



## Kripto Para Bitcoin: ARIMA ve Yapay Sinir Ağları İle Fiyat Tahmini

*Eyyüp Ensari ŞAHİN<sup>1</sup>*

### Crypto Money Bitcoin: Price Estimation with ARIMA and Artificial Neural Networks

#### ARTICLE INFO

##### *Article History:*

Date Submitted: 19.02.2018

Date Accepted: 05.03.2018

##### *JEL Classification:*

B26

C53

G17

##### *Keywords:*

Blockchain,

Bitcoin,

ARIMA,

Artificial Neural

Networks

#### ABSTRACT

In the world finance and technological development in finance, along with innovative financial instruments, have attracted investors. The most popular of these developments is undoubtedly Bitcoin, which is an output of the blockchain infrastructure. Bitcoin that is not connected to a central authority and contains cryptographic features, is one of the crypto moneys. The fact that Bitcoin does not depend on Central Authority and disclose the factors affecting its price by supply and demand have resulted in high volatility. In this study, firstly blockchain technology will be explained briefly and time-dependent price estimates for Bitcoin which is one of the important outputs of this technology, will be made. Artificial Neural Networks (YSA), which has become increasingly popular among estimation methods in recent years, has been used in the study and compared with ARIMA in traditional estimation methods. The sample of the study was created using daily closing prices between 02.02.2012 - 09.01.2018 dates. As a result of this study, both directions and values of estimated prices by artificial neural networks MPL (6-3-1) model between 10.01.2018 - 18.01.2018 have been more successful than ARIMA (1.1.6) model.

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Hitit Üniversitesi, [eyupensarisahin@hitit.edu.tr](mailto:eyupensarisahin@hitit.edu.tr)

## Özet

Dünyada finans ve finansa bağlı teknolojik gelişim, beraberinde inovatif finansal araçları yatırımcılar için ilgi çekici kılmıştır. Bu gelişimlerden en popüler olanı şüphesiz blockchain altyapısının bir çıktısı olan Bitcoin’dir. Bitcoin, merkezi bir otoriteye bağlı olmayan ve kriptografik özellikler içeren kripto paralardan biridir. Bitcoin’in Merkezi otoriteye bağlı olmaması ve fiyatını etkileyen faktörlerin arz ve talep ile açıklanması yüksek volatite ile sonuçlanmıştır. Bu çalışmada, öncelikle blockchain teknolojisi kısaca açıklanacak ve bu teknolojinin önemli çıktularından biri olan Bitcoin’e ilişkin zamana bağlı fiyat tahminleri yapılacaktır. Çalışmada son dönemlerde tahmin yöntemleri arasında giderek yaygınlaşan Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmış olup, geleneksel tahmin yöntemlerinde ARIMA ile karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmanın örnekleme 02.02.2012 – 09.01.2018 tarihleri arasında günlük kapanış fiyatları kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda 10.01.2018 – 18.01.2018 tarihleri arasında Yapay Sinir Ağları MPL (6-3-1) modeli ile tahmin edilen fiyatların hem yönü hem de değerleri ARIMA (1.1.6) modeline göre daha başarılı sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Blockchain, Bitcoin, ARIMA, Yapay Sinir Ağları

**Jel Sınıflandırması:**B26, C53,G17

## 1. Giriş

İşletmeler için, sanayi devriminden sonra ürün ve hizmetlerin miktarı, niteliği ve dünyanın herhangi bir noktasına ulaşması oldukça kolay ve sıradan bir hal almıştır. Bu durum hem finansı hem de ticareti ortak bir noktada buluşturmuştur. Ancak 20. Yüzyıl artık sanayi devrimi için bir sonun başlangıcı iken, aynı zamanda teknolojik bir devrimde başlangıcı olmuştur. Teknoloji devrimi 20. Yüzyıl da ticaret ve finansın yollarını ayırmıştır. Entegre finansal piyasalar yatırımcıları kendisine hızla çekmiş ve büyük parasal çoğunluğu ele almıştır. Finansal piyasalara artan bu ilgi teknolojik altyapılara önem atfetmiş ve global firmaları bu teknolojik gelişimin bir parçası haline getirmiştir. Tüm bu gelişmeler yaşanırken 2008 yılında yayınladığı Bildiri ile Satoshi Nakamoto takma ismindeki kişi/kişiler tarafından yayınlanan “Bitcoin: Eşten Eşe Nakit Ödeme Sistemi” makale ile finansın teknoloji ile buluşması çok farklı

bir boyut kazanmıştır (Nakamoto, 2008:1). Bu makalede hiçbir merkeze bağlı olmadan eş-ten eşe (p2p - peer to peer) sistemi ile çalışan ve çevrim içi ödemeyi mümkün kılan Blockchain sistemi detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bu kapsamda çalışmanın ilk bölümünde para, sanal para ve kripto paralar kısaca anlatılmış, çalışmanın ikinci bölümünde ise Bitcoin'in alt yapısında bulunan blockchain teknolojisi ve bu teknolojiye işlemlerin nasıl gerçekleştirileceği, sistemin işleyişi ve sistemin bir çıktısı olan bitcoin hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın uygulama bölümünde Bitcoine ilişkin tarihsel fiyatlar ışığında zamana bağlı olarak ARIMA ve Yapay Sinir Ağları modeli ile Bitcoin'in gelecek fiyatları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde analiz sonuçları yorumlanmış ve fiyat tahminine ilişkin gelecek çalışmalara önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Paranın Tanımı ve Gelişimi

Bir ülkenin ekonomik bağımsızlığını, egemenliğini ve özgürlüğünü ifade eden paranın, ilk olarak M.Ö VII. Yüzyılda Anadolu'da Lidyalı'lar tarafından basıldığı bilinmektedir. Dilimize, küçük parça anlamına gelen Farsça “pare” kelimesinden geçmiştir. Günümüzde para, mal veya hizmetlerin değişim aracı olarak kullanılan bir araç olarak tanımlanmaktadır. Paranın genel kabul görmüş üç klasik işlevi bulunmaktadır. Bunlar değişim aracı olarak kabul görme, ölçü birimi özelliği ve değer saklama aracı işlevidir.

