

T.C.
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME BİLİM DALI

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA
(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
İsmail MURSÜL

Danışman
Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI

Eylül 2021
KAYSERİ

T.C.
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME BİLİM DALI

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA
(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
İsmail MURSÜL

Danışman
Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI

Eylül 2021
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

İsmail MURSÜL

İmza



YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

Bitcoin Enerji Maliyetlerinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Çalışma adlı Yüksek Lisans tezi, Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Lisansüstü Tez Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan
İsmail MURSÜL
İmza

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI
İmza



İşletme ABD Başkanı
Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI
İmza

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI danışmanlığında İsmail MURSÜL tarafından hazırlanan “Bitcoin Enerji Maliyetlerinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Çalışma” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

..... / /

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI

Üye : Prof. Dr. Alper ASLAN

Üye : Dr. Öğr. Üy. Hayrettin UZUNOĞLU

ONAY :

Bu tezin kabulü Enstitü Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bitcoin insanlık tarihinin başlangıcından bu yana takas ihtiyacını karşılayan para ve para yerine geçebilecek tüm alternatiflerin evrimleştiği son nokta olan kripto paraların ilkidir. Bitcoin, 2008 yılında dünya ekonomilerinin küresel bir finansal krizle boğuştuğu ve merkezi otoritelerin bu krizden kurtulmaya çalışırken şirketlerin çıkarını halkın çıkarından daha fazla düşündüğü bir durumda olduğu fikrine sahip olduğunu iddia eden Satoshi Nakamoto rumuzlu bir kişi veya kişilerce icat edilmiştir. Açık kaynak kodlu bir algoritma şeklinde ortaya çıkan Bitcoin, merkezi olmayan, işlemleri yapanların kimliğinin isterlerse anonim kalacağı bir ödeme aracıdır. Bitcoin madencilik denilen bir yöntemle bilgisayar donanımlarının belirli bir algoritmayı çözmesiyle üretilmektedir. Toplam arz miktarı ilk Bitcoin üretildiği gün belli olan ve her geçen gün popülerleşen Bitcoin üretimi çok yüksek bir enerji ihtiyacı duymaya başlamıştır. Bu çalışmanın amacı da Bitcoin üretmek için gerekli olan enerjinin maliyetinin hesaplanarak Bitcoin fiyatı ile bir ilişkisinin olup olmadığını belirlemektir.

Bu çalışmanın ilk bölümünde paranın mal paradan kripto paralara olan evrimi ve Bitcoin ile altcoinler hakkında bilgiler bulunmaktadır. İkinci bölümdeyse bu çalışmanın konusunu da ilgilendiren daha önce yapılmış bilimsel çalışmaları içeren literatür taraması bulunmaktadır. Çalışmanın sonraki bölümünde çalışmamızın esas konusunun sonucunun ortaya çıkarılması için gereken yöntemler ve araştırma sorunu açıklanarak analizler ve hesaplamalar yapıp elde edilen bulgular açıklanmaktadır.

Bu çalışmada ihtiyacım olduğu her zaman bana yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI'ya, benden desteklerini esirgemeyen ve sürekli motive eden eşim Damla MURSÜL'e, aileme ve Bitcoin'i icat ederek finansal bir devrime yol açan her kimse Satoshi NAKAMOTO'ya teşekkür ederim.

İsmail MURSÜL

İmza

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA DAİR BİR ÇALIŞMA

İsmail MURSÜL

Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2021

Danışman: Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI

ÖZET

Bitcoin 2008 yılında yeni bir para çeşidi olarak ortaya çıkmış ve kısa süre içerisinde popülarleşerek yüksek değerlere ulaşmıştır. Bitcoin üretimi için yapılan madencilik faaliyetinin enerji talebi, kısa sürede birçok ülkenin enerji kullanım miktarını dahi geçmiştir. Zamanla bu enerji kullanımı sürdürülebilirlik, çevre ve sağlık problemleri doğurmaya başlamıştır. Ayrıca Bitcoin üretim maliyeti ile Bitcoin fiyatı arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Bitcoin enerji maliyetlerini hesaplamaya çalışmak ve Bitcoin fiyatlarıyla olası ilişkisini değerlendirmektir. Bitcoin enerji maliyetleri Hayes (2017)'in çalışması baz alınarak hesaplanmış ve Bitcoin piyasa fiyatı verileri edinilerek 3'er günlük frekanslarla zaman serileri oluşturulmuştur. Bu zaman serileri arasındaki ilişki, grafiklere dökülerek irdelenmiştir. Sonuç olarak Bitcoin enerji maliyetlerinin hesaplanabildiği, Bitcoin enerji maliyetleri dikkate alındığında Bitcoin üretmenin her zaman karlı olmadığı bununla birlikte zaman içerisinde Bitcoin fiyatının, Bitcoin enerji maliyetleri ile birbirini dengelediği gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bir diğer temel sonuç da Bitcoin madencilerinin Bitcoin üretim istekleri Bitcoin piyasa fiyat artışlarıyla ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Bitcoin fiyatı, Bitcoin madenciliği, Enerji maliyetleri, Kripto paralar

A STUDY ON ENERGY COST CALCULATIONS OF BITCOIN

İsmail MURSÜL

Nuh Naci Yazgan University, Institute of Social Sciences

Master of Business Administration with Thesis, September 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Onur GÖZBAŞI

ABSTRACT

Bitcoin was first involved in 2008 as a new type of money and gained high values by becoming popular in a very short time. The energy demand for mining facilities to produce Bitcoin has reached the energy demand of many countries in a short time. In time, this energy use caused to sustainability, environment and health problems. Besides, it is seen that there is a relationship between Bitcoin energy costs and Bitcoin price. The aim of this study is to try to calculate the energy costs of Bitcoin and analyze its possible relationship between Bitcoin prices. Bitcoin energy costs is calculated by using the Hayes' (2017) work as a base and presented with the Bitcoin prices as time sequences in the frequency of 3 days. The relationship between these time sequences are represented by making graphical analyses. As a result, it is observed that the Bitcoin energy costs can be calculated, when Bitcoin energy costs are considered producing Bitcoin is not always profitable and in time Bitcoin price and Bitcoin energy costs counterbalance each other. Another basic result of this study is that the desire of producing Bitcoin by the miners is related with Bitcoin price increases.

Keywords: Bitcoin, Bitcoin mining, Bitcoin price, Crypto currency, Energy costs

İÇİNDEKİLER

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Sayfa

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
 GİRİŞ.....	 1

1.BÖLÜM:

BITCOIN VE KRİPTO PARALAR

1.1. Paranın Gelişim Süreci	3
1.2. Bitcoin.....	7
1.3. Bitcoin Madenciliği	13
1.4. Kripto Paralar	18

2. BÖLÜM:

BICOIN MALİYETLERİ İLE PİYASA FİYATLARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Bitcoin Maliyetine Etki Eden Unsurlar.....	26
2.2. Bitcoin Fiyatına Etki Eden Unsurlar.....	27
2.3. Bitcoin Sürdürülebilirliği ve Çevre ile Sağlığa Etkileri.....	31

3. BÖLÜM:

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA DAİR BİR UYGULAMA

3.1. Araştırmanın Amacı	35
3.2. Veri	36
3.3. Yöntem	36
3.3.1. Araştırma Modeli.....	37
3.3.2. Enerji İhtiyacı ve Maliyetlerinin Hesaplanması	37
3.3.3. Korelasyon Analizi.....	39
3.3.4. Bulgular	40
3.3.4.1. Grafikselsel Analizler	40
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKÇA	54
EKLER.....	59

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

\$	: Amerika Birleşik Devletleri para birimi, dolar
₺	: Türk lirası
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASIC	: Uygulamaya özgün tümleşik devre
BİST100	: Borsa İstanbul 100 endeksi
BÖ	: Bitcoin ödülü
BTC	: Bitcoin
CO₂	: Karbondioksit
CPU	: Merkez işlemci ünitesi
D	: Bitcoin madenciliği zorluk derecesi
E_{gün}	: Türk lirası cinsinden günlük Bitcoin üretim maliyeti
f_{BTC}	: Bitcoin fiyatı
FOMC	: Federal Açık Piyasa İşlemleri Komitesi
FPGA	: Sahada programlanabilir kapı dizileri
GH	: Gigahash
GJ	: Gigajul
GPU	: Grafik işlemci ünitesi
GW	: Gigavat
hr_{gün}	: Bir gündeki saat miktarı, 24
İÜ	: İşlem ücreti
KDV	: Katma değer vergisi
K_{gün}	: Günlük kazanç, Türk lirası cinsinden
kW	: Kilovat
MJ	: Megajul
NO_x	: Azot oksitler
P*	: Bitcoin üretim maliyeti
QR	: Hızlı yanıt (Quick response)
s	: Saniye
S&P 500	: Standart and Poor's 500
SHA-256	: 256 bitlik secure hash algoritma seti
SO₂	: Kükürtdioksit
t	: Bir zaman serisindeki belirli bir zaman

TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TL	: Türk lirası
TOGG	: Türkiye Otomotiv Girişim Grubu
U	: 1 Joule enerjinin maliyeti
VIX	: Oynaklık endeksi
W	: Vat (güç birimi)
ρ	: Madenci tarafından çalıştırılan bilgisayarın hash gücü
$\rho_{ağ}$	: Ağdaki toplam hash gücü
ε	: Bitcoin madenciliğinde kullanılan donanımın enerji verimliliği



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. 15.05.2021 Tarihi Saat 16:45 İtibarıyla Piyasa Değeri En Yüksek 20 Altcoin.....	23
Tablo 2. Bitcoin Blok Ödülü.....	46
Tablo 3. Korelasyon Analizleri Sonucu.....	48
Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri.....	59



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 01.01.2014 ile 29.12.2016 Tarihleri Arasında Üssel Fonksiyonla Hesaplanan Donanım Verimliliği Grafiği.....	39
Şekil 2. Bitcoin Madenciliği Karlılığı.....	41
Şekil 3. Bitcoin Enerji Maliyetlerinin Zamana Göre Değişimi.....	42
Şekil 4. Bitcoin Fiyatının Zamanla Değişimi.....	42
Şekil 5. Bitcoin Enerji Maliyeti Bitcoin Fiyatı Karşılaştırması.....	43
Şekil 6. Hash İşlem Miktarının (TH/s) Zamana Göre Değişimi.....	44
Şekil 7. Bitcoin Enerji Maliyeti Madencilik Ağı Hash Miktarı Karşılaştırması.....	44
Şekil 8. Bitcoin Fiyatı ile Madencilik Ağı Hash Miktarı Karşılaştırması.....	45
Şekil 9. Bitcoin Madenciliği Donanımı Ortalama Verimlilik ($W/(GH/s)$) Değişimi.....	46
Şekil 10. Bitcoin Madencilik Ağı Günlük Enerji Maliyeti (TL).....	47
Şekil 11. Bitcoin Enerji Maliyeti ile Bitcoin Fiyatı Karşılaştırması.....	48

GİRİŞ

İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren ihtiyaç fazlası mallarını, ihtiyacı olan mallarla değiştirme ihtiyacı hissetmiştir. Bu sebeple önceleri takas yöntemiyle ihtiyaçlarını karşılama yoluna gitmiş; sonrasında sürekli ihtiyaç duyulabilecek deri, deniz kabuğu ve benzeri nesneleri takasta bir değer aracı olarak kullanmıştır. Ancak bu nesnelerin taşıma zorlukları ve bölünme anlaşmazlıkları daha standart bir takas aracına ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Bu da altın, gümüş gibi maden paraları ortaya çıkarmıştır. Bu para türleri çok uzun dönemler kullanıldıktan sonra madene dayalı resmi paraların ve son olarak da itibari paranın kullanım dönemi başlamıştır. Günümüz ekonomilerinde hemen her şeye itibari parayla bir değer atfedilebilir.

Paranın evrimi, tarih boyunca bir süreklilik içinde devam ederken itibari parayla bu evrimin bir son bulmayacağını tahmin etmek zor değildir. İtibari paranın bir karşılığı olmaması, bir otoritenin politikasına bağlı olması, enflasyona uğrayarak servet kaybına yol açması gibi dezavantajlar sebebiyle modern dünyada para yerine kullanılabilecek yeni alternatif arayışları devam etmektedir. Bu alternatif para fikirleri içerisinde merkezsiz ve anonimliği ön plana çıkaran Digicash, B Money ve Bit Gold gibi alternatif fikirler zamanla ortaya çıkmış lakin kimi hayata geçemezken kimi de yaygınlaşmadan kısa sürede yok olmuştur. Bu arayışın sonunda Satoshi Nakamoto rumuzunu kullanan kişi veya kişilerce Bitcoin fikri ortaya atılmış ve kısa sürede popülerleşmiştir.

Bitcoin ademi merkeziyetçi bir yaklaşımla kriptografik işlemlerle gönüllüler tarafından üretilen, harcaması sırasında ve sonrasında kişilerce istenildiği takdirde anonimliği tamamen sağlanan bir ödeme aracı olarak ortaya çıkmıştır. Popülerleştikçe daha fazla insan tarafından kabul edilerek kullanılan Bitcoin istenildiğinde itibari paraya borsalar ve diğer alıcılar vasıtasıyla çevrilebilmektedir. Bu sayede popülerliğinin hızla artmasıyla giderek itibari paralar cinsinden 1 Bitcoin'in değeri çok fazla artmıştır.

Bitcoin fiyatının yükselmesi ve ilk ortaya çıktığından bu yana oynak bir seyir izlemesi sebepleriyle bu fiyata etki eden etkenlerin neler olduğu yatırımcılar, finansçılar ve diğer ilgililer tarafından merak edilmektedir. Bu sebeple akademik olarak da değişik fikirler ortaya atılarak çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bitcoin üretimi, kriptografik bir problemin bir bilgisayar algoritmasıyla çözülmesi sonrası elde edilen blok ödülü sayesinde olmaktadır. Bu blok ödülü, her 210.000 Bitcoin üretimi sonrasında yarıya

düşmektedir. Bu sebeple ilk Bitcoin üretimi başladığında 50 adet olan Bitcoin blok ödülü 23.03.2021 tarihi itibarıyla 6,25 adettir. Bitcoin bloğu, Bitcoin ile yapılan işlemlerin hesabının tutulduğu bir hesap defteridir. Blok üretimi de 10 dakikada bir olacak şekilde Bitcoin algoritması tarafından belirlenmektedir. Bu sebeple Bitcoin popülerleştikçe ve fiyatı arttıkça Bitcoin üretenler de çoğalmaktadır. Böylece Bitcoin zorluk derecesi de Bitcoin ağı tarafından arttırılarak sabit 10 dakikada bir blok üretilecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu da Bitcoin üretimi için gereken enerji maliyetlerini arttırmaktadır. Bitcoin enerji maliyeti artınca Bitcoin üreticileri azalmakta, maliyeti azalınca da artmaktadır. Bu da Bitcoin fiyatlarının Bitcoin enerji maliyetlerini veya tam tersi şekilde Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatını etkilemesi beklentisini doğurmaktadır. Bitcoin üretiminde kullanılan enerji miktarı günümüzde aşırı derecede arttığı için bu durum aynı zamanda bir çevre problemi de olmaya başlamıştır.

Bu çalışmada temel olarak Bitcoin enerji maliyetlerinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Daha sonra Bitcoin fiyatıyla olan ilişkisi incelenecektir. Çalışma 3 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde kripto paralar ve Bitcoin tanıtılacaktır. İnsanlık tarihi başından itibaren paranın evrimleşerek nasıl kripto paralara dönüştüğü, Bitcoin'in ne olduğu, nasıl bir madencilik süreciyle üretildiği ve Bitcoin ve altcoinleri kapsayan kripto paraların ne olduğundan bahsedilmektedir. İkinci bölümde literatür araştırılarak daha önce bu konularda nasıl çalışmalar yapıldığı incelenmektedir. Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla Bitcoin üretim maliyetine etki eden unsurlar, Bitcoin fiyatına etki eden unsurlar ve Bitcoin sürdürülebilirliği ile çevre ve sağlığa olan etkileri ayrıntılı bir biçimde incelenmektedir. Üçüncü bölümdeyse uygulama yapılmaktadır. Akabindeyse araştırmanın yöntemi belirlenerek bu yöntem modellenip hesaplamalar yapılmaktadır. Bitcoin enerji maliyetlerini hesaplamak için bir formül türetilecek, o formülle Bitcoin enerji maliyetleri hesaplanacak ve 3'er günlük frekanslarla zaman serisine çevrilmektedir. Bitcoin fiyatı da aynı sınırlarda ve frekansta zaman serisine çevrilmektedir. Bu zaman serileri ve hesaplamalarda gerekli olduğu için oluşturulan hash işlem miktarları ve donanım verimliliği gibi diğer zaman serilerinin grafikleri çıkarılarak analiz edilmektedir. Ardından zaman serileri, korelasyon analizi testine tabi tutulmaktadır. Bu analizlerden sonra bu araştırmanın bulguları ortaya konmakta, gelecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

1.BÖLÜM:

BITCOIN VE KRİPTO PARALAR

Para, geniş kitlelerce kabul edilen bir mübadele aracı olarak tanımlanabilir (Hiç, 1975). İnsanlık tarihi düşünüldüğünde takas işlemleri sırasında yaşanan zorluklar sonucunda paranın ortaya çıktığı görülmektedir. Para, kâğıttan imal edilen bir eşya olabileceği gibi çeşitli madenlerden de imal edilebilir. Hatta yakın tarihe kadar farklı medeniyetler arasında yeknesak bir para türü kullanımı olmamıştır. Bu yeknesaklığın sağlanması amacıyla paranın evrilmesi, paranın ikamesi denen olguyu ortaya çıkarmıştır. Bu yeknesaklığın sağlanması amacıyla ülke para biriminin Euro veya dolar gibi başka bir ülkenin para birimine göre veya altın gibi kıymetli ve tüm dünyada geçerli bir madene göre değer verilmesine ve bunlarla alışveriş yapılmasına izin verilmesine yol açmaktadır. Bu, esasında parayı tasarruf fonksiyonu olarak kullanmak ve kullanılan paranın enflasyona yenik düşerek değer kaybetmesini engellemek için gereklidir (Erdem, 2008). Söz konusu değer koruma görevi, ülkemizde Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'ndadır (Keyder, 1991). Diğer ülkelerdeyse o ülkenin merkez bankası bu sorumluluğu üstlenmektedir. İşte burada devreye kripto paralar girmektedir. Merkez bankalarının kamu yararından çok, ülkelerin ve finansal sistemlerin ve onların paydaşlarının yararına çalıştığını düşünen Nakamoto, para yerine mübadelede kullanılabilecek ademi merkeziyetçi yapıya sahip olan Bitcoin'i ortaya atarak ilk kripto parayı oluşturmuştur.

Bu bölümde önce paranın geniş bir tanımı yapılarak ilkel takas araçlarından günümüz itibari paraya nasıl evrimleştiği ve sonunda da bu evrimin kripto paralara nasıl ulaştığı anlatılacaktır. Daha sonra ilk oluşturulan ve en büyük değer hacmine sahip kripto para olan Bitcoin ve Bitcoin madenciliğinin esasları açıklanacaktır. Bölümün sonundaysa kripto paralar, Bitcoin özeli dışında geniş bir şekilde tanıtılacaktır.

1.1. Paranın Gelişim Süreci

Bir şeyin para olarak kabul edilebilmesi için belli başlı şartları sağlaması gerekmektedir. Bu şartların başında paranın kolayca bir yerden bir yere taşınabiliyor olması gelir. Saklandığı yerden ticaretin yapılacağı yere, daha sonra da yeni sahibinin saklamak isteyeceği yere kolayca taşınabilmelidir. Taşınabilmesinin yanında bu taşıma işlemlerinden sağlam bir şekilde geçmesi gerekir. Yani para, dayanıklı olmalıdır. Bu da bir şeyin para olabilmesinin ikinci şartıdır. Paralar, aynı zamanda her çeşit değeri temsil edebilmesi için bölünebiliyor olmalıdır. Para ile sağlıklı bir ödeme gerçekleştirebilmek

için de homojenlik gerekmektedir. Son olarak paraya bir değer atfedebilmek için herkesçe tanınabilir ancak kolayca taklit edilemez özellikte olmalıdır. Günümüzde ekonomik sistemi içerisinde kullanılan paraları bir ihtiyacın elde edilmesinde bir değişim aracı olarak, bir ürün veya hizmetin değerini belirlemede hesap birimi olarak ve para elde edildiğinde ihtiyaç anına kadar elde tutup saklama aracı olarak kullanılmaktadır (İşgör, 2019).

İnsanlar, ellerindeki ihtiyaç fazlası bir ürünü ihtiyaçları olan başka ürünle değiştirmeye tarihin çok erken dönemlerinde başlamışlardır. İlk basit ticari değiş tokuşlar, oldukça karmaşık olup kişinin elinde ihtiyaç fazlası olan bir şey bulundurması gerekirdi. Sonrasında benzer durumda olan bir kişi bulup bu takası gerçekleştirmeliydi. Bu karmaşık ilişki şöyle bir örnekle açıklanabilir. Güzel bir av gerçekleştirmiş bir kabile elinde ihtiyaç duyduğundan fazla protein kaynağı bulundurmaktadır. Fakat o gün bu av işiyle fazla uğraştığı için meyve toplayamamıştır. O sırada başka bir kabile de avlayacak hayvan bulamadığı için tüm gün meyve toplamıştır. Bu kabilede de fazla karbonhidrat kaynağı bulunmaktadır. Bu iki kabile mağaralarına giderken karşılaştıklarında ellerindeki fazla olan etlerle meyveleri, elinde az olan kabileyle takas ederek ilkel bir ticaret yapabilir.

İlkel ticaretler sırasında kullanılan bu takas mallarına mal para denmektedir. Daha sonra ilkel toplumlarda ticaret geliştikçe ihtiyaç olan ihtiyaç fazlası takasından emek ölçütü de dikkate alınarak daha çok bulunabilecek ve her daim işe yarayabilecek değeri olan mallar, değişim aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Tuz, deri, hayvan kafası gibi şeyler bunlara örnek verilebilir (İşgör, 2019). Bu tarz ekonomide takası yapacak tarafların ihtiyaçlarının çakışması gerekliliği, malların bölünmesi ve bu sebeple de takas oranlarının belirlenmesi takası gerçekleştirecek tarafların birbirini bulmasını zorlaştırmıştır. Bu şekilde servet biriktirmek de oldukça zordu (Evlimoğlu & Gümüş, 2018). Bu şartlarda ticaret, daha da fazla geliştikçe daha kolay takas yapabilmek için herkesçe değeri kabul edilen gümüş veya altın gibi değerli madenler para olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür paralara da maden para denmektedir. Mal para kullanımından maden para kullanımına geçişte hem bu madenlerin az bulunur olması hem dayanıklı olması fakat kolayca değerini kaybetmeden küçültülerek de kullanılabilmesi önem arz etmiştir (İşgör, 2019). Maden paralar, insanlık tarihinde çok uzun yıllar kullanılmıştır.

İktisadi sistemin gelişmesi ve zenginlerin servetlerinin artmasıyla maden paraların muhafazası sorun olmaya başlamıştır. Servetlerini hırsızlıktan veya yangın, deprem gibi

afetlerden korumak isteyen servet sahipleri maden paralarını sarraflara veya bugünkü bankacılık sisteminin temelini oluşturan banka benzeri kurumlara teslim ederek karşılığında servetlerini belirtir kağıtlar almışlardır. Bu kağıtlar para tarihinde altın ve gümüşe bağlı kâğıt para olarak adlandırılmaktadırlar (İşgör, 2019). Bu paraları basan kurumlar tarafından üzerinde yazan değer karşılığı ödeneceği garanti edilmektedir. Ayrıca bu paralar, üzerinde yazan değer çok altında bir maliyetle basılmaktadır. Bu tür paralara temsili para da denmektedir (Evlimoğlu & Gümüş, 2018). Bu yeni para türünün hemen akabinde resmî kurumlarca veya bankalarca basılan, kıymeti basan kurumlarca garanti altına alınan ancak yine de %100 karşılığı bulunmayabilen banknotlar ortaya çıkmıştır. Banknotların ortaya çıkmasının sebebi, altın ve gümüş gibi madenlerin kıt olması ve her ülkede ihtiyacı karşılamamasıdır. Bu banknotlar, halk tarafından yaygın kabul görünce uluslararası ekonomik sistemde yaygınlaşmıştır. Bu durum zaman içerisinde devletlerin merkez bankaları kurarak onlar aracılığıyla resmi ülke kâğıt paraları basmaları sonucunu doğurmuştur. Bu kâğıt paraların ülke dışındaki değerleri, ülkelerin dış ekonomik ilişkilerindeki başarısına bağlanmıştır. Sonrasında da kâğıt paraları daha küçük birimlere bölmek amacıyla ülkelerin darphanelerinde gümüş, bakır gibi madenlerden üretilen bozuk paralara ihtiyaç doğmuştur. (İşgör, 2019). Ülkelerin dış ekonomik ilişkilerinin başarısına bağlı bu banknot ve bozuk paralara itibari paralar da denmektedir. İtibari paralar, onu çıkaran devletin dayatmış olduğu kanunla basıldığından o ülkede ticaret yapanlar bu parayı kullanmaya bir nevi zorlanmış olmaktadır (Evlimoğlu & Gümüş, 2018).

Günümüzde her ne kadar insanlar, el altında çabuk ulaşabilecekleri paralar bulundursalar da parasal servetlerinin çoğunu, özellikle de yüksek meblağ tutarlarını bankalarda saklamaktadırlar. Bu paraya da kaydi para veya banka parası denmektedir. Bu kaydi paraların maddi varlığı olmasa da el değiştirirken banka hesapları arası kaydi transferler yapılmaktadır (İşgör, 2019). Kaydi paraların dışında hazine tarafından basılan ve elde bulunan paraya ise asli para denmektedir (Hiç, 1975).

Bu kaydi ve asli paraların yanında para benzeri likiditeler de bulunmaktadır. Bunlar takas işlemlerinde de kullanılabildiği gibi, asli para karşılıkları da bulunmaktadır. Yine de bu para benzeri likiditeler, para ile ikame edilecek özellikte değildirler. Bunlar bir nevi asli ve kaydi paraya yakın özellik taşımaktadır. Hazine bonosu ve devlet tahvili bu para benzeri likiditelere örnek gösterilebilir (Hiç, 1975).

Paranın esas fonksiyonu, takas işlemlerinde kullanılmasıdır. Bu takas işlemi para ile takas ederek elde edilen ürüne aslında ödeme yapılmaktadır. Ekonomideki işlemlerin gerçekleşmesini sağlayan mekanizma, ödeme sistemidir. Paralara bir de ödeme sistemi açısından bakıldığında çeşitli yöntemlerin bulunduğu görülmektedir. Mal para sistemi, bunların en temelidir. Ödemelerin altın, gümüş gibi değerli madenlerle yapıldığı sistem, mal para sistemidir. Bu sistem, hantallığa yol açtığından ve büyük meblağların ödenmesinde zorluk çıkardığından kâğıt para sisteminin gelişmesini doğurmuştur. İkinci dünya savaşından sonra ekonomilerdeki hızlı gelişme çöke ödeme sistemini ortaya çıkarmış ve 20. yüzyılın ikinci yarısında yaygın kullanıma ulaşmıştır. Günümüze gelindiğindeyse en güvenilir ve yaygın kullanımda olan sistem olarak elektronik fon sistemi görülmektedir. Bu sistem güven, zaman ve maliyet konusunda avantajlıdır. O kadar yaygınlaşmıştır ki günümüzde bankacılık işlemlerinin üçte ikisi bu sistemle gerçekleştirilmektedir (Erdem, 2008).

2000'li yıllara gelindiğinde elektronik para kullanımı yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Esas olarak 1970'lerde ortaya çıkan teknolojik gelişmeler, bankacılık sektöründe devrim niteliğinde yeniliklere yol açmıştır. ATM ve bilgisayar sistemlerinin bankacılık sektöründe kullanılmaya başlanmasıyla elektronik işlemler, finansal işlemlerin maliyetlerini düşürmüştür. Bu da elektronik paranın ortaya çıkıp gelişmesine ön ayak olmuştur. Kart tabanlı elektronik paralar, genel olarak çipli ve/veya manyetik alanlı kartlara para bakiyesi yüklenerek kullanılmakta ve kullanıldıkça da bakiyede azalmalar gerçekleşmektedir. Bunun dışında ağ tabanlı elektronik paralar da bulunmaktadır ki bunlar banka hesapları denilen sistemlerde dijital olarak saklanmaktadır. 2019'da dünya genelinde dolaşımda olan paranın %8'i kâğıt ve bozuk para şeklinde maddi olarak, basılı halde dolaşımda iken ise sadece %92'si kayıt altında dijital olarak bulunmaktadır. Bu da elektronik paraların dünya toplumu tarafından çok yüksek bir kabul gördüğünü göstermektedir (İşgör, 2019). Dijital para ise elektronik ortamlarda tutulup nakit paraya ek bir seçenek olan her türlü kayıtlı değerdir. Hediye kartlarında tutulan değer de, kripto paralar da dijital para olarak kabul edilmektedir (Evlimoğlu & Gümüş, 2018).

Sanal paralar ise elektronik paralar gibi elektronik ortamlarda saklanmaktadır. Ancak bu paralar, belirli bir sanal grup tarafından kabul gördüğü ve resmi makamlarca desteklenmediği için yasal bir zemini bulunmamaktadır. Sanal paraların günümüzdeki en popüler oluşum şekli, kriptografik işlemlerdir. Bu tür paralara kripto para denmektedir.

Kripto para fikri, 1998 yılında Dai tarafından ortaya atılmıştır. Dai sanal paraların kriptografik şifreleme kullanılarak oluşturulabileceği fikrini ortaya atmıştır (Güleç vd., 2018).

Parayı malların takası şeklinde kullanmaktan, altın kullanmaya, oradan kâğıt paraların kullanımına ve en son olarak da kartların içerisindeki kayıtlı itibari paranın kullanılmasına gelinen noktada şu anki alıştığımız para kullanımının paranın evrimindeki son nokta olmadığı aşikardır. Bu evrimin sonucunda itibari paranın giderek daha az kullanılarak yeni bir para türünün onun yerini alması büyük olasıdır. Kripto paralar şimdilik paranın gelişimindeki son aşama gibi görünmektedir (Evlimoğlu & Gümüş, 2018). İleriki zamanlarda kripto paralar değersizleşse dahi blok zincir teknolojisinin farklı alandaki kullanımı insanlığı geliştirmeye katkı sağlayacaktır (İşler vd., 2019). Sürekli artan bir hızda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler sonucunda paranın varlığını koruyabilmesi giderek zorlaşmaktadır. Artan küreselleşme finansal işlemlerin kolaylaşmasını ve hızlanmasını gerektirmektedir. Ortaya çıkan bu gereklilikler de bildiğimiz finansal sistemin, özellikle merkez bankaları gibi ekonomik faaliyetleri denetleyen ve düzenleyen kurumların yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir (Evlimoğlu & Gümüş, 2018).

1.2. Bitcoin

İlk Bitcoin üretimi, 03.01.2009 tarihinde gerçekleşmiştir. Bitcoin'in başlangıç bloğu, kendisine Satoshi Nakamoto diyen kişi veya kişilerce bu tarihte oluşturulmuştur. Bu bloğa "Genesis Block" adı verilmiştir. İlk Bitcoin transferiyse Nakamoto tarafından Hal Finney adlı kişiye 12.01.2009 tarihinde yapılmıştır. Böylece Bitcoin devriminin başlangıcı gerçekleşmiştir. Nakamoto, Bitcoin ile ilgili son mesajını 12.12.2010 tarihinde yayınlamıştır (DeMartino, 2018).

22.05.2010 tarihinde Bitcoin ile yapılan ilk alışveriş gerçekleşmiştir. Laszlo rumuzlu bir kişi başka bir Bitcoin kullanıcısına 10.000 adet Bitcoin transfer etmiştir. O Bitcoin kullanıcısı da Dominos'tan bir adet pizzayı Laszlo rumuzlu kişiye sipariş ederek göndermiştir. Bu tarih, dünya genelindeki Bitcoin taraftarlarınca Laszlo'nun Pizza Günü olarak kutlanmaktadır (Çarkacıoğlu, 2016). Bitcoin'in ilk hesaplanan takas değeri, 1 Bitcoin üretmek için gerekli olan madenciliğin enerji maliyetine eşittir. Bu da 1 dolar ile 1.309,03 Bitcoin alınabildiği anlamına gelmektedir. Bu değer, aynı zamanda 05.10.2009'daki 1 Bitcoin üretim maliyetidir. (DeMartino, 2018). Bitcoin, ilk önemli

sıçramasını ise 2013 ve 2014 yılları arasında yapmıştır. Daha 2010 yılında 1 Bitcoin 0,05 \$'dan daha düşük bir kurdan alıcı bulabiliyorken 2014 Şubat'ında Japonya merkezli Bitcoin borsası Mt. Gox iflas edene kadar 1.200 \$'lık bir kura ulaşmıştır. Yüz milyonlarca dolarlık Bitcoin, bu iflasla kaybolduğu halde diğer borsalardaki Bitcoin değeri 600 \$ civarında kalmış ve bu değer, büyük bir sürpriz olarak algılanmıştır (Yermack, 2015).

Bitcoin sistemi, kendisini Satoshi Nakamoto olarak adlandıran bir kişi veya bir grup bilgisayar programcısı tarafından 31.10.2008 tarihinde ortaya atılmıştır (Nakamoto, 2008). Sistem, ilk olarak Ocak 2009'da devreye girmiştir ve kendisine veya kendilerine Nakamoto diyenler, Bitcoin kodunu Nisan 2011'e kadar çevrimiçi olarak destekleyip sonrasında sorumluluğu terk edip birden ortadan kaybolmuştur (Taylor, 2017).

Bitcoin'in mecaz olarak tanımı bile çok dikkat çekicidir. Bazıları zihin virüsü, paranın interneti gibi tanımlamalar yaparken; kimileri de kapitalizmin sonu olarak tanımlamaktadır. İnsanlar, Bitcoin sisteminin içine girdikçe böyle bir şeyin varlığının mümkün olduğunu dahi bilmediklerinden bahsetmektedirler. Esas olarak hükümetleri ve hukuki zorunlulukları bir kenara atmak için kurulduğu da söylenmektedir (Heaven, 2018). Bitcoin'i ortaya atan kişinin anonimliği ve Bitcoin'in kapitalist sistemin finans politikasına bir tepki sonucunda ortaya çıkması iddiası da onu bazı kesimler tarafından daha da popüler hale getirmektedir (İşgör, 2019).

Satoshi Nakamoto'nun gerçek bir kişi olmadığı kesine yakındır. Nakamoto, sistemi önerip işler hale getirdikten bir süre sonra ortadan kaybolmuştur. Sonrasında bu kişi şahsi hesabından da hiçbir işlem yapmamıştır. Bitcoin fiyatının en yüksek seviyeleri gördüğü zamanlarda bile bir çıkar sağlamaya çalışılmaması, bu sistemi ortaya atıp kendilerine Satoshi Nakamoto diyen kişi veya kişilerin günümüz finans sistemini köklü bir şekilde değiştirmek isteyen ve uzun soluklu bir değişime öncülük etmek amacıyla olan devrimci kişiler olduğu söylenebilir (İşler vd., 2019).

Her ne kadar Satoshi Nakamoto, gerçek kimliğini açıklamak istemese de meraklı basın ve Bitcoin gönüllüleri, onun gerçek kimliğini araştırmışlardır. Bitcoin'in ortaya çıkışından kısa bir süre önce, neredeyse aynı şekilde ortaya konan Bit gold fikrini ortaya atan Nick Szabo'nun gerçek Satoshi Nakamoto olduğuna inananların sayısı oldukça çoktur. Ayrıca güçlü adaylar arasında Nakamoto'nun ilk Bitcoin transferini yaptığı Hal Finney de vardır. Onun dışında yine Bitcoin fikrinin öncülerinden olan B Money önerisini ortaya atan Wei Dai'nin Satoshi Nakamoto olduğu da iddia edilmiştir. Daha

sonra başarısız olan ve Bitcoin fikrine bir adım daha yaklaşan Digicash'in fikir babası ve kurucusu David Chaum da Satoshi Nakamoto'nun gerçek kişi olabileceği düşünülen adayları arasındadır. Hashcash teknolojisini icat eden ve zamanında B Money hakkında fikir bildiren ve geliştirmeye açık öneriler sunan Adam Back de adaylardan biridir. Ne var ki bunların hiçbiri, Satoshi Nakamoto olduğunu kabul etmemiştir (DeMartino, 2018). Newsweek dergisi, 2014 yılında Satoshi Nakamoto'nun izini sürmüş, ABD sosyal güvenlik bilgilerinden Kuzey Amerika'da ve dünyanın diğer yerlerinde birçok Satoshi Nakamoto'nun yaşadığı bilgisini edinmiştir. LinkedIn adlı internet sitesinde de kendini Bitcoin kurucusu ilan eden bir Satoshi Nakamoto bulduklarını lakin onun gerçekten Bitcoin kurucusu olamayacağını anladıklarını da belirtmişlerdir. En sonunda Dorian Prentice Satoshi Nakamoto isminde, model trenleri ve bilgisayar destekli tasarım teknolojisiyle ilgilenen üniversitenin Fizik bölümünden mezun Japon kökenli bir ABD vatandaşının Bitcoin kurucusu olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak daha sonra bu kişi, dergiye Bitcoin sistemini icat eden kişi olmadığını belirten bir tekzip yayınlamıştır (Goodman, 2014).

Bitcoin, geleneksel paralar gibi belirli bir merkezi otorite tarafından oluşturulmamakta veya yönetilmemektedir, madencilik adı verilen bir süreç ile oluşturulmaktadır. Bu madencilik süreci, Bitcoin protokolünün anahtar konseptini oluşturmaktadır. İşlemler, bloklarca birikerek bir nevi hesap defteri olarak birbirine bağlanıp ve kayda alınmaktadır. Her yeni blok, mutlaka bir öncekine bağlanarak bir şebeke oluşturmakta ve blok zincir teknolojisi olarak adlandırılan ortak bir görünüm oluşturarak bir işlemin tekrar tekrar yapılmasını önlemektedir (O'Dwyert & Malone, 2014).

