



COVID-19 Döneminde Banka Kredi Risk Bilgileri Üzerine Bir Analiz

An Analysis on Bank Credit Risk Information in the Period of COVID-19

Arş. Gör. Dr. Esra AKSOY¹, Prof. Dr. Mehmet GENÇTÜRK²

Öz

COVID-19 salgını birçok ülkede küresel boyutta etkisini göstermiştir. Salgının etkisi ile özellikle ekonomik ve sosyal alanlarda olumsuz değişimler yaşamıştır. Türkiye’de finansal sistemin en önemli dalı olan bankacılık sektörü salgın döneminde oldukça etkilenmiştir. Bankacılık sektörü salgın döneminin olumsuz etkileri ve belirsizlik ortamında güvenli bir şekilde faaliyetlerine devam edebilmek için birtakım önlemler almıştır. Bu önlemler salgının etkisi ile oluşan riskli süreci daha iyi yönetmeye ve en az zararlarla atlattırma yardımcı olmuştur. Pandemi döneminde bankaların karşılaştığı en büyük problemlerden biri ise kredi riski olmuştur. Bu bağlamda çalışmanın amacı ise pandemi döneminde bankaların en çok karşılaştığı kredi risklerini incelemektir. Çalışmada bankalar tarafından Türkiye Bankalar Birliği Risk Merkezine bildirim yapılan nakdi kredilerin ve tasfiye olunacak alacakların, gelecek dönemler için tahminleri yapılmıştır. Analizde gri sistem teorisi içinde yer alan gri tahmin modeli GM (1,1) tercih edilmiştir. Analiz için 2020/02-2021/12 dönemine ait çeyrek dönemlik veriler kullanılmıştır. Veriler ile GM (1,1) modelleri kurulmuştur ve simülasyon değerleri hesaplanmıştır. Kurulan modellerin göreceli hata payları sırası ile %3,42 ve %1,49 olarak hesaplanmıştır. Ardından gelecek iki çeyrek dönem için bankaların nakdi kredileri ve tasfiye olunacak alacaklar tahmin verileri elde edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen bulgularla bankaların kredi riskleri hakkında öngöründe bulunulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların bankaların uygulayacakları politikalara katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kredi riski, COVID-19, tahmin, gri teori

Makale Türü: Araştırma

Abstract

The COVID-19 pandemic has had a global impact in many countries. The effect of the epidemic, negative changes have been experienced, especially in the economic and social fields. The banking sector, which is the most important branch of the financial system in Türkiye, was also affected by the epidemic. The banking sector has taken some measures in order to continue its activities safely in the environment of negative effects and uncertainty of the epidemic period. These measures have helped to better manage the risky process caused by the effect of the epidemic and to overcome it with the least damage. One of the biggest problems faced by banks during the pandemic period has been credit risk. The aim of the study is to examine the credit risks that banks face most during the pandemic period. In the study, the cash loans and non-performing loans, which are notified to the Risk Center of the Banks Association of Türkiye by the banks, are estimated for future periods. In the analysis, the grey prediction model GM (1,1) was preferred. Quarterly data for the period 2020/02-2021/12 was used for the analysis. GM (1,1) models were established by the data and simulation values were calculated. The relative error margins of the established models were calculated as 3.42% and 1.49%, respectively. For the next two quarters, estimation data on banks' cash loans and non-performing loans are obtained. As a result, predictions were made about the credit risks of banks with the findings obtained. It is expected that the results obtained from this study will contribute to the policies that banks will implement.

Keywords: Credit risk, COVID-19, forecasting, grey theory

Paper Type: Research

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, esraaksoy@sdu.edu.tr

²Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, mehmetgencturk@sdu.edu.tr

Giriş

2019 yılının sonlarında Çin’de ortaya çıkan ve kısa bir sürede tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisinin etkileri günümüzde hala devam etmektedir. COVID-19 pandemisi başta finansal piyasalar olmak üzere ülke ekonomisine çok yönlü zarar vermektedir. Türkiye pandemiden etkilenen ülkeler arasında yer almıştır. COVID-19 pandemisi ile sosyal, kültürel ve ekonomi anlamında insanların yaşam ve faaliyet alanları olumsuz etkilenmiştir. Özellikle 2020 Nisan ayından itibaren pandeminin etkisi oldukça hissedilmeye başlanmış ve 2. çeyrek dönemde ekonomik hareketliliğin azaldığı görülmüştür. Türkiye’de salgının olumsuz etkilerinden korunma amaçlı, hizmet sektöründe faaliyetlerde kısıtlama ve faaliyete ara verme yaşanmıştır. Birçok iş kolunda ise faaliyetlerde duraksama yaşanmıştır (Adıgüzel, 2020, s. 193).

Türkiye’de pandemiden kaynaklı olumsuz etkilerin engellenmesi adına finans sisteminde birçok önlemler ve kısıtlamalar uygulanmıştır. Bu kısıtlama ve önlemlerin uygulandığı finans sisteminin başında bankacılık sektörü gelmektedir. Türkiye’de finans sistemin içinde bulunan bankacılık sektörünün yeri oldukça önemlidir. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK)’nın 2020 yıllık faaliyet raporuna göre Türk bankacılık sektörünün %87,5 ile finansal sektör içinde en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Finansal sistemin işleyişinde bankacılık sektörü önemli rol oynamaktadır. Bundan dolayı pandemi sürecinde bankacılık sisteminin maruz kalacağı olumsuz etkilerden daha az zararla çıkabilmesi için uygun ve doğru politikalarla yol alması gerekmektedir. Özellikle bankacılık sisteminin pandemi sürecinde karşılaşılabileceği riskleri iyi bir şekilde analiz etmesi büyük önem taşımaktadır. Pandemi döneminde hükümet tarafından birtakım kontrol önlemleri alınmış ve kısıtlama politikaları uygulanmıştır. Alınan bu kontrollere ve uygulanan kısıtlama politikalarına uyum sürecinde bankacılık faaliyetlerinde yavaşlamalar olmuştur. Bunun nedenlerinin başında ise belirsizlik karşısında politikaların ve kısıtlamaların nasıl uygulanacağı ve olası engeller karşısında en az zararla çıkabilme düşüncesi yatmaktadır. Pandemi ile mücadele etmek için ülkeler hızlı bir şekilde ekonomi politikaları uygulamaya başlayarak bir dizi mali önlem paketlerini yürürlüğe koymuştur. COVID-19 pandemisi ile ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltılabilmesi adına, Türkiye’de 18.03.2020’de Ekonomik İstikrar Kalkanı Paketi açıklanarak uygulamaya koyulmuştur (Arabacı ve Yücel, 2020, s. 200). Uygulanan Ekonomik İstikrar Kalkanı Paketinde özellikle bankacılık alanında uygulamalara yer verilmiştir.