Para tarih boyunca farklı şekillerde var olmakla birlikte para ile yapılan işlemler ve yapılan işlemlerin yöntemi zaman içerisinde değişime uğramıştır. Günümüzde para her ülkeye özgü olarak basılmaktadır. İçinde bulunduğumuz dönemde yaklaşık 160 çeşit para birimi kullanılmaktadır. Bugün taşıdığı anlam itibari ile paranın en eski çeşidi olarak emtia para karşımıza çıkmaktadır. Emtia paranın en belirgin ve ayırt edici özelliği değerini taşıdığı metalden alıyor olmasıdır. 1944 yılında altın standardına dayalı kâğıt paralar altına dayalı olarak değer almıştır. Bu sistemde neredeyse bütün ekonomiler kâğıt parayı kullanmıştır (Üzer, 2017:4-5). Paranın zaman içinde değişime uğramasının altında üretimin artmasının yanı sıra teknolojik gelişmelerde önemli rol oynamıştır.

20. yy teknoloji ile finansın buluşmasına sahne olmaktadır. Bu yüzyılda finansal teknolojik gelişimler artarak günümüze kadar gelmiş ve teknolojinin finansla birlikte

kullanıldığı alanlar (Bankacılık, Sigortacılık vb.) giderek artmıştır. Bu dönemde ortaya itibari paraya dayalı olarak kullanılan dijital ve sanal paralar çıkmıştır (Usta ve Doğantekin, 2017:24). Dijital ve sanal paralar günümüzde kullanılan merkez bankaları tarafından basılan ve değerini basıldığı ülkeden alan paraların internet ortamında kullanılabilen halidir. Yani bir merkeze bağlı olarak aracılık işlevini sürdürmektedir.

Teknolojinin gelişimine bağlı olarak tüketicilerin dünyanın herhangi bir noktasından istedikleri mal ve hizmet satın alma davranışları gelişmiştir. Bu gelişim dijital para kullanımını artırmış buna bağlı olarak aracılık faaliyetlerini üstlenen finansal kurumların sayısının bir hayli artmasına neden olmuştur. Aracılık işlevleri günümüzde ciddi bir büyüklüğe ulaşmış ve finansal kurumların karını arttırmıştır. Bu durum tüketicileri farklı arayışlara yitmiş ve herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmadan çalışan ve aracılık maliyetlerini minimum düzeye indiren kripto paraları popüler hale getirmiştir. Kripto paralar fiziki bir basımı olmaması ve merkeze bağlı çalışmama özelliği nedeniyle dijital ve sanal paralardan ayrılmaktadır. Kripto paraların en yaygın kullanımda olanı Bitcoinidir. Bitcoin blockchain sisteminin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır.

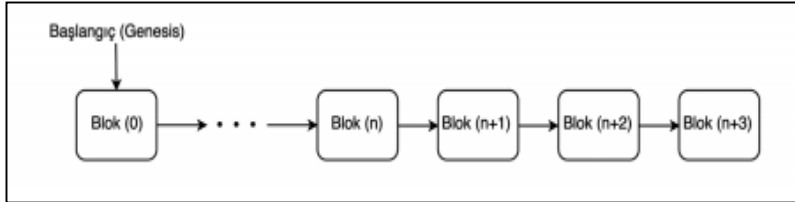
### 3. Blockchain Sistemi

İnternet üzerinden alışveriş, ödeme, para transferleri ve bankacılık işlemleri güvenilir bir üçüncü taraf olarak finansal kurumlara bağımlı hale gelmiştir. İşte bu bağımlılığı ortadan kaldırmak ve arada hiçbir merkezi otoritenin bulunmadığı kişiler arası ödemeye imkân veren Blockchain “Satoshi Nakamoto” tarafından ileri sürülmüştür. Nakamoto (2008), Blockchain sistemini; “ihtiyacımız olan güven yerine kriptografik kanıta dayalı, iki tarafın üçüncü bir güvenilir kişiye gerek duymadan doğrudan birbirleriyle işlem yapabileceği bir elektronik ödeme sistemi” olarak tanımlanmıştır. Bu sistem bir muhasebe defteri gibi düşünülebilir. Eşler arası herhangi bir işlem yapıldığında bu işlem şifrelenmiş bir biçimde kayıt altına alınmaktadır. İsteyen herkes bu ağa katılabilmektedir. Bu ağa özgürce katılma, blockchain sisteminin açık bir defter olma özelliğinden kaynaklanmaktadır (Vigna ve Casey,2015:150).

#### 3.1. Blockchain Sisteminin İşleyişi

Dijital bir sistem üzerinde yapılacak mutabakatın bir yazılımla garanti altına alınması gerekmektedir. Bu noktada blokchain sistemi devreye girmektedir. Blockchain sistemi, Dijital ortamdaki herhangi bir veriyi, iletişim ağları üzerinden, dağıtılmış şekilde (tüm kullanıcılara açık) saklamanızı ve bu süreç içerisinde verinin tüm noktalarda aynı kalmasını sağlayan bir sistem olarak tanımlanabilir. Blockchain sistemi, işlemlerin kaydedildiği bir defter görevi üstlenmektedir. Bu sistem ilk bloğun (Genesis) kurulması ile başlamıştır. Genesis Blok ya da başlangıç bloğu, bir blok zincirinin ilk bloğudur. Bitcoin’in modern sürümleri tarafından 0 bloğu olarak numaralandırılmaktadır. Şekil 1’de gösterilmektedir.

### Şekil 1. Başlangıç (Genesis) Bloğu



Kaynak: Nakamoto, 2008:4.

Herhangi iki kişi arasında gerçekleştirilecek olan işlem (transaction), dosya veya istenilen herhangi bir veri bloklara işlenir. Bu işleme sırasında bloklarda kriptolojik fonksiyon özelliği devreye girmektedir. Yani her bir işlem için hash (işlem özeti) kodu üretilmekte ve bloklar içerisine gönderilmektedir. Hash kodu ile tüm bloklar birbirleri ile zincirlenmektedir. Hash fonksiyonu girdi değeri üreten basit bir fonksiyondur. Herhangi bir X girdi değişkeni, her zaman Y değerine eşittir mantığı ile çalışan fonksiyon aşağıdaki gibi formüle edilmektedir. Aşağıdaki formülde bu çalışmanın adı SHA256 Hash kodu ile yazılmıştır (<https://quickhash.com>).

