belirlemektedir. Finansal piyasaların analizi on altı risk değişkenine göre belirlenmiştir. Bu risk değişkenleri etkiyen grubu ve etkilenen grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Sonuç- Faiz oranı, internet haberleri, ekonomik büyüme, enflasyon etkileyen grubunda yer almaktadır. Piyasayı etkileyen en çok etkileyen risk değişkeni enflasyondur. Döviz Kuru, BIST100, DAX, S&P500, Altın, Petrol, Piyasa Değeri, İşsizlik, Borçlanma Oranı, İş riski, Politika Riski, Bitcoin etkilenen grubunda yer almaktadır. Bitcoin diğer etkileyen faktörlerden en çok etkilenen faktördür. Diğer yandan DEMATEL yönteminin uygulamasına ilişkin çalışmalar uzmanların sübjektif görüşlerine dayanmaktadır. Yöntem, sübjektif görüşlerin güvenilir olduğunu varsaymaktadır. Ancak bilimsel çalışmalarda varsayımların her zaman doğru olduğu söylenemez.

Keywords: Çok kriterli karar verme yöntemleri, DEMATEL, finansal piyasalar, sistematik risk, sistematik olmayan risk

JEL Kodları: C44, G11, G14

1. GİRİŞ

Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemi, 1972-1976 yılları arasında Cenevre'deki Battelle Memorial Institute'un Bilim ve İnsan İşleri Programı tarafından geliştirilmiş ve karmaşık iç içe geçmiş problem grubunu çözmek için tasarlanmıştır (Fontela & Gabus, 1976; Gabus & Fontela, 1972, 1973).

Yöntem, grafik teorisi ve matris işlemlerine dayanır. Uzmanların ve grupların bilgi ve deneyimlerinden yararlanır. Her faktörün merkez derecesini ve neden derecesini hesaplar. Faktörlerin ait olduğu neden grubunu ve sonuç grubunu belirler. Problemi çözecek anahtar faktörleri belirleyerek karmaşık nedensel ilişkilerin yapısını görselleştirir. Yöntem, faktörler arasındaki ilişkiyi "etki yoktan, çok yüksek" etkiye sahip derecelendirme yaparak iki faktör arasındaki doğrusal ilişkiyi kullanılır. Bu ilişki uzman görüşlerine bağlı olarak faktörler arasında doğrudan bir korelasyon matrisi oluşturularak kurulur. Yöntem, problemin çözümünde yer alan birden çok faktör arasındaki karşılıklı ilişkiyi sayısal olarak ortaya koyar. Bir problemde iç içe geçmiş kriter kümesinin anlaşılmasını geliştirir ve hiyerarşik bir yapıda uygulanabilir çözümler üretir. Son aşamada değişkenler arasındaki karşılıklı ilişkiyi doğrulayan bir grafiğin geliştirilmesini sağlar.

Diğer yandan, finansal piyasaların işleyişi halen gizemini koruyan bir konudur. Açıklamalar risk faktörleri üzerinden yapılmaktadır. Bu çerçevede, iki tür riskten söz edilmektedir. Bunlar sistematik risk ve sistematik olmayan risklerdir. Sistematik risk çeşitlendirme yapılsa da tamamen ortadan kaldırılamayan risk faktördür. Tüm piyasa bu riske maruz kalır. Sistematik olmayan risk ise yatırımın kendi doğasında var olan risktir. İstendiği zaman bu risk tamamen ortadan kaldırılabilir.

Bu karmaşık yapıdaki risk faktörleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi önemli bir konudur. Bugüne kadar bu faktörler ile ilişkili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda çok sayıda farklı yöntem ve yaklaşım kullanılmıştır. Bu çalışmaların ortak noktası sonuçların karışık çıkmış olmasıdır. Bunun nedeni finansal piyasaların tesadüfi yürüyüş şeklinde hareket etmesine dayandırılmıştır. Bununla birlikte, finansal piyasalarda çok sayıda anomali görülmüş ve geniş araştırma konusu olmuştur. Günümüzde bu anomalilerin bir kısmı devam ederken bir kısmı ortan kaybolmuştur. Bunun nedeni, bilgili yatırımcının kârlı yatırım fırsatı ortadan kalkıncaya kadar yaptığı işlemlerle açıklanmaktadır.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı bir uzman görüşünden yararlanıyor olmasıdır. Başka bir ifadeyle, finansal piyasalardaki risk faktörleri arasında ilişkiyi piyasa uzmanı sezgisel olarak belirlemektedir. Dolayısıyla, sezgisel beklentilerin nicel değerlere dönüştürülmesi ve bunun bir grafikte açıklanması diğer çalışmalardan farkını ortaya koymaktadır. Ayrıca, DEMATEL yöntemiyle finansal piyasalar ilk kez analiz edilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, DEMATEL yöntemiyle ilgili yapılmış çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, DEMATEL yönteminin matematiksel formu verilmiştir. Beşinci bölümde, modelin çözümü yapılmıştır. Son bölümde, sonuçlara yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

DEMATEL yöntemiyle yapılmış çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde finansal piyasaları temel alan bir çalışmanın olmadığı görülmektedir.

Tablo 1: DEMATEL Yöntemiyle Yapılmış Çalışmalar

No	Yazarlar	Çalışma Türü	Çalışmanın Amacı	Sonuç
1.	(Wu & Lee, 2007)	Amprik bir çalışmadır.	Küresel yöneticilerin yetkinliklerinin genişletilmesidir.	Fuzzy DEMATEL yöntemi bu sorunu çözebilir.
2.	(Yang, vd., 2008)	Vaka Çalışmasıdır.	Alt sistemler / kriterler arasındaki karşılıklı bağımlılık ve geri bildirim sorunudur.	Bu sorun DEMATEL ve ANP prosedürlerini birleştiren bir yöntemle çözülebilir..
3.	(Li & Tzeng, 2009)	Vaka Çalışmasıdır.	Eşik değeri hakkında tutarlı bir karar vermektir.	DEMATEL yöntemi tutarlı bir karar verebilir.
4.	(Lin, vd., 2009)	Vaka Çalışmasıdır.	Farklı alternatif yakıt türleri içinde en iyi seçeneğin belirlenmesidir.	RMDEMATEL yöntemi bu seçeneği belirler.
5.	(Wu, vd., 2010)	Vaka Çalışmasıdır.	İstihdam Hizmeti Sosyal Yardım Programındaki sosyal yardım personelinin performansı değerlendirilmesidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
6.	(Shieh, vd., 2010)	Vaka Çalışmasıdır.	Tıbbi bakım hizmet kalitesinin artırılmasıdır.	DEMATEL yöntemi kriterlerin önemini değerlendirilerek

