

Kredi Kartı Kullanım İstatistiklerinin Gri Tahmin ve Genetik Algoritma Tabanlı Gri Tahmin Metodu İle Tahmini: Karşılaştırmalı Analiz

Arş. Gör. Bahadır Fatih Yıldırım*
Doç. Dr. Timur Keskindürk**

Öz

Bu çalışmada Gri Tahmin GM(1,1) ve Genetik Algoritma tabanlı Gri Tahmin GA-GM(1,1) yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 2009/1-2014/2 dönemleri arasında yerel kredi kartlarının kullanımına ait sekiz farklı veri seti ele alınarak her iki yöntem için de modeller kurulmuştur. Modeller, elde edilen MAPE istatistiği değerleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca her iki model için de 2014/3 dönemi tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, farklı veri setlerine ait kurulan tüm modellerde GA-GM(1,1) yönteminin daha düşük hata ile tahmin yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kredi Kartı, Gri Tahmin, Genetik Algoritma, Zaman Serisi.

JEL Sınıflaması: E47, C53, C81.

Credit Card Usage Prediction With Grey Model and Genetic Algorithm Based Grey Model: Comparative Analysis

Abstract

In this study Grey Model-GM(1,1) and Genetic Algorithm based Grey Model GA-GM(1,1) methods was compared. For this purpose, between the period 2009/1-2014/2 on the use of local credit card by taking eight different data sets and the models are established for both methods. Models were compared with values obtained MAPE statistics. It has also been estimated for the period 2014/3 for both models. As a result, all models GA-GM (1,1) method was succeed to make estimates with lower error.

Keywords: Credit Card, Grey Model, Genetic Algorithm, Time Series.

JEL Classification: E47, C53, C81.

1. Giriş

Kredi Kartı, bankaların ve bazı finansman kuruluşlarının müşterilerine sunduğu nakit paraya alternatif bir ödeme aracıdır. Bankanın ya da finansman kuruluşunun müşteriye tanıdığı kredi limiti dahilinde dünyanın her yerinde nakit kullanmaksızın mal ve hizmet alımına olanak sağlayan kredi kartları ile ATM'lerden nakit para da çekilebilmektedir. Kredi kartı üzerinden yapılan harcamalar ilgili banka ya da finansman kuruluşuna aylık bazda tek seferde ya da taksitler ile ödenmek durumundadır.

Daha geniş bir tanım ile açıklanacak olursa kredi kartı; mülkiyeti kendilerinde olmak üzere banka ya da finansal kurum/kuruluşların müşterilerine önceden belirlenen limitlerde, anlaşmalı işyerlerinden yurtiçi ve yurtdışında mal ve hizmet satın alma ile nakit ödeme

* İstanbul Üniversitesi, Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi, Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi A.B.D.

** İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Sayısal Yöntemler A.B.D Öğretim Üyesi.

birimleri veya otomatik ödeme makinelerinden (ATM) nakit çekmek amacıyla verilen plastik karttır (Yılmaz, 2000, s.10)

Müşteri kredi kartı kullanarak yaptığı harcamalar sonunda kartı veren bankaya borçlanmaktadır. Banka genel uygulamada 30'ar günlük dönemlerde hesap kesimi yapmakta ve döneme ait harcamaları ekstre olarak da bilinen hesap bildirim cetveli ile müşteriye bildirmektedir. Ekstrede belirtilen dönem borcu için müşteriye en az 10 günlük ödeme süresi tanınmakta, bu süre sonunda ödenmeyen borç için banka günlük olarak gecikme faizi işletmektedir.

Ülkemizde kredi kartlarına dair her türlü faaliyet Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından denetlenmektedir. Türkiye'de ilk kez kredi kartı kullanımı 1968'de Diners Clup ile gerçekleşmiştir. Ülkemizde kredi kartı kullanımı ilk yıllarında birkaç bin kişi ile sınırlı iken Bankalararası Kart Merkezi (BKM) istatistiklerine göre günümüzde kredi kartı sayısı 57 milyonu aşmıştır (BKM, 2014).

Kredi kartı bilinçli kullanıldığı ve ekonomi politikaları ile denetlendiği durumda ekonomiye ve tüketici konumunda bulunan bireylere sağladığı katkılar aşağıda özetlenmiştir (Türkiye Bankalar Birliği (TBB), 2008, s. 34-36):

- Kredi kartı kullanımı bireylerin fazla para taşıyarak kaybetme veya çaldırma riskini minimize etmektedir. Ayrıca dönem sonu hesap özetleri ile yapılan harcamalar listelenerek harcama alışkanlıklarının disipline edilmesini de yardımcı olmaktadır.
- Kredi kartı ile sadece ülke içinde değil dünyanın her yerinde alışveriş yapılabilir.
- Nakit çekim imkânı sayesinde, acil paraya ihtiyaç duyulması durumunda kimseden borç almaksızın nakit ihtiyacı giderilebilir. Ayrıca ekonomik sıkıntı yaşanan durumlarda tüketicilere vade avantajı sağlayarak destek olmaktadır.
- İnternet, posta ve telefon kanalı ile güvenli alışverişe olanak sağlamaktadır.
- Kredi kartı ile yapılan alışverişler sonucu, tüm para hareketleri ekonomik sisteme kayıt olmakta dolayısıyla kayıt dışı ekonomi minimize edilmektedir. Ayrıca yapılan harcamaların kayıt altına alınması vergi gelirlerinde artışa neden olmaktadır.
- Kredi kartı harcamalarındaki artış istihdam üzerinde de olumlu etki oluşturmaktadır. Kredi kartı harcamalarında meydana gelecek artışların etkisi yaklaşık 2,5 yıl sürmektedir.

Kızılot, Kılıç ve Tokatlıoğlu (2010, 2011, 2014) tarafından kartlı ödeme sistemleri üzerine hazırlanan çalışmalarda kredi kartı kullanımının makroekonomik göstergelere etkileri aşağıdaki başlıklar altında özetlenmiştir:

- Üretim ve büyüme: Tüketim harcamaları ile üretim arasında karşılıklı bulunan etkileşimden hareketle tüketim harcamalarındaki 1 TL'lik artışın GSYİH'yı 1,43 TL artırdığı, buna karşılık kredi kartı harcamalarındaki 1 TL'lik artışın GSYİH'yı 1,75 TL artırdığı sonucuna ulaşılmış ayrıca kredi kartları harcamalarındaki 1 TL'lik artış tüketim harcamalarını 1,24 TL artırdığı bulgusu elde edilmiştir.
- Enflasyon: Merkez Bankası verilerinin kullanıldığı analizde para arzındaki yüzde 1'lik artışın enflasyonu yüzde 0,5 artırmaya karşın kredi kartı harcamalarındaki yüzde 1'lik bir artışın enflasyonu yüzde 0,13 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
- İstihdam: Kurulan basit doğrusal regresyon modeline göre kredi kartı harcamalarındaki yüzde 1'lik bir artışın istihdamı 5.954 kişi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

- Tasarruf: Tüketicilerin kredi kartı kullanımını nedeniyle her ay yanlarında taşımak istedikleri para talebini belirli miktarlarda azaltmalarından kaynaklı para talebinin, finans piyasasında gelişen tasarruf araçları ile değerlendirilmesinin yıllar içinde geliştiği saptanmıştır.