Geleneksel para işlemlerinin yürütüldüğü bankacılık sisteminde paranın sahibinin mahremiyet seviyesi sınırlıdır. Bu durumda bilgiler, sadece işlemi gerçekleştiren iki taraf ve güvenilir üçüncü kişiler arasında paylaşılmaktadır. Bitcoin sistemindeyse yapılan işlem, herkes tarafından görülebilirken; işlemi gerçekleştiren taraflar, tamamen anonim kalmaktadır. Bu sistem tamamen uçtan uca gerçekleşen, bir finansal kuruma ihtiyaç duymayan ve güvene dayalı olmayan elektronik bir ödeme yöntemidir (Nakamoto, 2008). Günümüzde Microsoft, Dell, PayPal gibi şirketler Bitcoin'i bir ödeme yöntemi olarak kullanmayı denemişlerdir (Afandi, 2018). Bitcoin işlemleri virgülden sonra 8 haneye kadar bölünerek yapılmaktadır. 10^{-8} Bitcoin olan bu değere, 1 Satoshi denmektedir (Cocco vd., 2017).

Bitcoin sistemine dahil olmak için öncelikle bir Bitcoin hesabına sahip olunması gerekmektedir. Bilgisayarda açık kodlu ve ücretsiz bir yazılımla Bitcoin adresi oluşturulabilmektedir. Bu adres, bir açık anahtar ile bir özel anahtar oluşturmaktadır. Özel anahtarla Bitcoin hesabına girerek Bitcoin transferi, alım satım işlemleri yapılabilmektedir. Bu özel anahtarın unutulması durumunda Bitcoin hesabına bir daha ulaşamayabilmekte ve Bitcoin serveti geri dönülemez bir şekilde kaybolabilmektedir. Tabii bu özel anahtarın gizliliğinin korunması gerekmektedir. Açık anahtarın ise transfer yapmak isteyebilecek kişilerle serbest bir şekilde paylaşılması gerekmektedir. Bazen bu transfer işlemlerinde küçük meblağlarda işlem ücreti ödemeleri yapılabilmektedir (Taylor, 2013). Gizli anahtarla şifreleme işlemi yapılmaktadır. Özet mesaj, gizli şifreyle gönderen tarafından imzalandıktan sonra alıcı tarafına gönderilmektedir. Alıcı, bu şifreli özet mesajı göndericinin açık anahtarıyla çözmektedir. Bu gönderilen ve alınan mesajlar birbiriyle tıpa tıp aynıysa mesajın gönderici tarafından gönderildiği ispatlanmaktadır. Böylece mesajın değiştirilmediği garantilenmektedir. Bu dijital imzaların güvenilirliği çok yüksektir. Hash fonksiyonlarında hazırlanan özet mesaj 2^{256} adet farklı olabilecek şekilde rastgele bir sayıda üretilebilmektedir. Bunun çözülebilmesi için tüm kombinasyonlarının denenmesi gerekmektedir. Bu kadar fazla kombinasyonun çözülmesi, günümüz süper bilgisayarlarında bile milyar yıldan fazla bir zaman alacaktır (Çarkacıoğlu, 2016).

Bitcoin ağında yapılan işlemler, kesinlikle geri alınamamaktadır. Bu sistem, öyle ayarlanmıştır ki sistemi tasarlayanlar dahi yapılan bir Bitcoin transfer işlemini geri alamamaktadır. Aynı şekilde Bitcoin ağında işlem yapmak için hiçbir kurumdan veya kişiden izin alınmasına da gerek yoktur ve bir işlem yapmaktan kişiyi kimse alıkoyamaz. Bu sebeplerle Bitcoin'in devletlerin veya başka otoritelerin yaptırımlarından bağımsız olduğu söylenebilir (Çarkacıoğlu, 2016).

Bitcoin adresinin, gizli anahtarın ve açık anahtarın saklandığı yerlere cüzdan adı verilmektedir. Bu cüzdanlar bilgisayarlarda, tabletlerde veya telefonlarda birer uygulama olarak saklanabildiği gibi internetten veya bilgisayar korsanları gibi diğer çevrimiçi tehditlerden korunmak amacıyla bu ortamlardan bağımsız bir şekilde ayrı donanımlarda da saklanabilmektedir. Bu donanım cüzdanlar, kablo veya kablosuz bağlantı alanı gibi başka şekillerde bilgisayara, telefona veya tablete bağlanırlar ve Bitcoin işlemleri bu şekilde gerçekleştirilebilirler. Bir Bitcoin cüzdanı oluşturulduktan sonra bu cüzdanı hiçbir yerde saklamadan gizli anahtarını bir kâğıda bastırarak da saklanabilir. Bu tür cüzdanlara kâğıt cüzdan denir. Bu tür kâğıt cüzdanlarda gizli anahtarın bulunduğu QR kodlar

bulunmaktadır. Kâğıt cüzdana her zaman cüzdanı kullanmadan Bitcoin transfer edilebiliyorken bu kâğıt cüzdanlardan başka cüzdanlara Bitcoin transfer etmek için gizli anahtar QR kodunu donanıma okutulması gerekmektedir. Her türlü cüzdanın avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Önemli olan, cüzdanın gizli anahtarını hiçbir şekilde kaybetmemek veya çaldırmamaktır. Bu amaçla gizli anahtar, cüzdan sahibinin ezbere bildiği bir şifre ile şifrelenebilmektedir. Cüzdanlar arası Bitcoin transferi yapabilmek için transferin hedefi olan cüzdanın doğru yazılması gerekmektedir. Bu cüzdan adreslerinde büyük ve küçük harf duyarlılığı da olduğundan yanlış yazılan cüzdan adresinin istenmeyen bir cüzdana gidebilmesi ihtimali, 1/4,29 milyardır. Bu sebeple ihtimal sıfır olmasa dahi çok büyük ihtimalle yanlış yazılan hedef adres, gerçekte var olmadığından yapılan işlem gerçekleşmeyecektir (Çarkacıoğlu, 2016).

Bitcoinin bir para birimi olup olmadığı konusunda değişik görüşler olmakla birlikte iktisatçılarca kabul edilen yaygın görüş bir para birimi olmadığı yönündedir. Bitcoinin bir para birimi olmak yerine spekülatif bir yatırım aracı olarak kabul edilmektedir. Bir para biriminden beklentilerin bir kısmını karşılayabilmekte, bu da geleneksel para birimlerine kıyasla çok çok az bir yer tutmaktadır. Bitcoin, özellikle sanal alışverişlerde kullanılabilir. Fakat işlemler çok uzun sürmekte, tahsilatlar gecikmektedir. Ayrıca Bitcoin'in kur değişiminin geleneksel para birimleri aralasında veya altına karşı olan kur değişimlerine göre daha dengesiz olması da, bir para birimi olmadığını desteklemektedir (Yermack, 2015).

Shostak'a göre de Bitcoin, bir para birimi değildir ancak paraya çevrilebildiği için Bitcoin'in bir değerinin olduğunu düşünmektedir. Bitcoin, şu an kullanılan para sistemi içerisinde bir yenilik olarak görülmektedir. Bitcoin fiyatlarının aşırı yükselmesinin sebebi, insanların Bitcoin'in sunduğu hizmetlere aşırı değer yüklemesidir (Shostak, 2013).

2013 yılı itibarıyla tüm Bitcoin hesaplarının %78'inden hiçbir şekilde Bitcoin transferi yapılmadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi, hesapların sahiplerinin çoğunun hesaplarının özel anahtarlarını unutması ya da silmesidir. Bitcoin değerinin az olduğu dönemlerde bu hesapların ve özel anahtarlarının pek umursanmamış olma olasılığı çok yüksektir. Bir kısım hesap kayıpları da özel anahtarların tutulduğu belleklerin arızalanması sebebiyle gerçekleşmiştir (Dwyer, 2015).

Bitcoin tacirlerini üç ana tipe ayırabiliriz:

- Rastgele tacirler
- Grafik yorumcusu tacirler
- Madenci tacirler

Rastgele tacirler, sadece finansal kaynakları tarafından sınırlandırılmışlardır. Bunlar, alımı veya satımı aynı olasılıkla yapan ve bunu iş veya yatırım amaçlı yapan ve spekülasyonla işi olmayan tacirlerdir. Rastgele tacirler, aynı zamanda irrasyonel tacirlerdir ve piyasayı içgüdüleriyle yaptıkları tahmin edilemez değişikliklerle etkilerler. Grafik yorumcusu tacirler ise spekülatördürler. Bunlar genellikle fiyatlar artarken alış emirleri, fiyatlar düşerken de satış emirleri verirler. Madenci tacirlerse Bitcoin pazarında Bitcoin sahibi olarak servet edinmeyi amaçlarlar. Madencilik yapma, madencilik donanımı yatırımı ve değiş tokuşu konularında özel modellere sahiptirler (Cocco & Marchesi, 2016).

Bitcoin sistemi içerisinde birçok takas borsası da bulunmaktadır. Bu borsalardaki takas işlemleri bağımsızdır. Ancak Bitcoin fiyatları ve işlem ücretleri, internette herkes tarafından anında izlenebilir olduğundan benzerlikler beklense bile en azından prensipte tekil olarak bağımsız çalışmaları öngörülmektedir. Esasında bu borsalar da geleneksel borsalarla benzer biçimde çalışmaktadır. Alış ve satış emirleri, tacirler tarafından verilir ve bu emirler eşleştiginde takas gerçekleşmektedir (Cocco vd., 2017).

Bitcoin sisteminin kredi kartı veya elektronik para transfer sistemlerinden bir farkı da işlem kapasitesidir. Kredi kartı ile ödeme işlemleri, saniyede yaklaşık 56.000 adete kadar gerçekleşme kapasitesindeyken Bitcoin sisteminde bu işlem kapasitesi, 2016 itibarıyla saniyede 7 işlemle sınırlandırılmıştır. Ortalama işlem sayısıysa saniyede 3 adettir. Lakin Bitcoin kullanımı popülerleştikçe bu işlem kapasitesi tüm Bitcoin kullanıcılarının toplam kapasitesi kullanılarak saniyede 2.000 adete rahatlıkla çıkabilecek seviyededir (Çarkacıoğlu, 2016).

15.05.2021 tarihi saat 16:45 itibarıyla piyasada 18.710.712 adet Bitcoin bulunmaktadır. Bu miktar Nakamoto'nun genesis bloğunu oluşturmasından itibaren tüm madenciler tarafından üretilen toplam Bitcoin miktarını belirtmektedir. Anlık fiyatı ise 414.731,61 TL'dir. Bu da toplam pazar değerinin 7.749.301.502.967 TL olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak diğer tüm kripto paraların tekil olarak piyasa değerlerinden daha değerlidir. Hatta en yakın piyasa değerine sahip olan Ethereum altcoininden 2 kat daha fazla piyasa değerine sahiptir (CoinMarketCap, 2021b).

1.3. Bitcoin Madenciliği

Bitcoin madenciliğini tanımlanacak olursa Bitcoin işlemlerinin doğrulama süreci olduğu söylenebilir. Madencilik sonucunda on dakikada bir 1 blok üretilmekte, bu blok içerisinde Bitcoin ağında yapılan işlemlerin kaydı bulunmaktadır. Bu blok aynı zamanda blokların devamlılığını sağlamak için önceki bloğun özetini de içermektedir. Bu da hangi bloğun devamı olduğunun anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu aynı zamanda ağın doğruluğunun devamını da gerektirmektedir. Bir blokta herhangi bir şey değiştirmek isteyen birinin sonraki tüm blokları da değiştirmesi gerektirmektedir. Ancak bu imkansızdır. Bu sebeple en uzun zincirin doğruluğunun kesin olduğu söylenebilir. Bloğu bulan madenci de ödül olarak blok ödülünü ve Bitcoin işlemlerini yapanlar tarafından verilen işlem ücretlerini almış olmaktadır (DeMartino, 2018).

Bitcoin madenciliği, işlem gücü saniyede gigahash biriminde ölçülen özelleştirilmiş bilgisayar donanımlarıyla yapılmaktadır. Hash ise bir bilgi işlem mikroçipinin işlemci gücünün analogik biçimde saniyede kaç bağımsız hesap işlemi yaptığını tanımlamaktadır ve hertz olarak ölçülebilecek şekilde ele almaktadır. Bütünleşik Bitcoin ağındaki tüm madencilik işlemlerinin toplam harcadığı efor, madencilik yapan tüm bilgisayarların hesap gücünün toplamıdır. Her bireysel madencinin çevrim içi olarak ortaya koyduğu her gigahash/saniye güç, toplam Bitcoin ağı gücüne eklenmektedir (Hayes, 2017). 30 Ekim 2012'deki Bitcoin ağı hash gücü 23.645 GH/s iken 26 Ocak 2015 tarihine gelindiğinde 12.000 kattan fazla artarak 295.000.000 GH/s'ye çıkmıştır (McCook, 2015).

Bitcoin işlemlerini teyit eden ve bunları blok zincirde depolayan kişilere madenci denmektedir. Yeni bir işlem gerçekleşir gerçekleşmez ağıdaki madenciler bu işlemin geçerliliğini ve güvenilirliğini kontrol ederek blok denen işlem setlerinde biriktirmektedir. Bloğun tek seferlik anahtar denilen değişkeni içeren bilgisini alarak bu bloktaki SHA-256 algoritmasını çalıştırmaktadırlar. Bu da başlangıç bilgisinin hash olarak bilinen 256 bitlik bir diziye dönüştürülmesidir. Bu dizinin nasıl görüneceği hesaplanmadan bilinmemektedir. Başlangıç verisindeki en ufak bir değişiklik sonuç hashinde çok büyük farklara sebep olabilmektedir. Hiçbir madenci, işlemin içerdiği bilgiyi değiştiremez. Ancak başka bir tek hash yaratmak için kullanılan tek seferlik anahtar sayısını değiştirebilmektedir. Kurallara uygun hashi bulan ilk madenci, Bitcoin ile ödüllendirilmekte ve başarılı hash bloğu diğer onaylanmış işlemlerle birlikte blok zincire eklenmektedir (Cocco & Marchesi, 2016).

SHA-256 gibi kriptografik hash algoritmaları, bilinen tüm kriptanalitik ataklara karşı koyabilecek yetiye ve çok güçlü kriptografik gereksinimlere sahip olmalıdır. Ayrıca öngörüntü direncine ve ikinci öngörüntü direncine sahip olmalıdır. Öngörüntü direnci, verilen bir hash değerinin, verilen hash değerini içeren mesajı bulmasının sayısal olarak zor olmasıdır. İkinci öngörüntü direnciyse verilen bir hash değerinin, verilen hash değerinin aynısını içeren başka bir mesajı bulmasının sayısal olarak zor olmasıdır (Damasevicius vd., 2012).

SHA-256 hash fonksiyonları, kriptolojik özet fonksiyonlarıdır. Farklı uzunluktaki mesajları sabit uzunlukta ve ilk bakışta rastgele oluşmuş gibi gözüken özet mesajlara çevirmektedir. Yani özet mesaja bakarak mesajın ne olduğunun kestirilmesinin imkânı yoktur. Mesajda yapılan en ufak bir harf veya noktalama işareti değişikliği, özet mesajı tamamen değiştirir (Çarkacıoğlu, 2016). SHA-256 algoritmalarının madencilik sırasındaki hesaplama işlemini daha verimli bir hale getirmek, madencilik sürecinde o madenciye büyük avantaj sağlayabilir (Zhang & Hu, 2019)

Bir madenci ağda yeni bir blok bulduğunda başka bir madencinin bu bloğun üstüne blok kazabilmesi için zaman harcayıcı da olan 5 adımın gerçekleşmesi gereklidir. İlk adım olarak bu blok maden havuzuna iletilmelidir. Ardından havuz bu bloğun üstündeki tüm işlemlerin çalışma ispatını doğrulaması, sonrasında havuz, kendi hafızasını bloğun içerdiği tüm işlemleri çıkararak güncellemesi gerekmektedir. Akabinde havuz, bloğun hashini ve havuz hafızasında kalan işlemlerini kullanarak yeni bir aday blok yaratabilmektedir. Son olarak blok, madencilik sürecini başlatabilmek için havuzun hash altyapısına sunulmalıdır (Stone, 2016).

Bitcoin madencileri, madencilik yapmaları sonucunda 2 ödül alırlar. Bunlardan ilki, blok ödülüdür. İkinci ödül ise işlem ücretidir. Bu, madenci her blok bulduğunda bloğa eklenen işlem bilgisi için Bitcoin kullanıcılarının bir nevi madencileri motive etme amaçlı ödediği ücret olup Bitcoin cinsinden ödenir (Taylor, 2017).

Bitcoin madenciliği başladığında her bir blok kazıldığında ödül olarak madenci, 50 Bitcoin kazanmaktaydı. Bu ödül, her 210.000 adet BTC'de bir yarılanmaktadır. Bu da yaklaşık 4 senede bir blok ödülü yarılanmasına tekabül etmektedir. Bu işlem 2140 yılına kadar devam edecektir. Çünkü 2140 yılındaki yarılanma sonucunda bir blok ödülü 10^{-8} BTC'nin altına düşecektir. Bu da 1 Satoshi etmektedir ki BTC, bundan daha küçük bir meblağa bölünememektedir (Vranken, 2017).

Bitcoin madenciliği zorluk derecesi, ortalama 10 dakikada bir blok bulunacak şekilde her 2016 blok bulunduğunda güncellenmektedir. Bu da yaklaşık olarak her iki haftada bir zorluk derecesi güncellenmesine denk gelmektedir (O'Dwyert & Malone, 2014). Bitcoin fiyatı düştükçe veya zorluk derecesi arttıkça Bitcoin madenciliği karı azalmakta, bu sebeple de yüksek enerjiye gereksinim duyan madencilik ekipmanları kullanımı azalmaktadır. Bu da Bitcoin sisteminde zorluk derecesinin azaltılmasıyla sonuçlanırken tersi durumda, yani Bitcoin zorluk derecesi azaldıkça veya Bitcoin fiyatı arttıkça yüksek enerjiye gereksinim duyan madencilik araçları tekrar kullanıma alınmaktadır. Bu da Bitcoin sistemindeki zorluk derecesinin dengelenmesini sağlamaktadır. Yine de başlangıçtaki zorluk seviyesinin 1 olduğunu varsayıldığında sadece 2013 yılının Eylül ayındaki zorluk seviyesi 50.000.000 olmuştur (Taylor, 2013).

Bitcoin madenciliği yapanlar, Bitcoin kazanmak yani kar etmek için yapmaktadırlar. Esasen elde ettikleri karların, havuzdaki toplam madencilerin Bitcoin ağı gücüne ekledikleri kendi işlemci güçlerinden o oranda olduğu varsayılmaktadır. Her ne kadar bu kar oranının işlemci güçlerine oranla olması beklense de tam olarak o oranda olmaz. Yine de en fazla karı, işlemci gücü en fazla olan elde etmekte ve işlemci gücü oranına yakın bir oranda kar elde etmektedir (Houy, 2016).

Bitcoin madencisi de bir nevi Bitcoin yatırımcısıdır. Bu yatırımcının diğer yatırımcılardan farkı, yatırımını Bitcoin satın alarak yapması yerine donanım yaparak, madencilikle Bitcoin bloğu kazarak Bitcoin sahibi olmasıdır. Bu tür madenci yatırımcıların sayısı, Bitcoin fiyatı arttıkça daha da artmaktadır. Bu da daha yüksek hash gücü ihtiyacına ve güncellenerek artan zorluk derecesine sebep olmaktadır. Artan zorluk derecesi de sonuç olarak madencilik maliyetini arttırmakta, madencilik aktivitesini kârsızlaştırmakta ve madenci yatırımcı sayısını azaltmaktadır (Kristoufek, 2015). Madencilik sonucu madencilerin elde ettiği Bitcoin kazancı artan bu zorluk dereceleri sebebiyle maliyetleri karşılayamamaktadır. Bu sebeple madenciler, elde ettikleri Bitcoin'leri kar edecekleri fiyata ulaşana kadar saklayıp öyle satmaktadırlar (Harvey-Buschel & Kisagun, 2016). Hatta tıpkı altın madencileri gibi fiyatın yükselmesi için arzı kesmektedirler. Buna rağmen fiyatta bir artış olmazsa ve kar edebilir seviyeye gelmezse fiyatlar kar edecek seviyeye gelene kadar madencilik donanımlarını kapatmaktadırlar (McCook, 2015).

Özellikle 2012'den sonra Bitcoin madenciliği donanımları özelleşmeye başlamıştır. Bu özelleşme, büyük donanım üretici firmalardan ziyade bitcointalk.org gibi forumlardan sağlanan fonlarla, bu forumlarda Bitcoin üzerine tartışan madenci girişimciler tarafından ortaya konmuştur. Asicminer ve Avalon gibi donanım üretici şirketler bunlardan bazılarıdır. Bu Bitcoin için özel üretilen donanımlarla daha verimli ve daha hızlı Bitcoin üretilir duruma gelinmiştir. Bu da tabii ki Bitcoin üretimindeki zorluk seviyesini arttırmıştır (Taylor, 2013).

İlk madenciler, buna Nakamoto'nun kendisi de dahil, madencilik için bilgisayarlarının merkez işlemcilerini (CPU) kullanmışlardır. 2010 yılı Eylül ayında bir kısım madenci, grafik işlemcilerini (GPU) kullanmaya başlamıştır. 2011 Aralık ayına gelindiğindeyse sahada programlanabilir kapı dizileri (FPGA) kullanılmaya başlanmıştır. 2013 yılındaysa tamamen Bitcoin madenciliği için geliştirilen uygulamaya özgün tümleşik devreler (ASIC) kullanılmaya başlanmıştır (Cocco & Marchesi, 2016). CPU'dan ASIC donanımlara geçişte performans ve enerji verimliliği üssel olarak artmıştır. Fakat 2020'li yıllarda bu artış eğiliminin yavaşlaması beklenmektedir (Vranken, 2017).

Sırayla CPU, GPU, FPGA ve ASIC kullanıcı madencileri sırasıyla 1. 2. 3. ve 4. nesil madenciler olarak tanımlanabilir. Ayrıca ASIC teknolojisi, Bitcoin madenciliğinde en üst seviye olarak günümüze kadar gelmiştir. ASIC teknolojisi de sürekli olarak gelişmeye devam etmektedir. Farklı firmalar yeni geliştirdikleri ASIC teknolojisiyle en verimli ve güçlü donanımlar üretme savaşına girmişlerdir. Bu savaş, Bitcoin madenciliğinin 5. nesli olarak kabul görmektedir. 5. neslin savaşından zaferle ayrılanların piyasaya sunduğu ASIC donanımlarsa Bitcoin madenciliğinde 6. nesil olarak görülmektedir. Bu nesil ASIC donanımlar, 2017 yılı itibarıyla ilk ASIC donanımlara kıyasla 100 kat GPU madencilerine kıyaslaya 8.000 kat enerji olarak daha verimlidir (Taylor, 2017).

2021 yılının ilk ayında Bitcoin değerinin aşırı yükselmesiyle Bitcoin madencilik donanımlarına olan talep de aşırı artmıştır. Öyle ki en büyük madencilik donanımı üreticilerinden biri olan Bitmain'in üreteceği donanımlar, Ağustos ayı sonuna kadar müşterilere önden satılmıştır (de Vries, 2021). Bu donanımların satış fiyatları, genellikle 10 ayda amorti edilecek şekilde belirlenmektedir (Kristoufek, 2020).

2017 yılının ocak ayına gelindiğinde Bitcoin madencilik ağı donanımlarının toplam işlemci gücü o kadar çoktur ki, 2 trilyon adet diz üstü bilgisayarın gücüne

eşdeğerdir. Bu da o tarihte dünya genelinde bulunan 500 süper bilgisayarın toplam gücünün 200.000 kat daha fazlasına denk gelmektedir (Ammous, 2018).

Nakamoto, Bitcoin madenciliğinin zorluk seviyesinin bu kadar artmasını muhtemelen beklememiş ve hatta bu kadar artmasını da istememiştir. Nakamoto, 12.12.2010 tarihinde yayınladığı son mesajında ağın iyiliği için bir silahlanma yarışına girilmemesi gerektiğini, GPU ile madenciliğin çok agresif şekilde yapılmamasını söylemiş ve CPU ile yapılan madenciliğin hala karlı olduğuna sevindiğini söylemiştir (DeMartino, 2018).

Kasım 2010'da madencilik yapanların donanım güçlerini birleştirerek güç birliği yaptıkları havuzlar ortaya çıkmıştır. Bu havuzlara kısa sürede binlerce madenci katılmıştır. Bu havuzlarda madencilik yapanlar, havuzun bulduğu blok ve işlem ücreti ödüllerinden madencilığe verdiği hash gücü katkısı oranında pay almaktadırlar (Taylor, 2017). Tabii ki havuz işletmecilerine de küçük bir kesinti yapıldıktan sonra bu mümkün olabilmektedir (Kristoufek, 2020).

2011 yılında 2 GH/s gücünde bir GPU'su bulunan bir madencinin bir blok bulma olasılığı günde 2'den fazlaydı. Bitcoin madencilik ağının zorluk derecesinin sürekli artışı sonucu, bugün aynı GPU'yla bir blok bulma olasılığı 472.339 yılda birdir. Hatta ve hatta en verimli donanımlardan biri olan 44.000 GH/s gücündeki bir ASIC madencilik donanımı kullanan bir madencinin tek başına bir blok bulması olasılığı dahi 21 yılda birdir. Bu sebeple bir havuz içerisinde güçleri birleştirerek madencilik yapmak çok daha mantıklı olmaktadır (Stoll vd., 2019).

Madencilik donanım teknolojisinin artmasıyla ve bu donanımların aşırı pahalalanmasıyla birlikte bulut madencilik kavramı ortaya çıkmıştır. Bu sistemde madencilik donanımlarına sahip olan şirketler, bu donanımları kiralayarak kiracı yerine madencilik yapmaktadırlar. Bu durumda ödediği kiradan daha fazla kar getirmesini bekleyen madenciler esasında gerçek manada madencilik yapmamaktadırlar. Bu durumun riski çok yüksektir. Çünkü şirket, gerçekten madencilik yapmayabilir. Madencilik yapsa bile elde ettiği Bitcoinleri ödemeyebilir. Bazı bulut madencilik şirketleriye hiç madencilik yapmadan işi saadet zincirine dönüştürmüşlerdir. Yeni katılan yatırımcılardan aldıkları paralarla eski yatırımcıların karlarını ödemişler ve sonrasında da yakalanmışlardır (DeMartino, 2018).

Bitcoin madencileri çok geniş bir yelpazeden insanlardan oluşmakla beraber genel olarak okullarından sebeple ucuz elektriğe ulaşım imkanı olan öğrencilerden, oyun oynadıkları zaman dışında işlemcilerinin veya grafik kartlarının ekonomik olarak işe yaramasını uman oyunculardan, birden fazla makine sahibi aşırı meraklılardan, networklerindeki diğer zombi makinalardan yararlanan bilgisayar korsanlarından, çevrimiçi fon sağlayan ve kar ortağı olarak madencilik ekipmanları alan işbirlikçilerden ve Bitcoin gönüllülerini destekleyen fon sağlayıcılardan oluşmaktadır (Taylor, 2013).

Bitcoin madencileri esas olarak blok zincire bir sonraki bloğu eklemek için yarışır. Bu blok, hem bir Bitcoin kazancı olabildiği gibi, bir alım satım işleminin blok zincire eklenmesi de olmaktadır. Madenciler, madencilik yaparak yeni Bitcoin sahibi olurken Bitcoin işlemlerinin tarihçesini de tutmuş olur. Böylece arşiv kaydı oluşturmanın ücretini Bitcoin elde ederek alır. Sonuçta her bir Bitcoin kazımı ve Bitcoin işlemi blok zincire işlenmek zorundadır (Dwyer, 2015).

Delgado-Mohatar ve arkadaşlarının (2019) yaptığı bir çalışmaya göre 23 Haziran 2018 tarihinde Çin dışındaki amatör madenciler için, 25 Kasım 2018 tarihindeyse profesyonel madenciler için Bitcoin madenciliği karlı olmaktan çıkmıştır. Bu yapmış oldukları çalışma, tüm Bitcoin madencilik ağı donanımlarının ortalama hash gücü ve hash verimliliğine göre değil de, en verimli donanıma göre hesaplanmıştır (Delgado-Mohatar vd., 2019).

1.4. Kripto Paralar

Kripto paralar, Türk hukukunda kripto varlık olarak geçer. Kripto varlık ise Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik'te Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası tarafından şu şekilde tanımlanmıştır:

Dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlık (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 2021).

Bu yönetmelikle kripto paraların Türkiye'de bir ödeme aracı olarak kullanılması veya bu çeşit bir kullanıma aracılık yapılması 30.04.2021 tarihi itibarıyla yasaklanmıştır (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 2021).

İlk kripto para birimi olan Bitcoin fikrinin ortaya çıkışı, 2008 yılıdır. Finansal krizler sırasında merkezi otoritenin bu krizleri aşmadaki görevlerini kendilerinden

beklendiği şekilde adilane olarak gerçekleştirememeleri, yeni bir parasal sistem felsefesine olan ihtiyacı körüklemiştir. Bu merkezi otoritelerin görevlerini yerine getirememeleri tarihte birçok finansal krizde meydana gelmiştir. Finansal krizler sırasında merkez otoritelerce ekonomik anlaşmaların içlerinin boşaltılması, bu otoritelerin manipölasyonları engelleyememesi, kripto paraları ortaya çıkaran çözümü doğurmuştur (İşler vd., 2019).

İlk kripto para birimi olan Bitcoin'in ve böylece kripto paraların ortaya çıkışının ortamını ve esas sebeplerini anlayabilmek için 2008 yılındaki finansal ortamı düşünmek gerek. Özellikle 2008 küresel finansal krizinde merkez bankalarının para basıp faizleri düşürmesi ve bazı bankaların devletler eliyle kurtarılması halka vergi artışları olarak geri dönüp enflasyona yol açarak halkın kullandığı para birimlerinin değer kaybetmelerine yol açmıştır. Bu da halkın yoksullaşmasına sebep olmuştur. Böylece var olan finansal sistemin paydaşları olan bankalara, aracı kurumlara ve hatta devletlere ve onların finansal organlarına olan güvende azalma gerçekleşmiştir (Çarkacıoğlu, 2016).

Kripto paraya benzeyen bir para fikrini ilk ortaya atan kişi Chaum'dur. Kredi kartı kullanımının artmasıyla elektronik bir ödeme aracına ihtiyaç duyulacağını söylemiştir. Kredi kartlarının suistimale çok açık oluşu ve kart sahiplerinin açıkça izlenebileceği gerçeği, yeni elektronik paralara ihtiyacın esas kaynağıdır. Chaum, bankalarla iş birliği yapmadan elektronik bir ödeme aracı ortaya çıkarmanın zorluğundan bahsetmiştir. Ortaya koyduğu ödeme yöntemini basitçe anlatacak olursak; banka, müşterisine gizli bir şifreyle harcayabileceği para miktarını bildirmektedir. Bu gizli şifreyi deftere itibari para cinsinden değer olarak kaydetmektedir. Şifre ile müşteri bilgisi bir suistimal olana kadar defterde gizli kalmaktadır. Müşteri bu parayı harcadığında üçüncü kişi bankaya giderek şifreyle bu parayı bozdurur ve daha önce belirlenen değerdeki itibari parayı alır. Buradaki en büyük sıkıntı, çift harcama problemidir. Eğer müşteri aynı şifredeki değeri iki kere harcarsa ve başka bir kişi, bu şifreyi bankaya götürüp itibari paraya çevirmeye kalkarsa banka kayıtlarından müşterinin kimliğine bakarak gerekli cezai işlemleri müşteriye uygular. Burada suistimal yapana kadar müşterinin kimliği, her zaman gizli kalmaktadır. Bugünkü kripto paralardan bir diğer farkıysa mutlaka banka gibi bir kuruma olan bağımlılıktır (Chaum vd., 1990). Chaum, bu fikri Digicash adlı bir şirket kurarak hayata geçirmiştir. Ancak devletlerin desteğini alabilmesi için tarafların anonimliğinden vazgeçmek zorunda kalmıştır ve 1998 yılında Digicash iflas etmiştir (DeMartino, 2018).

Dai, B Money olarak adlandırdığı ve günümüz kripto paralarına bir adım daha yaklaşan ödeme yöntemini ortaya atmıştır. Bu sistemde izlenemez bir ağda dijital hesaplar vasıtasıyla gönderici tarafından imzalanan ve alıcı tarafından çözülen mesaj gönderi ortamı yaratmayı önermiştir. Bu sistemde para bir hesap probleminin çözülmesiyle üretilecektir. Bu paranın değeri hesaplama sırasında ortaya çıkacak olan hesaplama maliyeti kadar olacaktır. Yine bu sistemde hash fonksiyonlarıyla işlemler, kayda alınacaktır. Bu sistemin en büyük sorunu, hesaplama işlem maliyetleridir. Para üreticilerinin belirli bir maliyette anlaşmaları gerektiği düşünülmüştür (Dai, 1998).

Bitcoin öncesinde şu anki kripto paralara en çok benzeyen öneri, Szabo tarafından 2005 yılında ortaya atılmıştır. Szabo'nun ortaya attığı Bit gold fikri, Bitcoin'e çok benzemektedir. Bitcoin ağındaki gibi iş ispatı gerekmesi, merkezsiz olması, işlemlerin bloklar halinde sanal bir zincire bağlanması ve yeni bir Bit gold üretmek için şifreli işlemlerin çözülmesi gerekliliği bulunmaktadır (Szabo, 2005). Szabo, bir nevi Dai'nin (1998) ve Chaum'un (1990) fikirlerini birleştirmiştir. Bit gold'un Bitcoin'e bu kadar benzemesi ve Bitcoin fikriyle çok yakın zamanlarda ortaya çıkması, Nick Szabo'nun Satoshi Nakamoto'nun gerçek kimliği olduğunu da düşündürmektedir (DeMartino, 2018).

Kripto paralar kriptografiye dayanan para birimleridir. Hiçbir merkezi otoriteye bağlı olmadan internet aracılığıyla kullanılırlar. Sanal cüzdanlara bir şifre ile yerleştirilir veya bu cüzdandan çıkarılır. Aynı zamanda TL veya dolar gibi basılı halde bulunmayıp sadece bilgisayar sistemlerinde kayıtlı halde bulunmaktadırlar. Kripto paraların değerleri, onu kullananlarca değiş tokuş aracı olarak kabul edilen bir emtia olarak görülmelerinden kaynaklanmaktadır (Çetinkaya, 2018).

Gerçek manada kullanımda olan paraların tüm özelliklerini Kripto paralar da taşımaktadır. Kripto paralar, kolayca bir donanımla ve hatta donanıma bile gerek olmadan çevrimiçi olunabilecek herhangi bir yere kolayca taşınabileceği için taşınabilirlik özelliğine sahiptir. Maddi olarak gerçekte var olmadığı için, dayanıklılık özelliği de kripto paralarda bulunmaktadır. Yine fiziksel olarak bulunmadığı için kripto paraların belirli bir standart kalitede olmama durumu yoktur. Bu sebeple kripto paralar, standardizasyon özelliğini de sağlamaktadırlar. Değişik değerlerdeki alışverişlerin yapılabilmesi için bölünebilmeleriyle kripto paralar, gerçek paralarda olan bölünebilme özelliklerini de kapsamaktadırlar. Son olarak kripto paralar, kriptografik yöntemlerle

güven içerisinde üretildikleri için taklit edilememe özelliğine de sahiptirler (Evlimoğlu & Gümüş, 2018).

Paraların fonksiyonları açısından da kripto paralar incelenebilir. Paraların değişim aracı olma fonksiyonu vardır. Kripto paralar da gerçek paralar gibi kullanılarak alışveriş gerçekleştirilebilmektedir. Teknolojik gelişmelere insanların daha fazla alışmasıyla birlikte kripto paralar gittikçe daha fazla kabul görecektir. Paralar, aynı zamanda birer hesap birimi fonksiyonu olarak işlev almaktadır. Tıpkı uzunluk birimi metre, kütle birimi kilogram gibi değer birimi olarak para birimleri de kullanılabilir. Bu fonksiyon açısından düşündüğümüzde de kripto paralar buna uygundur. Birçok kripto para ile ürün ve hizmet satışı gerçekleşmektedir. Paranın tasarruf ve borç verme aracı olması fonksiyonu kripto paralarda da bulunmaktadır. Kripto paraların değerlerinin oynaklığıysa bu konuda bir risk teşkil etmektedir. Günümüzde kullanılan paranın ekonomi politikası olma fonksiyonu da vardır. Ekonomi politikaları, dünya genelindeki merkez bankalarınca belirlenmektedir. Kripto paraların ademi merkezîyetçi yapısı merkez bankalarının para politikalarını kripto paraları dikkate alarak belirlemesini zorlaştırmaktadır. Bu da kripto paraların daha yaygın kullanıldığı bir gelecekte merkez bankacılığı anlayışının güncellenmesini gerektirecektir. Kripto paraların merkez bankalarının para politikalarına aracı olmaları merkez bankalarının kendi kripto paralarını çıkarmasıyla gerçekleşebilir (Evlimoğlu & Gümüş, 2018). Ancak bu durum da kripto paraların merkezi olmaması olgusuyla çelişmektedir ve itibari kripto para kavramı ortaya çıkabilecektir.

Kripto paralar, günümüzde birçok farklı otorite tarafından kullanılmaktadır. Örnek verecek olursak; ABN Amro, Master Card, Akbank gibi finans şirketleri blok zincir teknolojilerinden yararlanmaktadırlar. Venezuela, devlet olarak Petro Coin adında bir kripto para çıkarmış ve fiyatının varil petrol fiyatına göre belirlenmesini sağlamıştır. Hindistan ve Türkiye, merkez bankalarının blok zinciri teknolojisini finansal işlemler üzerinde kullanmak için çalışma yaptıklarını duyurmuştur. Kanada, kimlik bilgilerini blok zincir teknolojisiyle bütünleştireceğini açıklamıştır. Estonya ise sağlık sistemini bu teknolojiyle yeniden oluşturacaktır (İşler vd., 2019). Greenpeace ve Kızılhaç gibi sosyal sorumluluk örgütleri, Bitcoin cinsinden bağış kabul etmektedirler (Çarkacıoğlu, 2016). Bu blok zincir teknoloji, artık sadece finansal veya kamusal sistemlerde değil, teknoloji ile iş yapan tüm sektörlerde kullanılabilir hale gelmiştir. Öyle ki ülkemizden bir örnek olarak TOGG firması blok zincir geliştiricisi iş ilanı yayınlamıştır (Linkedin, 2021).