Bankaların vermiş olduğu hizmetlerin başında krediler gelmektedir. Bankalar kredi hizmeti ile risk ve karlılığı dengeleyerek sürdürülebilirliklerini korumaya çalışmaktadırlar. Pandemi döneminde de bankacılık sektöründe yer alan bazı bankalar kontrollü normalleşme sürecine girmiştir. Bu süreçte birçok kredi destek paketleri oluşturulmuştur. Bunlar; tatil destek kredileri, avantajlı konut kredileri, koronavirüs hastalığına yönelik sigorta paketleri vb. şeklindedir. Bankacılık sektörünün bu süreç boyunca yaşanması kaçınılmaz olan olumsuzlukları en aza indirebilmesi için devlet politikaları ile şirketlerin vergi ve kredi borçlarını erteleme/yeniden yapılandırma, merkez bankalarının likidite sağlama gibi farklı birçok ekonomik ve finansal destekler sağlanmıştır (Yetiz, 2021, s.111). Pandemi krizi yönetimi ile müşterilere destek kredileri sağlanmıştır. Bu kredilerin başında nakit ödeme yapılma sureti ile verilen nakdi krediler de bulunmaktadır (Arabacı ve Yücel, 2020, s. 199).

Bu gelişmelerin karşısında bireyler ve şirketler ayakta durabilmek ve ekonomik faaliyetlerini sürdürebilmek için bankaların destek paketlerinden, borç ertelemelerinden ve yeniden yapılandırma gibi imkanlarından yararlanmışlardır. Pandeminin ne kadar süreceği ve ekonomiyi ne kadar süre daha etkileyeceği en büyük belirsizlik olmuştur. Bu belirsizlik karşısında bankaların kullandıkları destek kredilerinin geri dönüşlerinin belirsizliği de bankalar için ayrı bir risk alanı oluşturmuştur. Demirgüç Kunt vd. (2020), pandeminin özellikle konvansiyonel bankalar üzerinde yarattığı olumsuz etkinin, şirketlere ve diğer banka dışı finans kuruluşlarına göre çok daha belirgin ve uzun süreli olabileceğini vurgulamıştır (Demirgüç Kunt, 2020, s. 27). Bu bağlamda pandemi süreci ile bankacılık sektöründe karşılaşılan en önemli

sorunlardan biri de kredi riski olmaktadır. Türkiye Bankalar Birliği Risk Merkezine, üyeleri tarafından belirli aralıklarla kullandırmış oldukları nakdi kredi ve tasfiye olunacak alacak bilgileri sunulmaktadır. Bu bilgiler kamuoyunu bilgilendirme amaçlı paylaşılmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda özellikle pandemi gibi belirsizlik ortamında bankacılık sektörü kredi risk bilgilerinin gidişatı hakkında genel bir bilgi sahibi olunabilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı salgın döneminde bankaların en çok karşılaştığı kredi risklerini incelemektir. Pandemi sürecinde yaşanan belirsizliklerle birlikte bankaların kullandırmış oldukları nakdi krediler ve tasfiye olunacak alacakların gelecek dönemler için tahminleri yapılmıştır. Analiz için Gri Sistem Teorinin temel yöntemi olan GM (1,1) modeli kullanılmıştır. GM (1,1) modelinin tercih edilme sebebi ise bilgi eksikliğinde ve verilerin az olduğu durumlarda yüksek güvenilirlikli sonuçlar verebilmesidir. Pandeminin yakın zamanda ortaya çıkması ve pandemi süreci boyunca kısıtlı verilere sahip olunması GM (1,1) modelini tercih etme sebebi olmuştur. Çalışmaya öncelikle literatür araştırması ile başlanmıştır. Yerli ve yabancı literatürde yapılan çalışmalar incelendikten sonra uygulama için ele alınan verilerle GM (1,1) modeli kurulmuştur. Kurulan model yardımı ile simülasyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen simülasyon değerleri ile ham veri arasındaki hata payı hesaplanmıştır. Ardından modelin güvenilirliği test edilmiştir. Model güvenilirlik testinden geçtikten sonra bankalar tarafından bildirilen nakdi krediler ve tasfiye olunacak alacakların gelecek dönem tahmin değerleri elde edilmiştir.

1. Literatür Taraması

Analiz için kullanılan GM (1,1) yöntemi oldukça tercih edilen yöntemlerden biri olmakla birlikte birçok alanda uygulanmaktadır. Uygulama alanlarından biri ekonomi olmakla birlikte, yapılan çalışmalardan bazıları Tablo. 1’de verilmiştir.

Tablo 1. GM (1,1) yöntemi ile yapılan bazı çalışmalar

Uygulama Alanı	Yazar/Yazarlar
Portföy seçimi	Ong vd. (2005)
Hisse senedi tahmini ve portföy seçimi	Huang ve Jane (2009)
Veri işleme bazında yerel finansman tahmini	Jian-Gang ve Xian-Jun (2009)
ABD doları-euro paritesi tahminlemesi	Kayacan vd. (2010)
Döviz kuru tahmini	Lin vd. (2012)
Küçük ve orta ölçekli işletmelerin finansman zorluğuna finansal baskı yaklaşımı üzerine inceleme	Zhang ve Chen (2014)
Ekonomi verileri üzerine tahminleme	Tao ve Shan (2014)
Altın fiyatı tahmini	Barczak (2014)
Kredi kartı kullanımları üzerine analiz	Yıldırım ve Kesintürk (2015)
Fon arz ve talebi açığının analizi	Jiang, ve Wu (2015)
Karbon finans piyasası tabanlı fiyat tahmini	Zhang (2016)
Maliyet üzerine tahmin	Zhao, (2016)
Lojistik şirketlerinin performansları	Yu, Wang ve Ho (2016)
Banka karlılığı	Ömürbek vd. (2018), Ömürbek vd. (2018)
Banka kredi kartı oranının analizi	Chin ve Chang (2019)
Doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyüme üzerindeki etkinliğini değerlendirme	Wang ve Le (2019)
Konut Fiyat Tahmini	Li (2019)
Altın fiyat talep tahmini	Rathnayaka ve Seneviratna (2018)
Yeşil finans endeksinin ölçümü ve yeşil finansın gelişme tahmini	Wang vd. (2021)

2. Yöntem

Çalışmada kullanılan yöntem gri sistem teorisidir. Gri sistem teorisinin en temel modellerinden biri GM (1,1) modelidir. Analizde GM (1,1) modeli kullanılarak tahmin değerleri

elde edilmiştir. Gri sistem teorisinin ve GM (1,1) modelinin detaylı açıklaması aşağıda verilmiştir.

