

T.C

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



**KAOS TEORİSİ İLE BİTCOİN
FİYATLARININİNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Hazırlayan

Doç. Dr. Hasan SÖYLER

Çağrı Batuhan ÖZMEN

Malatya-2025

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**KAOS TEORİSİ İLE BİTCOİN FİYATLARININ
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çağrı Batuhan ÖZMEN

Danışman

Doç. Dr. Hasan SÖYLER

MALATYA-2025

ONUR SÖZÜ

Doç. Dr. Hasan SÖYLER'in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “KAOS TEORİSİ İLE BITCOIN FİYATLARININ İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Çağrı Batuhan ÖZMEN



TEŞEKKÜR

Öncelikle lisansüstü eğitimim süresince rehberliğini ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Hasan SÖYLER'e, hem akademik hem de kişisel gelişimimde ilerlemem için bana yol gösteren bölüm başkanımız Prof. Dr. Fatma ZEREN'e, lise yıllarımdan itibaren düşünce ve fikirlerin gelişiminin önemini her fırsatta bana öğreten Metin BENLİ'ye, tezimi yazarken düşüncelerimi sabırla dinleyip, fikir ve önerileriyle yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet Koca, Murat GÜRSUL ve Sedat ÇAPKIN'a, daima maddi ve manevi desteğini yanımda bulduğum kıymetli annem Serap TURAN'a, aziz hatırasıyla bana güç vermeye devam eden sevgili anneannem Vecihe TURAN'a, hayatımın zor günlerinde yanımda olan ve yolumu aydınlatan Gizem PERİNCEKLİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bitcoin, son yıllarda hem popülerliği hem de teknolojide yarattığı devrimlerden dolayı konuşulmakta, tartışılmakta ve çalışılmaktadır. Bütün dünyayı etkisi altına alan bu teknoloji geleceği şekillendirmekle kalmayarak bugünden bize geleceğe bakma fırsatı vermektedir. Kaos teorisi ise ortaya çıktığı dönemde benzer devrimleri yaratmış ve bizlere farklı bakış açısı sunmuş önemi ancak son yıllarda anlaşılan bir teoridir. Kaos teorisi, doğası gereği öngörülemezlik içerisindedir. Çalışmada öncelikle kaos teorisi üzerinde durulacaktır. Kaos teorisi günümüzde hem Fen Bilimlerinde hem de Sosyal Bilimlerde üzerinde çalışılan bir alandır. Kaos düzeni ve düzensizliği içinde bulundurandır.

Bu çalışmada Yahoo Finance üzerinden elde edilen Bitcoin'in tarihsel fiyat listesi kullanılmıştır. Python programlama dili ile edilen tarihsel fiyat listesi kaos teorisi uygulanarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde Kaos teorisi üzerine bilgi verilmiş ve tarihsel gelişim süreci ele alınmıştır. İkinci bölümünde ise Bitcoin ve teknolojisi ele alınmış, para ile ilişkisi, madenciliği, blokzincir teknolojisi üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde ise kaos teorisi bağlamı içerisinde determinizm ve indeterminizm tartışması yapılmıştır. Dördüncü bölümde uygulaması yapılmış ve sonuca yazılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kaos Teorisi, Bitcoin.

ABSTRACT

Bitcoin has been talked about, discussed and studied in recent years due to both its popularity and the revolutions it has created in technology. This technology, which has influenced the whole world, not only shapes the future but also gives us the opportunity to look into the future today. Chaos theory, on the other hand, is a theory that created similar revolutions and offered us a different perspective when it emerged, and its importance has only been understood in recent years. Chaos theory is inherently unpredictable. The study will primarily focus on chaos theory. Chaos theory is a field studied in both Science and Social Sciences today. Chaos is the one that contains order and disorder.

In this study, the historical price list of Bitcoin obtained from Yahoo Finance was used. The historical price list obtained with the Python programming language was analyzed by applying chaos theory.

In the first part of the study, information on Chaos theory is given and the historical development process is discussed. In the second part, Bitcoin and its technology are discussed, its relationship with money, mining and blockchain technology are emphasized. In the third chapter, determinism and indeterminism are discussed within the context of chaos theory. In the fourth chapter, its application was made and the conclusion was written.

Keywords: Chaos Theory, Bitcoin.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	3
KAOS TEORİSİ.....	3
1.1. Kaos Teorisi'nin Tarihsel Gelişim Süreci	3
1.2. Kaos Teorisi	5
1.3. Kelebek Etkisi (Başlangıç Koşullarına Olan Hassas Bağlılık)	6
1.4. Determinizm ve İndeterminizm	7
1.5. Literatür Taraması	8
1.5.1.Yabancı Kaynaklar:.....	8
1.5.2. Yerli kaynaklar:	10
İKİNCİ BÖLÜM	18
BITCOIN VE TEKNOLOJİSİ	18

2.1. Para ve Bitcoin.....	18
2.2. Bitcoin Madenciliği	20
2.2.1. Merkle Ağacı ve Kökü	21
2.3. Blokzincir Teknolojisi	22
2.4. Bitcoin’de Fiyat Oluşumu.....	23
2.5. Bitcoin Alım Satımı	24
2.6. Literatür Taraması	24
2.6.1.Yabancı Kaynaklar:.....	24
2.6.2. Yerli Kaynaklar:	25
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	32
UYGULAMA.....	32
3.1. Kaosu Tespit Etmek İçin Kullanılan Analizler	32
3.1.1 Garip Çekiciler veya Lorenz Çekeri.....	32
3.1.2. Lyapunov Üstelleri	32
3.2. Uygulama	33
3.2.1. Fiyat Tahmini	36
SONUÇ	42
KAYNAKÇA	45

KISALTMALAR

AB: Avrupa Birliği

BIST: Borsa İstanbul

BTC: Bitcoin

CAC: Paris Menkul Kıymetler Borsası

CNY/USD: Çin Yuanı/Amerika Birleşik Devletleri Doları

çev. : Çeviren

DAX: Almanya Borsa Endeksi

EURUSD: Euro/Dolar Paritesi

ETH: Ethereum

DJI: Dow Jones Endüstri Endeksi

DXY: Amerikan Doları Endeksi

FED: Amerika Merkez Bankası (Federal Reserve)

GARCH: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli

GSADF: Genelleştirilmiş Supremum Augmented Dickey-Fuller Testi

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

IBEX35: İspanya Borsa Endeksi

IDX: Endonezya Borsa Endeksi

IMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

NIKKEI225: Japonya Borsa Endeksi

SADF: Supremum Augmented Dickey-Fuller Testi

S&PBMV: Meksika Borsa Endeksi

S&P500: Standard & Poor's şirketi tarafından oluşturulan piyasa değeri en yüksek 500 ABD şirketinin listelendiği bir borsa endeksi.

TADAWUL: Suudi Arabistan Borsa Endeksi

VIX: Piyasa Korku Endeksi



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1. BTC-USD Tarihsel Kapanış Fiyatları.....	34
Şekil 3. 2. BTC-USD Kapanış Fiyat Verisi Lorenz Çekeri ile incelenmiştir.....	34
Şekil 3. 3. Bitcoin Fiyatları ve Lyapunov Üsteli.....	35
Şekil 3. 4. Lyapunov Üstelinin Zaman İçerisindeki Değişimi	36
Şekil 3. 5. Bitcoin Gerçek ve Tahmin Edilen Fiyat Çizgi Grafiği	39
Şekil 3. 6. Bitcoin Gerçek ve Tahmin Edilen Fiyat Bilgisi Eklenmiş Çizgi Grafiği.....	40

GİRİŞ

Son yıllarda Bitcoin, finansal piyasalar ve teknoloji dünyasında büyük bir ilgi odağı haline gelmiştir. Bitcoin'in merkezi olmayan yapısı geleneksel finans sisteminden ayrılmaktadır. Bu ayrışma Bitcoin'i sadece yatırımcılar ve teknoloji meraklıları arasında değil, aynı zamanda akademik çevrelerde de geniş çaplı araştırma ve tartışmalara konu etmiştir. Bitcoin'in değerini volatilité göstermektedir. Kaos teorisi, karmaşık ve öngörülemez sistemleri anlamaya yönelik bir matematiksel yaklaşım sunar. İlk olarak fizik ve meteoroloji alanlarında uygulama bulan bu teori, zamanla sadece Fen Bilimlerinde değil Sosyal Bilimlerde de etkili olmuştur.

Kaos teorisinin en önemli katkılarından biri, küçük başlangıç koşullarındaki değişimlerin zamanla büyük, öngörülemez ve neredeyse tahmin edilemez sonuçlara yol açmasını ifade etmesidir. Bu durum, finansal piyasalar ve özellikle Bitcoin gibi yüksek volatilitéye sahip varlıkların analizinde önemli bir araç olabileceği anlamına gelmektedir. Bitcoin'in fiyat hareketlerindeki volatilitenin, kaos teorisinin öngörülemezlik ve karmaşıklık ile anlaşılması hem teorik hem de pratik açıdan değerli bilgiler sunacaktır. Bu çalışmada, Bitcoin'in tarihsel fiyat verileri kullanılarak kaos teorisi çerçevesinde bir analiz gerçekleştirilmiştir. Amaç, Bitcoin'in fiyat hareketlerindeki kaotik dinamikleri incelemektir.

(Yağmur & Mangır, 2020) makalesinde Bitcoin'in fiyat hareketlerinde incelemiş ve bunun için etkin piyasa hipotezi, davranışsal iktisat yöntemi ve Supremum Augmented Dickey-Fuller (SADF) testine başvurarak analiz yapmışlardır. Bu çalışmada fiyat hareketlerini incelerken Lyapunov üstel değeri hesaplanarak kaosun volatiliteden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

(Samirkas, 2020) çalışmasında, Bitcoin'in fiyat volatilitésini Google trend verilerini kullanarak Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulamış ve volatilitenin Bitcoin'i daha popülerleştirdiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada da benzer olarak fiyat volatilitésinin arz ve talepten kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Kaos teorisinin uygulanması, geleneksel finansal analiz yöntemlerinden farklı bir bakış açısı sunacaktır. Tezin ilerleyen bölümlerinde, kaos teorisinin temel prensipleri detaylı bir şekilde açıklanacak ve Bitcoin piyasasına uygulanabilirliği üzerinde durulacaktır. Ayrıca, Python programlama dili kullanılarak Bitcoin'in tarihsel fiyat verileri analiz edilecek ve elde edilen bulguların yorumlanması sağlanacaktır. Sonuç olarak, bu çalışma, Bitcoin gibi dijital varlıkların fiyat hareketlerinin kaos teorisi çerçevesinde incelenmesi yoluyla, finansal piyasalardaki öngörülemezlik ve karmaşıklığın daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

KAOS TEORİSİ

1.1. Kaos Teorisi'nin Tarihsel Gelişim Süreci

Kaos, mitolojilerle birlikte insanlık tarihine dahil olan bir kavramdır (Uçar, 2010: 37). Anaksagoras'a göre her şeyin her şeyle karıştığı ve bir arada olduğu durumdur (Arslan, 2006: 299). Etimolojik olarak kaos, Antik Yunanca'da 'Kha' sözcüğünden türemiştir. Anlamı ağızını açmak fiilidir. Bu fiilden türeyen kaos kelimesi, boşluk ve uçurum olarak tanımlanmıştır. Kaos ilk kez Antik Çağda kullanılmıştır. Milattan Önce 7. Yüzyılda yaşamış olan ve aynı zamanda didaktik şiirin babası olarak bilinen Hesiodos tarafından Theogonia (Tanrıların Doğuşu) eserinde, Khaos'tan önce toprağın doğduğunu ve sonrasında ışık ve karanlığın doğduğunu söyler. Birbirine karşıt olanların birleşerek evreni oluşturan canlıları bir araya getirdiğini ifade eder (Hesiodos, 2022: 241). Başta Homeros ve Hesiodos olmak üzere Yunan şairleri, yazar ve filozoflarının iddiası düzensizliğin evrenin var olduğu ilk andan beri olduğunu ve Tanrıların sadece bu düzensizliğe şekil vermekte olduğunu söylemişlerdir (Arslan, 2006b: 356). Kelime anlamı olarak kaos, *"Evrenin düzene girmeden önceki biçiminden yoksun, uyumsuz ve karışık durumu."*(Türk Dil Kurumu Web Sözlüğü, 2024) olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, evrenin halihazırda bir düzende olduğunu iddiası ile oluşturulmuştur ama aynı zamanda kaos, maddenin var olmadan önceki boşluk olma hali anlamına gelmektedir (Gökmen, 2012: 27). Dilimizde ve gündelik kullanımda ise keşmekeşlik, karışıklık veya karmaşıklık olarak tanımlanmıştır. Kaos, düzensizliğin tutarlı olabileceğini söyleyen bir bilimsel yaklaşım türüdür (Lale, 2018: 6). Kaos, doğrusal olmayan sistemlerin öngörülemez davranışlar sergilediğini ifade eder (Uçar, 2010: 36). Buna karşın kaos teorisinde kaos, karmaşa veya karmaşıklık olarak değil belirsizlik ve tahmin edilemezlik olarak tanımlanır. Kaos teorisi, "mekanik ve matematikte deterministik yasalarla yönetilen sistemlerde görünüşte rassal (rastgele) veya öngörülemeyen davranışların incelenmesidir." (Brittanica, 2023). Kaos teorisi, hem düzenin içindeki düzen hem de düzensizliğin içerisindeki düzendir (Uçar, 2010: 36). Yapılan bütün kaos tanımlamalarında ortak olan tek bir özellik vardır, Kaosun ve kaotik sistemlerin deterministik ve bütünüyle rassal ve düzensiz sistemlerin tam arasında bir noktada

bulunduğudur (Gökmen, 2012: 28). Kaosun karmaşıklığı da bu noktada başlamaktadır. Kaos, bütün deterministik ve dinamik sistemlerde düzensizliğin ortaya çıkmasıyla başlar.

Orta Çağda kaos, evrenin tanrı tarafından yaratılmadan hemen önceki hali olarak tanımlanmaktadır. Semavi dinlerin kutsal kitaplarında tanrının bu kaotik ve düzensiz yapıyı nasıl kozmosa yani sisteme dönüştürdüğü belirtilmektedir.

19. yy'ın sonlarında Matematikçi Jacques Hadamard, bir sistemde yapılacak en ufak bir değişikliğin uzun vadede öngörülemez sonuçlar doğuracağını belirtmiş ve yine aynı dönemde Pierre Duhem'de aynı yargıya varmıştır (Uçar, 2010: 37). James Gleick, “kaosun başladığı noktada klasik bilim durur” (Gleick, 2020: 12) der. Kaos Teorisinin kurucuları arasında yer alan Edward Lorenz, kaosun düzenliliğin içindeki düzensizlik olduğunu fark eden ilk modern bilim insanıydı (Gleick, 2020: 27). Meteoroloji uzmanı olan Lorenz, doğrusal olmayan bir fonksiyon üzerinde hava durumunu grafikleştirirken eski tip bir bilgisayar kullandığı için girdiği verilerde kurduğu hava durumu modelinin bazen yanlış çıktı aldığını düşünüyordu ve bunu bilgisayarının eski olmasına bağlıyordu. Ancak geçmişteki ve mevcuttaki veriye baktığında arada dağlar kadar fark olduğunu fark etti. Bilgisayar'a 0.506127 olarak girmesi gereken sayıyı 0.506 olarak girdiği için aradaki binde birlik farkın önemli olmadığını düşünüyordu. Bu sebepten elinde çok farklı sonuçlar vardı (Gleick, 2020: 28). 1961 yılında bu sonuçlar üzerine çalıştığında kelebek etkisini fark etti ve bu duruma başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılık adını verdi (Gleick, 2020: 17-18). Lorenz, hava tahmininde kullandığı verileri bilgisayarda binde birlik fark olmadan girdiğinde kelebek kanatları şekline benzeyen bir şekil ortaya çıkmıştır, buna Lorenz Çekeri veya Lorenz Çekicisi adı verilmektedir. Lorenz bu keşfi sayesinde düzenin rassallığının arkasında bulunan geometrik yapıyı ve düzeni keşfetmiştir (Lale, 2018: 31).

