



## Kripto para birimlerinin ölme riskinin tahmini

Hülya Özuysal<sup>a\*</sup>, Murat Atan<sup>b</sup>, Halil Altay Güvenir<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Doktora Öğrencisi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Yenimahalle,, Ankara, 06500, TÜRKİYE. E-posta: [ozuysalhulya@gmail.com](mailto:ozuysalhulya@gmail.com). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0292-5544>

<sup>b</sup> Prof. Dr., Hacı Bayram Veli Üniversitesi İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Yenimahalle,, Ankara, 06500, TÜRKİYE. E-posta: [murat.atan@hbv.edu.tr](mailto:murat.atan@hbv.edu.tr). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2485-9456>

<sup>c</sup> Prof. Dr., İ. D. Bilkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilkent, Ankara, 06800, TÜRKİYE. E-posta: [guvenir@cs.bilkent.edu.tr](mailto:guvenir@cs.bilkent.edu.tr). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2589-316X>

### MAKALE BİLGİSİ

Geliş tarihi: 09.06.2022  
Kabul tarihi: 12.10.2022  
Çevrimiçi kullanım tarihi: 30.10.2022  
Makale Türü: Araştırma makalesi

### ÖZ

Son yıllarda kripto paraların artan popüleritesi yatırımcıların da dikkatini çekmeyi başarmıştır. Yatırımlarını spekülatif bir yatırım aracı olan kripto paralarla da değerlendirmek isteyen yatırımcılar volatilesi çok yüksek olan bu paralara yatırım yapmaktadır. Ancak son yıllarda sayıları hızla artan binlere ulaşan kripto para birimlerinin birçoğu bir yıllık zaman dilimini bile tamamlayamadan ölmektedir. Bu durum yatırımcıların önemli miktarda para kaybetmesine neden olan ciddi bir toplumsal etki yaratmaktadır. Bu makalede, 2017 ve sonrasında arz edilerek işlem görmeye başlayan ve sonrasında ölü olarak kabul edilen 2.825 kripto para birimi incelenmiştir. Makale, bir kripto para portföyü için piyasa riskini tahmin etmek için kullanılabilir bir dizi model önermektedir. Modeller, kripto paraların yalnızca piyasa kapanış fiyatlarını ve günlük toplam hacimlerini kullanarak ölme riski sıralamasını yapmaya yönelik bir yöntem bilim önerisidir. Bu amaçla ölecek olan kripto paraları tahmin etmek için denetimli bir makine öğrenmesi yöntemi olan basit tekrarlayan sinir ağları kullanılmıştır. Modeller kripto paraların geriye dönük 30 günlük performanslarını kullanarak gelecek 30, 60, 90, 120 ve 150 gün içinde ölme riskini sıralamaktadır. Böylelikle, modeller, genel portföy performansını artıracak ve yüksek riskli kripto para birimlerine yatırım yapmaktan kaçınmak isteyen yatırımcılar için bir tarama aracı olarak hizmet edebilecektir. Makale ayrıca kripto paraların ölme riskinin hesaplanmasında makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı konusunda alan yazına katkıda da bulunmaktadır. Çalışmada basit tekrarlayan sinir ağı modeli ile en iyi performans % 72,24 AUC oranı ile Senaryo 5’de elde edilmiştir. Bu senaryo ile ölen bir kripto paranın ölü olarak tahmin edilme olasılığı % 83,74’dür. Finansal açıdan yaklaşık yüzde seksen dört oranında yatırımın başarısız olma olasılığını azaltabilmek kabul edilebilir bir değer olarak önerilebilir.

### Anahtar Kelimeler:

Kripto para, ölü kripto para, kredi riski, tekrarlayan sinir ağları

\* Sorumlu Yazar

Doi: <https://doi.org/10.30855/gjeb.2022.8.3.011>

## Predicting the risk of death for cryptocurrencies

### ARTICLE INFO

Received: 09.06.2022

Accepted: 12.10.2022

Available online: 30.10.2022

Article type: Research article

### Keywords:

Cryptocurrency, dead cryptocurrency, credit risk, recurrent neural network

### ABSTRACT

The increasing popularity of cryptocurrencies in recent years has managed to attract the attention of investors. Investors, evaluating their investments with cryptocurrencies, which are speculative investment tools, invest in these currencies with very high volatility. However, many of the cryptocurrencies, whose numbers have increased rapidly in recent years and reached thousands, die before completing even a one-year time frame. This creates a serious societal impact that causes investors to lose significant amount of money. This article examined 2.825 cryptocurrencies, which started to be traded in 2017 and later. The article proposes a number of models that can be used to predict market risk for a portfolio of cryptocurrencies. Model is a methodology for ranking the risk of death for cryptocurrencies using only market closing prices and total daily volume. For this purpose, simple recurrent neural networks, a supervised machine learning method, are used to predict the death for cryptocurrencies. Our models rank the risk of dying in the next 30, 60, 90, 120, and 150 days using the retrospective 30-day performance of cryptocurrencies. As such, the models will be able to serve as a screening tool for investors looking to improve overall portfolio performance and avoid investing in high-risk cryptocurrencies. The article also contributes to the literature on the use of machine learning techniques in calculating the risk of death for cryptocurrencies. In the study, the best performance with the simple recurrent neural network model was obtained in Scenario 5 with a rate of 72.24% AUC. With this scenario, the probability of predicting a dead cryptocurrency as dead is 83.74%. From a financial point of view, it can be suggested as an acceptable value to be able to reduce the probability of failure of the investment by about eighty-four percent.

### 1. Giriş

Yıllar içinde meydana gelen teknolojik değişimler, önceki dönemlerde yaygın olarak kullanılan bazı ödeme araçlarının ve para birimlerinin yerini yenilerinin almasına neden olmuştur. Teknolojik değişimler ile birlikte dijital para hayatımıza girmiştir. Dijital para, elektronik ödeme yapmak amacıyla, akıllı kart veya bilgisayar gibi elektronik bir ortama kaydedilen banknot ve madeni paraların elektronik ikamesi olarak tanımlanmaktadır.

Dijital paralar; kripto para birimlerini, stabil kripto paraları ve yerel merkez bankası dijital para birimlerini (Central Bank Digital Currency, CBDC) kapsamaktadır. Dijital para türleri arasında son dönemlerde en çok ilgi çeken ve heyecan verici olanı ise kripto paralar olmuştur. Kripto paranın evrensel bir tanımı olmamakla birlikte, Avrupa Merkez Bankası (European Central Bank, ECB) bir kripto varlığı “dijital biçimde kaydedilen, kriptografi kullanımıyla etkinleştirilen ve üzerinde finansal bir hak veya yükümlülük oluşturmayan ve göstermeyen yeni bir varlık türü” olarak tanımlamıştır (ECB, 2019).

Ancak bu yeni varlık türü olan kripto paralarla ilgili bazı güvenlik sorunları bulunmaktadır. En önemli güvenlik sorunu, elektronik dosyalardan oluşan dijital paraların birkaç tuşa basarak kopyasının alınabilmesinin mümkün olmasıdır. Oysa, para kopyalamanın basit ve maliyetsiz olarak gerçekleştirilmesi arzu edilen bir durum olmadığı gibi ciddi bir güvenlik açığı da oluşturmaktadır. Bir paranın mükerrer harcanabilmesi, uygulanabilir herhangi bir sistemi çökertecek bir hile biçimidir. Örneğin, bu sorun geleneksel (fiziksel) para birimlerinde mevcut değildir, çünkü bir varlığın para karşılığında transferi aslında fiziksel bir değişimle gerçekleştirilmektedir. Dijital paralarda ise temel

soru, parayı alan bir kişinin, kendisine gönderilen paranın aynı anda başka birine gönderilmediğinden ve bu paranın çoğaltılmadığından nasıl emin olabileceğidir? Bu güvenlik endişesi, hükümetlerin geleneksel finansal sistemlerindeki sahte para sorununa benzemektedir. Dijital nakit düzeninde, aynı dijital paranın birden fazla kez harcanabilmesi olasıdır ve bu durum aslında alan yazında “çift harcama sorunu” olarak adlandırılmakta olup önemli bir risk teşkil etmektedir. 2008 yılında Satoshi Nakamoto adıyla bilinen kişi veya grup “Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi” başlıklı dokuz sayfalık bir makale ile dijital para alışverişi için yeni bir mekanizma sunmuş ve bu mekanizma çift harcama sorununu ortadan kaldırmıştır (Nakamoto, 2008). Bu makale ile aynı zamanda ilk kripto para birimi olan Bitcoin’i tüm dünyaya tanıtmıştır. Makale, para arzı ve güvenlik uygulaması için merkezi bir otoritenin, örneğin bir merkez bankasının gereksinimini ortadan kaldıran bir kripto para birimi fikrini ortaya atmıştır. Sistem kuralları merkezi bir otorite yerine sistemin kendi içinde kodlanmıştır. Tanıtılan Bitcoin protokolü tüm dünyada ilgi çekmiş ve kripto para piyasasının temellerini atmıştır. Bitcoin’in başarısı, “Alternative coin” ya da kısaca “AltCoin” olarak adlandırılan yeni alternatif kripto para birimlerinin yaratılmasını da ateşlemiştir. Zaman içinde, Bitcoin’in değer artışıyla birlikte medyanın ilgisini çeken kripto paralar, yatırımcılardan, girişimcilerden, düzenleyicilerden ve halktan önemli düzeyde ilgi görmeye başlamıştır (Fantazzini ve Zimin, 2019; Frisby, 2014; Paul ve Michael, 2018). Bu dijital varlıklar, işlemi güvence altına almak için kriptografi kullanan ve takas aracı olarak çalışması amaçlanan varlıklardır.