2.1. Gri Teori

Gri Teori, 1980 yıllarında ortaya atılan bilimsel bir teordir ve Julong Deng tarafından formüle edilmiştir (Liu vd., 2012, s. 90). Gri sistem teorisi, rastgele seçilen tüm örnek çeşitlerinin belirli bir aralıkta değişen gri çeşitler olarak tanımlanmaktadır (Shen ve Lu, 2014, s. 82). Aynı zamanda Gri sistem küçük verilerin belirsiz problemlerine odaklanmaktadır (Yuan ve Chen, 2016, s. 1476). Gri sistem teorisinde bilinen ya da belirsiz bilgiler ile veri üretme yaklaşımı doğrultusunda, ham veriler düzenli bir üretici seriye dönüştürülebilmektedir. Ardından elde edilen verileri kullanarak araştırma ve modelleme yapılabilmektedir (Shen ve Lu, 2014, s. 82).

Gri sistem teorisinin amacı, sosyal ve doğa bilimleri arasındaki mevcut boşluğu doldurmaktır. Böylelikle, Gri sistem teorisi disiplinler arası alanları içermekle beraber çeşitli uzmanlık alanlarını da bünyesinde barındırmaktadır (Julong, 1989, s. 1).

Teori başarılı uygulamaları ile Gri Sistem kavramı olarak Çin'de iyi bilinmektedir. Gri Sistemin uygulama alanları ise; tarım, ekoloji, ekonomi, meteoroloji, tıp, tarih, coğrafya, sanayi, deprem, jeoloji, hidroloji, sulama stratejisi, askeri işler, spor, trafik, yönetim, malzeme bilimi, çevre, biyolojik koruma vb. (Julong, 1989, s. 1).

2.1.1. Gri Tahmin Yöntemi

Gri sistem teorisinin temeli, gri ilişkisel alan, gri üretim alanı, gri tahmin, gri karar verme, gri kontrol, gri matematik, gri teori alanlarını kapsamaktadır (Julong, 1989, s. 2-3). Gri tahmin yöntemi, sistemin söz konusu olan gelecek dönemleri hakkında tahmin üretebilmesidir. Sistemin belirsiz özelliklerini anlayabilmek üzere ham veri setleri kullanılarak tahmin yapılmaktadır (Liu ve Lin, 2010, s. 133). Gri tahmin teorisi, gri sistem teorisinin önemli bir dalıdır. Gri tahmin beş ana kategoriyi kapsamaktadır. Bu kategoriler; zaman serileri tahmini, afet tahmini, mevsimsel afet tahmini, topolojik tahmin ve sistematik tahmindir (Xie ve Liu, 2009, s. 1174). GM (1,1) modeli, Gri Sistem Teorisi'nin en önemli modellerindendir (Yuan ve Chen, 2016, s. 1476). Aynı zamanda GM (1,1) modeli, tahmin teorisinin ana modelidir. GM (1,1) modeli en az dört veri ile oluşturulan ve yüksek hassasiyetli sonuçlar sunan tek değişken birinci dereceden gri modeldir. GM (1,1) modeli, uygulandığı alanlarda başarılı ve tatmin edici sonuçlar göstermiştir (Xie ve Liu, 2009, s. 1174).

2.1.2. GM (1,1) Modeli

GM (1,1) metodu, birinci dereceden tek değişkenli gri modeli olarak ifade edilmektedir (Liu ve Lin, 2010, s. 107). Temel GM (1,1) modelinin adımları aşağıdaki gibidir; (Xie ve Liu, 2009, s.1174-1175; Liu ve Lin, 2010, s. 107-108).

Ham veri seti oluşturulur ve $X^{(0)}$ negatif değerler içermeyen orijinal veri serisidir.

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$$

1. dereceden toplam üretim operatörü yardımıyla $X^{(1)}$ serisi oluşturulur.

$$X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)), \quad X^{(1)} \text{ serisi elde edilmesinin ardından}$$

$X^{(0)}k + ax^{(1)}(k) = b$ eşitliği elde edilir. Bu eşitlik GM (1,1) modelinin orijinal biçimi olarak ifade edilmektedir.

$X^{(1)}$ serisi kullanılarak $Z^{(1)}$ serisi elde edilir.

$$Z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)), \quad k = 2, 3, \dots, n.$$

$Z^{(1)}$ serisi yardımı ile; $x^{(0)}k + az^{(1)}(k) = b$ elde edilir ve GM (1,1) modelinin temel biçimi oluşturulur.

$X^{(1)}$ ve $Z^{(1)}$ serileri elde edildikten sonra eğer $\hat{a} = (a,b)^T$ parametrelerinin bir dizilimiye ve

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \cdot \\ \cdot \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}$$

ise en küçük kareler yöntemi ile tahmin etmek için daha önce elde edilen $x^{(0)}k + az^{(1)}(k) = b$ eşitliği kullanılarak GM(1,1)' in parametrelerine karşılık gelen \hat{a} vektörü elde edilir.

$$\hat{a} = (a,b)^T ;$$

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y$$

Eğer $(a,b)^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$ ise,

$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$, şeklinde ifade edilen 1. dereceden türevlenebilir eşitlik elde edilir;

$$x^{(1)}(t) = \left(x^{(1)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-at} + \frac{b}{a} \quad \text{Yani};$$

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad k=1,2,3\dots n$$

Elde edilen 1. dereceden türevlenebilir eşitliğe ters kümülatif işlemi uygulanır ve tahmin değerleri aşağıda gösterilen model yardımı ile hesaplanır.

