

# Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar

Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ok Ergün  
Doç. Dr. Tolga Ergün



# Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar

**Editörler:**

Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ok Ergün

Doç. Dr. Tolga Ergün



Published by

**Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.**

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

---

## Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar

Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ok Ergün • Doç. Dr. Tolga Ergün

---

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

**ISBN (PDF):** 978-625-5646-09-5

**DOI:** <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub785>

---



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

---

Suggested citation:

Ok Ergün, H. (ed), Ergün, T. (ed) (2025). *Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub785>. License: CC-BY-NC 4.0

---

*The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>*

---



## Ön Söz

Dijitalleşme süreci bireysel yaşam sürecine kolaylık ve hız kazandırmakla birlikte kurumların iş süreçlerinde de teknolojik altyapı ve inovasyonel adımlarla verimlilik sağlamaktadır. Bu doğrultuda dijitalleşme sürecinin finans alanındaki etkilerini açıklayan ve finans alan yazınına katkı sağlamak üzere hazırlanan bu kitabın okuyuculara ve araştırmacılara katkı sunması beklenmektedir.

Beş bölümden oluşan bu kitabın birinci bölümünde “Dijital Finans Ekseninde Finansal Teknolojilerin Dünyadaki ve Türkiye’deki Gelişimi Üzerine Bir Değerlendirme” başlığında dijital finans ve finansal teknolojiler tanıtılmıştır.

Kitabın ikinci bölümünde “Dünyada ve Türkiye’de FinTek” başlığında dünyadaki ve Türkiye’deki FinTeklerin durumu grafiklerle ortaya koyulmuş ve yorumlanmıştır.

Kitabın üçüncü bölümünde “Hanehalkı Kartlı Ödeme Endeksi ve Dolaylı Vergi Geliri Arasındaki İlişki” başlığında hanehalkı kartlı ödeme endeksinin değerindeki değişimin dolaylı vergi geliri tutarındaki değişime etkileri Fourier-Shin eşbütünleşme ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile ampirik olarak araştırılmıştır.

Kitabın dördüncü bölümünde “Finansal Sistemi Dönüştüren Teknoloji: Blok Zincir” başlığında blok zinciri teknolojisinin temel bileşenleri, finans sektöründeki mevcut ve potansiyel kullanım alanları incelenerek, sistem üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve blok zincirinin sunduğu avantajlar ve dezavantajlar ele alınmıştır.

Kitabın beşinci bölümünde “Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Yöntemleriyle Bitcoin Fiyat Tahmini: SHAP Analiziyle En Etkili Modelin Açıklanması” başlığında 2014–2024 döneminde Bitcoin’in günlük kapanış fiyatları, altın, USDX, VIX ve brent petrol gibi göstergeler dikkate alınarak SVR, LSTM, XGBoost ve ANN algoritmaları ile tahmin edilmiş ve MAPE, MAE ve  $R^2$  gibi performans ölçütleri üzerinden karşılaştırma yapılmıştır.

Bölüm yazarlarının çalışmalarına ait her türlü bilimsel, hukuki ve etik sorumluluğu üstlendiği bu kitapta yer alan tüm çalışmalar editör incelemesi sürecinden geçmiştir. Ampirik ve teorik çalışmaların yer aldığı bu kitap, tüm bölümleri ile literatüre katkı sunmayı hedeflemektedir. Dolayısıyla bölüm

yazarlarına kıymetli emekleri için teşekkürü borç biliriz. Ayrıca, bu kitabın okuyuculara ulaştırılmasında bize yol gösteren sayın Dr. Öğr. Üyesi Kürşad Özkaynar' a sabrı ve özverisi için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı, üzerimizde emeği olan başta ailemiz olmak üzere kıymetli hocalarımıza ve gülücükleri ile enerji veren çocuklarımıza ithaf ediyoruz. İlgi gösteren tüm hocalarımıza, öğrencilerimize ve araştırmacılara faydalı olması dileklerimizle...

Haziran, 2025

Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ok Ergün

Doç. Dr. Tolga Ergün

# İçindekiler

Ön Söz

iii

## Bölüm 1

Dijital Finans Ekseninde Finansal Teknolojilerin Dünya'daki ve Türkiye'deki Gelişimi Üzerine Bir Değerlendirme 1

*Barış Aksoy*

## Bölüm 2

Dünyada ve Türkiye'de Fintech 29

*Abmet Mesut Büyüksarıkulak*

*Bilge Afsar*

## Bölüm 3

Hanehalkı Kartlı Ödeme Endeksi ve Dolaylı Vergi Geliri Arasındaki İlişki 43

*Ömer Keskin*

## Bölüm 4

Finansal Sistemi Dönüştüren Teknoloji: Blok Zincir 61

*Ümit Hasan Gözkonan*

## Bölüm 5

Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Yöntemleriyle Bitcoin Fiyat Tahmini: SHAP Analiziyle En Etkili Modelin Açıklanması 85