				kriterler arasındaki nedensel ilişkiler bulunmuştur.
7.	(Lin, vd., 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Yarı iletken endüstrisinin gelişiminde temel yetkinliklerin belirlenmesidir.	DEMATEL yöntemi temel yetkinlikleri bulabilir.
8.	(Chang, vd., 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Tedarikçi seçiminde etkili faktörleri bulmaktır.	DEMATEL yöntemi, tedarikçi seçiminde yeni bir karar verme bilgisi yaklaşımı sağlar.
9.	(Amiri, vd., 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Bir tedarik zincirindeki dağıtım merkezlerinin konumlarının belirlenmesidir.	DEMATEL yöntemi bu sıralamayı yapabilir.
10.	(Yang & Tzeng, 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Tedarikçi seçimidir.	DEMATEL yöntemi bu seçimi yapabilir.
11.	(Wu & Tsai, 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Oto yedek parça endüstrisinde karar verme sürecinin değerlendirmesidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
12.	(Chang & Cheng, 2011)	Vaka Çalışmasıdır.	Başarısızlık problemlerinde risk sıralamalarını belirlemektir.	OWA ve DEMATEL yöntemleri bu sıralamaları belirler.
13.	(Chen, 2012)	Vaka Çalışmasıdır.	Medikal turizmin nasıl geliştirileceğine ilişkin stratejiyi bulmaktır.	DEMATEL yöntemi, çeşitli faktörler arasındaki karşılıklı ilişkileri doğrulayabilir ve temel faktörleri belirleyebilir.
14.	(Wu, 2012)	Amprık bir çalışmadır.	Biçimsel bilgi yönetimini etkili bir şekilde yürütmektir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
15.	(Fan, vd., 2012)	Vaka Çalışmasıdır.	Dış kaynak kullanım riskinin kaynağının belirlenmesidir.	DEMATEL yöntemi bu belirlemeyi yapabilir.
16.	(Gharakhani, 2012)	Vaka Çalışmasıdır.	Tedarikçi seçim kriterlerinin etki yoğunluğunu tespitidir.	DEMATEL yöntemi bu tespiti yapabilir
17.	(Sumrit & Anuntavoranich, 2013)	Vaka Çalışmasıdır.	İşletmelerin teknoloji yenilik yeteneklerini değerlendirmektir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
18.	(Li, vd.,2014)	Vaka Çalışmasıdır.	Acil durum yönetimi performansının değerlendirilmesidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
19.	(Mangla, vd., 2014)	Vaka Çalışmasıdır.	Yeşil tedarik zincirinin performansınıdır.	RMDEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
20.	(Govindan, vd., 2015)	Vaka Çalışmasıdır.	Yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda önemli ve nedensel ilişkileri ele almaktır.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
21.	(Wu & Chang, 2015)	Vaka Çalışmasıdır.	Yeşil tedarik zinciri yönetimini etkin bir şekilde yönetmektir.	DEMATEL yöntemi etkin yönetimi sağlar.
22.	(Altuntas, & Dereli, 2015)	Vaka Çalışmasıdır.	Yatırım projeleri değerlendirilmesidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
23.	(Akyuz & Celik, 2015)	Vaka Çalışmasıdır.	Deniz güvenliği, çevre kirliliğinin önlenmesi ve ham petrol tanker gemilerinde can kaybının önlenmesidir.	DEMATEL yöntemi potansiyel tehlikelerin nedensel etki ilişkisini çözebilir.
24.	(Shieh & Wu, 2016)	Vaka Çalışmasıdır.	Sağlık hizmetleri konusunda farklı görüşlerin değerlendirilmesidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
25.	(Mirmousa & Dehnavi, 2016)	Vaka Çalışmasıdır.	Tedarikçilerin seçimidir.	Fuzzy DEMATEL yöntemi bu seçimi yapabilir.
26.	(Sharma, vd., 2016)	Vaka Çalışmasıdır.	Yalın üretimin başarılı bir şekilde uygulanması için kritik kriterleri belirlemektir.	DEMATEL yöntemi bu kriterleri belirleyebilir.

27.	(Seleem, vd., 2016)	Vaka Çalışmasıdır.	İmalat şirketlerinin uygun performans iyileştirme girişimlerini seçmektir.	DEMATEL yöntemi bu seçimi yapabilir.
28.	(Seker & Zavadskas, 2017)	Vaka Çalışmasıdır.	İnşaat sektöründe iş risklerinin değerlendirilmesidir.	Fuzzy DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
29.	(Abdel-Basset, vd., 2018)	Vaka Çalışmasıdır.	Tedarikçilerin seçimidir.	DEMATEL, performansı artırmak ve rekabet avantajı elde etmek için proaktif bir yaklaşımdır.
30.	(Han & Deng, 2018)	Vaka Çalışmasıdır.	Acil durum sistemlerinin performansının iyileştirilmesidir.	DEMATEL yöntemi kritik başarı faktörlerini belirleme yöntemi olarak önerilmiştir.
31.	(Lin, vd.,2018)	Vaka Çalışmasıdır.	Sürdürülebilir tedarik zinciri seçimidir.	AFDEMATEL yöntemi bu seçimi yapabilir.
32.	(Bakir, vd., 2018)	Vaka Çalışmasıdır.	Çevre odaklı kamu alımlarının kritik belirleyicileridir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir
33.	(Zhang & Deng, 2019)	Vaka Çalışmasıdır.	Kabul edilebilir masraflara ilişkin yeni etkili yöntemlerin bulunmasıdır.	DEMATEL yöntemi etkili yöntemleri bulabilir.
34.	(Abdullah, vd., 2019)	Vaka Çalışmasıdır.	Katı atık yönetiminin fizibilitesi, uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliğidir.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
35.	(Zhang, vd., 2019)	Vaka Çalışmasıdır.	Kamu özel sermayesi projelerinin risk faktörlerini belirlemektir.	DEMATEL yöntemi bu risk faktörlerini belirleyebilir.
36.	(Mahmoudi, vd., 2019)	Vaka Çalışmasıdır.	Kalp yetmezliği konusunda öz bakım sürecini anlamaktır.	Fuzzy DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
37.	(Fan & Xiao, 2019)	Vaka Çalışmasıdır.	Makul bir veri füzyon sonucu elde etmek için çatışma yönetiminin nasıl daha iyi ele alınacağıdır.	DEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
38.	(Song, vd., 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	E-ticaret şirketinde sürdürülebilir çevrimiçi tüketimin engellerini belirlemektir.	RMDEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
39.	(Sharma, vd., 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	Döngüsel ekonomilerde e-atık sürecinin yönetilmesidir.	DEMATEL yöntemi bu süreci yönetebilir.
40.	(Feng & Ma, 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	İmalat işletmelerinde hizmet yeniliğini etkileyen faktörlerin analizidir.	Bunun için Fuzzy DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.
41.	(Chen, vd., 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	Akıllı ürün hizmet sistemleri ve yenilikçi değer önerilerinin değerlendirilmesidir.	RMDEMATEL yöntemi bu değerlendirmeyi yapabilir.
42.	(Du & Li, 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	Karmaşık sistemlerde kritik faktörlerin seçimidir.	DEMATEL yöntemi bu seçimi yapabilir.
43.	(Rostamnezhad, vd., 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	İnşaat projelerinde sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun modellenmesidir.	Fuzzy DEMATEL yöntemi bu modellemeyi yapabilir.
44.	(Khan, vd., 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	Kuruluşların döngüsel uygulamalarına yönelik girişimlerde bulunmalarına yardımcı olan kilit faktörlerin belirlenmesidir.	Grey DEMATEL yöntemi bu belirlemeyi yapabilir.