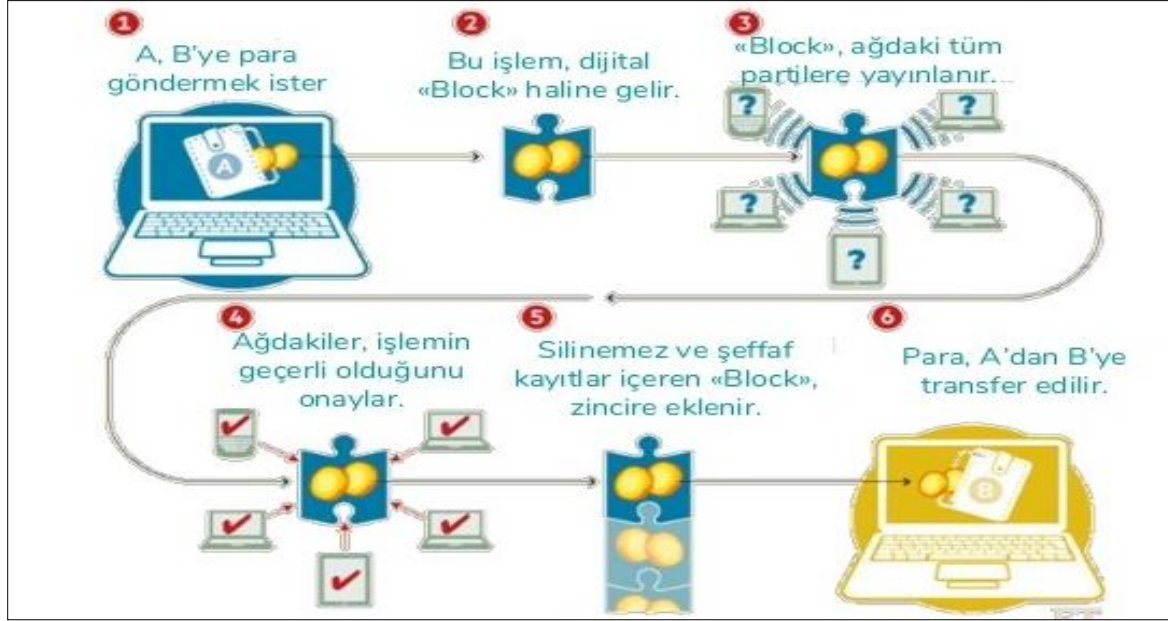
$$F(x) = y$$

SHA256= (“Kripto Para Bitcoin: Arıma ve Yapay Sinir Ağları İle Fiyat Tahmini”)  
“b3d630fa46d828fe072c0f948c8231dd7a88540984c9b38e453dcfa2b207ba15”

SHA256 şifreleme tekniği, herhangi bir bilgiyi, veriyi vb. alfa numerik kodlarla yazan sistemdir. Hash kodu 0-9 aralığında rakamlar ve A-Z arasında büyük küçük duyarlı harflerden oluşmaktadır. Herhangi bir verinin hash fonksiyonuna göre çevrilmesinin ardından, transfer

işlemi gerçekleşmektedir. Hash koduna çevirme işi nispeten verinin boyutunu küçültme olarak değerlendirilebilir. Şekil.2'de Blokchain teknolojisi ile bir transfer işleminin evreleri gösterilmektedir.

## Şekil 2. Blockchain Sisteminde Para Transferi



Kaynak: [www.Tecnochain.com.tr](http://www.Tecnochain.com.tr)

Şekil 2'de A ve B kişi arasında bir transfer işlemi (1. aşama) gerçekleştirildiği varsayılmaktadır. Bu transfer isteği SHA 256 kodu ile dijital ortama (2. aşama) aktarılır. Dijital ortama aktarılan kod bütün düğümlere (3. aşama) (sistem kullanıcıları) yayınlanır. Bu işlemin onaylanması sistemde yer alan madenciler (4. aşama) tarafından yapılır. Madencilerden en az iki tanesi bu işlemi onaylar. İşlem kendisinden sonraki bloğa aktarılmak üzere (5. aşama) bloğuna dâhil edilir. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra transfer işlemi (6. aşama) gerçekleşmiş olur.

Blockchain sistemi içerisinde en önemli pozisyonlardan birine sahip grupta madencilerdir. Madenciler (mining) blockchain sistemi üzerinde onaylama işlemi yapan gruptur. Bu onaylama karşın ödül olarak bitcoin almaktadırlar(<http://coin-turk.com>).

### 3.2 Madenciler

Blockchain sisteminde para çıkartma ya da klasik olarak para basma işlemine madencilik denilmektedir. Madencilik, bilgisayar sistemi üzerinden bu işi yapan firmalara kayıt olarak yapılabilen ve bilgisayarların gücüne göre matematiksel algoritmaları çözerek yapılan bir işlemdir. Her 210.000 blokta yarıya düşürülen ve madencilere ödül olarak dağıtılan Bitcoin miktarı, 50 Bitcoin’den 2018 yılı itibariyle 12,5 Bitcoine düşmüştür (<https://blockchain.info>). Buda bitcoin veya diğer altcoin madenciliği yapan kişi/firmaları daha güçlü teknolojiler kullanmaya zorlamıştır. Bu teknolojileri CPU (işlemci Madenciliği), GPU (ekran kartı) madenciliği ve ASIC madenciliği olarak üç kısımda incelemek mümkündür. CPU madenciliği, blockchain sisteminin ilk çıktığı yıllarda ödülün 50 Bitcoin olması nedeniyle bilgisayar işlemcileri sayesinde rahatça çıkartılabiliyor ve madencilere para kazandırabiliyordu. Ancak günümüzde 12,5 Bitcoin’e düşen ödül miktarı bu madenciliği imkânsız hale getirmiştir diyebiliriz. Madencilik yapılırken en büyük maliyet kalemi Bitcoin çıkarma işlemi sırasında harcanan enerji miktarıdır. Kazanılan Bitcoine karşılık tüketilen elektrik daha fazla olduğu için artık CPU madenciliği Bitcoin için yapılmamaktadır. Ancak yeni popülerleşen ve kripto para borsasına yeni giren altcoinler için bu yöntemi kullanmak kazançlı olabilmektedir. İkinci olarak GPU madenciliği ise, ekran kartının gücünü kullanmaya dayanan bir madencilik yapma işlemidir. Tükettiği elektrik karşılığında kazanılan bitcoin miktarı ile CPU madenciliğe göre daha verimli olan bu madencilik türü hala kullanılmaktadır. Son olarak ASIC madenciliği, sadece madencilik için kullanılmak üzere tasarlanmış ileri teknoloji ürünü olan bilgisayar madenciliğini ifade etmektedir. Bu sistemin pahalı olması beraberinde bulut madenciliği vb. sistemleri ortaya çıkartmıştır(<https://teknochain.com>).