Bazı devletler kripto paraların ademi merkeziyetçi yapısını işlevsiz kılmak için kendi kripto paralarını üretmek için çalışmalar yapmaktadırlar. İlk devlet destekli kripto para Birleşik Arap Emirlikleri devletine bağlı Dubai Emirliği tarafından 2017 yılında çıkarılmıştır. emCash adı verilen kripto paranın merkeziyetsizliği, hala tartışılmaya devam etmektedir. Bu ilk devlet destekli kripto paradan sonra Venezuela Petro Coin'i ABD ambargosunu aşmak amacıyla Venezuela petrolünü satabilmek için çıkarmıştır. 1 Petro Coin değeri, 1 varil Venezuela petrolü değerine eşitlenmiştir. Venezuela ulusal para birimiyle beraber Petro Coin de kullanılmaya başlamıştır (Yılmaz, 2021).

Bitcoin, üretilen ilk kripto paradır. Sonrasında onun açık kaynak kodundan yararlanarak birçok farklı kripto para üretilmiştir. Bunlara alternatif coin söyleminden yola çıkılarak altcoin denmektedir. Tüm altcoinler, Bitcoin'e rakip olmuş durumdadırlar. Bu altcoinlerin bir kısmı SHA-256 hash algoritması kullanırken bir kısmı da onun yerine scrypt algoritması kullanmaktadır. Scrypt algoritması, iş ispatı sırasında SHA-256 kadar yüksek bir donanım gücü gerektirmez. Ayrıca bir kısım altcoinler de iş ispatı kullanmak yerine pay ispatı kullanarak yine bu güç ihtiyacını azaltmışlardır. Bu güç ihtiyacının az olması, enerji maliyetleri açısından bu tür altcoinleri daha verimli yapar ve işlem sürelerini de kısaltır. Kimi altcoinler, Bitcoin gibi ödeme yöntemleriyken kimi altcoinlerin blok zincir teknolojisi içerisinde daha farklı işlevleri bulunabilmektedir. Her bir altcoinin farklı bir avantajı veya dezavantajı bulunmaktadır. Yine her bir altcoin, farklı projelere hizmet etmektedir. Altcoinlerin tıpkı Nakamoto'nun (2008) yazdığı Bitcoin esaslarını anlatan açıklayıcı makalesi gibi, white paper denen makaleleri vardır. Bu makalelerde sistemin amacı, algoritması gibi özellikleri anlatılmaktadır. Ayrıca para olarak kullanılmayan blok zincir yapısına benzer alt zincir yapısıyla oluşturulan altcoinler de bulunmaktadır. Bunların bir kısmı da token olarak kullanılır (Çarkacıoğlu, 2016).

15.05.2021 tarihi saat 16:45 itibarıyla CoinMarketCap sitesinde listelenen 5.141 adet kripto para bulunmaktadır. Burada listelenmeyen veya zamanında ortaya çıkıp artık kullanılmayan başka kripto paralar da bulunmaktadır. CoinMarketCap'te listelenen tüm kripto paraların bu tarih ve saatteki toplam piyasa değeri, 19,27 Trilyon TL'dir (CoinMarketCap, 2021b). Bitcoin dışındaki en yüksek piyasa değerine sahip 20 altcoin Tablo 1'de gösterilmiştir.

Kripto paraları dini açıdan ele alan yaklaşımlar da vardır. Mısır'da ticaret veya başka durumlarda kripto paraların kullanımının caiz olmadığına dair bir fetva verilmiştir.

Oysa ki bankaların ve diğer finansal kurumların kullandığı faiz işlemlerinin kripto paralarda bulunmaması ile kripto paraların İslam hukuku açısından daha doğru olduğu da düşünülebilir (Yılmaz, 2021). Buna rağmen Diyanet İşleri Yüksek Kurulu Başkanlığı mütalaasında riskin yüksek olması, güvencesinin bulunmaması, haksız ve sebepsiz zenginleşmeye olanak tanınması sebebiyle Bitcoinin caiz olmadığı belirtilmiştir (Din İşleri Yüksek Kurulu Başkanlığı, 2017). Alkış (2018) çalışmasında Bitcoin'i diğer paralardan ayrı olarak düşünmüş ve Bitcoin'e has riskli özelliklerden dolayı Bitcoin'in İslami açıdan uzak durulmasını önermiştir. Diğer kripto paraların ise toptan bir şekilde dinen uygun olmadığının söylenemeyeceğini, nitekim bazı devletlerin desteğiyle kripto paraların çıkarıldığını belirtmiştir (Alkış, 2018).

Tablo1. 15.05.2021 Tarihi Saat 16:45 İtibarıyla Piyasa Değeri En Yüksek 20 Altcoin

Altcoin Adı	Fiyatı (TL)	Toplam piyasa değeri (TL)
Ethereum	32.885,41	3.817.106.264.380
Binance Coin	4960,01	762.032.209.662
Cardano	19,33	607.940.350.798
Dogecoin	4,44	577.165.610.235
Tether	8,45	491.886.337.861
XRP	11,50	403.565.711.452
Polkadot	395,53	369.484.013.974
Internet Computer	2.335,47	289.480.603.220
Bitcoin Cash	10.395,26	194.786.810.718
Uniswap	328,62	183.893.317.015
Litecoin	2.636,54	175.995.612.833
Chainlink	368,39	157.120.034.255
Stellar	5,81	134.354.530.847
USD Coin	8,45	121.446.710.158
Ethereum Classic	866,94	100.836.183.090
VeChain	1,50	96.332.464.841
Polygon	15,53	95.060.297.059
Solana	349,42	95.002.120.495
EOS	89,55	85.373.061.914
THETA	83,24	82.961.215.418

Kaynak: CoinMarketCap. (2021a). Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. coinmarketcap.com.

Erişim adresi: <https://coinmarketcap.com/>

2. BÖLÜM:

BITCOIN MALİYETLERİ İLE PİYASA FİYATLARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bitcoin, ortaya çıktığında gerek blok zincir teknolojisinin çok yeni olması gerekse insanların eline alamayıp fiziki bir şekilde saklayamaması gibi nedenlerle Bitcoin'e çok sıcak bakılmamıştır. Literatür incelendiğinde Bitcoin ile ilgili, ilk olarak 2011'de haber olarak bahsedilmeye başlandığı görülmektedir (Aron, 2011; The Future of Money, 2011). Paranın giderek dijitalle kaymasıyla merkez bankalarından bağımsız bir şekilde insanların Bitcoin ile satış yapmaya gönüllü olduklarından ve Çin gibi bazı ülkelerin bu yeni para birimini dikkate alarak mevzuat oluşturduğundan bahseden (The Future of Money, 2011) haberler görülmeye başlanmıştır. Bilimsel dergilerdeki ilk yazılar, Bitcoinin genel işleyişini (Aron, 2011) ve Bitcoin madencilik yazılımını (Aron, 2012a) haber olarak anlatmaktadır. Bitcoin popülerleştikçe Bitcoin üzerine bilimsel makaleler ve kitap bölümleri de yazılmaya başlanmıştır. Bu, ilk bilimsel yayınlarda daha çok Bitcoinin paranın yerini alıp alamayacağı (Aron, 2012b), güvenli olup olmadığı (Bradbury, 2013) tartışılmıştır. Bu ilk makalelerden sonra aşağıda da değinildiği gibi Bitcoin üzerine farklı birçok çalışmalar yapılmıştır.

Bitcoinin illegal alanlarda kullanımı konusunda çalışmalar yapılmıştır. Phelps ve Watt (2014), Avustralya'da popüler olan ve Ekim 2013 tarihinde kurucusunun tutuklanmasıyla kapatılan, Bitcoin kullanılarak internet üzerinden uyuşturucu satışı yapılan Silk Road isimli internet sitesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Bitcoin'in anonim bir şekilde kullanıldığı ve bu şekildeki kullanımların illegal ticareti kolaylaştırdığı belirtilmiştir (Phelps & Watt, 2014). Halopeau (2014) da Bitcoin'in kullanan tarafların gizliliğini korumasından dolayı, uyuşturucu ticareti ve daha nice başka terörist ve illegal işlerde kullanılabilecek bir ödeme yöntemi olduğundan bahsetmiştir (Halopeau, 2014). Khan (2015) ise internet alışverişlerinde satıcıların Bitcoin ile ödeme kabul etmelerinin, ödeme sahtekarlıklarının önüne geçilmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Bir satıcı, Bitcoin ile ödeme yapıldığında ürünün bedelinin hesabına yatacağından ve kredi kartı ödemelerinde olabildiği gibi, ödeme iptallerinin gerçekleşmeyeceğinden emin olabilmektedir (Khan, 2015). Gediz Oral ve Yeşilkaya (2021) Bitcoinin kara para aklamada kullanıldığını ancak bu kullanımı, devletlerin Bitcoin konusunda düzenleyici hükümlerinin bulunmamasına bağlamaktadır. Eğer Bitcoin ile ilgili yasal çerçeve kurulur

ve bir vergilendirme sistemi oluşturulursa Bitcoinin kara para aklama veya terör ile yasadışı ticaretin finansmanında kullanılması için önlem alabilecek bir altyapı da oluşturulabilecektir (Gediz Oral & Yeşilkaya, 2021). Bradbury, (2014) aslında Bitcoinin anonimliğinin mahremiyetle ilgili olmadığını, bunun da Bitcoin ağında yapılan her işlemin açık bir şekilde hangi adresten yapıldığının herkes tarafından görülmesinden kaynaklandığını belirtmiştir (Bradbury, 2014).

Bitcoinin yasallaştırılması gerekliliği ve vergilendirilmesi konusunda da bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Levin vd. (2015) Bitcoinin para yerine kullanılabilecek bir zemine sahip olduğunu ve resmi mevzuatlara uyumlu hale getirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Levin vd., 2015). Temelli (2019) ise, Türkiye’de Bitcoinin ilerleyen zamanda bir ödeme yöntemi olarak kullanımı söz konusu olursa mutlaka muhasebeleştirilmesi gerektiğine değinmiş bu muhasebeleştirilmenin de döviz birimi, hazır değer, menkul kıymet veya ticari mal olarak yapılması gerektiğini belirtmiştir (Temelli, 2019).

Bitcoinin vergilendirilmesi konusunda ise Bal (2015), Bitcoinin para olarak kullanılması durumunda KDV açısından vergilendirilmesi gerektiği ve aynı zamanda yatırımcı açısından gelir vergisi olarak da vergilendirilmesi gerektiği üzerinde durmuştur. Bitcoin yatırımcısının yıl içerisinde al sat yaparak belirli bir miktar üzerinde kar sağlarsa gelir vergisi ödemesi gerektiğini savunmuştur. Bunun yanı sıra ülkelerin vergilendirme sistemlerine herhangi bir yatırım aracı gibi uyum sağlayacağını belirtmiştir. Buna rağmen Danimarka’nın Bitcoin para olarak görmemesinden dolayı vergiden muaf tuttuğundan da bahsetmiştir (Bal, 2015).

Şahin (2018) ise Bitcoin ile yapılan satışlarda fatura düzenleme tarihindeki Bitcoin fiyatı üzerinden ürünün KDV oranında vergilendirilmesinin uygun olacağını, gelir vergisi hesabında da satış kuru ile alış kuru arasında pozitif fark varsa kazanç olarak vergilendirilebileceğini, maddi duran varlık olarak dönem sonunda elinde bulunduruluyorsa yeniden değerlendirmeye göre artış veya azalışların vergi matrahına yansıtılarak vergilendirilebileceğini belirtmiştir (Şahin, 2018).

Bunların dışında literatür incelendiğinde Bitcoin fiyatına nelerin etki ettiği, çok fazla akademik araştırmaya konu olmuştur (Kristoufek, 2015; Yermack, 2015; Cocco vd., 2017; Teker, 2020). Bitcoin fiyatına etki eden etkenler araştırılırken Bitcoin maliyetine nelerin etki ettiğinin de bilinmesinin çok önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bitcoin fiyatını, Bitcoinin piyasada alıcı bulduğu ücret, yani bir bakıma kur olarak açıklanabilir. Bunun

yanında Bitcoin maliyeti ise 1 Bitcoin üretmenin bedelidir. Ayrıca Bitcoin fiyatına etki eden etkenler kadar Bitcoin fiyatlarının etki ettiği göstergeler de hem finansçılar hem de akademik camia tarafından önem arz etmektedir. Bu sebeple literatür taramasında Bitcoin fiyatına etki eden etkenlerin araştırıldığı, Bitcoin fiyatının etki ettiği faktörlerin araştırıldığı ve nelerin Bitcoin maliyetini oluşturduğu konularını araştıran çalışmalara yer verilmiştir. Son olarak Bitcoin enerji ihtiyacının sürdürülebilirliği ile çevreye ve sağlığa olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalar da bu bölümün alt başlığında ayrıntılı olarak yer bulmuştur.

2.1. Bitcoin Maliyetine Etki Eden Unsurlar

Cheah ve Fry (2015)'ın yapmış olduğu hesaplara göreyse Bitcoin fiyatı tamamen spekülasyon balonlarca belirlenmektedir. Özellikle 2015 yılı şubat ayındaki Bitcoin varlığının %70'i hareketsiz, uyuyan hesaplarda tutulmakta olduğu için de Bitcoin'i bir para biriminden ziyade bir mülke benzetmişler ve Bitcoin asli değerinin sıfıra eşit olduğunu savunmuşlardır (Cheah & Fry, 2015).

Bitcoin madenciliğinde kullanılan enerji miktarı ile madenci kazançları birbirlerini negatif bir şekilde etkilemektedir. Özellikle bu negatif etki, madenci gelirlerinin az ve oynak olduğu zamanlarda daha da belirginleşmektedir Bitcoin'in yüksek enerji maliyetleri madencilerin kazançlarının maliyetlerini karşılamasını ertelemektedir. Eğer ucuz enerjiye erişimi veya verimli madencilik donanımları yoksa, Bitcoin madenciliği karlı bir iş olmaktan çıkmaktadır. Bitcoin enerji maliyetleri Bitcoin madenciliğinin zayıf noktasıdır da denebilir (Das & Dutta, 2020).

Hayes (2017), kripto para madenciliğinin karlı bir iş olup olmadığına karar vermek için gerekli olan şeyin kripto para fiyatının maliyetleri karşılayıp karşılamadığı olduğunu belirtmiştir. Böylece kripto paraların değerlerini nelerin etkilediği üzerine bir çalışma yapmıştır. Kripto paranın değerine etki eden şeyler için 5 adet hipotez öne sürmüştür. Bu hipotezler aşağıdaki gibidir:

- Kripto para madenciliği sırasında ihtiyaç duyulan bilgisayar hesaplama gücü, kripto para değeriyle orantısız olarak ilişkilidir.
- Kripto para madenciliği sırasında bir kripto paranın kripto para/dakika cinsinde bulunma hızı kripto para değeriyle ters orantısız şekilde ilişkilidir.

- Kripto para madenciliğiyle şimdiye kadar elde edilen kripto paranın toplam elde edilebilecek kripto para içerisindeki yüzdesi kripto para değeriyle orantısal olarak ilişkilidir.
- Scrypt algoritmaya sahip olan kripto paralar, SHA-256 algoritmaya sahip kripto paralardan ceteris paribus daha değerlidir.
- Kripto paranın eskiliği, kripto para değeriyle orantısal olarak ilişkilidir (Hayes, 2017).

Hayes (2017), 66 farklı kripto paranın değerlerini dikkate alarak ampirik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda üç hipotezini doğrulamış olup ikisinin ise yanlış olduğunu fark etmiştir. Madencilikte ihtiyaç duyulan bilgisayar gücünün kripto para değeriyle doğru orantılı olarak, madencilik sırasında kripto para bulma hızının ise ters orantılı olarak ilişkili olduğu bu çalışmada görülmüştür. Aynı zamanda scrypt algoritmanın SHA-256 algoritmaya göre daha değerli kripto para oluşturduğu da görülmektedir. Bunun yanı sıra madencilik vesilesiyle şimdiye kadar elde edilen kripto paraların toplam elde edilebilecek kripto paralar içerisindeki yüzdesinin kripto para değerine etkisi olmadığı görülmüştür. Birçok kripto paranın 0'dan sonra 8 basamağa kadar bölünebilmesi ve aksi halde çok kullanışsız olacak olması bunun sebebi olabilmektedir. Aynı zamanda kripto paranın eskiliğinin de değerinde pek etkili olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak da çalışmada kullanılan kripto paraların büyük çoğunluğunun o zamanda 2 yıldan daha kısa bir geçmişe sahip olması düşünülmektedir (Hayes, 2017).

Bilgisayar işgücü için gerekli olan enerjinin maliyeti Bitcoin madenciliği maliyetinin en önemli kalemidir. İnternet hizmetleri, kablolama maliyetleri, bilgisayar bakımı gibi diğer küçük işletme maliyetleri enerji maliyetinin yanında ihmal edilebilir seviyededir. Burada Bitcoin enerji maliyeti olarak bahsedilen şey esasında Bitcoin marjinal enerji maliyetidir (Hayes, 2017).

2.2. Bitcoin Fiyatına Etki Eden Unsurlar

Bitcoin'in ademi merkeziyetçi yapısı, anonimliği, dünya genelinde resmi regülasyonların çok az olması onu çok fazla riskli yapmaktadır. Bu sebeple Bitcoin fiyat yapısı asla istikrarlı olmamıştır. Bu durumlar devam ettiği sürece de istikrarlı olmaya yaklaşamayacaktır (Kristoufek, 2020). Bitcoin ekonomisinin dinamikleri, ademi

merkeziyetçi yapısı ve pazarın aktörleri arasındaki etkileşimle oluşturulan sosyal faktörlerce çok güçlü bir şekilde belirlenir (Garcia vd., 2014).

Kristoufek (2015)'e göre Bitcoin madenciliğindeki zorluk ve zorluğun da bir etkeni olduğunu bildiğimiz donanım işlem gücü olan hash değerleri arttıkça uzun vadede Bitcoin fiyatı da artmaktadır. Ayrıca Bitcoin pazar hacmi de 2012 yılının Ekim ayına kadar Bitcoin fiyatını negatif etkilerken bu tarihten sonra etkisi azalarak bitmiştir. Ticaret işlemleri arttıkça da 2013 yılının ocak ayına kadar Bitcoin fiyatı artarken bu tarihten sonraki etkisi zayıflayarak yok olmuştur. Bitcoin arzı da Bitcoin fiyatını pozitif olarak etkilemektedir. Bunların yanı sıra Kristoufek, Google ve Wikipedia internet sitelerindeki Bitcoin kelimesinin aranma sayılarının da Bitcoin fiyatını arttırdığını ortaya koymuştur. Bitcoin internette popülerleştikçe Bitcoin fiyatı artmaktadır. Buna karşı olarsa finansal stres endeksinin veya altın fiyatlarının Bitcoin fiyatlarına herhangi bir etkisi olduğunu görmemiştir (Kristoufek, 2015).

Yermack (2015), dünya genelindeki resmi para birimlerinin değerlerinin Bitcoin değerini etkilemediğini ifade etmiştir. Ayrıca 2011 ile 2013 yılları arasında ABD borsasındaki payların işlem hacimlerini de incelemiş ve Bitcoin değeriyle ilişkilendirilebilecek bir payın olmadığını sadece 2 Milyar \$'ın altında bir değere sahip olan Vitamin Shoppe paylarının davranışlarının Bitcoin davranışlarına yakın olduğunu görmüştür. Vitamin Shoppe'nin ise Bitcoin'le bir alakasının olmaması ve hatta internet sitelerinde dahi Bitcoin'i ödeme yöntemi olarak kabul etmemesi, bunun bir tesadüf olduğunu göstermektedir (Yermack, 2015).

Borsalardaki Bitcoin fiyatlarına etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Tacirlerin sermayelerinin borsalardaki Bitcoin fiyatları üzerine yüksek etkisi vardır. Sermayelerin çokluğu, borsadaki alış satış emirlerinin etkisini arttırmaktadır. Bu da özellikle grafik okuyucusu tacirlerin sürü davranışlarını bir fiyat trendi oluşumunda etkilemektedir. Fiyat dalgalanmaları genellikle grafik okuyucu tacirlerin davranışlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca ortalama fiyat, toplam harcanabilir nakit paranın toplam satın alınabilir Bitcoin oranına bağlı olmaktadır. Yeni tacirler, borsaya nakit parayla girdiklerinde fiyatlar yükselme eğilimindedir. Aynı zamanda grafik okuyucusu tacirler, geçmiş dalgalanma eşiklerine göre alım satım eğilimindedirler. Bu da fiyatların bu dalgalanların dışına çıkmamasını zayıf da olsa etkilemektedir (Cocco vd., 2017).

Kripto para fiyatları birbirlerine oldukça bağlıdır. Ripple veya Litecoin gibi kripto paraların değeri Bitcoin değerine oldukça bağımlıdır. Tersine de bir nebze kadar doğruysa Bitcoin değeri, diğer kripto paraların değerine, diğer kripto paraların değerinin Bitcoin değerine bağlı olduğu kadar bağlı değildir. Bunun dışındaysa Bitcoin değeri, diğer finansal varlıkların değerleriyle anlamlı bir şekilde ilişkili değildir (Corbet vd., 2018).

Kripto paralar ve Bitcoin hakkında basında çıkan haberlerin Bitcoin fiyatına bir etkisi olup olmadığı sorusuna istinaden Yahoo Finance ve Bloomberg sitelerindeki haberler dikkate alınarak bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda basında çıkan haberlerin, haberin çıktığı günkü Bitcoin ortalama fiyatına, Bitcoin en yüksek fiyatına ve Bitcoin işlem hacimlerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Teker vd., 2020).

Bitcoin fiyatlarının Türkiye koşullarındaki döviz kurları, BİST100 endeksi, altın fiyatları ve aylık mevduat faiz oranları ile olan ilişkisi de incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaysa bu etkenlerden sadece aylık mevduat faiz oranlarının, Bitcoin fiyatından etkilendiği sonucuna varılmıştır (Güleç vd., 2018).

Aghalibayli (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada Bitcoin fiyatını etkileyen faktörler arasında altın fiyatları, ham petrol fiyatları ve Euro döviz kuru incelenmiştir. Sonuç bölümünde Bitcoin yatırımcılarına verdiği tavsiyede altın ve ham petrol fiyatlarının Bitcoin fiyatlarına etki ettiğini belirtmiştir. Altın veya ham petrol fiyatları arttığında Bitcoin fiyatları artmaktadır. Tersine de doğru olduğundan altın ve ham petrol fiyatlarının düşüşüyle Bitcoin fiyatları da düşeceğinden Bitcoin yatırımcılarına Bitcoin'lerinde satışa gitmelerinin doğru karar olacağını söylemektedir. Lakin Bitcoin fiyatlarının altın ve ham petrol fiyatları üzerine bir etkisi olmadığı da yine aynı çalışmada belirtilmektedir. Benzer şekilde Euro kurunun Bitcoin fiyatına veya Bitcoin fiyatının Euro kuruna herhangi bir etkisinin olmadığı da bu çalışmada belirtilmiştir (Aghalibayli, 2019). Aghalibayli'nin (2019) bu çalışması, Güleç ve arkadaşlarının (2018) çalışmasıyla altın konusunda elde edilen sonuçlar çerçevesinde çelişmektedir.

López-Cabarcos ve arkadaşlarının da (2020) S&P 500 endeksinin, VIX ve sosyal ağ duyarlılığının Bitcoin fiyat oynaklığı üzerine olan etkisini inceleyen çalışması bulunmaktadır. S&P 500 endeksi, çeşitli sektörlerden 500 şirketi içeren ve finansal pazarı yansıtan bir endekstir. VIX ise S&P 500 endeksini baz alarak pazar oynaklığını ölçen bir endekstir. Çalışmanın sonunda S&P 500 endeksinin ve S&P 500 endeksi hakkındaki

sosyal ağ duyarlılığının Bitcoin fiyat oynaklığını etkilediğini ortaya koymuşlardır. Hatta S&P 500 endeksinin S&P 500 endeksi hakkındaki sosyal ağ duyarlılığına nazaran Bitcoin fiyat oynaklığını daha çok etkilediği görülmektedir. VIX değerlerinin de Bitcoin fiyat oynaklığını etkilediği, yine bu çalışmada görülmüştür. Bu da Bitcoin'in yatırımcılar için güvenli bir sığınak olduğunu göstermektedir (López-Cabarcos vd., 2020).

Pyo ve Lee (2019), ABD'de bulunan Federal Açık Piyasa İşlemleri Komitesi'nin (FOMC) açıklamalarının veya ABD'de resmî kurumlar tarafından yapılan işsizlik oranları, üretici fiyat endeksi ve tüketici fiyat endeksi verilerini içeren makroekonomik açıklamaların Bitcoin fiyatlarını etkileyip etkilemediği üzerine bir çalışma yapmışlardır. FOMC senede sekiz adet olağan ve tarihleri önceden belirlenmiş toplantı yapmaktadır. Bazen olağanüstü durumlarda da toplanabilmektedir. Bu çalışmanın süresi boyunca 18.07.2010 ile 10.09.2018 tarihleri arasında 65 FOMC toplantısı yapılmış olup 97 FOMC açıklaması yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucundaysa FOMC açıklamalarının Bitcoin fiyatını etkilediği görülmüştür. Öyle ki Bitcoin fiyatlarının açıklamadan önceki günlerde yükseldiği, lakin açıklamanın olduğu günlerdeyse düştüğü görülmüştür. Diğer makroekonomik verilerin açıklanmasının ise Bitcoin fiyatı üzerine belirgin bir etkisi olmamıştır (Pyo & Lee, 2019).

Ayrıca Bitcoin'in ve diğer altcoinlerin ponzi olup olmadığıyla alakalı çalışma da yapılmıştır. Bu çalışmaya göre kripto paraların birer ponzi olmadıkları açıkça ortaya konmuştur. Kripto paralar, her ne kadar insanların kolay para kazanma arzularını körüklemişse de teknolojik altyapıları ve özellikle blok zincir teknolojisiyle birçok alanda çözümler üreterek ortaya çıkış ve kullanım amaçları özelinde kötü maksattan ziyade iyi amaçlar sunmaktadır (İşler vd., 2019). Ayrıca Bitcoin'in fiyat yapısı, oynak olduğundan dolayı yatırımcılarının kar edip etmeyecekleri de önceden belli olmadığından ponzi olmadığını açıkça ortaya koymaktadır (Çarkacıoğlu, 2016).

Aksoy vd. (2020) yaptığı bir araştırmada 18.01.2018 ile 24.12.2019 gibi dar bir tarih aralığında Bitcoin, Bitcoin Cash, Ethereum, Litecoin ve Ripple kripto para fiyatlarının birbirleriyle olan etkileşimi araştırılmıştır. Bu araştırmada Bitcoin fiyatına Ethereum ve Litecoin'in etki ettiği, Bitcoin'in ise Bitcoin Cash ve Litecoin fiyatlarına etki ettiği Toda Yamamoto nedensellik analiziyle belirlenmiştir (Aksoy vd., 2020).

Bitcoin fiyatına sosyal medya görünürlüğünün etki ettiği öngörülmüştür. Bu doğrultuda Google'da ve Wikipedia'da aratma ile Twitter'da alıntılanma oranlarının

Bitcoin fiyatına etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Bitcoin Twitter’da popülerleştikçe Google ve Wikipedia aramalarının arttığı, böylece Bitcoin bilinirliğinin de arttığı ve dolayısıyla Bitcoin’e olan talebin artmasıyla fiyatının da arttığı görülmüştür (Garcia vd., 2014).

Çalışmamıza en yakın çalışma, Kristoufek (2020) tarafından yapılmıştır. Kristoufek, Bitcoin üretim maliyetlerinin donanım ilk yatırım maliyetlerini de dikkate alarak Bitcoin fiyatına olan etkisini araştırmıştır. Bu çalışmasını ortalama donanım verimliliğini sadece Mart 2014 ile Aralık 2017 tarihleri arasında piyasaya sürülen 20 adet ASIC madencilik donanımlarını dikkate alarak çok dar bir donanım verimliliği veri seti ile yapmıştır. Bu donanımların verimlilik değerlerini piyasaya çıkış tarihlerine göre sıralayıp aradaki bilinmeyen zamandaki değerleri hesaplayabilmek için üssel fonksiyon grafiği çizmiş ve o tarihe denk gelen verileri kullanmıştır. Ayrıca toplamda da 56 gözlem verisi ile hesap yapmıştır. Sonuç olarak Granger nedensellik testi sonucu kısa vadede karşılıklı olarak bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı ancak uzun dönemde Toda Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göreyse fiyattan madencilik maliyetlerine doğru güçlü bir nedensellik görülmekteyken; madencilik maliyetlerinin de fiyatın orta derecede nedeni olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca işletme maliyetlerinin ilk yatırım maliyetlerine kıyasla Bitcoin fiyatında daha etkili olduğu da bu çalışmada ifade edilmiştir söylenebilir (Kristoufek, 2020).

2.3. Bitcoin Sürdürülebilirliği ve Çevre ile Sağlığa Etkileri

Bitcoin’in sürdürülebilirliği meselesi çevresel, iktisadi, finansal ve ahlaki olguların bir karışımını kapsamaktadır. Özellikle Bitcoin sisteminin son yıllarda artan enerji ihtiyacı, bu sürdürülebilirlik meselelerinin tüm olgularını ilgilendirmektedir (Vranken, 2017).

Bitcoin madenciliği, birçok ülkenin toplam enerji kullanımından daha fazla enerji talep etmektedir. Öyle ki Bitcoin ve benzer kripto para madenciliğinin bu yüksek enerji talebinin Çin’de ülkenin enerji arzının talebi karşılama konusunda sıkıntı yaratabileceği ihtimaline karşılık Çin hükümeti tarafından ülke içerisinde kripto para madenciliğinin yasaklanması bile düşünülmüştür. Fakat bu düşünce, bir yasağa dönüşmemiş ve neyse ki sadece düşünce olarak kalmıştır (Leslie, 2020).

2017 yılında Bitcoin ağının 2,55 GW elektrik kullandığı ve bu miktarın neredeyse İrlanda’nın kullandığı elektrik miktarına eşitlendiği görülmektedir (de Vries, 2018).

Ekvador'un elektrik kullanımını ise geçmiş bulunmaktadır (Heaven, 2018). Bu miktarın sadece 1 yıl içerisinde 7,67 GW'a çıkarak Avusturya'yla karşılaştırılabileceği öngörülmüştür. Bitcoin madenciliği, yıllar içerisinde çok fazla enerji açlığı olan bir iş haline gelmiştir. Özellikle Bitcoin ağının güvenliği için gerekli olan işlemlerin blok zincire eklenme işi, madenciliği zorunlu da kıldığından 2018 yılının mart ayı ortalarında yaklaşık saniyede 26 kentilyon hash işlemi gerçekleşmektedir. Bu da saniyede 2-3 işleme tekabül etmektedir. Her işlemin hesaplanması için gerekli olan yakıt ise elektriktir (de Vries, 2018).

Bitcoin madenciliğinin çevresel boyutu, sadece enerji kullanımı ve bunun sonucunda ortaya çıkan karbon emisyonu değildir. Aynı zamanda madencilik donanımları, yüksek enerji kullanımının sonunda aşırı derecede ısınmaktadır. Bu da küresel ısınmaya ek bir külfet getirmekle birlikte soğutma ihtiyacını da ortaya çıkarmaktadır. Bu, İzlanda gibi soğuk iklim ülkelerinde soğutma maliyetlerinin azlığı sebebiyle madenciliğin gelişmiş olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yıpranan ve kullanımı imkansızlaşan donanımların yenileriyle de değiştirilmesi gerekmektedir. Bu da elektronik atıkların açığa çıkması gibi büyük bir çevre problemini daha ortaya çıkarmaktadır (Leslie, 2020). Bitcoin madencilik donanımlarının 2018 yılında 10.948 tonluk bir elektronik atık ortaya çıkardığı hesaplanmıştır ki bu da Lüksemburg gibi gelişmiş ama küçük bir ülkenin yıllık elektronik atık miktarına denk gelmektedir (de Vries, 2019). Bitcoin madenciliğinin karbon ayak izleri takip edildiğinde çevrecilik açısından her geçen gün daha kötüye gittiği görülmektedir. 2018 yılında Bitcoin madenciliği sebebiyle 29,6 milyon ton CO₂ salınımı gerçekleşmiştir. Bu da işlem başına 363,5 kg CO₂ miktarına denk gelmektedir (de Vries, 2019).

Her ne kadar Bitcoin ağı için gerekli olan enerji ihtiyacı, bilim insanları tarafından sorun teşkil edebilecek seviyelere ulaştığı düşünülse de 2015 yılında Bitcoin ağı 3,97 milyon GJ enerji harcarken altın madenciliği 475 milyon, altın geri dönüşümü 25 milyon, kâğıt para basımı ve darphaneler 39,6 milyon, bankacılık sistemiye 2.340 milyon GJ enerji harcamıştır. Bu kıyas sonucunda Bitcoin'in enerji ihtiyacının, diğer temel finansal sistemlerin enerji ihtiyacıyla yarışamayacak kadar az olduğu görülmektedir. Ayrıca Bitcoin'in çevresel olarak sürdürülebilirliği söz konusu olduğunda da CO₂ salınımının da diğer finansal sistemlere göre çok çok az olduğu görülmektedir. Ayrıca Bitcoin donanım teknolojileri, gün geçtikçe enerji kullanımı açısından daha da verimli bir şekilde gelişmektedir (McCook, 2015).

2018 yılının ağustos ayına gelindiğindeyse Bitcoin madenciliği sebebiyle dünya genelinde atmosfere salınan CO₂, 22,9 milyon tona ulaşmıştır. Bu CO₂ salınım miktarı, Ürdün ve Sri Lanka devletlerinin salınım miktarlarına eşittir. Bu salınım miktarı için gerekli enerjiyse yıllık 45,8 TWh olarak hesaplanmıştır. Bitcoin madenciliğinin çevresel etkisini araştıran çalışmalarda soğutma ve bilişim ekipmanlarının kayıplarından olan etkiler genellikle ihmal edilmektedirler. Ancak bu etkiler, ihmal edilebilir olarak kabul görse dahi çok fazladır. Bitcoin madencilik ağındaki toplam kullanılan gücün %0,1'i verimsiz donanım kullanan küçük madencilerden gelmektedir. Bunların kullandığı elektrik, 0,1 MW'tır. Orta boyutlu madenciler, orta verimlilikte donanımlar kullanırlar ve ağ gücünün yaklaşık %1'ine sahiptirler. Bunlar 1 MW veya daha az elektrik enerjisi kullanırlar. Büyük madenciler ise Bitcoin ağının hakimidirler ve 1 MW'tan daha fazla elektrik enerjisi kullanırlar ve ağın geri kalan tüm gücüne sahiptirler. Sayısal olarak bakıldığında küçük madenciler toplam madencilerin %15'ini, orta büyüklükteki madenciler %19'unu ve büyük ölçekli madenciler de %65'ini oluştururlar (Stoll vd., 2019).

Atmosfere salınan CO₂'nin, iklim değişikliği gibi bazı etkilerinin yanı sıra sağlığı bozucu etkilere de sahiptir. Bitcoin madenciliği sürecinde kullanılan elektrik enerjisinin üretiminde çoğunlukla dünya genelindeki elektrik üretiminin çoğunda olduğu gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların elektrik üretiminde kullanılması durumunda ortama sağlığa zararlı olan CO₂, NO_x, SO₂ ve bazı ince partiküller salınmaktadır. Bu salınımların sonucunda insanların bu zararlı kimyasallara maruz kalması ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır, hatta erken ölümlere de sebebiyet vermektedir. Bu da Bitcoin üretiminin parasal olarak sağlık sistemine ve iklime olan zararının olduğu anlamına gelmektedir. 2018 yılında Bitcoin madenciliği sonucu üretilen her 1 \$'lık Bitcoin için sağlık sistemine ve iklime verilen zarar ABD'de 0,37 \$, Çin'de ise 0,49 \$'dır. Bitcoin madenciliğinde kullanılan elektrik ne kadar ucuzsa sağlığa ve iklime olan olumsuz etkisi de o kadar fazla olmaktadır (Goodkind vd., 2020).

Diğer yandan 2018 yılı ortasında Bitcoin madenciliği yaparak 1 \$ değer elde etmek için 17 MJ enerji tüketmek gerekmekteydi. Halbuki 1 \$'lık bakır için 4 MJ, altın için 5 MJ, platin için 7 MJ enerji tüketmek gerekiyordu. Kıymetli madenlerden sadece alüminyum üretiminde 1 \$'lık değer elde etmek için ise 122 MJ enerji tüketimine ihtiyaç duyulmaktaydı (Krause & Tolaymat, 2018). Microgrid Sandbox gibi hem üretici hem de tüketici konumunda olan eşler arası yenilenebilir enerji aktarım yöntemleri, Bitcoin'in

sürdürülebilirlik problemini bir nebze olsun azaltırken enerji maliyetlerini de düşürmektedir (Park & Yong, 2017).

1 tekil Bitcoin işlemi için kullanılan enerji miktarı, Birleşik Krallık'ta bir evin 1 aylık enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bitcoin'in devam eden fiyat artışı, Bitcoin madenciliğini daha da popüler hale getirirken Bitcoin benzeri yine karbona dayalı enerji ihtiyacı duyan yeni kripto paraların ortaya çıkmasına da vesile olmaktadır. Özellikle Paris İklim Antlaşması'nın ülkelerin enerji kullanımlarını azaltmaya teşvik ettiği bir ortamda, zaten kısıtlı olan enerji kaynaklarının Bitcoin üretimine kullanılması dünya üzerinde ülkeler nezdinde de problem yaratmaktadır. Bunun yanı sıra Bitcoin ve blok zincir teknolojisinin yarattığı faydalar da açıkça görülmektedir. Bu sebeple hem bu teknolojinin faydalarına bir zararı dokunmayacak hem de yoğun enerji kullanımını durduracak çözüm önerileri üzerine çalışılmalıdır. Önerilerden biri, tıpkı enerji verimliliği düşük beyaz eşyaların ticaretinin bazı ülkelerde yasaklanması gibi kripto para madencilik donanımlarının belirli bir enerji verimliliğinin altında kalması durumunda ithalat ve satışlarının yasaklanmasıdır (Truby, 2018).