Tiryaki (2014) ise 1999-2014 verilerinden hareketle belirlenen bireysel ve diğer kredi göstergelerinin GSYH ve cari hesap dengesi ile ilişkisini ve bu ilişkinin yönünü analiz ettiği çalışmada bireysel krediler ile GSYH büyümesi arasında pozitif bir nedensellik tespit etmiştir. Bireysel kredi hacminin cari hesap dengesi (cari açık) üzerinde güçlü negatif nedensellik gösterdiği çalışmanın bir diğer bulgusudur.

Ülkemizde 2002 yılında kredi kartı harcamalarının GSYİH içindeki payı yüzde 7 oranında iken, 2012 yılında yüzde 25 düzeyine çıkmıştır. Kredi kartı harcamalarının GSYİH içindeki payının hızlı bir şekilde artıyor olması, tüketim harcamaları içerisinde kredi kartı kullanım oranının artıktan kaynaklanmaktadır (Kızılot vd., 2014, s 16.). Kredi kartı kullanımının sayılan tüm bu etkilerinden hareketle kart kullanım istatistiklerinin tahminlenebilmesi politika oluşturucular için önem arz eden bir konu haline gelmektedir. Bu çalışmada kullanılan yöntemler ile kredi kartı kullanım istatistiklerin sağlıklı tamhinlenmesi için alternatif modeller önerilmesi amaçlanmıştır.

2. Literatür Taraması

Literatürde kredi kartı kullanımına ilişkin herhangi bir tahmin çalışması bulunmamakla beraber, kredi kartı müşteri kaybı ve kredi kartı dolandırıcılığı üzerine tahmin çalışmaları yapıldığı görülmektedir. Youn ve Kwon (2010) küçük işletmelerin iflas tahminlemesinde elde edilemeyen kredi kartı satış bilgilerinin etkilerini, Xiong vd. (2013), bireysel iflas tahminlemede kredi kartı bilgilerini kullanmışlardır.

Nie vd. (2011), lojistik regresyon ve karar ağacı kullanarak, Sin Lin vd. (2011) kaba küme teorisi ve akış ağ diyagramı ile kredi kartı müşteri kaybını araştırmışlardır. Ho Ha ve Krishnan (2012) çalışmalarında kredi kartı borcu geri ödemelerini tahminlemeye çalışmışlardır. Mahmoudi ve Duman (2015) Modifiye edilmiş Fisher diskriminant analiz ile kredi kartı dolandırıcılıklarını araştırmışlar, Halvaie ve Akbari (2013) ise kredi kartı dolandırıcılığının tespiti için Yapay Bağışıklık Sistemi metasezgiselini kullanmışlardır. Panighari vd. (2009) ise kredi kartı dolandırıcılığının tespiti için Dempster-Shafer teorisi ve Bayes öğrenme modellerini önermişlerdir.

Literatürde Gri Tahmin yönteminin her alanda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Shen ve Lu (2014), elektrik talebinin, Xie vd. (2015), Çin'in enerji talebi ve kendi kendine yeterlilik oranının tahmininde Gri Tahmin modeli yöntemini kullanmışlardır. Lei ve Feng (2012) ise rekabetçi pazarlarda kısa dönem elektrik fiyat tahminlemesini gri tahmin yöntemi ile yapmışlardır. Liu X. vd. (2014), turizm talep tahmininde geliştirilmiş gri tahmin modelini kullanmışlardır. Hamzaçebi ve Es (2014), çalışmalarında Türkiye'nin yıllık enerji tüketimini tahminlemede gri tahmin yönteminden faydalanmışlardır. Enerji tüketiminin tahminlendiği diğer bir çalışmada Lee ve Tong (2011) geliştirilmiş gri tahmin yöntemini önermişlerdir. Zhao vd. (2012), Çin'de hane halkı gelirlerini tahminlemede Diferansiyel Gelişim metasezgiseli ile geliştirilmiş Gri Tahmin metodunu kullanmışlardır.

3. Gri Tahmin Modeli

Prof. Ju Long Deng (1982;1989) tarafından küçük örneklem ve eksik bilgi içeren problemlerin çözümünde kullanılmak üzere yeni bir metodoloji olarak önerilen (Liu vd., 2011, s.1) Gri Teoride ana kavramlardan birisi, bilginin az olduğu durumlar veya tamamlanmamış durumlar altında kontrol edilebilen sistemler olmasıdır (Yamaguchi vd., 2007, s. 401). Bu

nedenle belirsizliğin ve yarı karmaşıklığın sayısallaştırılmasında alternatif bir yöntem olarak Gri Teoriden faydalanmak mümkündür (Baş, 2010, s. 63).

Geçtiğimiz son yirmi yıl içerisinde, eski teorilerdeki çalışmaların kullanımındaki azalma ve yeni bir teori geliştirme ihtiyacıyla gri sistem teorisinde kayda değer gelişmeler olmuştur. Gri Sistem teorisinde gerçekleşen gelişmeler gerek teorik gerekse pratik uygulama alanlarında sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Tsai vd., 2005, s. 536). Gri sistem teorisinde yapılan çalışmalar ve gelişmelere göre teorisin çalışma alanları gruplandırıldığında Gri Tahmin (GT)'in ayrı bir başlık olarak ele alındığı görülmektedir (Wen, 2004, s.2).

GT yönteminde gerçek hayat problemlerinde temel özellik olarak anılan yetersiz ve eksik bilgi varsayımları altında modellemeler yapılmakta ve bu modellere göre kararlar alınmaktadır (Liu ve Lin, 2006). GT yöntemi birçok disiplinde geleceğe yönelik verilerin tahmini için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Akay ve Atak, 2006, s. 1671; Song, 1992). GT yöntem sayesinde basit ve küçük bir hesaplama çabası ile gerekli olan tahmin modeli oluşturulması yöntemin sağladığı avantajlar arasında sayılabilir. (Akay ve Atak, 2006, s.1671).

GT yöntemi, kümülatif üreten operatör (Accumulated Generating Operator - AGO), tersine kümülatif operatörü (Inverse Accumulating Generating Operator - IAGO) ve gri model (Grey Model - GM) olarak isimlendirilen üç temel operatöre sahiptir. Çalışma kapsamında birinci dereceden tek değişkenli gri model GM(1,1) modeli kullanılmıştır.

GT yönteminde izlenen adımlar aşağıda özetlenmiştir (Liu ve Lin, 2006, s. 107-109; 2011, s. 197-216):

Adım 1. Veri setinin oluşturulması

n örnek sayısına sahip orijinal zaman serisi aşağıdaki gibi ifade edilir,

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (1)$$

AGO operatörü kullanılarak $x^{(0)}$ serisi kümülatif toplamlardan oluşan ve monoton olarak artan,

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)) \quad (2)$$

serisine dönüştürülür. AGO operatörü ile $x^{(1)}$ serisi,

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad (3)$$

eşitliği ile elde edilir.