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = a^{(1)} \hat{x}^{(1)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = (1 - e^{-a}) \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak},$$

$k=1,2,\dots n$

Tahmin değerleri için hata payı hesaplanır. Ardından modelin gelecek tahmini için güvenilirliği test edilmektedir. Burada, $X^{(0)}$ ham veri setinin herhangi bir k elemanı için tahmin hatası $\varepsilon^{(0)}(k)$ ile gösterilmektedir. $\varepsilon^{(0)}(k)$ aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplanır (Liu ve Lin, 2010, s. 133-134).

$$\varepsilon^{(0)} = (\varepsilon(1), \varepsilon(2), \dots, \varepsilon(n)) = (x^{(0)}(1) - \hat{x}^{(0)}(1), x^{(0)}(2) - \hat{x}^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n) - \hat{x}^{(0)}(n))$$

$X^{(0)}$ ham veri setinin herhangi bir k elemanı için hata oranı Δ_k ile gösterilmektedir. Hata oranı aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanarak yüzdesi alınır.

$$\Delta_k = \left(\left| \frac{\varepsilon(1)}{x^{(0)}(1)} \right|, \left| \frac{\varepsilon(2)}{x^{(0)}(2)} \right|, \dots, \left| \frac{\varepsilon(n)}{x^{(0)}(n)} \right| \right) = \{\Delta_k\}_1^n$$

Oluşturulan modelin ortalama görelî hatası $\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \Delta_k$ kullanılarak hesaplanır.

Ortalama görelî hata oranı elde edilmesinin ardından modelin güvenilirliği test edilmektedir. Bunun için Tablo 2’de gösterilen model testi doğruluk ölçęđi kullanılmaktadır.

Tablo 2. Model testi doğruluk ölçęđi

Doğruluk Ölçęđi Eşik	Görelî Hata
	α
1. seviye	0.01
2.seviye	0.05
3.seviye	0.10
4.seviye	0.20

Kaynak: Liu ve Lin, 2010, s. 135

Elde edilen değer $\bar{\Delta} < \alpha$ ise gelecek tahmini yapılabilir. $1 - \bar{\Delta}$ ise modelin güvenilirlik oranını ifade etmektedir.

3. Uygulama ve Bulgular

COVID-19 pandemisi finansal sistemi oldukça fazla etkilemiştir. Birçok ülke finansal sistemler üzerindeki olumsuz etkileri azaltabilmek adına politikalar uygulamıştır. Bu uygulanan politikalar özellikle bankacılık sistemi üzerinde önemli değişimler göstermiştir. Özellikle pandemi sürecinde kullanılan krediler ve tasfiye olunacak alacaklar bankaların gelecekte uygulayacakları politikaları açısından önemlidir. Türkiye’nin bankacılık sektörü alanında uyguladığı destek kredileri ve bu kredilerin geri dönüşlerinin bilgisi pandemi sürecinin belirsizliği içindedir. Bu çalışma ile gelecek dönemler için tahminde bulunarak bankaların olası politika uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmada TBB Risk Merkezi’nde her ay düzenli olarak yayınlanan “risk merkezi aylık bülteni” verileri kullanılmıştır. Kullanılan veriler; “bankalar tarafından bildirim yapılan nakdi krediler” ve “bankalar tarafından bildirim yapılan tasfiye olunacak alacaklar”dır. Analiz için 2020/04-2021/12 dönemine ait aylık verilerin toplamı alınarak çeyrek dönem verileri elde edilmiştir. Elde edilen çeyrek dönemlik veri seti Tablo 3.’de gösterildiği gibidir.

Tablo 3. Bankalar tarafından bildirim yapılan nakdi krediler ve tasfiye olunacak alacaklar

Dönem	2020/Q	2020/Q	2021/Q	2021/Q	2021/Q	2021/Q
	3	4	1	2	3	4
Nakdi Krediler (Trilyon TL)	10.56	11.01	11.08	11.75	12.01	14.11
Tasfiye Olunacak Alacaklar (Milyar TL)	494,7	497,5	504,5	501,4	504,2	535,6

Kaynak: <https://www.riskmerkezi.org/>

Analiz için Gri tahmin modeli kullanılmıştır. Gri tahmin modellerinden GM (1,1) tahmin modelleri kurulmuştur. Önce nakdi krediler ardından tasfiye olunacak alacaklar için analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Nakdi krediler için gerçekleştirilen analizin aşamaları aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Analize ilk olarak ham veri setinin oluşturulması ile başlanmıştır. Nakdi krediler için Tablo.3’deki ham veri seti ile $X^{(0)}$ dizisi oluşturulmuştur. Ardından $X^{(0)}$ dizisinin kümülatif toplamı alınarak $X^{(1)}$ dizisi oluşturulmuştur.

$X^{(1)}$	10,558	21,571	32,65	44,402	56,411	70,524
-----------	--------	--------	-------	--------	--------	--------

Elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan $X^{(0)}$ dizisi üzerinden yarı düzgünlük (quasi-smooth) kontrolü yapılmıştır (Liu ve Lin, 2010, s. 113),

$$p(5) = \frac{x_{(5)}^{(0)}}{x_{(4)}^{(1)}} \cong 0.2704 \qquad p(6) = \frac{x_{(6)}^{(0)}}{x_{(5)}^{(1)}} \cong 0.2501$$

Yarı düzgünlük kontrolünde koşul; $k > 3$ olduğu durumlarda hesaplanan değerlerin 0,5'ten küçük olma şartının sağlanması gerekmektedir. Yapılan hesaplama sonucunda, $p(5)$ ve $p(6) < 0.5$ koşulunu sağladığı için $X^{(0)}$ dizisi yarı düzgünlük şartını sağlamaktadır.