1.2. Kaos Teorisi

Kaos teorisine göre her şey birbirini etkileyen bir ilişkiler ağıdır. Bu etkileme hali hem etkilemeye hem de etkilenmeye mecbur olduğumuzu ifade eder (Aksünger & Albayrak, 2021: 26). Kaos, dinamik bir sisteme sahiptir ve bir şeyler değiştiğinde gerçekleşir (Sardar & Abrams, 2020: 10). Kaotik ve dinamik sistemler, hem düzenin hem de düzensizliğin birleştiği öngörülemez kadar geniş ölçekli davranışlar sergilerler (Uçar, 2010: 42).

Kaos teorisini tanımlamak ve anlamak için kendine özel yarattığı önermeleri anlamamız gerekmektedir. Kaos teorisinin temel önermeleri şunlardır (Uçar, 2010: 43):

1. Düzen, düzensizliği yaratacaktır.
2. Her düzensizliğin içerisinde muhakkak bir düzen vardır.
3. Her düzen, düzensizliğin içerisinde doğar.
4. Yeni bir sistemde bağlılık ve uzlaş, etkileşim sonrasında çok kısa süreli olarak kendisini gösterecektir.
5. Çıktı olan eldeki yeni sistem, kestirilemezdir.

Bu önermeler, kaos teorisinin bizlere sunduğu temel önermelerdir. Kaos teorisi bu önermelerle bizlere hayatımızda var olan her şeyin kestirilemez ve tahmin edilemez (unpredictable) olduğunu söyler. Aynı zamanda kaos teorisi, başlangıç koşulunun belirsiz olduğunu bildiğimiz takdirde hem tahminimizin hem de ihtimaller içerisinde olan tahmin hatasını eşit olasılık ve düzeyde ilgileneceğimizi ifade eder (Smith, 2014: 52). Kaos teorisi, karmaşık matematiğe sahip olmakla birlikte olguların tümüne nitel olarak yaklaşır. Bunun temel sebebi doğrusal olmayan olguların ancak belirlenmiş bir değişim bandında ve biçimine bakılarak tespit edilmesinden dolayıdır (Gürsakal, 2007: 41).

1.3. Kelebek Etkisi (Başlangıç Koşullarına Olan Hassas Bağlılık)

Başlangıç koşullarındaki toz zerresi kadar bir farklılığın, sonucu devasa etkilerle etkilemesine yani değiştirmesine kelebek etkisi veya başlangıç koşullarına olan hassas bağlılık denilmektedir. Kelebek etkisinin böyle isimlendirilmesinin sebebi, herhangi bir kelebeğin kanatlarını çırpmasının yaratacağı etkinin küçük de olsa sonuçta göstereceği her şeye yön verebilecek etkiyi yaratabilmesinden kaynaklanmaktadır. Hayatın dengesi çok hassastır küçük bir kar tanesini, çığa dönüştürebilmektedir ve buradan hareketle önemsiz gibi görünen olayların hayatın akışını direkt etkilediğini gözlemleyebilir ve iddia edebiliriz (Bağcı, 2020: 2801-2802). Kelebek etkisi, dünyanın bir ucunda bir kelebeğin kanat çarpmasıyla bir dünyanın başka bir köşesinde fırtına çıkabileceğini ima eder. Sistemde yapılacak en ufak bir değişiklik çok büyük veya devasa değişikliğe neden olacağını ifade eder (Uçar, 2010: 45). Sistemin başlangıç koşullarının hiçbir zaman kristal netliğiyle belirlenememesi kaosu belirsizliğini ortaya çıkarmaktadır (Lale, 2018: 32). Kaldı ki sistemin başlangıç noktasını belirli ve kesin bir biçimde bilsek bile gelecekteki halini öngöremeyiz (Karaçelik, 2021: 42). Kelebek etkisi, kaos teorisinin birincil ilkesidir (Bağcı, 2020: 2801). Önemsemeyecek miktarda küçük bir etki sistem içerisinde öngörülemezlik yaratır (Uçar, 2010:45). Sistem, zamanla değişkenlik gösteren bir varoluştur (Sardar & Abrams, 2020: 11). Kaos, kendisini sistem içerisindeki uzun vadede gösterme eğilimindedir (Sardar & Abrams, 2020: 25).

1.4. Determinizm ve İndeterminizm

Determinizm, “Her olayın başka olayların gerekli ve kaçınılmaz bir sonucu olduğu ileri süren öğreti, belirlenimcilik.”(Türkçede Batı Kökenli Kelimeler Sözlüğü Çalışma Grubu, 2015). Determinizm, gündelik hayatta karşımıza kadercilik olarak çıksa da kaos teorisinde uzun ve kısa vadede tahmin edilebilir etkiler olarak tanımlanabilir. Kaos, başlangıçta belirliliğe ihtiyaç duyar. Bu durumu kelebek etkisi veya başlangıç durumuna olan hassas bağıllık olarak adlandırırız. Burada önemli olan başlangıç koşulunun sistemin tümünü etkisi altına alacağı ve sonucu baştan sona etkileyeceğidir. Yine buradaki determinizm, kaos teorisinin kendisine yarar sağlar çünkü bir matematiksel modelde deterministik ilişkinin var olması aynı zamanda kesin bir ilişki bulunması durumudur. Determinizm, klasik bilimde yoğun olarak kullanılmasına karşın yeni bilim olarak adlandırılan kaosta sık kullanılan bir olgu değildir. “Kaosun başladığı noktada klasik bilim durur” (Gleick, 2020: 12). Determinist sistem ise önceden tahminde bulunabilir, stabil, dengeli ve bütünü bilinir olan sistemdir (Sardar & Abrams, 2020: 12).

Kaos Teorisi, klasik anlamdaki determinizmin öngördüğü üzere neden-sonuç ilişkilerinin bir evrendeki bütün sistemlere uygulanamayacağını söyler (Uçar, 2010: 42). Klasik bilimde küçük şeyler ihmal edilebilirken, kaosta en küçük etkiler durumlara, olaylara ve koşullara bağımlı şekilde değişkenlik gösterebilir (Kurt & Kasap, 2020: 29).

Neden sonuç ilişkisinden dolayı determinizm, herhangi bir sistemin durumu önceki durumunun sonucu olmak zorundadır (Köksal, 2014: 34) Determinizme göre matematiksel açıdan başlangıç koşullarının bilinmesi durumunda en uygun analitik çözümü uygulayabilir ve bilebiliriz. Bu ifade çok kolaymış gibi görünse de aslında çok sayıdaki sistem(ler) için imkansıza yakındır ve bu noktada kaos devrededir (Köksal, 2014: 34-35). Determinizme göre sistem koşulları bilindiği takdirde sistem çözümlenebilir. Deterministik olan klasik bilim kesinlik ister ancak kaos teorisinde her zaman olasılıksal bir yaklaşım söz konusudur. “Olasılığın kullanılışı, determinizmden bir sapıştır.”(Karaçay, 2004: 5). Olasılıksal olaylar düzensizliğe dayalıdır. Newtoncu klasik bilim bize, evrenin deterministik ve neden sonuç ilişkisine dayalı bir mantığa sahip olduğunu söyler. Determinizm her bir olgunun neden-sonuç’a dayandığı çift yönlü bir ilişkiye sahiptir/vardır (Biçici, 2016: 31).

Isaac Newton ile bilim bütünüyle determinizme dayalı hale gelmiştir. Newton, içerisinde bulunan anın önceki ana bağlı ve gelecekteki anın ise bugüne ve düne bağlı bir sonuç olduğunu söylemiştir. Rastlantısal bir anın içerisinde elde edilen fonksiyon ve fonksiyon değerinin bir an sonrası veya bir an öncesi bulunabilir.(Alpar, 2012: 28) Burada determinizm yalnızca sonuçla değil nedensellikte de ilgilenmiştir. Nedensellik, “Bir olayın gerçekleşmesinde etkisi olması durumunda o olay diğer olayın nedenidir.”(Çağlayan & Güriş, 2007: 63). Bu ilişkinin adı nedenselliktir. Determinizme göre olayların nedenleri ve sonuçları vardır. Burada neden olayın gerçekleşmesini veya girdisini, sonuç ise olayın etkisi veya çıktısıdır.

Kaosun tersi, kozmos yani sistemlilik. Teorinin özünde kaosun kozmosun dışında kaldığı kısım varsayımı vardır. Kozmos, evrenin sistemli ve düzenli olduğunu ifade ederken kaos bunun tersidir. Günümüzde Evrenin bir bütün olarak sınırlarını bilemiyoruz. Bilebildiğimiz kadarıyla ise bir düzenin, bir kozmos’un olmadığını rahatlıkla gözlemleyebiliyoruz. Bu düzensizliğe en iyi örnek depremdir. Günümüz teknolojisinde depremin zamanını tahmin edemiyoruz ve bunun temel sebebi kaostur.

1.5. Literatür Taraması

Literatür çalışmasını yerli ve yabancı kaynaklardan kitaplar, tezler ve makaleler olmak üzere bu başlıklar altında incelenmiştir.

1.5.1.Yabancı Kaynaklar:

1.5.1.1. Kitaplar:

(Mandelbrot, 1983), tanımladığı fraktal geometri kavramı ile karmaşık sistemleri modellemek ve hayatın her alanında ve her yerinde olan düzensizliği matematiksel biçimde kullanımının biçimine çalışmıştır. Mandelbrot, kaotik sistemlerin daha kolay ve anlaşılır bir biçimde analiz edilmesini sağlamış ve kolaylaştırmıştır.

(Prigogine & Stengers, 1984) kitabında, Kaos teorisini ve doğanın yarattığı belirsizlikleri birlikte değerlendirerek Felsefe, Fizik, Sosyoloji, Mühendislik, Biyoloji, Kimya,

Matematik ve Olasılık alanlarında etkilerini değerlendirmiş ve çatallanmaların başta Sosyal Bilimler olmak üzere toplumu ve insanı ilgilendiren sonsuz olasılıkları barındırdığını ifade etmişlerdir.

(Blackberry, 1998) kitapta, kaos dinamiklerinin psikolojiye etkisi incelenmiştir. Psikolojik sistemimizin iddia edilenin ve geleneksel olan Freudyan, Jungyan ve davranışçı bakış açılarının aksine doğrusal olmayan ve kelebek etkisi yarattığı ifade edilmiştir. Psikolojik olarak uygulamaları ele alan bu kitap matematiksel modelleri araştırarak kaotik sistemleri tanımlamıştır.

(Cramer, 1998) kitabında, kaos teorisinin evrimi nasıl şekillendirdiği üzerinde durulmuş. Felsefe ve Evrim Biyolojisi alanlarını birlikte işlemiş ve kaos teorisini evrim teorisi ile birleştirmiş ve kaosu yararlı ve olması gereken bir durum olarak tanımlamıştır.

(Kapitaniak, 2000) kitabında, kaos teorisinin mühendislik alanında matematiksel olarak çeşitli incelemelerini sunar ve teknikleri inceler. Kitapta kaos teorisinin mühendislik alanında muhtemel uygulamalarını göstermiştir.

(Mandelbrot & Hudson, 2004) kitabında, Mandelbrot'un hayat hikayesi ile birlikte bir bilim insanının kaosu nasıl anladığını ve onu nasıl geliştirdiği üzerine bir söyleşi kitabıdır. Kitapta Mandelbrot, özellikle fraktal geometrinin kurucusu olarak hayata bakışı, tutumu ve kaos teorisini anlama biçimi üzerinden görüşlerini aktarmaya çalışmıştır.

(Gribbin, 2005) kitabında, James Gleick'in iddia ettiğinin aksine Kaos Teorisinin Newton'un yasalarına uygun olduğunu iddia etmiştir. Bunun için karmaşanın kendi içerisinde kendisini barındırdığını söylemiş aynı sebepten dolayı da Newton'un yasalarına uygun olduğunu ifade etmiştir.

(Smith, 2007) kitabında, kaos teorisinin tarihsel gelişim sürecini ele almış ve diğer alanlarla olan ilişkisini bir bütün olarak anlatmıştır. Kitapta kaosun ortaya çıkışının da kaotik olduğu vurgusu alt metin olarak verilmiş ve kaos teorisinin ortaya çıkış sürecinde diğer disiplinlerin kaosun ortaya çıkması için nasıl bir gelişim süreci izlediğini ortaya koymuştur.

(Murphy, 2010) kitabında, liberalizm ve liberal ekonomi içerisinde piyasa anarşizmini incelemiştir. Siyasal Bilgiler alanında görüşlerini belirtmiştir, Murphy, sosyalist ve sosyal demokrat anlayışının aksine devletin kendisi dahil olmak üzere özelleştirilmesi gerektiğini belirtmiş ve kaosu ancak böyle yok edileceğini ifade etmiştir.

(Gleick, 2015) kitabında, kaos teorisinin gelişim sürecini ve gelişmesindeki etkenleri incelemiştir. Kaos teorisinin tarihini anlatan bu kitap özellikle kaosu ve kaosu bilime olası etkilerini anlamak için önemli bir kitaptır. Gleick, kitabında çok karşılaştırmalı bir yol izlediğinden dolayı kaosu sadece etkileyen değil etkilenen bir biçimde ele almıştır.

1.5.1.2. Makaleler:

(Lorenz, 1963) öncü çalışmasında sistem üzerinde başlangıç koşullarındaki küçük belirsizliklerin orta ve uzun vadede kestirilemez sonuçlar yaratacağını ifade etmiştir. Lorenz'in yeni bir paradigma olarak ortaya çıkardığı bu çalışma determinizmi zorlayan ve kaos teorisini bilimseme yazına kazandıran ilk çalışmadır.

(Oestreicher, 2007: 288)'e göre, kaos teorisinin en temel başarısı epistemolojik olarak deterministik yasalara uyum sağlayan bir fenomenin nedensellik ilkesine rağmen öngörülemez olmasına dayanmaktadır.

1.5.2. Yerli kaynaklar:

1.5.2.1 Kitaplar:

(Gürsaka, 2007) kitabında, Sosyal ve Fen Bilimlerinin açıklamaya çalıştığı soruların artık karmaşa yarattığını ve bunun çözümünün tek yolu olduğunu disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmek zorunda olduğumuzu ifade etmiştir. Kitapta, kaos teorisi ve kelebek etkisinin bunun için iyi bir başlangıç olduğu iddia edilmektedir.

(Yurtsever, 2014) kitabında, kaos ve kozmosu yalnızca bilimde değil aynı zamanda sanatta da yer aldığını ifade etmiştir. Kaos teorisinin sanatta, bilimde ve yaşamda

yarattığı örüntüleri gösteren yazar, kitapta aynı zamanda kaos ve kozmosun bir arada anlam ifade ettiğini de vurgulamıştır.

(Aydın, 2016) kitabında, yönetici türlerinden yola çıkarak yöneticilerin kaos teorisini nasıl uygulayabilecekleri ve nasıl bir yol izlenmesi gerektiğine dair bir takım önerilerde bulunmuştur ancak sistem uygulansa bile öneriler günümüz yöneticilerinde kullanıma uygun değildir.

(Kurt & Kasap, 2020) kitabında, kaos teorisinin karmaşanın bilimi olduğu vurgulanmıştır. Bunun için disiplinler arası alanlar incelenmiş ve kaos teorisinin özellikle Matematik, Fizik, Astronomi ve Felsefe alanlarında örnekler verilmiştir.

(Köse, 2021) kitabında, Türk destanlarındaki kaos ve kozmos'un belirli bir dengede olduğunu ve bu dengenin sosyal yansımalarını açıklamıştır. Kitapta mekan, zaman, kahramanlar ve düşmanlar kaos ve kozmos bağlamında incelenmiş ve kaosun da kozmosun da ancak kültüre bağlı olduğu savı geliştirilmiştir.

1.5.2.2. Tezler:

(Koçak, 1996) doktora tezinde, tek boyutlu zaman serilerinin korelasyon boyut hesaplaması için Satır Tarama Yöntemi ve Band26 Tarama Yöntemi özelinde incelenmiştir. Tek boyutlu sistemlerin Satır Tarama Yöntemi ve Band Tarama Yöntemleriyle güvenilir sonuç elde edebilmesi için sonsuza yakınsayan zaman serilerine ihtiyaç duyduğu ifade edilmiştir.

(Bozdağ, 1998) doktora tezinde, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) veya yeni adıyla Borsa İstanbul (BIST) R/S analizi uygulanmış ve analize dahil edilen tüm hisselerde Lyapunov üsteli pozitif olarak hesaplanmıştır. Bu durum İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'nin kaotik olduğunu ispatlamıştır.

