

Bitcoin'in Türkiye Piyasasındaki Değerinin Yapay Zeka Teknikleri ile Tahmini

Furkan Aslan^{1*}, İhsan Pençe¹, Melike Şişeci Çeşmeli¹, Adnan Kalkan¹

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, * Corresponding author, furkanatlann@gmail.com

Özet

Kripto para, internet teknolojisinin gelişmesi ve e-ticaret kullanımının artması ile ortaya çıkmış, güvenliği kriptografik sistemler ile sağlanan, belli bir otoriteye bağlı olmayan ve tüm dünyada kullanılan para birimidir. Son dönemlerde oldukça popüler hâle gelen kripto paralar finans sektörüne yön vermeye başlamıştır. Bu çalışmada en popüler kripto para birimi olarak görülen Bitcoin'in Türkiye borsalarındaki değerinin yapay zeka teknikleri ile tahmini gerçekleştirilmiştir. Elde edilen başarılı sonuçlar yapay zekanın finans sektöründe kullanılabilir olduğunu göstermiş olup, kullanıcılara yatırımlarını değerlendirirken yardımcı olabilecektir.

Anahtar kelimeler: Kripto para, Bitcoin, Yapay zeka, ANFIS, Eğri uydurma.

Title

Estimation of Bitcoin Market Value in Turkey Using Artificial Intelligence Techniques

Abstract

Crypto money is the currency that is created by the development of internet technology and the use of e-commerce, secured by cryptographic systems, is not connected to a certain authority, and is used all over the world. The crypto parcels, which have recently become quite popular, have begun to direct the financial sector. In this study, estimation of Bitcoin market value that has seen as the most popular crypto-currency, in Turkey using artificial intelligence techniques has been carried out. Successful results have shown that artificial intelligence can be used in the financial sector and can help in assessing user investments.

Keywords: Crypto currency, Bitcoin, Artificial intelligence, ANFIS, Curve fitting.

Citation: Aslan, F., Pençe, İ., Çeşmeli, M. Ş., Kalkan, A. (2018, October) *An Illustrated Example of DEMATEL within the Context of Analytics*. IMISC 2018 Conference Proceedings, 59-62.

Editor: H. Kemal İter, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

Received: August 19, 2018, **Accepted:** October 18, 2018, **Published:** November 10, 2018

Copyright: © 2018 IMISC Aslan et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Giriş

Paranın tek bir tanımlanması bulunmamaktadır. Paranın açıklanması için kullanılan kavramlardan biri de satın alınan mamul ve hizmetlerin eder fiyatlarına karşılık gelen şeydir (Günel, 2010; Bankalar.org, 2018; Yüksel, 2015).

İnternet ve e-ticaret uygulamalarının gelişmesiyle beraber elektronik para girişimleri olmuş ama bu girişimler ilk başlarda başarısızlık ile sonuçlanmıştır. Çünkü para sadece 'veri' den ibaret olmuş ve insanlar aynı 'veri' ile defalarca harcamalar yapmıştır. Herhangi bir kontrol mekanizmasının olmamasından dolayı elektronik para girişi en başlarda engellenmiştir.

Son zamanlarda merkez bankaları tarafında takip edilemeyen ve hesaplar arası transferi şifre ile gerçekleştirilen para birimlerinin sayısındaki artış ve bu para birimlerinin kişi ve kurumlar tarafından kullanımının artması, devletlerin olaya müdahale etmesini gerektirmiştir. Bazı ülkeler, gerekli yasaları çıkararak bu

para birimlerini tanıtmış, bazı ülkeler ise bu para birimlerini tanımayıp, sadece reddetmiştir.

Kripto para birimleri olarak bilinen bu şifreli paralar; kriptografik para, sanal para, dijital para ya da elektronik para olarak da adlandırılmaktadır. Kripto paralar hiçbir hükümet, organizasyon veya banka tarafından yönetilmediği, daha hızlı ve güvenli olduğu için kullanıcılar tarafından maden veya madenci terimleri ile birlikte de kullanılmaktadır (Ateş, 2016).