Adım 2. Katsayıların belirlenmesi

GM(1,1) modeli orijinal formda Eşitlik (4)'te gösterildiği gibi yazılır.

$$x^{(0)}(k) + a \cdot x^{(1)}(k) = b \quad (4)$$

Katsayıları belirlemek amacıyla $x^{(1)}$ serisindeki değerlerin yakın komşu ortalamalarından elde edilen $z^{(1)}$ serisi,

$$z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)), \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

eşitliği kullanılarak oluşturulur. $z^{(1)}$ serisinin kullanıldığı GM(1,1) modeli temel formda yazılmış olur ve

$$x^{(0)}(k) + a \cdot z^{(1)}(k) = b, \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (6)$$

şeklinde gösterilir. Eşitlik (6)'da yer alan k , zaman noktalarını; a , gelişme katsayısını; b ise sürücü katsayısını ifade etmektedir. En küçük kareler yöntemi kullanılarak $[a \ b]^T$,

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = [B^T B]^{-1} B^T Y \quad (7)$$

$$B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ -z^{(1)}(4) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{pmatrix}$$

denkleminin çözümü ile elde edilir.

Adım 3. GT denkleminin elde edilmesi

Belirlenen a ve b katsayılarına göre, Eşitlik (6)'da yer alan diferansiyel denklemin çözülmesi ile GT denklemi elde edilmektedir.

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (8)$$

Eşitlik (8)'de $x^{(1)}(0)$, $x^{(0)}(1)$ alınarak işlem yapılır. $\hat{x}^{(1)}(k+1)$ üzerinde tersine kümülatif operatörü IAGO ile işlem yapılarak $\hat{x}^{(0)}(k)$, k zaman noktasındaki tahmin değerleri elde edilir. IAGO operatörü kullanılarak $\hat{x}^{(0)}(k)$ serisi,

$$\hat{x}^{(0)}(k) = \hat{x}^{(1)}(k) - \hat{x}^{(1)}(k-1) \quad (9)$$

ya da

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) \cdot e^{-ak} \cdot (1 - e^a) \quad (10)$$

eşitliği ile elde edilir. Eşitlik (10)'a göre $(k+H)$ zaman noktasındaki tahmin değeri (Kayacan vd, 2010, s. 1786),

$$\hat{x}^{(0)}(k+H) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) \cdot e^{-a(k+H-1)} \cdot (1 - e^a) \quad (11)$$

eşitliği ile bulunur.

4. Genetik Algoritma İle Geliştirilmiş Gri Tahmin Metodu

Çözümü deterministik yöntemlerle zor veya imkansız, kabul edilebilir zaman limitleri içerisinde hesaplanamayan zor problemlerin çözümünde kullanılabilen metasezgiseller, stokastik çözüm metotlarının en önemli alt grubunu oluşturmaktadırlar. Genetik algoritma metasezgisel bir yöntem olup 1989 yılında Goldberg'in yazmış olduğu Genetic Algorithms kitabı ile popüler olmuştur (1989). O günden bu güne birçok alanda başarı ile uygulanmıştır. Popülasyon temelli bir optimizasyon tekniğidir (Goldenberg, 1989, s.7.; Michalewicz, 1992, s.9).

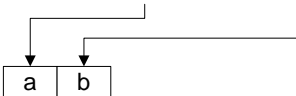
Probleme ait değişkenler kromozom denen vektörlerde temsil edilmektedir. Her değişken için kromozomdaki bir gen tahsis edilir. Genetik algoritmaya ait akış diyagramı aşağıdaki gibidir:

- Başlangıç popülasyonunun belirlenmesi
- Uygunlukların hesaplanması
- Seçim
- Çaprazlama
- Mutasyon
- Durdurma kriteri sağlanmadıysa ikinci adıma dön
- Algoritmayı durdur.

Başlangıç popülasyonu genellikle tesadüfi olarak belirlenmektedir. Farklı bir sezgiselin ya da lokal arama prosedürünün çıktısı da başlangıç çözümü olabilmektedir. Bazı durumlarda mevcut çözüm başlangıç çözümü olarak kabul edilmektedir. Her kromozom bir çözüm alternatifini temsil etmektedir ve değeri uygunluk değeri olarak adlandırılır. Uygunluklar hesaplandıktan sonra uygunluğu yüksek kromozomların seçilme olasılığının yüksek olduğu seçim operatörü uygulanır. Amaç, uygunluğun yüksek olduğu kromozomlardan oluşan popülasyonların elde edilmesidir. Daha kötü uygunluğa sahip kromozomlar ise iterasyonlar boyunca bu operatör sayesinde elenmektedir.

Seçim operatöründen sonra, daha uygun çözümlerin aranması amacıyla çaprazlama ve mutasyon operatörleri uygulanmaktadır. Çaprazlama, iki kromozom kullanılarak ve karşılıklı gen değişimleri sonucu daha iyi bireyler elde etmeyi amaçlamaktadır. Mutasyon ise çok küçük olasılıklarla, genlerdeki tesadüfi değişikliklerin yapılmasıdır. Amaç, algoritmanın lokal minimumlara takılmasını engellemek, çözüm uzayının farklı alanlarında da arayışı sürdürebilmeaktır. Bu süreç tamamlanma kriteri (iterasyon sayısı vb.) sağlanana kadar devam ettirilir.

Genetik algoritma gri tahmin metodundaki parametrelerin tahmininde kullanılmıştır. a ve b parametreleri gerçek değerli kodlama ile iki genden oluşan kromozomlarda temsil edilmişlerdir. GA-GM(1,1) modelinde kullanılan kromozom Şekil 1.'de gösterilmiştir.

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


Şekil 1. GA-GM(1,1) Kromozom Yapısı

Gerçek değerli kodlamanın kullanıldığı algoritmamızda başlangıç popülasyonu GT yönteminden elde edilen değerlerle oluşturulmaktadır. Böylelikle arama süreci daha iyi bir noktadan başlatılmış olmaktadır. Seçim operatörü olarak Goldberg (1989) tarafından önerilen Rulet Tekerleği seçim yöntemi kullanılmıştır. Tek nokta çaprazlama ile kromozomlar arası bilgi alışverişi sağlanmıştır. Kromozom uzunluğu zaten 2 genden olduğundan alternatif bir çaprazlama operatörü denenmemiştir. Çaprazlamada belli bir çaprazlama oranı kullanılmamıştır. Popülasyon büyüklüğü kadar yeni kromozom mevcut kromozomlardan tesadüfi ebeveyn kromozomlar seçilerek üretilmiştir. Daha sonra ebeveyn ve yeni kromozomlar birleştirilerek uygunluk değerlerine göre sıralanmıştır. Son olarak bu sıralamada en iyi popülasyon büyüklüğü sayısınca kromozom yeni jenerasyon olarak seçilmiştir. Mutasyonda değişim için değerlerin oranları kullanılmıştır. Mutasyon uygulanacağı durumlarda, ilgili parametre değeri yüzde 1 arttırılmış ya da aynı oranda azaltılmıştır. İşlem kolaylığı açısından, değişken değerleri yüzde 99 veya yüzde 101 ile çarpılmıştır. Mutasyon olasılığı 0,1 olarak belirlenmiştir. Genetik algoritmanın

çalıştırılmasında kullanılan diğer parametreler popülasyon büyüklüğü ve iterasyon sayısıdır. Bu değerlerde sırasıyla 20 ve 10000 olarak alınmıştır. Parametrelerin belirlenmesinde özel bir çalışma yapılmamış olup, yapılan denemeler sonucunda karar verilmiştir.