(Ayrıl, 2000) doktora tezinde, işletmelerde karşılaşılan ani kaotik durumlar ve kaotik durumların çözümü için hızlı, entegre, esnek ve yaratıcı olmak zorunda oldukları tespit edilmiş ve önerilmiştir.

(Alpar, 2012) doktora tezinde, bilinmez durumlarda stokastisite ile deterministik bir perspektif geliştirilmesi için kaosun varlığının tespiti önemli olduğu ifade edilmiştir. Markov zincirlerinde, optimizasyonda, simülasyonlarda, Poisson tahmincisinde kaosun varlığı reddedilememiştir.

(Orhon, 2012) doktora tezinde, organizasyonlar içerisindeki kaotiklik ile rekabet edebilme gücü arasında bir etki vardır. Yenilikçilik gereklidir ve her yenilik bir önceki yeniye eskidir. Kaos teorisi burada işletmelerin karşılaştıkları bir sorun değil aynı zamanda bir fırsattır önermesi geliştirilmiştir.

(Köksal, 2014) doktora tezinde, kaos teorisi kullanılarak güvenli ve şifre çözebilen bir kriptolama sistemi önerilmiştir. Başlangıç koşulu olarak göndericinin alıcıya şifreli bir gönderi iletilmesiyle başlıyor ve sistem şifrelemeyi çözerek alıcıya çözülmüş halini iletilmesi başarıyla uygulamaya konmuştur.

(Yıldız, 2020) doktora tezinde, 17 Ağustos 1999 Marmara depremi örneği ile kaos teorisi yaklaşımı incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Afetlerin toplumlarda kelebek etkisi yaratabileceği ve toplumun kendi dinamiğini yeniden oluşturabileceği, kaosun ve kaotikliğin olumsuz anlaşılmasına gerek olmadığına aksine doğru kullanılabilirse iyi ve sağlam bir araç olabileceği savları ileri sürülmüştür.

(Çizmecioğlu, 2024) doktora tezinde, dondurulmuş gıda ürünlerinin pandemi, küresel çaptaki krizler ve savaşlar gibi önemli gelişen olaylar karşısında sürdürülebilir tedarikçi seçimini kaos teorisi aracılığıyla hangi kriterlere dayalı olması gerektiği incelenmiştir.

(Kara, 2006) yüksek lisans tezinde, lineer olmayan dinamik sistemlerde kaos ve fraktalları incelemiş ve bunun neticesinde başlangıç koşullarında yapılan en ufak bir değişimin biyolojik ve ekolojik sistemler üzerinde öngörülemeyen sonuçlar doğurduğu tespit edilmiş ve bu öngörülemezliğin uzun vadede tahminlerin yapılamayacağı sonucuna ulaşmıştır.

(Tosun, 2006) yüksek lisans tezinde, kaosun yeni bir bilim değil var olan bilimin stokastisitesini kabul eden bir yazın alanı olduğunu iddia etmiştir. Tezinde, finansal piyasalardaki Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği'ndeki (AB) para

birimlerinin vadeli işlemleri Hurst üssü ile incelenmiş ve bu marketlerde yüksek Hurst üsslerine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

(Yılmaz, 2008) yüksek lisans sanat eseri çalışması raporunda, sanat ve sanatçıların kaosu anlaması ve yorumlaması üzerinde durulmuş ve aynı zamanda sanatçının yaratıcı süreçlerinde kaos ve çelişkiyi kendi içinde barındırdığı iddia etmiştir.

(Özcan, 2009) yüksek lisans tezinde, yeni adıyla Borsa İstanbul (BIST) eski adıyla İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) içerisinde kaotik yapının olup olmadığını sınınamış ve çalışmada kaotik bir yapının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

(Kılıç, 2010) yüksek lisans tezinde, kaos teorisinin ekonomi alanındaki başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılığı incelemiştir. Ekonomi, sosyal bir bilim alanı olduğundan dolayı doğrusallık içermesi gerekmez ve dinamik bir sisteme sahip olması beklenir. Tez içerisinde finansal piyasaların genelinde bu sebepten dolayı kaosu var olmak zorunda olduğu söylenmiştir.

(Uçar, 2010) yüksek lisans tezinde, felsefe alanında kant ve sonrası ontolojik görüşler incelenmiş ve kaos teorisi ile geleneksel ontoloji karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

(Gökmen, 2012) yüksek lisans tezinde, kaos teorisi kullanılarak forex piyasasında EURUSD paritesinde kaosu varlığı araştırılmış ve Lyapunov üstelleri aracılığıyla kesin olarak kaosu varlığı tespit edilmiştir.

(Baysal, 2014) yüksek lisans tezinde, 2008 yılında yaşanan Amerika merkezli Mortgage krizi başta olmak üzere ekonomik krizlerin kaos teorisi ile daha iyi anlaşılabilirliği sonucuna ulaşmıştır. Bu finansal krizlerin ekonomide kelebek etkisi yarattığını ve bunların hem finansal piyasalarda hem de ekonomik verilerde hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olduğunu göstermiştir.

(Çinçin, 2015) yüksek lisans tezinde, kaos ile zamanın ilişkisi incelenmiş ve zamanın bizim yarattığımız bir kurgu olduğu ve planlı olmak kadar plansızlığın da bu zamanın içerisinde olduğu dolayısıyla yaşamın kaotik olduğu savı değerlendirilmiştir.

(Lale, 2018) yüksek lisans tezinde, Uluslararası İlişkiler alanında Arap Baharı incelenmiş ve bu siyasal olaya kaos teorisi uygulanmıştır. Sosyal ve karmaşık sistemlerin ancak kaos teorisi aracılığıyla bütüncül bir şekilde değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmış ve Arap Baharı'nın ortaya çıkma nedenleri olduğu sonuçlarının da kelebek etkisi yarattığı değerlendirilmiştir.

(Karaçelik, 2021) yüksek lisans tezinde, örgütlerin stratejik olarak yönetiminin kaos teorisi üzerinden değerlendirilmesi yapılmıştır. Türkiye'de aktif olarak sektörde olan şirketler örneklem olarak seçilmiş ve işletmelerin kurumsal yapılarının kaostan etkilendiği ve yönetimin de bu durumdan dolayı etkileneceği tespit edilmiştir.

1.5.2.3. Makaleler:

(Karaçay, 2004) çalışmasında kelebek etkisinde matematiksel modellemeler yerine kelebeğin kendisine odaklanması gerektiğini ifade eder.

(Öge, 2005) çalışmasında iş hayatı tarihte eşi benzeri görülmemiş bir biçimde değişime uğramaktadır. Bu değişim ve değişim hızında problem yoktur ancak sürekli düzenlilik veya sürekli düzensizlik hayatta kalabilmeyi zorlaştıran bir durumdur. Kaosun tek başına yeterli olmadığını ifade eder.

(Kendirli, 2006) çalışmasında eski adıyla İMKB yeni adıyla BIST'e portföy yönetimi açısından Kaos Teorisini incelemiştir. Bu inceleme neticesinde kaos teorisinin kazançların üzerindeki etkilerinin daha net hesaplanabilmesi için Etkin Piyasa Hipotezine başvurulması gerektiğini önermiştir.

(Kesici, 2006) çalışmasında kaos teorisi, iktisat yazınında bulunan güç dengesini dinamik yaklaşım lehine bozduğunu iddia etmiştir. Kaos'un Lorenz denklemleri ve Henan Haritası aracılığıyla ekonomide uygulanabilir olduğunu söylemiştir. Kaos teorisinin en önemli etkisinin ekonomik sistemdeki davranışları anlayabilmemizi sağlamasıdır önermesinde bulunmuştur.

(D. Yılmaz & Güler, 2006) çalışmasında, kaos analiz yöntemlerini fizyolojik sistemlere uyarlamış ve zaman serileri üzerinden açıklama getirmiştir. Çalışmada kaos teorisi ve

doğrusal analiz yöntemlerinin tıp alanında birlikte kullanılabileceğini ve bu durumun tıbbi teşhis kolaylıklar sağlayacağı tespit edilmiştir.

(Gökmen, 2014) çalışmasında, kaos teorisinin tarihsel gelişim süreci ve tanıtımı amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda çeşitli disiplinlerde kullanılması için tanıtılmıştır.

(Özgökman, 2014) çalışmasında, evrenin varoluş sürecini felsefe yazınında incelemiş ayrıca kaosun başlangıcını tartışmıştır. Evrende bir düzenin olup olmadığına dair ise kaos teorisinin buna yanıt verdiğini ve düzenin içinde düzensizlik, düzensizliğin içinde de düzen olduğunu ifade etmiştir.

(İkiz, 2015)'e göre, Arap baharı siyasi olaylar açısından domino etkisi yaratmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında kurulan ve Arap coğrafyasında var olan ülkelerin iç dinamiklerindeki değişimin küresel piyasalarda enerji ve dış ticaret hadlerindeki değişiklik etkisi tüm Dünyayı etkisi altına alacağı önermesinde bulunmuştur.

(Biçici, 2016)'e göre, kaos teorisinin bilimde yeni bir paradigma yarattığı ve bu paradigma değişikliğinin turizm örneğinden ilerleyerek sosyal bilimlere etkisi incelenmiştir. Kaos Teorisi, sosyal bilimlere hem niteliği hem de niceliği dahil ederek analiz imkânı verdiğini ifade etmiştir. Klasik paradigmada yani kaos teorisinin olmadığı paradigmada turizm olgusu açıklanamayacağını ancak kaos teorisi ile bunun geniş bir perspektif sunduğunu belirtmiştir.

(Sümer, 2016) çalışmasında, Borsa İstanbul'da kaotik davranış test edilmiş ve kaotik davranışın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Borsa İstanbul'a ait getirilerin doğrusal olarak modellenememesi belirtilmiş ve doğrusal olmayan denklem sistemleriyle incelenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

(Balcıoğlu, 2017)'e göre, Klasik Fizik Kuramları, Einstein başta olmak üzere kuantum üzerine çalışan bilim insanlarının araştırmaları sonucunda önemli ölçüde yıprandığını ve Klasik Fizik başta olmak üzere lineer düşüncenin de sorgulanmasına ve dönüşmesine neden olduğunu söylemiştir. Bu bağlam içerisinde Kaos Teorisi'nin yol açtığı önemli paradigma değişikliklerinin bilimin her alanında hissedilmeye başlanıldığını ifade ederek bu durumu ölçme ve metroloji alanlarında incelenmiştir. Çalışmada Kaos Teorisinin

yalnızca ölçüm sistemleri özelinde değil, aynı zamanda yaşanan felaketleri anlamada etkili olabileceği önerilmiştir.

(Yeşilorman, 2017)'e göre kaos teorisi, hukuk yazınında postmodernizm içerisinde büyüdüğü için postmodern hukuk alanına girmiştir. Postmodern paradigma içerisinde büyük öneme sahip doğrusal olmama ilkesi, kaos teorisi ile daha anlamlı ve kapsamlı bir hale geldiğini ifade etmiştir. Hukuksal davalarda tek yönlü neden sonuç ilişkileriyle ilerlemediğinden bütün davaların doğrusal olmayan nitelikler taşıdığını belirtmiştir. Toplumsal sorunların bazılarını çözüm üretememesi, belirsizliğin durumu taşıdığını ve belirli yasa maddelerinin yeni davalara dahil edilmesi ile kaos teorisinin geri bildirim ilkesini de desteklediğini iddia etmiştir.

(Gürel, 2018)'e göre, eğitimcilerin yaşadığı sistemsel, bürokratik ve iletişim kaynaklı problemler hakkında bilgi alınmış bu bilgiler kaos teorisi uygulanarak öngörülemeyen, kestirilemeyen durumlar için çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler çerçevesinde sorunlara dair alternatif stratejiler uygulanması gerektiği ifade edilmiştir. Kargaşa durumunu önlemek için, küçük sorunları büyümeden çözülmesinin önemi vurgulanarak önerilmiştir.

(Yakut, 2018)'e göre kaos teorisi, çözülmesi gereken yönetimsel bir sorundur. Bu sorunun çözümü aynı anda çok sayıda değişkenin kontrol edilmesini gerektirmektedir. Bu kaotik etkileri fırsata çevrilerek yönetimde entegrasyon sağlanması önerilmektedir. Esneklik, iş birliği ve uyum sağlamak yönetimde çözümleri kolaylaştıracağını iddia etmektedir.

(Ürkmez, 2019), 2009-2019 yılları arasında Brent Petrolün günlük kapanış fiyat verileri kullanılarak Brent petrolün getirilerinin kaos tarafından şekillendiği ve etkin piyasa hipotezinin Brent petrol fiyatında kabul edilemeyeceğini ileri sürmüştür. Kaos teorisi kullanılarak kısa vadede tahminlerde bulunulabileceği ancak uzun vadede tahminde bulunmanın zor olduğu sonucuna ulaşmıştır.

(Akçin & Zengin, 2020) çalışmasında sosyal hizmet uzmanları açısından kaos teorisi incelenmiş ve bir yol haritası oluşturmamasına karşın düzensizliğin içerisindeki düzeni yoksulluk olgusu içerisinde değerlendirmiştir.

(Bağcı, 2020) çalışmasında COVID-19'un finansal piyasalar üzerindeki kelebek etkisi yarattığını ifade etmiştir. Çalışmada, pandemi sonrasında ağırlıklı olarak sağlık ve bankacılık sektörünün desteklenmesi önerisinde bulunulmuştur.

(Kılıçaslan, 2020), kaos teorisi aracılığıyla korona virüs pandemisinin etkileri siyasal iletişim bağlamında söylem analizi ile incelenmiştir. Çalışmada Amerika Birleşik Devletleri ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin resmi haber sitelerinden alınan haberlere uygulanan söylem analizi ile ortaya çıkan ekonomik ve siyasal krizin kelebek etkisi bağlamında incelenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışma, belirsizlik durumlarına en iyi açıklayıcı teorinin kaos teorisi olduğunu ifade etmiştir.

(Saydam & Kalağan, 2020), kamu yönetimi açısından Kaos teorisini incelemiş ve kamu yönetiminin gelecekte daha belirsiz ve karmaşık olacağını iddia etmişlerdir. Çalışmada yeni yönetsel bir anlayış geliştirilmesi gerektiği çalışmanın önerisidir.

(Boyacı, 2021), çalışmada fraktal geometrinin, dünyayı mekanik bir parça olarak görüğe karşı çıktığını ve bunun yerine lineer olmayan bir yapıyı yani kaosu önermiştir. Çalışmada 21. Yüzyılda gelişmeye başlayan dijital sanatın fraktal fonksiyonların hesaplanarak üretilen dijital görüntüler geliştiren sanatçılar incelenmiştir.

(Nartgün & Çelik Yılmaz, 2021), çalışmada yükseköğretim kurumlarına giriş sınavında yapılan değişiklikler hakkında öğretmenlerin ve öğrencilerin görüşlerinin kaos teorisi ve kelebek etkisi çerçevesinde inceleyerek öneriler geliştirmişlerdir. Çalışmada eğitim kurumlarında kaosu derinlemesine incelemek için karma ve nitel araştırma yöntemleri yapılması önerilmiş ve sınav sisteminde yapılan bir değişikliğin öğrenci ve öğretmenlerde motivasyon kaybı ve endişe yarattığı tespit edilmiştir. Kelebek etkisinin olumsuz tarafta devam etmemesi için planlama yapılması gerektiği ve bu planlamanın uzun vadede olumlu sonuçlar doğuracağı ifade edilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

BITCOIN VE TEKNOLOJİSİ

2.1. Para ve Bitcoin

Para, Avestaca'dan par kelimesini kök alarak türemiş bir kelimedir. Ödemek ve öteye geçmek anlamına gelmektedir (Nişanyan Sözlük, t.y.). Günümüzde para devlet tarafından Merkez Bankası aracılığıyla basılan bir değişim aracıdır (Eğilmez, 2021). Para, herkes tarafından kabul gören ve kullanılan bir mübadele aracıdır (Dinler, 2012: 421). Tanımda da kullanıldığı üzere en çok paranın mübadele yani değişim aracı olması fonksiyonuna vurgu yapılmıştır. Paranın temel olarak üç fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlar; bir değişim aracı, değer ölçütü ve tasarruf aracı olmasıdır (Manukyan, 2022: 157). Fonksiyonun yanı sıra paranın bir de taşımak zorunda olduğu özellikleri vardır, bunlar;

- Taşınabilir olması özelliği, kolay taşınabilir olması gerektiğini ifade eder.
- Dayanıklı olması, paranın kolay yıpranmaması gerektiğini ifade eder.
- Standart olması, paranın tanınmasını ve üzerinde yazan sayının her yerde aynı anlaşılması anlamına gelmektedir.
- Taklit edilememesi, sahte paranın önüne geçmelidir.
- Küçük miktarlarda da olması, yani paranın hem ucuz miktarda yapılan alışverişte hem de yüksek miktarda alışverişte kullanılmasını sağlaması gerektiğini ifade eder (Pirinççi, 2018: 46).