45.	(Maqbool & Khan, 2020)	Vaka Çalışmasıdır.	Halk sağlığı ve sosyal önlemlerin uygulanmasını engelleyen faktörlerin belirlenmesidir.	DEMATEL yöntemi bu belirlemeyi yapabilir.
46.	(Altuntas & Gok, 2021)	Vaka Çalışmasıdır.	Bir salgın sırasında doğru karantina kararları alınmasıdır.	DEMATEL yöntemi doğru karar almada yardımcı olur.

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Çalışmanın temel amacı finansal piyasaları oluşturan risk faktörleri (değişkenleri) arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Bunun için on altı risk faktörü tanımlanmıştır. Bu risk faktörleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu risk faktörleri arasındaki ilişki bir piyasa uzmanı tarafından 16x16 forumunda doğrudan ilişki matrisiyle belirlenmiştir. Son aşamada, risk faktörleri arasındaki ilişki bir grafikte gösterilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Risk Değişkenleri

Değişkenler	Açıklaması
1	Döviz Kuru
2	Faiz Oranları
3	İnternet Haberleri
4	Ekonomik Büyüme
5	Enflasyon
6	BIST100
7	DAX
8	S&P500
9	Altın
10	Petrol
11	Piyasa Değeri
12	İşsizlik
13	Borçlanma Oranı
14	İş riski
15	Politika Riski
16	Bitcoin

4. DEMATEL YÖNTEMİ

DEMATEL yönteminin matematiksel formu için (Bakir, vd., 2018, s.5) çalışmasından yararlanılmıştır.

Aşama 1. Doğrudan ilişki matrisi oluşturulur.

Bir çalışmaya dahil olan n sayıda karar verme belirleyicisi ve D karar vericisi olduğunu varsayalım. Her bir karar verici k, bir i belirleyicinin, j belirleyicisini etkileme derecesi belirler. Herhangi iki belirleyici arasındaki bu ikili karşılaştırmalar x_{ij}^k ile gösterilir ve 0, 1, 2, 3 veya 4 tamsayı puanları verilir. Bu puanlar sırasıyla "etki yok", "düşük etki", "orta etki", "yüksek etki" ve "çok yüksek etki" şeklinde sıralanır. Her karar vericiden gelen yanıtlara göre, n x n boyutunda negatif olmayan bir matris oluşturulur, $[x_{ij}^k] = X^k$, burada k = 1 ile D arasında değişen karar vericilerin sayısıdır. i = j için köşegen değerler sıfır alınır. Doğrudan ilişki matrisi (A) aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$a_{ijn \times n} = \frac{1}{D} \sum_{k=1}^D x_{ij}^k \quad (1)$$

Aşama 2. Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisini hesaplanır.

Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi M, aşağıdaki ifade ile elde edilir.

$$M = \frac{A}{\mu}, \text{ burada } \mu = \max \left(\max_{1 \leq i < n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max_{1 \leq i < n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \quad (2)$$

Aşama 3. Toplam ilişki matrisini hesaplanır.

Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi elde edildiğinde, toplam ilişki matrisi T aşağıdaki ifadeden türetilir.

$$T = M + M^2 + M^3 + \dots M^\infty = \sum_{i=1}^{\infty} M^i \quad (3)$$

$$T = M(I - M)^{-1}, \text{ burada } I \text{ birim matristir.} \quad (4)$$

Aşama 4. Etkileyen ve etkilenen değişkenler belirlenir.

s ve c sırasıyla toplam ilişki matrisi T'nin satırlarının toplamını ve sütunlarının toplamını temsil eden n x 1 ve 1 x n vektörleri olarak tanımlanır. Si'nin T matrisindeki i'inci satırın toplamı olduğunu varsayılır. Sonra, si, i belirleyicisinin diğer belirleyicilere verdiği hem doğrudan hem de dolaylı etkileri özetlenir. Benzer şekilde, cj'nin T matrisindeki j'inci sütunun toplamı olduğunu varsayılır. Daha sonra, cj, belirleyicisi j tarafından diğer belirleyiciler verdiği hem doğrudan hem de dolaylı etkileri özetlenir. (si + cj) ifadesi, belirleyicinin tüm sistemde oynadığı önem derecesini gösterirken, (si - cj) belirleyicinin sisteme katkıda bulunduğu ilişkinin gücünü belirtir. Eğer (si -cj) pozitifse, belirleyici etkileyen grupta, eğer (si -cj) negatifse, belirleyici etkilenen grupta yer alır.

Aşama 5. Etki diyagramı çizilir.