Kripto paralar, anonimlik, şeffaflık ve değişmezlik elde etmek için Blok Zinciri (Blockchain) teknolojisinden yararlanmaktadır. Blok zinciri, kripto para birimini yöneten bir platform olup ağ üzerinde dağıtılmış bir defter görevi gören bir teknolojidir. Bu teknoloji, bir işlem aracı yaratarak değer ve bilgi transferini sağlar. Kripto paralar, bu ağlarda değer göndermek ve bu işlemler için ödeme yapmak için kullanılır. Kripto paraya sahip olmak için ya madencilik<sup>1</sup> yapılmalı ya da daha kolay bir şekilde reel (itibari) para birimleri (Türk Lirası, Dolar, Euro vb.) ile satın alınmalıdır. Reel para birimleri ile kripto para satın alınabilen veya satın alınan bir kripto para biriminin, başka bir kripto para birimi ile takas edilebildiği sitelere ise Kripto Para Borsaları adı verilmektedir. Kısaca alıcı ve satıcıların ticaret yapabildiği kripto para borsaları, sunduğu hizmetler karşılığında bir komisyon ücreti olarak alıcıları otomatik olarak o anda en düşük fiyatı sunan satıcı(lar) ile eşleştiren bir piyasa yapıcı görevi görmektedir.

01 Mayıs 2022 tarihi itibarıyla on dokuz binden fazla kripto para birimi bulunmakta olup bu paraların toplam pazar hacmi 1,7 milyar ABD doları değerindedir<sup>2</sup>. Kripto para piyasasına her geçen gün yeni para birimleri eklenmesine rağmen bunların hiçbiri Bitcoin’in piyasadaki baskın rolünü henüz tehlikeye atamamıştır. Ancak, 2015 yılında Bitcoin’in pazar payı % 98,4 iken yeni kripto paraların ortaya çıkmasıyla 2022 yılı Mayıs ayı itibarıyla bu oran % 42.2’ye kadar gerilemiştir<sup>3</sup>.

Son dönemlerde, kripto para birimlerine olan ilginin artmasıyla birlikte piyasa büyüklüğü ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bununla birlikte bu para birimlerinin fiyatlarındaki ciddi dalgalanmalar, kripto para piyasasının temel değeri olmayan bir balon olduğu konusundaki tartışmaları da tetiklemiştir. Ayrıca bu paraların yasal denetimlerden kaçınma amacıyla kötü niyetli olarak kullanılması da endişelere yol açmıştır. Bu endişeler, artan düzenlemeleri ve hatta tamamen yasaklama konularını gündeme taşımıştır. Diğer taraftan ise ilk para arzı tekliflerinin (ICO)<sup>4</sup> ortaya çıkmasıyla genişleyen kullanım alanları ve ayrıca merkez bankalarının<sup>5</sup> Blockchain teknolojisi kullanan dijital para birimleri

<sup>1</sup> Kripto para madenciliği, özel donanımlar ve yazılımlarla çalışan bilgisayarların çok zor matematik sorunlarını çözerek kripto para transfer işlemini onaylaması ve bunun neticesinde yeni kripto para birimleri ile ödüllendirilmesi işlemidir.

<sup>2</sup> url: [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com)

<sup>3</sup> url: <https://tradingview.com/>

<sup>4</sup> ICO, Initial Coin Offering’in kısaltmasıdır. ICO, blok zinciri aracılığıyla yapılan bir kitle fonlamasıdır ve bir topluluğun yeni bir kripto para projesi için para topladığı bir olayı tanımlar. Alınan token’lar sunulan ürün veya hizmetle ilgili bazı faydalara sahip olabilir veya yalnızca projedeki bir hisseyi temsil edebilir. Topluluk topladığı para ile yeni bir projeye başlayabilir veya projesini geliştirebilir. Finans dünyasındaki halka arzın çok fazla düzenleme ve süreç içermeyen kripto para versiyonu gibidir.

<sup>5</sup> Bahamalar’da Sand Dollar (yerel Merkez Bankası Dijital Para Birimi) Ekim 2020 itibarıyla dolaşıma girmiştir. Nijerya’da Ekim 2021’de eNaira yerel Merkez Bankası dijital para birimi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Doğu Karayipler Merkez Bankası ise, "DCash" in, bazı ülkelerde benzer mevcut sistemlere sahip olsa da dünyanın herhangi bir para birimi tarafından ilk blok zinciri tabanlı para birimi olduğunu söylemiştir. Bazı ülkelerin merkez bankaları ise yerel merkez bankası dijital para birimlerini test eden pilot projeleri uygulamaya geçirmiştir. Bu ülkeler; İsveç, Çin, Jamaika ve Ukrayna’dır. Yerel merkez

çıkarmaya başlamaları tartışmaların boyutunu değiştirmiş ve kripto para birimlerinin emtia, para veya başka bir şey olarak sınıflandırılması konusunu gündeme taşımıştır. Yoğunlaşan tartışmaların akademik camianın da dikkatini ve ilgisini çekmesi ile bu alanda farklı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Bir finansal yatırımcının finansal bir portföy yatırımı oluşturma kararı almadan önce kaynak sağlamak amacıyla tasarruflarını oluşturmaları gereklidir. Keynes (1936) oluşan bu geçici para istemini finans güdüsü ile para istemi diye tanımlamıştır (Keynes, 1936). Yatırımcının finans güdüsü ile oluşturduğu para istemi ekonomide dalgalanmaya sebep olabilir. Yatırımcının bu güdüsü yatırımına bağlı olarak büyük ölçekte kar veya zarar etmesine neden olabilir. Finansal piyasalarda istikrarın bozulması ilgili alandaki tüm kesimleri etkileyen bir unsurdur. Yatırımcıların finans güdüsü ile daha fazla kazanç elde etme isteği ile para isteminde bulunması ticari ödemelerinde isteksizlik oluşturup piyasa istikrarını olumsuz etkileme riski doğurmaktadır. Bu çalışma finans güdüsü ile spekülative para kazanmak isteyen yatırımcının kripto para piyasasında karşılaşabileceği olumsuzlukları önceden öngörebilmesini sağlayabilmesi böylece piyasada oluşabilecek olumsuzluklara engel olunabilmesini sağlayabilmesi açısından ekonomik istikrara katkı sağlayabilecektir.

## 2. Alan yazın

Özellikle 2008 yılında yaşanan küresel finansal krizin merkez bankaları ve finans kurumlarına duyulan güveni azaltması, yatırımcıların yatırımlarını değerlendirmek adına farklı yatırım araçları aramaya başlamasına neden olmuştur. Bu finansal çöküş sonrası finans sisteminde yaşanan değişimler ile birlikte güçlü rezerv para birimlerine alternatif arayışları yatırımcıların kripto para piyasasına olan ilgisini arttırmıştır. Bu ilgi akademik alana da kaymış, nispeten yeni ve bakir bir alan olması sebebiyle de farklı birçok araştırmaya da geniş bir alan sağlamıştır. Dolayısı ile, 2008 sonrası finans sistemindeki değişimlere odaklanan çalışmalar kripto para piyasasını da kapsamıştır.

Önceleri yasal konular ve bilgisayar bilimi alanlarına odaklanan çalışmaları zamanla bu alanları tamamlayan ekonomi ve finans çalışmaları takip etmiştir (Burniske ve White, 2017; Dowd, 2014; Foley, Karlsen, ve Putniş, 2019; Fry ve Cheah, 2016; Grobys ve Sapkota, 2019; Hileman ve Rauchs, 2017; Kethineni ve Cao, 2020; Maume, 2020). Ancak, şimdiye kadar bu piyasadaki para birimleri üzerine yapılan araştırmaların çoğu, ağırlıklı olarak Bitcoin'le sınırlı kalmıştır. Nitekim, Murali (2013) yaptığı çalışmada, insanların itibari para birimine olan güveninin kaybolmasıyla ortaya çıkan Bitcoin'in yeni nesil bir para birimi olduğunu belirtmiştir (Murali, 2013). Bitcoin fiyatındaki ciddi artış ise, "Bitcoin'in değerini ne belirler?", "Spekülative bir balon mu?", "Gelecekteki bir para birimi midir?", "Uzun vadeli bir vaat midir?", "Güvenli bir liman mı? gibi soruların sıklıkla sorulması ve tartışılmasını da beraberinde getirmiştir. Bu konularda yoğunlaşan çalışmalar Bitcoin'in gelecekteki bir para birimi veya uzun vadeli bir yatırımdan ziyade spekülative bir balon olması ihtimalini de desteklemiştir (Burniske ve White, 2017; Dowd, 2014; Fry ve Cheah, 2016; Grobys ve Sapkota, 2019; Posner, 2014; Yermack, 2013). Örneğin, Glaser ve arkadaşları (2014), bir kripto para birimi satın almanın ana nedeninin, en azından Bitcoin için, spekülative yatırım olduğuna dair kanıt sağlamıştır (Glaser, Zimmermann, Haferkorn, Weber, ve Siering, 2014). Jamal (2015) ise makalesinde Bitcoin'in spekülative bir araç olduğu ve uzun vadede güvenli bir yatırım aracı olmaktan uzak olduğunu vurgulamıştır (Bouoiyour ve Selmi, 2015). Kristoufek (2015) altının güvenli bir yatırım aracı olmasından yola çıkarak Bitcoin fiyatlarının altın fiyatları ile bağlantılı olmasının Bitcoin'i de güvenli bir liman yapacağı hipotezini kurmuştur (Kristoufek, 2015). Ancak yapılan çalışmada Bitcoin ile altın arasında bulunan tek bağlantının 2012 yılının başında meydana gelen Kıbrıs Rum Kesimi ekonomik ve mali krizi zamanında olduğu görülmüştür. Onun dışındaki zaman dilimlerinde aradaki korelasyonlar anlamlı ve güvenilir bulunmamıştır. Sonuçta Bitcoin'in güvenli bir liman olmadığı sonucuna varılmıştır. Herpel (2011), dijital para biriminin, özel taraflar tarafından oluşturulduğu ve yalnızca internet üzerinden dolaşıma girdiği için devlet tarafından verilen para biriminden farklı olduğunu savunmuştur (Herpel, 2010).

---

bankası dijital para birimlerini çıkarmaya yönelik planlama yapan ülkeler ise; Hindistan, Euro Bölgesi (Avrupa Merkez Bankası), Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'dir.