### 3.3 Bitcoin

Kripto paraların ilki ve en yaygın kullanımda olan parasıdır. Para veya yatırım aracı olma özelliği nedeniyle hala tartışılmakta olan Bitcoin’in en net tanımı Avrupa Merkez Bankası (2012) tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre Bitcoin “genellikle geliştiricileri tarafından ihraç ve kontrol edilen belirli bir sanal ortamın üyeleri tarafından kabul edilen ve kullanılan, herhangi bir kanunla düzenlenmemiş olan para çeşididir” şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımda başta Bitcoin olmak üzere tüm kripto paraların para özelliğine atıf yapıldığı söylenebilir. Ancak

Avrupa Merkez Bankası (2015), daha sonraki yaptığı tanımında, “herhangi bir merkez bankası, kredi kuruluşu ya da e-para kuruluşu tarafından ihraç edilmemiş ve bazı durumlarda paraya alternatif olarak kullanabilen varlığın sanal temsili” olarak tanımlamıştır. İkinci tanımında kripto paranın para özelliğinin yanında yatırım aracına da atıfta bulunulmuştur. Son dönemler de kullanımı giderek artan bitcoin ile ilk ticaret pizza alımı ile gerçekleştirilmiş olup yaklaşık 10.000 BTC ödenmiştir. Ozamanki değeri çok düşük olan bitcoin ilk çıkarılması “Stoshi Nakamoto” tarafından olmuştur. İlk bitcoin değerini çıkarılması sürecinde harcanan elektrikle belirleyen Nakamoto, ilk transferini de 170 BTC göndererek yapmıştır. Bu süreçten sonra özellikle gençler arasında (oyunda kullanılmak üzere) yaygınlaşmış sonraki süreçlerde kara para aklayıcıları, internetin karanlık yüzü olan deep web de yasa dışı işlemlerde kullanılmaya başlamıştır. Günümüzde bu kullanım riskli olmaktan çıkmış ve İngiltere Merkez bankasının yayınladığı raporda yasa dışı işlemlerde kullanım düzeyin artık riskli durumda olmadığına yönelik rapor açıklamıştır. Çıkarılması ve piyasaya sürülmesi sınırlı olan bitcoin toplamda 21 milyon adet çıkartılacak ve bu sayıya ulaşıldıktan sonra yeni bitcoin çıkartılmayacaktır (Usta ve Doğantekin, 2017:24). Çıkarılan sayının sınırlı olması bitcoin’in enflasyonist olma özelliğini ortadan kaldırmış ve Bitcoin’i deflasyonist bir para birimi haline getirmiştir (Vigna ve Casey,2015:156). Şuan için bu sayı yaklaşık 17 milyon civarındadır. Bitcoin’in değerinin yükselebilmesi ihtimaline karşı aşağıdaki şekilde para birimlerine bölünmüştür.

**Tablo 1. Bitcoin Alt Birimleri**

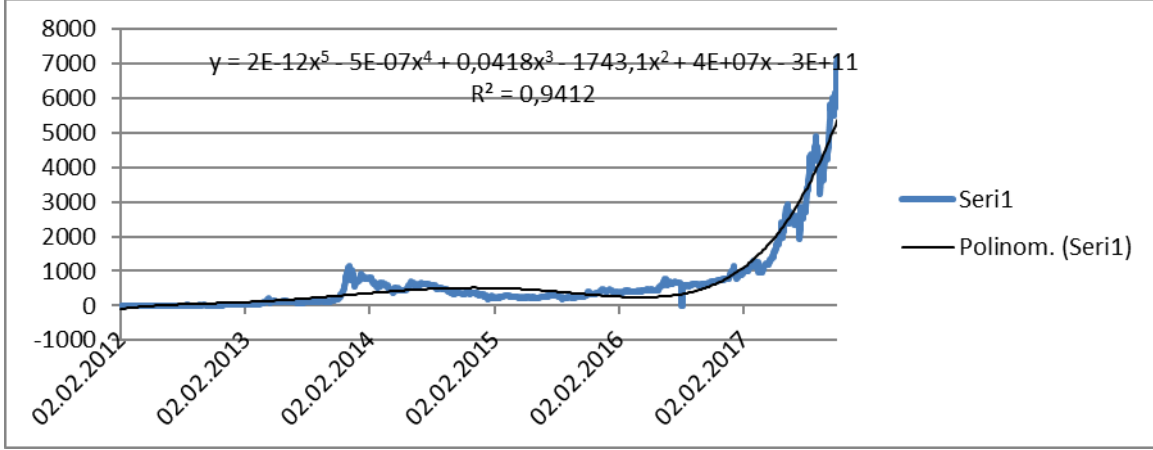
Miktar	Adı	Kısa Adı
1 adet	Bitcoin	BTC
1/100 adet	BitCent	CBTC
1/1000 adet	MBitcoin	Mbit
Mbit/1000	Yobit	Ybit
1/100.000.000	Satoshi	Satoshi

Kaynak: <https://www.kriptom.com>.