5. Uygulama ve Bulgular

Çalışma kapsamında ülkemizde kullanılan yerel kredi kartlarına ait çeşitli istatistiklerden faydalanılarak tahmin modelleri oluşturulmuştur. Tahmin için kullanılacak seriler BKM tarafından yayınlanan dönemsel bilgilerden kredi kartı işlemleri istatistikleri kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan istatistikler 2009 1. Çeyrek – 2014 2. Çeyrek arasında yerel kredi kartları kullanılarak yurtiçinde ve yurtdışında gerçekleştirilen işlemler ve işlem tutarlarından oluşmaktadır. İşlem adedi ve işlem tutarı bir alt kırılım ile alışveriş ve nakit çekme işlemleri başlıklarında incelenmiştir. Oluşturulan seriler Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yerli Kredi Kartlarının Yurt İçi Kullanımına İlişkin Zaman Serileri

Yerli Kredi Kartlarının Yurt İçi Kullanımı					
Dönem		İşlem Adedi		İşlem Tutarı (Milyon TL)	
		Alışveriş	Nakit Çekme	Alışveriş	Nakit Çekme
2009	1	397915907	23615680	40210,65	5335,30
2009	2	436389428	23465916	45649,42	5065,27
2009	3	452428255	21922232	46670,10	4973,48
2009	4	452375109	22031933	46859,95	5216,34
2010	1	452804350	22236317	46520,99	5069,90
2010	2	490645420	22146139	52454,02	5227,81
2010	3	498102967	20976892	54149,78	5501,73
2010	4	493974513	21910768	55500,35	5957,74
2011	1	503822937	22906220	55714,63	6308,39
2011	2	546604862	25631275	63978,39	6999,97
2011	3	549642284	24789305	67797,65	7159,95
2011	4	552978210	22364563	70881,17	6608,92
2012	1	567486202	23811839	71632,21	7130,27
2012	2	614754486	24092379	81648,31	7780,81
2012	3	605096861	20422549	84348,31	7770,19
2012	4	605569876	21433910	86207,90	8589,16
2013	1	616017269	22968621	86312,36	8868,40
2013	2	672118384	23850444	95786,74	9314,75
2013	3	665186484	22946057	99167,24	9323,60
2013	4	639788964	19493378	97857,75	9463,92
2014	1	636040585	19419180	94528,29	9731,18
2014	2	681635325	20776367	104310,99	10504,58

Kaynak: BKM, http://www.bkm.com.tr/istatistik/bankakarti_yurtici_issuer_islemleri.asp, Erişim Tarihi:12.01.2015

Tablo 2. Yerli Kredi Kartlarının Yurtdışı Kullanımına İlişkin Zaman Serileri

Dönem		Yerli Kredi Kartlarının Yurtdışı Kullanımı			
		İşlem Adedi		İşlem Tutarı (Milyon TL)	
		Alışveriş	Nakit Çekme	Alışveriş	Nakit Çekme
2009	1	3707685	176947	664,53	47,69
2009	2	3930629	181140	718,87	48,37
2009	3	4421878	162549	754,62	44,80
2009	4	4710753	172397	840,91	49,92
2010	1	4778391	192127	859,77	51,67
2010	2	5168570	183000	916,88	50,66
2010	3	5509175	179924	953,50	50,32
2010	4	6832961	208925	1166,81	60,06
2011	1	6512095	196314	1147,59	62,76
2011	2	7068030	218451	1269,66	69,22
2011	3	7385081	199632	1324,65	69,81
2011	4	7582820	223126	1386,84	77,09
2012	1	7759829	250603	1366,94	76,28
2012	2	8128952	224976	1448,71	75,00
2012	3	8605334	206529	1413,32	73,01
2012	4	9848182	224878	1685,24	83,24
2013	1	10549422	213486	1689,42	84,13
2013	2	11476657	225159	1781,80	93,08
2013	3	12072634	218047	1870,81	89,67
2013	4	12884455	197599	2099,38	95,15
2014	1	12091780	169822	2028,22	89,55
2014	2	12957605	180431	2193,25	86,55

Kaynak : BKM, http://www.bkm.com.tr/istatistik/kredikarti_yurtici_issuer_islemleri.asp, Erişim Tarihi: 12.01.2015

Bu bağlamda oluşturulan 8 adet serisine Gri Tahmin (GM(1,1)) ve Genetik Algoritma ile geliştirilmiş Gri Tahmin (GA-GM(1,1)) yöntemleri kullanılarak işlem yapılmış, kurulan modeller ile bir sonraki dönem tahminleri gerçekleştirilmiş ve her iki yöntemi kıyaslamak üzere MAPE istatistik değerleri hesaplanmıştır.

Literatürde tahminde kullanılacak model oluşturulurken birden fazla analiz yöntemi uygulanması durumunda yöntemlerin tahmin doğruluklarını saptamak ve modellerin etkinliklerini saptamak amacıyla Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) istatistiği kullanıldığı görülmektedir (Çuhadar, Güngör, Göksu, 2009, s. 106-107).

Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) istatistiği,

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_t}}{n} \cdot 100 \quad (12)$$

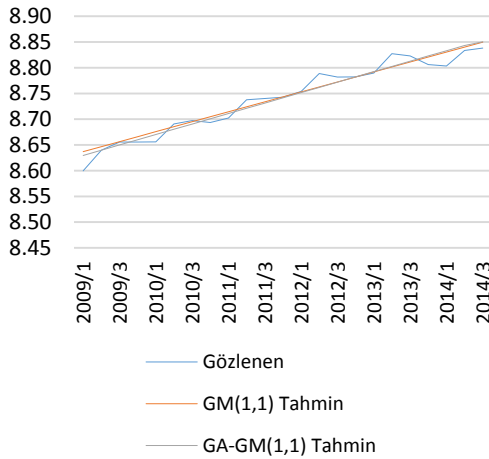
eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ olmak üzere,

- Y_t : t dönemindeki gözlem değerini,
 \hat{Y}_t : t dönemi için hesaplanan tahmin değerini,
 n : Tahmin yapılan dönem sayısını,
 e_t : t dönemindeki tahmin hatasını göstermektedir.