Bitcoin üzerine yoğunlaşan çalışmalar zaman içinde kripto para piyasasının büyümesi ve bu piyasadaki para birimlerinin sayısının artmasıyla farklı para birimlerine kaymıştır. Piyasanın büyümesiyle ortaya çıkan kripto para birimlerinin kısa sürede ciddi değer kazandırmaları yatırımcıların iştahını daha da kabartmıştır. Bu para birimlerine ilginin temelini spekülasyon yatırım aracı olarak görülmeleri oluşturmaktaysa da zamanla ödeme aracı ve finansal varlık fonksiyonları da önem kazanmaya başlamıştır. Bu durum Bitcoin ile ilgili sorulan soruların daha geniş bir alana yayılmasına yol açmıştır. Nitekim, Hileman ve Rauchs (2017) çalışmasında, kripto para birimlerinin en yaygın kullanım durumunun spekülasyon yatırımlar olduğundan söz etmiştir (Hileman ve Rauchs, 2017). Ancak değişim aracı olma, parasal olmayan ödeme yolu gibi diğer kullanım durumlarını da kabul etmiştir.

Diğer taraftan, yatırımcıların geleneksel yatırım araçlarına alternatif olarak tercih etmeye başladıkları kripto para birimleri doğaları gereği daha fazla ve farklı riskler de içerdiği kabul edilmektedir. Örneğin; bu para birimleri düzenlemelerden veya kamu gözetiminden yoksun olduklarından kredi, likidite ve operasyonel risklerin yanı sıra elektronik saldırıya uğrama (heklenme) riski barındırmaktadırlar. Bu durum beraberinde siber güvenlik endişelerini getirmektedir. Rauchs ve Hileman (2017) kripto para borsalarının heklenme olasılığının % 74 -79 arasında olduğunu raporlamıştır (Hileman ve Rauchs, 2017). Örneğin, 19 Haziran 2011'de bir bilgisayar korsanı, bir kullanıcı hesabını ele geçirmiş ve bir Bitcoin'in değerinin sadece birkaç saat içinde 17,50 dolardan 0,01 dolara düşmesine neden olmuştur<sup>6</sup>. Bu ve bunun gibi sebepler bu piyasalardaki çeşitli para birimlerinin pazar payı ve piyasa değerlerini ciddi oranda etkilemektedir. Bunun sonucunda fiyatlar çığınca dalgalanabilmekte ve son derece oynak (volatil) olabilmektedir (Fry ve Cheah, 2016; White, 2015). Örneğin, 26 Haziran 2019'da Bitcoin fiyatı, Coinbase<sup>7</sup> dijital borsasındaki çökmeler ve kesintiler nedeniyle birkaç dakika içinde değerinin % 10'undan fazlasını kaybetmiştir<sup>8</sup>. Diğer bir örnek ise, piyasa değeri ilk on içinde yer alan ve sabit paraları (stable coin) kullanan blok zinciri protokolü Terra'nın yerel para birimi olan Luna (Terra)'nın 11 Mayıs 2022 tarihinde ölüm sarmalına girerek değerinin %99'unu kaybetmesidir<sup>9</sup>. Tüm bunların yanında, kripto para birimlerinin sağladığı anonimlik ve piyasalarının kontrol edilemiyor olması onları; kara para aklama, uyuşturucu ticareti, kaçakçılık ve yasadışı faaliyetlerde kullanılan araçlara da dönüştürebilmektedir. Kethineni ve Cao (2019) yaptıkları çalışmada mahremiyet ve anonimlik özellikleri sayesinde birçok uyuşturucu satıcısı ve gaspçı için tercih edilen para birimleri haline geldiğini savunmuştur (Kethineni ve Cao, 2020). Bu riskler aslında, kripto paralara ilişkin temel bir yasal çerçevenin olmamasıyla da ilişkilidir. Bu piyasa dünyanın en büyük düzenlemeye tabii olmayan piyasalarından biridir. Foley ve arkadaşlarının (2019) çalışmalarında ABD ve Avrupa yasa dışı uyuşturucu pazarlarının yılda yaklaşık 76 milyar dolarlık yasa dışı faaliyetleri Bitcoin ile gerçekleştirdiği tahmin edilmektedir. Bu Bitcoin işlemlerinin % 46'sını oluşturmaktadır. (Foley et al., 2019). Kriptoların risklerine dikkat çekmek isteyen, İngiltere Merkez Bankası'ndan Mark Carney gibi merkez bankası başkanları, kripto para birimleriyle ilgili endişelerini kamuoyuna dile getirmişlerdir<sup>10</sup>. Sonuçta, son dönemlerde Hükümetler de kontrol ve denetim sağlamak için adımlar atmaya başlamışlar ve son yıllarda bazı uygulama ve yaptırımları hayata geçirmişlerdir. Örneğin; Çin hükümeti, Eylül 2017'de kripto para alım satımını yasaklamış ve ilk madeni para tekliflerini (ICO'ları) yasa dışı hale getirmiştir.

Suçla mücadelenin yanında hükümetlerin üzerinde çalıştığı bir diğer unsur da vergilendirmedir. Kripto paraların yaygın kullanımına rağmen vergilendirme konusunda uluslararası düzeyde ortak bir karar bulunmamaktadır. Bu konuyla ilgili ülkelerin bakış açıları farklıdır. Her geçen gün daha fazla kullanılan kripto paralara karşı ülkeler çekimser olmalarına rağmen, ticari işlemler için kripto para kullanımını yasaklamayı tercih etmemektedirler. Ancak, kripto paranın para birimi, menkul kıymet veya emtia olarak değerlendirilmesi vergileme konusu üzerinde önem arz etmektedir.

Kripto paralarla ilgili diğer bir risk de teknolojik gelişmelerdir. Bu para birimlerinin temel teknolojisinde önemli bir değişiklik olmamasına rağmen her para biriminin farklı özellikleri fiyatını,

<sup>6</sup> <https://blog.bitmex.com/the-june-2011-bitcoin-flash-crash/>

<sup>7</sup> ABD merkezli hizmet veren bir kripto para borsasıdır. url: <https://www.coinbase.com/>

<sup>8</sup> url: [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com)

<sup>9</sup> url: [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com)

<sup>10</sup> [Bank of England Governor Mark Carney Questions Bitcoin's Role \(businessinsider.com\)](https://www.businessinsider.com/bank-of-england-governor-mark-carney-questions-bitcoin-s-role)

istikrarını, diğer para birimleri ile arasındaki ilişkileri ve en önemlisi sürdürülebilirliklerini etkilemektedir. Teknolojik gelişmelerin hızının da öngörülemeyen oluşu halihazırda işlem gören para birimlerinin daha yeni ve üstün teknolojili para birimleri ile yer değiştirebileceğinin olası olması uzun dönemli yatırımları riskli hale getirmektedir.

Tüm bu riskler ve ortaya çıkan birçok farklı yeni kripto para birimi ile Bitcoin'in fiyatında ve pazar payında yaşanan ciddi dalgalanmalar, finansal alanda endişelere neden olmaya başlamıştır (Dowd, 2014). Fiyatların son derece oynak olabilmesine, hacklenme veya ortaya çıkan bir dolandırıcılık durumları karşısında ciddi şekilde düşmesi de eklendiğinde yatırımcılar yatırımlarını kaybetme riskiyle karşı karşıya kalabilmektedirler. Ancak, tüm bu risk faktörlerine rağmen kripto para birimleri için risk yönetimi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların sayısının çok sınırlı olduğu görülmektedir. Nitekim Grobys ve Sapkota (2019) çalışmalarında Aralık 2014'ten önce işlem görmeye başlayan kripto para birimlerinin % 59'unun 2018'in sonunda öldüğünden söz etmiştir (Grobys ve Sapkota, 2019). Fantazzini ve Zimin (2020) yazdıkları makalede kripto para yatırım riskini tartışmışlar ve akademik alan yazında ilk defa kripto paralar için "kredi riski" tanımını yapmışlardır. Yazarlar çalışmada, geleneksel risk analizini kripto para birimlerine genişletmişlerdir. Piyasa riski, finans piyasasındaki benzer şekilde, kripto para birimlerinin hareketleri ve diğer varlıkların fiyatlarındaki hareketler ile ilişkilendirirken, kredi riski ise, kullanıcılar arasında güvenilirliğini kaybetme ve dolayısıyla değersiz veya "ölü" olma olasılığı olarak tanımlanmıştır. Yazarlar, özellikle, kripto para birimlerinin piyasa riskinin Bitcoin tarafından yönlendirildiğini ve pazarda bir dereceye kadar homojenlik olduğunu öne sürmektedirler. Ayrıca çalışmada, kripto para kredi riski ile diğer varlıklar için kullanılan geleneksel kredi riski arasında bir benzerlik olduğu da gösterilmiştir (Fantazzini ve Zimin, 2019).

Tüm bu sebepler nedeniyle her geçen gün sayısı artan yeni kripto paraların sürdürülebilirlikleri konusundaki endişeler de günden güne artmaktadır. Aynı zamanda farklı paralar arasındaki rekabet ve teknolojik gelişmeler de düşünüldüğünde konu hem daha karmaşık hem de daha riskli hale gelmektedir. Bu durumda zaten spekülasyon doğaları gereği risk teşkil eden kripto paralar, piyasaya kötü niyetli veya iyi kurgulanmamış projelerin de eklenmesiyle sürdürülebilirlik konusunda ciddi tehlike altına girmektedir.

Sonuç olarak, yaklaşık % 40 pay ile piyasayı domine eden kripto para birimi Bitcoin'in bile barındırdığı riskler nedeni ile sürdürülebilirliğinin tartışıldığı bir ortamda piyasaya sürülen çok sayıda farklı kripto paranın büyük çoğunluğunun öldüğü/öleceği ve yatırımcıların ciddi riskler ile karşı karşıya olduğu değerlendirilmektedir. Fry ve Cheah (2016) çalışmasında ekonomik açıdan bakıldığında kripto para piyasasına yatırılan paranın ciddi boyutlara ulaştığının altını çizmektedir (Fry ve Cheah, 2016). Kripto para piyasasına aktarılan para miktarının önemli boyutlara ulaşmasına bağlı olarak olası temerrütlerden kaynaklanan kayıpların toplumsal etkisinin çok büyük olabileceğini vurgulamaktadır. Bu durum dikkate alındığında geniş bir kripto para birimi seçeneğine sahip olan yatırımcıların risk değerlendirmesinde kaynak olarak kullanabilecekleri bir modele sahip olmalarının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak, alan yazında bir yatırım alternatifi olan bu paraların, ölme riskini araştıran makaleler sınırlı sayıdadır. Bu makalenin dijital finans alanındaki bu eksikliğe dikkat çekeceği ve bu alana farklı bir bakış açısı katarak çalışmaların artmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, çalışmamız tüm ulaşılabilen ölen kripto para birimlerini kapsamı açısından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Diğer taraftan analizlerde kullanılan zaman aralığı da daha günceldir. Makale aynı zamanda bu alanda makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılması açısından da bir ilk olacaktır.