İlk olarak 1871 yılında Western Union adlı telgraf şirketi tarafından iki farklı lokasyonda Elektronik Fon Transferi (EFT) gerçekleştirmesiyle elektronik para dönemi başlamıştır (İslim, 2021: 9). Elektronik para, bir alıcıya elektronik ortamda ödenen paradır, yani fiziksel paranın ağa aktarılarak transferinin sağlanmasıdır (Şengül, 2022: 5). Bu sisteme banka veya kredi kartları örnek verilebilir (Turgut & Uçan, 2021: 29).

Kripto para, Merkez Bankası veya kredi kuruluşları tarafından ihraç edilmemiş bir değerdir. Kimi durumlarda paraya alternatif olarak kullanılabilir. Sanal para, hem bir değerdir hem de içsel olarak yerleşik bir transfer sistemine sahiptir (European Central

Bank, 2015: 25). Kripto varlıkların sanal para olup olmadığı günümüzde tartışma konusudur ve bu tartışma Bitcoin’de fiyat oluşumu başlığında incelenmiştir. Kripto para, işlemleri kontrol ederek kriptografik yani şifreli algoritmaları kullanarak işlemlerin güvenliğini sağlayan ve işlemlerin gerçekleşmesi için yalnızca eşler arasında transfer yapılmasını sağlayan bir para birimidir (Turgut & Uçan, 2021: 30).

2008 yılında Amerika’da başlayan ve Dünyayı etkisi altına alan finansal ve mortgage krizinde başta Merkez Bankaları ve finansal kurumlara başta kredi derecelendirme kuruluşları olmak üzere güven zayıflamaya başlamış ve bu dönemde Bitcoin merkezi otoritesi olmayan, herhangi bir kuruma bağlı olmayacak bir biçimde ortaya çıkmıştır. 2008 krizi, sanayileşmiş ülkelerin karşılaştığı 1929 Büyük Buhranından sonra karşılaşılan en büyük ekonomik krizdir (Şenses, 2017: 141). Bitcoin Satoshi Nakamoto isimli, kaynağı bilinmemesinden dolayı bir kişi veya bir grup tarafından yazıldığı düşünülen ve 2008 yılında aynı isimle yayınlanmış makaleyi kaynak alan elektronik bir ödeme türüdür. Elektronik para bir tür dijital imza olarak tanımlanmakta ve paranın sahibi yaptığı her transferde önceki işlemlerini de dijital olarak imzalayarak paraya zincir olarak eklemektedir. Alacaklı olan taraf bu zinciri imzalayarak yani doğru imzaya sahip olduğunu doğrulayarak parayı devralmış olur ve bu durum da zincir olarak eklenmiş olur (Nakamoto, 2008: 2). Bitcoin, parasal değer şifrelenmiş halidir (Yükünç, 2023: 25). Uçtan uca (P-2-P)¹ ve açık kaynak kodlu bir ödemeler yöntemidir. Uçtan uca, eşler, denklemler arasında güvenli bir şekilde veri paylaşımı sağlayan bir ağ protokolüdür. Açık kaynak kod, kamuya açık bir şekilde bir kâr amacı gütmeyen geliştiricilere, dağıtımıcılara açık ve kod üzerinde değişime ve incelemeye izin veren bir yazılım türüdür. Aradaki aracılığı ve kurumları kaldırması Bitcoin’i yeni bir para birimi haline getirmiştir. Bitcoin’in amacı herhangi bir Merkez Bankasına, finansal kurumlara veya herhangi bir otorite veya kuruma ihtiyaç duymadan kişilerin birbirine doğrudan gönderimini sağlamaktır (Yükünç, 2023: 26).

Bitcoin ağı içerisindeki işlemler sahtekarlığı önlemek amacıyla hem kaydedilmekte hem de doğrulanmaktadır. Bu teknolojiye dağıtık defter teknolojisi veya diğer adıyla defter-i kebir teknolojisi adı verilir (Güven & Şahinöz, 2022: 44). Bu veri

¹ Peer-to-Peer (Uçtan uca, eşten eşe, denklemler arası)

tabanı teknolojisinin diğ er adı ise blokzincirdir (Turan, 2021: 17). Blokzincir, kronolojik bir biçimde açık kaynak kodlu bir şekilde tüm kullanıcılarla şeffaf bir şekilde paylaşılr. Böylelikle sahtekarlık yapılmasının önüne geçer. Bitcoin, hash yapısını kullanır. Hash, yapılan işlemlerin arkasında bir tür parmak izi bırakması anlamına gelir. Bir verinin, resmin, belgenin, mesajın  zg n olup olmadığını kanıtlamaya yarar (Güven &  ahin z, 2022: 45). Aynı zamanda kaydedilen bu blokların içerisinde zaman damgası (timestamp) bilgisi de vardır. Hash fonksiyonları, blokları ba lama, blokzincir oluşturulmasında ve yapının dokunulmazlığını sağlamada kilit rol oynayan bir algoritmadır (Güven &  ahin z, 2022: 51). Yeni bir blokzincir olu tu unda bir önceki blokzincir'in de zaman damgası gibi gerekli olan verileri de içerir yani kopyalar. Bu durum sistemin güvenilirliğini arttırmaktadır. Eğer veri üzerinde oynama yapılacak olursa bu durum anlaşılacaktır. Bir verinin, resmin, belgenin, mesajın üzerinde yapılacak en ufak bir değişiklik bambaşka bir değer yaratacak ve yapının orijinalli inin bozulduğunu bizlere gösterecektir (Güven &  ahin z, 2022: 45). Bu durum bize veriyle oynanmaya çalışıldığını ancak başarılı olunamadığını çünkü sayısız kopyasının olduğunu bizlere göstermektedir. Kriptografik  ifrelemelerle güvenliği sağlayan Bitcoin, cüzdanları  ifreleyerek kötü niyetli kullanımları ve  alınmaları önleyecek bir blokzincir sistemine sahiptir. Bitcoin'de kriptografik imza kişiye özeldir ve matematiksel birtakım algoritmalara dayanır.

Bitcoin, doğası gereği enflasyona sebep olamaz. Bunun nedeni 2140 yılına kadar sadece 21 Milyon adet ile üretimi sınırlanmış olmasıdır (Turan, 2021: 20).

2.2. Bitcoin Madenciliği

Bitcoin  retim sürecine madencilik, üreten kişiye de madenci denilmektedir. Madenciler, Bitcoin'i kullanmak ve kazanmak isteyenler kişilerdir. Madenciler, verilen şifreleri çözerek ve doğrulama aşamasını da tamamlayarak Bitcoin kazanırlar ve kazandıkları Bitcoinler sisteme eklenmiş halde eklenmiş olacaktır (Garayev, 2021: 26). Bitcoin protokolü içerisinde madencili in görevi; blok oluşturarak  d l kazanıp para arzını arttırmak ve işlemleri doğrulamak olmak üzere iki ana görevi vardır (Hazır, 2021: 31). Bitcoin'in a ı içerisindeki işlemler belirli büyüklüğe ula tıklarına bir araya gelerek

veri dizini oluştururlar. Bitcoin’de yaklaşık 10 dakikada bir blok üretimi hedeflenmektedir bu blokları üretenlere madenci denilmektedir (Güven & Şahinöz, 2022: 64).

Bitcoin madenciliği, ağdaki işlemleri onaylaması amacıyla bilgisayarlarda matematiksel işlemler yaptırılması ve yapılan işlemlerin güvenliğini arttırmaya yarayan bir işlemdir. Bitcoin madenciliğine madencilik denmesinin temel sebebi altın, gümüş ve bakır madenleri gibi her arayanın bulamadığı ve bulunsa dahi sürekli olarak ödöl yani elde edilen miktarın sürekli azalmasından dolayıdır (Güven & Şahinöz, 2022: 65).

2.2.1. Merkle Ağacı ve Kökü

Ralph Merkle tarafından icat edilen bu yeni tür dijital imza günümüzde sıkça blokzincir teknolojisinde kullanılmaktadır. Merkle ağacı özünde doğrulama işlemlerine yaramaktadır. Blok içerisine kaydedilen tüm işlemler ikişerli olacak şekilde gruplara ayrılır ve her birinin hashleri alınır. Elde edilen hash değeri bir kez daha ikişerli olacak şekilde gruplanır ve tekrar hashleri alınır. Bu işlem en sonunda iki adet hash değeri elde edilinceye kadar devam eder. En son kalan iki hash değeri tekrar hash değeri alınarak Merkle kökü hesaplanmış olur, ikişerli şekilde hesaplanan hash değeri genel adı Merkle Ağacı adı verilir (Güven & Şahinöz, 2022: 56). Sona kalan hash değeri ise Merkle köküdür. Merkle ağacı blokzincir içerisinde iki temel görevi vardır: Birincisi, hash değeri üzerinde yapılacak herhangi bir değışiklik kökü değıştireceğinden dolayı blok da değışecek ve hash değeri de değışecek. Sonrasındaki blokların girdisi değışeceğinden dolayı geçerliliğini yitirmiş olacaktır. İkincisi ise, işlem teyitlerinin kolaylıkla yapılmasını sağlayacaktır (Güven & Şahinöz, 2022: 57-58). Merkle köküne erişildiğinde blok başlığının Hash’ini yani özeti hesaplanır ve uygun değeri bulana kadar devam eder. Uygun değeri bulabilmek için o ağ içerisindeki bütün madenciler yarışır ve bu yarışın kazananı hem BTC hem de blok içerisindeki komisyonları kazanır (Güven & Şahinöz, 2022: 64-65).

Madencilerin aralarında yarıştığı bu blok oluşturma ödölü zaman içerisinde bağlı olduğu kural neticesinde azalacaktır. İlk ödölü 3 Ocak 2009 tarihinde 50 BTC iken 10

Mayıs 2020’de 6,25 BTC’ye düşmüştür. Yaklaşık olarak üretilen her işlem bloğu on dakikada bir üretilen şekilde kodlanmıştır (Turan, 2021:20). Bağlı olunan bu algoritmik kural, her 210.000 blokta ödül tutarı yarı yarıya indirilecektir sistem tarafından. Elde edilecek ödülü yarılama işlemine halving denilmektedir. Bu blokların oluşması yaklaşık dört yılda bir sefere denk gelmektedir. Bu yarılanma 2140 tarihinde BTC üretimini durduracaktır (Güven & Şahinöz, 2022: 65).

2.3. Blokzincir Teknolojisi

Blokzincir, tüm kayıtların hiçbir şekilde değiştirilemeyecek biçimde dağıtık bir şekilde kopyalarda tutulan veri tabanıdır (Güven & Şahinöz, 2022: 79). Blokzincir, internet aracılığıyla sistemi kullanan bütün kullanıcılar arasında gerçekleşen işlemlerin tamamını doğrulayarak saklar. Bu yapısı gereği bir bütünlük sağlar ve veri tabanı oluşturur (Ünal & Ululyol, 2020: 168). Bitcoin üzerinde gerçekleştirilen her işlem bloklar dolana kadar kaydedilir, bloklar dolduğunda ise bir araya gelerek hash oluştururlar ve tüm blokların üzerine bir blok daha eklenir. Böylelikle yapılan işlemlerde oynama yapılamaz çünkü yapılacak en ufak değişiklik, değişiklik yapılan blok değerinde değişime sebep olacaktır. Bu bloklar ise birbirine eklenerek zincir haline gelirler. Bu zincire blokzincir denmesinin sebebi budur (Güven & Şahinöz, 2022: 53). Hash değeri, blokların arasındaki bağılılığı ifade eder. Hash algoritmaları bize güvenilir veri tabanı oluşturur (Yükünç, 2023: 10).

Blokzincir teknolojisinde ana hedef sadece işlemlerin güvenilirliği veya gizlilik değildir aynı zamanda şeffaflık da hedefleri arasındadır (Güven & Şahinöz, 2022: 63).

2.4. Bitcoin’de Fiyat Oluşumu

Kripto varlıklarda alım satım yeri olan borsalar yedi gün yirmi dört saat açık olmasından dolayı fiyat oluşumu volatil ve sürekli. Fiyat, piyasadaki arz ve talep tarafından belirlenir. Eğer arz talepten fazla ise fiyat düşme eğiliminde, talep arzdan fazla ise fiyat artış yönünde eğilim gösterir. Bitcoin’in 21 Milyon adet üretilecek olması ve ortalama dört yılda bir halving yapılarak madencilerin yani üreticilerin ödülleri yarıya indirilerek piyasaya yeni Bitcoin’lerin girmesini yavaşlatır. Böylelikle fiyatlarda volatillik ve yukarı yönlü bir eğilim gözlemlenebilir. Bunların haricinde fiyatı etkileyen şeyler yüklü alım veya satım emirleri, hükümetlerin regülasyonları, teknolojik atılımlar ve ekonomik olaylar sıralanabilir. Piyasanın sürekli açık olması fiyatları volatil ve hacimlerde ani düşüş veya yükselişlerine sebep olur. Kripto varlık piyasasının hiç kapanmaması hisse senedi borsalarını da etkilemiştir. ABD’de New York borsasının günde 22 saat aktif olması planlanmaktadır (“Wall Street uyumayacak: New York borsasında seans 22 saate çıkacak!”, t.y.).

Kripto varlıklar paranın fonksiyonlara yanıt üretmek zorundadır, çünkü kendisini dijital bir para olarak tanımlamaktadır. Kripto varlıklar, bir değişim veya mübadele aracıdır. Alınan bir ürün, mal veya hizmetin bedeli kripto cinsinden ödenebilmektedir. Son zamanlarda sıklıkla alım satım işlemlerinde kullanılmaya başlanması bu özelliğin sağlandığını bizlere göstermektedir.

Bir değer ölçütüdür, çünkü algoritmik standardizasyona sahiptir. Örneğin Bitcoin, enflasyona karşı sizi korur çünkü yalnızca 21 Milyon üretilebilir olması buna başlı başına örnektir. Kripto varlıkların fiyatlarındaki volatillik kar etmenizi sağlayabilir ki bu durum tasarruf aracı olduğunu bizlere gösterir.

Tasarruf aracı olma kısmı ise tartışmalı bir alandır (Kuzu & Çelik, 2020: 604).

2.5. Bitcoin Alım Satımı

Kripto alış ve satışı kripto borsaları üzerinden geleneksel hisse senedi alım satımı gibi kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Bu durum merkeziyetsizlik konusunda kafa karışıklığı yaratabilir ancak bu kripto piyasası buna yanıt üretmiştir. Kullanıcılar istediğinde sahip oldukları varlıkları Ledger adı verilen kripto varlıkların saklanması yarayan diğer bir adıyla soğuk cüzdan olan bu cüzdanlar esasında internete yani ağa bağlı olmadan fiziki olarak varlıklarınızı korumayı amaçlarlar.

Bitcoin alım satımı parçalar halinde olabilir. Bir Bitcoin yani 1 BTC yüz milyon birime bölünebilir ve bölünen her bir birime Satoshi denir. 1 BTC 100 Milyon Satoshi'ye denktir. Bir adet Satoshi 0.00000001 BTC'ye denktir (Turan, 2021: 18).

2.6. Literatür Taraması

2.6.1.Yabancı Kaynaklar:

2.6.1.1. Kitaplar:

(Tepper & Przelozny, 2015) kitabında, Bitcoin'in finansal piyasalarda yarattığı ve yaratacağı devrimi anlatmış ve finansal sistemin tarihsel süreçte nasıl geliştiğini inceleyerek Bitcoin'in neden geleceğin para birimi olduğunu anlatmıştır. Geleneksel finansın eleştirilmemiş yönünü bırakmayan bu kitap, Bitcoin'in gelecekte küresel rezerv para birimi olacağını iddia etmiştir.