İletişim teknolojilerinin yaygınlaşması, beraberinde bazı teknolojik suçları da getirmiş ve bunlarda bir artış yaşanmıştır. Teknolojik gelişmelerin artması ve de teknolojiye olan güvenin aynı hızla azalması kriptolojinin değerinin anlamasına katkıda bulunmaktadır. İlk çağlardan beri bilginin korunmasıyla için pek çok çözüm yolu geliştirilmeye çalışılmıştır. Kriptoloji, bu çözüm yollarından günümüze kadar en kabul görmüş olanıdır ve bilgiye, ona sahip olan veya olanların dışındakilerin ulaşmalarını sağlamaktadır (Yılmaz, 2007; Ateş, 2016).

Kavramsal Çerçeve

Bitcoin, (sembolü: ₿, kısaltma: BTC) en popüler kripto para birimi olup, ihracı ve güvencesi bir şirket ya da kuruluş tarafından sağlanmayan resmi veya özel kripto paradır (Sönmez, 2014; Ateş, 2016).

Bitcoin ilk kripto para birimi olup, işleme mantığı kriptografiye dayanmaktadır (Yüksel, 2015; Graydon, 2018). Bitcoin, eşler arası (peer to peer) elektronik para transfer sistemi 2009 yılında, Satoshi Nakamoto takma adına sahip kişi tarafından ortaya atılmıştır. Eşler arasının anlamı, bu kripto para biriminin arzı hiç kimse ya da resmi hiçbir kurum tarafından yapılamaz ve yapılacak olan para transfer işlemlerinin de yine aynı şekilde hiç kimse ya da resmi hiçbir kurum/kuruluş tarafından takip edilemez olduğudur. Bitcoin'in popülerliği her geçen gün artmaktadır. Bitcoin, artık internette ve e-ticaret işlemlerinde de kullanılmaktadır. Bitcoin kullanıcıları kimliklerini saklayabilip anonim kalabilmektedirler. Bitcoin'in haricinde çeşitli kripto para birimleri de son zamanlarda artış göstermekle beraber tüm bu paralar arasında en popüler ve bilinir olanı Bitcoin'dir (Brisson vd., 2013; Yüksel, 2015). Bitcoin'de eşler arası bir işlem yapıldığı, herhangi bir merkezi kuruluş bulunmadığı için, Bitcoin'i arz etmekle görevli bir kişi ya da kurum yoktur. Bitcoin'in kur değeri, pazardaki arz ve talepteki dalgalanmalara göre artıp azalmaktadır. Bitcoin herhangi bir gerçek para birimi ile ilişkili olmayıp, bir bağlılığı yoktur.