### 3. Kripto paralar ve ölü kripto para kavramı

Kripto para birimleri her ne kadar mal ve hizmet alışverişi için oluşturulmuş olsa da, Coinbase ve ARK Invest<sup>11</sup> tarafından hazırlanan bir rapor, kullanıcıların çoğunluğunun bu para birimlerini ve özellikle Bitcoin'i kesinlikle bir yatırım olarak gördüğünü tahmin etmektedir (Burniske ve White, 2017). Kar etmek isteyen yatırımcılar için bu para birimleri yeni ve çekici bir spekülasyon varlık türü olmuştur. Yermack (2013) Bitcoin'in davranışının bir para biriminden çok spekülasyon bir yatırım

<sup>11</sup> Newyork merkezli bir fon yönetim şirkettir. url: <https://ark-invest.com/>

aracına benzediğini savunmaktadır (Yermack, 2013). Yazar makalesinde, Bitcoin işlemlerinin çoğunun spekülatif yatırımcılar arasındaki transferleri içerdiğinden ve işlemlerin sadece küçük bir kısmının mal ve hizmet alımını kapsadığından bahsetmektedir. Önde gelen dijital cüzdan hizmeti Coinbase'in kurucu ortağı Fred Ersham ise, Mart 2014'te yaptığı bir röportajda, sitesindeki faaliyetlerin % 80'inin spekülasyonla ilgili olduğunu tahmin etmiştir (Posner, 2014). Yani, yatırımcılar kripto para ticaretini, kâr elde etmek amacıyla borsalarda alım satım yaparak gerçekleştirmektedir (Fang, Ventre, Basios, Kanthan, Martinez-Rego, Wu, ve Li, 2022).

Coinbase Global, platformunda alınıp satılabilen kripto para birimleri arasından açıkladığı yirmi bir tanesinin elde tutma süresinin (2 Aralık 2021 itibarıyla) 4 ila 93 gün arasında değiştiğinden bahsetmiştir (Williams, 2021). Diğer bir spekülatif yatırım aracı olan hisse senetlerinin Reuters tarafından açıklanan 5,5 aylık ortalama elde tutma süresine göre oldukça kısa olduğu görülmektedir<sup>12</sup>. Bu açıdan bakıldığında, yatırımcıların, kripto dünyasının doğasında var olan volatiliteden yararlanarak satın aldıkları paraları ellerinde uzun süre tutmak yerine daha sık alım satım yaparak kârlarını maksimize etmeye çalıştığı ve bu nedenle elde tutma sürelerinin kısa olduğu söylenebilmektedir.

Ayrıca, yatırımcıların kripto paralara talebi dolandırıcılık, heklenme, borsalarda işlem görmeme/çıkarılma veya diğer gizli problemler nedeniyle de etkilenmektedir. Talebin düşmesi paraların fiyatının önemli ölçüde düşmesine hatta talep olmaz ise alım satımın durmasına sebep olabilir. İşte o zaman bir kripto paranın öldüğünden bahsedilebilir. Nitekim, kripto piyasası, heyecanla piyasaya sürülen ancak talep görmeyen “ölü kripto paralar”ın külleriyle doludur. “Ölü kripto para” birçok web sitesinde<sup>13</sup>, çeşitli nedenler ile terkedilmiş veya dolandırıcılık olduğu ortaya çıkan, düşük likidite düzeyine veya yetersiz finansmana sahip projelerle ilişkili dijital varlıklar olarak tanımlanmıştır. Ancak ne profesyonel alan yazında ne de akademik alan yazında “ölü” kripto paranın açık bir tanımı bulunmamaktadır. Aslında, bir kripto para biriminin borcu olamayacağından iflas etmesi (ölmesi) mümkün değildir. Yani, kripto paralar ölü olarak kabul edildiğinde bile ihmal edilebilir bile olsa günlük işlem hacimlerine sahip olabildiği gibi yeni bir kodla veya sadece hataların düzeltildiği basit kod güncellemeleri ile yeniden canlanabileceği unutulmamalıdır (Sid, 2018).

Alan yazında, bir kripto paranın fiyatının önemli ölçüde düşmesi veya alım satımının durması riski Fantazzi ve Zimin (2019) tarafından kredi riski olarak tanımlanmıştır (Fantazzini ve Zimin, 2019). Kripto para birimleri için kredi riskini, terk edilen ve ölü olarak kabul edilen, ancak potansiyel olarak yeniden canlandırılabilir bir para biriminin değerindeki kazanç ve kayıplar olarak tanımlamışlardır. Kredi riskinin belirlenmesi, yatırımcılar açısından ciddi bir önem arz etmektedir. Hiçbir yatırımcı yatırımını kaybetmek istemeyecektir. İşte bu nedenle bir kripto para biriminin yakın gelecekte ölme riskinin tahmini önem arz etmektedir.

## 4. Yöntem

### 4.1. Veri seti ve tanımlayıcı istatistikler

Bu çalışmada kripto para piyasasındaki dinamikleri incelemek için kripto para birimlerine ait veriler farklı kripto para borsalarından bilgi toplayan ve ücretli/ücretsiz uygulama programlama ara yüzlerine (API) erişim sağlayan bir platform olan Nomics<sup>14</sup>'ten toplanmıştır. Ölü kripto para birimi tanımı birçok sitede farklı olmakla birlikte bu çalışmada verileri kullanılan Nomics tarafından, en son etkinliğinin (alım satım) üzerinden 365 gün geçen para ölü olarak kabul edilir.<sup>15</sup> Bu çalışmada da Nomics tarafından yapılan ölü para tanımı esas alınmıştır. Bu web sitesinde listelenen para birimleri hali hazırda borsalarda alınıp satıldığından, yayınlanan veriler duyurulmuş ancak henüz işlem görmemiş para birimlerini içermemektedir. API ile ulaşılan veriler tüm kripto para birimlerine ait günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük fiyat, işlem hacmi gibi bilgileri listelemektedir. Bu şeffaf ve elde edilmesi kolay kriterler, web sitesinin kripto para ticareti bilgilerinin halka açık depo olmasını sağlamaktadır. Çalışmada, 15.04.2022 tarihi itibarıyla Nomics tarafından “ölü” olarak etiketlenen 2.864 kripto para biriminin yaşadığı gün sayısı, kapanış fiyatı ve 24 saatlik hacim bilgisi

<sup>12</sup> Buy, sell, repeat! No room for 'hold' in whipsawing markets | Reuters

<sup>13</sup> Coinopsy (www.coinopsy.com), Deadcoins (www.deadcoin.info), coinmarketcap (www.coinmarketcap.com) ve Nomics (www.nomics.com) gibi web siteleri, ölen kripto projeleri ile ilgili bilgi vermektedir.

<sup>14</sup> www.nomics.com

<sup>15</sup> www.nomics.com web sitesi tarafından “ölü kripto para” etiketlemeleri için kullanılan tanım kullanılmıştır.

verileri kullanılmıştır. Verilerin düzenlenmesi, işlenmesi ve analizi Jupyter Notebook kullanılarak Python 3.10 ile yapılmıştır. Bu değişkenlerin seçilmesinin nedeni ücretsiz olarak herkesin rahatlıkla ulaşabilecek olmasıdır. Kullanılan ve web sitesi tarafından listelenen kripto para birimlerinin parasal değerleri ise dolar (USD) cinsinden verilmiştir.

Tablo 1

*Kısaltmalar, anlam ve aralık içeren veri özellikleri*

Özellik	Açıklama	Birim
<b>Kripto para birimi</b>	Nomics.com tarafından kripto para birimlerine benzersiz kimlik atanır	Id
<b>Ömür</b>	Kripto para biriminin alım-satım işlemlerinin yapıldığı gün sayısı	Gün
<b>Fiyat</b>	Kripto para biriminin işlem gördüğü borsalar genelinde ağırlıklandırılmış ortalama kapanış fiyatı	USD
<b>Hacim</b>	Kripto para biriminin son 24 saatte işlem gördüğü borsalarda gerçekleşen tüm al-sat işlemlerinin toplamı	USD

Nomics web sitesinden derlenen veriler ile oluşturulan Tablo 1 ve Tablo 2’de farklı yıllara ait arz edilen ve ölen kripto para birimlerine ilişkin demografik bir bakış açısı yer almaktadır. Bu verilerin içinde ölü olarak etiketlenen toplam 2.864 adet kripto para biriminin ortalama yaşam süresi ve medyanı sırasıyla 324 ve 243 gün olarak bulunmuştur. Bu açıdan bakıldığında ölen kripto paraların yarısından fazlası bir yıllık yaşam süresini tamamlayamamaktadır.

Tablo 2

*Kripto para birimlerinin demografik yapısı (Token’lar dahil)*

Yıl	2015 ve öncesi	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Arz edilen kripto para birimleri	75	31	231	467	1.434	1.715	7.771
Ölen kripto para birimleri	0	0	4	136	767	1.501	456
Toplam kripto para birimi sayısı	75	106	333	664	1.331	1.545	8.860

**Not:** Bu tablo, Nomics tarafından aktif ve ölü olarak etiketlenen kripto para birimleri ile hazırlanmıştır.

Nomics web sitesinden API kullanılarak çekilen verilerden derlenmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde yıllar itibarıyla kripto para birimleri sayılarındaki artışın dikkat çekici olduğu görülmektedir. Kripto para birimlerindeki artış ile beraber ölen para birimi sayısının da arttığı görülmektedir. Nitekim, önde gelen dijital varlık yatırım firması olan Bitwise’in küresel araştırma başkanı Matt Hougan Bloomberg’e yaptığı açıklamada kripto para projelerinin %95’inin işe yaramaz olduğu ve yakın gelecekte öleceklerini savunmuştur<sup>16</sup>. Aynı şekilde, Terraforms Labs CEO’su Do Kwon da Alex Botez ile röportajında kripto paraların %95’inin öleceğinden bahsetmiştir.<sup>17</sup>

Makalede, 2017 yılı ve sonrasında arz edilen 2.825 adet ölü kripto para birimi ile çalışılmıştır. Tablo 3’de bu para birimlerine ait yaşam döngüsü yer almaktadır.