(Tapscott & Tapscott, 2016) kitabında, blokzincir teknolojisini hayatın her alanında yaşanacak devrimin öncüsü kabul edilmesi gerektiğini savunmuş ve kelebek etkisiyle ağ tabanlı teknoloji gelişiminin bireylere sunulan özgürlüğü arttıracaklarını iddia etmişlerdir. Blokzincir, şeffaflığı ve hesap verilebilirliği mecbur kıldığını dolayısıyla bu durumun zorunlu olarak her anlamda yeni bir sosyal kontrat yarattığını bu sebepten dolayı da geleceğe pencere araladığını iddia etmişlerdir.

(Lewis, 2021) kitabında, ekonomik birim olarak Bitcoin'i ele almış ve para, kriptografi, blokzincir teknolojisi altında bitcoini tanımlamış ve bu hem Bitcoin'in hem de blokzincir'in özgürleştirici etkisinden dolayı ticarete hızı arttıracığını ve uluslararası ticareti arttıracığını, finansal hizmetler sektörünün de hızla bu yönde evrimleşmek zorunda olduğunu ayrıca kabul edilsin ya da edilmesin Bitcoin'in ilginç bir pencere araladığını iddia ediyor.

2.6.1.2. Tezler:

(Sunde, 2019) yüksek lisans tezinde, Bitcoin'in bir varlık mı yoksa bir para birimi mi olduğunu incelemiş ve Bitcoin'in hem varlık hem de para birimi olma özelliklerini taşıdığını ancak mevcut yapısı itibarıyla daha çok bir varlık olarak değerlendirilebileceğini iddia etmiştir.

2.6.1.3. Makaleler:

(Nakamoto, 2008) makalesi, dijital para birimleri ve blokzincir teknolojisi açısından öncü bir makaledir. Finansal araçları ortadan kaldırarak eşten eşe ya da kişiden kişiye transfer sağlayan ve bunu kriptografik araçlarla gizlilik ve güvenilirlik sağlayan bir teknoloji geliştirilmiş devrim sayılabilecek bir araç geliştirilmiştir.

2.6.2. Yerli Kaynaklar:

2.6.2.1. Kitaplar:

(Güven & Şahinöz, 2022) kitabında, blokzincir ve Bitcoin teknolojisi hakkında kapsamlı bir araştırma kitabıdır. Bu kitapta, ağırlıklı olarak güncel tartışmalar eksenli yazılmış ve özellikle hukuk ve finans alanında çalışanlara ve yatırımcılara blokzincir ve teknoloji odaklı düşünmeyi önermişlerdir.

(Turgut & Uçan, 2021) kitabında, yatırımcıların yatırım yaptıkları teknolojiler hakkında tam olarak bilgi sahibi olmadan yatırım yapmaması gerektiğini önermişlerdir. Kripto paraların etkinliğinin artacağını yönünde bir eğilim olduğunu da öngörmüşlerdir.

2.6.2.2. Tezler:

(Dumanlı, 2022) doktora tezinde, duygusal finans alanında finansal varlık olan Bitcoin'in fiyat volatilitesine açıklama getirmiştir. Bitcoin'in fiyatında zirve ve zirveden düşüş yaşadığı dönemde haber metinlerinden elde edilen söylemlerle Bitcoin'in fiyatı arasında anlamlı ve yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Haber metinlerinin piyasadaki yatırımcıları etkilediği sonucuna varılmıştır.

(Akusta, 2023) doktora tezinde, Bitcoin'in fiyat volatilitisini makine öğrenmesi algoritması kullanarak k-Yakın komşu regresyonu ile tahmin etmiş ve tahmininde gerçek değerlere %90 oranında oldukça yaklaşmıştır.

(Alkan, 2023) doktora tezinde, blokzincir teknolojisinin uluslararası ticarete ve çevresel etkilerinin incelenmesi ve Bayesyen yöntem ile karbon ayak izinin tahmin edilmesine yönelik bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda blokzincir teknolojisinin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması için daha verimli algoritmaların ve madencilik cihazlarının kullanılması ile enerjide tasarruf yapılabileceği tespit edilmiştir. Blokzincir teknolojisinin gelişimi ile geleneksel olarak kullanılan fosil yakıtların çevreye olan zararlı etkilerinin azalacağı tespit edilmiştir.

(Kandemir, 2023) doktora tezinde, haber sitelerinin kullandıkları dilin piyasa üzerinde volatilitate etkisi yarattığı ve bazı metinlerin alım yönlendirmesi yaptığını tespit etmiştir. Çalışmada göstergebilimsel tarafından da incelenmiş ve Dünyadaki yeni rezerv para biriminin Amerikan Doları olduğu yönünde eğilim olduğu tespit edilmiştir.

(Çelikhan, 2019) yüksek lisans tezinde, Bitcoin kullanıcılarının kullandıkları Bitcoin'e dair tutum, algı ve yorumları incelenmiş ve Bitcoin'in riskinin orta seviyede olduğu tespit edilmiş ve kullanıcılarının fiyatların volatilitelerinden dolayı yüksek seviyede endişe duydukları tespit edilmiştir.

(Garayev, 2021) yüksek lisans tezinde, aylık fiyat verileri kullanarak Bitcoin fiyatları ile altın, petrol ve S&P 500 arasındaki ilişkiler incelenmiş ve Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda uzun dönemde korelasyon bulunmuşken kısa dönemde bulunmamıştır.

(Hazır, 2021) yüksek lisans tezinde, Bitcoin'in Ethereum, Ripple ve Litecoin fiyatları arasındaki korelasyon incelenmiş Bitcoin'in diğer kripto varlıklarla güçlü ve pozitif bir korelasyonu tespit edilmiştir.

(İslim, 2021) yüksek lisans tezinde, haftalık fiyat verileri kullanılarak Bitcoin fiyatları ile Altın, Gümüş, Petrol, Ethereum, Google Trendler, Hashrate, Yuan/Dolar (CNY/USD), VIX (Korku Endeksi), DXY (Amerikan Dolar Endeksi), Dow Jones, S&P 500, ABD Tahvilleri ve FED Başkanı'nın konuşmalarının Bitcoin üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda Bitcoin fiyatları ile Altın, Gümüş, Petrol, Ethereum, Google Trendler, Hashrate, Yuan/Dolar (CNY/USD) arasında pozitif bir korelasyon, DXY (Amerikan Dolar Endeksi), VIX (Korku Endeksi) ve ABD tahvilleri arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. FED Başkanının konuşması ile S&P500'ün Bitcoin'in fiyatı üzerinde etkisi olduğu çalışmanın bulguları arasındadır.

(Tanrıkulu, 2021) yüksek lisans tezinde, makine öğrenmesi algoritmaları ile Bitcoin'in 7 yıllık ve 1 yıllık fiyat hareketleri, eski adıyla Twitter yeni adıyla X platformunda paylaşılan gönderiler ve Google arama trendleri incelenerek fiyat yönünün tahmini üzerine analiz yapılmıştır. Çalışmada doğrudan fiyat tahmini için sinir ağıları modelleri önerilmektedir.

(Turan, 2021) yüksek lisans tezinde, Bitcoin'in paranın fonksiyonları üzerinden para birimi olup olamayacağı incelenmiş ve olmayacağı savı öne sürülmüştür. Olamamasının sebebinin ise değişim aracı olması fonksiyonunun sınırlı olduğu söylenmiştir. Bunun sebebinin ise Bitcoin'in volatil bir varlık olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

(Alakoç, 2022) yüksek lisans tezinde, Bitcoin'in fiyat hareketinde Geometrik Brownian Hareketi simüle edilerek fiyat hareketi incelenmiş ve uygulanan analiz bu analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

(Aycibin, 2022) yüksek lisans tezinde, Bitcoin’de yaşanan fiyat volatilitelerini LIBOR, Petrol, Altın, Gümüş ve NASDAQ ve ilaveten makroekonomik verilerin günlük veri olarak analiz edilmiş ve sonuç olarak Bitcoin’in en fazla volatilitelerini arttıran parametrenin NASDAQ, 3 aylık LIBOR ve petrol fiyatları olduğu tespit edilmiştir.

(Kalkan, 2022) yüksek lisans tezinde, Ocak 2012-Aralık 2021 tarihleri arasındaki Bitcoin’in fiyatını belirleyen Bitcoin aktif adresi, harcanan çıktı kar oranı, madenci karlılığı, Google trendler ve Dow Jones Endüstri Endeksi (DJI) bağımsız değişkenler olarak analiz edilmiş ve uzun vadede harcanan çıktı kar oranı, madenci karlılığı ve DJI ile anlamlı ve pozitif yönde korelasyon çıkarken Google trendler ile anlamlı bir korelasyon tespit edilememiştir.

(Şengül, 2022) yüksek lisans tezinde, tahmin etmeye yarayan Rastgele Orman Regresyonu, Destek vektör regresyonu ve k-En yakın komşular regresyonları kullanılarak algoritmaların fiyat tahminindeki performansları ölçmüştür. Ölçüm sonucunda en iyi tahmincinin rastgele orman regresyonu olduğu tespit edilmiştir.

(Yükünç, 2023) yüksek lisans tezinde, 2017-2022 tarihlerine ait aylık verilere regresyon analizi yapılmıştır. Bağımlı değişkenken olarak Bitcoin’in fiyatı ve bağımsız değişkenler ise S&P500, FED faiz oranı, Brent petrol, ABD GSYİH değişim oranı, Japonya GSYİH değişim oranı değişkenleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Bitcoin’in fiyatı ile S&P500, Brent petrol ve Japonya GSYİH değişim oranı arasında doğrusal, pozitif ve anlamlı korelasyon varken FED faiz oranı ile doğrusal, negatif ve anlamlı korelasyona sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.6.2.3. Makaleler:

(Gültekin & Bulut, 2016) makalesinde, Bitcoin’in kendi finansal ekosistemini yarattığını ve yarattığı bu ekosistem içerisinde hizmet sağlayıcılarını da kendi bünyesinden çıkardığını ifade etmektedir. Bu hizmet sağlayıcı alanlarda yapılacak olan doğrudan yatırımların takip edilmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır.

(Durmuş & Polat, 2018) makalesinde, Bitcoin'in paranın yerini tutup tutmayacağı konusu üzerinde tartışıldığı ancak önemli olanın blokzincir teknolojisinin daha önemli bir yer tutacağını ifade etmiştir. Bitcoin fiyatının arz ve talebe bağlı olmasından dolayı büyük ekonomiye sahip olan ülkelerin yaptığı olumsuz açıklamalar ve regülasyonlardan negatif etkilendiği tespit edilmiştir.

(Güleç vd., 2018) makalesinde, Bitcoin fiyatının yükselen bir trende ve volatiliteye sahip olduğu ve fiyat oluşumunun kendi dinamikleri içerisinde daha ağırlıklı ve belirleyici olduğu sonucu elde edilmiştir. Çalışmanın içerisinde faiz oranları ile Bitcoin fiyatlarının korelasyonu çok yüksek çıkmış ve yazar bunu küresel etki olarak değerlendirmiştir.

(Kayacan & Anavatan, 2018) makalesinde, Bitcoin'in kaotik yapısının tespiti için korelasyon boyutu hesaplanarak Lyapunov üstel değerleri incelenmiş ve pozitif bulunmuştur. Çalışma sonucunda Bitcoin getirilerinin doğrusal olmayan dinamik sistemler içerdiğini ve kalıcı ve uzun bir fiyat belleğine sahip olduğu dolayısıyla kaotik bir sistem olduğu sonucu tespit edilmiştir.

(Gemici & Polat, 2019) makalesinde, etkin piyasalar hipotezinin doğrusal yöntemler yerine doğrusal olmayan yöntemlerle sınanarak Bitcoin'in fiyatlarındaki volatilitenin anlaşılır ve anlamlı sonuçlar elde ettiğini belirlemişlerdir.

(Yağmur & Mangır, 2020) makalesinde, etkin piyasa hipotezi ve davranışsal iktisat yöntemleri ile birlikte Bitcoin'in fiyatlarında spekülasyonların olup olmadığı araştırılmış ve Supremum Augmented Dickey-Fuller (SADF) testi ile analiz edilerek Bitcoin'in fiyatında şişme olduğu ve rassal yürüyüş modelinin reddedilemeyeceği tespit edilmiştir.

(Samirkas, 2020) makalesinde, Bitcoin'in fiyatlarının popülerliğini arttırdığını yoksa Bitcoin'in popülerliğinin fiyatındaki volatilitayı yarattığı araştırılmış ve bunun için Google Trend verileri kullanılarak nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto testi ile incelenerek Bitcoin'in fiyatındaki volatilitenin popülerliğini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

(Buğan, 2021) makalesinde, Bitcoin, Ethereum, Chainlink, Ripple, Litecoin, Cardano için finansal balon oluşumunu incelemiştir. Bitcoin, Ethereum, Chainlink ve Ripple için

finansal balonlar tespit edilirken Litecoin ve Cardano için tespit edilememiştir. Finansal varlık balonu tespiti için Genelleştirilmiş Supremum Augmented Dickey-Fuller (GSADF) testi uygulanmıştır.

(Gediz Oral & Yeşilkaya, 2021) makalesinde, Bitcoin'in merkeziyetsiz yapısından dolayı suç dünyasında kara para aklamak için kullanıldığı tespit edilmiş ve ülkelerin bunu yasaklamak yerine regülasyonlar getirmesi tespitinde bulunulmuş ve çözüm olarak yeni bir teknolojik sınıf olarak Bitcoin'in değerlendirilmesi gerektiği, hükümetlerin terörizm ve suç gelirlerini veya finanse etmek için kullanılan paraların tespiti için uzman ekipler kurması gerektiği yönünde önerilerde bulunulmuştur.

(Işıldak, 2021) makalesinde, Bitcoin getirilerinde asimetrik etkinin bulunduğunu GARCH modelleri ile sınanmış ve volatilitenin etkisinin sürekli ancak şokların etkisinin düşük ve süresiz bir etki yaptığı sonucu elde edilmiştir. Kripto paraların bulunduğu piyasalarda volatilitenin yüksek olduğu dönemlerde koşullu varyans oynaklığının da yüksek olduğu ve bu durumun da volatilitiyi arttırıcı etki gösterdiği ve kısır döngüye sürüklediği tespit edilmiştir.

(Ay & Adıyaman, 2022) makalesinde, Bitcoin ile Ethereum ve Cardano günlük fiyat verileri ile zaman serisi analiz yöntemi kullanılmıştır. Johansen Eşbütünleşme testi uygulanmış ve sonucunda uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Ardından Granger nedenselliği uygulanmış Cardano-Bitcoin, Bitcoin-Ethereum tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

(Erdaş & Göçmen Yağcılar, 2022) makalesinde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin Bitcoin ve endeksleri arasındaki nedensellik ilişkisi Hatemi-J testi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu teste göre, gelişmiş ülkelerin endeksleri Bitcoin'in fiyatını etkilerken gelişmekte olan ülkelerin endeksleri Bitcoin'in fiyatından etkilenmektedir burada asimetrik bir korelasyon tespit edilmiştir.

(Erdoğan, 2024) makalesinde, Bitcoin ile Brent Petrol, S&P500 endeksi, Almanya Borsa Endeksi (DAX), İspanya Borsa Endeksi (IBEX35), Fransa Borsa Endeksi (CAC), Japonya Borsa Endeksi (NIKKEI225), Meksika Borsa Endeksi (S&PBMV), Türkiye Borsa Endeksi (BIST100), Endonezya Borsa Endeksi (IDX), Suudi Arabistan Borsa

Endeksi (TADAWUL) ait haftalık veriler TVP-VAR yöntemi ile analiz edilmiş ve Bitcoin ve Brent Petrolün borsa endeksleri tarafından etkilendiği tespit edilmiştir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. Kaosu Tespit Etmek İçin Kullanılan Analizler

3.1.1 Garip Çekiciler veya Lorenz Çekeri

Lorenz, kaos teorisinin tarihsel gelişim sürecinde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Burada Lorenz Çekeri veya Garip Çekiciler üzerinde durulacaktır. Lorenz'in Lyapunov üsteli pozitif olan çekicisinin şekli garip görüldüğünden dolayı garip çeker denilmektedir (Uçar, 2010: 54). Bütün sistemin uzaydaki noktaların bir parçası olarak tanımlanmasına geometrikleştirme denilmektedir (Ruelle, 2006: 56). Çekiciler, sistemin erişeceği en son durumu temsil eder (Sardar & Abrams, 2020: 45). Çekiciler, sonsuz boyutsal uzayın içinde varlardır ama sınırlı boyutları sahiplerdir (Sardar & Abrams, 2020: 51).