Oluşturulan $X^{(1)}$ dizisi üzerinden ise yarı üssellik (quasi exponentiality) kontrolü yapılmıştır (Liu ve Lin, 2010, s. 133).

$$\sigma^{(1)}(5) = \frac{x_{(5)}^{(1)}}{x_{(4)}^{(1)}} \cong 1.2704 \qquad \sigma^{(1)}(6) = \frac{x_{(6)}^{(1)}}{x_{(5)}^{(1)}} \cong 1.2501$$

Yarı üssellik kontrolü için koşul: $k > 3$ olduğu durumlarda $\sigma^{(1)}(k) \in [1, 1.5]$ olmalıdır. Hesaplanan değerler $\sigma^{(1)}(5)$ ve $\sigma^{(1)}(6) \in [1, 1.5]$ olduğundan dolayı $X^{(1)}$ dizisi yarı üssellik kuralını sağlamaktadır.

Yarı düzgünlük ve yarı üssellik kontrollerinden sonra GM (1,1) modeli kurulacaktır. Bunun için $X^{(1)}$ dizisi kullanılarak $Z^{(1)}$ dizisi oluşturulmuştur.

$Z^{(1)}$	10,558	16,0645	27,1105	38,526	50,4065	63,4675
-----------	--------	---------	---------	--------	---------	---------

$Z^{(1)}$ dizisi oluşturulduktan sonra GM(1,1) parametreleri Y ve B oluşturulmuştur. Oluşturulan parametreler aşağıdaki görüldüğü gibidir;

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \\ x^{(0)}(6) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11,01 \\ 11 \\ 11,75 \\ 12,01 \\ 14,11 \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ -z^{(1)}(4) & 1 \\ -z^{(1)}(5) & 1 \\ -z^{(1)}(6) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -16,0645 & 1 \\ -27,1105 & 1 \\ -38,526 & 1 \\ -50,4065 & 1 \\ -63,4675 & 1 \end{bmatrix}$$

a ve b parametreleri ise aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y = \begin{bmatrix} -0,0612 \\ 9,5977 \end{bmatrix}$$

Hesaplanan a ve b parametreleri yardımı ile model kurulmuştur. Kurulan model aşağıda gösterildiği gibidir.

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} - 0.0612x^{(1)} = 9,5977$$

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = 167,28e^{0.0612k} - 156,72$$

Elde edilen model yardımı ile tahmin değerleri hesaplanmıştır ve aşağıda gösterildiği gibidir.

$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$	$\hat{x}^{(1)}$
x	x (1)	x (2)	x (3)	x (4)	x (5)	x (6)
$\hat{x}^{(1)}$	10,56	21,12	32,35	44,30	56,99	70,49
x Tahmin Dizisi (Kümülatif)						

Hesaplanan $\hat{x}^{(1)}$ tahmini kümülatif toplam değerlere, ters kümülatif işlemi uygulanarak tahmin değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler aşağıdaki gibidir.

$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$	$\hat{x}^{(0)}$
x	x (1)	x (2)	x (3)	x (4)	x (5)	x (6)
$\hat{x}^{(0)}$	10,56	10,56	11,23	11,94	12,70	13,50
x Tahmin Dizisi						

Tahmin değerlerinin elde edilmesinin ardından ham veriler ve tahmini veriler kullanılarak göreceli hatalar hesaplanmıştır ve Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Nakdi krediler modeli için hesaplanan göreceli hata değerleri

Ham veri	Tahmini Veri	Göreceli Hatalar %	
$x^{(0)}(k)$	$\hat{x}^{(0)}(k)$	$\Delta_k = \frac{ \varepsilon(k) }{x^{(0)}(k)}$	
2020/Q4	11,01	10,56	0,04
2021/Q1	11,08	11,23	0,01
2021/Q2	11,75	11,94	0,02
2021/Q3	12,01	12,70	0,06
2021/Q4	14,11	13,50	0,04

Hesaplanan göreceli hata verileri kullanılarak ortalama göreceli hata oranı elde edilmiştir.

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{5} \sum_{k=2}^6 \Delta_k = \%3,42$$

Modelin güvenilirliğinin test edilmesi için elde edilen ortalama göreceli hata oranı, model testi doğruluk ölçeği ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için Tablo 2 kullanılmıştır.

Modelin güvenilirliği için ortalama göreceli hata oranı, doğruluk test ölçeği ile karşılaştırılmıştır. Görüldüğü üzere modelin ortalama göreceli hata oranı %3.42, 2. Seviye (0.05) eşliğinin altında kaldığı için ($\bar{\Delta} < \alpha$) uygun aralıkta olduğu anlaşılmıştır. Bu durumda kurulan modelin güvenilirliği sağlandığı için geleceğe ait tahminler yapılabilecektir.

Gelecek dönemler için hesaplanan tahmin değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Nakdi kredi verileri, tahmin değerleri ve gelecek dönem tahmin değerleri

	Ham veriler	Tahmin Değerleri
2020/Q4	11,01	10,56
2021/Q1	11,08	11,23
2021/Q2	11,75	11,94
2021/Q3	12,01	12,70
2021/Q4	14,11	13,50
2022/Q1		14,35
2022/Q2		15,25

Sonuçlara bakıldığında bankaların kullanacakları kredi tutarları gelecek dönemlerde de artış göstereceği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda ortalama %3,42 sapma olabileceği göz önünde bulundurularak; 2022’nin ilk çeyreğinde 14,3 trilyon TL nakdi kredi

kullanılacağı beklenirken, 2020'nin ikinci çeyreğinde 15,2 trilyon TL olarak öngörülmektedir.

Aynı işlemler tasfiye olunacak alacaklar verilerine de uygulanmıştır. Bütün analiz aşamaları gerçekleştirilerek modelin ortalama göreceli hata oranı %1,49 çıkmıştır. Hesaplanan bu oran, 2. Seviye (0.05) eşliğinin altında kaldığı için ($\bar{\Delta} < \alpha$) uygun aralıkta olduğu anlaşılmıştır. Bu durumda tasfiye olunacak alacaklar için kurulan modelin güvenilirliği sağlanmıştır. Ardından kurulan model ile gelecek dönemlere ait tahminler yapılmıştır.

Gelecek dönemler için hesaplanan tahmin değerleri Tablo 6'da gösterildiği gibidir.