<sup>16</sup> Bitwise Exec: 95% of Cryptocurrencies Will die a Painful Death (financemagnates.com)

<sup>17</sup> Terra Do Kwon Stated 8 Days Ago: "95% [Coins] Are Going to Die, But There's Also Entertainment in Watching Companies Die Too" - CoinCu News (https://news.coincu.com/)



Tablo 3

Kripto para birimlerinin ömrü (Token'lar dahil)

	Yıl	2017	2018	2019	2020	2021	Toplam
		<b>Ölen kripto para sayısı</b>					
<b>Arz edilen</b>	<b>2017</b>	4	50	20	26	1	101
	<b>2018</b>		71	130	192	32	425
	<b>2019</b>			607	817	203	1.627
	<b>2020</b>				452	179	631
	<b>2021</b>					41	41
Toplam ölen kripto para birimi		4	121	757	1.487	456	2.825

**Not:** Bu tablo, çalışmada kullanılan arz yılı 2017 ve sonrası olan kripto para birimlerinin arz yılı/ölüm yılı dağılımını göstermektedir. Nomics web sitesinden API kullanılarak çekilen verilerden derlenmiştir. Farklı konsensüs mekanizmalarını kullanan tüm kripto para birimlerini ve “token”ları içermektedir.

#### 4.2. Yöntem Bilim

Bir yatırımcı için parasını değerlendireceği sonlu sayıdaki yatırım seçeneklerinin birbirlerine göre risklerini sıralayabilecek araçlara sahip olması önemlidir. Bu durumda riskten kaçınan bir yatırımcı gelecekteki belirsiz yüksek getiri yerine önceden belirlediği seçenekler arasında daha az riskli olanları tercih etme eğiliminde iken riski seven bir yatırımcı yüksek kazanç olasılığına karşı riski satın alabilmektedir. Ancak, yatırım aracı seçeneğinin kripto paralar olması durumunda, her geçen gün artan yeni kripto para seçenekleri risk ve getiri hesaplamalarında yatırımcıların rasyonel davranmalarını zorlaştırmaktadır. Bu piyasada çok fazla para biriminin olduğu ve bunların önemli bir bölümünün kısa süre içinde öldüğü düşünüldüğünde yatırım yapılması düşünülen para birimlerinin ölme risklerine göre sıralanması karar verme sürecinde yatırımcılara faydalı olarak, karar destek mekanizması olarak hareket edecektir. Bu durumda yatırımcının, ölme riski en az olan tarafa yatırım yapması güvenli olacaktır ve yatırımcı tercihi buna göre yapabilecektir.

Bu durumda bir kripto para yatırımcısı için problem şöyle tanımlanabilir: Yatırımcının önceden belirlediği veya portföyüne aldığı kripto para birimleri yakın gelecekte ölecek yatırımcıya para kaybettirebilir. Bu durumda kripto para birimlerinin yakın geçmişteki performansları değerlendirilerek yakın gelecekte ölme risklerine göre sıralanmasının yapılabilmesi önemlidir.

Bu nedenle çalışmada genel araştırma sorusu “Seçilmiş kripto para birimlerinin yakın geçmiş kapanış fiyat ve günlük hacim bilgileri kullanılarak Basit Tekrarlayan Sinir Ağları<sup>18</sup> (TSA) yöntemiyle kurulan tahmin modelinde yakın gelecekteki ölme riski sıralamasının ne olacağıdır?”. Bu ölme riski sıralaması gelecek zaman dilimleri için farklı senaryolar<sup>19</sup> çalışılarak yapılmıştır.

Bu soru yakın zamanda diğer araştırmacılar tarafından da ilgi çekmiş olup (Fantazzini ve Zimin, 2019; Grobys ve Sapkota, 2019), zamanla kripto para birimlerinin sayısındaki artış ile daha da önem kazanacaktır.

Çalışmada sorunun çözümü için makine öğrenmesi tekniklerinden Basit (TSA) kullanılmıştır. Bunun nedeni, Basit TSA modellerinin durum bilgisini temsil edebilen bir belleğe sahip olmasıdır. Zaman serisi tahmininde geçmiş girdilerden hesaplanan ve istenen çıktıları üretmek için yararlı olan durum bilgilerini depolayacak ve güncelleyecek bir sistem gerektirmektedir. Bu durumda Basit TSA modelinin yapısı analiz için uygundur. Ayrıca, TSA’lar, sıralı verilerde uzun bağımlılıkları öğrenmenin içsel özelliğine de sahiptir. Tekrarlayan bir ağın grafiğindeki döngüler, önceden sabit olmayan, ağırlıklarına ve girdi verilerine bağlı olan geçmiş girdiler hakkında bir süre boyunca bilgi tutulmasına izin vermektedir. Kamileris ve Prenafeta-Boldú da daha yüksek performans sınıflandırma veya tahmin için, zaman boyutundan yararlanan uzun kısa dönemli hafıza ağları (UKDM) gibi TSA

<sup>18</sup> RNN: Recurrent Neural Network

<sup>19</sup> Kripto paraların son 30 günlük gerçekleşme verileri kullanılarak gelecek 30, 60, 90, 120 ve 150 gün içinde ölme riski sıralamaları hesaplanmıştır.

modellerini benimseyen daha fazla yaklaşımın gelecekte kullanılacağını düşünmektedirler (Kamilaris ve Prenafeta-Boldú, 2018).

Modelin başarı karşılaştırması için ise, Huang ve Ling (2005) makalesinde makine öğrenmesi algoritmalarında kullanılmasının doğruluk değerine göre daha başarılı sonuçlar verdiğinden bahsettikleri ROC (Alıcının Çalışma Özelliği) eğrisi altındaki alan (AUC) kullanılmıştır (Huang ve Ling, 2005). ROC grafiği, performanslarına göre sıralama algoritmalarının başarımını görselleştirmek, düzenlemek ve seçmek için kullanılabilen bir araçtır (Fawcett, 2006; Güvenir ve Kurtcephe, 2012). Bir sınıflandırma algoritması bir eşik değeri ile, eşik değer altındaki veri noktalarını negatif ve üstündeki noktaları pozitif olarak etiketleyerek bir sınıflandırma algoritmasına dönüştürülebilmektedir. Bu algoritmaların AUC değeri ise, sınıflandırıcının rastgele seçilmiş bir pozitif örneği, rastgele seçilmiş bir negatif örnekten daha yüksek sıraya koyma olasılığına eşittir. Çalışmada başarı karşılaştırması için doğruluk oranı kullanılmamasının sebebi ise veri setinin dengesiz olmasıdır. Dengesiz veri setlerinde doğruluk oranı mükemmel yakın değerler vermektedir. Ancak bu mükemmel yakın değerler modelin çok başarılı olduğu anlamına gelmemektedir (Kartal ve Özen, 2017). Bu durumda doğruluk oranı yerine

$$F_1 \text{ Skor Değeri} = 2 \times \frac{\frac{TP}{TP + FP} \times \frac{TP}{TP + FN}}{\frac{TP}{TP + FP} + \frac{TP}{TP + FN}}$$

hesaplanarak model başarısının değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

Tablo 4

Hata matrisi tablosu

		Hata Matrisi		Tahmin Edilen	
		Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Gerçekleşen	Pozitif	Doğru pozitif	Yanlış negatif		
	Negatif	Yanlış pozitif (FP)	Doğru negatif (TN)		

Model başarısı ise oluşturulan hata matrisi tablosunda, yanlış tahmin sonucunda ölecek olan parayı tahmin edemeyerek (FN) yatırımcının bu para birimine para yatırmamasına sebep olmak, yanlış tahmin yaparak yaşayacak paraya ölecek demekten (FP) çok daha fazla maliyet içermektedir (Tablo 4). Dolayısıyla, yukarıda tanımlanan F1 skor değerinin maksimize edilmesi sınır değerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu durumda  $Duyarlılık = \frac{TP}{TP+FN}$  değerinin yüksek olması pozitif olarak tahmin etmemiz gereken işlemlerin ne kadarını pozitif olarak tahmin ettiğimizi göstermektedir. Bu nedenle, model performansı F1 skor değeri, duyarlılık, kesinlik ve AUC değerleri ile birlikte değerlendirilmiştir.

## 5. Analiz ve tahmin sonuçları

Bu çalışmada, “verilen bir grup kripto para birimini, yakın gelecekteki ölme risklerine göre, makine öğrenimi tekniklerini kullanarak ne kadar başarıyla sıralayabiliriz?” problemi çözülmek istenmektedir.

Makine öğrenimi modelini beslemek için kullanmadan önce verilere bazı ön işlemler uygulanmıştır. Veri ön işleme adımında Nomics tarafından “ölü” (dead)<sup>20</sup> olarak etiketlenen kripto para birimleri ile çalışılmıştır. Bir para birimi verinin indirildiği anda “ölü” olarak etiketlendiyse de piyasaya sürüldüğü andan itibaren bir süre “yaşayan” para örneği temsil etmektedir. Ayrıca bugün

<sup>20</sup> Nomics.com kripto paralar ile ilgili verileri borsalardan API’ler aracılığı ile toplamaktadır. Eğer veri topladığı borsalardan bir kripto para birimi ile ilgili fiyat verisi son geldiği tarihten itibaren 365 gün boyunca gelmez ise o para birimi “ölü” (dead) olarak etiketlenmektedir.