Lorenz çekeri faz uzayı içerisinde, Asya'da bir kelebeğin kanat çırpmasının, Amerika'da kasırga yaratabilir mi? Sorusundaki kelebek gibi, kelebek kanatlarına benzeyen bir şekil çizmektedir. Bu şekil oluştuğunda periyodik olmayan, dinamik ve kaotik bir sistem vardır diyebiliriz. Aynı zamanda başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılığı sebebiyle Lorenz çekeri bize uzun vadeli bir öngörü yapamayacağımızı gösterir (Kılıç, 2010: 83).

3.1.2. Lyapunov Üstelleri

Lyapunov üstelleri, kaotik hareketin en iyi kanıtı kabul edilir (Gökmen, 2012: 75). Çünkü birbirine çok yakın olan ve birbirini çok etkileyen şeyler ancak üstel olarak ayrılırlar (Kara, 2006: 112). Faz uzayı içerisindeki birbirine iki komşu olarak tasarlanmış yörünge zaman içerisinde bir noktadan itibaren birbirinden uzaklaşması kaotik sistemin başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılığının göstergelerinden birisidir (Alpar, 2012: 90).

Lyapunov üstellerinde:

- λ , negatifse sistem kaotik değildir.
- λ herhangi birisinde pozitif çıkarsa sistem kaotiktir ve birbirinden uzaklaşır (Alpar, 2012: 90).

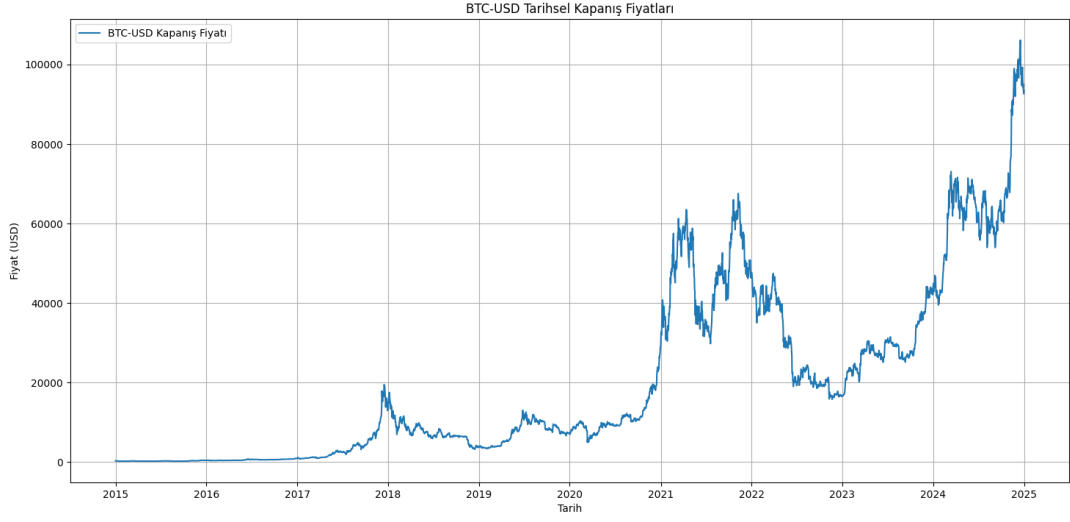
Eğer sistem en az bir tane Lyapunov üsteline sahipse bu sistemde kaos vardır diyebiliriz (Kara, 2006: 114).

Lyapunov üsteli hesaplanırken en büyük Lyapunov üsteline bakılır eğer en büyük Lyapunov üsteli sıfırdan büyük çıkarsa yani pozitif çıkarsa sistem kaotik yapıdadır (Alpar, 2012: 93).

3.2. Uygulama

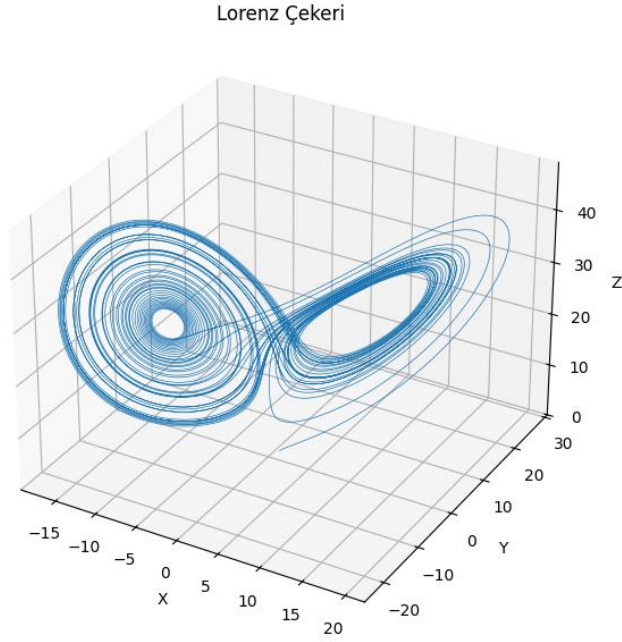
Bitcoin fiyat listesi, Python kodlama dili aracılığıyla Microsoft Visual Studio Code programı arayüzü ile elde edilmiştir.

Uygulamada kullanılan veri seti Yahoo Finance aracılığıyla edinilmiştir. Kaotik yapının daha kolay tespiti için günlük veriler kullanılmış ve 01.01.2015-31.12.2024 tarihleri arasındaki fiyat verisi kullanılmıştır (Şekil 3.1). Fiyat verisinin trend eğilimi tespit edilmiş ve kaotik sistemlerle test edilmiştir. Başlangıç tarihinin 01.01.2015 seçilmesinin arkasında yatan neden bu tarihten önce Bitcoin fiyatına sağlıklı olarak erişilememesidir.



Şekil 3. 1. BTC-USD Tarihsel Kapanış Fiyatları

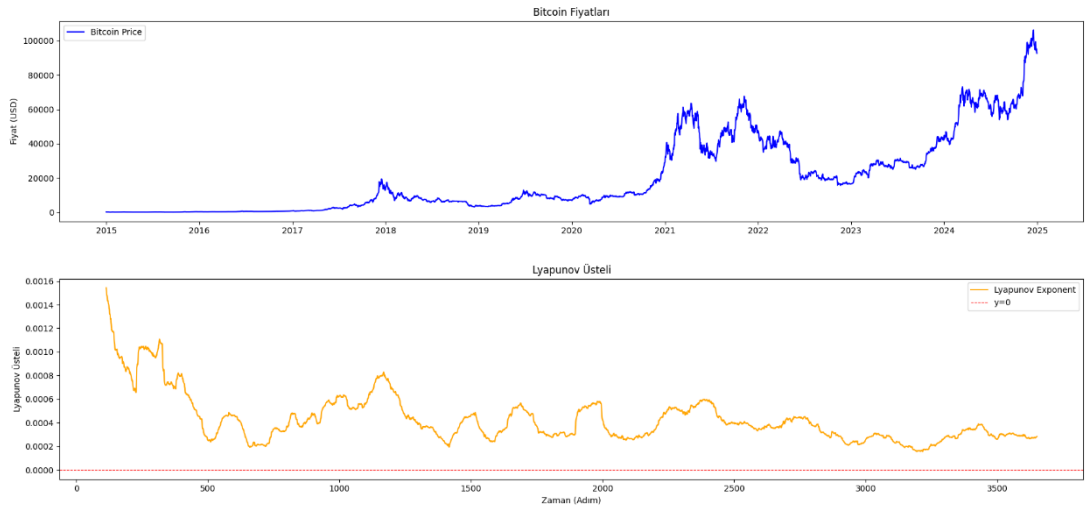
Yukarıdaki tabloda yatay eksen tarihi, dikey eksen ise fiyatı göstermektedir. Volatilité artış yönünde eğilim göstermiştir. Bitcoin'in tarihsel kapanış verilerini Lorenz Çekeri ile incelediğimizde aşağıdaki çıktıyı elde ediyoruz:



Şekil 3. 2. BTC-USD Kapanış Fiyat Verisi Lorenz Çekeri ile incelenmiştir.

Şekil 3.2 incelendiğinde öngörülemezlik ve rassal olmayan yani volatiliteye bağımlı bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bu tür yüksek volatiliteye sahip varlıkların fiyat serilerinde de küçük değişimlerin büyük değişimlere yol açabileceği görülmektedir. Şekil 3.2’de yapı fiyat sisteminin iki farklı alanda dengesiz ve tekrar etmeyen yörünge sistemini izlediği gözlemlenmektedir. Bu durum bize kaotik davranış örüntüsünü işaret etmektedir.

Analiz yapabilmek için fiyat verisinin ardından kaosun tespiti ve yorumlanması gerekmektedir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’ü incelediğimizde Lyapunov üstelini daima sıfır değerinin üstünde yani pozitif kaldığı tespit edilmiştir. Lyapunov değeri $\lambda = 0.0012$ bulunmuş ve Bitcoin’in fiyatının sınırlı deterministik, uzun vade trendinin pozitif yönde ve kaotik yapıya sahip olduğu iddiamızı desteklemiştir.

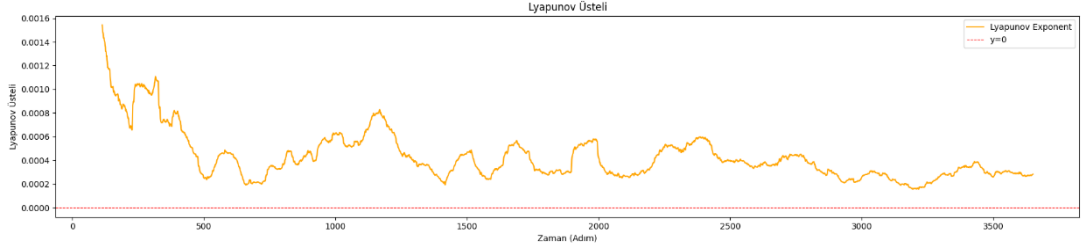


Şekil 3. 3. Bitcoin Fiyatları ve Lyapunov Üsteli

Bu grafiğe göre Lyapunov üsteli her zaman sıfırın üstünde kalmış ve sistem sürekli olarak kaotik çıkmıştır. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’e göre Lyapunov Üsteli, daima pozitif çizgide kalmıştır.

Buradan hareketle Bitcoin’in zaman içerisinde kaosun ve volatilitenin azalma yönünde eğilim gösterdiği ve fiyatının arttıkça kaosun azaldığı iddia edilebilir. Elde ettiğimiz veri setinde Lyapunov üstelini hesapladığımızda serinin kaotik davranışlar sergilediği yani pozitif yönde ayrıştığı bulgusu elde edilmiştir. Fiyatlamamanın doğrusal olmaması sebebiyle fiyat serisi içerisinde volatiliteler ve şoklar kalıcı etki yarattığı söylenebilir. Aynı zamanda

elde edilen Lyapunov üstel değerine göre Bitcoin'in kısa vadeli öngöründe tutarlı sonuçlar elde edebileceğimizi uzun vadede kelebek etkisi sebebiyle tahminlerin anlamsızlaşacağı sonucuna ulaşabiliriz.



Şekil 3. 4. Lyapunov Üstelinin Zaman İçerisindeki Değişimi

Bu durum bizlere Bitcoin'in fiyatının arttıkça piyasa beklentisinin ve işlem yönünün de arttığını dolayısıyla beklentiler yönünde fiyatın şekillendiğini söyleyebiliriz.

Benzer şekilde fiyat verisini normalize ederek Hurst Üsteli metodu ile test edildiğinde Hurst üstel değeri $H = 0.5924$ bulunmuştur. Eldeki seride hesaplanan üstel değer 0.5'ten büyük olması fiyat serisinin trend yönünde eğilimde olduğu ve fiyatın hafızaya sahip olduğu dolayısıyla geçmişteki fiyatın bugünü ve yarını etkileyebildiği tespit edilmiştir. Üstel değer pozitif olması uzun vadede fiyatı ve volatilitiyi artış yönündeki hareketini desteklediğini göstermiştir.

Hurst üstelini ve Lyapunov üstelini bir arada değerlendirdiğimizde ise kaotik yapının fiyat üzerinde etkili olduğu ve fiyat volatilitésinin 2025 yılı içerisinde yoğun olabileceği iddia edilebilmektedir.

3.2.1. Fiyat Tahmini

2024 yıl sonu Bitcoin kapanış fiyatı 92.643,21 USD olarak gerçekleşmiştir. Klasik fiyat tahmin modeli şu formülü tercih eder:

$$Tahmini Fiyat_{t+1} = Fiyat_t \times (e^\lambda)^n$$

Yukarıdaki formülde:

$\lambda = 0.0012$ (Lyapunov üsteli)

$n = 12$ Ay (Bir yıllık tahmin olduğu için)

$Fiyat_t = 92.643,21$ USD (2024 yıl sonu kapanış fiyatı)

Bu değerleri yerine yerleştirdiğimizde:

$$Tahmini Fiyat_{2025} = 92.643,21 \times (e^{0.0012})^{12} \approx 93.986,923$$

2025 yıl sonu fiyat tahmini 93.986,923 USD olarak hesaplanmıştır.

Ancak yukarıdaki bu model hatalıdır çünkü Bitcoin'in yapısı kaotiktir. Yukarıdaki model klasik ve statik modellemeler için geçerlidir. Kaotik yapıya sahip olan Bitcoin için klasik modellemeler yanlış tahminlere yol açacaktır. Lyapunov üsteli yalnızca sistemin başlangıç koşullarına olan hassas bağımlılığını ve kaotiklik durumunu ölçer. Yukarıda formülde de büyüme oranı olarak alınmıştır. Bu sebeple hatalıdır. $\lambda > 0$ olması durumunda bu değer kaotik olduğunu ancak her zaman pozitif yönde büyüme gerçekleşeceği anlamına gelmeyeceğini söyleyebiliriz.

Doğru fiyat tahmini için fiyatın veri setinde öncelikle Hurst üstel değeri ve Lyapunov üsteli değerleri hesaplandı. Tahmin güven aralığı %90 ve %95 tercih edildi. Bu hesaplanan değerler sayesinde fiyatın oluşumunda hafızaya sahip olduğu ve bu sahip olduğu hafıza yapısı da analiz edilerek tahmine dahil edildi.

Yahoo Finance kütüphanesi aracılığıyla elde edilen Bitcoin'in USD cinsinden kapanış fiyat verisi logaritmik getiri cinsine çevrildi. Buradaki amaç, finansal zaman serilerinin analizinde anlamlı ve güvenilir sonuçlar elde etmenin yanında kaotik analiz yöntemlerinin de logaritmik verileri kullanmasından dolayı bu çeviri gerçekleştirildi.

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

Bu formülde

P_t : t zamanındaki kapanış fiyatını

r_t : Logaritmik getiriye ifade eder.

Hurst Üstel değeri ile zaman serisinde uzun dönemli hafızanın ölçümü gerçekleştirildi.

$$\log(\tau(l)) = H \cdot \log(l) + C$$

Buradaki denklemde:

H: Zaman serisinin hafıza derecesidir.

H = 0.5924 olarak bulunmuştur. 0.5'ten büyük olduğu için fiyatın hafızaya sahip olduğunu iddia edebiliriz. Bu değerden hareketle ağırlıklı hafıza dağılımı yapılarak geçmiş getiriler arasında uzun dönemli fiyat hafızasını ölçebiliriz.

$$\omega_i = \frac{i^{2H-1}}{\sum_{j=1}^N j^{2H-1}}, i = 1, \dots, N$$

Bu ölçümü gerçekleştirdikten sonra fiyat tahmini hesabını yapabiliriz:

$$r_t = 0.7 \cdot \varepsilon_t + 0.2 \cdot m_t + 0.1 \cdot c_t$$

Burada:

r_t = Tahmin edilen logaritmik fiyat

ε_t = Rassal Şok Bileşeni (Volatilite)

m_t = Fiyatın hafızası (Hurst Üsteli)

c_t = Kaotik Bileşen (Lyapunov Üsteli dahil edilmiş bileşen)

$$c_t = \lambda \cdot [\sin(\theta_t) + \varepsilon_t], \quad \theta_t \sim U(0, 2\pi), \varepsilon_t \sim N(0, 0.5)$$

Yukarıdaki formülde

λ = Lyapunov üsteli,

θ_t = Uniform dağılımlı rastgele bir açıyı ifade etmektedir.