Tablo 6. Tasfiye olunacak alacaklar verileri, tahmin değerleri ve gelecek dönem tahmin değerleri

	Ham veriler	Tahmin Değerleri
2020/Q4	497,50	493,40
2021/Q1	504,50	500,90
2021/Q2	501,40	508,51
2021/Q3	504,20	516,24
2021/Q4	535,60	524,09
2022/Q1		532,05
2022/Q2		540,13

Sonuçlara bakıldığında bankalara ait tasfiye olunacak alacak tutarlarının gelecek dönemlerde de artış göstereceği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda ortalama %1,49 sapma olabileceği göz önünde bulundurularak; 2022'nin ilk çeyreğinde 532,05 milyar TL tasfiye olunacak alacaklar beklenirken, 2020'nin ikinci çeyreğinde ise 540,13 milyar TL olarak öngörülmektedir.

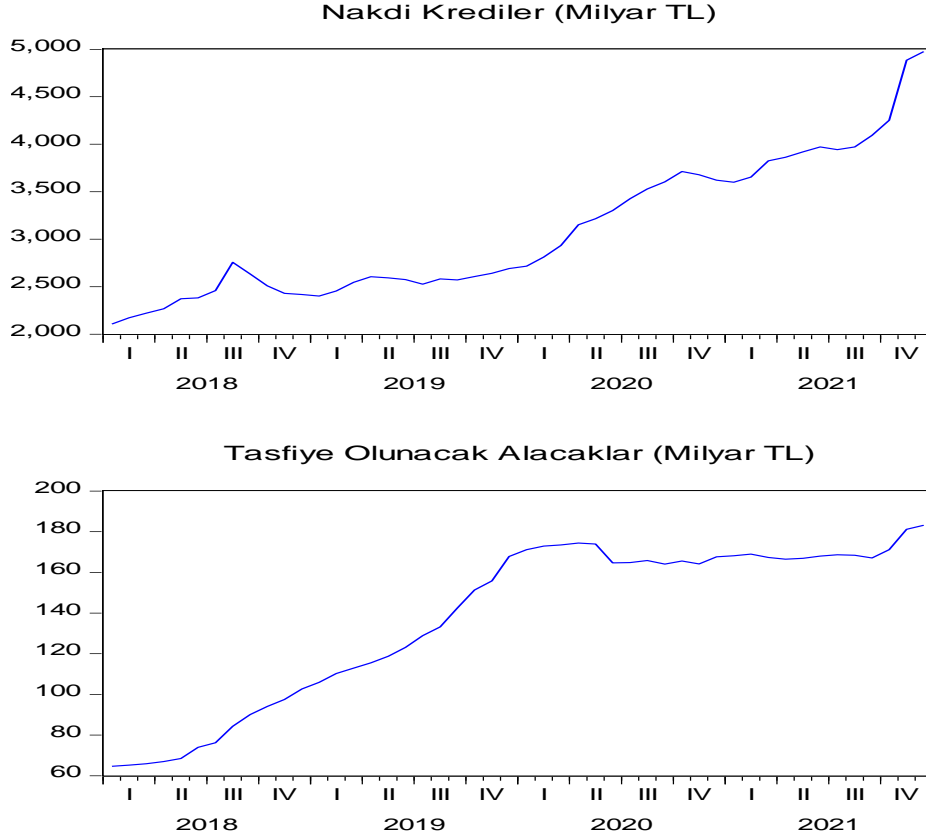
Tartışma

Pandeminin devam etmesi ile azalan güven ortamı sonucunda bankalar kullandırmış oldukları kredilerin tahsilatını almakta zorluklar yaşamaktadırlar. Bunun beraberinde kısıtlamalarla birlikte azalan işlem hacmi bankaların gelirlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Yaşanan bu gelişmeler bankaların likitidelerini ve riskli varlık miktarlarını ve dolayısıyla karlılıklarını etkilemektedir. Bu belirsizlik ortamında bankalar, farklı varsayımlar altında senaryo analizleri yapmaktadırlar. Böylelikle ilerleyen dönemlerde oluşabilecek finansal etkileri yönetmeyi hedefleyebilmektedirler ("COVID-19 Krizinin", 2020). Bu varsayım altında yapılan bu çalışma ile bankaların gelecek dönemler için uygulayacakları politikalara katkı sağlanması amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarında nakdi kredilerin ve tasfiye olunacak alacakların miktarlarında gelecek dönemler içinde artış bekleyeceği tahmin edilmektedir. Yapılan tahminler nakdi krediler için %3,42 hata payı ile 2022'nin 1.çeyreğinde 14,35 Trilyon TL, 2. Çeyreğinde ise 15,25 Trilyon TL olarak gerçekleşeceği beklenmektedir. Aynı şekilde tasfiye olunacak alacaklarda %1,49 hata payı ile 2022'nin 1.çeyreğinde 132,05 Milyar TL, 2. Çeyreğinde ise 540,13 Milyar TL olarak gerçekleşeceği beklenmektedir. Elde edilen bulgularda artış gözlemlenmektedir. Gerçekleşen verilerde ve tahmin değerlerindeki bu artış hızı pandemi sürecinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını araştırmak için pandemi öncesi verilerle karşılaştırılmıştır. Şekil.1'de görüldüğü üzere pandemi öncesi dönemlerde nakdi krediler belli bir seviyelerdeyken 2020'nin ilk çeyreğinden sonra hızla artış yaşadığı görülmektedir. Tasfiye olunacak alacaklar ise, 2018 yılından itibaren artış görülmeyle birlikte 2020'nin 6. ayından itibaren uzun bir süre belli bir seviyede kalmaya devam etmiştir. Bunun temel nedenlerinden biri ise, Ekonomik İstikrar Kalkanı Paketinde yer alan kredi ödemelerindeki gecikmelere uygulanan esneklik olabileceği düşünülmektedir. BDDK'nın aldığı karara istinaden kredi ödemelerinde yaşanabilecek gecikmelere esneklik tanınmıştır. Gecikmeye giren kredilerin takip hesaplarına aktarılmadan önce doksan gün olan bekleme süresinin yüz seksen güne

çıkartılmasına karar verilmiştir. Böylece takip aktarım süresinin uzatılması sağlanmıştır (“Tüm Detaylarıyla Ekonomik”, 2020).