3. BÖLÜM:

BITCOIN ENERJİ MALİYETLERİNİN HESAPLANMASINA DAİR BİR UYGULAMA

Bu bölümde literatürden elde edilen bilgilerle Bitcoin enerji maliyetlerinin hesaplaması üzerine bir uygulamaya yer verilmiştir. Bu hesaplama yapılırken Hayes'in 2017'de yaptığı çalışma temel alınacak ve gerekli olan veriler arşivlerden çekilecektir. Aşağıdaki kısımlarda verilerin elde ediliş biçimleri ve ortaya konan araştırma sorunu ayrıntılı bir biçimde açıklanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Amacı

Bitcoin madenciliğiyle ilgili donanımlar geliştikçe yaklaşık 10 dakikada bir blok kazılmaya ayarlanmış olan zorluk derecesi de artmaktadır. Bu sebeple 2013 temmuz ayı itibarıyla Bitcoin üretim maliyeti, Bitcoin fiyatını aşmıştır (Dwyer, 2015).

Bitcoin madenciliğinde 1 Bitcoin'in değerinin madencilik sonrası kazanılan 1 Bitcoin maliyetine eşdeğer olması beklenmektedir. Eğer maliyet, Bitcoin değerinin altındaysa madenciler daha fazla donanımı sisteme sokarak zorluk seviyesi güncellemesiyle maliyeti arttırır. Bunun tersi de doğrudur. Eğer Bitcoin değeri, madencilik sonrası elde edilen Bitcoin maliyetinden azsa madenci sistemden donanım gücünü çıkarır. Bunun sonucunda da zorluk güncellemesiyle Bitcoin maliyeti azalır. Böylece bir denge oluşur ve madenciler 0 iktisadi kar sağlarlar. Madenciler, esas gelirlerini işlem ücretlerinden sağlamaktadırlar (de Vries, 2021).

Araştırmanın amacı, Bitcoin fiyatına etki ettiği varsayılan birçok farklı unsurdan biri olan enerji maliyetlerinin doğru bir şekilde hesaplanmasıdır. Bu hesaplama sonrasında da Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatı ile olan ilişkileri ortaya konmaya çalışılacaktır. Bitcoin fiyatına etki eden ve araştırması yapılan etkenlerden bahsedilmiştir. Bunların içerisinde bilebildiğimiz kadarıyla belirlenmesi en zor etkenlerden biri olan enerji maliyetinin Bitcoin fiyatı üzerine etkisi, daha önce ayrıntılı bir şekilde incelenmemiştir. Çalışmamızda öncelikle Bitcoin enerji maliyeti, belirli bir zaman içerisinde hesaplanmıştır. Akabinde ise Bitcoin fiyatıyla aralarındaki ilişki irdelenecektir.

Yatırımcıların, Bitcoin ve diğer kripto paralar hakkında bilgi arayanların, blok zincir geliştiricilerin, akademisyenlerin Bitcoin fiyatının enerji maliyetlerinin hesaplanma yöntemi konusunda bu çalışma sonuçlarından bilgi edinmesi beklenmektedir.

3.2. Veri

Bitcoin, ilk olarak 2008 yılında ortaya çıkmasına rağmen 2010 yılında bir değer almaya başlamıştır (Bitcoin Fiyatı, 2017). Türk lirası olarak işlem görmeye ise 2013 yılında başlamıştır. CoinMarketCap sitesinden alınan verilere göre 01.05.2013 tarihi, Bitcoin'e TL cinsinden değer atfedildiği ilk gündür. Bu tarihte 1 Bitcoin'in 980,21 TL'ye karşılık gelen bir fiyatı olduğu görülmüştür (CoinMarketCap, 2021a). Bu sebeple araştırmamızın başlangıcı olarak 01.05.2013 tarihi belirlenmiştir. Araştırmamızın bitiş sınırıysa hesaplamalara başladığımız 29.03.2021 tarihi olarak belirlenmiştir. Hesaplamalarımıza başlamak için bir bitiş tarihi belirlemek durumunda oluşumuz hesaplamalara başladığımız bu tarihe denk geldiği için tesadüfen belirlenmiştir. 29.03.2021 tarihindeki 1 Bitcoin değeri ise 483.865,82 TL'dir (CoinMarketCap, 2021a). Bitcoin fiyatı verileri CoinMarketCap (CoinMarketCap, 2021a) sitesinden, Bitcoin madencilik ağında üretilen toplam günlük hash miktarı verileri blockchain.com sitesinden (Blockchain, 2021), elektrik fiyatı verileri de TEDAŞ'ın resmi sitesinden (TEDAŞ, 2021) kullanılmıştır.

Bitcoin enerji maliyetlerini hesaplamak için kullanılacak olan saniyedeki hash miktarı, Bitcoin madenciliği başladığı günden itibaren 3 günlük ortalamalar şeklinde TH/s birimi olarak çekilmiştir (Blockchain, 2021). Bu değerler 3. denklemdeki $\frac{\rho}{1000}$ verisine denk gelmektedir. Elektrik birim fiyatlarıysa TEDAŞ'tan tedarik edilmiştir (TEDAŞ, 2021). Bu da yine 3. denklemdeki $\frac{b}{kWh}$ verisine denk gelmektedir.

3.3. Yöntem

Bu çalışmada Bitcoin üretimi için gerekli olan enerji ihtiyacı hesaplanmaya çalışılmaktadır. Bu hesaplama için ayrıca kullanılacak olan donanımların hash verimliliği değerleri de üssel fonksiyon haline getirilerek formüle edilmektedir. Ardından enerji birim fiyatları belirlenerek 1 Bitcoin üretmek için gerekli olan enerjinin maliyeti hesaplanmaktadır. Bu maliyetler, 3'er günlük frekanslarla zaman serileri haline getirilmektedir. Aynı frekanslarda literatürden elde edilen Bitcoin fiyatlarının da zaman serileri oluşturulmuştur. Tabii bu hesaplamaları yaparken kullanılan veriler için de aynı 3'er günlük frekanslarla zaman serileri oluşturulmaktadır. Bu veriler, Bitcoin ağında oluşturulan günlük hash gücü miktarı, Bitcoin üretiminde kullanılan donanımların hash verimlilik değerleri ve enerji birim maliyetleridir. Bu oluşturulan zaman serileri grafiklerle dökülerek zaman içerisindeki değerleriyle değişimleri kıyaslanmaktadır. 1

Bitcoin üretmek için gerekli olan enerji maliyeti hesaplandıktan sonra Bitcoin fiyatı ve diğer başka değerlerle olan ilişkilerinin ortaya konması için grafiksel analizler, ayrıca Bitcoin enerji maliyetleri ile Bitcoin fiyatı arasındaki ilişkinin varlığını anlamak için korelasyon analizinden faydalanılmaktadır.

3.3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada bilimsel bilgiyi ilerletmek için daha öncesinden araştırma yapan bilim insanlarının modelleri kullanılacaktır. Bunlar, Hayes'in 2017'de yapmış olduğu çalışma ve korelasyon testleridir.

Bu çalışmada araştırma sorunu, Bitcoin enerji maliyetlerinin hesaplanabilir olup olmadığıdır. Yapılan literatür incelemesi sonucu elde edilen sonuçlara göre "Bitcoin enerji maliyetleri hesaplanabilir" olarak belirlenmiştir. Ancak bu sorunla yetinmek doğru olmayacaktır. Eğer bu sorun doğrulanabilirse bu hesabın da araştırmanın sınırları dahilinde hesaplanmasının yapılması gerekmektedir. Yine bu hesaplamanın yapılması durumunda, hesaplanan Bitcoin enerji maliyetlerinin bazı başka değerlerle olan ilişkilerinin yorumlanabilmesi de olasıdır.

Söz konusu araştırma sorununun çözümü için gerekli olan hesaplamaları yapmak için bazı varsayımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bitcoin madenciliğinde kullanılan donanımların ortalama hash enerji verimlilik değerlerinin zaman içerisinde üssel fonksiyon şeklinde arttığı varsayılabilir (Çarkacıoğlu, 2016).

3.3.2. Enerji İhtiyacı ve Maliyetlerinin Hesaplanması

Günlük Bitcoin marjinal üretim maliyeti, 2 numaralı denkleme göre hesaplanabilir. Bu denkleme göre;

- $E_{gün}$ Türk lirası cinsinden günlük Bitcoin üretim maliyetini,
- ρ madenci tarafından çalıştırılan bilgisayarın hash gücünü,
- $\frac{\text{₺}}{kWh}$ elektrik enerjisinin Türk lirası cinsinden değerini,
- $\frac{W}{GH}$ madencilik için kullanılan donanımın enerji verimliliğini,
- $hr_{gün}$ ise bir günde olan saat miktarını yani 24'ü

ifade etmektedir. Bu denklemden türetilen 3 numaralı denklemle 1 Bitcoin marjinal üretim maliyeti hesaplanabilmektedir. Bu denklemde P^* Bitcoin marjinal üretim

maliyetini, $\frac{BTC}{gün}$ ise donanımın doğrudan Bitcoin madenciliğinde kullanıldığında 1 günde üretilebilecek Bitcoin sayısını belirtmektedir (Hayes, 2017).

$$E_{gün} = \left(\frac{\rho}{1000}\right) \times \left(\frac{\text{₺}}{kWh} \times \frac{W}{GH} \times hr_{gün}\right) \quad (2)$$

$$P^* = \frac{E_{gün}}{\frac{BTC}{gün}} \quad (3)$$

2010-2013 yılları arasında madencilik veriminin ortalama $500 \frac{W}{GH}$ olduğu hesaplanmıştır (Garcia vd., 2014). 2017 yılına gelindiğindeyse $0,15 \frac{W}{GH}$ verimlilikte donanımlar bulunmakla birlikte ortalama verimlilik $0,40 \frac{W}{GH}$ olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra teknolojik ilerlemelerle Bitcoin madenciliği donanımları da hızla gelişmektedir. Hatta o kadar gelişmektedir ki bu konuda ortaya konan Moore kanunundaki değerleri bile geride bırakmıştır. Görülen odur ki Bitcoin madenciliğinde kullanılan donanımların verimliliği her 2 senede bir, 2 kat artmaktadır (Hayes, 2017).

Hayes (2017)'in bahsettiği zamanlar dışında kaldığı ve çalışmanın sınırları dahilinde bulunan tarihleri kapsayan ortalama donanım verimlilik verileri 500 ile $0,40 \frac{W}{GH}$ arasında üssel bir fonksiyon grafiği şeklinde arttığı düşünülürse (Çarkacıoğlu, 2016) Şekil 1'de görüldüğü gibi bir grafik elde edilmektedir. Hayes'in çalışmasından farklı olarak daha geniş bir donanım çeşidinin ortalama verimliliği ele alınmıştır. Ayrıca bu verimlilik hesabı farklı zaman dilimlerini kapsamaktadır.

Bitcoin madenciliği, zorluk derecesinin sürekli güncellenmesi sebebiyle enerji maliyetlerinin hesaplanmasında zorluk derecesi kavramı da kullanılmaktadır. 4 numaralı denkleme göre enerji maliyeti Bitcoin madenciliği zorluk derecesi (D), birim elektrik maliyeti (U) ve madencilikte kullanılan donanımın verimliliğinin (ϵ) bir fonksiyonudur. Bu denklemde $D \times 2^{32}$ madencilik sürecinde 1 blok bulmak için gereken hash sayısını ifade eder (O'Dwyert & Malone, 2014).

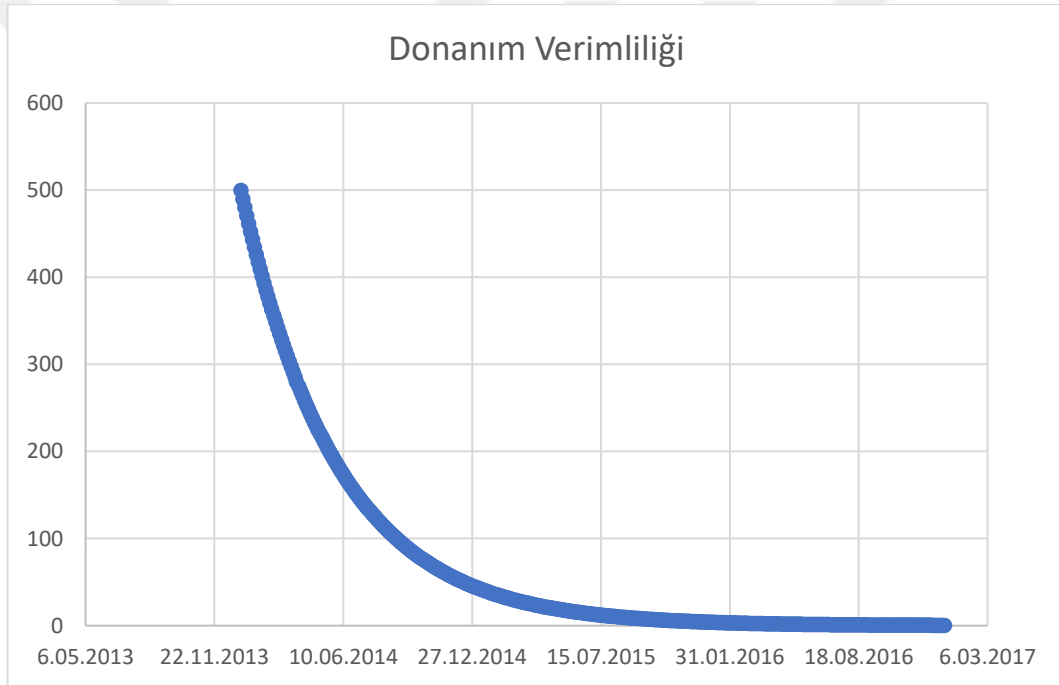
$$P^* = \frac{D \times 2^{32}}{\epsilon} \times U \quad (4)$$

Bu denklemlerle paralel olarak da Bitcoin madenciliğinden elde edilen kazancı aşağıdaki denklemle hesaplayabiliriz. $K_{gün}$ günlük kazancı, $\rho_{ağ}$ ağdaki toplam hash

gücünü, f_{BTC} Bitcoin fiyatını, $BÖ$ Bitcoin ödülünü ve $İÜ$ de işlem ücretini belirtmektedir (Harvey-Buschel & Kisagun, 2016).

$$K_{gün} = \frac{\rho}{\rho + \rho_{ağ}} \times f_{BTC}(BÖ + İÜ) \times \frac{(\rho_{ağ} + \rho) \times (10^9 \times 86400)}{D \times 2^{32}} \quad (5)$$

Analiz edilecek veriler temel olarak Bitcoin marjinal enerji maliyeti ve Bitcoin fiyatıdır. Bu iki verinin birbiriyle etkileşimi değerlendirilecektir. Bu iki veriden ilki olan Bitcoin enerji maliyeti 2 ve 3 numaralı denklemlerin hesaplanmasıyla ortaya çıkmıştır. İkinci temel veri olan Bitcoin fiyatı ise CoinMarketCap sitesinden alınmıştır (CoinMarketCap, 2021a).



Şekil 1. 01.01.2014 ile 29.12.2016 Tarihleri Arasında Üssel Fonksiyonla Hesaplanan Donanım Verimliliği Grafiği

3.3.3. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki serinin kendi aralarında ortak hareketlerinin olup olmadığını belirler. Yani kısacası şu iki soruya cevap verir: Değişkenler arasında bir ilişki var mı? Varsa da bu ilişki hangi yöndedir? Ancak korelasyon analizi, ilişki var mı sorusunu yanıtlarken bu ilişkinin nasıl bir ilişki olduğunu veya ilişkinin sebebini açığa

çıkarmamaktadır. Serilerin normal dağılım göstermesi durumunda Pearson korelasyon analizi daha uygunken, normal dağılım göstermemesi durumundaysa Spearman korelasyon analizi (Demirel, 2020) veya Kendall Tau-b yöntemi daha uygundur (Terzi, 2018). Bu nedenle çalışmamızda başlangıç noktası olarak çalışma için korelasyon analizinin yapılması uygun görülmüştür.

3.3.4. Bulgular

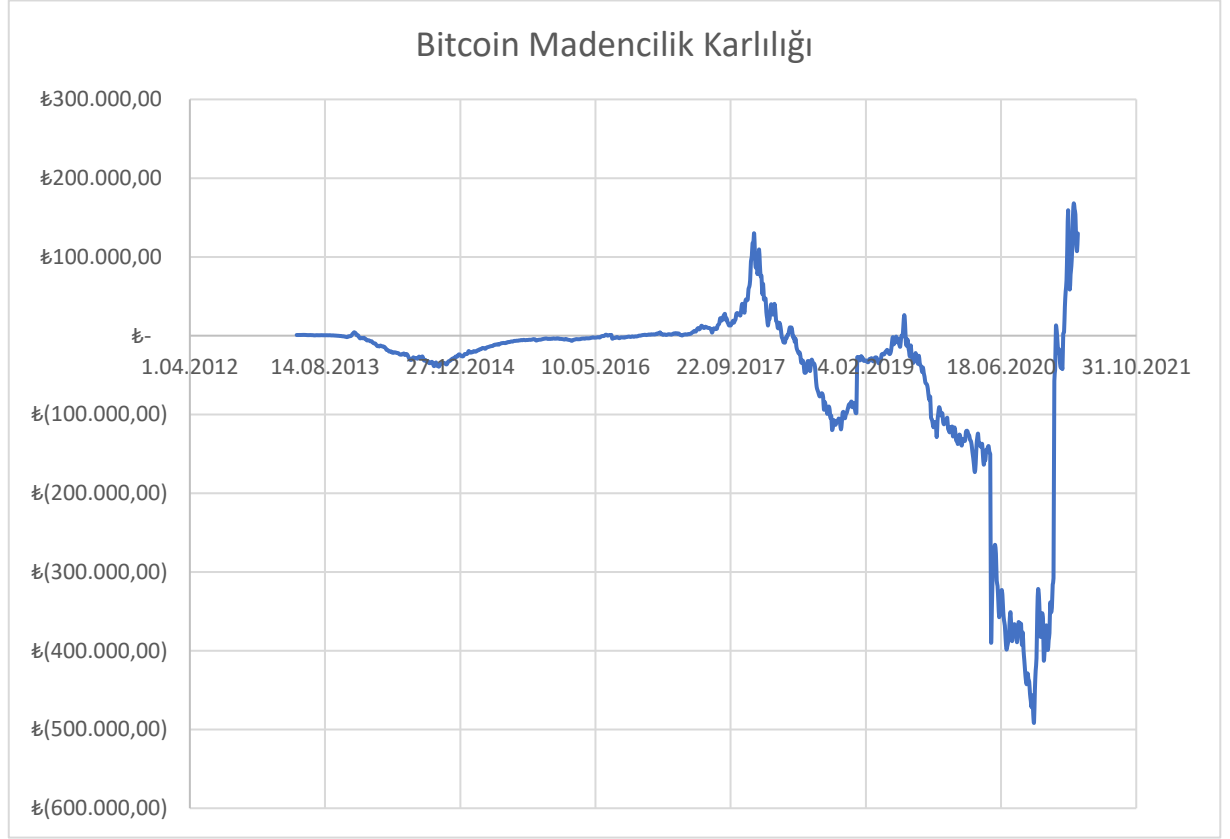
Tüm bu veriler bir araya getirilerek 2 ve 3 numaralı denklemler kullanılarak 1 Bitcoin üretimi için gerekli olan marjinal enerji maliyeti hesaplanmıştır. Çalışmanın genelinde de marjinal enerji maliyetinden enerji maliyeti olarak kısaltılmış bir şekilde bahsedilmektedir. Bunlara ek olarak günlük Bitcoin fiyatı verisi de literatürden elde edilmiştir (CoinMarketCap, 2021a). Bu verileri ve hesaplamaları ekler kısmındaki Tablo 4'te görülmektedir.

Literatür taraması ve 2 ve 3 numaralı denklemlerin hesaplanmasıyla elimizde araştırmanın sınırlandığı tarihlerde elde edilen Bitcoin madencilik ağı toplam hash sayısı, Bitcoin madencilik donanım verimliliği, günlük elde edilen Bitcoin sayısı, Bitcoin madencilik ağının günlük toplam enerji maliyeti, madencilik faaliyetiyle 1 Bitcoin üretmenin enerji maliyeti ve günlük Bitcoin fiyatı verileri bulunmaktadır. Bu verilerin çeşitli şekillerde karşılaştırması yapılabilmektedir.

3.3.4.1. Grafikselle Analizler

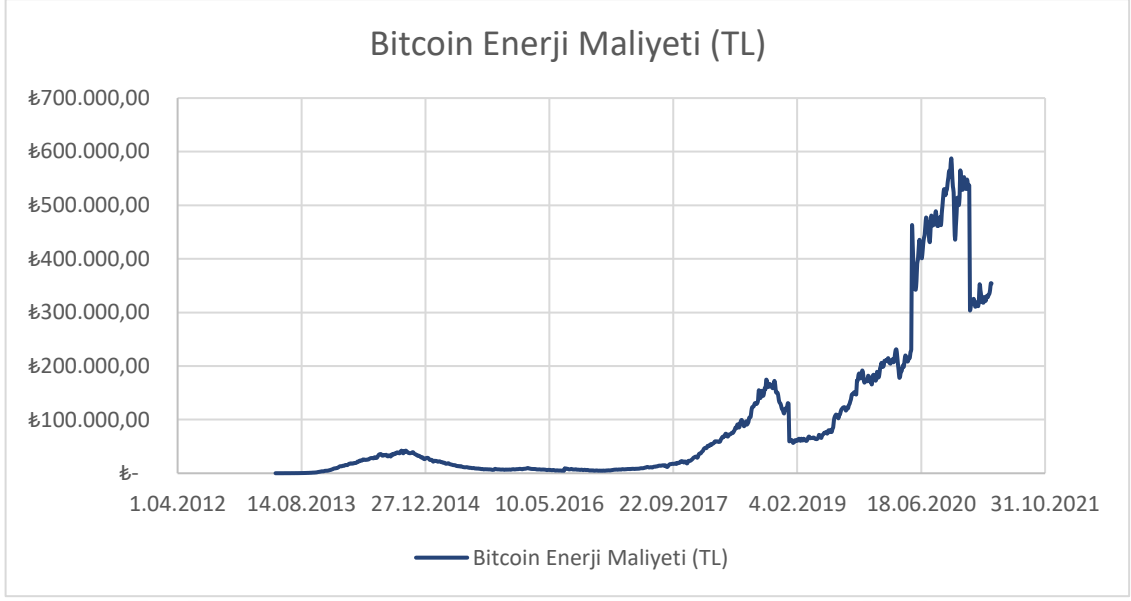
Yapılan hesaplamalarda Bitcoin enerji maliyetinin Bitcoin fiyatını geçtiği yani Bitcoin madenciliğinin karlı olmadığı zaman dilimi araştırma zaman sınırındaki zamanlar içerisinde %71,37'dir. Yani büyük çoğunlukla Bitcoin madencilerinin madencilik işinden zarar ettikleri görülmektedir. Ancak çok yüksek yoğunlukta belirli bir süre bekledikten sonra Bitcoin fiyatı, enerji maliyetlerini aşmıştır. Zarar edilen dönemler genellikle Bitcoin blok ödülü yarılanmaları zamanında görülmüştür. Belirli bir dönem sonrasında enerji maliyetleri ile Bitcoin fiyatı dengelenerek madencilik karlı bir seviyeye çıkmıştır. 2018 yılının Mayıs ayında ise Bitcoin enerji maliyetleri Bitcoin fiyatını geçmiştir. Bu zarara yönelik fark uzun süre devam etmiştir. Lakin en sonunda hem zorluk ayarlamaları sebebiyle madencilerin daha az verimli donanımlarını çalıştırmayı azaltmasıyla hem de Bitcoin fiyatının enerji maliyetlerine yaklaşmasıyla beraber 2021 yılının başlarında tekrar Bitcoin madenciliği karlı bir seviyeye çıkmıştır. Bu durum, Şekil 2'deki grafikte de

görülebilmektedir. Bu karlılık seviyeleriyle beraber yine tüm zamanların en yüksek fiyatlarını da görmüştür.



Şekil 2. Bitcoin Madenciligi Karlılığı

Şekil 2’de yer alan iki veriyi karşılaştırırken bunların zamana göre ayrı ayrı karşılaştırılması da elzemdir. Bitcoin enerji maliyetleri araştırma başlangıç tarihinden itibaren giderek artmaktayken 2015 yılı ocak ayı itibarıyla tekrar 2016 yılı temmuz ayında blok ödülü yarılanmasıyla artışa geçene kadar yavaş yavaş düştüğü görülmektedir. Daha sonra maliyet düşüşleri donanım verimliliği ortalamalarının artmasıyla gerçekleşmektedir. En son 2021 yılına gelindiğinde özellikle Bitcoin maliyetlerinin aşırı artması sonucu hem verimli donanımların piyasaya sürülmesi hem de artan maliyetler sebebiyle verimsiz donanımların madencilikteki kullanımlarının sonlanmasıyla Bitcoin enerji maliyeti, bir önceki seneye göre düşüş göstermiştir. Böylece Bitcoin madenciligi de 2017’deki karlılığını tekrar yakalayarak ve hatta geçerek tüm zamanların en karlı seviyelerini görmüştür. Bu durum Şekil 3’te görülebilmektedir.



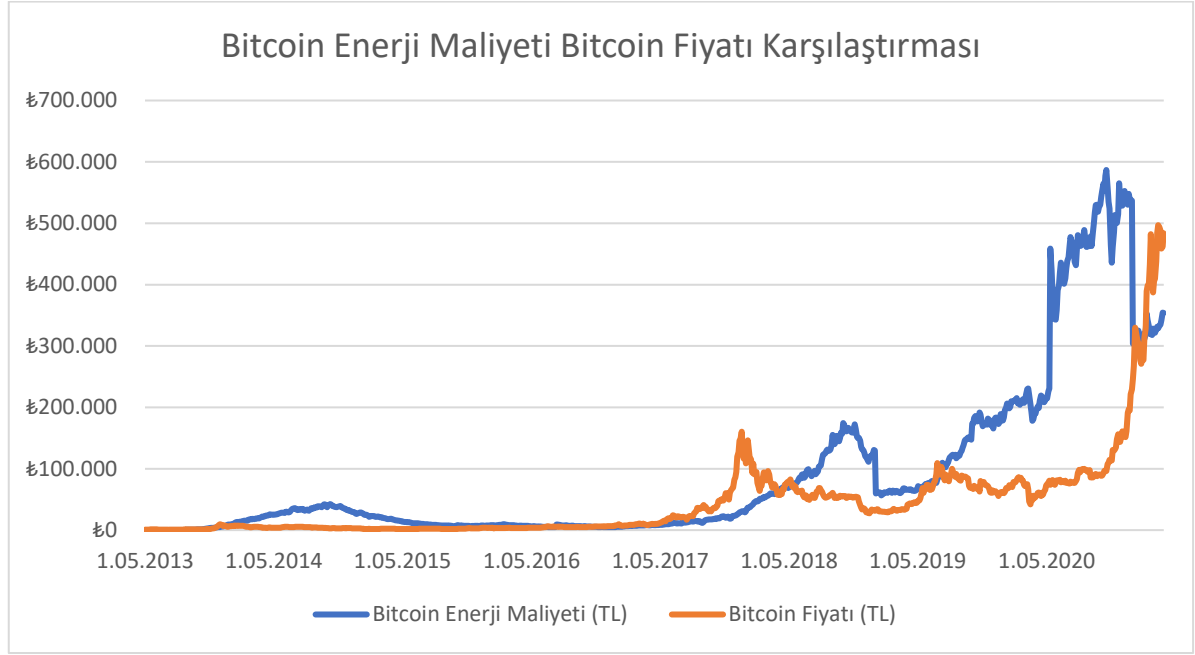
Şekil 3. Bitcoin Enerji Maliyetlerinin Zamana Göre Değişimi

Bitcoin fiyatının zamana göre değişimiye Şekil 4'teki gibidir. Fiyatlar giderek artarken 2014 yılındaki Mt. Gox borsasının iflasından sonra yoğun bir düşüş yaşamıştır. Ardından 2016 yılında tekrar bu iflas öncesi seviyelere gelmiş ve hemen akabinde o seviyeleri geçmiştir. 2017 Ocak ayında 100.000 TL'nin üzerindeki en yüksek seviyesinden 30.000 TL'nin altına tekrar hızlı bir düşüş görmüştür. Daha sonra inişli çıkışlı seviyeler görerek uzun vadede her zaman Bitcoin fiyatının yükseldiği görülmektedir. En son 14.03.2021 tarihindeyse TL bazında tarihinin en yüksek fiyatı olan 496.870,39 TL'ye işlem görmüştür.



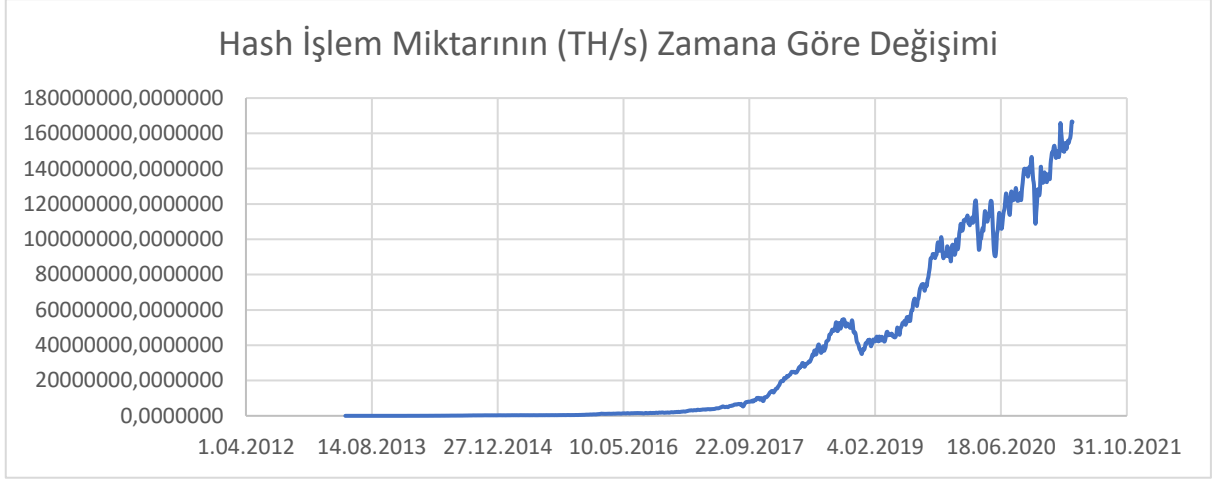
Şekil 4. Bitcoin Fiyatının Zamanla Değişimi

Şekil 5’te ise Bitcoin enerji maliyeti ile Bitcoin fiyatının zaman içerisinde beraber izlediği süreci görülmektedir. Bu grafikte Bitcoin fiyatının Bitcoin enerji maliyetlerini belirli bir süre sonrasında izlediği görülmektedir. Bitcoin fiyatı yeterince bekledikten sonra Bitcoin enerji maliyeti seviyesine gelecektir. Bu hem artışta hem azalışta tekrarlanır.



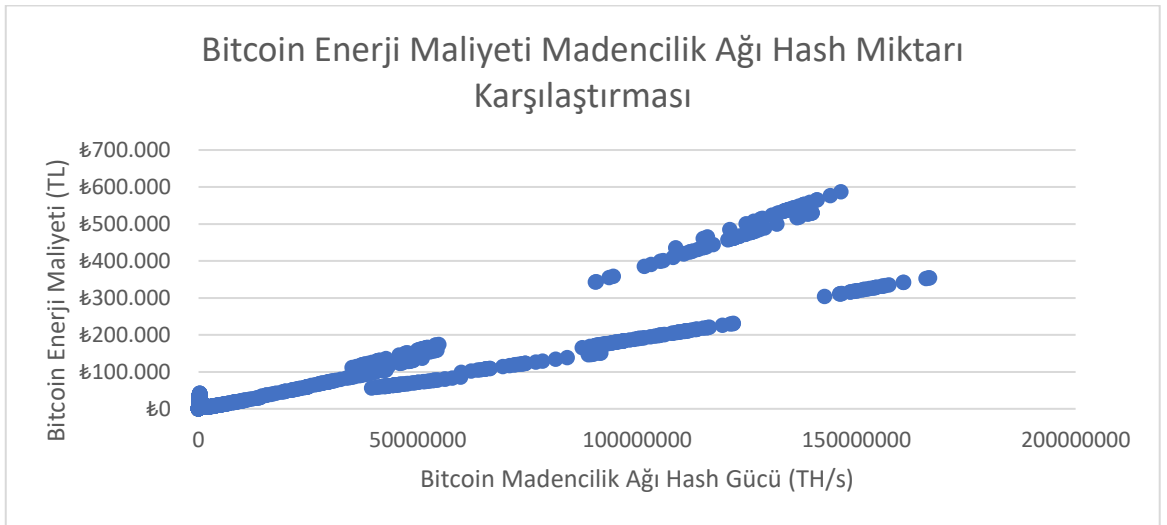
Şekil 5. Bitcoin Enerji Maliyeti Bitcoin Fiyatı Karşılaştırması

Bitcoin madencilik ağında toplam hash sayısı ilk günden bugüne çok fazla artmıştır. Verilerin ilk hesaplanmaya başladığı erken madencilik dönemlerinde, 09.01.2009 tarihinde, Bitcoin madencilik ağında 0,0000001 TH/s’lik işlem yapılmaktaydı. Araştırmamızın başlangıç tarihi olan 01.05.2013 tarihine gelindiğinde Bitcoin madencilik ağında 75 TH/s’lik işlem yapılmaktaydı. Günümüze gelindiğindeyse bu miktar 01.05.2013 tarihinden 29.03.2021 tarihine gelindiğinde tam 2.212.911 kat artarak 166.457.523 TH/s’ye çıkmıştır. Bu miktar yine çok yakın tarih olan 26.03.2021’den sonraki tüm zamanların en yüksek miktarıdır. Araştırmanın zaman sınırının içerisinde olan zamanlardaki en yüksek hash sayısı, 26.03.2021 tarihindeki 166.720.074 TH/s’dir (Blockchain, 2021). Bu zaman diliminde Bitcoin madencilik ağındaki hash değişimi Şekil 6’da görülmektedir.



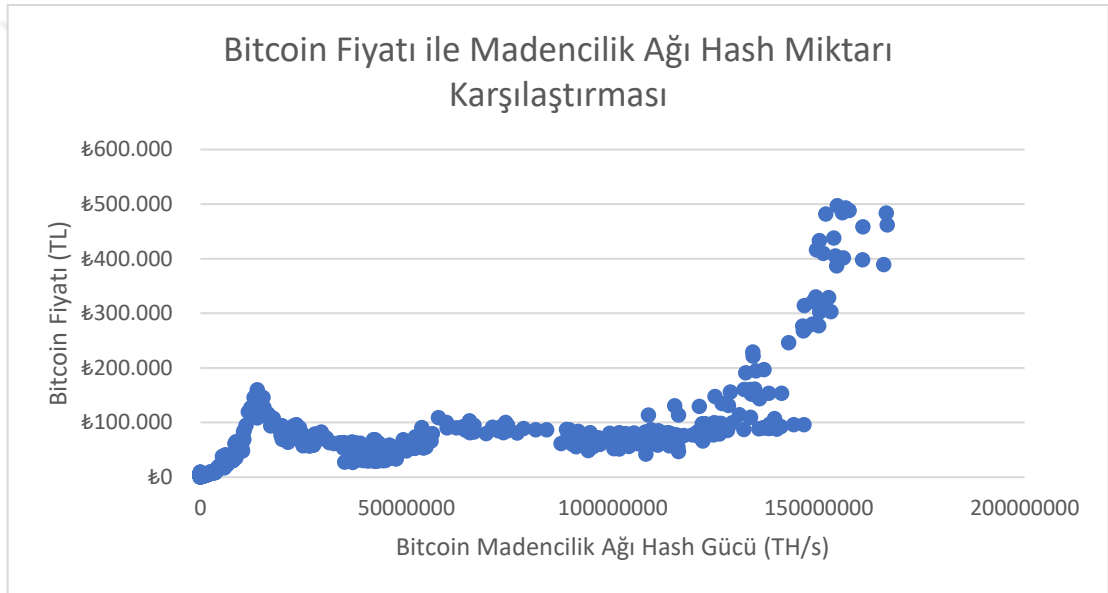
Şekil 6. Hash İşlem Miktarının (TH/s) Zamana Göre Değişimi

Bitcoin madencilik ağı toplam hash işlemi miktarı verileri, Bitcoin enerji maliyeti verileriyle karşılaştırıldığında esas olarak hash işlemi miktarındaki artışın Bitcoin maliyetlerindeki artışla sonuçlandığı düşünülebilir. Şekil 7’de bu durum görülebilmektedir. Şekil 7 incelendiğinde bu çıkarıma istisna olabilecek bazı durumlar da görülmektedir. Buradaki istisnalar incelendiğinde Bitcoin madencilik ağına üretilen toplam hash işlemi miktarı arttığı halde eski dönemdeki benzer hash işlemi üretimine göre Bitcoin enerji maliyetinin daha az olduğu durumlar da bulunmaktadır. Bu durumların, gelişen yeni teknolojilerle daha verimli madencilik donanımlarının üretilerek piyasaya sunulmaları sonucunda oluştuğu fark edilmektedir.



Şekil 7. Bitcoin Enerji Maliyeti Madencilik Ağı Hash Miktarı Karşılaştırması

Bitcoin madencilik ağında yapılan toplam hash işlemi miktarının Bitcoin fiyatıyla olan ilişkisine bakıldığında ise biri artınca diğ erinin de arttığı gözlenmektedir. Bu da aralarında bir korelasyon olduğu sonucunu da çıkarmaktadır. Şekil 8’de bu iki veri setinin grafiğı yer almaktadır. Bitcoin fiyatlarındaki bu artışın, sisteme yeni madencilerin girdiğı sonucunu ortaya çıkarması olarak yorumlanabilmektedir. Tam tersi durumdaysa Bitcoin fiyatı düştükçe sistemdeki madencilerin bir kısmı, karlılıklarının düşüşü sebebiyle madencilik donanımlarını Bitcoin fiyatlarının tekrar kar edilebilir seviyeye gelene kadar kapatmaktadırlar. Bu şekilde sistemde her 10 dakikada 1 blok üretimi devam ettiğı için zorluk derecesi azalmakta ve Bitcoin enerji maliyeti düşmektedir.