Tablo 1’de bitcoin alt birimleri verilmiştir. Yatırım yapmak isteyen finansal aktörler ve yatırımcılar bu birimlere göre Bitcoin alabilmektedir. 2017 yılı Bitcoin fiyatı için oldukça hareketli geçmiş ve popülerliği tüm dünyada artmıştır. Özellikle 2017 Kasım – aralık aylarında 1 BTC= 20.000 Amerikan dolarını görmesi bir hayli ilgi çekmiş ve insanların yatırım algısını kendisine çekmeyi başarmıştır. Aşağıdaki grafik 1 Bitcoin’in 02.02.2012- 08.01.2018 yılı içerisindeki fiyat hareketini göstermektedir. Fiyatların Logaritmik hali kullanılmıştır.



**Grafik 1: BTC/USD Kapanış Fiyat Grafiği**



Grafik 1’i incelediğimizde fiyatların üstsel olarak (katlanarak) arttığını görmekteyiz. Bu durumum Bitcoin’in volatitesinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmaması ve herhangi bir merkez bankası tarafından basılmamış olması nedeniyle Bitcoin riskli bir para/yatırım aracı olarak değerlendirilebilir. Bitcoin için en büyük risk kullanıcıların Bitcoin’lerini sakladıkları cüzdanı(elektronik cüzdan, online cüzdan, offline cüzdan) kaybettikleri anda yatırımlarının geri gelemeyecek şekilde kaybolmasından ileri gelmektedir. Şuan için özel girişimler sonucu oluşturulmuş borsalarda alımı satımı yapılan Bitcoin, ülkemizde de sınırlı sayıdaki borsalarda (Paribu, BTCTürk, Koinim ve Koineks) alım ve satım işlevini gerçekleştirmektedir. Sayıları yaklaşık 700’e ulaşan altcoinler ise (ETH, Ltcin vb hariç) herhangi bir para birimi ile alınamamakta olup Bitcoin karşılığında satılmaktadır.

#### 4. Literatür Taraması

Bitcoin ve diğer kripto paralar için yapılan önceki çalışmalara bakıldığında genellikle beraberinde Bitcoin altyapısını oluşturan blockchain sistemi ile birlikte değerlendirildiği görülmüştür. İlk dönemde yapılan çalışmaların çoğu blockchain sistemi ve sistemin çıktısı olan bitcoin’nin teknik özelliklerini açıklayan çalışmalar olduğu görülmekte buna karşın son dönemde bitcoin yatırımcılarının sayısının artması ve değerinin yaklaşık 300 Milyar Amerikan dolarına ulaşması ile birlikte fiyat tahminleri konusunda, vergi boyutu, muhasebeleştirilmesi ve risk boyutunu ele alan çalışmaların arttığı görülmüştür. Fiyat tahminlemesine ilişkin çalışmaların sınırlı olması sebebiyle Bitcoin ile ilgili çalışmalar da bu bölümde anlatılmıştır.

Iwamura vd. (2014) yılında yaptıkları çalışmada, ideal kripto para tanımlamasını yapmışlar ve paranın arzında bir kısıt olmaması gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca hali hazırda kripto para biriminin marjinal üretim maliyetine eşit olması gerektiği ve teknolojisinin gelişmesi ile birlikte üretim maliyetlerinin düşürülmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Kristoufek (2014) Bitcoin fiyatının temel güdüleyicilerini ölçmeye çalıştıkları çalışmada Dalgacık İncicamı diyagramı kullanmıştır. Araştırma Çin’de yapılmıştır. Araştırma sonucunda hem finansal bir varlık hem de spekülative bir varlık olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Baek ve Elbeck (2015), Bitcoin ve S&P500’un günlük endeks verilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada doğrusallık problemi olan rasyolar arındırılmış ve bu rasyoları kullanarak volatilitenin ilişkisini açıklamak için kullanmıştır. Çalışma sonucuna göre Bitcoin, S&P 500’e göre 26 kat daha yüksek volatiliteye sahiptir. Ayrıca Bitcoin pazar getirisindeki dinamikler için seçilmiş ekonomik değişkenlerle bir model kurularak, Bitcoin piyasasının şu an için spekülative olduğunu gösterir güçlü kanıtlar sunmuşlardır.

Chun ve Chan (2015) yılında yaptıkları çalışmada, Bitcoin fiyatları ve Amerikan Dolarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada finans alanında kullanılan en popüler 15 parametrik dağılım tekniğini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, en uygun sonuçları hiperbolik dağılım testinde bulmuşlar ve buna model sonucuna göre Bitcoin’in yüksek volatiliteye rağmen yüksek getiri sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmada doğrusal olmayan metodlarla Bitcoin fiyatı ve volatilitesi ilişkin çalışmalar yapılmasını önermişlerdir.

Çalışmada kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan istatistiksel yöntemler ile fiyat tahmini ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle hisse senedi fiyat tahmini, ürün satış tahminleri, ithalat ve ihracata yönelik tahminlemede yoğunlaşan çalışmalar olduğu görülmüştür.

## 5. Araştırma

### 5.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, Bitcoin’in tarihsel fiyatları kullanılarak gelecek fiyat tahminleri ve fiyat yönünün test edilmesidir. Çalışma finansal teknolojik gelişmelerin sonucu ortaya çıkan Bitcoin ve Bitcoin’in alt yapısını anlatması nedeniyle önemlidir. Çalışmada, doğrusal bir metot olan Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) ve doğrusal olmayan bir metot olan Yapay Sinir Ağları (YSA) Kripto para Bitcoin ‘in fiyatını tahmin etmede kullanılmıştır. Çalışmada 02.02.2012 – 09.01.2018 yılları arasında Bitcoin ‘in günlük fiyat verileri kullanılmıştır. Verilere <https://www.investing.com>. adresinden ulaşılmıştır. Kripto paraların herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmaması ve finansal bir kurumun aracılığına bağlı olarak çalışmaması fiyat üzerinde etkili olabilecek birçok özelliği (makroekonomik değişkenler) devre dışı bırakmıştır.