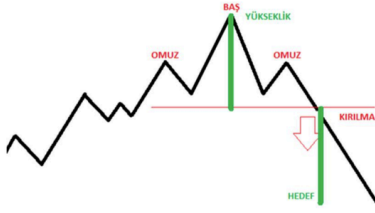
Gerçek para birimlerinin Bitcoin ile takas edilebileceği, kullanıcıları buluşturan çeşitli ortamlar vardır (European Central Bank, 2012; Yüksel, 2015). Buna ek olarak, Bitcoin kazanmayı hedefleyen kullanıcılar bir süreç olan ve madencilik (mining) işlemi ile gerçekleştirebilirler (Siegel, 2014; Ateş, 2016). Kullanıcılar, Bitcoin'i işleyebilmek için bilgisayarlarına açık kaynak kodlu Bitcoin isimli yazılımı indirmelidirler (Macupdate, 2018; Yüksel, 2015). Kullanıcıların satın aldıkları Bitcoinler kullanıcının bilgisayarında bulunan dijital cüzdan içerisinde saklanır (Casascius, 2018). Bu yüzden, kullanıcıların bilgisayarlarında anti-virüs programlarının olmaması ve yedekleme işleminin yapılmaması gerekir. Aksi takdirde kullanıcıların sahip olduğu Bitcoinler kaybolabilir (European Central Bank, 2012). Her Bitcoin, içerisinde kullanıcıların bilgilerinin, zaman bilgisinin, işlem bilgisinin yer aldığı bir süreçten geçerek meydana gelmektedir. Kullanıcılar, açık (public) anahtar ve özel (private) olmak üzere iki anahtara sahiptirler. Bu iki anahtara ait bilgiler aynı dosyanın içerisinde saklı bulunmaktadır. Eğer ilgili dosya silinir veya kaybolursa, Bitcoinler de silinir. Bitcoin para transferinin yapılabilmesi için, Bitcoin'i alacak kişinin ilgili kripto parayı gönderecek olan kullanıcıya açık anahtarını vermesi gerekmektedir. Bitcoin gönderecek olan kullanıcı Bitcoin'lerini, bir önceki işlemin ilgili hash kodunu (Doğan, 2018) ve alıcıya ait açık anahtarı imzalayarak dijital olarak transferi gerçekleştirmektedir. Her bir Bitcoin önceden tabi olduğu işlemler ile bilgiyi kaydetmektedir. Kullanıcılar arasında yapılan aktarım işlemleri ile beraber zaman, kullanıcı ve işlem bilgileri de zincirin bir halkasına eklenir ve mühürlenir. Bu sayede, Bitcoin'in güvenliği sağlanmış olup, kripto para sadece sahibi olan kullanıcı tarafından değerlendirilebilir. Damgalanmış işlemler ağdaki diğer kullanıcılar ile paylaşılır, yani yapılan işlemler kullanıcılar tarafından görülmektedir. Lakin ilgili kişilerin gerçek bilgileri tamamen saklanmakta ve korunmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, Bitcoinlerin üzerindeki zaman damgalarından dolayı aynı Bitcoin birden fazla defa harcanamaz. Bitcoin üzerinde yapılan her bir işlemde ilgili zaman damgası, bir

önceki zaman damgasının bilgisini de içerdiği için sıralamalı bir zincir yapısı göstermekte olup, kullanıcılar bu zinciri de görebilmektedir. Gerçekleştirilen yeni işlemlerin geçerli olabilmesi için bu zincirlerin ağ üzerinden kontrol edilip onaylanması gerekmektedir. Bu işlemleri doğrulayan sistem veya kullanıcılara madenci (miner) denilmektedir. Madenciler, işlemlerin doğruluğuna onay vermek için oldukça hızlı bir şekilde matematiksel problemleri çözen bilgisayarlardır. Madencilik işlemi ile bilgisayar sistemlerini kullanarak bir çözüm bulan kişilere belli bir miktar Bitcoin verilmektedir. Madencilik, karmaşık matematiksel formüllerin ve fonksiyonların bilgisayarın işlem gücü ile çözülmesi sürecine denilmektedir. Bu işlem de yeni bir Bitcoin üretmenin tek yoludur. Bitcoin'in mucidi olan Nakamoto'ya göre mining güvenlik açısından da son derece uygun bir süreçtir. Çünkü dürüst davranmayı zorunlu kılan bir yapıya sahiptir. Matematiksel olasılıkları düşünüldüğünde daha güçlü bir bilgisayara sahip bir kimsenin başkasına ait Bitcoinleri çalmaktansa, kendi Bitcoinlerini üretmeyi tercih etmesi daha mantıklıdır (European Central Bank, 2015; Bitcoin.org, 2018; Yüksel, 2015).