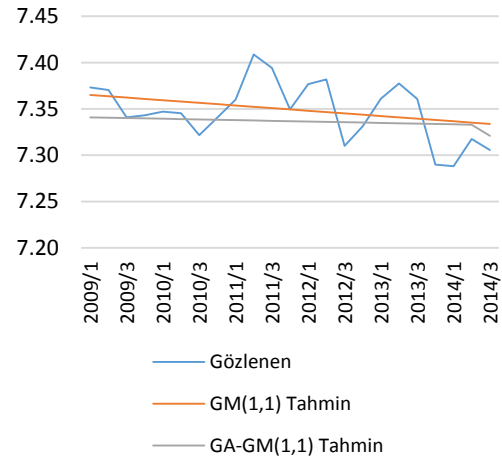
MAPE istatistik değerine göre modellerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde; Lewis (1982) MAPE istatistiki yüzde 10'un altında olan modelleri çok iyi, yüzde 10–20 arasında olan modelleri iyi, yüzde 20–50 arasında olan modelleri kabul edilebilir ve yüzde 50'nin üzerinde olan modelleri ise yanlış ve hatalı olarak sınıflandırmıştır. Witt ve Witt (1992), MAPE istatistiki yüzde 10'un altında olan tahmin modellerini yüksek doğruluk derecesine sahip, yüzde 10–20 arasında olan modelleri ise doğru tahmin modelleri olarak 2 başlıkta gruplamıştır.

Analize konu olan kredi kartı kullanım istatistikleri büyük rakamlardan oluşmakta ve dönemler arası farklar aynı ölçekte olmadığından grafik üzerinde gösterimi sağlıklı olmamaktadır. Bu nedenle grafik üzerinde dikey ekseninde gösterilen serilerde en büyük değerle en küçük değer arasındaki fark aynı ölçekte gösterilemediği için serinin değerleri 10 tabanına göre logaritma kullanılarak logaritmik olarak ifade edilmiş (Orhunbilge, 2000, s. 43) ve bu dönüşüm ile sonucu elde edilen grafikler Şekil 2. üzerinde gösterilmiştir.

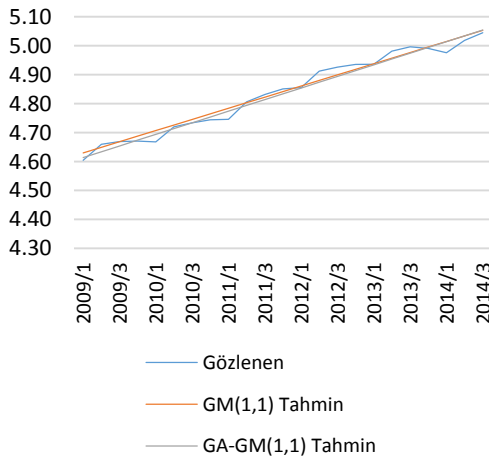
(a) Yurtiçi | İşlem Adedi | Alış Verişi



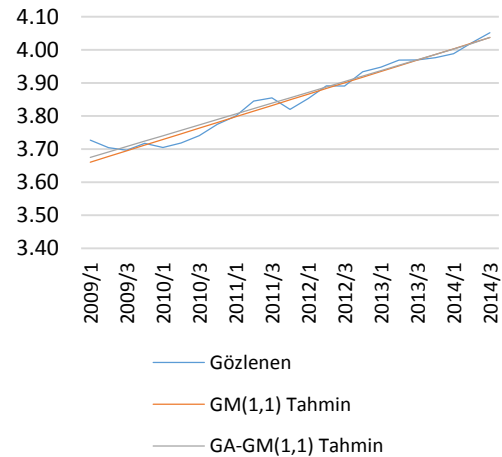
(b) Yurtiçi | İşlem Adedi | Nakit Çekimi



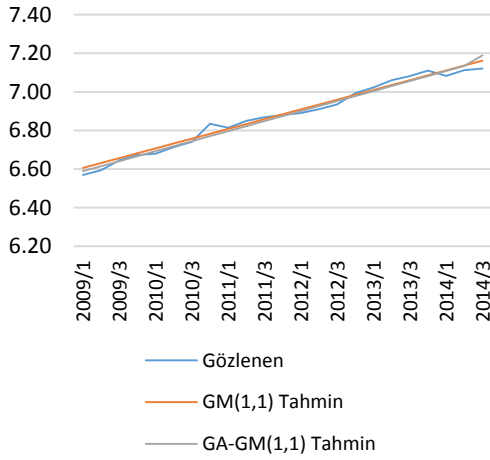
(c) Yurtiçi | İşlem Tutarı | Alış Verişi



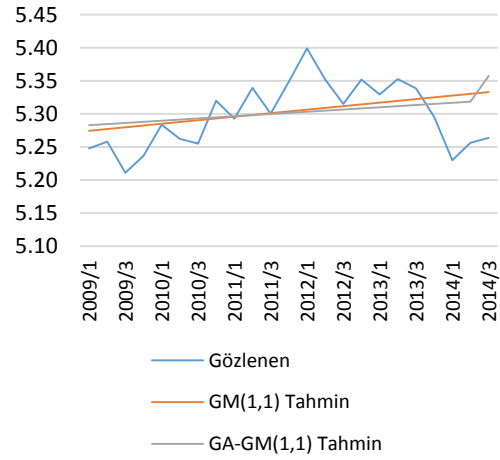
(d) Yurtiçi | İşlem Tutarı | Nakit Çekimi



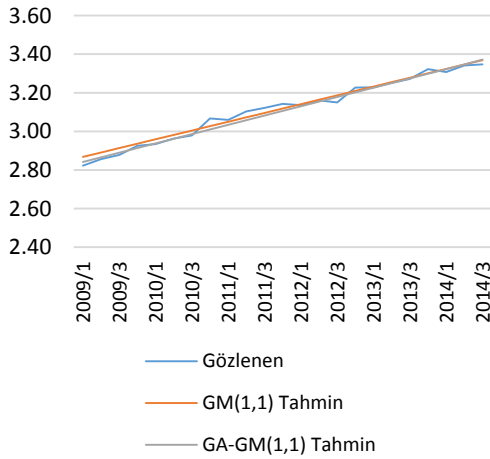
(e) Yurtdışı | İşlem Adedi | Alış Veriş



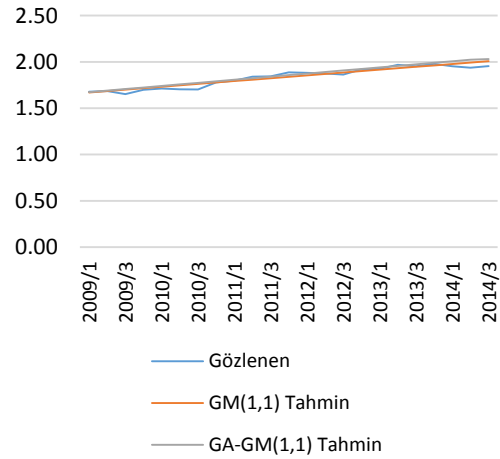
(f) Yurtdışı | İşlem Adedi | Nakit Çekimi



(g) Yurtdışı | İşlem Tutarı | Alış Veriş



(h) Yurtdışı | İşlem Tutarı | Nakit Çekimi



Analiz sonuçlarına göre Gri Tahmin ve Genetik Algoritma ile geliştirilmiş Gri tahmin modellerinin MAPE istatistikleri Tablo 3.'te gösterilmiştir. Şekil 2. ve Tablo 3. eşanlı incelendiğinde, MAPE istatistiklerinin daha büyük olduğu (b) ve (f) grafiklerinde gözlenen değerlerin daha oynak bir seyir izlediği, tahmin modellerinin bu oynaklığa tepkisiz kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu tepkisizlik modellerin daha yüksek MAPE değerleri almasını sağlamıştır.