Şekil 8. Bitcoin Fiyatı ile Madencilik Ağı Hash Miktarı Karşılaştırması

Bitcoin madenciliğinde elde edilen her blok, belirli sayıda Bitcoin ödülü vermektedir. Bu ödöl Bitcoin madencisinin madencilik faaliyeti sırasında yapmış olduğu hesaplamalarla algoritmayı çözmesi sonucu elde ettiğı emek karşılığı olan ücrettir. Bu ödöl kazanmak madencinin esas amacıdır. Bu ödöl de sistem içinde her 210.000 adet blok kazıldığında yarılanmaktadır. İlk Bitcoin madenciliğı başladığında bir blok ödöl, 50 adet Bitcoin iken günümüzde bu ödöl 6,25 adet Bitcoin’e düşmüştür (BTCTurk, 2020). Tablo 2’de bu Bitcoin blok ödöl başlangıç ve bitiş tarihleri ve günlük ne kadar Bitcoin’e denk geldiğı görölmektedir. Araştırmayı kapsayan tarihlerde günlük tedavüle giren Bitcoin sayısı başlangıçta 3.600 adetken bitiş gününde 900 adete düşmüştür.

Tablo 2. Bitcoin Blok Ödülü

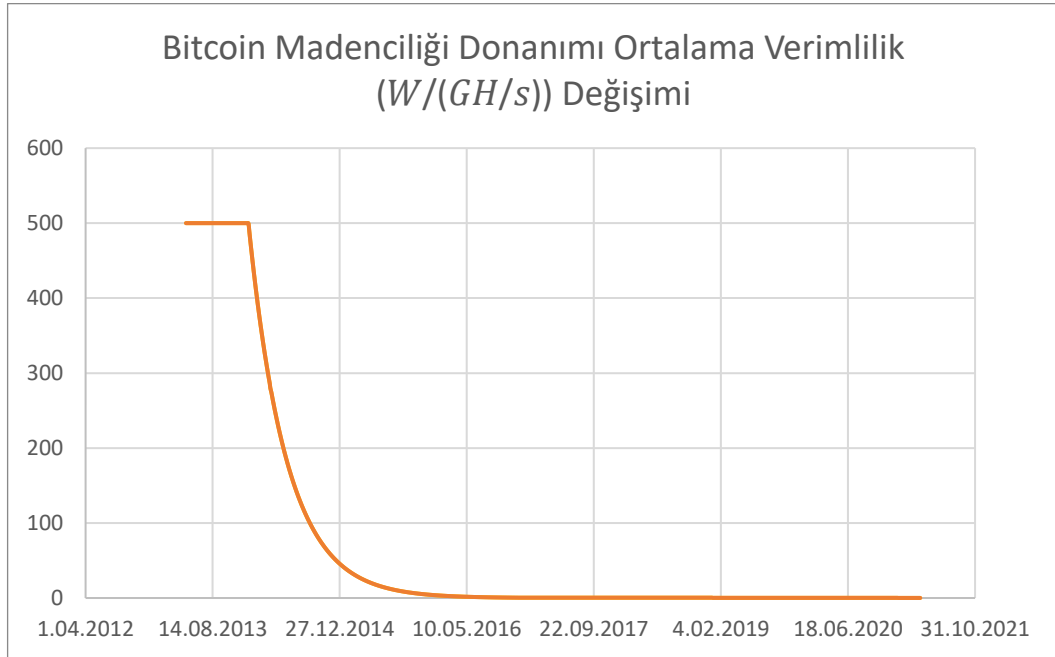
Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Blok Ödülü (adet BTC)	Günlük Toplam (adet BTC)
09.01.2009	27.11.2012	50	7.200
28.11.2012	08.07.2016	25	3.600
09.07.2016	10.05.2020	12,5	1.800
11.05.2020	Günümüz	6,25	900

Kaynak: BTC Turk. (2020). Bitcoin Blok Ödülü Nedir? | BtcTurk. Erişim adresi:

<https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/bitcoin-blok-odulu-nedir/>

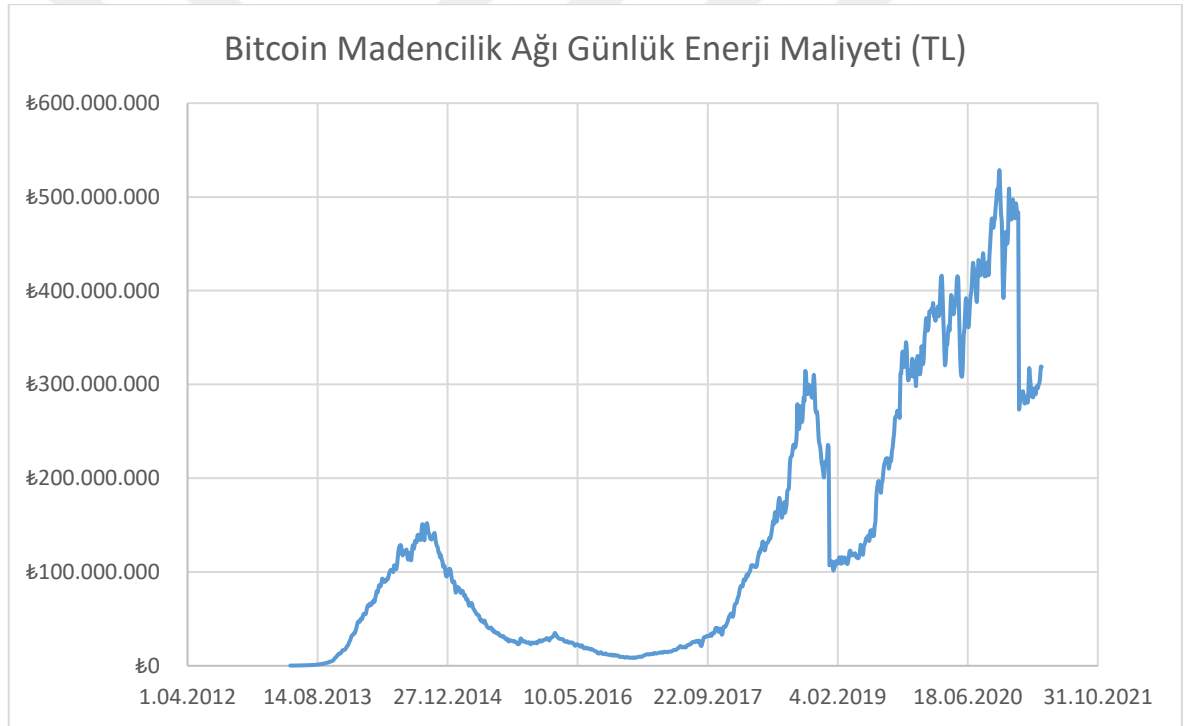
Bitcoin madenciliği donanımların verimliliği de gün geçtikçe artmıştır. Araştırma zaman sınırı içerisinde Bitcoin madenciliği donanımlarının ortalama verimlilik değerleri, $500 \frac{W}{GH}$ 'den $0,1 \frac{W}{GH}$ 'ye düşmüştür. Bu durum da Şekil 9'da görülmektedir. Bu grafik, verilerin üssel bir fonksiyon şeklinde değiştiğini göstermektedir. Yaklaşık grafik denklemi ise şu şekildedir:

$$y = 2E+308x^{-132,6} \quad (6)$$



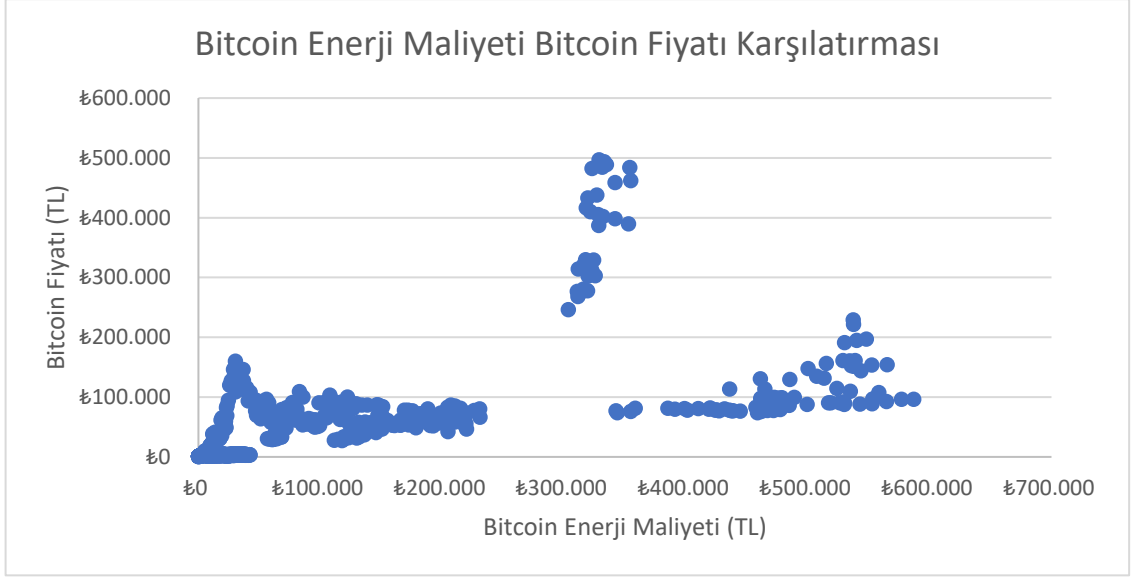
Şekil 9. Bitcoin Madenciliği Donanımı Ortalama Verimlilik ($W/(GH/s)$) Değişimi

Bitcoin'in blok ödülünden bağımsız şekilde günlük olarak enerji maliyeti de araştırmanın zaman sınırında başlangıçtan sona kadar 1.243 kat arttığı görülmüştür. Başlangıç olan 01.05.2013 tarihinde günlük Bitcoin madencilik ağının toplam enerji maliyeti 256.263 TL iken araştırmamızın son sınır günü 318.615.218 TL'ye çıkmıştır. Zaman içerisindeki değişimi Şekil 10'da görülebilmektedir. Burada 1 Bitcoin'in enerji maliyetinden farklı olarak rekor maliyete son günlerde değil, 2020 yılının ekim aylarında erişilmiştir. 18.10.2020 tarihindeki Bitcoin ağının günlük enerji maliyeti 528.096.739 TL olarak hesaplanmıştır. Zaten bu rekor maliyetlerin akabinde 1 Bitcoin fiyatı, rekor bir şekilde artarak 18.10.2020 tarihinde 96.214,48 TL'den 29.03.2021 tarihinde enerji maliyetleri azalmasına rağmen 483.865,82 TL'ye çıkmıştır.



Şekil 10. Bitcoin Madencilik Ağı Günlük Enerji Maliyeti (TL)

Şekil 11'deki grafikte Bitcoin enerji maliyetleri ile Bitcoin fiyatının karşılaştırılması yer almaktadır. Bu grafikte x eksenini Bitcoin enerji maliyetlerini gösterirken y eksenini Bitcoin fiyatını göstermektedir.



Şekil 11. Bitcoin Enerji Maliyeti ile Bitcoin Fiyatı Karşılaştırması

Bitcoin fiyatı ile Bitcoin enerji maliyetinin istatistiksel değerler olarak ele alınıp SPSS programında korelasyon analizleri yapıldığında Tablo 3'te görülen sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle çok fazla veri içeren korelasyon analizlerinde korelasyon katsayısının 0,5 ile 1,0 değerleri arasında hesaplanması, bu iki değer arasında yüksek korelasyon olduğu sonucunu doğurmaktadır (Demirgil, 2010). Bu sebeple yapılan üç korelasyon testinin tamamında Bitcoin enerji maliyetleri Bitcoin fiyatı ile yüksek korelasyonlu çıkmıştır.

Tablo 3. Korelasyon Analizleri Sonucu

Analiz Türü	Korelasyon Katsayısı	Sonuç
Pearson Korelasyon Analizi	0,629	Yüksek korelasyon
Kendall Korelasyon Analizi	0,582	Yüksek korelasyon
Spearman Korelasyon Analizi	0,790	Yüksek korelasyon

Bitcoin enerji maliyetlerini hesaplamak için gerekli olan verilerle elde edilen zaman serileri ve ayrıca hesaplanan Bitcoin enerji maliyetleri zaman serileri grafiğe döküldüğünde bazı bulgular ortaya çıkarmaktadır. Sonuç olarak bu bulguların dikkatlice yorumlanması gerekmektedir.

Öncelikle Şekil 2’de görülen grafikte madencilik faaliyetiyle Bitcoin üretmenin enerji maliyeti dikkate alındığında her zaman karlı olmadığı görülmüştür. Ancak belirli bir süre bekledikten sonra Bitcoin fiyatı, Bitcoin üretiminin enerji maliyeti değerini yakalamaktadır. Bu da Bitcoin fiyatları ile Bitcoin enerji maliyetlerinin bir süre sonra dengelendiği ve birbirini yakaladığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Bitcoin enerji maliyetlerini tek başına bir zaman serisi olarak ele aldığımızda zamanla enerji maliyetlerinin arttığı Şekil 3’te görülmektedir. Hatta bu artışı, aşırı derecede olan bir artış olarak da nitelendirebilir. Bu artışın belirli sebepleri olmakla birlikte Bitcoin’in popülerleşmesi en önemlisidir. Ayrıca dönem dönem Bitcoin enerji maliyetlerinin azalışları da görülmektedir. Bu azalışlar, yeni ve daha verimli donanımların piyasaya sürülüp hâkim konuma gelmesiyle görülmüştür. Bazı keskin artışlar da Bitcoin blok ödül yarılanmalarından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4’te Bitcoin fiyatı zaman serisinin grafiği yer almaktadır. Bu grafikte Bitcoin fiyatının zaman içerisinde çok fazla arttığı görülmektedir. Azalış artışlardan ve de ayrıca Şekil 5’teki Bitcoin enerji maliyetleri ile Bitcoin fiyatının karşılaştırılma grafiğinin incelenmesinden anlaşılabileceği üzere Bitcoin fiyatı Bitcoin enerji maliyetlerini her defasında yakalamıştır. Bu sebeple Bitcoin madenciliği sonucu Bitcoin edinen insanlar ilk Bitcoin edindiklerinde zararda olsalar dahi belirli bir süre sabredip beklerlerse maliyetine satış yapabilmişlerdir. Hatta bazı durumlarda belirli bir karla da satmışlardır. Bitcoin fiyatı henüz en yüksek maliyet değerine ulaşmamıştır. Bu grafiği yorumlandığında belirli bir süre daha beklenirse Bitcoin fiyatı en yüksek Bitcoin enerji maliyeti değerine gelecekte bir zamanda ulaşacaktır.

Bitcoin madencilik ağındaki toplam günlük hash işlem miktarı zaman serisinin grafiğini Şekil 6’da görebilirsiniz. Bu grafikten de anlaşılabileceği üzere Bitcoin madencilik ağında gerçekleşen günlük hash miktarı başlangıç zamanına göre oldukça fazla artmıştır. Bu artışın sebeplerinden en önemlisi, Bitcoin madencilik donanımlarının teknolojik gelişmelerle birlikte sürekli olarak iyileşmesidir. Bu iyileşmeyi her yeni ortaya çıkan donanımın amacının daha fazla hash üretmek ve bunu en az maliyetle yapmak olmasına bağlayabiliriz. Sürekli olarak daha az enerjiyle daha fazla hash sağlayan donanımlar ortaya çıktıkça Bitcoin madencilik ağında üretilen günlük hash miktarı da artmıştır. Bu madencilik ağında kullanılan donanımların hash verimliliği üssel fonksiyon şeklinde Şekil 9’daki gibi artmıştır. Bitcoin madencilik ağında günlük üretilen hash değerindeki

artışın bir diğer etkeni de Bitcoin'in giderek popülerleşmesi ve bu madencilik ağına giderek daha fazla madencinin katılmaya gönüllü olmasıdır.

Bitcoin madencilik ağı toplam günlük hash işlem miktarı verilerini aynı tarih frekansında değerlendirildiğinde Bitcoin fiyatı ve Bitcoin enerji maliyeti ile de ilişkilendirebilir. Şekil 7'de görüldüğü üzere Bitcoin enerji maliyetleri Bitcoin madencilik ağındaki toplam hash işlem miktarı arttıkça artmaktadır. Bu durum, 10 dakikada bir blok bulunacak şekilde ayarlanan sistemin bir gereksinimi olmasından kaynaklanmaktadır. Daha fazla madencilik donanımı sisteme girdiğinde hash işlem miktarı da artmakta ve böylece madencilik ağı zorluk seviyesi de artmaktadır. Bu zorluk seviyesi artışı da Bitcoin üretimi için gerekli olan enerjiyi arttırmaktadır. Böylece Bitcoin enerji maliyetlerinde artış görülmektedir. Lakin, Şekil 7'deki grafikte görülen bazı istisnai durumlar da vardır. Bu istisnalar, teknolojinin ilerlemesiyle daha fazla enerji verimliliğine sahip olan yeni nesil donanımların piyasaya sürülüp madenciler tarafından hâkim olarak kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Daha verimli donanımlar ortaya çıktıkça madencilik ağının zorluk seviyesi artmasına rağmen daha az maliyetle daha çok hash işlemi gerçekleştirildiği için Bitcoin enerji maliyetlerinde düşüş gerçekleşmektedir.

Bitcoin madencilik ağı, hash işlem miktarı verilerinin Bitcoin fiyatıyla karşılaştırıldığında da anlamlı bulgular ortaya konmaktadır. Şekil 8'den de görülebileceği üzere Bitcoin fiyatı arttıkça Bitcoin madencilik ağındaki hash işlem miktarları da artmaktadır. Bunun tersi durumda, yani Bitcoin fiyatının azalması durumunda Bitcoin madencilik ağındaki hash işlem miktarlarında azalış görülmektedir. Bu durumu Bitcoin fiyatının artmasıyla Bitcoin madencilerinin daha fazla donanımı Bitcoin madencilik ağına soktukları görülmektedir. Böylece Bitcoin madencilik ağı hash işlem miktarlarında artış olmaktadır. Bitcoin fiyatında düşüş görülmesi durumundaysa karlılığı azalan madenciler Bitcoin madenciliğinin tekrar karlı olduğu zamana kadar donanımlarını Bitcoin madencilik ağından çıkarmaktadır. Bu durum da Bitcoin madencilik ağı hash işlem miktarlarında azalmaya sebep olmaktadır.

Bitcoin enerji maliyetleri zaman serisi çalışmamızda esas olarak kıyaslanan iki seriden biridir. Bu zaman serisi, Bitcoin madencilik ağında günlük kullanılan enerjinin maliyetinin günlük blok ödülleri ile üretilen Bitcoin miktarlarına bölünmesiyle elde edilmektedir. Günlük Bitcoin enerji maliyeti zaman serisinin grafiğine ise Şekil 10'da yer verilmektedir. Bu grafiğin Bitcoin enerji maliyeti grafiğiyle paralel gittiği görülmektedir.

Aradaki fark, her 210.000 adet Bitcoin üretiminden sonra yarılanan blok ödülünden kaynaklanmaktadır.

Bitcoin enerji maliyetleriyle Bitcoin fiyatı arasındaki ilişkiyi gözlemek için oluşturulan grafik, Şekil 11’de görülmektedir. Görüleceği üzere Bitcoin üretim maliyetleri bir süre sonra önden giderek Bitcoin fiyatını geçmektedir. Ancak belirli bir süre sonra Bitcoin fiyatı, Bitcoin enerji maliyetinin önceki değerlerine ulaşmaktadır. Bu da Bitcoin madencilerinin ürettikleri Bitcoinleri belirli bir süre ellerinde tutarlarsa zarar etmeyeceklerini ifade etmemize neden olabilir. Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatlarının çok üzerinde olduğu bir dönem (Nisan 2018 ile Ocak 2021 arası) görülmektedir. Bu dönemde Bitcoin’in aşırı popülerleşmesiyle birçok madencinin Bitcoin madencilik ağına katılımı gerçekleşmiştir. Belirli bir dönem bekledikten sonra Bitcoin fiyatının Bitcoin enerji maliyetlerini yakalaması beklenmektedir. Bu bekleminin uzun sürmesi, bazı madencilerin Bitcoin madencilik ağından ayrılmasına yol açmıştır. Bu da Bitcoin üretimindeki zorluk derecesinin düşerek Bitcoin enerji maliyetlerinin azalmasına sebep olmuştur. Yine de Bitcoin fiyat artışı, en tepe noktasındaki Bitcoin enerji maliyetlerine giderek yaklaşmaktadır. Böylece bu grafikten Bitcoin fiyatının bu tepe Bitcoin enerji maliyetlerini yakalaması beklenmektedir. Sonrasındaysa tekrar Bitcoin enerji maliyetlerinin güncel düşük fiyatlarına kadar Bitcoin fiyatının da düşmesini beklemek mantıklı olacaktır.

Bitcoin enerji maliyetleri verileriyle Bitcoin fiyatı verilerini karşılaştırarak aralarında birer korelasyon olup olmadığı sorgulanmıştır. Tüm testlerde korelasyon katsayısı 0,5’in üstünde çıkmıştır. Toplamda 964 ayrı değerden oluşan veri setlerinde 0,5’in üstündeki korelasyon katsayısı değeri yüksek korelasyon ilişkisi anlamına gelmektedir (Demirgil, 2010). Böylece Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatlarıyla korelasyon ilişkisi içinde olduğu ortaya konmuştur. Sonuç olarak bu iki zaman serisi birbirleriyle ilişkilidir denilebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın başında ortaya konan araştırma sorusu, yöntemde belirtilen analizlerin yapılmasıyla çözülmüştür. Hayes'in 2017'de yapmış olduğu çalışmada ortaya konan formüldeki tüm veriler kullanılarak Bitcoin enerji maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca yapılan analizler sonucunda Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatıyla ilişkili olduğu ifade edilebilir.

Bitcoin fiyatı ile Bitcoin enerji maliyeti farkı sonucu ortaya çıkan Bitcoin karlılık verileri incelendiğinde, Bitcoin madencilik faaliyetinin başlangıçtan itibaren zaman zaman karlı olup zaman zaman da karlı olmadığı gözlenmiştir. Bitcoin enerji maliyetlerinin Bitcoin fiyatından fazla olması durumu az olması durumundan daha fazladır. İlk bakışta Bitcoin madenciliğinin karlı bir iş olmadığı söylenebilir. Ancak bu noktada Bitcoin madenciliği yapanlar, zarar ettikleri halde neden hala madencilik yapmaya devam ediyor sorusu akla gelmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular belirli bir süre sonra Bitcoin fiyatının Bitcoin enerji maliyeti değerini yakaladığını ve bazen de geçtiğini ortaya koymaktadır. Madencilerin Bitcoin fiyatlarının daha da yükselmesini bekledikleri ve bu durumdan kar etmeyi hedefledikleri anlaşılmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ile Bitcoin enerji maliyetlerinin önemli belirleyicisinin Bitcoin madencilik ağı hash işlem miktarları olduğu ifade edilebilir. Aslında her şey birbiriyle ilişkili durumdadır. Bitcoin fiyatı arttıkça madenciler, Bitcoin ağına yeni madencilik donanımları eklemektedir. Bu durumda zorluk derecesi artmakta ve Bitcoin enerji maliyetlerini de arttırmaktadır. Bitcoin madencileri, enerji maliyetleri artınca ellerindeki Bitcoin fiyatları yükselene kadar satmamaktadır. Bu da Bitcoin arzını kısararak Bitcoin fiyatını arttırmaktadır. Böylece bir döngü oluştuğu gözlenmiştir.

Maliyet hesaplamalarının Türkiye'deki elektrik fiyatlarını dikkate alması bu çalışmanın zayıf yönlerinden birisi olarak değerlendirilebilir. Gerçekten de Bitcoin enerji maliyetlerinin dünyadaki farklı bölgelerin enerji fiyatlarına göre değişim gösterdiği bilinmektedir. Ancak Bitcoin enerji maliyetlerinin esas belirleyicisinin donanım verimliliği ve Bitcoin madencilik ağı zorluk derecesinin bir sonucu olarak ortaya çıkan günlük hash işlem miktarı gibi değişkenlerdir. Dünyanın farklı yerlerindeki enerji fiyatlarına göre farklı enerji maliyetleri ortaya çıksa dahi enerji maliyet grafiği aynı artış azalışta olacaktır. Bitcoin enerji maliyetinin grafik özellikleri aynı olacağı için dünyanın

her yerindeki enerji maliyetleriyle Bitcoin fiyatı karşılaştırması aynı sonuçları verecektir. Yine de gelecek çalışmalarda Bitcoin enerji maliyetlerinin hesaplanmasında bir dünya ortalaması alınarak ilerlenmesi önerilebilir. Bu şekilde yapılacak bir araştırmada Bitcoin enerji maliyeti fiyat etkileşimi konusunda aynı sonuçlar elde edilse bile yatırımcılar için enerji maliyeti zirvesine göre bir sonraki Bitcoin fiyat zirvesi değeri daha kesin olarak tahmin edilebilecektir.

Gelecek çalışmalarda niçin hala madencilik faaliyetlerinin sürdürüldüğü ayrıca Bitcoin enerji maliyetleri ile Bitcoin fiyatı arasındaki ilişki olası doğrusalsızlıkları da dikkate alan ekonometrik yöntemler ile araştırılabilir. Ayrıca Bitcoin enerji maliyeti hesabı için kullanılan 2 ve 3 numaralı denklemler araştırmacılar için ilerleyen dönemlerde Bitcoin ve altcoinlerin fiyatının tahmininde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Afandi, N. F. I. B. (2018). *Energy Efficiency of the Bitcoin Mining Hardware and Related Blockchain Technology* (Yayımlanmamış lisans bitirme tezi). Universiti Malaysia Pahang/Faculty of Computer Systems & Software Engineering, Pahang.
- Aghalibayli, N. (2019). *Bitcoin as a Cryptocurrency and Its Relationship with Gold, Crude Oil and Euro Exchange Rate* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aksoy, E., Teker, T., Mazak, M. & Kocabıyık, T. (2020). Kripto Paralar ve Fiyat İlişkileri Üzerine Bir Analiz : Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi ile Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (37), 110–129.
- Alkış, A. (2018). İslam Hukuku Açısından Bitcoin ve Kripto Para. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 69–90.
- Ammous, S. (2018). *Bitcoin Standardı Merkez Bankacılığına Adem-i Merkeziyetçi Alternatif* (1. Baskı). İstanbul: Liber Plus Yayınları.
- Aron, J. (2011). Virtual Money Gets Real. *New Scientist*, 210(2815), 23–25.
- Aron, J. (2012a). Bitcoin Rises Again. *New Scientist*, 213(2847), 20.
- Aron, J. (2012b). Bye-Bye Banknote. *New Scientist*, 213(2853), 57.
- Bal, A. (2015). How to Tax Bitcoin? *Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data* içinde (267-282). Elsevier Inc.
- Bitcoin Fiyatı. (2017). Bitcoin 2010 Yılı Fiyatı Ne Kadardı, 2010 BTC Fiyatı Kaç Dolardı. Erişim adresi: <https://www.bitcoinfiyatı.com/2010-yilinda-btc-fiyati-ne-kadardi.html>
- Blockchain. (2021). Blockchain Grafikleri. Erişim adresi: <https://www.blockchain.com/charts/hash-rate>
- Bradbury, D. (2013). The Problem with Bitcoin. *Computer Fraud and Security*, 2013(11), 5–8.
- Bradbury, D. (2014). Anonymity and Privacy: A Guide for the Perplexed. *Network Security*, 2014(10), 10–14.
- BTCTurk. (2020). Bitcoin Blok Ödülü Nedir? | BtcTurk. Erişim adresi: <https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/bitcoin-blok-odulu-nedir/>
- Chaum, D., Fiat, A. & Naor, M. (1990). Untraceable Electronic Cash. S. Goldwasser (Ed.), *Advances in Cryptology --- CRYPTO' 88* içinde (319–327). New York, NY: Springer New York.
- Cheah, E. T. & Fry, J. (2015). Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An empirical Investigation into the Fundamental Value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32–36.
- Cocco, L., Concas, G. & Marchesi, M. (2017). Using an Artificial Financial Market for Studying a Cryptocurrency Market. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 12(2), 345–365.
- Cocco, L. & Marchesi, M. (2016). Modeling and Simulation of the Economics of Mining in the Bitcoin Market. *PLoS ONE*, 11(10), 1–31.

- CoinMarketCap. (2021a). Historical Data for Bitcoin. Erişim adresi: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/bitcoin/historical-data/>
- CoinMarketCap. (2021b). Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. Erişim adresi: <https://coinmarketcap.com/>
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B. & Yarovaya, L. (2018). Exploring the Dynamic Relationships Between Cryptocurrencies and other Financial Assets. *Economics Letters*, 165, 28–34.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). *Kripto-Para Bitcoin. Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Daire Başkanlık Makamının 20.10.2016 Tarihli Görevlendirmesi Uyarınca Araştırma Raporu.*
- Çetinkaya, Ş. (2018). Kripto Paraların Gelişimi ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile İncelenmesi. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 2(5), 11–21.
- Dai, W. (1998). B Money. Erişim adresi: <http://www.weidai.com/bmoney.txt>
- Damasevicius, R., Ziberkas, G., Stukys, V. & Toldinas, J. (2012). Energy Consumption of Hash Functions. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 18(10), 81–84.
- Das, D. & Dutta, A. (2020). Bitcoin's Energy Consumption: Is it the Achilles Heel to Miner's Revenue? *Economics Letters*, 186, 108530.
- de Vries, A. (2018, 16 Mayıs). Bitcoin's Growing Energy Problem. *Joule*. Cell Press.
- de Vries, A. (2019). Renewable Energy Will Not Solve Bitcoin's Sustainability Problem. *Joule*, 3(4), 893–898.
- de Vries, A. (2021). Bitcoin Boom: What Rising Prices Mean for the Network's Energy Consumption. *Joule*, 5(3), 509–513.
- Delgado-Mohatar, O., Felis-Rota, M. & Fernández-Herraiz, C. (2019). The Bitcoin Mining Breakdown: Is Mining Still Profitable? *Economics Letters*, 184.
- DeMartino, I. (2018). *Bitcoin Rehberi Kripto Paralar Hakkında Bilmek İstedığınız Her Şey*. (1. Baskı). İstanbul: Epsilon Yayınevi.
- Demirel, T. (2020). *İktisat Doktrinde Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye ve Güney Kore Üzerine Ampirik Bir Uygulama* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilecik.
- Demirgil, H. (2010). Parametrik Olmayan (Non-Parametric) Hipotez Testleri. Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri* içinde (5. bs., 85–112). Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Din İşleri Yüksek Kurulu Başkanlığı. (2017). Mütalaa No:111013 - Dijital kripto paraların kullanımının dini hükmü nedir? Erişim adresi: <https://kurul.diyamet.gov.tr/Karar-Mutalaa-Cevap/38212/dijital-kripto-paralarin-kullaniminin-dini-hukmu-nedir->
- Dwyer, G. P. (2015). The Economics of Bitcoin and Similar Private Digital Currencies. *Journal of Financial Stability*, 17, 81–91.
- Erdem, E. (2008). *Para Banka ve Finansal Sistem* (2. baskı). Detay Yayıncılık.
- Evlimoğlu, U. & Gümüş, U. T. (2018). İtibari Paranın Kullanımdan Kaldırılmasına Yönelik

- Teorik Bir Değerlendirme. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 167–183.
- Garcia, D., Tessone, C. J., Mavrodiev, P. & Perony, N. (2014). The Digital Traces of Bubbles: Feedback Cycles Between Socio-Economic Signals in the Bitcoin Economy. *Journal of the Royal Society Interface*, 11(99).
- Gediz Oral, B., & Yeşilkaya, Y. (2021). Kripto Para İkilemi: Karapara Aklama ve Bitcoin. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39(2017), 209–239.
- Goodkind, A. L., Jones, B. A. & Berrens, R. P. (2020). Cryptodamages: Monetary Value Estimates of the Air Pollution and Human Health Impacts of Cryptocurrency Mining. *Energy Research and Social Science*, 59.
- Goodman, L. M. (2014). The Face Behind Bitcoin. Erişim adresi: <https://www.newsweek.com/2014/03/14/face-behind-bitcoin-247957.html>
- Güleç, Ö. F., Çevik, E. & Bahadır, N. (2018). Bitcoin ile Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(7), 18–37.
- Halopeau, B. (2014). Terrorist Use of the Internet. *Cyber Crime and Cyber Terrorism Investigator's Handbook* içinde (123-132). Elsevier Inc.
- Harvey-Buschel, J. & Kisagun, C. (2016). Bitcoin Mining Decentralization via Cost Analysis, 1–14.
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency Value Formation: An Empirical Study Leading to a Cost of Production Model for Valuing Bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308–1321.
- Heaven, D. (2018). How to Think about... The Blockchain. *New Scientist*, 238(3184), 38.
- Hiç, M. (1975). *Para Teorisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Houy, N. (2016). The Bitcoin Mining Game. *Ledger*, 1, 53–68.
- İşgör, M. (2019). *Kripto Para Birimi Olan Bitcoin ve Blockchain Teknolojisinin Ortaya Çıkışı Bugüne Kadarki Gelişim Süreci ile Gelecekteki Durumu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- İşler, B., Takaoğlu, M. & Küçükali, U. F. (2019). Blokzinciri ve Kripto Paraların İnsanlığa Etkileri. *Yeni Medya Elektronik Dergi*, 3(2), 71–83.
- Keyder, N. (1991). *Para Teori - Politika Türkiye Üzerine Bir Uygulama* (3. baskı). Bars Ltd. Şti.
- Khan, A. (2015). Bitcoin - Payment Method or Fraud Prevention Tool? *Computer Fraud and Security*, 2015(5), 16–19.
- Krause, M. J. & Tolaymat, T. (2018). Quantification of Energy and Carbon Costs for Mining Cryptocurrencies. *Nature Sustainability*, 1(11), 711–718.
- Kristoufek, L. (2015). What are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis. *PLoS ONE*, 10(4), 1–15.
- Kristoufek, L. (2020). Bitcoin and Its Mining on the Equilibrium Path. *Energy Economics*, 85.
- Leslie, M. (2020). Will Cryptocurrencies Break the Energy Bank? *Engineering*.
- Levin, R. B., O'Brien, A. A., & Zuberi, M. M. (2015). Real Regulation of Virtual Currencies.

Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data içinde (327-360). Elsevier

- Linkedin. (2021). TOGG Jobs Erişim adresi: <https://www.linkedin.com/jobs/search/?currentJobId=2503927958&keywords=togg>
- López-Cabarcos, M. Á., Pérez-Pico, A. M., Piñeiro-Chousa, J. & Šević, A. (2020). Bitcoin Volatility, Stock Market and Investor Sentiment. Are They Connected? *Finance Research Letters*.
- McCook, H. (2015). *An Order-of-Magnitude Estimate of the Relative Sustainability of the Bitcoin Network*. Erişim adresi: https://www.academia.edu/7666373/_OBSOLETE_An_Order_of_Magnitude_Estimate_of_the_Relative_Sustainability_of_the_Bitcoin_Network
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Erişim adresi: www.bitcoin.org
- O'Dwyert, K. J. & Malone, D. (2014). Bitcoin Mining and Its Energy Footprint. *IET Conference Publications, 2014(CP639)*, 280–285.
- Park, C. & Yong, T. (2017). Comparative Review and Discussion on P2P Electricity Trading. *Energy Procedia, 128*, 10–12.
- Phelps, A., & Watt, A. (2014). I Shop Online - Recreationally! Internet Anonymity and Silk Road Enabling Drug Use in Australia. *Digital Investigation, 11(4)*, 261–272.
- Pyo, S. & Lee, J. (2019). Do FOMC and Macroeconomic Announcements Affect Bitcoin Prices? *Finance Research Letters, 101386*.
- Shostak, F. (2013). The Bitcoin Money Myth. *Mises Daily Articles*. Erişim adresi: <https://mises.org/library/bitcoin-money-myth>
- Stoll, C., Klaaßen, L. & Gellersdörfer, U. (2019). The Carbon Footprint of Bitcoin. *Joule, 3(7)*, 1647–1661.
- Stone, A. (2016). An Examination of Single-Transaction Blocks and Their Effect on Network Throughput and Block Size. *Bitcoinunlimited.Info, 1–16*. Erişim adresi: <https://www.bitcoinunlimited.info/resources/1txn.pdf>
- Szabo, N. (2005). Bit Gold. *Unenumerated*. Erişim adresi: <http://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html>
- Şahin, O. N. (2018). TMS & TFRS Işığında Muhasebe, Vergi ve Denetim Açısından Bitcoin ve Diğer Kripto Para Birimleri. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 20(4)*, 898–923.
- Taylor, M. B. (2013). Bitcoin and the Age of Bespoke Silicon. *2013 International Conference on Compilers, Architecture and Synthesis for Embedded Systems, CASES 2013, (September)*.
- Taylor, M. B. (2017). The Evolution of Bitcoin Hardware. *Computer, 50(9)*, 58–66.
- TEDAŞ. (2021). TEDAŞ : Elektrik Tarifeleri. Erişim adresi: https://www.tedas.gov.tr/#!/tedas_tarifeler
- Teker, T., Konuşkan, A., Ömürbek, V. & Bekçi, İ. (2020). Bitcoin ve Kripto Paralar Hakkında Çıkan Haberlerin Bitcoin Fiyatları Üzerine Etkisi. *Maliye ve Finans Yazıları, (113)*, 65–

- Temelli, F. (2019). Kripto Para Birimlerinden Bitcoin ve Muhasebe Açısından Değerlendirilmesi. *İktisadi Yenilik Dergisi*, 6(2), 107–119.
- Terzi, Y. (2018). Temel İstatistik II Ders Notları. Erişim adresi: https://personel.omu.edu.tr/docs/ders_dokumanlari/1026_53176_1500.pdf
- The Future of Money. (2011). *New Scientist*, 210(2815), 5.
- Truby, J. (2018). Decarbonizing Bitcoin: Law and Policy Choices for Reducing the Energy Consumption of Blockchain Technologies and Digital Currencies. *Energy Research and Social Science*, 44(February), 399–410.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2021, 16 Nisan). Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik. *Resmi Gazete*. Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm>
- Vranken, H. (2017). Sustainability of Bitcoin and Blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 1–9.
- Yermack, D. (2015). *Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal. Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*. Elsevier Inc.
- Yılmaz, O. (2021). Ülkelerin Kendi Kripto Paralarını Üretme Girişimleri ile Bu Girişimlerin Kripto Paraların Geleceğine Etkisi. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 49(Spring-2021), 31–44.
- Zhang, X. & Hu, H. (2019). Optimization of Hash Function Implementation for Bitcoin Mining. *Advances in Computer Science Research*, 87(3rd International Conference on Mechatronics Engineering and Information Technology (ICMEIT 2019)), 448–452.