Literatürde finans verilerinin tahminlemesi için çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmüş olup kronolojik olarak çalışmalara yer verilmiştir. Kutlu ve Badur (2009), Yapay Zeka teknikleri arasında tahminlemede en sık kullanılan teknik olan Yapay Sinir Ağları sayesinde İMKB endeksinin tahmin edilebileceğine dair kanıt sunmuşlardır. Akcan ve Kartal (2011), Hisse senedi fiyatlarının önceden tahmin edilip kullanıcıların bu bağlamda bilgilendirilmesi konusunu işlemiştir. Aygören vd. (2012), İMKB 100 Endeksinin tahmini için Yapay Sinir Ağlarının yanı sıra Newton Nümerik Arama Modelini de kullanmışlardır. İlgili çalışma ile klasik istatistik ve iktisat teorileri yerine, yeni gelişen teknolojilere uygun ve bu teknolojilere ait modelleri geliştirecek, doğruya daha yakın çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Yüksel (2015), Bitcoin piyasasına olan yaklaşımı hukuki açıdan ele almıştır. Ateş (2016), Bitcoin'in dünyadaki ve ülkemizdeki muhasebe işlemlerine dair yapılması gereken adımları işlemiştir. Koçoğlu vd. (2016), Bitcoin'in ortaya çıkışını, gelişimini ve fiyatlandırma sistemini detaylı bir şekilde açıklamış ve Bitcoin fiyatları, piyasanın etkinliği, oynaklığı ve likiditesini değerlendirmiştir. Bilir ve Çay (2016), E-para'nın belli bir otoriteye bağlanması gerektiğinin önemini belirtmişlerdir. Eyal ve Siner (2018), Bitcoin Blockchain yapısını inceleme ve madencilik faaliyetlerinin saldırılara açık bir yapısı olduğu görüşünü ortaya koymuşlardır. Eskandari vd., (2018), Bitcoin anahtar yönetimi yaklaşımlarını karşılaştırmak için bir değerlendirme çerçevesi oluşturmuş ve Bitcoin müşterisinin geniş bir kullanılabilirlik değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Gültekin ve Bulut (2018) ise Bitcoin ve Bitcoin borsasının kendi ekosistemlerini oluşturması ile ilgili çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir.

Finans alanındaki grafiklerin uzman kişilerce teknik analizleri yapılırken bazı eğri ve modellerin ilgili grafiklere uyum sağladığı ve yatırımlarda bunlardan yararlanıldığı bilinmektedir. Bunlar arasında popüler olanlardan Omuz-Baş-Omuz (Head and Shoulders) grafiği incelendiğinde bu desenin, iki omuzlu bir kafa gibi görünmekte olup Şekil 1'de verilmiştir.

Omuz-Baş-Omuz formasyonu oluşması, trendin tersine doğru yönelim olacağını gösterir. Omuz baş omuz formasyonunun iki tipi vardır. Omuz baş omuz tepe, formasyon tamamlandığında düşüş gerçekleşeceğini gösterir. Genellikle yükseliş trendinin en sonunda gözlemlenir. İkinci versiyonu ters omuz baş omuz. Fiyatın yükseleceğini gösterir ve genellikle düşüş trendinin sonunda gözlenir (Coinpedi.com, 2018).



Şekil 1. Omuz-Baş-Omuz grafiği.

Görüldüğü gibi finans eğrileri bazı eğri ve matematiksel modeller ile ifade edilebilmektedir. Bu çalışmada da Bitcoin'e ait TL cinsinden fiyat değerlerine ait grafik çeşitli dereceden eğri ve yapay zeka tekniklerinden olan ANFIS yöntemi ile modellenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metod

Eğri Uydurma ve ANFIS

Eğri uydurma, polinomları kullanarak veri noktalarını temsil eden en iyi eğriyi gösteren matematiksel bir yöntemdir. Bu işlem, veri noktalarından, bu noktaların ofsetlerinin karelerinin toplamını en aza indiren en küçük kareler yöntemi kullanılarak yapılabilir (Weinstein, 2018).

Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (Adaptive-Network Based Fuzzy Inference Systems-ANFIS), yapay sinir ağlarının paralel hesaplama ve öğrenme özelliği ile bulanık mantığın çıkarım kabiliyetini birlikte çalıştırabilen melez bir yapay zeka tekniğidir (Jang, 1993). Adaptif (uyumlu) ağlar, birbirine bağlı düğümlerden meydana gelmektedir. Bu düğümler bir işlem birimine karşılık gelir. Düğümlerin arasında yer alan bağlantılar, aralarındaki değeri tam olarak bilinmeyen olmayan bir ilgiyi gösterir. Adaptasyon, bu düğümlerin çıkış noktalarındaki değişebilen parametrelerle belirlenmesi ile oluşturulmaktadır. Öğrenme kuralları, hatayı minimuma indirecek biçimde ne şekilde değiştirilmesi gerektiğini belirtir. Adaptif ağlar, sistem tanımlama da tercih edilir. Kullanıcı tarafından girilen giriş-çıkış verileri ile tanımlanan bilinmeyen sistemin, sistem için tercih edilen ağ yapısı ve parametreler ile en iyi biçimde modellenmesinde kullanılır (Jang vd., 1997).

Veri Seti ve Ölçeklendirme

Bu çalışmada Bitcoin'in Türkiye Borsalarındaki değerini tahminlemek için kullanılan veri seti, bitcoin.tlcur.com internet sitesinden 23 Temmuz 2017- 22 Temmuz 2018 tarihleri arasındaki günlük veriler alınarak oluşturulmuştur. Veri setinde toplamda 365 adet bitcoin fiyatı TL cinsinden yer almaktadır. Öznitelik olarak tarih bilgisinin kullanıldığı çalışmada, polinomsal eğri uydurma yöntemi için tarih bilgisini içeren özniteliğin normalize edilmiş halinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sebeple eğri uydurma yöntemi için min-max normalizasyon tekniği ile [0-1] aralığında normalize edilmiş veriler kullanılmıştır. Hata değeri olarak ise, ortalama karesel hataların karekökü (OKHK) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

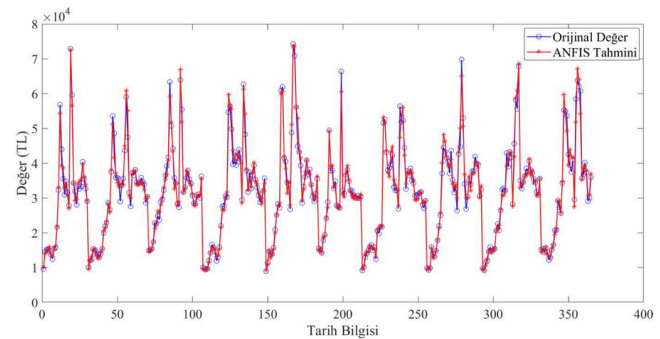
2017-2018 yıllarına ait Bitcoin fiyatlarından oluşan 365 adet veriye ait tahminleme yapmak için çeşitli derecen eğriler ve ANFIS yöntemi kullanılmıştır. Her iki yapay zeka yöntemi içinde matematiksel modeli en iyi oluşturacak parametrelerin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Bu sebeple ANFIS için iterasyon sayısı ve kural sayısının, eğri uydurma için ise polinoma

ait mertbe derecesinin belirlenmesi gerekmektedir. Oluşturulacak modelin başarısı için 10-fold çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Bu süreçte eğitim 5 kez tekrarlanıp ortalama ve standart sapma değerlerine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiş olup standart sapma tüm parametreler ve yöntemler için 0 olarak bulunduğu için minimum ve maksimumu değerlerinin verilmesine gerek duyulmamıştır.

Tablo 1. Bitcoin değerinin farklı parametreler için yapay zeka teknikleri ile tahmin sonuçları.