Tablo 3. GM (1,1) ve GA-GM (1,1) modellerinin MAPE istatistikleri

MAPE	Yerli Kredi Kartlarının Yurt İçi Kullanımı				Yerli Kredi Kartlarının Yurtdışı Kullanımı			
	İşlem Adedi		İşlem Tutarı (Milyon TL)		İşlem Adedi		İşlem Tutarı (Milyon TL)	
	Alışveriş	Nakit Çekme	Alışveriş	Nakit Çekme	Alışveriş	Nakit Çekme	Alışveriş	Nakit Çekme
GM(1,1)	2,35	5,80	3,88	3,33	4,61	8,36	4,40	5,77
GA GM(1,1)	2,33	5,50	3,81	3,31	4,03	7,86	3,82	5,40

Tablo 3'te yer alan istatistiklerden hareketle, ele alınan zaman serileri baz alınarak kurulan tahmin modellerinin tamamının MAPE istatistik değerlerinin yüzde 10'unun altında yer aldığı dolayısıyla tüm modellerin, Lewis (1992) tarafından önerilen ölçüğe göre "çok iyi"; Witt

ve Witt (1994) tarafından önerilen ölçüğe göre ise “yüksek doğruluk derecesine sahip” modeller olduğu görülmektedir. Öte yandan MAPE istatistik değerleri kullanılarak modellerin kıyaslandığı durumda modeller arasında GA-GM(1,1) modellerinin daha düşük MAPE istatistik değerleri aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre GA-GM(1,1) modellerinin tahmin için kullanılmasının GM(1,1) modeline nazaran daha etkin tahminlere olanak sağlayacağı söylenebilir. MAPE istatistikleri doğrultusunda doğruluk derecesi uygun sınırlar içerisinde yer alan modellere ait denklemler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Şekil 2. Analiz Bulguları

Model	GM (1,1)	GA-GM(1,1)
1	$\hat{x}^{(0)}(k) = 19692206758 \cdot e^{0,022261932 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,022261932})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 19493534018 \cdot e^{0,022437381 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,022437381})$
2	$\hat{x}^{(0)}(k) = -7068426267 \cdot e^{-0,00327363 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,00327363})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = -6731645962 \cdot e^{-0,003342268 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,003342268})$
3	$\hat{x}^{(0)}(k) = 984054,8 \cdot e^{0,044305 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,044305})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 944464,1 \cdot e^{0,04529 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,04529})$
4	$\hat{x}^{(0)}(k) = 118355,7 \cdot e^{0,039437 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,039437})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 119400,3 \cdot e^{0,039271 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,039271})$
5	$\hat{x}^{(0)}(k) = 71459650 \cdot e^{0,058136 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,058136})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 59968446 \cdot e^{0,064472 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,064472})$
6	$\hat{x}^{(0)}(k) = 30762662 \cdot e^{0,006134 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,006134})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 16512799 \cdot e^{0,01091 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,01091})$
7	$\hat{x}^{(0)}(k) = 14408,6 \cdot e^{0,052508 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,052508})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 12855,6 \cdot e^{0,055546 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,055546})$
8	$\hat{x}^{(0)}(k) = 1344,369 \cdot e^{0,035417 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,035417})$	$\hat{x}^{(0)}(k) = 1123,905 \cdot e^{0,04017 \cdot (k-1)} \cdot (1 - e^{-0,04017})$

Hesaplanan modellere göre 2014/3 dönemi için yapılan tahminler ve gerçekleşen değerler Tablo 4.'te sunulmuştur.

Tablo 4. 2014/3 dönemi için tahmin değerleri

Model Adı	No	Gerçekleşen Değer	GM (1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin
Yurtiçi İşlem Adedi Alış Veriş	Model (1)	688980072	707511082,02	708560791,40
Yurtiçi İşlem Adedi Nakit Çekme	Model (2)	20214171	21566790,26	20938948,07
Yurtiçi İşlem Tutarı Alış Veriş	Model (3)	110834,06	113030,58	113270,00
Yurtiçi İşlem Tutarı Nakit Çekme	Model (4)	11262,19	10898,06	10909,16
Yurtdışı İşlem Adedi Alış Veriş	Model (5)	13216437	14501196,31	15465754,20
Yurtdışı İşlem Adedi Nakit Çekme	Model (6)	183548	215318,76	227770,14
Yurtdışı İşlem Tutarı Alış Veriş	Model (7)	2224,23	2339,82	2357,53
Yurtdışı İşlem Tutarı Nakit Çekme	Model (8)	90,18	101,96	107,09

6. Sonuç

Bu çalışmada kısa dönem zaman serileri üzerinde yüksek doğruluk derecesine sahip tahminler yapmada elverişli bir model olarak kabul edilen Gri Tahmin GM(1,1) yöntemi, genetik algoritma kullanılarak geliştirilen GA-GM (1,1) yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın sağlıklı olabilmesi için her iki yöntemle elde edilen sonuçlardan hesaplanan MAPE istatistik değerlerinden faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti ülkemizde kullanım oranı her geçen gün artan ve kullanımı ile birlikte tüketiciden üreticiye bir bütün olarak ekonomiyi etkileyen kredi kartı kullanım istatistikleri tercih edilmiştir. Bu bağlamda 2009/1-2014/2 arası dört aylık dönemler kullanılarak yerel kredi kartlarının yurtiçi ve yurt dışı kullanım istatistikleri alışveriş işlem adedi, nakit çekim işlem adedi, alışveriş tutarı ve nakit çekim tutarı istatistiklerine ait 8 zaman serisi için 8'er tahmin modeli oluşturulmuştur. Elde edilen modeller kullanılarak aynı kaynakta yayımlanmış 2014/3 dönemi değerleri ile model tahmin değerleri karşılaştırılmış, ayrıca tahmin hatalarından yola çıkarak hesaplanan MAPE istatistikleri kullanılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu her bir tahmin modelinde GA-GM(1,1) yönteminin GM(1,1) yöntemine üstünlük sağladığı saptanmıştır. İzleyen çalışmalarda geliştirilen GA-GM(1,1) modeli yapay sinir ağları ve Box Jenkins yöntemleri ile kıyaslanabilir. Daha uzun dönem zaman serilerinde sağlıklı sonuçlar üretip üretmediği incelenebilir.