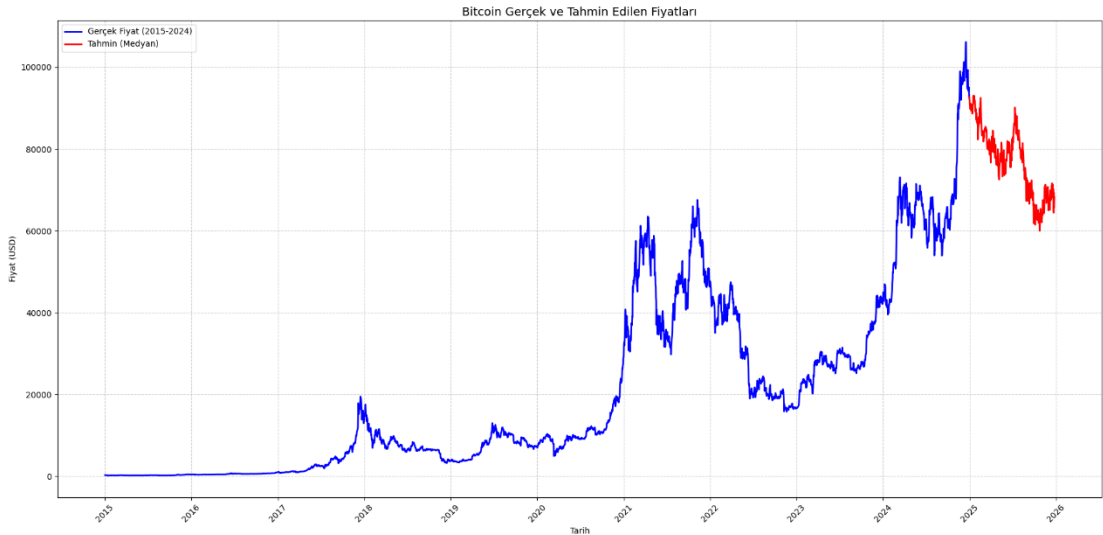
Tahmin edilen fiyat modelinde:

%70 ağırlığa sahip volatilité,

%20 ağırlığa sahip trend ve momentum ve

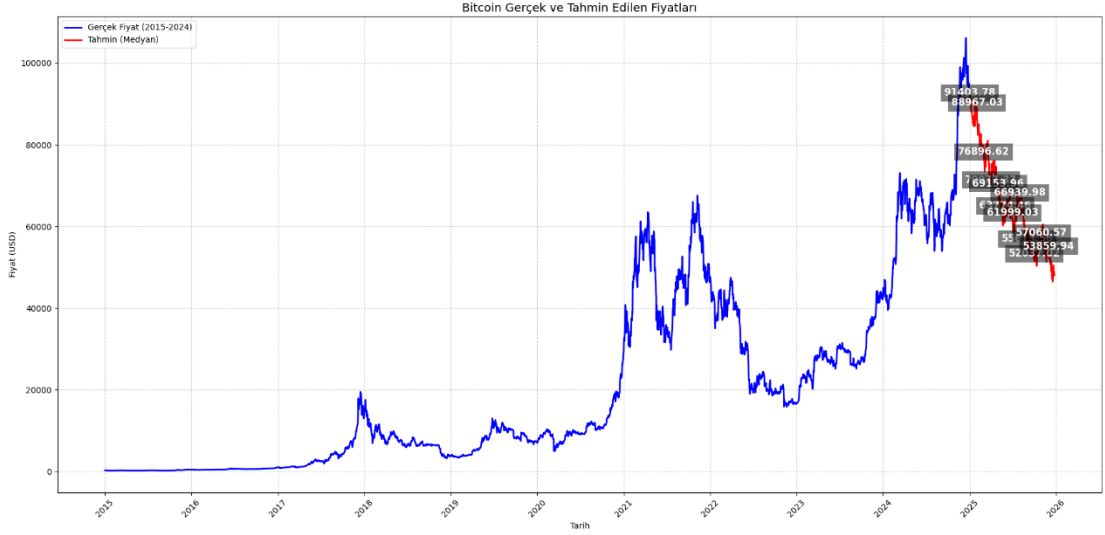
%10 ağırlık ise kaos durumları için yani tahmin edilemeyen siyah kuğu gibi olaylar için tahmin edilmiştir.

Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 bu denklemlerin çıktısı olarak elde edilmiştir.



Şekil 3. 5. Bitcoin Gerçek ve Tahmin Edilen Fiyat Çizgi Grafiği

Yukarıdaki grafikte gözlemleneceği gibi fiyat trend eğilimi aşağı yani azalan yöne evrilmiş ve yıl içinde düşüş ağırlıklı bir volatilité görüleceği tahmin edilmiştir.



Şekil 3. 6. Bitcoin Gerçek ve Tahmin Edilen Fiyat Bilgisi Eklenmiş Çizgi Grafiği

Şekil 3.6 grafiğinde ise Şekil 3.5'teki eğilim devam etmekte ve bu eğilimin üstüne fiyat etiketi eklenerek gösterilmiştir.

Elimizdeki fiyat tahminine göre 2025 yılı içerisinde volatilitenin yüksek olduğu ve kaotik durumun arttığı bir fiyat grafiği tahmin edilmektedir. Model çıktısı olarak yıl sonunda \$50.000 bant aralığı seviyesinde kapanış öngörülmektedir. Bu düşüş eğilimi bir kırılma olarak değerlendirilebilir ve fiyat analizi için sağlıklı bir tahmin imkanı verebilir. Modelin kaotik yapısı göz önünde bulundurulduğunda, küçük değişkenliklerin büyük sonuçlar doğurabileceği ve sistemin uzun vadeli öngörüler açısından sınırlılıklar taşıdığı unutulmamalıdır. Kaos teorisinin temel prensiplerinden biri olan başlangıç koşullarına duyarlılık ilkesi, fiyat tahminlerinin belirli bir hata payıyla değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, yapılan analizler ışığında 2025 yılı boyunca Bitcoin fiyatlarında yüksek oynaklığın devam edeceği, piyasa katılımcılarının kararlarını etkileyen faktörlerin sistemin kaotik yapısını daha da karmaşık hâle getireceği öngörülmektedir. Sonuç olarak, bu tez kapsamında yapılan modelleme çalışması, Bitcoin

gibi merkeziyetsiz ve volatil bir finansal varlığın dinamiklerini anlamada kaos teorisinin işlevsel bir araç olabileceğini göstermiştir.



SONUÇ

Kaosun gelişimi açısından bilgisayarların ortaya çıkması ve yaygınlaşmasının etkisi çok büyüktür. Bu yaygınlaşma, karmaşık işlemlerin yapımını hızlandırmış ve bize daha fazla zaman kazandırmıştır. Kaos teorisi tam olarak bu teknolojinin geliştiği bir dönemde ortaya çıkmıştır. Teori, çok sayıda bilim alanını etkilemiş ve halen etkilemeye devam eden bir alandır. Bu etki kimi zamanlarda kaos çalışmalarını da kaotik hale getirebilmektedir.

Bitcoin, Merkeziyetsiz finansın yanı sıra bizleri blokzincir teknolojisi ile tanıştırmıştır. Bu teknoloji yarını bugünden görmemize imkân sağlayan bir teknoloji olmasının yanında günümüzde başta finans, matematik ve algoritmik işlemlerde hız, zaman ve kolaylıklar sağlamaktadır.

Bitcoin ve kaos teorisi arasındaki bağlantı piyasanın yüksek volatilitesine, karmaşıklığına, piyasa katılımcılarının davranış kalıplarına bağlı olarak dinamik yapısını anlamamıza önemli ölçüde yardımcı olur. Kaos teorisi, Bitcoin'in tarihsel fiyat verisi ile birlikte incelendiğinde fiyat volatilitesinden kaynaklı kaotik bir sistemle karşı karşıya kalıyoruz. Bu kaotik yapı Lyapunov üsteli ile test edilmiş ve sistemin kaotik bir yapıya sahip olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu kaotik sisteme dayanarak, sistemin düzensiz ve öngörülemez hareketlere sahip olduğunu ifade edebiliriz. Şekil 3.3. incelendiğinde ise Bitcoin'in fiyatının arttıkça beklentilerin de benzer artış yönünde eğilim gösterdiğini dolayısıyla fiyatı ve beklentilerinin artmasıyla da bu belirsizlik oranının düştüğünü söyleyebiliriz. Bu belirsizliklerin tahmin edilme istenci finansal piyasalarda teknik ve temel analizi ortaya çıkarmıştır. Çeşitli analistler fiyat risklerini bu yöntemlerle yönetmeye çalışır ve belirli dönem aralığı için tahminlerde bulunurlar. Kaotik bir piyasada kısa, orta ve uzun vadeli yatırımın stratejisi değişiklik gösterecektir. Kısa ve orta vadede volatiliteden olumlu veya olumsuz olarak etkilenebilirken uzun vadede volatilité kötü sonuçlar doğurabilir ancak bu tip piyasalar sadece olumsuz etkiler değil aynı zamanda olumlu sonuçlar da doğurabilir. Örneğin, gelişen piyasalarda çıkabilecek yeni coin veya token'lar aşırı değer kazanabilir ve kar elde edilebilir ancak bunun için ortaya çıkan teknoloji ve ortaya çıkan ürünün amacını iyi bilmek, piyasa koşullarını ve

likidasyonu ve nakit oranını takip etmek gerekmektedir. Bu bilgilere sahip olmak piyasa içerisindeki riskleri, belirsizlikleri anlamamıza ve yönetmemize yardımcı olacaktır.

Finansal piyasaların evrimi ve gelişimi halen devam etmektedir. Yaşanan her kriz, etki-tepki yasasında olduğu gibi doğal sonuçları olacaktır. Bitcoin de bu sonuçlardan birisidir. 2008 Mortgage krizi sonrasında ortaya çıkan Bitcoin, günümüzde kelebek etkisiyle başka bir geleceği bizlere işaret etmektedir. Piyasadaki kaotik sistem kimi zaman anlaşılır kimi zaman anlaşılabilir olacaktır. Siyah kuğu adı verilen ani şok, hesaplanmamış gelişmeler veya krizler şüphesiz yaşanacaktır ancak kaos teorisi sayesinde risk yönetimi anlaşılır, yönetilebilir ve öngörülebilir hale gelecektir.

Kripto piyasasının, geleneksel finansa kolaylıkla eklenmesi önümüzdeki belirsiz sürecin nelere gebe olduğunu bizlere kolay kolay göstermeyecektir ancak blokzincir teknolojisi bizlere kelebek etkisi yaratarak başka bir geleceğe taşıyacağını şüpheye yer bırakmayacak şekilde gösterdi. Blokzincir teknolojisi sadece finansal alanda gelişen bir teknoloji değil aynı zamanda şeffaflık ve güvenlik sunması bize toplumsal ilerlememizde birtakım değişikliklere sebep olacağını söylemek için erken değildir. Bireyin finansa ve teknolojiye bakışını değiştirmiştir. Blokzincir teknolojisi, toplumda hak, adalet ve veri güvenliği konusunda da bir perspektif kazandırmıştır.

Kaos teorisi, blokzincir teknolojisi ile ele alındığında volatilité ve volatiliteden kaynaklı ortaya çıkan riskin kripto piyasasının analiz edilmesini kolaylaştırmış ve anlaşılır hale getirmiştir. Gelecek yıllarda bu teknolojinin kaos teorisi ile birlikte daha anlaşılabilir, daha öngörülebilir ve daha tahmin edilebilir bir yapıya sahip olacağını iddia edebiliriz. Piyasadaki ve teknolojiye temel risk insan faktörünün belirsizlik yaratmasından kaynaklıdır. Stokastik olarak en geniş kümeyi yine kaos teorisi ile çalışabilir ve anlayabiliriz.

Kaos teorisi ile Bitcoin'in, kaos teorisi ile blokzincir teknolojisinin arasındaki dinamik türdeki korelasyon başta finans olmak üzere insanlık tarihini derinden etkileyen bir alan açmıştır. Kaosun içindeki düzeni ve düzensizliğin anlaşılması bu iki kavramın birbirine ancak birlikte sahip olunması gerektiğinin anlaşılması bizleri geleceği anlamamıza ve onu yönetebilmemizi sağlayacaktır.

Bu tezin elde ettiği temel sonuç Bitcoin'in kaos teorisinin doğasına uygun olarak öngörülemezliğe sahip olduğu ve yapılan fiyat tahmin modelinde de bu durumun gzlemlenebildiğini iddia etmektedir. Yapılan analiz sonucunda Lyapunov üstelinin pozitif ve Hurst üstelinin 0.5'ten büyük çıkması eldeki fiyat kapanış verisinin hafızaya sahip olduğunu ve kaotik bir yapıya sahip olduğunu ispatlamıştır. Buradaki temel sonuç geçmiş fiyat volatilitelerinin geleceği de trend yönünde etkilediğini ispatlamıştır.

Klasik fiyat tahmin modellemelerinde, Bitcoin gibi yüksek volatiliteler ve kaotik yapıya sahip varlıklar için yanıltıcı ve yanlış sonuçlar üretir. Çünkü klasik modellemeler doğrusal ve statik bir yapıyı incelerken kaotik modeller sistemin içsel dinamiklerini de ele alarak doğrusal olmayan ve dinamik modelleri incelemektedir. Klasik modellerde tahmin gücü keskin ve zayıfken, kaotik modellerde yapısal bir analiz ve güven aralığına bağlı bir bant aralığı sonucunu üretir. Sonuç olarak, Bitcoin gibi yüksek volatilitelere sahip varlıkların fiyat hareketlerini anlayabilmek ve analiz edebilmek için kaotik ve stokastik modellemelerin uygulanması bilimsel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akçin, M. E., & Zengin, O. (2020). Düzensizliğin Düzeni: Kaos Kuramı ve Sosyal Hizmet. *Toplum ve Sosyal Hizmet Dergisi*, 31(3), 1307-1323.
- Aksünger, A., & Albayrak, M. (2021). Spinoza Felsefesinde “Conatus” Kavramı. *tabula rasa Felsefe & Teoloji dergisi*, 36, 21-26.
- Akusta, A. (2023). *Bitcoin fiyat hareketliliğinin makine öğrenmesi ile tahmin edilmesi* [Doktora Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Alakoç, U. (2022). *Geometrik Brownian Hareketi ile Bitcoin Endeksinin Gelecekteki Hareketlerinin Öngörülebilirliği Üzerine Bir Çalışma* [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Alkan, G. (2023). *Blok zincir teknolojisinin uluslararası ticaret bağlamında çevresel etkileri; Bitcoin ve karbon ayak izi ilişkisinin bayesyen yöntem ile belirlenmesi* [Doktora Tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Alpar, O. (2012). *Kaos Teorisi ve Kaotik İşletme Uygulamaları* [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Arslan, A. (2006a). *İlkçağ Felsefe Tarihi Cilt 1: Sokrates Öncesi Yunan Felsefesi* (1. Baskı, C. 1). İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Arslan, A. (2006b). *İlkçağ Felsefe Tarihi Cilt 2: Sofistlerden Platon’a* (1. Baskı, C. 2). İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Ay, M., & Adıyaman, G. (2022). Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 47, Article 47.
<https://doi.org/10.52642/susbed.1010149>

- Aycibin, G. (2022). *Kripto Paraların Ekonomik Anlamı ve Uluslararası Makroekonomik Göstergelerle Bitcoin Arasındaki Bağlantı* [Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Aydın, E. (2016). *Uygulamalı Kaos Teorisi: Ekonomide Altın Oranlı Büyüme Modeli* (1. Baskı). Kutup Yıldızı Yayınları.
- Ayral, A. E. (2000). *Kaosla Başetmenin Yolu: Hızlı-Esnek-Entegre-Yaratıcı Organizasyonlar* [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bağcı, H. (2020). Kaos Teorisi Kapsamında COVID-19'un Finansal Piyasalar Üzerindeki Kelebek Etkisinin İncelenmesi. *Turkish Studies*, 15(7), 2795-2810.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.46280>
- Balcıoğlu, B. (2017). *Kaos Teorisini'nin Ölçme ve Metrolojiye Etkileri*. 1(2), 33-40.
- Baysal, M. (2014). *Kaos Teoremi ve Ekonomi: 2008 Kriz Değerlendirmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Bıçıcı, F. (2016). *Kaos Teorisi, Determinizm ve Yeni Bilim Paradigması Sürecinde Sosyal Bilimler ve Turizm Araştırmaları Açısından Önemi*. 1(3), 29-38.
- Blackberry, R. F. (1998). *Application of Chaos Theory to Psychological Models* (1. Baskı). Performance Strategies Publications.
- Boyacı, M. (2021). Fraktal Sanat ve Dile Gelmeyen Sanatçıları. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, 7(1), 298-311. <https://doi.org/10.22252/ijca.901702>
- Bozdağ, C. E. (1998). *Kaos Analizi: Bir Finansal Sektör Uygulaması* [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Brittanica. (2023, Şubat 5). *Brittanica* [Brittanica Web Ansiklopedisi]. Brittanica Encyclopedia.
<https://www.britannica.com/science/chaos-theory>

Buğan, M. F. (2021). Bitcoin ve Altcoin Kripto Para Piyasalarında Finansal Balonlar. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), Article 24.
<https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.880126>

Cramer, F. (1998). *Kaos ve Düzen* (V. Atayman, Çev.; 1. Baskı). Alan Yayıncılık.