İlişki haritası, sayısal değerlerin eşleştirilmesiyle elde edilebilir (si + cj) ve (si - cj), burada (si + cj) yatay eksen ve (si - cj) dikey eksendir. Uygun bir harita oluşturmak için, bir karar vericinin etki düzeyine bir eşik değeri ataması gerekir. Eşik değeri çok düşük olursa harita aşırı karmaşık hale gelir. Eşik değeri çok yüksekse birçok belirleyicinin diğer faktörlerle ilişkisini göstermez. İlişki haritasını oluşturmak için T matrisindeki etki düzeyi eşik değerinden yüksek olan bazı belirleyiciler seçilebilir.

5. DEMATEL YÖNTEMİNİN ÇÖZÜMÜ

DEMATEL yönteminin çözümünde (Ayçin, 2020, s.88-95) çalışmasından yararlanılmıştır. Yöntemin çözümü beş aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar matris işlemlerinden oluşmaktadır.

Aşama 1. Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulmasıdır.

Tablo 3 doğrudan ilişki matrisini göstermektedir. Doğrusal ilişki matrisi 16 x16 boyutunda bir matristir

Tablo 3: Doğrudan İlişki Matrisi

Sembol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Satır Toplamı
1	0	1	3	0	2	1	1	2	1	4	3	1	2	1	3	0	25
2	2	0	1	1	4	3	3	1	2	3	2	4	2	4	3	1	36
3	1	3	0	3	1	2	3	4	0	4	2	1	2	3	3	2	34
4	4	1	1	0	2	0	1	4	2	4	2	3	4	3	2	1	34
5	3	4	4	3	0	2	2	1	3	0	4	2	3	4	2	3	40
6	3	0	2	1	3	0	3	4	2	3	4	0	2	1	2	4	34
7	1	4	3	3	4	1	0	2	1	4	3	4	3	2	1	1	37
8	1	2	4	3	2	4	4	0	2	2	1	3	1	4	2	2	37
9	2	0	4	3	0	4	0	0	0	2	1	4	3	0	1	3	27
10	4	2	1	1	3	0	4	3	3	0	2	1	1	2	4	3	34
11	2	0	4	0	3	3	4	2	1	1	0	2	4	3	2	0	31

12	1	4	2	4	2	3	1	0	1	4	2	0	3	4	2	1	34
13	3	1	2	4	0	3	0	4	2	1	1	3	0	0	4	2	30
14	2	0	4	2	1	4	3	4	2	0	3	4	4	0	3	0	36
15	4	2	4	3	1	4	3	1	4	2	3	4	1	2	0	4	42
16	3	1	2	3	4	4	3	2	1	0	4	3	1	2	3	0	36
Sütun Toplamı	36	25	41	34	32	38	35	34	27	34	37	39	36	35	37	27	

Aşama 2. Normalleştirilmiştir.

Tablo 4 normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisini göstermektedir.

Tablo 4: Normalleştirilmiş Doğrudan İlişki Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,00	0,02	0,07	0,00	0,05	0,02	0,02	0,05	0,02	0,10	0,07	0,02	0,05	0,02	0,07	0,00
2	0,05	0,00	0,02	0,02	0,10	0,07	0,07	0,02	0,05	0,07	0,05	0,10	0,05	0,10	0,07	0,02
3	0,02	0,07	0,00	0,07	0,02	0,05	0,07	0,10	0,00	0,10	0,05	0,02	0,05	0,07	0,07	0,05
4	0,10	0,02	0,02	0,00	0,05	0,00	0,02	0,10	0,05	0,10	0,05	0,07	0,10	0,07	0,05	0,02
5	0,07	0,10	0,10	0,07	0,00	0,05	0,05	0,02	0,07	0,00	0,10	0,05	0,07	0,10	0,05	0,07
6	0,07	0,00	0,05	0,02	0,07	0,00	0,07	0,10	0,05	0,07	0,10	0,00	0,05	0,02	0,05	0,10
7	0,02	0,10	0,07	0,07	0,10	0,02	0,00	0,05	0,02	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,02	0,02
8	0,02	0,05	0,10	0,07	0,05	0,10	0,10	0,00	0,05	0,05	0,02	0,07	0,02	0,10	0,05	0,05
9	0,05	0,00	0,10	0,07	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,10	0,07	0,00	0,02	0,07
10	0,10	0,05	0,02	0,02	0,07	0,00	0,10	0,07	0,07	0,00	0,05	0,02	0,02	0,05	0,10	0,07
11	0,05	0,00	0,10	0,00	0,07	0,07	0,10	0,05	0,02	0,02	0,00	0,05	0,10	0,07	0,05	0,00
12	0,02	0,10	0,05	0,10	0,05	0,07	0,02	0,00	0,02	0,10	0,05	0,00	0,07	0,10	0,05	0,02
13	0,07	0,02	0,05	0,10	0,00	0,07	0,00	0,10	0,05	0,02	0,02	0,07	0,00	0,00	0,10	0,05
14	0,05	0,00	0,10	0,05	0,02	0,10	0,07	0,10	0,05	0,00	0,07	0,10	0,10	0,00	0,07	0,00
15	0,10	0,05	0,10	0,07	0,02	0,10	0,07	0,02	0,10	0,05	0,07	0,10	0,02	0,05	0,00	0,10
16	0,07	0,02	0,05	0,07	0,10	0,10	0,07	0,05	0,02	0,00	0,10	0,07	0,02	0,05	0,07	0,00

Aşama 3. Toplam etki matrisinin oluşturulmasıdır.

Bu aşamada, Birim Matris (I), (I-X) Matris, (I-X)-1 Matris işlemleri yapılır. Tablo 8 toplam etki matrisini göstermektedir.