EKLER

E.1. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Veri Tablosu

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri

Tarih	ρ hash gücü (TH/s)= $\rho/1000$	W/GH /s	hrgü n	TL/kW h	Egün	BTC/g ün	P*	BTC Fiyatı (TL)
1.05.2013	75,2210794	500	24	0,2839	₺256.263	3.600	₺71	₺980
4.05.2013	73,8857532	500	24	0,2839	₺251.714	3.600	₺70	₺943
7.05.2013	75,2773983	500	24	0,2839	₺256.455	3.600	₺71	₺934
10.05.2013	80,3579072	500	24	0,2839	₺273.763	3.600	₺76	₺982
13.05.2013	85,0090772	500	24	0,2839	₺289.609	3.600	₺80	₺989
16.05.2013	86,7451090	500	24	0,2839	₺295.523	3.600	₺82	₺995
19.05.2013	86,3834373	500	24	0,2839	₺294.291	3.600	₺82	₺1.022
22.05.2013	82,7032243	500	24	0,2839	₺281.753	3.600	₺78	₺1.038
25.05.2013	85,5632781	500	24	0,2839	₺291.497	3.600	₺81	₺1.106
28.05.2013	94,2715721	500	24	0,2839	₺321.164	3.600	₺89	₺1.081
31.05.2013	99,5225239	500	24	0,2839	₺339.053	3.600	₺94	₺1.081
3.06.2013	108,6605801	500	24	0,2839	₺370.185	3.600	₺103	₺1.024
6.06.2013	123,8833178	500	24	0,2839	₺422.046	3.600	₺117	₺989
9.06.2013	132,3427210	500	24	0,2839	₺450.865	3.600	₺125	₺838
12.06.2013	136,5337967	500	24	0,2839	₺465.143	3.600	₺129	₺906
15.06.2013	139,1935460	500	24	0,2839	₺474.205	3.600	₺132	₺838
18.06.2013	143,4983815	500	24	0,2839	₺488.870	3.600	₺136	₺900
21.06.2013	137,7097321	500	24	0,2839	₺469.150	3.600	₺130	₺917
24.06.2013	149,9721199	500	24	0,2839	₺510.925	3.600	₺142	₺861
27.06.2013	157,5256608	500	24	0,2839	₺536.658	3.600	₺149	₺850

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

30.06.2013	160,3571893	500	24	0,2839	₺546.305	3.600	₺152	₺809
3.07.2013	168,0375139	500	24	0,2839	₺572.470	3.600	₺159	₺650
6.07.2013	175,2995432	500	24	0,2839	₺597.210	3.600	₺166	₺589
9.07.2013	187,8750506	500	24	0,2839	₺640.053	3.600	₺178	₺643
12.07.2013	203,8510744	500	24	0,2839	₺694.480	3.600	₺193	₺784
15.07.2013	209,2120840	500	24	0,2839	₺712.744	3.600	₺198	₺824
18.07.2013	218,3088907	500	24	0,2839	₺743.735	3.600	₺207	₺759
21.07.2013	222,0247868	500	24	0,2839	₺756.394	3.600	₺210	₺760
24.07.2013	237,8693025	500	24	0,2839	₺810.373	3.600	₺225	₺792
27.07.2013	247,2180145	500	24	0,2839	₺842.222	3.600	₺234	₺789
30.07.2013	249,0506518	500	24	0,2839	₺848.466	3.600	₺236	₺905
2.08.2013	278,5726988	500	24	0,2839	₺949.041	3.600	₺264	₺876
5.08.2013	298,2627314	500	24	0,2839	₺1.016.121	3.600	₺282	₺890
8.08.2013	324,0868070	500	24	0,2839	₺1.104.099	3.600	₺307	₺863
11.08.2013	355,0316570	500	24	0,2839	₺1.209.522	3.600	₺336	₺880
14.08.2013	395,3663822	500	24	0,2839	₺1.346.934	3.600	₺374	₺943
17.08.2013	417,6460719	500	24	0,2839	₺1.422.837	3.600	₺395	₺951
20.08.2013	449,9524544	500	24	0,2839	₺1.532.898	3.600	₺426	₺1.016
23.08.2013	479,5403463	500	24	0,2839	₺1.633.698	3.600	₺454	₺993
26.08.2013	510,1153164	500	24	0,2839	₺1.737.861	3.600	₺483	₺1.006
29.08.2013	540,6423123	500	24	0,2839	₺1.841.860	3.600	₺512	₺1.025
1.09.2013	584,5862042	500	24	0,2839	₺1.991.568	3.600	₺553	₺1.159
4.09.2013	661,1613938	500	24	0,2839	₺2.252.445	3.600	₺626	₺1.062
7.09.2013	725,4965437	500	24	0,2839	₺2.471.622	3.600	₺687	₺1.040

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

10.09.2013	723,4877769	500	24	0,2839	₺2.464.778	3.600	₺685	₺1.055
13.09.2013	796,3840345	500	24	0,2839	₺2.713.121	3.600	₺754	₺1.131
16.09.2013	895,8337967	500	24	0,2839	₺3.051.927	3.600	₺848	₺1.104
19.09.2013	935,2841392	500	24	0,2839	₺3.186.326	3.600	₺885	₺1.086
22.09.2013	1003,7840543	500	24	0,2839	₺3.419.692	3.600	₺950	₺1.082
25.09.2013	1082,9670196	500	24	0,2839	₺3.689.452	3.600	₺1.025	₺1.074
28.09.2013	1244,7440029	500	24	0,2839	₺4.240.594	3.600	₺1.178	₺1.129
1.10.2013	1285,2374816	500	24	0,28386	₺4.377.930	3.600	₺1.216	₺1.107
4.10.2013	1327,3843201	500	24	0,28386	₺4.521.496	3.600	₺1.256	₺1.081
7.10.2013	1465,7464159	500	24	0,28386	₺4.992.801	3.600	₺1.387	₺1.064
10.10.2013	1563,7874323	500	24	0,28386	₺5.326.760	3.600	₺1.480	₺1.094
13.10.2013	1697,6924725	500	24	0,28386	₺5.782.884	3.600	₺1.606	₺1.157
16.10.2013	1998,7875745	500	24	0,28386	₺6.808.510	3.600	₺1.891	₺1.194
19.10.2013	2338,4042315	500	24	0,28386	₺7.965.353	3.600	₺2.213	₺1.445
22.10.2013	2628,2058727	500	24	0,28386	₺8.952.510	3.600	₺2.487	₺1.623
25.10.2013	2810,0987233	500	24	0,28386	₺9.572.095	3.600	₺2.659	₺1.564
27.10.2013	3154,2651073	500	24	0,28386	₺10.744.436	3.600	₺2.985	₺1.646
30.10.2013	3374,4372824	500	24	0,28386	₺11.494.413	3.600	₺3.193	₺1.675
2.11.2013	3678,4224939	500	24	0,28386	₺12.529.884	3.600	₺3.481	₺1.728
5.11.2013	3825,5593937	500	24	0,28386	₺13.031.079	3.600	₺3.620	₺2.055
8.11.2013	3802,8689545	500	24	0,28386	₺12.953.789	3.600	₺3.598	₺2.833
11.11.2013	3933,3951331	500	24	0,28386	₺13.398.403	3.600	₺3.722	₺2.869
14.11.2013	4295,9672522	500	24	0,28386	₺14.633.439	3.600	₺4.065	₺3.521
17.11.2013	4826,5324820	500	24	0,28386	₺16.440.714	3.600	₺4.567	₺4.123
20.11.2013	4837,3184854	500	24	0,28386	₺16.477.455	3.600	₺4.577	₺4.950

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

23.11.2013	4981,7825933	500	24	0,28386	₺16.969.546	3.600	₺4.714	₺6.685
26.11.2013	4999,0954781	500	24	0,28386	₺17.028.519	3.600	₺4.730	₺7.776
29.11.2013	5370,1277228	500	24	0,28386	₺18.292.373	3.600	₺5.081	₺9.484
2.12.2013	5747,6658097	500	24	0,28386	₺19.578.389	3.600	₺5.438	₺8.742
5.12.2013	6234,3330718	500	24	0,28386	₺21.236.133	3.600	₺5.899	₺8.757
8.12.2013	6445,3258107	500	24	0,28386	₺21.954.842	3.600	₺6.099	₺6.668
11.12.2013	7078,1814642	500	24	0,28386	₺24.110.551	3.600	₺6.697	₺7.360
14.12.2013	7626,3458702	500	24	0,28386	₺25.977.774	3.600	₺7.216	₺7.311
17.12.2013	8114,8846847	500	24	0,28386	₺27.641.894	3.600	₺7.678	₺5.715
20.12.2013	9005,0707630	500	24	0,28386	₺30.674.153	3.600	₺8.521	₺5.239
23.12.2013	9414,2727554	500	24	0,28386	₺32.068.026	3.600	₺8.908	₺5.642
26.12.2013	9731,2446416	500	24	0,28386	₺33.147.733	3.600	₺9.208	₺6.384
29.12.2013	9770,0245960	500	24	0,28386	₺33.279.830	3.600	₺9.244	₺6.242
1.01.2014	10323,5195517	499,8	24	0,28386	₺35.150.688	3.600	₺9.764	₺6.463
4.01.2014	10582,9203969	489,9	24	0,28386	₺35.320.406	3.600	₺9.811	₺7.201
7.01.2014	11760,6296865	480,2	24	0,28386	₺38.473.779	3.600	₺10.687	₺6.720
10.01.2014	12813,2362595	470,7	24	0,28386	₺41.087.263	3.600	₺11.413	₺7.277
13.01.2014	14305,1269554	461,4	24	0,28386	₺44.962.888	3.600	₺12.490	₺7.048
16.01.2014	15285,6276597	452,2	24	0,28386	₺47.093.381	3.600	₺13.081	₺7.001
19.01.2014	15605,9259804	443,3	24	0,28386	₺47.128.135	3.600	₺13.091	₺7.297
22.01.2014	15821,9689296	434,5	24	0,28386	₺46.834.441	3.600	₺13.010	₺7.085
25.01.2014	16994,9447585	425,9	24	0,28386	₺49.310.418	3.600	₺13.697	₺7.152
28.01.2014	17732,3476520	417,5	24	0,28386	₺50.431.197	3.600	₺14.009	₺6.808
31.01.2014	17822,9919872	409,2	24	0,28386	₺49.685.282	3.600	₺13.801	₺6.954
3.02.2014	19271,8890631	401,1	24	0,28386	₺52.660.569	3.600	₺14.628	₺6.903

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

6.02.2014	20656,4807503	393,2	24	0,28386	₺55.326.310	3.600	₺15.368	₺6.548
9.02.2014	21087,8851259	385,4	24	0,28386	₺55.363.369	3.600	₺15.379	₺5.722
12.02.2014	21315,1109835	377,7	24	0,28386	₺54.851.838	3.600	₺15.237	₺5.461
15.02.2014	22134,2069515	370,3	24	0,28386	₺55.831.805	3.600	₺15.509	₺5.454
18.02.2014	24359,7884808	362,9	24	0,28386	₺60.228.954	3.600	₺16.730	₺5.250
21.02.2014	26123,4959705	355,7	24	0,28386	₺63.310.715	3.600	₺17.586	₺4.811
24.02.2014	27225,0871080	348,7	24	0,28386	₺64.673.939	3.600	₺17.965	₺4.577
27.02.2014	27313,9853516	341,8	24	0,28386	₺63.600.307	3.600	₺17.667	₺4.849
2.03.2014	29032,7209828	335,0	24	0,28386	₺66.263.747	3.600	₺18.407	₺4.690
5.03.2014	29164,0087666	328,4	24	0,28386	₺65.245.353	3.600	₺18.124	₺5.576
8.03.2014	29671,4744949	321,9	24	0,28386	₺65.066.224	3.600	₺18.074	₺5.173
11.03.2014	31486,9893726	315,5	24	0,28386	₺67.680.214	3.600	₺18.800	₺5.313
14.03.2014	32057,9761309	309,3	24	0,28386	₺67.543.070	3.600	₺18.762	₺5.268
17.03.2014	33824,3706432	303,1	24	0,28386	₺69.853.558	3.600	₺19.404	₺5.215
20.03.2014	33714,1682570	297,1	24	0,28386	₺68.247.283	3.600	₺18.958	₺4.933
23.03.2014	36430,6186984	291,3	24	0,28386	₺72.285.897	3.600	₺20.079	₺4.703
26.03.2014	38996,4435406	285,5	24	0,28386	₺75.844.857	3.600	₺21.068	₺4.867
29.03.2014	41705,3704335	279,8	24	0,28386	₺79.507.341	3.600	₺22.085	₺4.115
2.04.2014	41778,3654454	274,3	24	0,28486	₺78.344.420	3.600	₺21.762	₺3.663
5.04.2014	44836,1862354	268,9	24	0,28486	₺82.413.698	3.600	₺22.893	₺3.870
8.04.2014	47780,1996625	263,5	24	0,28486	₺86.086.055	3.600	₺23.913	₺3.796
11.04.2014	48128,6357117	258,3	24	0,28486	₺84.996.787	3.600	₺23.610	₺3.527
14.04.2014	49108,7077662	253,2	24	0,28486	₺85.010.305	3.600	₺23.614	₺3.844
17.04.2014	52541,9714065	248,2	24	0,28486	₺89.152.503	3.600	₺24.765	₺4.155
20.04.2014	55940,8897817	243,3	24	0,28486	₺93.040.205	3.600	₺25.845	₺4.174

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

23.04.2014	55738,0572534	238,5	24	0,28486	₺90.867.217	3.600	₺25.241	₺4.116
26.04.2014	56994,0246123	233,7	24	0,28486	₺91.074.928	3.600	₺25.299	₺3.842
29.04.2014	57043,5846337	229,1	24	0,28486	₺89.349.151	3.600	₺24.819	₺3.747
2.05.2014	59124,3278995	224,6	24	0,28486	₺90.774.517	3.600	₺25.215	₺3.765
5.05.2014	60375,4324625	220,1	24	0,28486	₺90.859.867	3.600	₺25.239	₺3.632
8.05.2014	62954,2666222	215,8	24	0,28486	₺92.864.799	3.600	₺25.796	₺3.688
11.05.2014	63920,1714350	211,5	24	0,28486	₺92.422.560	3.600	₺25.673	₺3.677
14.05.2014	67604,4701450	207,3	24	0,28486	₺95.814.136	3.600	₺26.615	₺3.720
17.05.2014	71358,1518025	203,2	24	0,28486	₺99.131.545	3.600	₺27.537	₺3.761
20.05.2014	74314,9930615	199,2	24	0,28486	₺101.194.949	3.600	₺28.110	₺4.070
23.05.2014	76704,1383545	195,2	24	0,28486	₺102.380.041	3.600	₺28.439	₺4.359
26.05.2014	77693,3119073	191,4	24	0,28486	₺101.646.926	3.600	₺28.235	₺4.888
29.05.2014	79388,7357370	187,6	24	0,28486	₺101.808.400	3.600	₺28.280	₺4.761
1.06.2014	79597,0210426	183,9	24	0,28486	₺100.054.275	3.600	₺27.793	₺5.280
4.06.2014	86799,3634318	180,2	24	0,28486	₺106.947.216	3.600	₺29.708	₺5.376
7.06.2014	88537,8146756	176,7	24	0,28486	₺106.929.086	3.600	₺29.703	₺5.488
10.06.2014	87321,3974246	173,2	24	0,28486	₺103.371.744	3.600	₺28.714	₺5.472
13.06.2014	88915,5363535	169,7	24	0,28486	₺103.174.632	3.600	₺28.660	₺5.029
16.06.2014	95511,1489093	166,4	24	0,28486	₺108.633.421	3.600	₺30.176	₺4.962
19.06.2014	105251,7169570	163,1	24	0,28486	₺117.341.784	3.600	₺32.595	₺5.011
22.06.2014	113782,9590142	159,8	24	0,28486	₺124.341.136	3.600	₺34.539	₺5.046
25.06.2014	118931,4626186	156,7	24	0,28486	₺127.393.854	3.600	₺35.387	₺4.745
28.06.2014	122564,4172645	153,6	24	0,28486	₺128.685.683	3.600	₺35.746	₺4.998
1.07.2014	124527,4699147	150,5	24	0,28486	₺128.157.817	3.600	₺35.599	₺5.369
4.07.2014	120435,8687422	147,6	24	0,28486	₺121.492.620	3.600	₺33.748	₺5.284

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

7.07.2014	118958,0069311	144,6	24	0,28486	₺117.625.596	3.600	₺32.674	₺5.229
10.07.2014	125885,2804271	141,8	24	0,28486	₺122.010.504	3.600	₺33.892	₺5.168
13.07.2014	128751,7384255	139,0	24	0,28486	₺122.317.749	3.600	₺33.977	₺5.249
16.07.2014	128806,1562760	136,2	24	0,28486	₺119.946.370	3.600	₺33.318	₺5.168
19.07.2014	134448,4798775	133,5	24	0,28486	₺122.721.455	3.600	₺34.089	₺5.266
22.07.2014	138379,3317598	130,9	24	0,28486	₺123.808.351	3.600	₺34.391	₺5.208
25.07.2014	133947,2535183	128,3	24	0,28486	₺117.469.910	3.600	₺32.631	₺5.036
28.07.2014	131646,2068117	125,7	24	0,28486	₺113.165.822	3.600	₺31.435	₺4.907
31.07.2014	138928,4508380	123,2	24	0,28486	₺117.061.001	3.600	₺32.517	₺4.912
3.08.2014	145962,6767506	120,8	24	0,28486	₺120.552.708	3.600	₺33.487	₺4.915
6.08.2014	142370,1587267	118,4	24	0,28486	₺115.257.244	3.600	₺32.016	₺4.899
9.08.2014	142042,1067982	116,1	24	0,28486	₺112.714.679	3.600	₺31.310	₺4.938
12.08.2014	156186,9053978	113,8	24	0,28486	₺121.484.845	3.600	₺33.746	₺4.773
15.08.2014	168551,6459060	111,5	24	0,28486	₺128.506.351	3.600	₺35.696	₺4.164
18.08.2014	166590,1138672	109,3	24	0,28486	₺124.495.866	3.600	₺34.582	₺3.866
21.08.2014	173869,3809596	107,1	24	0,28486	₺127.362.895	3.600	₺35.379	₺4.334
24.08.2014	185549,6473844	105,0	24	0,28486	₺133.227.555	3.600	₺37.008	₺4.259
27.08.2014	187620,0106227	102,9	24	0,28486	₺132.046.590	3.600	₺36.680	₺4.283
30.08.2014	191175,9855533	100,9	24	0,28486	₺131.885.024	3.600	₺36.635	₺4.225
2.09.2014	205492,2852240	98,9	24	0,28486	₺138.954.232	3.600	₺38.598	₺4.000
5.09.2014	210825,0290594	96,9	24	0,28486	₺139.737.360	3.600	₺38.816	₺4.050
8.09.2014	214261,8716422	95,0	24	0,28486	₺139.203.249	3.600	₺38.668	₺3.976
11.09.2014	212119,2529257	93,1	24	0,28486	₺135.082.371	3.600	₺37.523	₺4.020
14.09.2014	215235,7892405	91,3	24	0,28486	₺134.352.943	3.600	₺37.320	₺4.004
17.09.2014	230941,5696627	89,5	24	0,28486	₺141.302.199	3.600	₺39.251	₺3.832

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

20.09.2014	251183,7530306	87,7	24	0,28486	₺150.644.217	3.600	₺41.846	₺3.426
23.09.2014	256320,1903796	86,0	24	0,28486	₺150.680.775	3.600	₺41.856	₺3.651
26.09.2014	242339,0890861	84,3	24	0,28486	₺139.640.891	3.600	₺38.789	₺3.389
29.09.2014	237192,7421189	82,6	24	0,28486	₺133.969.102	3.600	₺37.214	₺3.146
2.10.2014	244492,4535902	81,0	24	0,310484	₺147.533.476	3.600	₺40.982	₺3.143
5.10.2014	247623,8573427	79,4	24	0,310484	₺146.464.276	3.600	₺40.685	₺2.685
8.10.2014	262392,6758721	77,8	24	0,310484	₺152.126.560	3.600	₺42.257	₺2.957
11.10.2014	262629,4035254	76,3	24	0,310484	₺149.248.781	3.600	₺41.458	₺3.036
14.10.2014	254597,3328485	74,8	24	0,310484	₺141.819.322	3.600	₺39.394	₺3.359
17.10.2014	258511,7331421	73,3	24	0,310484	₺141.148.389	3.600	₺39.208	₺3.215
20.10.2014	255280,3364778	71,8	24	0,310484	₺136.624.045	3.600	₺37.951	₺3.208
23.10.2014	257517,4572454	70,4	24	0,310484	₺135.092.290	3.600	₺37.526	₺3.003
26.10.2014	261957,9966884	69,0	24	0,310484	₺134.700.640	3.600	₺37.417	₺2.972
28.10.2014	269178,8897110	67,6	24	0,310484	₺135.672.899	3.600	₺37.687	₺2.996
31.10.2014	277528,2122977	66,3	24	0,310484	₺137.111.334	3.600	₺38.086	₺2.835
3.11.2014	289794,6526202	65,0	24	0,310484	₺140.336.518	3.600	₺38.982	₺2.744
6.11.2014	298142,2085066	63,7	24	0,310484	₺141.520.027	3.600	₺39.311	₺2.927
9.11.2014	290766,3525813	62,4	24	0,310484	₺135.285.951	3.600	₺37.579	₺3.044
12.11.2014	286306,5269184	61,2	24	0,310484	₺130.573.158	3.600	₺36.270	₺3.549
15.11.2014	285462,7945208	60,0	24	0,310484	₺127.610.463	3.600	₺35.447	₺3.151
18.11.2014	287993,9917136	58,8	24	0,310484	₺126.192.722	3.600	₺35.054	₺3.144
21.11.2014	281806,1040828	57,6	24	0,310484	₺121.036.230	3.600	₺33.621	₺2.940
24.11.2014	286019,9367909	56,5	24	0,310484	₺120.413.563	3.600	₺33.448	₺3.158
27.11.2014	280465,5523154	55,4	24	0,310484	₺115.737.138	3.600	₺32.149	₺3.097
30.11.2014	291626,9365402	54,3	24	0,310484	₺117.960.053	3.600	₺32.767	₺3.168

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

3.12.2014	285903,1497583	53,2	24	0,310484	₺113.354.919	3.600	₺31.487	₺3.142
6.12.2014	286699,9065059	52,2	24	0,310484	₺111.419.985	3.600	₺30.950	₺3.140
9.12.2014	277260,3304257	51,1	24	0,310484	₺105.617.866	3.600	₺29.338	₺2.951
12.12.2014	286100,5156179	50,1	24	0,310484	₺106.827.337	3.600	₺29.674	₺2.954
15.12.2014	289225,7446862	49,1	24	0,310484	₺105.855.840	3.600	₺29.404	₺2.894
18.12.2014	274761,5610297	48,1	24	0,310484	₺98.570.727	3.600	₺27.381	₺2.609
21.12.2014	271171,9834029	47,2	24	0,310484	₺95.356.634	3.600	₺26.488	₺2.688
24.12.2014	277685,4880455	46,3	24	0,310484	₺95.713.542	3.600	₺26.587	₺2.702
27.12.2014	297019,7954876	45,3	24	0,310484	₺100.350.539	3.600	₺27.875	₺2.646
30.12.2014	309909,3337824	44,4	24	0,310484	₺102.632.068	3.600	₺28.509	₺2.604
2.01.2015	318714,7260086	43,6	24	0,310484	₺103.458.140	3.600	₺28.738	₺2.640
5.01.2015	323459,8597767	42,7	24	0,310484	₺102.919.351	3.600	₺28.589	₺2.300
8.01.2015	316894,2242006	41,9	24	0,310484	₺98.833.706	3.600	₺27.454	₺2.374
11.01.2015	302463,7039728	41,0	24	0,310484	₺92.465.162	3.600	₺25.685	₺2.226
14.01.2015	297101,5732310	40,2	24	0,310484	₺89.027.449	3.600	₺24.730	₺1.492
17.01.2015	306288,2272489	39,4	24	0,310484	₺89.962.889	3.600	₺24.990	₺1.670
20.01.2015	312263,3109816	38,6	24	0,310484	₺89.901.753	3.600	₺24.973	₺1.771
23.01.2015	303519,9382741	37,9	24	0,310484	₺85.654.174	3.600	₺23.793	₺1.951
26.01.2015	282598,2964383	37,1	24	0,310484	₺78.170.872	3.600	₺21.714	₺2.291
29.01.2015	296921,4384212	36,4	24	0,310484	₺80.506.526	3.600	₺22.363	₺1.957
1.02.2015	317069,2014782	35,7	24	0,310484	₺84.267.032	3.600	₺23.408	₺1.902
4.02.2015	315666,4982574	35,0	24	0,310484	₺82.233.020	3.600	₺22.843	₺1.901
7.02.2015	324459,4369275	34,3	24	0,310484	₺82.849.954	3.600	₺23.014	₺1.908
10.02.2015	325783,7946853	33,6	24	0,310484	₺81.540.890	3.600	₺22.650	₺1.842
13.02.2015	318705,1169760	32,9	24	0,310484	₺78.189.623	3.600	₺21.719	₺1.973

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

16.02.2015	324853,9349559	32,3	24	0,310484	₺78.120.016	3.600	₺21.700	₺1.959
19.02.2015	338744,6765866	31,6	24	0,310484	₺79.847.400	3.600	₺22.180	₺2.013
22.02.2015	345058,6500552	31,0	24	0,310484	₺79.725.147	3.600	₺22.146	₺1.977
25.02.2015	338305,8580854	30,4	24	0,310484	₺76.617.158	3.600	₺21.283	₺1.990
28.02.2015	335436,4235285	29,8	24	0,310484	₺74.463.055	3.600	₺20.684	₺2.130
3.03.2015	347109,3574442	29,2	24	0,310484	₺75.528.536	3.600	₺20.980	₺2.360
6.03.2015	337495,0581454	28,6	24	0,310484	₺71.982.391	3.600	₺19.995	₺2.285
9.03.2015	336202,5437097	28,1	24	0,310484	₺70.286.830	3.600	₺19.524	₺2.427
12.03.2015	346865,6791349	27,5	24	0,310484	₺71.080.161	3.600	₺19.744	₺2.466
15.03.2015	337478,8310800	27,0	24	0,310484	₺67.787.204	3.600	₺18.830	₺2.400
18.03.2015	326027,4535782	26,4	24	0,310484	₺64.190.309	3.600	₺17.831	₺2.147
21.03.2015	333100,3632117	25,9	24	0,310484	₺64.284.240	3.600	₺17.857	₺2.179
24.03.2015	342699,2978060	25,4	24	0,310484	₺64.827.120	3.600	₺18.008	₺2.058
27.03.2015	361125,7288598	24,9	24	0,310484	₺66.960.094	3.600	₺18.600	₺2.070
31.03.2015	363944,1660334	24,4	24	0,310484	₺66.146.443	3.600	₺18.374	₺2.046
3.04.2015	349346,5878151	23,9	24	0,310485	₺62.236.298	3.600	₺17.288	₺2.131
6.04.2015	346632,8094171	23,4	24	0,310485	₺60.530.049	3.600	₺16.814	₺2.141
9.04.2015	345894,1291124	23,0	24	0,310485	₺59.205.037	3.600	₺16.446	₺2.042
12.04.2015	344119,0778654	22,5	24	0,310485	₺57.734.888	3.600	₺16.037	₺1.979
15.04.2015	342714,5102007	22,1	24	0,310485	₺56.360.674	3.600	₺15.656	₺1.875
18.04.2015	339554,2329550	21,6	24	0,310485	₺54.735.230	3.600	₺15.204	₺1.871
21.04.2015	346928,2131949	21,2	24	0,310485	₺54.816.528	3.600	₺15.227	₺1.971
24.04.2015	348565,8874032	20,8	24	0,310485	₺53.984.726	3.600	₺14.996	₺1.938
27.04.2015	350074,0497010	20,4	24	0,310485	₺53.144.711	3.600	₺14.762	₺1.921
30.04.2015	333033,2841708	20,0	24	0,310485	₺49.556.643	3.600	₺13.766	₺1.979

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

3.05.2015	338104,8570262	19,6	24	0,310485	₺49.315.082	3.600	₺13.699	₺2.014
6.05.2015	331409,4453761	19,2	24	0,310485	₺47.381.340	3.600	₺13.161	₺1.925
9.05.2015	346053,3452831	18,8	24	0,310485	₺48.495.297	3.600	₺13.471	₺2.026
12.05.2015	341721,4033074	18,4	24	0,310485	₺46.939.976	3.600	₺13.039	₺2.020
15.05.2015	342398,0793536	18,1	24	0,310485	₺46.101.612	3.600	₺12.806	₺1.991
18.05.2015	365143,5210583	17,7	24	0,310485	₺48.190.618	3.600	₺13.386	₺1.953
21.05.2015	350303,9654659	17,4	24	0,310485	₺45.316.678	3.600	₺12.588	₺1.972
24.05.2015	347644,5787044	17,0	24	0,310485	₺44.082.131	3.600	₺12.245	₺2.019
27.05.2015	338632,8548297	16,7	24	0,310485	₺42.089.166	3.600	₺11.691	₺1.988
30.05.2015	337593,0405364	16,3	24	0,310485	₺41.129.064	3.600	₺11.425	₺1.955
2.06.2015	338632,8548297	16,0	24	0,310485	₺40.438.827	3.600	₺11.233	₺1.892
5.06.2015	341152,7355149	15,7	24	0,310485	₺39.933.044	3.600	₺11.093	₺1.885
8.06.2015	351645,1765857	15,4	24	0,310485	₺40.346.172	3.600	₺11.207	₺1.914
11.06.2015	362626,6972258	15,1	24	0,310485	₺40.782.285	3.600	₺11.328	₺1.925
14.06.2015	363978,5208874	14,8	24	0,310485	₺40.123.762	3.600	₺11.145	₺1.957
17.06.2015	352646,7784106	14,5	24	0,310485	₺38.104.821	3.600	₺10.585	₺2.089
20.06.2015	362174,7751636	14,2	24	0,310485	₺38.359.445	3.600	₺10.655	₺2.055
23.06.2015	347242,6247791	13,9	24	0,310485	₺36.049.667	3.600	₺10.014	₺2.047
26.06.2015	359593,7344003	13,7	24	0,310485	₺36.592.700	3.600	₺10.165	₺2.041
29.06.2015	361711,0674782	13,4	24	0,310485	₺36.079.312	3.600	₺10.022	₺2.154
2.07.2015	354835,5802694	13,1	24	0,310485	₺34.692.669	3.600	₺9.637	₺2.140
5.07.2015	361303,8832013	12,9	24	0,310485	₺34.625.599	3.600	₺9.618	₺2.278
8.07.2015	373630,5241199	12,6	24	0,310485	₺35.097.899	3.600	₺9.749	₺2.269
11.07.2015	373981,3509031	12,4	24	0,310485	₺34.435.218	3.600	₺9.565	₺2.456
14.07.2015	362611,5953885	12,1	24	0,310485	₺32.727.188	3.600	₺9.091	₺2.409

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

17.07.2015	363853,4614239	11,9	24	0,310485	₺32.189.010	3.600	₺8.941	₺2.342
20.07.2015	370334,1942002	11,6	24	0,310485	₺32.113.603	3.600	₺8.920	₺2.337
23.07.2015	367795,1742596	11,4	24	0,310485	₺31.261.899	3.600	₺8.684	₺2.313
26.07.2015	379982,6239220	11,2	24	0,310485	₺31.658.270	3.600	₺8.794	₺2.452
29.07.2015	386597,3152425	11,0	24	0,310485	₺31.571.585	3.600	₺8.770	₺2.426
1.08.2015	376078,9459771	10,7	24	0,310485	₺30.104.449	3.600	₺8.362	₺2.359
4.08.2015	384246,5045275	10,5	24	0,310485	₺30.149.193	3.600	₺8.375	₺2.390
7.08.2015	377563,9566226	10,3	24	0,310485	₺29.038.248	3.600	₺8.066	₺2.343
10.08.2015	368785,4996865	10,1	24	0,310485	₺27.801.474	3.600	₺7.723	₺2.216
13.08.2015	388746,1136641	9,9	24	0,310485	₺28.725.934	3.600	₺7.979	₺2.213
16.08.2015	381356,8742492	9,7	24	0,310485	₺27.621.915	3.600	₺7.673	₺2.166
19.08.2015	365264,2877990	9,5	24	0,310485	₺25.932.449	3.600	₺7.203	₺1.899
22.08.2015	385847,8286074	9,3	24	0,310485	₺26.851.373	3.600	₺7.459	₺1.930
25.08.2015	399023,0436725	9,2	24	0,310485	₺27.218.395	3.600	₺7.561	₺1.857
28.08.2015	400167,1030583	9,0	24	0,310485	₺26.755.929	3.600	₺7.432	₺1.939
31.08.2015	407263,8701420	8,8	24	0,310485	₺26.691.234	3.600	₺7.414	₺1.928
3.09.2015	413043,3952623	8,6	24	0,310485	₺26.533.990	3.600	₺7.371	₺1.903
6.09.2015	415387,5811658	8,5	24	0,310485	₺26.156.191	3.600	₺7.266	₺2.010
9.09.2015	415620,8830386	8,3	24	0,310485	₺25.652.663	3.600	₺7.126	₺1.996
12.09.2015	431987,7009137	8,1	24	0,310485	₺26.134.885	3.600	₺7.260	₺1.971
15.09.2015	427538,3893874	8,0	24	0,310485	₺25.353.530	3.600	₺7.043	₺1.930
18.09.2015	429156,3208515	7,8	24	0,310485	₺24.945.542	3.600	₺6.929	₺1.952
21.09.2015	414405,2594536	7,6	24	0,310485	₺23.611.131	3.600	₺6.559	₺1.903
24.09.2015	410138,5050298	7,5	24	0,310485	₺22.905.311	3.600	₺6.363	₺1.965
27.09.2015	430216,7729830	7,3	24	0,310485	₺23.550.878	3.600	₺6.542	₺1.950

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

30.09.2015	448756,9669215	7,2	24	0,310485	₺24.079.367	3.600	₺6.689	₺1.978
3.10.2015	441993,6250688	7,1	24	0,385115	₺28.834.591	3.600	₺8.010	₺2.000
6.10.2015	453468,7881302	6,9	24	0,385115	₺28.997.416	3.600	₺8.055	₺2.062
9.10.2015	430567,5198222	6,8	24	0,385115	₺26.987.787	3.600	₺7.497	₺2.044
12.10.2015	432294,9722588	6,6	24	0,385115	₺26.559.525	3.600	₺7.378	₺2.055
15.10.2015	429703,7936039	6,5	24	0,385115	₺25.877.566	3.600	₺7.188	₺2.131
18.10.2015	442884,8037179	6,4	24	0,385115	₺26.143.222	3.600	₺7.262	₺2.192
21.10.2015	448285,7600077	6,3	24	0,385115	₺25.938.054	3.600	₺7.205	₺2.231
24.10.2015	442308,8660650	6,1	24	0,385115	₺25.085.468	3.600	₺6.968	₺2.360
27.10.2015	444903,0529628	6,0	24	0,385115	₺24.732.958	3.600	₺6.870	₺2.462
30.10.2015	451963,8496862	5,9	24	0,385115	₺24.627.962	3.600	₺6.841	₺2.748
2.11.2015	468259,4999244	5,8	24	0,385115	₺25.010.679	3.600	₺6.947	₺3.026
5.11.2015	477904,2707995	5,7	24	0,385115	₺25.020.381	3.600	₺6.950	₺3.237
8.11.2015	471272,8516857	5,6	24	0,385115	₺24.184.635	3.600	₺6.718	₺3.128
10.11.2015	457125,8242430	5,4	24	0,385115	₺22.994.130	3.600	₺6.387	₺2.822
13.11.2015	491295,5186716	5,3	24	0,385115	₺24.223.569	3.600	₺6.729	₺2.822
16.11.2015	513536,8349415	5,2	24	0,385115	₺24.818.815	3.600	₺6.894	₺2.771
19.11.2015	505496,3736733	5,1	24	0,385115	₺23.946.475	3.600	₺6.652	₺2.733
22.11.2015	527474,4768765	5,0	24	0,385115	₺24.492.838	3.600	₺6.804	₺2.719
25.11.2015	537269,3456865	4,9	24	0,385115	₺24.453.658	3.600	₺6.793	₺2.750
28.11.2015	550227,3432091	4,8	24	0,385115	₺24.547.544	3.600	₺6.819	₺2.994
1.12.2015	573246,6610990	4,7	24	0,385115	₺25.068.106	3.600	₺6.963	₺3.037
4.12.2015	558786,3849631	4,6	24	0,385115	₺23.951.897	3.600	₺6.653	₺3.043
7.12.2015	585252,0281460	4,5	24	0,385115	₺24.589.582	3.600	₺6.830	₺3.314
10.12.2015	634659,5167030	4,5	24	0,385115	₺26.137.444	3.600	₺7.260	₺3.481