Pandemi ile birlikte kamu bankaları tarafından vatandaşlara verilen düşük faizli temel ihtiyaç destek kredisi 6 ay geri ödemesiz olarak kullanılmıştır. İlerleyen dönemlerde de alınan kredileri yapılandırma fırsatı sunulmuştur. Bunun beraberinde aylık gelirin 5 bin TL altında olduğunu beyan edebilen vatandaşlara da kredi kullanma hakkı tanınmıştır (“Bireysel Temel İhtiyaç”, 2021). Bu gelişmeler beraberinde nakdi kredi kullanım miktarlarında artış yaşanmıştır.

Şekil.1. Nakdi krediler ve tasfiye olunacak alacaklar zaman serisi grafiği



Kaynak: TBB Risk Merkezi Aylık Bültenleri (<https://www.riskmerkezi.org/>)

2021’in son iki ayında yaşanan gelişmelerin beraberinde artan nakdi kredi kullanımını gelecek dönem tahmin değerlerini etkilediği ve ilerleyen dönemlerde de etkilemeye devam edeceği beklenmektedir. 2021 yılının son iki ayında yaşanan bu gelişmelerin nedeni; Merkez Bankası’nın politika faizinde indirim sinyalinin eylül ayının başında vermiş olmasıdır. Aynı zamanda eylül toplantısında da politika faizinde ilk indirimi yapmış olmasıdır. Bu aydan itibaren eylül ayı tüketici enflasyonunda artış hızlanmıştır. İhtiyaç kredisi bakiyesi ise büyümesini sürdürmüştür ve kasım itibarıyla 467 milyar liraya yükselmiştir. Aralık 2021 ve Ocak 2022 aylarında da bu artışlar sürmeye devam etmiştir (“Bireysel Krediler”, 2022). Bunun beraberinde ticari krediler ise kasım ayında geçen yılın aynı ayına göre %37 artmıştır. Kasım ayı itibarıyla ilk kez ihtiyaç kredisi kullananların sayısında da artış gözlemlenmiştir. Aynı zamanda TL’de yaşanan değer kaybı ve yüksek enflasyondan kaynaklı alım gücünün azalması, bireylerin kredi ve kredi kartı borçlarında artış yaşanmasına neden olmuştur (“Bireysel Krediler”, 2022). Böylelikle 2021 yılının son iki ayında yaşanan gelişmelere paralel olarak beklenen nakdi krediler ve tasfiye olunacak alacaklardaki artış analiz sonuçları ile de örtüşmektedir.

Sonuç

Türkiye'nin finansal alanda belkemiğini oluşturan bankaların, pandemi döneminde kullandırmış oldukları nakdi kredileri ve tasfiye olunacak alacakları incelenmiştir. Yapılan analize göre gelecek 2 çeyrek dönemlik tahmin sonuçları elde edilmiştir. Analiz için GM (1,1) metodu kullanılmıştır. GM (1,1) metodu, bilgi eksikliği veya az verilerin olduğu durumlarda güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir. Gelecek tahmin değerlerinde her iki veri içinde artan çoğalan değerler tespit edilmiştir. Elde edilen tahmin değerlerinin olası nedenlerine bakıldığında ise bu sonuçları desteklediği tespit edilmiştir. Buradan çıkarım ile pandemi gibi belirsiz ve veri eksikliğinin olduğu durumlarda geleceğe ait tahminlerde bulunabilmek için GM (1,1) modelinin uygun olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda Demirgüç Kunt (2020), pandeminin konvansiyonel bankalar üzerinde yarattığı olumsuz etkinin, diğer banka dışında kalan finans kuruluşlarına göre çok daha belirgin ve uzun süreli olabileceğini vurgulamıştır. Böylelikle finansal piyasalarda pandeminin etkisinin uzun süre devam edeceği düşünülmektedir. Böylece bankaların olası senaryolara hazırlanmalarında bu çalışmanın fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile kriz ortamlarında şirketlerin, bankaların, diğer finansal kuruluş vb. kurumların daha iyi kararlar almalarına ve daha iyi politikalar uygulayabilmelerine katkı sunması beklenmektedir. Aynı zamanda GM (1,1) metodu, kriz ve belirsizlik ortamında ekonomik sorunların boyutları hakkında rakamsal bir değerlendirme olanağı sunmaktadır.

Kaynakça

- Adıgüzel, M. (2020). COVID-19 pandemisinin Türkiye ekonomisine etkilerinin makroekonomik analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 191-221.
- Arabacı, H. ve Yücel, D. (2020). COVID-19 pandemisinin Türk bankacılık sektörü üzerine etkisi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(3), 196-208.
- Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) (2020). *Yıllık faaliyet raporu*. https://www.fkb.org.tr/Sites/1/upload/files/BDDK_2020_Faaliyet_Raporu_compressed-2130.pdf (Erişim tarihi: 13.04.2022).
- Barczak, S. (2014). Gold price forecasting using grey model GM (1,1) and selected classical time series models. A comparison of methods. *In Conference Proceedings. The 8th International Days of Statistics and Economics. Libuše Macáková. Melandrium*, 66-73.
- Bireysel Temel İhtiyaç Destek Kredisine Yapılandırma İmkani! Vade 36 Ay Daha Uzuyor (2021). <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/son-dakika-bireysel-temel-ihtiyac-destek-kredisine-yapilandirma-imbani-vade-36-ay-daha-uzuyor-41893591> (Erişim tarihi: 23.04.2022).
- Chin, Y. C. and Chang, J. T. (2019). The analysis of bank's credit card ratio via GM (1,1) model. *Journal of Grey System*, 22(1), 17-25.
- COVID-19 Krizinin Türk Bankacılık Sektörü Üzerindeki Etkileri (2020). <https://www.pwc.com.tr/covid-19-bankacilik-sektoru> (Erişim tarihi: 20.04.2022).
- Demirgüç Kunt, A., Pedraza, C. and Ruiz Ortega, C. (2020). Banking sector performance during the COVID-19 crisis. *Policy Research Working Paper* 9363, 1-49.
- Huang, K., Y. and Jane C., J. (2009). A hybrid model for stock market forecasting and portfolio selection based on ARX, grey system and RS theories. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5387-5392.
- Jiang, K. and Wu, J. (2015). *An analysis of gap of funds supply and demand of region a based on GM (1, 1) model*. In 2015 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (GSIS), 318-326. IEEE.