Tablo 5: Birim Matris (I)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tablo 6: (I-X) Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0
2	0,0	1,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0
3	0,0	-0,1	1,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0
4	-0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0
5	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
6	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	1,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
7	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0
9	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1
10	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1
11	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0
12	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	1,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0
13	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	1,0	0,0	-0,1	0,0
14	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	1,0	-0,1	0,0
15	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	1,0	-0,1
16	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	1,0

Tablo 7: (I-X)-1 Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,18	0,15	0,27	0,17	0,20	0,21	0,20	0,22	0,16	0,26	0,25	0,21	0,22	0,20	0,25	0,14
2	0,30	1,18	0,31	0,26	0,31	0,33	0,31	0,27	0,24	0,31	0,31	0,35	0,30	0,33	0,33	0,22
3	0,27	0,24	1,27	0,29	0,24	0,29	0,31	0,33	0,19	0,32	0,29	0,28	0,29	0,31	0,32	0,23
4	0,32	0,19	0,29	1,22	0,24	0,24	0,25	0,31	0,22	0,31	0,28	0,31	0,32	0,29	0,29	0,20
5	0,34	0,28	0,40	0,32	1,24	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,37	0,33	0,34	0,35	0,33	0,27
6	0,30	0,17	0,32	0,25	0,28	1,24	0,30	0,32	0,22	0,29	0,33	0,25	0,28	0,25	0,29	0,27
7	0,28	0,28	0,36	0,31	0,32	0,29	1,25	0,30	0,22	0,34	0,33	0,36	0,33	0,30	0,29	0,22
8	0,28	0,23	0,38	0,32	0,27	0,36	0,34	1,26	0,24	0,30	0,29	0,34	0,29	0,34	0,31	0,24
9	0,23	0,13	0,29	0,24	0,16	0,28	0,18	0,19	1,13	0,23	0,21	0,27	0,25	0,18	0,22	0,21
10	0,32	0,22	0,30	0,25	0,28	0,25	0,32	0,29	0,25	1,23	0,29	0,28	0,26	0,28	0,33	0,25
11	0,26	0,16	0,34	0,21	0,25	0,29	0,30	0,26	0,19	0,23	1,22	0,27	0,31	0,28	0,27	0,17
12	0,26	0,26	0,31	0,31	0,25	0,31	0,26	0,24	0,21	0,32	0,29	1,25	0,31	0,32	0,29	0,20
13	0,28	0,17	0,28	0,29	0,18	0,28	0,20	0,29	0,20	0,23	0,23	0,28	1,20	0,20	0,30	0,21
14	0,29	0,18	0,37	0,28	0,24	0,35	0,31	0,33	0,23	0,25	0,32	0,35	0,34	1,24	0,32	0,19

15	0,37	0,25	0,41	0,33	0,28	0,38	0,34	0,30	0,30	0,33	0,36	0,38	0,31	0,32	1,29	0,30
16	0,32	0,21	0,33	0,30	0,31	0,35	0,31	0,29	0,21	0,25	0,35	0,33	0,28	0,29	0,32	1,19

Tablo 8: Toplam Etki Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,18	0,15	0,27	0,17	0,20	0,21	0,20	0,22	0,16	0,26	0,25	0,21	0,22	0,20	0,25	0,14
2	0,30	0,18	0,31	0,26	0,31	0,33	0,31	0,27	0,24	0,31	0,31	0,35	0,30	0,33	0,33	0,22
3	0,27	0,24	0,27	0,29	0,24	0,29	0,31	0,33	0,19	0,32	0,29	0,28	0,29	0,31	0,32	0,23
4	0,32	0,19	0,29	0,22	0,24	0,24	0,25	0,31	0,22	0,31	0,28	0,31	0,32	0,29	0,29	0,20
5	0,34	0,28	0,40	0,32	0,24	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,37	0,33	0,34	0,35	0,33	0,27
6	0,30	0,17	0,32	0,25	0,28	0,24	0,30	0,32	0,22	0,29	0,33	0,25	0,28	0,25	0,29	0,27
7	0,28	0,28	0,36	0,31	0,32	0,29	0,25	0,30	0,22	0,34	0,33	0,36	0,33	0,30	0,29	0,22
8	0,28	0,23	0,38	0,32	0,27	0,36	0,34	0,26	0,24	0,30	0,29	0,34	0,29	0,34	0,31	0,24
9	0,23	0,13	0,29	0,24	0,16	0,28	0,18	0,19	0,13	0,23	0,21	0,27	0,25	0,18	0,22	0,21
10	0,32	0,22	0,30	0,25	0,28	0,25	0,32	0,29	0,25	0,23	0,29	0,28	0,26	0,28	0,33	0,25
11	0,26	0,16	0,34	0,21	0,25	0,29	0,30	0,26	0,19	0,23	0,22	0,27	0,31	0,28	0,27	0,17
12	0,26	0,26	0,31	0,31	0,25	0,31	0,26	0,24	0,21	0,32	0,29	0,25	0,31	0,32	0,29	0,20
13	0,28	0,17	0,28	0,29	0,18	0,28	0,20	0,29	0,20	0,23	0,23	0,28	0,20	0,20	0,30	0,21
14	0,29	0,18	0,37	0,28	0,24	0,35	0,31	0,33	0,23	0,25	0,32	0,35	0,34	0,24	0,32	0,19
15	0,37	0,25	0,41	0,33	0,28	0,38	0,34	0,30	0,30	0,33	0,36	0,38	0,31	0,32	0,29	0,30
16	0,32	0,21	0,33	0,30	0,31	0,35	0,31	0,29	0,21	0,25	0,35	0,33	0,28	0,29	0,32	0,19

Aşama 4. Etkilenen ve etkileyen değişkenler belirlenir.

Bu aşamada, $D_j + R_j$ ve $D_j - R_j$ değerleri ile etki grupları belirlenir. Tablo 9 ve Tablo 10 bu hesaplamaları göstermektedir.

Tablo 9: $D_j + R_j$ ve $D_j - R_j$ Değerlerinin Belirlenmesi

	D_j	R_j	D_j+R_j	D_j-R_i
Döviz Kuru	3,27	4,57	7,84	-1,31
Faiz Oranları	4,65	4,40	9,05	0,26
İnternet Haberleri	4,47	4,10	8,57	0,37
Ekonomik Büyüme	4,28	3,83	8,12	0,45
Enflasyon	5,03	3,52	8,55	1,52
BIST100	4,35	6,45	10,80	-2,09
DAX	4,77	10,80	15,56	-6,03
S&P500	4,80	14,99	19,78	-10,19
Altın	3,40	18,99	22,39	-15,59
Petrol	4,38	23,79	28,18	-19,41
Piyasa Değeri	4,01	27,82	31,83	-23,81
İşsizlik	4,37	32,33	36,71	-27,96
Borçlanma Oranı	3,84	36,87	40,71	-33,03
İş riski	4,58	39,99	44,57	-35,41
Politika Riski	5,24	44,08	49,32	-38,84
Bitcoin	4,64	47,72	52,36	-43,08