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

13.12.2015	659486,2288171	4,4	24	0,385115	₺26.622.091	3.600	₺7.395	₺3.634
16.12.2015	687573,3765521	4,3	24	0,385115	₺27.206.307	3.600	₺7.557	₺3.812
19.12.2015	667413,1818131	4,2	24	0,385115	₺25.885.672	3.600	₺7.190	₺3.874
22.12.2015	684351,2456392	4,1	24	0,385115	₺26.017.037	3.600	₺7.227	₺3.658
25.12.2015	708085,3784968	4,0	24	0,385115	₺26.386.301	3.600	₺7.330	₺3.818
28.12.2015	750557,2287534	4,0	24	0,385115	₺27.415.161	3.600	₺7.615	₺3.538
31.12.2015	770515,4892291	3,9	24	0,385115	₺27.586.873	3.600	₺7.663	₺3.608
3.01.2016	739322,7070864	3,8	24	0,411713	₺27.737.889	3.600	₺7.705	₺3.603
6.01.2016	766473,2316356	3,7	24	0,411713	₺28.187.104	3.600	₺7.830	₺3.595
9.01.2016	812210,8065744	3,6	24	0,411713	₺29.277.658	3.600	₺8.133	₺3.750
12.01.2016	833604,1884006	3,6	24	0,411713	₺29.453.816	3.600	₺8.182	₺3.650
15.01.2016	826381,9910296	3,5	24	0,411713	₺28.620.462	3.600	₺7.950	₺3.053
18.01.2016	822925,0518380	3,4	24	0,411713	₺27.936.384	3.600	₺7.760	₺3.244
21.01.2016	809006,7386919	3,4	24	0,411713	₺26.920.068	3.600	₺7.478	₺3.437
24.01.2016	896749,7581122	3,3	24	0,411713	₺29.248.890	3.600	₺8.125	₺3.376
27.01.2016	928737,4309669	3,2	24	0,411713	₺29.692.392	3.600	₺8.248	₺3.309
30.01.2016	965900,4615187	3,2	24	0,411713	₺30.269.045	3.600	₺8.408	₺3.169
2.02.2016	995618,1718108	3,1	24	0,411713	₺30.582.520	3.600	₺8.495	₺3.137
5.02.2016	1052729,8306390	3,0	24	0,411713	₺31.696.514	3.600	₺8.805	₺3.239
8.02.2016	1113096,3661353	3,0	24	0,411713	₺32.850.459	3.600	₺9.125	₺3.129
11.02.2016	1209706,7142474	2,9	24	0,411713	₺34.994.749	3.600	₺9.721	₺3.181
14.02.2016	1210727,4042140	2,9	24	0,411713	₺34.330.749	3.600	₺9.536	₺3.412
17.02.2016	1147274,2351005	2,8	24	0,411713	₺31.887.337	3.600	₺8.858	₺3.488
20.02.2016	1160506,3447965	2,8	24	0,411713	₺31.616.416	3.600	₺8.782	₺3.663
23.02.2016	1126289,2851726	2,7	24	0,411713	₺30.076.631	3.600	₺8.355	₺3.525

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

26.02.2016	1122716,5967920	2,6	24	0,411713	₺29.387.557	3.600	₺8.163	₺3.621
29.02.2016	1123877,6273988	2,6	24	0,411713	₺28.835.433	3.600	₺8.010	₺3.667
3.03.2016	1141293,0865011	2,5	24	0,411713	₺28.702.435	3.600	₺7.973	₺3.533
6.03.2016	1159514,5590351	2,5	24	0,411713	₺28.583.268	3.600	₺7.940	₺3.416
9.03.2016	1182661,4746347	2,4	24	0,411713	₺28.576.579	3.600	₺7.938	₺3.476
12.03.2016	1194819,6392763	2,4	24	0,411713	₺28.298.684	3.600	₺7.861	₺3.449
15.03.2016	1201570,0327185	2,3	24	0,411713	₺27.895.047	3.600	₺7.749	₺3.492
18.03.2016	1156745,2724319	2,3	24	0,411713	₺26.322.664	3.600	₺7.312	₺3.431
21.03.2016	1160553,6476292	2,3	24	0,411713	₺25.886.387	3.600	₺7.191	₺3.463
24.03.2016	1176445,5984106	2,2	24	0,411713	₺25.721.257	3.600	₺7.145	₺3.489
28.03.2016	1201126,2753003	2,2	24	0,411713	₺25.740.864	3.600	₺7.150	₺3.554
31.03.2016	1254013,4400640	2,1	24	0,411713	₺26.342.121	3.600	₺7.317	₺3.492
3.04.2016	1220341,0579831	2,1	24	0,412281	₺25.161.854	3.600	₺6.989	₺3.527
6.04.2016	1218889,9994481	2,0	24	0,412281	₺24.634.289	3.600	₺6.843	₺3.548
9.04.2016	1246504,8380708	2,0	24	0,412281	₺24.693.554	3.600	₺6.859	₺3.514
12.04.2016	1277311,9918634	2,0	24	0,412281	₺24.802.801	3.600	₺6.890	₺3.563
15.04.2016	1319607,3171319	1,9	24	0,412281	₺25.116.699	3.600	₺6.977	₺3.600
18.04.2016	1313989,7857238	1,9	24	0,412281	₺24.514.551	3.600	₺6.810	₺3.591
21.04.2016	1339935,2964277	1,8	24	0,412281	₺24.503.600	3.600	₺6.807	₺3.766
24.04.2016	1320902,1246013	1,8	24	0,412281	₺23.677.226	3.600	₺6.577	₺3.842
27.04.2016	1285373,5371940	1,8	24	0,412281	₺22.584.145	3.600	₺6.273	₺3.726
30.04.2016	1239654,1518401	1,7	24	0,412281	₺21.349.561	3.600	₺5.930	₺3.756
3.05.2016	1309380,4892671	1,7	24	0,412281	₺22.103.873	3.600	₺6.140	₺3.773
6.05.2016	1384198,4377660	1,7	24	0,412281	₺22.904.192	3.600	₺6.362	₺3.851
9.05.2016	1404498,3231961	1,6	24	0,412281	₺22.779.907	3.600	₺6.328	₺3.858

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

12.05.2016	1404003,3418550	1,6	24	0,412281	₺22.320.966	3.600	₺6.200	₺3.810
15.05.2016	1410311,6758111	1,6	24	0,412281	₺21.977.286	3.600	₺6.105	₺3.834
18.05.2016	1364319,7769570	1,5	24	0,412281	₺20.839.593	3.600	₺5.789	₺3.809
21.05.2016	1364319,7769570	1,5	24	0,412281	₺20.426.942	3.600	₺5.674	₺3.713
24.05.2016	1477438,3024478	1,5	24	0,412281	₺21.682.564	3.600	₺6.023	₺3.737
27.05.2016	1502286,3310226	1,5	24	0,412281	₺21.610.664	3.600	₺6.003	₺3.967
30.05.2016	1441462,0628729	1,4	24	0,412281	₺20.325.101	3.600	₺5.646	₺4.473
2.06.2016	1375776,6617311	1,4	24	0,412281	₺19.014.791	3.600	₺5.282	₺4.507
5.06.2016	1361622,5808491	1,4	24	0,412281	₺18.446.521	3.600	₺5.124	₺4.818
8.06.2016	1452208,6984939	1,3	24	0,412281	₺19.284.166	3.600	₺5.357	₺4.873
11.06.2016	1482798,3277159	1,3	24	0,412281	₺19.300.477	3.600	₺5.361	₺5.084
14.06.2016	1476356,5032598	1,3	24	0,412281	₺18.836.113	3.600	₺5.232	₺5.744
17.06.2016	1452193,6709485	1,3	24	0,412281	₺18.160.956	3.600	₺5.045	₺6.275
20.06.2016	1506494,2971873	1,2	24	0,412281	₺18.466.975	3.600	₺5.130	₺6.177
23.06.2016	1524578,4223855	1,2	24	0,412281	₺18.318.595	3.600	₺5.088	₺5.228
26.06.2016	1536803,6434820	1,2	24	0,412281	₺18.099.846	3.600	₺5.028	₺5.273
29.06.2016	1499324,1103490	1,2	24	0,412281	₺17.308.767	3.600	₺4.808	₺5.361
2.07.2016	1579645,0448320	1,1	24	0,412427	₺17.881.255	3.600	₺4.967	₺5.896
5.07.2016	1574951,6271818	1,1	24	0,412427	₺17.475.106	3.600	₺4.854	₺5.619
8.07.2016	1554081,0534019	1,1	24	0,412427	₺16.902.089	3.600	₺4.695	₺5.585
11.07.2016	1551816,1359546	1,1	24	0,412427	₺16.543.259	1.800	₺9.191	₺5.426
14.07.2016	1521507,2270492	1,1	24	0,412427	₺15.898.968	1.800	₺8.833	₺5.514
17.07.2016	1524538,1179398	1,0	24	0,412427	₺15.615.192	1.800	₺8.675	₺5.693
20.07.2016	1500475,0643218	1,0	24	0,412427	₺15.064.403	1.800	₺8.369	₺5.578
23.07.2016	1508326,0759692	1,0	24	0,412427	₺14.843.369	1.800	₺8.246	₺5.493

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

26.07.2016	1408466,1626520	1,0	24	0,412427	₺13.586.193	1.800	₺7.548	₺5.461
29.07.2016	1382692,2931524	1,0	24	0,412427	₺13.073.474	1.800	₺7.263	₺5.505
1.08.2016	1434240,0321515	0,9	24	0,412427	₺13.292.340	1.800	₺7.385	₺5.080
4.08.2016	1539535,4506946	0,9	24	0,412427	₺13.985.674	1.800	₺7.770	₺4.845
7.08.2016	1629641,0109182	0,9	24	0,412427	₺14.511.081	1.800	₺8.062	₺4.966
10.08.2016	1547003,2939683	0,9	24	0,412427	₺13.502.468	1.800	₺7.501	₺4.961
13.08.2016	1491087,5122586	0,9	24	0,412427	₺12.756.724	1.800	₺7.087	₺4.906
16.08.2016	1521477,1314671	0,8	24	0,412427	₺12.758.969	1.800	₺7.088	₺4.838
19.08.2016	1546812,8463101	0,8	24	0,412427	₺12.714.580	1.800	₺7.064	₺4.823
22.08.2016	1593082,7517429	0,8	24	0,412427	₺12.835.615	1.800	₺7.131	₺4.916
25.08.2016	1676441,7329388	0,8	24	0,412427	₺13.239.785	1.800	₺7.355	₺4.841
28.08.2016	1586908,0123951	0,8	24	0,412427	₺12.284.524	1.800	₺6.825	₺4.809
31.08.2016	1589814,8359046	0,8	24	0,412427	₺12.063.331	1.800	₺6.702	₺4.822
3.09.2016	1621724,9894525	0,8	24	0,412427	₺12.061.797	1.800	₺6.701	₺5.012
6.09.2016	1628830,7598156	0,7	24	0,412427	₺11.874.761	1.800	₺6.597	₺5.115
9.09.2016	1614721,5424544	0,7	24	0,412427	₺11.538.800	1.800	₺6.410	₺5.219
12.09.2016	1620992,3057260	0,7	24	0,412427	₺11.354.240	1.800	₺6.308	₺5.096
15.09.2016	1727836,8198172	0,7	24	0,412427	₺11.862.985	1.800	₺6.591	₺5.087
18.09.2016	1767828,8105885	0,7	24	0,412427	₺11.897.222	1.800	₺6.610	₺5.110
21.09.2016	1674309,4768301	0,7	24	0,412427	₺11.044.732	1.800	₺6.136	₺5.003
24.09.2016	1663083,2638629	0,7	24	0,412427	₺10.753.444	1.800	₺5.974	₺5.049
27.09.2016	1804386,9344398	0,6	24	0,412427	₺11.436.085	1.800	₺6.353	₺5.079
30.09.2016	1854675,1988885	0,6	24	0,412427	₺11.522.047	1.800	₺6.401	₺5.109
3.10.2016	1803859,5758785	0,6	24	0,412427	₺10.984.458	1.800	₺6.102	₺5.129
6.10.2016	1815851,0450439	0,6	24	0,412427	₺10.838.526	1.800	₺6.021	₺5.136

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

9.10.2016	1891426,406282	0,6	24	0,412427	₺11.066.074	1.800	₺6.148	₺5.168
12.10.2016	1897250,873499	0,6	24	0,412427	₺10.880.353	1.800	₺6.045	₺5.330
15.10.2016	1839562,571373	0,6	24	0,412427	₺10.340.628	1.800	₺5.745	₺5.351
18.10.2016	1734916,796355	0,6	24	0,412427	₺9.559.278	1.800	₺5.311	₺5.345
21.10.2016	1740424,468724	0,5	24	0,412427	₺9.399.738	1.800	₺5.222	₺5.302
24.10.2016	1820178,174170	0,5	24	0,412427	₺9.635.818	1.800	₺5.353	₺5.478
27.10.2016	1833053,460557	0,5	24	0,412427	₺9.511.827	1.800	₺5.284	₺5.767
30.10.2016	1851491,357625	0,5	24	0,412427	₺9.417.261	1.800	₺5.232	₺5.881
2.11.2016	1912727,453110	0,5	24	0,412427	₺9.536.085	1.800	₺5.298	₺6.207
5.11.2016	1826276,494778	0,5	24	0,412427	₺8.924.783	1.800	₺4.958	₺5.894
8.11.2016	1800654,255308	0,5	24	0,412427	₺8.625.327	1.800	₺4.792	₺5.948
11.11.2016	1895952,178881	0,5	24	0,412427	₺8.901.982	1.800	₺4.946	₺6.003
14.11.2016	1996227,276155	0,5	24	0,412427	₺9.187.206	1.800	₺5.104	₺5.907
17.11.2016	2064937,997617	0,5	24	0,412427	₺9.315.251	1.800	₺5.175	₺6.208
20.11.2016	2030505,840636	0,4	24	0,412427	₺8.978.544	1.800	₺4.988	₺6.125
23.11.2016	1985338,105449	0,4	24	0,412427	₺8.604.988	1.800	₺4.781	₺6.239
26.11.2016	2017209,538877	0,4	24	0,412427	₺8.570.002	1.800	₺4.761	₺6.161
29.11.2016	2119270,735785	0,4	24	0,412427	₺8.825.320	1.800	₺4.903	₺6.163
2.12.2016	2107263,536149	0,4	24	0,412427	₺8.601.555	1.800	₺4.779	₺6.518
5.12.2016	2151639,915632	0,4	24	0,412427	₺8.518.986	1.800	₺4.733	₺6.357
8.12.2016	2208481,845062	0,4	24	0,412427	₺8.744.040	1.800	₺4.858	₺6.458
11.12.2016	2136244,080719	0,4	24	0,412427	₺8.458.029	1.800	₺4.699	₺6.449
14.12.2016	2282869,031922	0,4	24	0,412427	₺9.038.562	1.800	₺5.021	₺6.548
17.12.2016	2187573,244652	0,4	24	0,412427	₺8.661.257	1.800	₺4.812	₺6.626
20.12.2016	2182935,161392	0,4	24	0,412427	₺8.642.893	1.800	₺4.802	₺6.710

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

23.12.2016	2262016,1788706	0,4	24	0,412427	₺8.955.999	1.800	₺4.976	₺7.725
26.12.2016	2343510,4326371	0,4	24	0,412427	₺9.278.659	1.800	₺5.155	₺7.605
29.12.2016	2380918,5854492	0,4	24	0,412427	₺9.426.769	1.800	₺5.237	₺8.157
1.01.2017	2420681,7932418	0,4	24	0,41177	₺9.568.936	1.800	₺5.316	₺8.365
4.01.2017	2479403,0382491	0,4	24	0,41177	₺9.801.060	1.800	₺5.445	₺9.675
7.01.2017	2443306,1787295	0,4	24	0,41177	₺9.658.370	1.800	₺5.366	₺7.613
10.01.2017	2393672,9968902	0,4	24	0,41177	₺9.462.170	1.800	₺5.257	₺7.605
13.01.2017	2523147,5128227	0,4	24	0,41177	₺9.973.982	1.800	₺5.541	₺6.904
16.01.2017	2641887,4804169	0,4	24	0,41177	₺10.443.360	1.800	₺5.802	₺6.967
19.01.2017	2729823,9990833	0,4	24	0,41177	₺10.790.972	1.800	₺5.995	₺7.533
22.01.2017	2844663,2207801	0,4	24	0,41177	₺11.244.931	1.800	₺6.247	₺7.747
25.01.2017	2952040,6727111	0,4	24	0,41177	₺11.669.393	1.800	₺6.483	₺7.554
28.01.2017	3053427,6840616	0,4	24	0,41177	₺12.070.175	1.800	₺6.706	₺7.722
31.01.2017	3044561,7015277	0,4	24	0,41177	₺12.035.128	1.800	₺6.686	₺8.131
3.02.2017	3150605,0971813	0,4	24	0,41177	₺12.454.317	1.800	₺6.919	₺8.629
6.02.2017	3113197,0053167	0,4	24	0,41177	₺12.306.443	1.800	₺6.837	₺8.698
9.02.2017	3030498,4575872	0,4	24	0,41177	₺11.979.536	1.800	₺6.655	₺8.332
12.02.2017	3108957,5113853	0,4	24	0,41177	₺12.289.684	1.800	₺6.828	₺8.372
15.02.2017	3222882,6660937	0,4	24	0,41177	₺12.740.029	1.800	₺7.078	₺8.441
18.02.2017	3159924,0279654	0,4	24	0,41177	₺12.491.154	1.800	₺6.940	₺8.835
21.02.2017	3190296,4094735	0,4	24	0,41177	₺12.611.216	1.800	₺7.006	₺9.345
24.02.2017	3147790,9866116	0,4	24	0,41177	₺12.443.193	1.800	₺6.913	₺9.834
27.02.2017	3399379,7914136	0,4	24	0,41177	₺13.437.721	1.800	₺7.465	₺9.887
2.03.2017	3449462,7349335	0,4	24	0,41177	₺13.635.699	1.800	₺7.575	₺10.482
5.03.2017	3361582,2139871	0,4	24	0,41177	₺13.288.308	1.800	₺7.382	₺10.617

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

8.03.2017	3321030,0154191	0,4	24	0,41177	₺13.128.005	1.800	₺7.293	₺9.635
11.03.2017	3344125,4780479	0,4	24	0,41177	₺13.219.301	1.800	₺7.344	₺9.852
14.03.2017	3429201,0772937	0,4	24	0,41177	₺13.555.604	1.800	₺7.531	₺10.389
17.03.2017	3455378,1847540	0,4	24	0,41177	₺13.659.082	1.800	₺7.588	₺9.218
20.03.2017	3561598,2231779	0,4	24	0,41177	₺14.078.969	1.800	₺7.822	₺8.833
23.03.2017	3595072,8303410	0,4	24	0,41177	₺14.211.294	1.800	₺7.895	₺8.702
26.03.2017	3587653,5594692	0,4	24	0,41177	₺14.181.966	1.800	₺7.879	₺8.100
29.03.2017	3618057,4031935	0,4	24	0,41177	₺14.302.152	1.800	₺7.946	₺8.713
1.04.2017	3506716,6030287	0,4	24	0,41177	₺13.862.023	1.800	₺7.701	₺9.053
4.04.2017	3704147,3295651	0,4	24	0,41177	₺14.642.465	1.800	₺8.135	₺9.495
7.04.2017	3672333,2964825	0,4	24	0,41177	₺14.516.704	1.800	₺8.065	₺9.861
10.04.2017	3789422,1841964	0,4	24	0,41177	₺14.979.556	1.800	₺8.322	₺9.946
13.04.2017	3768133,2955211	0,4	24	0,41177	₺14.895.401	1.800	₺8.275	₺9.797
16.04.2017	3727936,3202985	0,4	24	0,41177	₺14.736.502	1.800	₺8.187	₺9.911
19.04.2017	3636471,7784489	0,4	24	0,41177	₺14.374.944	1.800	₺7.986	₺10.141
22.04.2017	3809461,3800021	0,4	24	0,41177	₺15.058.770	1.800	₺8.366	₺10.320
25.04.2017	3761380,7994778	0,4	24	0,41177	₺14.868.708	1.800	₺8.260	₺10.603
28.04.2017	3836567,8890597	0,4	24	0,41177	₺15.165.922	1.800	₺8.426	₺11.030
1.05.2017	3821883,5500699	0,4	24	0,41177	₺15.107.875	1.800	₺8.393	₺11.911
4.05.2017	3881003,7613992	0,4	24	0,41177	₺15.341.577	1.800	₺8.523	₺12.884
7.05.2017	3914364,8252508	0,4	24	0,41177	₺15.473.453	1.800	₺8.596	₺13.378
10.05.2017	4073756,5747638	0,4	24	0,41177	₺16.103.527	1.800	₺8.946	₺14.974
13.05.2017	4221326,5614663	0,4	24	0,41177	₺16.686.870	1.800	₺9.270	₺15.123
16.05.2017	4268826,8668378	0,4	24	0,41177	₺16.874.638	1.800	₺9.375	₺14.532
19.05.2017	4274860,9822256	0,4	24	0,41177	₺16.898.491	1.800	₺9.388	₺16.654

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

22.05.2017	4274860,9822256	0,4	24	0,41177	₺16.898.491	1.800	₺9.388	₺18.210
25.05.2017	4400811,9606496	0,4	24	0,41177	₺17.396.374	1.800	₺9.665	₺19.313
28.05.2017	4576075,5812657	0,4	24	0,41177	₺18.089.190	1.800	₺10.050	₺18.063
31.05.2017	4794765,2267108	0,4	24	0,41177	₺18.953.669	1.800	₺10.530	₺19.157
3.06.2017	4837084,4255344	0,4	24	0,41177	₺19.120.956	1.800	₺10.623	₺21.075
6.06.2017	5167926,4095938	0,4	24	0,41177	₺20.428.772	1.800	₺11.349	₺23.990
9.06.2017	5315464,1427120	0,4	24	0,41177	₺21.011.987	1.800	₺11.673	₺23.660
12.06.2017	5220268,5681646	0,4	24	0,41177	₺20.635.680	1.800	₺11.464	₺22.284
15.06.2017	4969618,5538114	0,4	24	0,41177	₺19.644.862	1.800	₺10.914	₺20.650
18.06.2017	4950512,1742225	0,4	24	0,41177	₺19.569.335	1.800	₺10.872	₺21.351
21.06.2017	5052025,4890712	0,4	24	0,41177	₺19.970.616	1.800	₺11.095	₺22.531
24.06.2017	5145067,9269881	0,4	24	0,41177	₺20.338.412	1.800	₺11.299	₺21.857
27.06.2017	4988391,0058323	0,4	24	0,41177	₺19.719.070	1.800	₺10.955	₺21.386
30.06.2017	4942904,1577548	0,4	24	0,41177	₺19.539.261	1.800	₺10.855	₺20.786
3.07.2017	5333067,9053166	0,4	24	0,41177	₺21.081.575	1.800	₺11.712	₺21.483
6.07.2017	5535157,7121967	0,4	24	0,41177	₺21.880.434	1.800	₺12.156	₺21.856
9.07.2017	5611261,8933142	0,4	24	0,41177	₺22.181.273	1.800	₺12.323	₺21.101
12.07.2017	5596164,3276819	0,4	24	0,41177	₺22.121.593	1.800	₺12.290	₺20.099
15.07.2017	5861899,5082776	0,4	24	0,41177	₺23.172.042	1.800	₺12.873	₺16.748
18.07.2017	5848067,9957806	0,4	24	0,41177	₺23.117.366	1.800	₺12.843	₺19.429
21.07.2017	6016114,5794476	0,4	24	0,41177	₺23.781.653	1.800	₺13.212	₺22.352
24.07.2017	6341773,2034063	0,4	24	0,41177	₺25.068.979	1.800	₺13.927	₺23.082
27.07.2017	6404619,6045211	0,4	24	0,41177	₺25.317.410	1.800	₺14.065	₺22.386
30.07.2017	6501258,7988787	0,4	24	0,41177	₺25.699.424	1.800	₺14.277	₺23.101
2.08.2017	6350028,4287561	0,4	24	0,41177	₺25.101.612	1.800	₺13.945	₺22.712

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

5.08.2017	6518130,2660602	0,4	24	0,41177	₺25.766.117	1.800	₺14.315	₺27.255
8.08.2017	6646415,8664231	0,4	24	0,41177	₺26.273.229	1.800	₺14.596	₺28.654
11.08.2017	6749801,5020059	0,4	24	0,41177	₺26.681.911	1.800	₺14.823	₺30.587
14.08.2017	6519361,8487713	0,4	24	0,41177	₺25.770.985	1.800	₺14.317	₺36.239
17.08.2017	6379288,9021321	0,4	24	0,41177	₺25.217.278	1.800	₺14.010	₺36.294
20.08.2017	6812005,3127598	0,4	24	0,41177	₺26.927.803	1.800	₺14.960	₺34.249
23.08.2017	6182599,6245741	0,4	24	0,41177	₺24.439.767	1.800	₺13.578	₺34.784
26.08.2017	5496342,4461458	0,4	24	0,41177	₺21.726.998	1.800	₺12.071	₺36.467
29.08.2017	5353592,7100687	0,4	24	0,41177	₺21.162.709	1.800	₺11.757	₺38.366
1.09.2017	6118103,5112035	0,4	24	0,41177	₺24.184.814	1.800	₺13.436	₺40.988
4.09.2017	6944362,8513764	0,4	24	0,41177	₺27.451.011	1.800	₺15.251	₺35.494
7.09.2017	7539158,1863117	0,4	24	0,41177	₺29.802.232	1.800	₺16.557	₺38.541
10.09.2017	7786592,7852439	0,4	24	0,41177	₺30.780.339	1.800	₺17.100	₺34.544
13.09.2017	7745290,3222269	0,4	24	0,41177	₺30.617.071	1.800	₺17.009	₺32.531
16.09.2017	7948423,9939604	0,4	24	0,41177	₺31.420.056	1.800	₺17.456	₺30.373
19.09.2017	8052399,1253507	0,4	24	0,41177	₺31.831.069	1.800	₺17.684	₺32.886
22.09.2017	7953567,8988711	0,4	24	0,41177	₺31.440.390	1.800	₺17.467	₺30.420
25.09.2017	8039495,3131847	0,4	24	0,41177	₺31.780.061	1.800	₺17.656	₺32.895
28.09.2017	8117852,9673094	0,4	24	0,41177	₺32.089.808	1.800	₺17.828	₺34.978
1.10.2017	8141360,2635467	0,4	24	0,411962	₺32.197.738	1.800	₺17.888	₺36.897
4.10.2017	8620716,4971599	0,4	24	0,411962	₺34.093.513	1.800	₺18.941	₺35.436
7.10.2017	8093774,8083960	0,4	24	0,411962	₺32.009.546	1.800	₺17.783	₺37.091
10.10.2017	8795148,1025271	0,4	24	0,411962	₺34.783.361	1.800	₺19.324	₺40.066
13.10.2017	8874958,8838568	0,4	24	0,411962	₺35.099.000	1.800	₺19.499	₺47.316
16.10.2017	8760461,4048107	0,4	24	0,411962	₺34.646.181	1.800	₺19.248	₺47.972

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

19.10.2017	9245168,6057231	0,4	24	0,411962	₺36.563.118	1.800	₺20.313	₺47.829
22.10.2017	10147786,8131675	0,4	24	0,411962	₺40.132.824	1.800	₺22.296	₺50.342
25.10.2017	10037300,0220693	0,4	24	0,411962	₺39.695.867	1.800	₺22.053	₺48.184
28.10.2017	10222239,6739893	0,4	24	0,411962	₺40.427.273	1.800	₺22.460	₺48.203
31.10.2017	9904229,2422184	0,4	24	0,411962	₺39.169.594	1.800	₺21.761	₺54.196
3.11.2017	9151439,6702865	0,4	24	0,411962	₺36.192.436	1.800	₺20.107	₺60.391
6.11.2017	9636352,4825790	0,4	24	0,411962	₺38.110.186	1.800	₺21.172	₺58.841
9.11.2017	10038726,9438429	0,4	24	0,411962	₺39.701.511	1.800	₺22.056	₺59.853
12.11.2017	9438552,3508974	0,4	24	0,411962	₺37.327.919	1.800	₺20.738	₺49.853
15.11.2017	8374026,6631702	0,4	24	0,411962	₺33.117.895	1.800	₺18.399	₺61.294
18.11.2017	8710769,2568098	0,4	24	0,411962	₺34.449.657	1.800	₺19.139	₺65.271
21.11.2017	10367656,4013197	0,4	24	0,411962	₺41.002.372	1.800	₺22.779	₺67.626
24.11.2017	10571133,7699437	0,4	24	0,411962	₺41.807.092	1.800	₺23.226	₺69.154
27.11.2017	10466026,6004915	0,4	24	0,411962	₺41.391.410	1.800	₺22.995	₺82.264
30.11.2017	10675597,3824901	0,4	24	0,411962	₺42.220.228	1.800	₺23.456	₺85.743
3.12.2017	11124893,2008820	0,4	24	0,411962	₺43.997.119	1.800	₺24.443	₺94.873
6.12.2017	11660571,6353182	0,4	24	0,411962	₺46.115.639	1.800	₺25.620	₺119.743
9.12.2017	12250080,2604848	0,4	24	0,411962	₺48.447.049	1.800	₺26.915	₺127.172
12.12.2017	13045585,1477113	0,4	24	0,411962	₺51.593.139	1.800	₺28.663	₺145.917
15.12.2017	13466860,9895253	0,4	24	0,411962	₺53.259.216	1.800	₺29.588	₺148.359
18.12.2017	13817089,7568704	0,4	24	0,411962	₺54.644.313	1.800	₺30.358	₺160.150
21.12.2017	14113591,5172516	0,4	24	0,411962	₺55.816.929	1.800	₺31.009	₺132.406
24.12.2017	13848863,3511387	0,4	24	0,411962	₺54.769.972	1.800	₺30.428	₺116.679
27.12.2017	13182080,7162870	0,4	24	0,411962	₺52.132.957	1.800	₺28.963	₺132.704
30.12.2017	13807265,1700363	0,4	24	0,411962	₺54.605.458	1.800	₺30.336	₺108.521

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

2.01.2018	14403625,4395225	0,4	24	0,448217	₺61.977.118	1.800	₺34.432	₺125.529
5.01.2018	15259817,6114180	0,4	24	0,448217	₺65.661.213	1.800	₺36.478	₺146.035
8.01.2018	15428139,7249536	0,4	24	0,448217	₺66.385.483	1.800	₺36.881	₺127.104
11.01.2018	15592706,5486864	0,4	24	0,448217	₺67.093.595	1.800	₺37.274	₺112.322
14.01.2018	16468932,1513414	0,4	24	0,448217	₺70.863.891	1.800	₺39.369	₺115.390
17.01.2018	17062630,2007129	0,4	24	0,448217	₺73.418.505	1.800	₺40.788	₺93.745
20.01.2018	17687863,1152223	0,4	24	0,448217	₺76.108.809	1.800	₺42.283	₺108.077
23.01.2018	18921900,0767495	0,4	24	0,448217	₺81.418.726	1.800	₺45.233	₺91.062
26.01.2018	19532771,5298113	0,4	24	0,448217	₺84.047.234	1.800	₺46.693	₺93.601
29.01.2018	19835912,4427418	0,4	24	0,448217	₺85.351.614	1.800	₺47.418	₺94.648
1.02.2018	19594807,8468916	0,4	24	0,448217	₺84.314.169	1.800	₺46.841	₺76.836
4.02.2018	19890578,5313730	0,4	24	0,448217	₺85.586.836	1.800	₺47.548	₺69.350
7.02.2018	21327603,8354664	0,4	24	0,448217	₺91.770.188	1.800	₺50.983	₺63.856
10.02.2018	21410144,2926248	0,4	24	0,448217	₺92.125.350	1.800	₺51.181	₺72.239
13.02.2018	21169737,4354075	0,4	24	0,448217	₺91.090.908	1.800	₺50.606	₺72.042
16.02.2018	21822998,3784481	0,4	24	0,448217	₺93.901.813	1.800	₺52.168	₺85.746
19.02.2018	22619160,1527788	0,4	24	0,448217	₺97.327.604	1.800	₺54.071	₺94.052
22.02.2018	22155981,4435107	0,4	24	0,448217	₺95.334.600	1.800	₺52.964	₺83.828
25.02.2018	22674608,8891065	0,4	24	0,448217	₺97.566.194	1.800	₺54.203	₺80.977
28.02.2018	23129455,0712889	0,4	24	0,448217	₺99.523.344	1.800	₺55.291	₺87.120
3.03.2018	23343023,4468317	0,4	24	0,448217	₺100.442.303	1.800	₺55.801	₺96.268
6.03.2018	24069842,7924630	0,4	24	0,448217	₺103.569.722	1.800	₺57.539	₺90.320
9.03.2018	24918422,5805921	0,4	24	0,448217	₺107.221.062	1.800	₺59.567	₺78.236
12.03.2018	24840322,3336394	0,4	24	0,448217	₺106.885.006	1.800	₺59.381	₺77.126
15.03.2018	24863690,4637745	0,4	24	0,448217	₺106.985.556	1.800	₺59.436	₺69.550

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

18.03.2018	24887058,5939096	0,4	24	0,448217	₺107.086.106	1.800	₺59.492	₺68.903
21.03.2018	24504394,8232393	0,4	24	0,448217	₺105.439.549	1.800	₺58.578	₺74.815
24.03.2018	24653093,0421594	0,4	24	0,448217	₺106.079.380	1.800	₺58.933	₺72.627
27.03.2018	24490774,3152352	0,4	24	0,448217	₺105.380.941	1.800	₺58.545	₺65.630
30.03.2018	24908789,5394912	0,4	24	0,448217	₺107.179.612	1.800	₺59.544	₺57.733
2.04.2018	25653102,3238105	0,4	24	0,461173	₺113.572.974	1.800	₺63.096	₺59.352
5.04.2018	26526747,4780730	0,4	24	0,461173	₺117.440.829	1.800	₺65.245	₺57.071
8.04.2018	27476916,4258805	0,4	24	0,461173	₺121.647.475	1.800	₺67.582	₺58.847
11.04.2018	27252513,2971755	0,4	24	0,461173	₺120.653.984	1.800	₺67.030	₺58.385
14.04.2018	28224926,8548972	0,4	24	0,461173	₺124.959.112	1.800	₺69.422	₺66.914
17.04.2018	28081059,6722845	0,4	24	0,461173	₺124.322.175	1.800	₺69.068	₺66.208
20.04.2018	29770217,7921504	0,4	24	0,461173	₺131.800.518	1.800	₺73.223	₺74.116
23.04.2018	29909466,5191463	0,4	24	0,461173	₺132.417.009	1.800	₺73.565	₺74.828
26.04.2018	29146052,6061690	0,4	24	0,461173	₺129.037.176	1.800	₺71.687	₺77.766
29.04.2018	27778760,6724124	0,4	24	0,461173	₺122.983.818	1.800	₺68.324	₺78.919
2.05.2018	28362730,6804665	0,4	24	0,461173	₺125.569.206	1.800	₺69.761	₺77.384
5.05.2018	29362271,6038082	0,4	24	0,461173	₺129.994.434	1.800	₺72.219	₺82.598
8.05.2018	29562209,2509159	0,4	24	0,461173	₺130.879.610	1.800	₺72.711	₺77.375
11.05.2018	29676459,3349774	0,4	24	0,461173	₺131.385.425	1.800	₺72.992	₺70.728
14.05.2018	30171351,4820832	0,4	24	0,461173	₺133.576.442	1.800	₺74.209	₺73.035
17.05.2018	30795200,3384136	0,4	24	0,461173	₺136.338.383	1.800	₺75.744	₺67.819
20.05.2018	30575293,6611207	0,4	24	0,461173	₺135.364.799	1.800	₺75.203	₺71.329
23.05.2018	31340411,6930640	0,4	24	0,461173	₺138.752.176	1.800	₺77.085	₺63.324
26.05.2018	32357235,3087443	0,4	24	0,461173	₺143.253.919	1.800	₺79.586	₺61.632
29.05.2018	33709958,1867412	0,4	24	0,461173	₺149.242.776	1.800	₺82.913	₺62.610

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

1.06.2018	34898238,8104217	0,4	24	0,461173	₺154.503.605	1.800	₺85.835	₺63.187
4.06.2018	34255939,9366102	0,4	24	0,461173	₺151.659.980	1.800	₺84.256	₺62.961
7.06.2018	36806214,5014167	0,4	24	0,461173	₺162.950.711	1.800	₺90.528	₺64.333
10.06.2018	37002587,2062481	0,4	24	0,461173	₺163.820.104	1.800	₺91.011	₺56.857
13.06.2018	34735390,6142115	0,4	24	0,461173	₺153.782.633	1.800	₺85.435	₺53.203
16.06.2018	35226598,1582508	0,4	24	0,461173	₺155.957.337	1.800	₺86.643	₺54.881
19.06.2018	37928239,6504673	0,4	24	0,461173	₺167.918.209	1.800	₺93.288	₺56.723
22.06.2018	39762894,3150346	0,4	24	0,461173	₺176.040.703	1.800	₺97.800	₺50.973
25.06.2018	40441645,5040945	0,4	24	0,461173	₺179.045.712	1.800	₺99.470	₺52.359
28.06.2018	38798076,9098841	0,4	24	0,461173	₺171.769.205	1.800	₺95.427	₺49.463
1.07.2018	37644230,7564303	0,4	24	0,461173	₺166.660.827	1.800	₺92.589	₺53.504
4.07.2018	35642491,7971674	0,4	24	0,461173	₺157.798.607	1.800	₺87.666	₺55.278
7.07.2018	36590525,8008668	0,4	24	0,461173	₺161.995.801	1.800	₺89.998	₺57.451
10.07.2018	37975716,1170395	0,4	24	0,461173	₺168.128.399	1.800	₺93.405	₺53.036
13.07.2018	39423135,5878996	0,4	24	0,461173	₺174.536.503	1.800	₺96.965	₺52.266
16.07.2018	36947286,4930074	0,4	24	0,461173	₺163.575.273	1.800	₺90.875	₺56.486
19.07.2018	37766752,6719309	0,4	24	0,461173	₺167.203.264	1.800	₺92.891	₺62.562
22.07.2018	38873815,3995495	0,4	24	0,461173	₺172.104.519	1.800	₺95.614	₺62.157
25.07.2018	42035153,3565106	0,4	24	0,461173	₺186.100.587	1.800	₺103.389	₺68.549
28.07.2018	42402914,9781773	0,4	24	0,461173	₺187.728.763	1.800	₺104.294	₺68.639
31.07.2018	42742938,8857550	0,4	24	0,461173	₺189.234.138	1.800	₺105.130	₺65.189
3.08.2018	43330461,8044326	0,4	24	0,502677	₺209.099.775	1.800	₺116.167	₺62.290
6.08.2018	45883210,7962287	0,4	24	0,502677	₺221.418.574	1.800	₺123.010	₺58.246
9.08.2018	46221208,6658173	0,4	24	0,502677	₺223.049.650	1.800	₺123.916	₺55.033
12.08.2018	46521092,4940417	0,4	24	0,502677	₺224.496.799	1.800	₺124.720	₺52.975