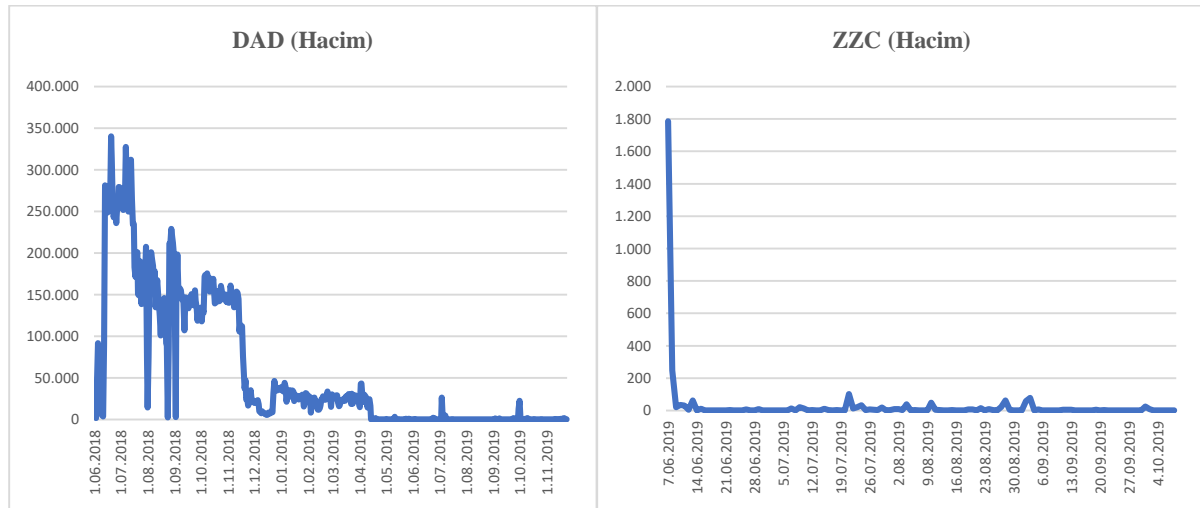
yaşayan para olarak değerlendirilen her para birimi gelecekte ölü para olma potansiyeline sahip olduğu da unutulmamalıdır.

Çalışmada her bir kripto para biriminin 30 günlük geçmiş verileri kullanılarak gelecek 30, 60, 90, 120 ve 150 gün<sup>21</sup> içinde ölme riski sıralamalarının hesaplandığı beş farklı senaryo oluşturulmuştur. Para birimleri için veri gelmediği günler (verisi boş gelen günler) fiyat verisi bir önceki fiyat verisi ile doldurulurken hacim bilgisi ise “0” (sıfır) olarak işlenmiştir. Böylece çalışılan tarih aralığındaki tüm veri noktalarındaki boşluklar doldurulmuştur.

Veri ön işleme adımları tamamlandıktan sonra veri seti oluşturma aşamasına geçilmiştir. Bir kripto paranın son  $n$  günlük performansı (kapanış ve hacim değerleri) verildiğinde gelecekteki  $m$  gün içinde ölme riskinin hesaplanabilmesi için modele girecek veri seti aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Bir kripto paranın ömrü  $n$  günden oluşmaktadır. Değerlendirmeye alınan geçmiş gün sayısı  $p$ , gelecek gün sayısı  $f$  ise, her biri  $p$  değerden oluşan  $n - p$  adet örneklem noktası oluşturulmaktadır. Bunların son  $f$  tanesi “1” (ölecek),  $n - p - f$  tanesi ise “0” (yaşayacak) olarak etiketlenmiştir. Buna göre; “0” (sıfır) olarak etiketlenen bir örneklem noktası,  $m$  ardışık değeri verilen bu paranın en az  $f$  gün daha yaşayacağını, “1” (bir) olarak etiketlenen bir örneklem noktası,  $p$  ardışık değeri verilen bu paranın  $f$  gün içinde öleceğini ifade etmektedir (Ek 1). Bu durumda ölüm oranı  $\frac{f}{n-p}$  olacaktır. Örneğin bir kripto paranın ömrü 250 günden oluşuyor ise, son 30 günlük kapanış fiyat ve hacim bilgileri verilerine bakılarak gelecek 60 gün içinde ölme riskinin hesaplanması isteniyor ise 190 (250 - 60) adet örneklem noktası oluşacaktır. Bu noktaların son 60 tanesi ‘1’ (ölecek), 160 (250 - 60 - 30) tanesi ‘0’ (yaşayacak olarak) etiketlenecektir.

Veri setinde yer alan kripto paraların hacim ve fiyat bilgileri zaman içinde çok farklı değer aralıklarına sahip olabilmektedir. Örneğin, DAD kripto para birimi için hacim bilgisi 0 ila 350 bin arasında değişirken, ZCC kripto para birimi için ise yalnızca 0 ila bin 800 arasında değişmektedir (Grafik 1). Bu durumda, mutlak değer aralığı büyük olan örneklem veri setine sahip kripto paralar, yapay sinir ağı öğrenmesi sırasında çok daha fazla etkili olarak öğrenme sürecini domine edecektir. Böylece küçük değer aralığına sahip paralardan gelen veriden öğrenme gerçekleşmeyecektir. Raschka ve Mirjalili'nin de belirttiği gibi “... makine öğrenmesi ve optimizasyon algoritmalarının çoğu, özellikler aynı ölçekteyse çok daha iyi davranmaktadır ...” (Raschka ve Mirjalili, 2017). Bu nedenle, veri setinin farklı özellikleri normalizasyon yoluyla aynı ölçüğe getirilerek tüm örneklem noktaları normalleştirilmiştir.



Grafik 1. DAD ve ZCC kripto para birimleri hacim grafikleri

<sup>21</sup> Bu süreler, “Yöntem” başlıklı bölümde bahsedilen ve Coinbase Global tarafından açıklanan kripto paraların medyan elde tutma süreleri esas alınarak oluşturulmuştur.

Çalışmada, normalizasyon işlemi için z-skor normalleştirilmesi kullanılmıştır. Tüm kripto para birimi verileri bu yöntemle yeniden ölçeklendirilmiştir. Bu işlemi yapmanın amacı verideki sayısal değişkenlerin değerlerini, değer aralığındaki farklılıkları bozmadan ortak bir ölçeğe dönüştürmektir. Z-skor normalleştirilmesi  $z_i = \frac{x_i - \mu}{\delta}$  şeklinde formüle edilmektedir.  $\mu$  ve  $\delta$  parametreleri her bir kripto para birimi için kendi içinde hesaplanan değerlerdir. Normalizasyon işlemi sonucunda paralara ait dağılımların her biri kendi içinde ortalaması  $\mu_i$  standart sapması  $\delta_i$  olan normal dağılıma dönüştürülmüştür.

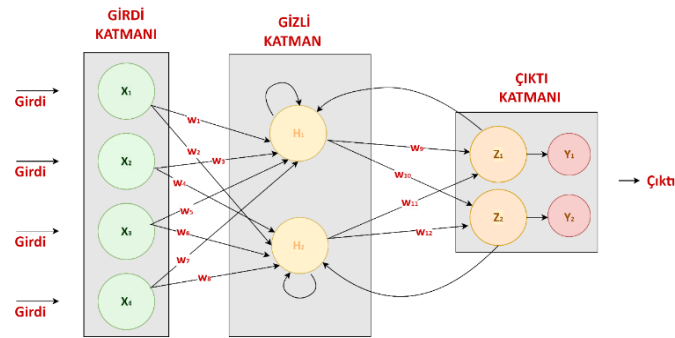
Model için hazır hale getirilen veri seti üzerinden modelleme işlemine geçilmiştir. Her bir senaryo için yeterli veriye sahip kripto para birimleri ile çalışılmıştır (Tablo 4). Model iki değişkenli (kapanış fiyat, günlük hacim) zaman serisi tahmini olarak tasarlanmıştır. Çalışmadaki problemde, her mevcut değer için yakın geçmişe bir miktar bağımlılığı olan sıralı verileri dikkate aldığı düşünülmüştür (Bengio, Simard, ve Frasconi, 1994). Bu nedenle, model için tekrarlayan sinir ağları (TSA) modeli uygun görülmüştür.

Çalışmada ayrıca TSA'nın özel bir çeşidi olan ve TSA'ların kaybolan gradyan sorununu çözen kısa dönem bellek (UKDB) ve geçitli tekrarlayan birim (GTB) yapıları ile de modeller kurulmuş ancak fazla sayıda değişen parametre içerdikleri (hiperparametre) ve basit tekrarlayan sinir ağına (TSA) kıyasla karmaşık yapıya sahip olmaları ve uzun çalışma sürelerine rağmen daha düşük performansları sebebiyle bu modellere burada yer verilmemiştir. Basit TSA'larının kaybolan gradyan sorunu ise girdi negatif olduğunda sıfır gradyan yerine çok küçük bir gradyan atanarak ağa öğrenmeye devam etme şansı veren LeakyReLU aktivasyon fonksiyonu ile çözümlenmiştir (Tan ve Lim, 2019). Modelin Basit TSA birimleri için aktivasyon fonksiyonu olarak LeakyRelu kullanılırken çıktı biriminin aktivasyon fonksiyonu olarak Sigmoid tercih edilmiştir. Bunun nedeni çıktı parametresinin ya "0" (yaşıyor) ya da "1" (ölü) değerini alıyor olmasıdır. Böylelikle çıktı değeri sadece bu değerler arasında reel bir değer almaktadır.