Tablo 10: Etkileyen ve Etkilenen Değişkenlerin Belirlenmesi

	Dj	Rj	Dj+Rj	Dj-Ri	Etki Grubu
Döviz Kuru	3,27	4,57	7,84	-1,31	Etkilenen
Faiz Oranları	4,65	4,40	9,05	0,26	Etkileyen
İnternet Haberleri	4,47	4,10	8,57	0,37	Etkileyen
Ekonomik Büyüme	4,28	3,83	8,12	0,45	Etkileyen
Enflasyon	5,03	3,52	8,55	1,52	Etkileyen
BIST100	4,35	6,45	10,80	-2,09	Etkilenen
DAX	4,77	10,80	15,56	-6,03	Etkilenen
S&P500	4,80	14,99	19,78	-10,19	Etkilenen
Altın	3,40	18,99	22,39	-15,59	Etkilenen
Petrol	4,38	23,79	28,18	-19,41	Etkilenen
Piyasa Değeri	4,01	27,82	31,83	-23,81	Etkilenen
İşsizlik	4,37	32,33	36,71	-27,96	Etkilenen
Borçlanma Oranı	3,84	36,87	40,71	-33,03	Etkilenen
İş riski	4,58	39,99	44,57	-35,41	Etkilenen
Politika Riski	5,24	44,08	49,32	-38,84	Etkilenen
Bitcoin	4,64	47,72	52,36	-43,08	Etkilenen

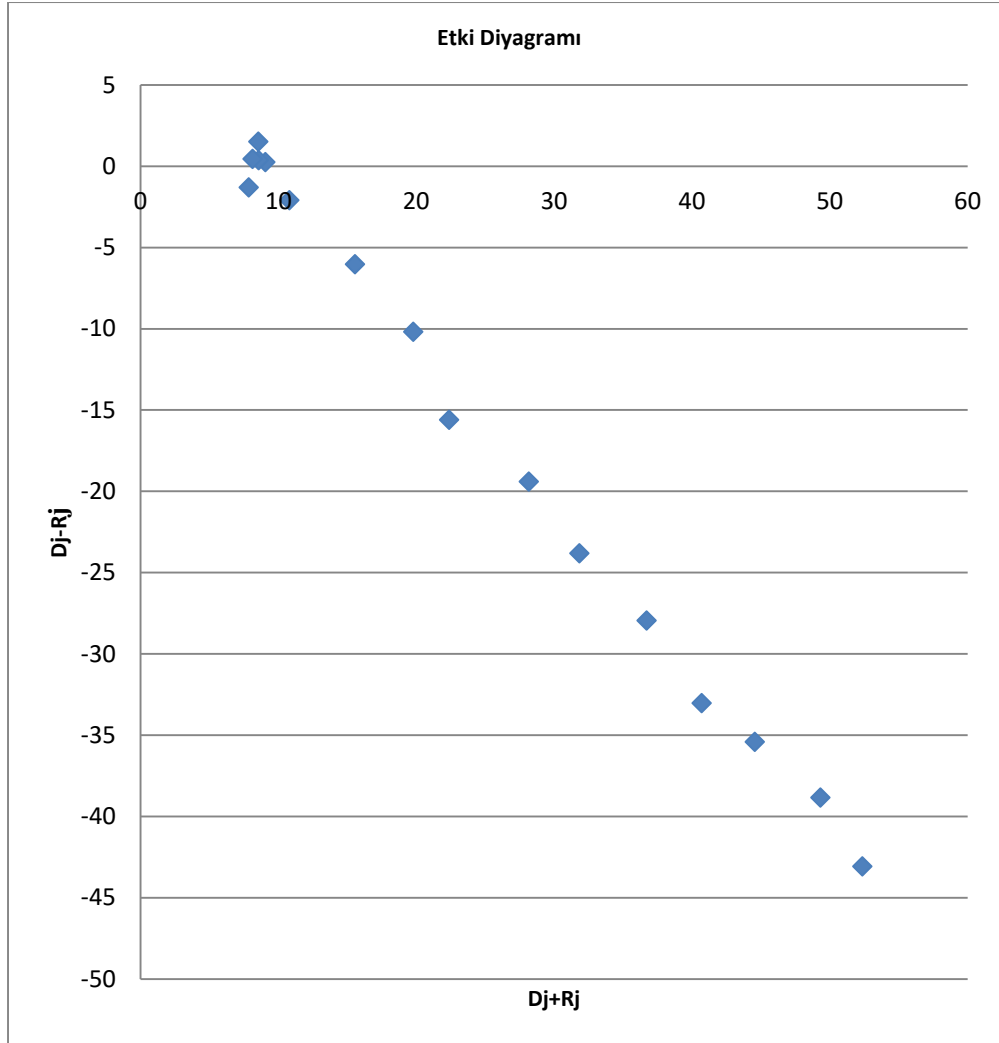
Tablo 10'da yer alan (c - r) değerlerine göre, 16 kriter etkileyen grup ve etkilenen grup olarak iki gruba ayrılmıştır. (c - r) 'nin değeri pozitifse etkileyen grubunda sınıflandırılır ve diğerlerini doğrudan etkiler. En yüksek (c - r) faktörleri aynı zamanda diğerleri üzerinde en büyük doğrudan etkiye sahiptir. Bu çalışmada faiz oranı (2), internet haberleri (3), ekonomik büyüme (4), enflasyon (5) etkileyen grubunda yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla 0,26, 0,37, 0,45, 1,52 olarak gerçekleşmiştir. Aynı zamanda enflasyon (5) diğer kriterler üzerindeki en kritik etki faktörüdür. Enflasyon (5) faktörü sistematik risk unsuru içerisinde yer alır. Enflasyonun (5) % 0 ile 2,5 arasında en az 20 yıl sürdürülebilir olması finansal piyasalarda istikrar yaratmanın ön koşulu olarak değerlendirilmektedir.