### 5.2 Araştırmanın Yöntemi

Finansal enstrümanlara ve fiyat tahminlerine ilişkin literatürde birçok model kullanılmaktadır. Bu modeller doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon, Rassal Yürüyüş Modeli, GARCH ve ARIMA gibi modellerdir. Çalışmada geleneksel modellerden ARIMA ve son yıllarda bu alanda kullanımı giderek yaygınlaşan Yapay Sinir Ağları kullanılacaktır. Ayrıca yapılan literatür araştırmaları göstermektedir ki, Yapay Sinir Ağları modeli ile test edilen tahmin sonuçları diğer modellere göre daha başarılı sonuçlar üretmiştir (Çalışkan ve Deniz, 2015:177-194). Doğrusal bir ilişkinin olduğunu varsayan ve bu ilişkiyi modelleyebilen ARIMA modeli çeşitli istatistiksel yöntemlerle serinin durağan haline getirilmesi ile tahminlemede başarı ile kullanılabilir. ARIMA modeli, bir değişkenin gelecek değerinin birkaç geçmiş değeri ile rastsal hatalarının doğrusal bir fonksiyonu olduğunu varsaymaktadır (Ateşoğlu, 2015: 5). Uygulamada karşılaşılan birçok zaman serisi doğrusallık içermeyebilmektedir. Bu tip karşılaşılan sorunlar araştırmacıları modelin yapısı gereği hem doğrusal hem de doğrusal olmayan zaman serilerini tahmin eden Yapay Sinir Ağları modelinin tahminle yapılan çalışmalarda oldukça popüler bir hale getirmiştir (Kaynar ve Taştan, 2009: 141-142).

Box Jenkins yöntemi olarak da bilinen ARIMA modeli, bağımlı değişkenin kendi gecikmiş değerleri ile rassal hata terimi tarafından açıklandığını varsayar. ARIMA, model belirleme, parametre tahmini, model uygunluğunun test edilmesi ve tahmin şeklinde dört aşamadan oluşur. Model belirleme aşamasında, zaman serisinin hem ortalamada hem de varyansda durağan olması gerekir. Parametre tahmin aşamasında ise, modele ilişkin tahmin yapıldığı aşamadır. Model uygunluğunun test edildiği aşamada, veri setinin modele uygunluğu test edilmektedir. Son aşamada seçilen en uygun model tahmin için kullanılır. Genel bir ARIMA modeli aşağıdaki gibidir (Box ve Jenkins,1976:89).

$$wt = \phi_1 wt-1 + \phi_2 wt-2 + \dots + \phi_p wt-p + at - \theta_1 at-1 - \theta_2 at-2 - \dots - \theta_q at-q$$

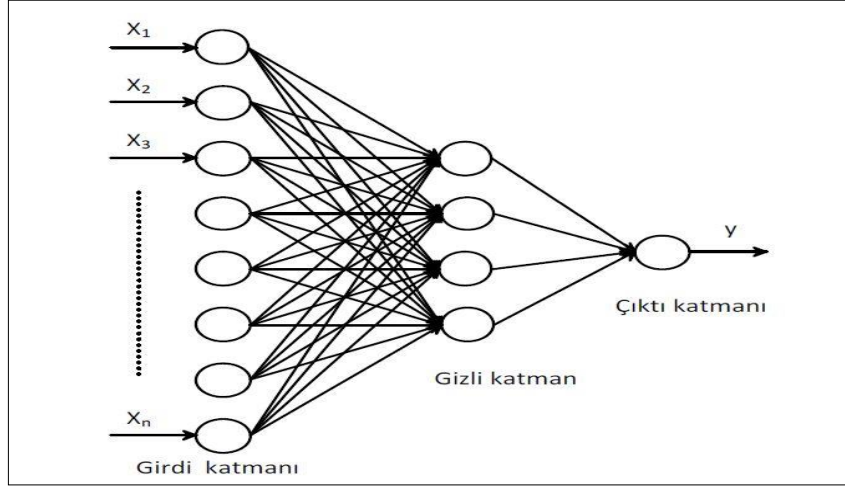
$\Delta$  = Fark alma operatörü,

d = Fark alma derecesi,

wt , wt-1 , ... wt-p = Farkı alınmış seri.

Araştırmada kullanılan diğer tahmin metodu ise yapay sinir ağlarıdır. Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan, öğrenme yolu ile yeni bilgiler üretebilme, çoğullama ve keşfedebilme gibi üstün yetenekleri, herhangi bir yardım almadan gerçekleştirebilen bir bilgisayar sistemidir (Öztemel, 2006; 15). Yapay sinir ağları çok çeşitli modellerden oluşmaktadır. Bu ağ yapıları içerisinde en yaygın kullanımı Olan Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (Multiple Layer Perceptron – MLP) ağ yapısıdır (Kaynar ve Taştan, 2009: 164-165). Çalışmada Bitcoin fiyat tahmininde bu yöntem kullanılmıştır. MLP, Giriş katmanı (input layer), gizli katman (hidden layer) ve Çıkış katmanı (out layer) olmak üzere 3 katmandan oluşmaktadır.

### Şekil 3. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları Genel Yapısı



Şekil 3’ de görüldüğü gibi, giriş katmanı dışardan veriyi alır bu işlem verinin yapay sinir ağlarına girmesi işlemi olarak da belirtilebilir ve çeşitli bağlantı yöntemleri ile verileri gizli katmana iletir. Gizli katman birden fazla olabilir. Daha sonra veriler yine bağlantılar kullanılarak gizli katmandan çıkış katmanına iletilir. Eğer ağ yapısında gizli katman yok ise, direkt çıkış katmanına iletir

### 5.3 Araştırmanın Bulguları

Araştırmada ARIMA modeli kurulmadan önce seriler durağan hale getirilmiştir. Seriler doğal logaritmaları alınarak durağanlaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda en iyi model ARIMA (1,1,6) olarak bulunmuştur.

**Tablo 2. ARIMA Modeli**

Model Tanımlaması			Model Tipi
Model ID	Fiyat_Log_Transform	Model_1	ARIMA(1,1,6)

ARIMA modellerinden “AR” belirlenmesi için kısmi otokorelasyon, “MA” teriminin belirlenmesi içinse otokorelasyon fonksiyonları kullanılmıştır. MSE, MAPE, AIC ve SBC bilgi kriterleri karşılaştırılmış ve günlük kapanış fiyatları veri setine en uygun olan model

belirlenmiştir. Sonuç olarak bu modeller içerisinde sabit terim içermeyen ARIMA (1,1,6) modeli uygun görülmüştür. Aşağıdaki tabloda parametre ve istatistik tahminleri verilmiştir.