Çağlayan, E., & Güriş, S. (2007). *Ekonometrik Terimler Sözlüğü* (1. Baskı). DERİN Yayınları.

Çelikhan, F. F. (2019). *Bitcoin Kullanım Davranışına Yönelik Bir Araştırma* [Yüksek Lisans Tezi]. Hasan Kalyoncu Üniversitesi.

Çinçin, K. (2015). *Zaman, Simetri ve Kaos İlişkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Çizmecioğlu, S. (2024). *Uluslararası ticarette tedarik zincirinde kaos teorisi perspektifinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi: Gıda tedarik zincirine yönelik bir uygulama* [Doktora Tezi]. KTO Karatay Üniversitesi.

Dinler, Z. (2012). *İktisada Giriş* (18. Baskı). Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Dumanlı, A. N. (2022). *Bitcoin'de Meydana Gelen Fiyat Dalgalanmalarının Duygusal Finans Perspektifinden Analizi* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Durmuş, S., & Polat, M. Ş. (2018). Sanal Para Bitcoin. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(18), Article 18.

Eğilmez, M. (2021). *Parayı Kim Yaratıyor?* <https://www.mahfiegilmez.com/2021/06/paray-kim-yaratyor.html>

- Erdaş, M. L., & Göçmen Yağcılar, G. (2022). BITCOIN AS AN INVESTMENT VEHICLE: THE ASYMMETRIC RELATIONSHIPS BETWEEN BITCOIN AND GLOBAL TECHNOLOGY INDEXES. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 9(3), Article 3.
<https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097491>
- Erdoğan, B. (2024). Bitcoin, Petrol ile Borsalar Arasındaki Volatilite Analizi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 14(1), Article 1.
- European Central Bank. (2015). *Virtual currency schemes – a further analysis*.
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf>
- Garayev, B. (2021). *Makroekonomik değişkenler ile kripto paralar arasındaki ilişkinin ekonometrik analizi: Bitcoin uygulaması* [Yüksek Lisans Tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Gediz Oral, B., & Yeşilkaya, Y. (2021). KRİPTO PARA İKİLEMİ: KARAPARA AKLAMA VE BİTCOİN. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39, Article 39.
- Gemici, E., & Polat, M. (2019). BITCOIN FİYATLARINDA EŞİK DEĞER ETKİSİ. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.593500>
- Gleick, J. (2015). *Chaos: Making a new Science*. Open Road Integrated Media.
- Gleick, J. (2020). *Kaos: Kaosun Başucu Kitabı* (İ. Alptekin Demir, Çev.; 4. Basım). Alfa Yayınları.
- Gökmen, A. (2014). KAOS TEORİSİ'NİN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), Article 2.

- Gökmen, Ş. (2012). *Zaman Serilerinde Kaos ve Forex Üzerine Uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gribbin, J. (2005). *Deep Simplicity: Chaos, Complexity and the Emergence of Life*. Penguin Books.
- Güleç, Ö. F., Çevik, E., & Bahadır, N. (2018). BİTCOİN İLE FİNANSAL GÖSTERGELER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), Article 2.
- Gültekin, Y., & Bulut, Y. (2016). Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler Ve Analizi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.30803/adusobed.288167>
- Gürel, G. (2018). Kaos Teorisi ve Eğitime Etkileri. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi*, 3(3), 1-11.
- Gürsakal, N. (2007). *Sosyal Bilimler Karmaşıklık ve Kaos*. Nobel Yayınları.
- Güven, V., & Şahinöz, E. (2022). *Blokzincir-Kripto Paralar-Bitcoin* (9. Baskı). Kronik Kitap.
- Hazır, U. (2021). *Kripto Paraların İstatistiksel Özellikleri ve Çoklu Fraktal Yapısı: Bitcoin, Ethereum ve Altcoinlerin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Hesiodos. (2022). *Theogonia—İşler ve Günler* (11. Baskı). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Işıldak, M. S. (2021). Garch Modellerle Oynaklık Tahmini: Bitcoin Örneği. *Journal of Business and Trade*, 2(2), Article 2.
- İkiz, A. S. (2015). Arap Baharının Kelebek Etkisi: Batı Dünyasında Beklenen Değişmeler. *Sosyal Ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16(35), 54-75.

- İslim, B. (2021). *Bitcoin'in Fiyat Dinamiklerinin Belirleyicileri: Bir Zaman Seri Yaklaşımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Kırklareli Üniversitesi.
- Kalkan, Y. (2022). *Blockchain Analiz Göstergelerini Kullanarak Bitcoin Fiyat Hareketlerini Tahmin Etmek* [Yüksek Lisans Tezi]. Bingöl Üniversitesi.
- Kandemir, T. Y. (2023). *Bitcoin örneğinde kripto para haberlerinin yapısal özellikleri* [Doktora Tezi]. Maltepe Üniversitesi.
- Kapitaniak, T. (2000). *Chaos for Engineers: Theory, Applications, and Control*. Springer.
- Kara, R. (2006). *Nonlinear Dinamik Sistemlerde Kaos, Dallanma ve Fraktaller* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaçay, T. (2004). Determinizm ve Kaos. *Mantık, Matematik ve Felsefe II. Ulusal Sempozyumu*.
https://acikders.tuba.gov.tr/pluginfile.php/338/mod_resource/content/0/odevler/kaos.pdf
- Karaçelik, H. E. (2021). *Örgütlerde Stratejik Yönetim Sürecinin Kaos Teorisi Üzerinden Değerlendirilmesi: Yöneticiler Üzerinden Bir Araştırma* [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kayacan, E. Y., & Anavatan, A. (2018). BİTCOİN GETİRİLERİNİN KAOTİK YAPISININ İNCELENMESİ. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(7), Article 7.
- Kendirli, S. (2006). Portföy Yönetiminde Kaos Teoremi. *Journal of İstanbul Kültür University Science and Engineering*, 4(2), 171-180.
- Kesici, S. (2006). Ekonomi ve Kaos Teorisi. *Journal of İstanbul Kültür University Science and Engineering*, 4(2), 189-193.

- Kılıç, B. (2010). *Kaos Teorisi ve Ekonomiye Uygulanabilirliği Üzerine Bir Yaklaşım* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kılıçaslan, E. (2020). Kaos Teorisinin Kelebek Etkisi İlkesi Bağlamında “Koronavirüs” ve Değişen Dünya Sistemlerinin Siyasal İletişimi. *Turkish Studies*, 15(6), 621-634.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.44186>
- Koçak, K. (1996). *Kaotik davranış kriteri olarak fraktal boyut-değişim ve dinamik sistemlere uygulanması* [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=Mir2lXQK1dkmQ9Ige3PZbj6rRl8AOgggTsZctGNYGQ9jr2SuJoePPCFdHPUeAzj0>
- Köksal, A. S. (2014). *Yeni Bir Kaos Tabanlı Kriptolama Sistemi ve Uygulaması* [Doktora Tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Köse, S. (2021). *Türk Destanlarında Kaos ve Kozmos* (1. Baskı). Gazi Kitabevi.
- Kurt, E., & Kasap, R. (2020). *Karmaşanın Bilimi Kaos* (2. Baskı). Nobel Yayınları.
- Kuzu, S., & Çelik, İ. E. (2020). Bitcoin Alternatif Yatırım Aracı ya da Hedge Enstrümanı Olarak Düşünülebilir mi? *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 603-613. <https://doi.org/10.18506/anemon.662937>
- Lale, A. (2018). *Kaos Teorisi ve Uluslararası İlişkiler: Arap Baharı Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Lewis, A. (2021). *The Basics of Bitcoins and Blockchains: An Introduction to Cryptocurrencies and the Technology that Powers Them*. Mango Publishing.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2(20), 130-141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130:DNF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO;2)

- Mandelbrot, B. (1983). *The Fractal Geometry of Nature* (3. Baskı). W. H. Freeman and Company.
- Mandelbrot, B., & Hudson, R. L. (2004). *The (Mis)behavior of Markets: A Fractal View of Financial Turbulence* (1. Baskı). Basic Books.
<https://books.google.com.tr/books?id=wOI3DgAAQBAJ>
- Manukyan, Ş. (2022). *Global Piyasalar Dünyü Bugünü Yarını* (1. Baskı). Kronik Kitap.
- Murphy, R. P. (2010). *Chaos Theory: Two Essays On Market Anarchy* (2. Baskı). Ludwig von Mises Institute.
- Murphy, R. P. (2020). *Kaos Teorisi: Serbest Piyasa Anarşizmi Üzerine İki Makale* (T. Gülmez, Çev.; 2. Baskı). Liberus Yayınları.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nartgün, Ş., & Çelik Yılmaz, D. (2021). Eğitim Sistemini Etkileyen Değişimlerin Kaos Teorisi Bağlamında İncelenmesi: Yükseköğretim Kurumlarına Giriş Sınavlarındaki Değişikliklerin Yaratdığı Kelebek Etkisi. *MSGSÜ Sosyal Bilimler*, 1(23), 105-126.
- Nişanyan Sözlük. (t.y.). Nişanyan Sözlük. İçinde *Para*. Geliş tarihi 22 Aralık 2024, gönderen
<https://www.nisanyansozluk.com/kelime/para>
- Oestreicher, C. (2007). A History of Chaos Theory. *Dialogues Clin Nerosci*, 9(3), 279-289.
<https://doi.org/10.31887/DCNS.2007.9.3/coestreicher>
- Orhon, O. (2012). *Firma Dinamik Yeteneklerinin Rekabet Gücüne Katkısının Kaos Teorisi Bakış Açısı Altında Analizi* [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Öge, S. (2005). *Düzen mi Düzensizlik mi Örgütsel Varlığın Sürdürülebilirliği Açısından Bir Değerlendirme*. 13, 285-303.
- Özcan, M. (2009). *Sermaye Piyasasında Kaos ve Fraktal Analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı.
- Özgökman, F. (2014). Entropi, Şans ve Tanrı. *Felsefe Dünyası*, 59, 77-112.
- Pirinççi, A. E. (2018). YENİ DÜNYA DÜZENİNDE SANAL PARA BİTCOİN'İN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan Ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 1(1), 45-52.
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). *Order out of Chaos: Man's new dialogue with Nature* (1. Baskı). Bantam Books.
- Ruelle, D. (2006). *Rastlantı ve Kaos* (D. YURTÖREN, Çev.; 20. Baskı). Tübitak Yayınları.
- Samirkas, M. C. (2020). GOOGLE ARAMALARI İLE BITCOIN FİYATI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TESPİTİ. *PressAcademia Procedia*, 11(1), Article 1.
<https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1242>
- Sardar, Z., & Abrams, I. (2020). *Kaos: Kelebek Etkisini ve Evre Uzayını Daha İyi Anlamak İçin Çizgibilim* (A. D. G. Tarcan, Çev.; 1. Baskı). Say Yayınları.
- Saydam, S., & Kalağan, G. (2020). KAMU YÖNETİMİNİN SON PARADİGMASI: KAOS TEORİSİ. *International Journal of Management Economics and Business*, 16(3), 657-674. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.798496>
- Smith, L. A. (2007). *Chaos: A Very Short Introduction* (1. Baskı). Oxford University Press.
- Smith, L. A. (2014). *Kaos* (H. Gür, Çev.; 1. Baskı). Dost Yayınları.

- Sunde, M. L. (2019). *Bitcoin – a Currency or an Asset?* [Yüksek Lisans Tezi]. Norwegian School of Economics.
- Sümer, K. K. (2016). Finansal Piyasalar Kaotik Davranış mı Gösterir? BIST de Kaotik Davranışın İspatı. *Avrasya Bilimler Akademisi İşletme ve İktisat Dergisi*, 6, 1-14.
<https://doi.org/10.17740/eas.econ.2016.V6-01>
- Şengül, Z. (2022). *Makine Öğrenmesi Algoritmalarını Kullanarak Bitcoin Fiyat Tahmini* [Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi.
- Şenses, F. (2017). *İktisada (Farklı Bir) Giriş* (1. Baskı). İletişim Yayınları.
- Tanrıkulu, H. M. (2021). *Bitcoin Fiyat Hareketlerinin Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tahmini* [Yüksek Lisans Tezi]. Bayburt Üniversitesi.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin Portfolio Books.
- Tepper, A., & Przelozny, A. (2015). *The People's Money—Bitcoin*. Asia-Australia Technology.
<https://books.google.com.tr/books?id=UH4MswEACAAJ>
- Tosun, T. (2006). *Türev Araçlar, Kaos Teorisi ve Fraktal Yapıların Vadeli İşlem Zaman Serilerinde Uygulanması* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü.
- Turan, M. M. (2021). *Bitcoin Alternatif Bir Para Birimi Olabilir mi? Ekonomik Bir Değerlendirme* [Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Turgut, E., & Uçan, O. (2021). *Kripto Para ve Blockchain Teknolojisi Ekonometrik Zaman Serileri Analizi* (1. Baskı). Hiper Yayın.

Türk Dil Kurumu Web Sözlüğü. (2024, Ocak 1). *TDK SÖZLÜK* [Sözlük]. TDK Sözlükleri.

<https://sozluk.gov.tr/>

Türkçede Batı Kökenli Kelimeler Sözlüğü Çalışma Grubu (Ed.). (2015). *Türkçede Batı Kökenli Kelimeler Sözlüğü* (I. Baskı). Türk Dil Kurumu Yayınları.

Uçar, S. (2010). *Kaos Teorisinin Felsefi Özellikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı.

Ünal, G., & Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(2), 167-175. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.516990>

Ürkmmez, E. (2019). BRENT HAM PETROL GETİRİLERİNDE KAOTİK DİNAMİKLERİN ARAŞTIRILMASI / Investigation of Chaotic Dynamics In Brent Crude Oil Returns. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.29216/ueip.540147>

Wall Street uyumayacak: New York borsasında seans 22 saate çıkacak! (t.y.). *Ekonomim*. Geliş tarihi 19 Aralık 2024, gönderen <https://www.ekonomim.com/finans/haberler/borsa/wall-street-uyumayacak-new-york-borsasinda-seans-22-saate-cikacak-haberi-775994>

Yağmur, A., & Mangır, F. (2020). BİTCOİN PİYASASINDA RASSAL YÜRÜYÜŞ HİPOTEZİ. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(2), Article 2. <https://doi.org/10.11611/yead.735134>

Yakut, H. F. (2018). KAOS TEORİSİ VE YÖNETİMDE YENİ ARAYIŞLAR. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 161-168. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.434972>

- Yeşilorman, M. (2017). *Kaos Teorisi ve Modern Hukuk Bilimi: Düzen ve Doğrusallık Parametrelerinin Yapı Sökümü Üzerine Bir Deneme*. 7(2), 7-32.
- Yılmaz, B. (2008). *Çelişkiler ve Kaos* [Yüksek Lisans Sanat Eseri Çalışması Raporu]. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, D., & Güler, N. F. (2006). Kaotik Zaman Serisinin Analizi Üzerine Bir Araştırma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(4), 759-779.
- Yıldız, E. (2020). *Afet sürecinin kaos teorisi ile açıklanması: Deprem örneği* [Doktora Tezi]. Gümüşhane Üniversitesi.
- Yurtsever, H. (2014). *Kozmos-Kaos-Kübizm* (1. Baskı). Detay Yayıncılık.
- Yükünç, B. A. (2023). *Kripto Para Sistemi ve Bitcoin'in Makroekonomik Faktörler ile ilişkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.