Yöntem	Parametreler	Test Verisi (Ortalama)	Test Verisi Standart Sapma	Eğitim Verisi (Ortalama)	Eğitim Verisi Standart Sapma
ANFIS	2 kural 500 iterasyon	5258.77	0	5200.14	0
ANFIS	2 kural 100 iterasyon	7213.93	0	7126.58	0
ANFIS	5 kural 500 iterasyon	3118.43	0	2961.93	0
ANFIS	5 kural 100 iterasyon	3725.07	0	3596.04	0
ANFIS	9 kural 500 iterasyon	2357.10	0	2227.78	0
ANFIS	9 kural 100 iterasyon	3088.06	0	2994.10	0
ANFIS	19 kural 500 iterasyon	2039.80	0	1651.65	0
ANFIS	19 kural 100 iterasyon	2190.79	0	1992.22	0
ANFIS	39 kural 500 iterasyon	1816.95	0	1320.58	0
ANFIS	39 kural 100 iterasyon	1921.20	0	1494.78	0
Eğri Uydurma	20. derece	3296.28	0	3180.15	0
Eğri Uydurma	19. derece	3286.28	0	3178.45	0
Eğri Uydurma	18. Derece	3297.76	0	3190.22	0
Eğri Uydurma	17. Derece	3501.56	0	3361.87	0
Eğri Uydurma	16. Derece	3575.72	0	3438.99	0
Eğri Uydurma	15. Derece	4072.69	0	3871.58	0

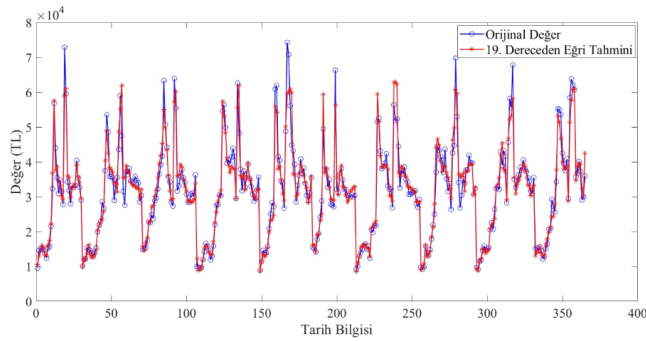
Tablo 1'de verilen sonuçlar incelendiğinde, eğri uydurma için en iyi sonucu 19. dereceden eğri verirken, ANFIS için ise 500 iterasyon ve 39 kuraldan oluşan modelin en iyi sonuç verdiği görülmektedir. Özellikle ANFIS için elde edilen başarılı sonuçlar, Bitcoin'in şu an ki fiyatına göre %4~5 aralığında hata payına karşılık gelmektedir. Ancak Bitcoin aylık fiyatındaki değişimin %20~30'ları bulduğu düşünüldüğünde, alınan başarılı sonuçların kullanıcılara yardımcı olabilecek düzeyde olduğu görülmektedir. Elde edilen tahmin değerlerinin orijinal değerleri takip edip modellenebildiği Şekil 2 ve Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 2. ANFIS ile Bitcoin değerinin tahmini.

Şekil 2 ve Şekil 3'te de görüldüğü gibi en iyi parametreler ile oluşturulmuş modellerin Bitcoin fiyatını düşük OKHK değeri ile tahmin edebilmektedir. Şekil 2'de verilen ANFIS modelinin ise

polinomsal eğri uydurmaya göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 3. 19. dereceli polinomsal eğri ile Bitcoin değerinin tahmini.

Sonuç ve Öneriler

Son dönemlerde oldukça popüler hâle gelen kripto paralar finans sektörüne yön vermeye başlamıştır. Bu çalışmada, Bitcoin'in Türk Lirası cinsinden değerinin yapay zeka yöntemlerinden olan polinomsal eğri uydurma ve ANFIS yöntemi ile tahminlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde modellerin başarılı sonuçlar verdiği ve Bitcoin değerini tahmin edebildiği görülmektedir. Elde edilen en başarılı sonucun ANFIS yöntemi ile alındığını ve Bitcoin'in şu an ki değerine göre %4~5 aralığında hata payına karşılık geldiği görülmektedir. Bitcoin'in aylık fiyatındaki değişimin %20~30'ları bulduğu düşünüldüğünde, alınan başarılı sonuçların kullanıcılara yardımcı olabilecek düzeyde olduğu görülmektedir.