**Tablo 3. ARIMA Modeline İlişkin İstatistikler**

Model İstatistikleri						
Model	Tahmin Sayısı	Model Uyum İstatistikleri	Ljung-Box Q(18)			Uç Değerlerin Sayısı
		Durağan R <sup>2</sup>	İstatistik	DF	Sig.	
Model_1	0	,413	22,521	15	,095	35

Yukardaki tabloda ARIMA (1,1,6) modeline ilişkin tahmin sonuçları verilmiştir. Ljung-Box Q test istatistiği bir zaman serisinde herhangi bir otokorelasyon grubunun sıfırdan farklı olup olmadığı hipotezini test eder. Otokorelasyon katsayılarının sıfıra eşit olması yani H<sub>0</sub> hipotezinin kabul edilmesi seride otokorelasyon olmadığı anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile zaman serisini etkileyen bir yapının olmadığı anlamına gelmektedir. Tabloda durağan R<sup>2</sup> 0.413 çıkmıştır. Bu durum zamanın Bitcoin fiyatının %41'ini açıkladığını göstermektedir. Ayrıca modelin sig. değeri 0.095 > 0.5 olduğu için bu seriyi etkileyen herhangi bir trend yada düzensiz herhangi bir yapı bulunmadığı anlamına gelmektedir. Ayrıca serideki uç değerler tespit edilmiş ve 35 adet uç değeri bulunmuş ve analizden çıkarılmıştır. Aşağıdaki tabloda ARIMA(1,1,6) modeline ilişkin diğer test sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. ARIMA Model Uyumu**

Uyum İstatistikleri	Mean
Stationary R-squared	,413
R-squared	1,000
RMSE	,036
MAPE	,513
MaxAPE	8,497
MAE	,025
MaxAE	,154
Normalized BIC	-6,497

ARIMA model uyumu testi sonuçlarına göre zaman bağımsız değişkeni fiyatların %41 i açıklandığı görülmektedir. BIC değeri ise 6,497 çıkmış diğer denemelerin içinde en küçük değer olduğu için bu model seçilmiştir.

**Grafik 2. Gözlenen ve Tahmin Edilen Fiyatlar**



**Tablo 5. Yapay Sinir Ağları Model Sonuçları**

Örnekleme	Veri İstatistikleri	
	Gözlenen Fiyat	Tahmin Edilen Fiyat (MLP 6-3-1)
Minimum (Eğitim)	1,435085	1,5265
Maksimum (Eğitim)	9,861988	9,9535
Ortalama (Eğitim)	5,477356	1,5480
Standart Hata (Eğitim)	1,872361	9,8833
Minimum (Test)	1,458615	1,5518
Maksimum (Test)	9,703999	9,7582
Ortalama (Test)	5,593067	
Standart Hata (Test)	1,887930	
Minimum (Doğrulama)	1,458615	-1,1519
Maksimum (Doğrulama)	9,771213	0,6231
Ortalama (Doğrulama)	5,636903	-0,8373
Standart Hata (Doğrulama)	3,623731	0,3784

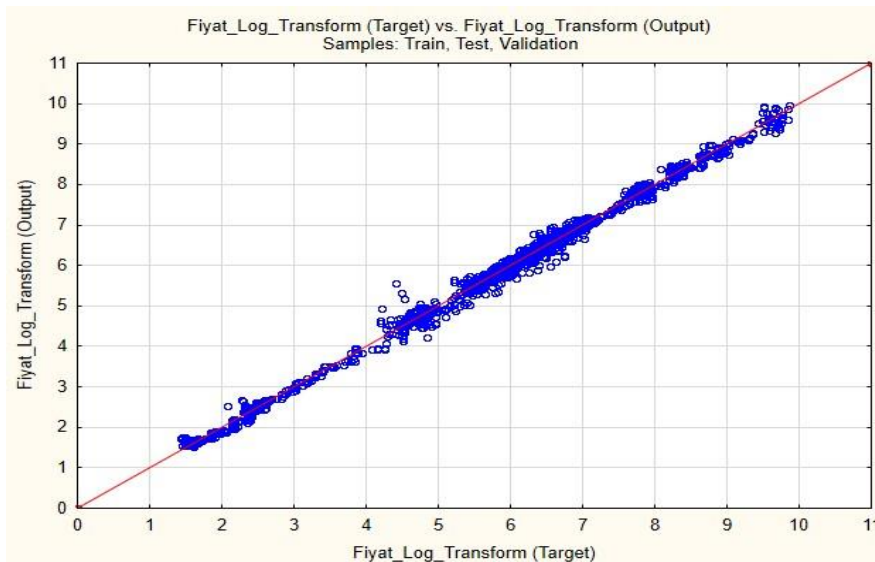
Yapay sinir ağları veri ve tahmin istatistikleri tablosu, analizde kullanılan verilerin %70'i eğitim seti, %15'i test seti ve %15'i de doğrulama seti olarak kullanılmıştır. Buna ilişkin gerçek gözlem ve tahmin değerleri tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 6. Yapay Sinir Ağları Model Özeti**

MLP(6-3-1) Model Özeti	
Endeks	1
Ağın Adı	MLP 6-3-1
Eğitim Performansı	0,997992
Test Performansı	0,998008
Doğrulama Performansı	0,998386
Eğitim Hatası	0,006733
Test Hatası	0,006631
Doğrulama Hatası	0,005922
Eğitim Algoritması	BFGS 77
Hata fonksiyonu	SOS
Gizli Aktivasyon	Exponential
Çıktı Aktivasyon	Exponential

Tablo 6'da MLP (6-3-1) modeli, 6 girdi katmanı, 3 gizli katman ve bir çıktı katmanı olduğunu göstermektedir. Kurduğumuz ağ yapısının eğitim performansı %99.79, test performansı %99.80 ve doğrulama performansı da %99.83 çıkmıştır. Bu durum gözlemlenen fiyatlar ile tahmin edilen fiyatların birbirine oldukça yakın değerler olduğu anlamına gelmektedir.