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

15.08.2018	47856434,0962390	0,4	24	0,502677	₺230.940.756	1.800	₺128.300	₺52.857
18.08.2018	48862992,0577738	0,4	24	0,502677	₺235.798.102	1.800	₺130.999	₺53.822
21.08.2018	48186682,0371850	0,4	24	0,502677	₺232.534.433	1.800	₺129.186	₺54.367
24.08.2018	48277429,0843360	0,4	24	0,502677	₺232.972.351	1.800	₺129.429	₺56.304
27.08.2018	49000382,0337804	0,4	24	0,502677	₺236.461.104	1.800	₺131.367	₺57.684
30.08.2018	51007110,4597080	0,4	24	0,502677	₺246.144.972	1.800	₺136.747	₺58.468
2.09.2018	53028219,0106798	0,4	24	0,547918	₺278.929.111	1.800	₺154.961	₺60.935
5.09.2018	48394221,4935303	0,4	24	0,547918	₺254.554.225	1.800	₺141.419	₺56.914
8.09.2018	47988724,2509898	0,4	24	0,547918	₺252.421.304	1.800	₺140.234	₺52.165
11.09.2018	49347584,8255347	0,4	24	0,547918	₺259.568.928	1.800	₺144.205	₺52.963
14.09.2018	52636033,1897982	0,4	24	0,547918	₺276.866.208	1.800	₺153.815	₺54.567
17.09.2018	49996152,1749994	0,4	24	0,547918	₺262.980.400	1.800	₺146.100	₺52.628
20.09.2018	49447839,4392815	0,4	24	0,547918	₺260.096.268	1.800	₺144.498	₺54.626
23.09.2018	51389369,5657664	0,4	24	0,547918	₺270.308.742	1.800	₺150.172	₺56.226
26.09.2018	54374065,7289580	0,4	24	0,547918	₺286.008.282	1.800	₺158.893	₺54.419
29.09.2018	53740253,3956095	0,4	24	0,547918	₺282.674.421	1.800	₺157.041	₺55.315
2.10.2018	54756137,2027098	0,4	24	0,597231	₺313.939.801	1.800	₺174.411	₺54.931
5.10.2018	54016485,1224714	0,4	24	0,597231	₺309.699.066	1.800	₺172.055	₺55.487
8.10.2018	51211672,0073219	0,4	24	0,597231	₺293.617.902	1.800	₺163.121	₺55.736
11.10.2018	50515184,9866147	0,4	24	0,597231	₺289.624.651	1.800	₺160.903	₺52.419
14.10.2018	52041213,8655192	0,4	24	0,597231	₺298.374.012	1.800	₺165.763	₺52.709
17.10.2018	52252978,7235681	0,4	24	0,597231	₺299.588.148	1.800	₺166.438	₺54.833
20.10.2018	51051519,7467762	0,4	24	0,597231	₺292.699.682	1.800	₺162.611	₺54.370
23.10.2018	51214865,4384277	0,4	24	0,597231	₺293.636.211	1.800	₺163.131	₺54.258
26.10.2018	50090631,1116321	0,4	24	0,597231	₺287.190.506	1.800	₺159.550	₺54.249

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

29.10.2018	49886595,9543546	0,4	24	0,597231	₺286.020.687	1.800	₺158.900	₺53.059
1.11.2018	51977956,3164492	0,4	24	0,597231	₺298.011.330	1.800	₺165.562	₺53.437
4.11.2018	54123853,7693258	0,4	24	0,597231	₺310.314.656	1.800	₺172.397	₺53.423
7.11.2018	51832813,4970715	0,4	24	0,597231	₺297.179.165	1.800	₺165.100	₺54.713
10.11.2018	47652507,4541956	0,4	24	0,597231	₺273.211.725	1.800	₺151.784	₺53.700
13.11.2018	47091289,4863197	0,4	24	0,597231	₺269.994.028	1.800	₺149.997	₺53.284
16.11.2018	47244348,9321040	0,4	24	0,597231	₺270.871.582	1.800	₺150.484	₺46.715
19.11.2018	45715818,2493944	0,4	24	0,597231	₺262.107.877	1.800	₺145.615	₺40.816
22.11.2018	42714092,6483446	0,4	24	0,597231	₺244.897.731	1.800	₺136.054	₺36.580
25.11.2018	41389434,8491674	0,4	24	0,597231	₺237.302.914	1.800	₺131.835	₺33.598
28.11.2018	40822456,2895898	0,4	24	0,597231	₺234.052.189	1.800	₺130.029	₺35.671
1.12.2018	39499506,3172419	0,4	24	0,597231	₺226.467.165	1.800	₺125.815	₺35.313
4.12.2018	37757484,0987607	0,4	24	0,597231	₺216.479.424	1.800	₺120.266	₺33.153
7.12.2018	37191010,2958956	0,4	24	0,597231	₺213.231.593	1.800	₺118.462	₺28.654
10.12.2018	35969936,1541429	0,4	24	0,597231	₺206.230.665	1.800	₺114.573	₺29.347
13.12.2018	35005336,7349416	0,4	24	0,597231	₺200.700.214	1.800	₺111.500	₺27.764
16.12.2018	37010224,2913529	0,4	24	0,597231	₺212.195.071	1.800	₺117.886	₺27.254
19.12.2018	38029757,8799983	0,4	24	0,597231	₺218.040.483	1.800	₺121.134	₺31.386
22.12.2018	37486502,6851460	0,4	24	0,597231	₺214.925.774	1.800	₺119.403	₺33.633
25.12.2018	38725392,6632307	0,4	24	0,597231	₺222.028.848	1.800	₺123.349	₺31.968
28.12.2018	41086085,8949520	0,4	24	0,597231	₺235.563.688	1.800	₺130.869	₺32.877
31.12.2018	40723454,9514837	0,4	24	0,597231	₺233.484.573	1.800	₺129.714	₺31.359
3.01.2019	41499587,1787479	0,2	24	0,537508	₺107.070.529	1.800	₺59.484	₺32.147
6.01.2019	42762992,7168832	0,2	24	0,537508	₺110.330.163	1.800	₺61.295	₺34.156
9.01.2019	42653392,3846946	0,2	24	0,537508	₺110.047.390	1.800	₺61.137	₺33.810

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

12.01.2019	43172095,9403551	0,2	24	0,537508	₺111.385.665	1.800	₺61.881	₺30.677
15.01.2019	42592390,9028126	0,2	24	0,537508	₺109.890.004	1.800	₺61.050	₺30.420
18.01.2019	39460857,6336990	0,2	24	0,537508	₺101.810.528	1.800	₺56.561	₺30.648
21.01.2019	40467000,6236020	0,2	24	0,537508	₺104.406.416	1.800	₺58.004	₺29.962
24.01.2019	40991036,1462553	0,2	24	0,537508	₺105.758.447	1.800	₺58.755	₺30.170
27.01.2019	43163853,5566582	0,2	24	0,537508	₺111.364.400	1.800	₺61.869	₺30.029
30.01.2019	42667170,6481856	0,2	24	0,537508	₺110.082.939	1.800	₺61.157	₺29.209
2.02.2019	42571473,8981909	0,2	24	0,537508	₺109.836.037	1.800	₺61.020	₺29.502
5.02.2019	42283653,5059508	0,2	24	0,537508	₺109.093.450	1.800	₺60.607	₺29.043
8.02.2019	44265699,7640422	0,2	24	0,537508	₺114.207.205	1.800	₺63.448	₺30.722
11.02.2019	44881391,0341947	0,2	24	0,537508	₺115.795.712	1.800	₺64.331	₺30.569
14.02.2019	44306824,5078598	0,2	24	0,537508	₺114.313.309	1.800	₺63.507	₺30.304
17.02.2019	42190406,2886455	0,2	24	0,537508	₺108.852.868	1.800	₺60.474	₺30.782
20.02.2019	44810549,2298717	0,2	24	0,537508	₺115.612.938	1.800	₺64.229	₺33.513
23.02.2019	44380092,4649354	0,2	24	0,537508	₺114.502.343	1.800	₺63.612	₺34.709
26.02.2019	42628200,6264003	0,2	24	0,537508	₺109.982.395	1.800	₺61.101	₺32.294
1.03.2019	44684496,3807091	0,2	24	0,537508	₺115.287.717	1.800	₺64.049	₺32.338
4.03.2019	44628180,4201951	0,2	24	0,537508	₺115.142.419	1.800	₺63.968	₺31.517
7.03.2019	43291490,9583342	0,2	24	0,537508	₺111.693.709	1.800	₺62.052	₺32.773
10.03.2019	42515348,6901569	0,2	24	0,537508	₺109.691.232	1.800	₺60.940	₺33.109
13.03.2019	42034451,3845493	0,2	24	0,537508	₺108.450.499	1.800	₺60.250	₺32.733
16.03.2019	43189370,0518390	0,2	24	0,537508	₺111.430.233	1.800	₺61.906	₺33.923
19.03.2019	45511523,4347954	0,2	24	0,537508	₺117.421.478	1.800	₺65.234	₺34.111
22.03.2019	47450934,9448009	0,2	24	0,537508	₺122.425.234	1.800	₺68.014	₺33.715
25.03.2019	47511942,7087722	0,2	24	0,537508	₺122.582.637	1.800	₺68.101	₺33.205

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

28.03.2019	45660541,9831470	0,2	24	0,537508	₺117.805.952	1.800	₺65.448	₺34.093
31.03.2019	45880050,9782999	0,2	24	0,537508	₺118.372.293	1.800	₺65.762	₺34.398
3.04.2019	45891071,5288277	0,2	24	0,537508	₺118.400.727	1.800	₺65.778	₺41.667
6.04.2019	45800467,2415052	0,2	24	0,537508	₺118.166.964	1.800	₺65.648	₺42.394
9.04.2019	46463226,7833075	0,2	24	0,537508	₺119.876.909	1.800	₺66.598	₺43.610
12.04.2019	46415319,0879308	0,2	24	0,537508	₺119.753.306	1.800	₺66.530	₺42.643
15.04.2019	45082048,6002305	0,2	24	0,537508	₺116.313.417	1.800	₺64.619	₺42.455
18.04.2019	45082048,6002305	0,2	24	0,537508	₺116.313.417	1.800	₺64.619	₺44.393
21.04.2019	44582650,2773679	0,2	24	0,537508	₺115.024.950	1.800	₺63.903	₺44.528
24.04.2019	44471034,3204465	0,2	24	0,537508	₺114.736.976	1.800	₺63.743	₺45.788
27.04.2019	45158438,9747342	0,2	24	0,537508	₺116.510.507	1.800	₺64.728	₺44.141
30.04.2019	46740007,6131794	0,2	24	0,537508	₺120.591.014	1.800	₺66.995	₺44.832
3.05.2019	50033463,7480849	0,2	24	0,537508	₺129.088.258	1.800	₺71.716	₺48.330
6.05.2019	48827339,2115339	0,2	24	0,537508	₺125.976.410	1.800	₺69.987	₺48.150
9.05.2019	47908384,9653041	0,2	24	0,537508	₺123.605.473	1.800	₺68.670	₺51.734
12.05.2019	45881810,2658011	0,2	24	0,537508	₺118.376.832	1.800	₺65.765	₺58.419
15.05.2019	49213476,9863468	0,2	24	0,537508	₺126.972.660	1.800	₺70.540	₺68.748
18.05.2019	50117786,5247806	0,2	24	0,537508	₺129.305.814	1.800	₺71.837	₺60.923
21.05.2019	51172297,3135771	0,2	24	0,537508	₺132.026.492	1.800	₺73.348	₺66.722
24.05.2019	52656109,6833453	0,2	24	0,537508	₺135.854.785	1.800	₺75.475	₺66.923
27.05.2019	52231162,9795154	0,2	24	0,537508	₺134.758.406	1.800	₺74.866	₺73.780
30.05.2019	53373868,4594683	0,2	24	0,537508	₺137.706.630	1.800	₺76.504	₺69.706
2.06.2019	53764035,5274050	0,2	24	0,537508	₺138.713.276	1.800	₺77.063	₺73.254
5.06.2019	51549891,8389748	0,2	24	0,537508	₺133.000.700	1.800	₺73.889	₺65.556
8.06.2019	54563917,4525950	0,2	24	0,537508	₺140.777.002	1.800	₺78.209	₺66.644

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

11.06.2019	55994233,7353330	0,2	24	0,537508	₺144.467.273	1.800	₺80.260	₺66.423
14.06.2019	53557398,5869646	0,2	24	0,537508	₺138.180.145	1.800	₺76.767	₺72.842
17.06.2019	54248595,7911190	0,2	24	0,537508	₺139.963.460	1.800	₺77.757	₺78.092
20.06.2019	56304637,0733566	0,2	24	0,537508	₺145.268.126	1.800	₺80.705	₺79.824
23.06.2019	53722574,6270888	0,2	24	0,537508	₺138.606.305	1.800	₺77.004	₺90.953
26.06.2019	57826747,8111367	0,2	24	0,537508	₺149.195.230	1.800	₺82.886	₺109.058
29.06.2019	59739282,9536638	0,2	24	0,537508	₺154.129.644	1.800	₺85.628	₺100.203
2.07.2019	59910359,2467119	0,2	24	0,618134	₺177.756.624	1.800	₺98.754	₺90.503
5.07.2019	63617010,3162393	0,2	24	0,618134	₺188.754.418	1.800	₺104.864	₺91.984
8.07.2019	65363801,5649581	0,2	24	0,618134	₺193.937.223	1.800	₺107.743	₺102.939
11.07.2019	66436142,9914357	0,2	24	0,618134	₺197.118.906	1.800	₺109.511	₺95.170
14.07.2019	64282328,4239734	0,2	24	0,618134	₺190.728.445	1.800	₺105.960	₺85.931
17.07.2019	65398734,0291399	0,2	24	0,618134	₺194.040.869	1.800	₺107.800	₺81.221
20.07.2019	62180292,3938476	0,2	24	0,618134	₺184.491.614	1.800	₺102.495	₺90.214
23.07.2019	65527471,6945516	0,2	24	0,618134	₺194.422.839	1.800	₺108.013	₺82.955
26.07.2019	66422512,0674627	0,2	24	0,618134	₺197.078.463	1.800	₺109.488	₺82.699
29.07.2019	69400228,2426259	0,2	24	0,618134	₺205.913.475	1.800	₺114.396	₺79.757
1.08.2019	71948489,1597005	0,2	24	0,618134	₺213.474.276	1.800	₺118.597	₺87.135
4.08.2019	72972666,9413333	0,2	24	0,618134	₺216.513.055	1.800	₺120.285	₺91.915
7.08.2019	74077368,9659740	0,2	24	0,618134	₺219.790.754	1.800	₺122.106	₺100.057
10.08.2019	74566507,4496083	0,2	24	0,618134	₺221.242.049	1.800	₺122.912	₺95.131
13.08.2019	73747045,0713431	0,2	24	0,618134	₺218.810.669	1.800	₺121.561	₺91.292
16.08.2019	74456151,2739522	0,2	24	0,618134	₺220.914.617	1.800	₺122.730	₺86.922
19.08.2019	70938762,0150292	0,2	24	0,618134	₺210.478.371	1.800	₺116.932	₺91.461
22.08.2019	72283871,8608038	0,2	24	0,618134	₺214.469.370	1.800	₺119.150	₺84.884

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

25.08.2019	74482723,3251214	0,2	24	0,618134	₺220.993.458	1.800	₺122.774	₺84.947
28.08.2019	73547109,0024646	0,2	24	0,618134	₺218.217.450	1.800	₺121.232	₺81.728
31.08.2019	76873723,5689477	0,2	24	0,618134	₺228.087.659	1.800	₺126.715	₺80.691
3.09.2019	78440212,4835249	0,2	24	0,618134	₺232.735.499	1.800	₺129.297	₺89.010
6.09.2019	81396021,7974632	0,2	24	0,618134	₺241.505.513	1.800	₺134.170	₺86.746
9.09.2019	84070180,8003575	0,2	24	0,618134	₺249.439.858	1.800	₺138.578	₺86.593
12.09.2019	88889490,5277665	0,2	24	0,618134	₺263.738.958	1.800	₺146.522	₺87.222
15.09.2019	89554384,7460998	0,2	24	0,618134	₺265.711.728	1.800	₺147.618	₺86.699
18.09.2019	89597236,2481669	0,2	24	0,618134	₺265.838.871	1.800	₺147.688	₺85.447
21.09.2019	91702566,2948417	0,2	24	0,618134	₺272.085.476	1.800	₺151.159	₺83.951
24.09.2019	90098193,5880258	0,2	24	0,618134	₺267.325.233	1.800	₺148.514	₺72.228
27.09.2019	91434682,1708002	0,2	24	0,618134	₺271.290.652	1.800	₺150.717	₺69.139
30.09.2019	89341776,9942979	0,2	24	0,618134	₺265.080.912	1.800	₺147.267	₺69.491
3.10.2019	91433868,6440188	0,2	24	0,710229	₺311.707.128	1.800	₺173.171	₺69.207
6.10.2019	91428958,5122454	0,2	24	0,710229	₺311.690.389	1.800	₺173.161	₺66.930
9.10.2019	96593924,4539678	0,2	24	0,710229	₺329.298.271	1.800	₺182.943	₺72.020
12.10.2019	98269788,0567526	0,2	24	0,710229	₺335.011.456	1.800	₺186.117	₺69.849
15.10.2019	94280759,1966950	0,2	24	0,710229	₺321.412.461	1.800	₺178.562	₺68.750
18.10.2019	93485053,2945287	0,2	24	0,710229	₺318.699.820	1.800	₺177.055	₺66.804
21.10.2019	95055454,3874211	0,2	24	0,710229	₺324.053.474	1.800	₺180.030	₺69.071
24.10.2019	101132725,0548330	0,2	24	0,710229	₺344.771.492	1.800	₺191.540	₺62.785
27.10.2019	99339894,7978373	0,2	24	0,710229	₺338.659.556	1.800	₺188.144	₺80.030
30.10.2019	92695122,5212523	0,2	24	0,710229	₺316.006.868	1.800	₺175.559	₺77.131
2.11.2019	89256768,1250417	0,2	24	0,710229	₺304.285.177	1.800	₺169.047	₺78.128
5.11.2019	90715212,0486534	0,2	24	0,710229	₺309.257.157	1.800	₺171.810	₺78.277

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

8.11.2019	91861270,4991915	0,2	24	0,710229	₺313.164.184	1.800	₺173.980	₺73.773
11.11.2019	92339819,4165603	0,2	24	0,710229	₺314.795.605	1.800	₺174.886	₺73.378
14.11.2019	90699368,8850488	0,2	24	0,710229	₺309.203.146	1.800	₺171.780	₺72.962
17.11.2019	95931202,1153311	0,2	24	0,710229	₺327.038.984	1.800	₺181.688	₺71.871
20.11.2019	94937564,4286375	0,2	24	0,710229	₺323.651.575	1.800	₺179.806	₺67.257
23.11.2019	90641806,3324848	0,2	24	0,710229	₺309.006.909	1.800	₺171.671	₺61.983
26.11.2019	90238982,0203729	0,2	24	0,710229	₺307.633.641	1.800	₺170.908	₺60.480
29.11.2019	90747073,1583127	0,2	24	0,710229	₺309.365.775	1.800	₺171.870	₺65.028
2.12.2019	87522557,8684234	0,2	24	0,710229	₺298.373.082	1.800	₺165.763	₺61.348
5.12.2019	95261394,5641576	0,2	24	0,710229	₺324.755.544	1.800	₺180.420	₺62.406
8.12.2019	96880815,3547740	0,2	24	0,710229	₺330.276.310	1.800	₺183.487	₺63.379
11.12.2019	96761138,5169975	0,2	24	0,710229	₺329.868.320	1.800	₺183.260	₺60.472
14.12.2019	92907581,8474793	0,2	24	0,710229	₺316.731.163	1.800	₺175.962	₺59.695
17.12.2019	91170136,9113551	0,2	24	0,710229	₺310.808.041	1.800	₺172.671	₺55.638
20.12.2019	92925415,7375964	0,2	24	0,710229	₺316.791.960	1.800	₺175.996	₺60.484
23.12.2019	99947585,9399815	0,2	24	0,710229	₺340.731.235	1.800	₺189.295	₺61.630
26.12.2019	96857362,7365599	0,2	24	0,710229	₺330.196.358	1.800	₺183.442	₺60.652
29.12.2019	94344814,3009922	0,2	24	0,710229	₺321.630.831	1.800	₺178.684	₺62.191
1.01.2020	97011480,5921508	0,2	24	0,710229	₺330.721.761	1.800	₺183.734	₺60.327
4.01.2020	103031751,9698380	0,2	24	0,710229	₺351.245.463	1.800	₺195.136	₺62.091
7.01.2020	105477457,1533580	0,2	24	0,710229	₺359.583.115	1.800	₺199.768	₺68.400
10.01.2020	108770686,2479620	0,2	24	0,710229	₺370.810.059	1.800	₺206.006	₺68.424
13.01.2020	105144996,7063640	0,2	24	0,710229	₺358.449.724	1.800	₺199.139	₺68.237
16.01.2020	104842225,0709240	0,2	24	0,710229	₺357.417.546	1.800	₺198.565	₺73.093
19.01.2020	106104409,8345750	0,2	24	0,710229	₺361.720.459	1.800	₺200.956	₺72.946

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

22.01.2020	110810185,4784220	0,2	24	0,710229	₺377.762.915	1.800	₺209.868	₺72.734
25.01.2020	110600317,7028950	0,2	24	0,710229	₺377.047.455	1.800	₺209.471	₺70.111
28.01.2020	110810185,4784220	0,2	24	0,710229	₺377.762.915	1.800	₺209.868	₺78.412
31.01.2020	111739680,9549550	0,2	24	0,710229	₺380.931.657	1.800	₺211.629	₺78.344
3.02.2020	111681439,2305460	0,2	24	0,710229	₺380.733.105	1.800	₺211.518	₺77.867
6.02.2020	113456448,3565320	0,2	24	0,710229	₺386.784.287	1.800	₺214.880	₺81.522
9.02.2020	109282832,6377050	0,2	24	0,710229	₺372.556.017	1.800	₺206.976	₺84.764
12.02.2020	109340676,4294110	0,2	24	0,710229	₺372.753.213	1.800	₺207.085	₺86.518
15.02.2020	107932589,6585500	0,2	24	0,710229	₺367.952.905	1.800	₺204.418	₺82.860
18.02.2020	111150618,9255240	0,2	24	0,710229	₺378.923.486	1.800	₺210.513	₺84.976
21.02.2020	109631870,4858100	0,2	24	0,710229	₺373.745.922	1.800	₺207.637	₺81.159
24.02.2020	112391988,0710520	0,2	24	0,710229	₺383.155.437	1.800	₺212.864	₺80.855
27.02.2020	109315034,2917720	0,2	24	0,710229	₺372.665.796	1.800	₺207.037	₺73.602
1.03.2020	110892855,1501980	0,2	24	0,710229	₺378.044.744	1.800	₺210.025	₺71.741
4.03.2020	116468614,6822440	0,2	24	0,710229	₺397.053.061	1.800	₺220.585	₺73.357
7.03.2020	121307726,1515730	0,2	24	0,710229	₺413.550.072	1.800	₺229.750	₺74.653
10.03.2020	121936055,9616260	0,2	24	0,710229	₺415.692.111	1.800	₺230.940	₺66.272
13.03.2020	116070927,6133040	0,2	24	0,710229	₺395.697.306	1.800	₺219.832	₺46.616
16.03.2020	108109035,4006620	0,2	24	0,710229	₺368.554.426	1.800	₺204.752	₺42.014
19.03.2020	101680788,7489200	0,2	24	0,710229	₺346.639.896	1.800	₺192.578	₺51.874
22.03.2020	94157585,8819484	0,2	24	0,710229	₺320.992.551	1.800	₺178.329	₺48.849
25.03.2020	95333086,3299128	0,2	24	0,710229	₺324.999.948	1.800	₺180.556	₺55.978
28.03.2020	100386175,7558380	0,2	24	0,710229	₺342.226.431	1.800	₺190.126	₺52.301
31.03.2020	100495620,1085710	0,2	24	0,710229	₺342.599.538	1.800	₺190.333	₺53.947
3.04.2020	104035696,2502860	0,2	24	0,710229	₺354.668.009	1.800	₺197.038	₺56.416

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

6.04.2020	106308080,8787350	0,2	24	0,710229	₺362.414.793	1.800	₺201.342	₺60.927
9.04.2020	104926817,6500120	0,2	24	0,710229	₺357.705.930	1.800	₺198.726	₺61.181
12.04.2020	110999326,6368080	0,2	24	0,710229	₺378.407.716	1.800	₺210.227	₺58.408
15.04.2020	115878648,7390980	0,2	24	0,710229	₺395.041.809	1.800	₺219.468	₺55.652
18.04.2020	115054068,8189830	0,2	24	0,710229	₺392.230.734	1.800	₺217.906	₺60.809
21.04.2020	113800073,5185040	0,2	24	0,710229	₺387.955.740	1.800	₺215.531	₺57.647
24.04.2020	109962750,6690720	0,2	24	0,710229	₺374.873.925	1.800	₺208.263	₺63.266
27.04.2020	111554966,8877610	0,2	24	0,710229	₺380.301.948	1.800	₺211.279	₺65.316
30.04.2020	113216514,4669920	0,2	24	0,710229	₺385.966.329	1.800	₺214.426	₺72.547
3.05.2020	113443174,1556150	0,2	24	0,710229	₺386.739.034	1.800	₺214.855	₺74.548
6.05.2020	119472293,0606650	0,2	24	0,710229	₺407.292.899	1.800	₺226.274	₺77.659
9.05.2020	121853507,6382130	0,2	24	0,710229	₺415.410.695	1.800	₺230.784	₺80.383
12.05.2020	121087434,4759720	0,2	24	0,710229	₺412.799.076	900	₺458.666	₺73.769
15.05.2020	111966037,3811000	0,2	24	0,710229	₺381.703.328	900	₺424.115	₺78.157
18.05.2020	101672938,9497430	0,2	24	0,710229	₺346.613.135	900	₺385.126	₺81.495
21.05.2020	93625665,1785999	0,2	24	0,710229	₺319.179.180	900	₺354.644	₺76.092
24.05.2020	90689768,7004809	0,2	24	0,710229	₺309.170.418	900	₺343.523	₺73.651
27.05.2020	90471236,6930316	0,2	24	0,710229	₺308.425.421	900	₺342.695	₺76.924
30.05.2020	94602038,0143130	0,2	24	0,710229	₺322.507.732	900	₺358.342	₺81.276
2.06.2020	103202223,2883410	0,2	24	0,710229	₺351.826.617	900	₺390.918	₺79.846
5.06.2020	105288528,1766400	0,2	24	0,710229	₺358.939.037	900	₺398.821	₺80.984
8.06.2020	110815623,4378350	0,2	24	0,710229	₺377.781.453	900	₺419.757	₺81.871
11.06.2020	114994337,8583900	0,2	24	0,710229	₺392.027.105	900	₺435.586	₺78.103
14.06.2020	112245343,3772680	0,2	24	0,710229	₺382.655.510	900	₺425.173	₺78.648
17.06.2020	110570811,7373980	0,2	24	0,710229	₺376.946.866	900	₺418.830	₺79.431

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

20.06.2020	105926966,5568550	0,2	24	0,710229	₺361.115.537	900	₺401.239	₺78.192
23.06.2020	108235120,8461290	0,2	24	0,710229	₺368.984.264	900	₺409.983	₺80.683
26.06.2020	112767411,2618250	0,2	24	0,710229	₺384.435.292	900	₺427.150	₺76.772
29.06.2020	115793972,0014570	0,2	24	0,710229	₺394.753.137	900	₺438.615	₺77.006
2.07.2020	117362562,8620570	0,2	24	0,71023	₺400.101.183	900	₺444.557	₺76.441
5.07.2020	121956640,8632950	0,2	24	0,71023	₺415.762.872	900	₺461.959	₺76.027
8.07.2020	125990398,0247750	0,2	24	0,71023	₺429.514.370	900	₺477.238	₺78.996
11.07.2020	124533213,7059830	0,2	24	0,71023	₺424.546.677	900	₺471.719	₺77.421
14.07.2020	123224185,9661420	0,2	24	0,71023	₺420.084.065	900	₺466.760	₺77.445
17.07.2020	121358766,0340190	0,2	24	0,71023	₺413.724.655	900	₺459.694	₺76.676
20.07.2020	115473898,0945930	0,2	24	0,71023	₺393.662.528	900	₺437.403	₺76.783
23.07.2020	113943058,6824210	0,2	24	0,71023	₺388.443.737	900	₺431.604	₺80.276
26.07.2020	120718051,3608350	0,2	24	0,71023	₺411.540.392	900	₺457.267	₺82.991
29.07.2020	126940916,2450890	0,2	24	0,71023	₺432.754.785	900	₺480.839	₺93.006
1.08.2020	124781881,4207140	0,2	24	0,71023	₺425.394.411	900	₺472.660	₺98.529
4.08.2020	122154894,8212140	0,2	24	0,71023	₺416.438.741	900	₺462.710	₺93.890
7.08.2020	122394179,6298740	0,2	24	0,71023	₺417.254.487	900	₺463.616	₺97.204
10.08.2020	124667385,3121490	0,2	24	0,71023	₺425.004.082	900	₺472.227	₺99.522
13.08.2020	126347972,6938770	0,2	24	0,71023	₺430.733.379	900	₺478.593	₺98.735
16.08.2020	129075393,1903350	0,2	24	0,71023	₺440.031.439	900	₺488.924	₺99.645
19.08.2020	125649847,9843960	0,2	24	0,71023	₺428.353.399	900	₺475.948	₺98.518
22.08.2020	121798511,6477100	0,2	24	0,71023	₺415.223.793	900	₺461.360	₺97.877
25.08.2020	123297691,9140000	0,2	24	0,71023	₺420.334.655	900	₺467.039	₺95.232
28.08.2020	122017801,8251030	0,2	24	0,71023	₺415.971.376	900	₺462.190	₺96.710
31.08.2020	122462847,3427670	0,2	24	0,71023	₺417.488.583	900	₺463.876	₺97.869

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

3.09.2020	126308447,3309200	0,2	24	0,71023	₺430.598.633	900	₺478.443	₺85.841
6.09.2020	122193759,5106630	0,2	24	0,71023	₺416.571.234	900	₺462.857	₺86.135
9.09.2020	127930089,1545690	0,2	24	0,71023	₺436.126.979	900	₺484.586	₺85.817
12.09.2020	131873589,6847160	0,2	24	0,71023	₺449.570.782	900	₺499.523	₺87.491
15.09.2020	136485692,0776970	0,2	24	0,71023	₺465.293.919	900	₺516.993	₺90.463
18.09.2020	139811606,9568470	0,2	24	0,71023	₺476.632.309	900	₺529.591	₺91.700
21.09.2020	139904505,8530020	0,2	24	0,71023	₺476.949.011	900	₺529.943	₺87.659
24.09.2020	136974413,0675960	0,2	24	0,71023	₺466.960.019	900	₺518.844	₺90.154
27.09.2020	138914905,9916780	0,2	24	0,71023	₺473.575.362	900	₺526.195	₺90.282
30.09.2020	139905644,7434770	0,2	24	0,71023	₺476.952.893	900	₺529.948	₺90.359
3.10.2020	135516448,0456420	0,2	24	0,751068	₺488.553.924	900	₺542.838	₺88.389
6.10.2020	137953248,4370170	0,2	24	0,751068	₺497.338.898	900	₺552.599	₺88.850
9.10.2020	140918695,2372450	0,2	24	0,751068	₺508.029.708	900	₺564.477	₺92.705
12.10.2020	138141088,9005930	0,2	24	0,751068	₺498.016.087	900	₺553.351	₺96.818
15.10.2020	144034012,3358370	0,2	24	0,751068	₺519.260.820	900	₺576.956	₺96.315
18.10.2020	146484944,0374190	0,2	24	0,751068	₺528.096.739	900	₺586.774	₺96.214
21.10.2020	139371646,1311850	0,2	24	0,751068	₺502.452.401	900	₺558.280	₺107.445
24.10.2020	133536442,0360120	0,2	24	0,751068	₺481.415.753	900	₺534.906	₺109.827
27.10.2020	130791599,9985290	0,2	24	0,751068	₺471.520.250	900	₺523.911	₺114.403
30.10.2020	116022515,9596070	0,2	24	0,751068	₺418.275.835	900	₺464.751	₺113.501
2.11.2020	108779984,3635980	0,2	24	0,751068	₺392.165.593	900	₺435.740	₺113.534
5.11.2020	115107145,4793840	0,2	24	0,751068	₺414.975.809	900	₺461.084	₺130.537
8.11.2020	121130852,4218930	0,2	24	0,751068	₺436.692.034	900	₺485.213	₺129.697
11.11.2020	128159204,2442150	0,2	24	0,751068	₺462.030.131	900	₺513.367	₺131.555
14.11.2020	126609372,0068430	0,2	24	0,751068	₺456.442.790	900	₺507.159	₺134.629

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

17.11.2020	124869930,2718020	0,2	24	0,751068	₺450.171.882	900	₺500.191	₺147.844
20.11.2020	128602936,8009660	0,2	24	0,751068	₺463.629.843	900	₺515.144	₺156.021
23.11.2020	141076183,1850530	0,2	24	0,751068	₺508.597.472	900	₺565.108	₺153.866
26.11.2020	135709930,5235980	0,2	24	0,751068	₺489.251.453	900	₺543.613	₺143.698
29.11.2020	133710520,8657910	0,2	24	0,751068	₺482.043.329	900	₺535.604	₺152.302
2.12.2020	131996845,7783800	0,2	24	0,751068	₺475.865.313	900	₺528.739	₺160.878
5.12.2020	133409747,6679510	0,2	24	0,751068	₺480.959.003	900	₺534.399	₺160.486
8.12.2020	137948518,4679560	0,2	24	0,751068	₺497.321.846	900	₺552.580	₺153.506
11.12.2020	134275333,0649630	0,2	24	0,751068	₺484.079.548	900	₺537.866	₺151.308
14.12.2020	134533587,6076590	0,2	24	0,751068	₺485.010.588	900	₺538.901	₺161.260
17.12.2020	132373208,7407290	0,2	24	0,751068	₺477.222.149	900	₺530.247	₺191.075
20.12.2020	136823648,1009800	0,2	24	0,751068	₺493.266.546	900	₺548.074	₺196.707
23.12.2020	134839542,5701230	0,2	24	0,751068	₺486.113.595	900	₺540.126	₺194.730
26.12.2020	134176614,6322170	0,2	24	0,751068	₺483.723.656	900	₺537.471	₺221.505
29.12.2020	134096925,4759050	0,2	24	0,751068	₺483.436.366	900	₺537.152	₺229.259
1.01.2021	142734576,9093020	0,1	24	0,797539	₺273.207.340	900	₺303.564	₺246.114
4.01.2021	146350014,0838070	0,1	24	0,797539	₺280.127.625	900	₺311.253	₺267.880
7.01.2021	149387454,0462800	0,1	24	0,797539	₺285.941.570	900	₺317.713	₺329.874
10.01.2021	148690226,4330310	0,1	24	0,797539	₺284.607.011	900	₺316.230	₺321.373
13.01.2021	151697118,4842930	0,1	24	0,797539	₺290.362.484	900	₺322.625	₺312.659
16.01.2021	153019188,2256800	0,1	24	0,797539	₺292.893.049	900	₺325.437	₺303.122
19.01.2021	150294161,2755990	0,1	24	0,797539	₺287.677.092	900	₺319.641	₺302.214
22.01.2021	146196559,9944730	0,1	24	0,797539	₺279.833.900	900	₺310.927	₺276.542
25.01.2021	146698957,5340700	0,1	24	0,797539	₺280.795.536	900	₺311.995	₺271.185
28.01.2021	148549580,9471550	0,1	24	0,797539	₺284.337.802	900	₺315.931	₺280.399

Tablo 4. Bitcoin Enerji Maliyeti Hesaplama ve Bitcoin Fiyatı Zaman Serileri Verileri
(devam)

31.01.2021	150095785,4763930	0,1	24	0,797539	₺287.297.382	900	₺319.219	₺277.452
3.02.2021	146546722,5685770	0,1	24	0,797539	₺280.504.144	900	₺311.671	₺313.964
6.02.2021	152461827,4149370	0,1	24	0,797539	₺291.826.208	900	₺324.251	₺328.994
9.02.2021	165861253,1121610	0,1	24	0,797539	₺317.473.963	900	₺352.749	₺389.447
12.02.2021	160711290,0043520	0,1	24	0,797539	₺307.616.452	900	₺341.796	₺398.024
15.02.2021	156021048,9502250	0,1	24	0,797539	₺298.638.891	900	₺331.821	₺401.712
18.02.2021	150236853,9647530	0,1	24	0,797539	₺287.567.401	900	₺319.519	₺433.004
21.02.2021	151777617,9562930	0,1	24	0,797539	₺290.516.567	900	₺322.796	₺482.104
24.02.2021	149558390,9927190	0,1	24	0,797539	₺286.268.759	900	₺318.076	₺416.461
27.02.2021	154427502,2793040	0,1	24	0,797539	₺295.588.694	900	₺328.432	₺386.995
2.03.2021	154118955,8212040	0,1	24	0,797539	₺294.998.107	900	₺327.776	₺405.348
5.03.2021	151187764,4692490	0,1	24	0,797539	₺289.387.532	900	₺321.542	₺409.942
8.03.2021	153716875,7783460	0,1	24	0,797539	₺294.228.488	900	₺326.921	₺437.753
11.03.2021	155778275,3953460	0,1	24	0,797539	₺298.174.200	900	₺331.305	₺484.326
14.03.2021	154598952,2360540	0,1	24	0,797539	₺295.916.865	900	₺328.797	₺496.870
17.03.2021	156579037,3385850	0,1	24	0,797539	₺299.706.933	900	₺333.008	₺493.256
20.03.2021	157420617,6912910	0,1	24	0,797539	₺301.317.797	900	₺334.798	₺488.587
23.03.2021	160766785,1084460	0,1	24	0,797539	₺307.722.674	900	₺341.914	₺458.636
26.03.2021	166720074,3959630	0,1	24	0,797539	₺319.117.827	900	₺354.575	₺461.974
29.03.2021	166457523,7988460	0,1	24	0,797539	₺318.615.281	900	₺354.017	₺483.866