(c - r) 'nin değeri negatif bu tür kriterler etkilenen grubunda sınıflandırılır ve büyük ölçüde diğerleri tarafından etkilenir. Bu çalışmada Döviz Kuru (1), BIST100 (6), DAX (7), S&P500 (8), Altın (9), Petrol (10), Piyasa Değeri (11), İşsizlik (12), Borçlanma Oranı (13), İş riski (14), Politika Riski (15), Bitcoin (16) etkilenen grubunda yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla -2,09, -6,03, -10,19, -15,59, -19,41, -23,81, -27,96, -33,03, -35,41, -38,84, -43,08 olarak gerçekleşmiştir. Bitcoin (16) diğer faktörlerden faiz oranı (2), internet haberleri (3), ekonomik büyüme (4) ve enflasyon'dan (5) en çok etkilenen faktördür. Bitcoin (16) sistematik olmayan bir risk unsudur. Aynı zamanda organize olmayan piyasada işlem görmektedir. Kripto para piyasaların resmi piyasa özelliği kazandırılmasıyla bu piyasalardaki fiyat dalgalanmalarının bir istikrar kazanacağı düşünülmektedir.

Aşama 5. Etki diyagramının çizilmesidir.

Bu aşamada, problemleri görsel olarak çözmeyi sağlayan bir grafik sunulur. Grafik Teorisi uygulanarak matematiksel sonuçlar görselleştirilir. Böylece nedensel ilişkileri daha iyi anlaşılır.

Şekil 1: Etki Diyagramı



Şekil 1 incelendiğinde sıfır değerinin üzerinde kalan risk değişkenleri etkileyen grubunu temsil ederken sıfır değerinin altında yer alan risk değişkenleri etkilenen grubunda yer almaktadır. Buna göre risk değişkenleri sol yukarıdan sağ aşağıya doğrusal bir ilişki düzeyi göstermektedirler.

6. SONUÇ

Finansal piyasalarda finansal varlıklar işlem görür. Varlıkların fiyatları piyasa koşullarında arz ve talebe göre belirlenir. Piyasa koşullarında oluşan fiyat piyasa giren bilgilerle değişir. Bu değişikliklerden bazıları fiyatları olumlu yönde etkilerken bazıları olumsuz etkiler. Piyasaya giren her bilgi bir risk unsurunun temsilcisidir. Yatırımcılar bu risk unsurlarına göre pozisyon alırlar. Tüm amaç kayıpların en aza indirilmesidir.

Çalışmada, finansal piyasaların analizi on altı risk değişkenine göre belirlenmiştir. Bu risk değişkenleri etkileyen grubu ve etkilenen grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Faiz oranı, internet haberleri, ekonomik büyüme ve enflasyon etkileyen grubunda yer almaktadır. Piyasayı etkileyen en çok etkileyen risk değişkeni enflasyondur.

Döviz Kuru, BIST100, DAX, S&P500, Altın, Petrol, Piyasa Değeri, İşsizlik, Borçlanma Oranı, İş riski, Politika Riski ve Bitcoin risk değişkenleri etkilenen grubunda yer almaktadır. Bitcoin diğer etkileyen faktörlerden en çok etkilenen faktördür.

DEMATEL yönteminin uygulamasına ilişkin çalışmalar uzmanların subjektif görüşlerine dayanmaktadır. Yöntem, subjektif görüşlerin güvenilir olduğunu varsaymaktadır. Ancak bilimsel çalışmalarda varsayımların her zaman doğru olduğu söylenemez. Bu nedenle yukarıdaki risk değişkenleri zaman içerisinde değişiklik gösterirler.

KAYNAKÇA

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Gamal, A., & Smarandache, F. (2018). A hybrid approach of neutrosophic sets and DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Design Automation for Embedded Systems*, 22(3), 257-278. doi.org/10.1007/s10617-018-9203-6
- Abdullah, L., Zulkifli, N., Liao, H., Herrera-Viedma, E., & Al-Barakati, A. (2019). An interval-valued intuitionistic fuzzy DEMATEL method combined with Choquet integral for sustainable solid waste management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 82, 207-215. doi.org/10.1016/j.engappai.2019.04.005
- Akyuz, E., & Celik, E. (2015). A fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing process in crude oil tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 243-253. doi.org/10.1016/j.jlp.2015.10.006
- Altuntas, F., & Gok, M. S. (2021). The effect of COVID-19 pandemic on domestic tourism: A DEMATEL method analysis on quarantine decisions. *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102719. doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102719
- Altuntas, S., & Dereli, T. (2015). A novel approach based on DEMATEL method and patent citation analysis for prioritizing a portfolio of investment projects. *Expert systems with Applications*, 42(3), 1003-1012. doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.018
- Amiri, M., Sadaghiani, J., Payani, N., & Shafieezadeh, M. (2011). Developing a DEMATEL method to prioritize distribution centers in supply chain. *Management Science Letters*, 1(3), 279-288. doi: 10.5267/j.msl.2011.04.001
- Ayçin, E. (2020). Bölüm 6. DEMATEL. Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler,2. Basım. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara
- Bakir, S., Khan, S., Ahsan, K., & Rahman, S. (2018). Exploring the critical determinants of environmentally oriented public procurement using the DEMATEL method. *Journal of environmental management*, 225, 325-335. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.081
- Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications*, 38(3), 1850-1858. doi:10.1016/j.eswa.2010.07.114
- Chang, K. H., & Cheng, C. H. (2011). Evaluating the risk of failure using the fuzzy OWA and DEMATEL method. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22(2), 113-129. doi 10.1007/s10845-009-0266-x
- Chen, C. A. (2012). Using DEMATEL method for medical tourism development in Taiwan. *American Journal of Tourism Research*, 1(1), 26-32.
- Chen, Z., Lu, M., Ming, X., Zhang, X., & Zhou, T. (2020). Explore and evaluate innovative value propositions for smart product service system: A novel graphics-based rough-fuzzy DEMATEL method. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118672. doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118672
- Du, Y. W., & Li, X. X. (2020). Hierarchical DEMATEL method for complex systems. *Expert Systems with Applications*, 113871. doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113871
- Fan, W., & Xiao, F. (2019). A new conflict management in evidence theory based on DEMATEL method. *Journal of Sensors*, 2019. doi.org/10.1155/2019/7145373
- Fan, Z. P., Suo, W. L., & Feng, B. (2012). Identifying risk factors of IT outsourcing using interdependent information: An extended DEMATEL method. *Expert systems with Applications*, 39(3), 3832-3840. doi:10.1016/j.eswa.2011.09.092
- Feng, C., & Ma, R. (2020). Identification of the factors that influence service innovation in manufacturing enterprises by using the fuzzy DEMATEL method. *Journal of Cleaner Production*, 253, 120002. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120002
- Fontela, E., & Gabus, A. (1976). The DEMATEL observer, DEMATEL 1976 Report. Switzerland Geneva: Battelle Geneva Research Center.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1972). World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Switzerland, Geneva: Battelle Geneva Research Centre.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1973). Perceptions of the world problematique: Communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility (DEMATEL report no. 1). Switzerland Geneva: Battelle Geneva Research Centre.
- Gharakhani, D. (2012). The evaluation of supplier selection criteria by fuzzy DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 3215-3224.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., & Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 7207-7220. doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.030
- Han, Y., & Deng, Y. (2018). An enhanced fuzzy evidential DEMATEL method with its application to identify critical success factors. *Soft computing*, 22(15), 5073-5090. doi.org/10.1007/s00500-018-3311-x
- Khan, S., Haleem, A., & Khan, M. I. (2020). Enablers to implement circular initiatives in the supply chain: A grey DEMATEL method. *Global Business Review*, 0972150920929484. doi. 10.1177/0972150920929484
- Li, C. W., & Tzeng, G. H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 9891-9898. doi:10.1016/j.eswa.2009.01.073