Kaynakça

- Akay, D., Atak, M., (2007). "Grey Prediction With Rolling Mechanism For Electricity Demand Forecasting of Turkey", *Energy*, 32, 1670-1675.
- Bankalararası Kart Merkezi (BKM), (2014). "Aylık Basın Bülteni ,Eylül 2014" 9 Mayıs 2015 tarihinde <http://www.bkm.com.tr/Upload/basin/BKM%20Ayl%C4%B1k%20B%C3%BClten%20201410.pdf> adresinden erişildi.
- Baş, M., (2010). "İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Gri İlişkisel Analiz Tekniği, Tekstil ve Deri Sektöründe Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Çuhadar, M., Güngör, İ. ve Göksu, A., (2009). "Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14 (1), 99-114.
- Deng, J. L. (1982). Control Problems of Grey Systems. *Systems & Control Letters*, 1(5), 288-294.
- Deng, J. L. (1989). Introduction To Grey System Theory. *The Journal of Grey System*, 1(1), 1-24.
- Goldberg, D.E, (1989). "Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning", Addison Wesley Publishing Company, USA.
- Guangli Nie, Wei Rowe, Lingling Zhang, Yingjie Tian, Yong Shi, (2011). "Credit Card Churn Forecasting By Logistic Regression And Decision Tree", *Expert Systems with Applications*, 38, 12, 15273-15285.
- Halvaiee, N. S., Akbari, M. K., (2014). "A Novel Model For Credit Card Fraud Detection Using Artificial Immune Systems", *Applied Soft Computing*, 24, 40-49.
- Hamzacebi, C., Es, H. E., (2014). "Forecasting The Annual Electricity Consumption Of Turkey Using An Optimized Grey Model", *Energy*, 70, 1, 165-171.
- Ho Ha, S., Krishnan, R., (2012). "Predicting Repayment of the Credit Card Debt", *Computers & Operations Research*, 39, 4, 765-773.

- Jong Sik Yoon, Young S. Kwon, (2010). "A Practical Approach To Bankruptcy Prediction For Small Businesses: Substituting The Unavailable Financial Data For Credit Card Sales Information", *Expert Systems with Applications*, 37, 5, 3624-3629.
- Kaya, Feridun, (2009). "Türkiye'de Kredi Kartı Uygulaması", İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği.
- Kızılot Ş., Kılıç, C., Tokatlıoğlu, İ., (2010). "Kartlı Ödeme Sistemleri Ekonomik Katkılar Raporu Ve 2008 Krizinde Kartlı Ödeme Sistemlerinin Olumlu Etkileri", Gazi Üniversitesi Maliye-Vergi Hukuku Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2010, Ankara.
- Kızılot Ş., Kılıç, C., Tokatlıoğlu, İ., (2011). "Kartlı Ödeme Sistemlerinin Tasarruf Üzerine Etkileri ve Ekonomik Katkıları Raporu, 2011 Özeti", Bankalararası Kart Merkezi, 2011, İstanbul.
- Kızılot Ş., Kılıç, C., Tokatlıoğlu, İ., (2014). "Kartlı Ödemelerin Ekonomik Faydaları", İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, 2014, İstanbul.
- Lee, Y. S., Tong, L. I., (2011). "Forecasting Energy Consumption Using A Grey Model Improved By Incorporating Genetic Programming", *Energy Conversion and Management*, 52, 1, 147-152.
- Lei, M., Feng, Z., (2012). "A Proposed Grey Model For Short-Term Electricity Price Forecasting In Competitive Power Markets", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 43, 1, 531-538.
- Lewis, C.D., (1982). "Industrial and Business Forecasting Methods", London: Butterworths Publishing.
- Lin, C. S., Tzeng, G. W., Chin, Y. C., (2011). "Combined Rough Set Theory And Flow Network Graph To Predict Customer Churn In Credit Card Accounts", *Expert Systems with Applications*, 38, 1, 8-15.
- Liu, S., Jeffrey F, Yingjie Y., (2011). "A Brief Introduction to Grey Systems Theory" Grey Systems and Intelligent Services (GSIS), 2011 IEEE International Conference, 15-18, 1-9.
- Liu, S., Lin, Y., (2006). "Grey Information: Theory and Practical Applications", Londra, Springer.
- Liu, S., Lin, Y., (2011). "Grey Systems Theory and Applications", Berlin, Springer.
- Liu, X., Peng, H., Bai, Y., Zhu, Y., & Liao, L. (2014). Tourism Flows Prediction based on an Improved Grey GM (1, 1) Model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 138, 767-775.
- Mahmoudi, N., Duman, E., (2015). "Detecting Credit Card Fraud By Modified Fisher Discriminant Analysis", *Expert Systems with Applications*, 42 (5), 2510-2516.
- Michalewicz, Z., (1992). "Genetic Algorithms+Data Structure=Evolution Programs", Springer- Verlag, Berlin.
- Orhunbilge, N., (2000). "Tanımsal İstatistik ve Olasılık Dağılımları", 279, İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi.
- Panigrahi, S., Kundu, A., Sural, S., Majumdar, A. K., (2009). "Credit Card Fraud Detection: A Fusion Approach Using Dempster-Shafer Theory And Bayesian Learning", *Information Fusion*, 10, 4, 354-363.
- Shen, X., Lu, Z., (2014). "The Application of Grey Theory Model in the Predication of Jiangsu Province's Electric Power Demand", *AASRI Procedia*, 7, 81-87.
- Song, S., (1992). "The Application of Grey System Theory to Earthquake Prediction In Jiangsu Area" *Journal of Grey Systems* 4(4), 359-367.
- Tiryaki, G., (2014). "Türkiye'de Bireysel Kredilerin Ekonomik Büyüme ve Cari Açık ile İlişkisi", *Bankacılar Dergisi*, 91, 55-74.
- Tsai, C. H., Chang, C.L., Chen, L. (2003). "Applying Grey Relational Analysis to the Vendor Evaluation Model", *International Journal of The Computer, The Internet and Management*, 11, 3, 45-53.
- Türkiye Bankalar Birliği (TBB), (2008). "Banka Kartları ve Kredi Kartları Uygulamaları Hakkında Yararlı Bilgiler", İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği.

- Wen, K. L., (2004). "Grey Systems: Modeling and Prediction", Yang's Scientific Research Institute, Yang's Scientific Press, 4.
- Witt, S.F. and Witt, C. (1992). "Modeling and Forecasting Demand in Tourism", Academic Press: London.
- Xie, N., Yuan, C., Yang, Y., (2015). "Forecasting China's Energy Demand and Self-Sufficiency Rate By Grey Forecasting Model and Markov Model", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 66, 1-8.
- Xiong, T., Wang, S., Mayers, A., Monga, E., (2013). "Personal Bankruptcy Prediction By Mining Credit Card Data", *Expert Systems With Applications*, 40, 2, 665-676.
- Yamaguchi, D., Li, G. D., Nagai, M., (2007). "A Grey-Rough Set Approach For Interval Data Reduction of Attributes", *Rough Sets and Intelligent Systems Paradigms*, Berlin, Springer Berlin Heidelberg.
- Yılmaz, E., (2000). "Türkiye'de Kredi Kartı Uygulaması ve Ekonomik Etkileri", İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Zhao, Z., Wang, J., Zhao, J., Su, Z., (2012). "Using A Grey Model Optimized By Differential Evolution Algorithm To Forecast The Per Capita Annual Net Income Of Rural Households In China", *Omega*, 40, 5, 525-532.