**Grafik 3. Yapay Sinir Ağları Gözlenen ve Tahmin Edilen Fiyat**





**Tablo 7. Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Tahmin Edilen Fiyatlar**

Tarih	MLP 6-3-1		ARIMA (1.1.6)	
	Gözlenen Fiyat (USD)	Tahmin Edilen Fiyat (USD)	Gözlenen Fiyat (USD)	Tahmin Edilen Fiyat (USD)
10.01.2018	11,101.00	11.001,8679	11,101.00	14.543,35
11.01.2018	11,082.00	12.770,8913	11,082.00	14.719,14
12.01.2018	11,072.00	11.565,9913	11,072.00	14.710,92
13.01.2018	13,575.00	15.624,5707	13,575.00	14.590,57
14.01.2018	13,558.00	15.214,8925	13,558.00	14.510,76
15.01.2018	14,191.00	14.693,0291	14,191.00	14.525,87
16.01.2018	13,783.00	14.070,5628	13,783.00	14.580,25
17.01.2018	13,266.00	13.964,0215	13,266.00	14.639,51
18.01.2018	14,896.00	14.571,7500	14,896.00	14.699,56

Tablo 7’de ARIMA ve Yapay Sinir Ağları modeli ile tahmin edilen fiyatlar ve gözlenen fiyatlar verilmiştir. Yapay sinir ağları modeli olan MLP (6-3-1) değişkeni ile tahmin edilen fiyatlar 10.01.2018 – 18.01.2018 tarihleri arasında hem fiyatların yönü hem de tahmin edilen fiyatlar ARIMA modeline göre başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak ARIMA (1.1.6) modeli tahmin sonuçları da 15.01.2018 – 18.01.2018 tarihleri arasında tahminlemede başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir.

## 6. Sonuç

Son dönemlerde önemi giderek artan kripto paralar ve kripto paraların içerisinde ilk olma özelliği ile öne çıkan Bitcoin ’in gelecekte fiyatının ne olacağı ile ilgili bir çok tartışma vardır. Bitcoin fiyatı, diğer yatırım aracı ve kaydi paralar gibi herhangi bir merkezi otoriteye, finansal kuruma ve merkez bankasına bağlı olmadığı için fiyatlar makroekonomik değişkenlerden etkilenmemektedir. Arz ve talebin değişkenliği Bitcoin, volatilitesi oldukça yüksek bir para/yatırım aracı haline getirdiği söylenebilir. Bu duruma ek olarak piyasaya düşen haberlere bağlı olarak Bitcoin fiyatının volatilitesi önemli ölçüde artmaktadır. Örneğin Kasım 2017 - Aralık 2017 tarihlerinde olumsuz haberlere bağlı olarak Bitcoin fiyatı %50’ye yakın değer kaybetmiştir.

Çalışmada 02.02.2012 – 09.01.2018 tarihleri arasında Bitcoinin kapanış fiyatları veri olarak kullanılarak sadece zamana bağlı tahmin edilemeyeceği literatürde sıklıkla kullanılan ARIMA ve Yapay sinir Ağları modeli ile test edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilen fiyatlar, gerçekleşen fiyatlara hem fiyat yönü hem de fiyat olarak yakın bulunmuştur.

Analizin yapıldığı dönemlerde özellikle Aralık 2017’den başlayan ve etkisi hala devam eden olumsuz haberler fiyat tahminlerinin gerçekleşen fiyatlardan sapmasına neden olmuştur. Gelecek çalışmalarda özellikle Bitcoin ya da diğer kripto para fiyatı tahminlemesi yapılırken olumlu ve olumsuz haber ayrımı yapılarak Bitcoin hakkında çıkan haberlerinde analize dahil edilmesi Bitcoin ve diğer kripto paraların fiyatı tahmin edilirken tahminlerin doğruluğunu arttıracakı düşünülmektedir.

### **Kaynakça**

- Baek, C., ve Elbeck, M. (2015). “Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look”. *Applied Economics Letters*, 22(1), 30-34.
- Chu J, Nadarajah S, Chan S (2015) “Statistical Analysis of the Exchange Rate of Bitcoin”. *PLoS ONE* 10(7): e0133678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133678>.
- Çalışkan, M. M. T., ve Deniz, D. (2016). “Yapay Sinir Ağlarıyla Hisse Senedi Fiyatları ve Yönlerinin Tahmini”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (31), Sayı:2.
- Iwamura, M., Kitamura, Y., Matsumoto, T., & Saito, K. (2014). “Can we stabilize the price of a Cryptocurrency?”: Understanding the design of Bitcoin and its potential to compete with Central Bank money.
- Kaynar, O., & Taştan, S. (2009). “Zaman Serisi Analizinde Mlp Yapay Sinir Ağları ve Arıma Modelinin Karşılaştırılması”. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (33), 161-172.

Kristoufek. L., (2015). “What Are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis”. *PLoS ONE* 10(4): e0123923.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123923>.

Nakamoto, S. (2008). “Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System”,  
<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Erişim Tarihi: 01.02.2018.

Öztemel, E. (2006) *Yapay Sinir Ağları*, 2. Baskı, İstanbul, Papatya Yayıncılık.

Usta A. VE Doğanterkin S. (2017). *Blockchain 101*, 1. Baskı, İstanbul, İnkılap Kitapevi.

Üzer, B. (2017). *Sanal Para Birimleri*, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Vigna P. ve Casey J. (2015). *Kripto Para Çağı*, 2. Baskı, Buzdağı Yayın Evi,

<http://www.darphane.gov.tr>. Erişim Tarihi: 25.12.2017.

<http://coin-turk.com/e/bitcoin-fiyat-tahminleri> Erişim Tarihi: 25.12.2017

<https://teknochain.com/kripto-para-sektoru-hakkinda-ilk-e-kitap-paranin-sifresi-bitcoin/>.Erişim Tarihi: 30.12.2017.

<https://tr.investing.com/> Erişim Tarihi : 08.01.2018.