- Li, Y., Hu, Y., Zhang, X., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). An evidential DEMATEL method to identify critical success factors in emergency management. *Applied Soft Computing*, 22, 504-510. doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.042
- Lin, C. W., Chen, S. H., & Tzeng, G. H. (2009). Constructing a cognition map of alternative fuel vehicles using the DEMATEL method. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 16(1-2), 5-19. doi. 10.1002/mcda.438
- Lin, K. P., Tseng, M. L., & Pai, P. F. (2018). Sustainable supply chain management using approximate fuzzy DEMATEL method. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 134-142. doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.017
- Lin, Y. T., Yang, Y. H., Kang, J. S., & Yu, H. C. (2011). Using DEMATEL method to explore the core competences and causal effect of the IC design service company: An empirical case study. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 6262-6268. doi:10.1016/j.eswa.2010.11.092
- Mahmoudi, S., Jalali, A., Ahmadi, M., Abasi, P., & Salari, N. (2019). Identifying critical success factors in Heart Failure Self-Care using fuzzy DEMATEL method. *Applied Soft Computing*, 84, 105729. doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105729
- Mangla, S., Kumar, P., & Barua, M. K. (2014). An evaluation of attribute for improving the green supply chain performance via DEMATEL method. *International Journal of Mechanical Engineering & Robotics Research*, 1(1), 30-35.
- Maqbool, A., & Khan, N. Z. (2020). Analyzing barriers for implementation of public health and social measures to prevent the transmission of COVID-19 disease using DEMATEL method. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 887-892. doi.org/10.1016/j.dsx.2020.06.024
- Mirmousa, S., & Dehnavi, H. D. (2016). Development of criteria of selecting the supplier by using the fuzzy DEMATEL method. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 230, 281-289. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.09.036
- Rostamnezhad, M., Nasirzadeh, F., Khanzadi, M., Jarban, M. J., & Ghayoumian, M. (2020). Modeling social sustainability in construction projects by integrating system dynamics and fuzzy-DEMATEL method: a case study of highway project. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Seker, S., & Zavadskas, E. K. (2017). Application of fuzzy DEMATEL method for analyzing occupational risks on construction sites. *Sustainability*, 9(11), 2083. doi:10.3390/su9112083
- Seleem, S. N., Attia, E. A., & El-Assal, A. (2016). Managing performance improvement initiatives using DEMATEL method with application case study. *Production Planning & Control*, 27(7-8), 637-649. doi. 10.1080/09537287.2016.1165301
- Sharma, M., Joshi, S., & Kumar, A. (2020). Assessing enablers of e-waste management in circular economy using DEMATEL method: An Indian perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-14. doi.org/10.1007/s11356-020-07765-w
- Sharma, V., Dixit, A. R., & Qadri, M. A. (2016). Empirical assessment of the causal relationships among lean criteria using DEMATEL method. *Benchmarking: An International Journal*. doi.10.1108/BIJ-08-2014-0078
- Shieh, J. I., & Wu, H. H. (2016). Measures of consistency for DEMATEL method. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 45(3), 781-790. doi.org/10.1080/03610918.2013.875564
- Shieh, J. I., Wu, H. H., & Huang, K. K. (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277-282. doi:10.1016/j.knosys.2010.01.013
- Song, W., Zhu, Y., & Zhao, Q. (2020). Analyzing barriers for adopting sustainable online consumption: A rough hierarchical DEMATEL method. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106279. doi.org/10.1016/j.cie.2020.106279
- Sumrit, D., & Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 4(2), 81-103.
- Wu, H. H., & Chang, S. Y. (2015). A case study of using DEMATEL method to identify critical factors in green supply chain management. *Applied Mathematics and Computation*, 256, 394-403. doi.org/10.1016/j.amc.2015.01.041
- Wu, H. H., & Tsai, Y. N. (2011). A DEMATEL method to evaluate the causal relations among the criteria in auto spare parts industry. *Applied Mathematics and Computation*, 218(5), 2334-2342. doi:10.1016/j.amc.2011.07.055
- Wu, H. H., Chen, H. K., & Shieh, J. I. (2010). Evaluating performance criteria of employment service outreach program personnel by DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 5219-5223. doi:10.1016/j.eswa.2009.12.068
- Wu, W. W. (2012). Segmenting critical factors for successful knowledge management implementation using the fuzzy DEMATEL method. *Applied Soft Computing*, 12(1), 527-535.
- Wu, W. W., & Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert systems with applications*, 32(2), 499-507. doi:10.1016/j.eswa.2005.12.005
- Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417-1424. doi:10.1016/j.eswa.2010.07.048

Yang, Y. P. O., Shieh, H. M., Leu, J. D., & Tzeng, G. H. (2008). A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with applications. *International journal of operations research*, 5(3), 160-168.

Zhang, L., Sun, X., & Xue, H. (2019). Identifying critical risks in Sponge City PPP projects using DEMATEL method: A case study of China. *Journal of cleaner production*, 226, 949-958. doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.067

Zhang, W., & Deng, Y. (2019). Combining conflicting evidence using the DEMATEL method. *Soft computing*, 23(17), 8207-8216. doi.org/10.1007/s00500-018-3455-8