Ek 1. Yerli Kredi Kartlarının Yurt İçi Kullanımı İstatistiklerine Ait Gözlem ve Tahmin Değerleri

Dönem	Yurtiçi İşlem Adedi Alış Veriş			Yurtiçi İşlem Tutarı Alış Veriş			Yurtiçi İşlem Tutarı Nakit Çekim					
	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin			
2009/1	397915907	433542914	426125648	23615680	23177327	21923197	40210,65	42646,74	41075,85	5335,30	4576,71	4730,06
2009/2	436389428	443302649	436228055	23465916	23101577	21904165	45649,42	44578,68	43013,69	5065,27	4760,80	4911,91
2009/3	452428255	453282091	446569965	21922232	23026074	21885150	46670,10	46598,14	45042,95	4973,48	4952,30	5100,75
2009/4	452375109	463486187	457157057	22031933	22950819	21866152	46859,95	48709,08	47167,95	5216,34	5151,51	5296,85
2010/1	452804350	473919992	467995143	22236317	22875809	21847170	46520,99	50915,65	49393,20	5069,90	5358,73	5500,49
2010/2	490645420	484588679	479090174	22146139	22801045	21828205	52454,02	53222,18	51723,43	5227,81	5574,28	5711,96
2010/3	498102967	495497535	490448241	20976892	22726524	21809256	54149,78	55633,20	54163,60	5501,73	5798,50	5931,56
2010/4	493974513	506651966	502075580	21910768	22652248	21790323	55500,35	58153,44	56718,88	5957,74	6031,74	6159,60
2011/1	503822937	518057502	513978576	22906220	22578214	21771407	55714,63	60787,85	59394,72	6308,39	6274,37	6396,41
2011/2	546604862	529719793	526163762	25631275	22504422	21752507	63978,39	63541,60	62196,79	6999,97	6526,75	6642,32
2011/3	549642284	541644622	538637830	24789305	22430871	21733624	67797,65	66420,10	65131,06	7159,95	6789,29	6897,69
2011/4	552978210	553837897	551407628	22364563	22357561	21714757	70881,17	69428,99	68203,76	6608,92	7062,38	7162,88
2012/1	567486202	566305662	564480167	23811839	22284490	21695907	71632,21	72574,20	71421,42	7130,27	7346,46	7438,26
2012/2	614754486	579054096	577862624	24092379	22211659	21677073	81648,31	75861,88	74790,88	7780,81	7641,97	7724,22
2012/3	605096861	592089518	591562347	20422549	22139065	21658255	84348,31	79298,50	78319,30	7770,19	7949,37	8021,18
2012/4	605569876	605418387	605586856	21433910	22066708	21639453	86207,90	82890,80	82014,19	8589,16	8269,13	8329,56
2013/1	616017269	619047310	619943853	22968621	21994588	21620668	86312,36	86645,84	85883,38	8868,40	8601,75	8649,80
2013/2	672118384	632983042	634641220	23850444	21922704	21601899	95786,74	90570,99	89935,12	9314,75	8947,75	8982,34
2013/3	665186484	647232489	649687026	22946057	21851054	21583147	99167,24	94673,94	94178,00	9323,60	9307,67	9327,67
2013/4	639788964	661802714	665089531	19493378	21779639	21564411	97857,75	98962,77	98621,05	9463,92	9682,06	9686,28
2014/1	636040585	676700938	680857192	19419180	21708457	21545691	94528,29	103445,88	103273,72	9731,18	10071,52	10058,67
2014/2	681635325	691934544	696998666	20776367	21637508	21526987	104310,99	108132,08	108145,88	10504,58	10476,64	10445,38
2014/3	688980072	707511082	708560791	20214171	21566790	20938948	110834,06	113030,58	113270,00	11262,19	10898,06	10909,16

Ek 2. Yerli Kredi Kartlarının Yurtdışı Kullanımı İstatistiklerine Ait Gözlem ve Tahmin Değerleri

Dönem	Yurtdışı İşlem Adedi Alış Veriş				Yurtdışı İşlem Tutarı Alış Veriş				Yurtdışı İşlem Tutarı Nakit Çekim					
	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin	GA-GM(1,1) Tahmin	Gözlenen	GM(1,1) Tahmin
2009/1	3707685	4035931	3879025	176947	188135	191861	664,53	737,05	693,33	47,69	46,78	47,13		
2009/2	3930629	4277519	4118007	181140	189293	192608	718,87	776,78	732,82	48,37	48,47	48,98		
2009/3	4421878	4533568	4371713	162549	190458	193357	754,62	818,66	774,56	44,80	50,21	50,90		
2009/4	4710753	4804944	4641049	172397	191630	194109	840,91	862,79	818,67	49,92	52,02	52,89		
2010/1	4778391	5092564	4926978	192127	192809	194863	859,77	909,31	865,30	51,67	53,90	54,97		
2010/2	5168570	5397401	5230523	183000	193995	195621	916,88	958,33	914,59	50,66	55,84	57,12		
2010/3	5509175	5720485	5552770	179924	195189	196382	953,50	1009,99	966,68	50,32	57,86	59,36		
2010/4	6832961	6062909	5894869	208925	196390	197146	1166,81	1064,44	1021,73	60,06	59,94	61,68		
2011/1	6512095	6425830	6258045	196314	197598	197912	1147,59	1121,83	1079,93	62,76	62,10	64,10		
2011/2	7068030	6810476	6643596	218451	198814	198682	1269,66	1182,31	1141,43	69,22	64,34	66,61		
2011/3	7385081	7218145	7052900	199632	200038	199455	1324,65	1246,05	1206,45	69,81	66,66	69,22		
2011/4	7582820	7650218	7487421	223126	201269	200230	1386,84	1313,22	1275,16	77,09	69,06	71,94		
2012/1	7759829	8108154	7948713	250603	202507	201009	1366,94	1384,02	1347,79	76,28	71,55	74,75		
2012/2	8128952	8593502	8438423	224976	203753	201791	1448,71	1458,64	1424,55	75,00	74,13	77,68		
2012/3	8605334	9107902	8958305	206529	205007	202575	1413,32	1537,27	1505,69	73,01	76,81	80,73		
2012/4	9848182	9653094	9510215	224878	206268	203363	1685,24	1620,15	1591,44	83,24	79,58	83,89		
2013/1	10549422	10230921	10096128	213486	207538	204154	1689,42	1707,49	1682,08	84,13	82,44	87,18		
2013/2	11476657	10843336	10718139	225159	208815	204948	1781,80	1799,54	1777,89	93,08	85,42	90,59		
2013/3	12072634	11492410	11378471	218047	210100	205745	1870,81	1896,56	1879,15	89,67	88,50	94,14		
2013/4	12884455	12180336	12079485	197599	211392	206545	2099,38	1998,80	1986,18	95,15	91,69	97,83		
2014/1	12091780	12909442	12823688	169822	212693	207348	2028,22	2106,56	2099,30	89,55	94,99	101,66		
2014/2	12957605	13682191	13613740	180431	214002	208155	2193,25	2220,13	2218,87	86,55	98,42	105,65		
2014/3	13216437	14501196	15465754	183548	215319	227770	2224,23	2339,82	2357,53	90,18	101,96	107,09		