- Jian-Gang, S., and Xian-Jun, Y. (2009, July). *Application of grey model in the prediction of local finance based on the data processing*. In 2009 Asia-Pacific Conference on Information Processing ,1, 354-357. IEEE.
- Julong, D. (1989). Introduction to grey system theory. *The Journal of Grey System* 1, 1-24.
- Kayacan, E., Ulutas, B. and Kaynak, O. (2010). Grey system theory-based models in time series prediction. *Expert Systems With Applications*, 37(2), 1784-1789.
- Li, Y. (2019). *Research on house price forecast based on grey system GM (1, 1)*. In Proceedings of the 2019 5th International Conference on Finance, Investment, and Law (ICFIL 2019).
- Lin, C. W., Wang, Y. H., and Wu, M. F. (2012). Hybrid Network Methodology for Exchange Rate Prediction. *Journal of Accounting, Finance & Management Strategy*, 7(1), 27.
- Liu S., Forrest, J. and Yang, Y. (2012). A brief introduction to grey systems theory. *Grey Systems: Theory and Application*, 2(2), 89-10.
- Liu, S. and Lin, Y. (2010). *Grey systems theory and applications*. Springer.
- Ong, C. S., Huang, J. J., and Tzeng, G. H. (2005). A novel hybrid model for portfolio selection. *Applied Mathematics and Computation*, 169(2), 1195-1210.
- Ömürbek, V., Akçakanat, Ö. ve Aksoy, E. (2018). *Kamu sermayeli mevduat bankalarının karlılıklarının gri tahmin yöntemi ile değerlendirilmesi*. 1. Uluslararası Bankacılık Kongresi, 4-5 Mayıs, Ankara, 496-508.
- Ömürbek, V., Aksoy, E. ve Akçakanat, Ö. (2018). Bankaların grup bazlı karlılıklarının gri tahmin yöntemi ile değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 75-89.
- Rathnayaka, R. K. T. and Seneviratna, D. M. K. N. (2018). Taylor series approximation and unbiased GM (1, 1) based hybrid statistical approach for forecasting daily gold price demands. *Grey Systems: Theory and Application*.
- Shen, X. and Lu, Z. (2014). The application of grey theory model in the predication of jiangsu province's electric power demand. *AASRI Procedia*, 7, 81-87.
- Tao, W. A. N. G. and Shan, L. I. N. (2014). Grey prediction of economy based on improved GM (1, 1) model. *Progress in Applied Mathematics*, 8(1), 21-28.
- Tüm Detaylarıyla Ekonomik İstikrar Kalkanı Paketi (2020). <https://www.haberturk.com/tum-detaylariyla-ekonomik-istikrar-kalkani-paketi-2637596-ekonomi> (Erişim tarihi: 23.04.2022).
- Türkiye Bankalar Birliği (2019 Aralık). *Risk merkezi aylık bülteni*. https://www.riskmerkezi.org/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/2169/Risk_Merkezi_Aylık_Bulteni_Aralık_2019.pdf. (Erişim tarihi: 24.04.2022).
- Türkiye Bankalar Birliği (2019 Ocak). *Risk merkezi aylık bülteni*. https://www.riskmerkezi.org/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/1708/Risk_Merkezi_Aylık_Bulteni_Ocak_2019.pdf (Erişim tarihi: 23.04.2022).
- Türkiye Bankalar Birliği (2020 Aralık). *Risk merkezi aylık bülteni*. https://www.riskmerkezi.org/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/2669/Risk_Merkezi_Aylık_Bulteni_Aralık_2020.pdf (Erişim tarihi: 19.02.2022).
- Türkiye Bankalar Birliği (2021 Aralık). *Risk merkezi aylık bülteni*. https://www.riskmerkezi.org/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/3153/Risk_Merkezi_Aylık_Bulteni_Aralık_2021.pdf (Erişim tarihi: 19.02.2022).

- Türkiye Bankalar Birliği (2021 Mart). *Risk merkezi aylık bülteni*. https://www.riskmerkezi.org/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/2792/Risk_Merkezi_Aylık_Bulteni_Mart_2021.pdf (Erişim tarihi: 10.03.2022).
- Wang, C. N. and Le, A. P. (2019). Application of multi-criteria decision-making model and gm (1, 1) theory for evaluating efficiency of fdi on economic growth: A case study in developing countries. *Sustainability*, 11(8), 2389.
- Wang, X., Zhao, H. and Bi, K. (2021). The measurement of green finance index and the development forecast of green finance in China. *Environmental and Ecological Statistics*, 28(2), 263-285.
- Xie, N. and Liu, S. (2009). Discrete grey forecasting model and its optimization. *Applied Mathematical Modelling*, 33, 1173-1186.
- Yetiz, F. (2021). COVID-19 pandemi sürecinin Türk bankacılık sektörü çalışanlarına ve müşterilerine etkileri: swot analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *Ejosat 2021 Ocak*, 109-117. Doi: 10.31590/ejosat.835792
- Yıldırım, B.F. ve Kesintürk, T. (2015). Kredi kartı kullanım istatistiklerinin gri tahmin ve genetik algoritma tabanlı gri tahmin metodu ile tahmini: karşılaştırmalı analiz. *Bankacılar Dergisi*, (94), 65-80.
- Yu, M.C., Wang, C.N. and Ho, N.N.Y. (2016). A grey forecasting approach for the sustainability performance of logistics companies, *Sustainability* 8, 866; doi:10.3390/su8090866.
- Yuan C. and Chen, D. (2016). Effectiveness of the GM (1,1) model on linear growth sequence and its application in global primary energy consumption prediction. *Kybernetes*, 45(9), 1472-1485.
- Zhang, Q. (2016). Price forecasting algorithm of carbon finance market based on kalman regression. *Tecnica De La Facultad De Ingenieria Universidad Del Zulia*. 39(10),376-383.
- Zhang, Q. and Chen, R. (2014). Application of metabolic GM (1, 1) model in financial repression approach to the financing difficulty of the small and medium-sized enterprises. *Grey Systems: Theory and Application*.
- Zhao, J. (2016). A project cost forecasting method based on grey system theory. *Chemical Engineering Transactions*, (51), 367-372.

ETİK ve BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine riayet edildiğini yazar(lar) beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.

ARAŞTIRMACILARIN MAKALEYE KATKI ORANI BEYANI

1. yazar katkı oranı : %50
2. yazar katkı oranı : %50