İleriki çalışmalarda Bitcoin dışında diğer altcoinler ile de tahminlemenin yapılması ve daha fazla yapay zeka tekniği ile bu sistemin online bir şekilde anlık veriler ile gerçekleştirilmesi düşünülmektedir.

Kaynakça

- Akcan, A., Kartal, C. (2011). İMKB Sigorta Endeksini Oluşturan Şirketlerin Hisse Senedi Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini. Muhasebe ve Finansman Dergisi, (51), 27- 40.
- ATEŞ, B.A. (2016). Kripto Para Birimleri. Bitcoin ve Muhasebesi.
- Aygören, H., Sarıtaş, H., & Morali, T. (2012). İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini. Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1).
- Bankalar.org, (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <http://www.bankalar.org/bankacilik-terimleri/>
- Bilir, H., Şerif, Ç.A.Y. (2016). Elektronik Para ve Finansal Piyasalar Arasındaki İlişki. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(2), 21-31.
- Bitcoin.org, (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <https://bitcoin.org/en/how-it-works>
- Casascius, (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <https://www.casascius.com/>
- Coinpedi.com, (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <http://coinpedi.com/rehber/grafik-ve-formasyonlar/>
- Doğan, O. (2018). Şifrelerin Hashlenmesi, Erişim Tarihi: 18.05.2018. <http://www.orhandogan.us/2007/12/17/sifrelerin-hash-lenmesi/>
- Eskandari, S., Clark, J., Barrera, D., & Stobert, E. (2018). A first look at the usability of bitcoin key management. arXiv preprint arXiv:1802.04351.
- European Central Bank, (2012). Annual Report 2012, pp. 21.
- European Central Bank, (2012). Annual Report 2012, pp. 24-25.
- Eyal, I., Sirer, E.G. (2018). Majority is not enough: Bitcoin mining is vulnerable. Communications of the ACM, 61(7), 95-102.
- Graydon, Carter (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <https://www.cryptocoinsnews.com/cryptocurrency/>
- Gültekin, Y., Bulut, Y. (2016). Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler ve Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(3), 82-92.
- Jang, J.S.R., (1993). ANFIS Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference Systems. Man, And Cybernetics, 23(3), 665-685.

- Jang, J.S.R., Sun, C.T., Mizutani, E., (1997). Neuro- Fuzzy and Soft Computing A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Koçoğlu, Ş., Çevik, Y.E., Tanrıöven, C. (2016). Bitcoin piyasalarının etkinliği, likiditesi ve oynaklığı. Journal of Business Research-Türk, 8(2), 77-97.
- Kutlu, B., Badur, B. (2009). Yapay Sinir Ağları ile Borsa Endeksi Tahmini.
- Macupdate, (2018). Erişim Tarihi: 18.05.2018. <http://www.macupdate.com/app/mac/42560/bitcoin>
- Siegel, M., (2014). Virtual Currencies: Wait and See Approach Best for Banks.
- Sönmez, A., (2014). Sanal Para Bitcoin. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC, July, 4(3), 1-14.
- Weisstein, Eric W. (2018). Least Squares Fitting. From MathWorld--A Wolfram Web Resource. Retrieved from <http://mathworld.wolfram.com/LeastSquaresFitting.html>
- Yılmaz, Y., (2007). Kriptoloji Uygulamalarında Hukuki Boyut, Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 13(1-2), 137-147.
- Yüksel, A.E.B. (2015). Elektronik Para, Sanal Para, Bitcoin Ve Linden Doları'na Hukuki Bir Bakış. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, 73(2), 173-220.