Bir TSA modelinde, girdi ağırlık matrisi  $W_x$ , tekrarlayan ağırlık matrisi  $W_h$ , başlangıç durumu  $h_0$  ve çıktı matrisi  $W_y$  parametreleri bulunmaktadır. Formüller aşağıda (1) ve (2)'de gösterilmiştir.  $b_h$  ve  $b_y$ , sırasıyla gizli katman ve çıktı birimleri için sapmalardır.

$$h_t = \text{Aktivasyon fonksiyonu} (W_x \times x_t + W_h \times h_{t-1} + b_h) \quad (1)$$

$$y_t = (W_y \times h_t + b_y) \quad (2)$$



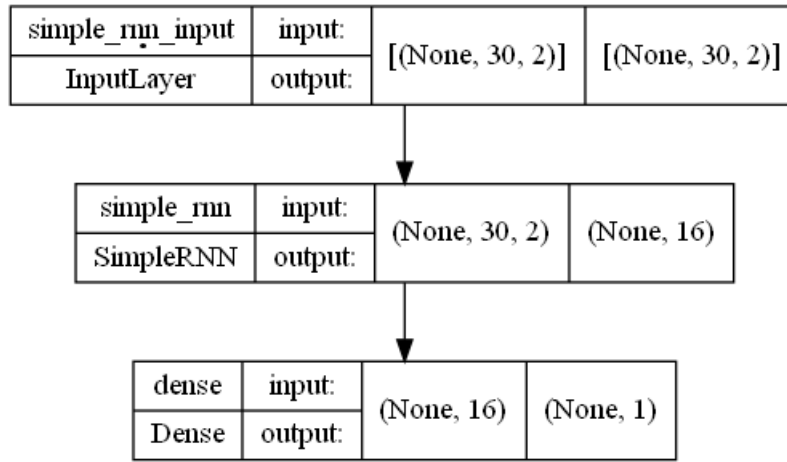
Şekil 1. Basit tekrarlayan sinir ağı

Ağırlıklar, geriye doğru, kayıp fonksiyonunu minimize edecek şekilde güncellenmektedir. Kayıp fonksiyonu olarak ise ortalama hata kare (mean square error) kayıp fonksiyonu denenmiş olsa da sonuç için iki olasılık bulunduğu için ikili çapraz entropi (binary cross entropy) tercih edilmiştir.

Basit TSA modeli aslında karmaşık matematiksel bir yapıya sahip olup daha iyi bir sonuca ulaşabilmek için birçok farklı parametre seçilerek denenmelidir. Bu nedenle birçok farklı sayıda gizli birim, adım (epoch) ve aktivasyon fonksiyonu test edilmiş ve tahminin başarısı yükseltilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, kurulan modelde model başarısının en yüksek olduğu 16 gizli Basit TSA birimi, 64 yığın (batch) büyüklüğü, 100 adım seçilmiş, giriş aktivasyon fonksiyonu olarak

LeaklyReLU<sup>22</sup>, çıkış aktivasyon fonksiyonu olarak Sigmoid ve Adam optimizer (Kingma ve Ba, 2014) kullanılmıştır. Model tasarlanırken yığın büyüklüğü parametresi olarak belirlenen değer; modelin ağırlıklarının güncellenmesinden önce kaç veriyi işleyeceğini ifade etmektedir (Çarkacı, 2018). Adım sayısı ise modelin kaç iterasyon çalışacağını saptayan bir hiperparametredir. Modelde az sayıda adım sayısı seçmenin nedeni aşırı öğrenme probleminden kaçınmaktır. Bütün modeller için aynı yığın büyüklüğü ve adım sayısı belirlenmesinin nedeni modellerin başarısının karşılaştırılmasının, model algoritmasına göre yapılabilmesini sağlamaktır. Yığın boyutu ve adım sayısını artırma ya da azaltma gibi işlemler başarı yüzdesini değiştirebilmektedir.

İki özniteliğe sahip basit TSA yapısıyla kurulan modelde bir kripto paraya ait 30 günlük veri noktaları (hem kapanış fiyatı hem de günlük işlem hacmi için) bir örneklem noktası olarak modele girmektedir. Birer gün kaydırılarak oluşturulan yeni girdi örneklem noktalarına karşılık gelen çıktı değerleri '1' veya '0' olarak senaryolara göre etiketlenmektedir. TSA eğitim modeli çeşitli sayıda katmanlara sahip olabilir, ancak bu çalışmada basit TSA mimarisi 16 gizli Basit TSA biriminden oluşan (hidden unit) tek gizli katman ve bir yoğun katmandan (dense layer) oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Basit TSA mimarisi

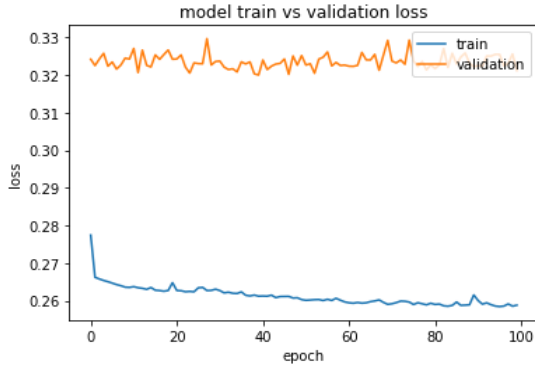
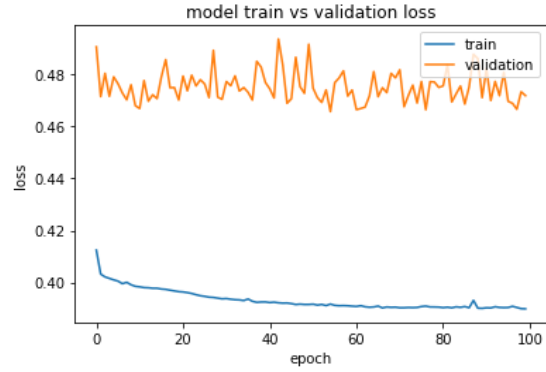
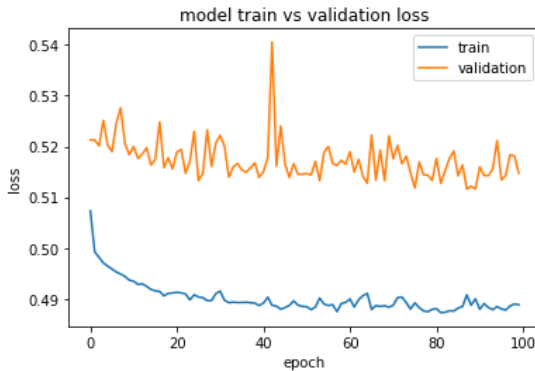
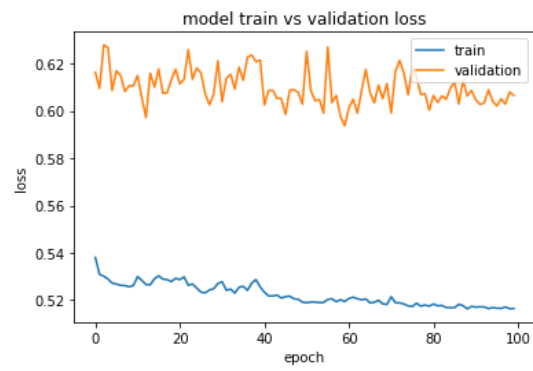
Model kurulurken kripto para birimlerinin %80'i eğitim için kullanılırken %20'si doğrulama için kullanılmıştır. Her bir adım için %80 eğitim verisi ile eğitilen modellerde ağırlıklar kayıp fonksiyonunu minimize edecek şekilde güncellenmektedir.

Kurulan TSA modeliyle her bir test örneklem noktası için bir ölme riski hesaplanmıştır. Bu risk 0 ile 1 arasında değer almaktadır; 0 kesinlikle ölmeyeceğini, 1 ise kesinlikle öleceğini tahmin etmektedir. Örneğin bir kripto paranın son 30 günlük kapanış fiyatı ve toplam hacmi verildiğinde eğer modelin tahmini 1'e yakın bir değer ise bu paranın incelenen gelecek zaman dilimi içinde ölme riskinin çok yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Böylelikle her bir test örneklem noktası için bir çıktı değeri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bu değerler gerçek değerler ile karşılaştırılarak ROC eğrisi çizilmiş ve AUC değeri hesaplanmıştır (Tablo 5).

AUC değerini maksimize eden sıralama bulunduktan sonraki aşama F1 değerini maksimize eden 0 ve 1 etiketleme için kullanılacak sınır değerinin belirlenmesidir. Bu aşamada belirlenecek sınır değeri, sıralanmış kripto paralar listesi üzerinde doğrusal bir arama (linear search) ile maksimum F1 değerini veren değerdir.

Geçmiş 30 günün verileri kullanılarak gelecek 30, 60, 90, 120 ve 150 günlük zaman dilimleri için basit TSA modeli kurulmuştur. Şekil 3'te modellerin kayıp (loss) değerlerinin grafikleri görülmektedir. Eğitim (train) ve doğrulama (validation) modeli kayıpları incelendiğinde; eğitim modelinde kayıpların düşme eğiliminde olduğu, doğrulama modelinin ise eğitim modeline göre kaybının fazla olduğu halde adımlar ilerledikçe kayıpların azaldığı ve modelin öğrendiği görülmektedir (Şekil 3).

<sup>22</sup> Kaybolan gradyan sorununa çözüm olarak kullanılan bir aktivasyon fonksiyonudur. Leakyrelu için  $\alpha = 0,2$  olarak kullanılmıştır.

Senaryo 1 ( $p = 30, f = 30$ )Senaryo 2 ( $p = 30, f = 60$ )Senaryo 3 ( $p = 30, f = 90$ )Senaryo 4 ( $p = 30, f = 120$ )Senaryo 5 ( $p = 30, f = 150$ )

Şekil 3. Modelin eğitim ve doğrulama modeli kayıpları

Hazırlanan veri setinin beş farklı senaryoda modellenmesi ile ortaya çıkan sonuçlar toplu olarak Tablo 4'te gösterilmiştir. Kurulan basit TSA modellerinde bulunan AUC sonuçları sırasıyla % 70,81, % 71,15, % 71,26, % 71,71 ve % 72,24'tür. Performans ölçütü olarak AUC temel alınarak yapılan basit tekrarlayan yapay sinir ağı algoritmalarının çalıştırılması sonucu performansın gelecek zaman uzadıkça iyileştiği görülmektedir. Sonuç olarak, modeller, verilecek bir paranın 30 günlük geçmiş kapanış fiyat ve günlük hacim verisiyle gelecek ilk bir ay (30 gün) içinde bir kripto para biriminin ölme riski sıralamasını % 70,81 başarıyla tahmin ederken beş ay içinde ölme riski sıralamasını ise % 72,24 başarı ile doğru tahmin edebilmektedir. Böylelikle en iyi performans % 72,24 AUC oranı ile Senaryo 5'te elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Senaryolara göre model sonuçları

	Geçmiş gün	Gelecek gün	Kripto para birimi sayısı	Örneklemin ölme olasılığı	AUC	F1 skoru	Duyarlılık
Senaryo 1	30	30	2.239	0,088	0,7081	0,2719	0,3735
Senaryo 2	30	60	2.088	0,166	0,7115	0,3895	0,5013
Senaryo 3	30	90	1.903	0,231	0,7126	0,4682	0,7012
Senaryo 4	30	120	1.670	0,279	0,7171	0,5259	0,8070
Senaryo 5	30	150	1.527	0,328	0,7224	0,5778	0,8374

Ayrıca duyarlılık oranları incelendiğinde ise ölen bir kripto para biriminin ölü olarak tahmin edilme olasılığının gelecek gün sayısı uzadıkça yükseldiği görülmektedir. Bu durumda Senaryo 5'te ölen bir paranın ölü olarak tahmin edilme olasılığı % 83,74 olarak bulunmuştur. Bu durumda bir kripto para yatırımcısı yaklaşık % 84 olasılıkla zaten ölecek bir kripto paraya yatırım yapmamış olacaktır.

## 6. Sonuç ve değerlendirme

Bu dijital finans çağında, kripto para yatırımcıları artık yatırım yapmak için binlerce<sup>23</sup> para birimi arasından seçim yapmak durumundadırlar. Gropsy ve Saptoka (2019) makalesinde Aralık 2014'ten önce işlem görmeye başlayan kripto para birimleri arasında 2018'in sonunda % 59'unun iflas ettiğini söylemektedirler.

Bu çalışmanın sonuçları, kripto para birimlerindeki ölme olasılıklarının tahmin edilebilir olduğunu göstermektedir. Çalışma ayrıca kripto paraların ölme riskinin hesaplanmasında makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı konusunda alan yazına katkıda bulunmaktadır. Böylece, önerilen model varlık yönetimi sektöründe, örneğin yatırım kararı almak için bir tarama aracı olarak kullanılabilir. Rasyonel bir yatırımcı, aşırı yüksek ölme riski sergileyen kripto para birimlerine yatırım yapmaktan kaçınacaktır. Ölme riski altında olduğu tahmin edilmeyen para birimleri ile oluşturulan portföyler, yatırımcılar için daha iyi bir risk-getiri profili oluşturabilecektir. Varlık yönetimi sektöründe bir yatırım alternatifini kabul gören kripto paraların ölme olasılıkları karşısında yapılan yatırımların batma olasılığı göz önüne alındığında, bu durumun tahmin edilebilir olduğunu araştıran makalelerin çok sınırlı olması şaşırtıcıdır. Bu makale, dijital finans alan yazınının yeni çağındaki bu önemli boşluğa dikkat çekmekte ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonuçları ile spekülasyon finans güdüsü ile para kazanmak isteyen yatırımcıların zamanında olumsuzlukları tespit ederek iktisadi faaliyetlerinin düzenlenmesine yardımcı olunabilir. Bu şekilde piyasada oluşabilecek dalgalanmalar azaltılabilir. Para isteminin yaratabileceği olumsuzlukların azaltılması sağlanabilir.

Gelişmeye açık ve finans sektörü açısından henüz yeni bir alan olan kripto paraların ölme riskini değerlendirmek için TSA yöntemleri dışında derin makine öğrenmesi yöntemleri de kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Aynı zamanda bu çalışmaya farklı bakış açıları ve alternatif değişkenler de eklenerek çalışma tekrarlanabilir ve sonuçların değişimi araştırılarak değerlendirilebilir.

## Yazar beyanı

### Araştırma ve yayın etiği beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

### Etik Kurul onayı

Bu çalışma için Etik Kurul Onayı gerekmemektedir.

<sup>23</sup> www.coinmarketcap.com

**Yazar katkıları**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

**Çıkar çatışması**

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Destek beyanı**

Bu çalışma için herhangi bir destek alınmamıştır.

**Kaynakça**

- Bengio, Y., Simard, P., ve Frasconi, P. (1994). Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. *IEEE transactions on neural networks*, 5(2), 157-166.
- Bououiyour, J., ve Selmi, R. (2015). What does Bitcoin look like? *Annals of Economics ve Finance*, 16 (2).
- Burniske, C., & White, A. (2017). Bitcoin: Ringing the bell for a new asset class. *Ark Invest (January 2017)*. [https://research.ark-invest.com/hubfs/1\\_Download\\_Files\\_ARK-Invest/White\\_Papers/Bitcoin-RingingThe-Bell-For-A-New-Asset-Class.pdf](https://research.ark-invest.com/hubfs/1_Download_Files_ARK-Invest/White_Papers/Bitcoin-RingingThe-Bell-For-A-New-Asset-Class.pdf).
- Çarkacı, N. (2018). Derin öğrenme uygulamalarında en sık kullanılan hiper parameteler. <https://medium.com/deep-learning-turkiye/derin-ogrenme-uygulamalarinda-en-sik-kullanilan-hiper-parameteler-ece8e9125c4>. Erişim tarihi: 28.05.2022
- Dowd, K. (2014). New private monies: A bit-part player? *Institute of Economic Affairs Monographs, Hobart Paper*, 174.
- Fang, F., Ventre, C., Basios, M., Kanthan, L., Martinez-Rego, D., Wu, F., ve Li, L. (2022). Cryptocurrency trading: a comprehensive survey. *Financial Innovation*, 8(1), 1-59.
- Fantazzini, D., ve Zimin, S. (2019). A multivariate approach for the simultaneous modelling of market risk and credit risk for cryptocurrencies. *Journal of Industrial and Business Economics*, 47(1), 19 - 69. doi:10.1007/s40812-019-00136-8
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*, 27(8), 861-874.
- Foley, S., Karlsen, J. R., ve Putniņš, T. J. (2019). Sex, drugs, and bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies? *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853.
- ECB Crypto-Assets Task Force (2019, Mayıs). *Crypto-Assets: Implications for financial stability, monetary policy, and payments and market infrastructures* (Issue Brief No.223). MD: Manaa, M., Chimienti, M. T., Adachi, M. M., Athanassiou, P., Balteanu, I., Calza, A., Devaney, C., Fernandez, E. D., Eser, F., Ganoulis, I., Laot, M., Günther, P., Poinet, R., Sauer, S., Schneeberger, D., Stracca, L., Tapking, J., Toolin, C., Tyler, C. ve Wacket, H.
- Frisby, D. (2014). *Bitcoin: the future of money?*, Londra: Unbound.
- Fry, J., ve Cheah, E. T. (2016). Negative bubbles and shocks in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 47, 343-352.
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C., ve Siering, M. (Nisan 2014). Bitcoin-asset or currency? revealing users' hidden intentions. Avrupa Bilişim Sistemleri (ECIS) Konferansında sunulan bildiri, İsrail.
- Grobys, K., ve Sapkota, N. (2019). Predicting Cryptocurrency Defaults. *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.3383535
- Güvenir, H. A., ve Kurtcepe, M. (2012). Ranking instances by maximizing the area under ROC curve. *IEEE Transactions on knowledge and Data Engineering*, 25(10), 2356-2366.
- Herpel, M. (2010). 2011 Observations on the Digital Currency Industry. doi:10.2139/ssrn.1721076.
- Hileman, G., ve Rauchs, M. (2017). Global cryptocurrency benchmarking study. *Cambridge Centre for Alternative Finance*, 33, 33-113.
- Huang, J., ve Ling, C. X. (2005). Using AUC and accuracy in evaluating learning algorithms. *IEEE Transactions on knowledge and Data Engineering*, 17(3), 299-310.



- Kamilaris, A., ve Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and electronics in agriculture*, 147, 70-90.
- Kartal, E., ve Özen, Z. (2017). *Dengesiz veri setlerinde sınıflandırma*. O. Torkul, S. Gülseçen, Y. Uyaroğlu, G. Çağıl, ve M. K. Uçar, Mühendislikte Yapay Zekâ ve Uygulamaları (s.109-131), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Kütüphanesi Yayınevi.
- Kethineni, S., ve Cao, Y. (2020). The rise in popularity of cryptocurrency and associated criminal activity. *International Criminal Justice Review*, 30(3), 325-344.
- Keynes, J. M., (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Mc Millan London
- Kingma, D. P., ve Ba, J. (2014). Adam: A method for stochastic optimization. . arXiv:1412.6980.
- Kristoufek, L. (2015). What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PloS one*, 10(4).
- Maume, P. (2020). Initial coin offerings and EU prospectus disclosure. *European Business Law Review*, 31(2).
- Murali, J. (2013). A New Coinage. *Economic ve Political Weekly*, 48(38), 77-78.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Paul, V., ve Michael, C. (2018). The Age of Cryptocurrency: How Bitcoin and Digital Currency are challenging the global economic order. CreateSpace Independent Publishing Platform içinde.
- Posner, E. (2014). *Muhabir: A. Nathan*. Goldman Sachs Global Investment Research (Vol 21), Top of Mind.
- Raschka, S., ve Mirjalili, V. (2017). Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python. *Scikit-Learn, and TensorFlow*.
- Sid. (2018). How Peng Coin Will Surge 8-12x These Coming Weeks. <https://medium.com/@sidbiciou/s123/how-peng-coin-will-surge-8-12x-these-coming-weeks-4026831b31c1>
- Tan, H. H., ve Lim, K. H. (2019). *Vanishing gradient mitigation with deep learning neural network optimization*. 7. Uluslararası Akıllı Bilgi İşlem ve İletişim Konferansı'nda (ICSCC) sunulan bildiri.
- White, L. H. (2015). The market for cryptocurrencies. *Cato J.*, 35, 383.
- Williams, S. (2021). 21 of the Largest Cryptocurrencies Ranked by Investors' Hold Time. <https://www.fool.com/investing/2021/12/06/21-cryptocurrencies-ranked-by-investors-hold-time/>
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal (No. w19747). *National Bureau of Economic Research*, 36(2), 843-850.

**Ek. Bir Kripto Parayı Canlı veya Ölü Olarak Etiketleme Süreci**

(Temsili 150 günlük yaşam süresi olan bir kripto paranın 30 günlük verilerinin kullanılarak 60 gün içinde ölme riskinin hesaplanmasında model kurgusu, son 60 örneklem noktası "1" yani ölü olarak etiketlenmektedir)