*Osman Nuri Akarsu*



# Dijital Finans Ekseninde Finansal Teknolojilerin Dünya'daki ve Türkiye'deki Gelişimi Üzerine Bir Değerlendirme

Barış Aksoy<sup>1</sup>

## Özet

Bu çalışmada finansal teknolojiler (Fintek), büyük teknoloji şirketlerinin (Bigtech) finansal ürün ve hizmet sunması, Neobankalar, teknolojik inovasyona dayalı sigorta hizmetleri sunan Fintek şirketleri olan Sigorta teknoloji şirketleri, düzenleyici teknolojiler konusunda ürün ve hizmet sunan RegTechler, yapay zeka (AI) ve makine öğrenimi (ML), veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT), dağıtılmış defter (blok zinciri) ve diğer teknolojileri kullanan Fintek'lerin gelişimi, açık bankacılık, kanal bazlı açılan verileri Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface, API) adı verilen uygulamalar, Techfin adı verilen şirketlerin sundukları hizmetler, kripto paralar ve Merkez Bankası Dijital Paralarının (CBDC) özellikle bankalar ve finansal sistemin istikrarı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dijital finans başlıklı birinci bölümde dijital dönüşümün bankalar ve finansal sistem üzerindeki etkisi ele alınmıştır. İkinci bölüm başlığı olan Finansal Teknolojiler'de Fintek şirketlerinin ortaya çıkması ve gelişmesine neden olan etmenler, Fintek şirketleri üzerindeki regülasyonların yeterli olup olmadığı, Fintek şirketlerinin faaliyet gösterdikleri ülkelerde ilgili ülkelerin finansal sistemleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri incelenmiştir. Ayrıca bu başlık altında "Finansal teknolojilerin Dünya'da ve Türkiye'deki gelişimi" ile "Finansal teknolojilerin bankacılık sektörü üzerindeki etkilerine yönelik tartışmalar" alt başlıkları ile konu hakkında daha geniş bilgiler verilmiştir. Blokzincir ve kripto paraların ayrı ayrı başlıklarda incelendiği çalışmada Fintek'lerin bankalar ve finansal sistem üzerinde olumlu etkilerinin olduğu kadar olumsuz etkilere de sahip olabileceği belirtilebilir. Ayrıca Fintek şirketlerinin bankalar kadar regülasyonlara sahip olmamasının

1 Doç. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Finans Anabilim Dalı, baksoy@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID :0000-0002-1090-5693

gelecekte yıkıcı sonuçlarından korunmak amacıyla (hem uluslararası oluşturulabilecek kurumlarla hem de yerel kurumlarla) belirli düzenlemeler ve denetlemeler yapılmasının elzem olduğu belirtilebilir. Düzenleme ve denetimin oluşturulmasında ilgili gelişmelerin toplumun menfaatine olan gelişmelerin önünün açılması ancak risk oluşturan gelişmelerin ise yakından takip edilmesi gerekliliği bulunmaktadır.

## GİRİŞ

Geçtiğimiz birkaç yılda dünya, bu yüzyılın başında başlatılan dördüncü Sanayi Devrimi'ne tanık oldu. Bu durum bilgi teknolojisinin toplumun ayrılmaz bir parçası olmasını amaçlayan yeni bir yaklaşıma yol açtı. İnternetin ve akıllı cihazların her yerde kullanılabilir olması ve müşterilerin farkındalığındaki artış bu devrimin yayılmasına yardımcı oldu. Bu devrim, hızlı bir şekilde gelişmesi, çoklu teknolojilere dayanması, ekonomi, iş dünyası ve bireyler bazında benzeri görülmemiş dönüşüm yapmasıyla önceki devrimlerden ayrılmaktadır.

Dünya Bankası'na göre, istikrarlı bir finansal sistem, kaynakları verimli bir şekilde tahsis etme, finansal riskleri değerlendirme ve yönetme, istihdam seviyelerini ekonominin doğal oranına yakın tutma ve parasal istikrarı veya istihdamı etkileyecek gerçek veya finansal varlıkların göreceli fiyat hareketlerini ortadan kaldırma yeteneğine sahiptir. Finansal sistem, ekonomik büyüme için finansman sağlama konusunda birbirleriyle etkileşim halinde olan finansal kurumlar, finansal piyasalar, finansal altyapı, finansal olmayan şirketler ve hane halkından oluşan bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Risman vd., 2021, s. 1980).

Dijitalleşme yeni teknoloji odaklı bankacılık hizmetlerini mümkün kıldığından ve yeni müşteri talepleri yarattığından bankacılık sektörü köklü değişikliklere maruz kalmıştır. Bankalar inovasyon süreçleriyle karşı karşıya kalırken, Fintek'ler müşteri odaklı çözümler sunarak dijital çağdan yararlanmaktadır. Bununla birlikte, özellikle ekonomik ve finansal açıdan bakıldığında, teknoloji odaklı kuruluşların ve onlarla işbirliğinin finans sektörünü ve dolayısıyla tüm ekonomileri nasıl yeniden şekillendirdiğini daha iyi anlamak için bu araştırma açığını kapatmak çok önemlidir (Drasch vd., 2018, s. 26).

Teknolojik gelişmeler gelişmekte olan ülkelerde giderek daha eşit bir şekilde dağılmakta ve internet hizmetleri ucuzlamaktadır. Bu nedenle şu anda gelişmekte olan ülkelerde dijital finansal işlemler giderek daha fazla kullanılmakta ve yaygın hale gelmektedir. Geniş alanlara ve büyük nüfusa sahip gelişmekte olan ülkelerde birçok finansal teknoloji şirketi (Fintek), startup,

internet ve mobil bankacılık, akıllı telefon tabanlı ödeme uygulamaları (mobil ödeme) hatta e-ticaret bulunmaktadır. Dijital finans teknolojisi, mağazalar, dükkanlar veya alışveriş merkezleri aracılığıyla alım satım işlemlerinin daha az çekici olduğu ve artık etkili ve verimli olmadığı yaşam tarzını ve iş modelini değiştirmiştir. Dijital finans ve finansal istikrar ilişkisi, dijital finansın finansal sistemdeki ana finansal kurum olarak bankacılık üzerindeki etkisi üzerinden incelenebilir. Bu konuda çok fazla çalışma yoktur, bulgular karışıktır ve sınırlı nicel veri kaynakları nedeniyle çalışmaların büyük çoğunluğu nitel bir yaklaşım kullanmaktadır (Risman vd., 2021, s. 1981).

Dijital finansın ana unsurlarından biri olarak dijital ödeme sistemlerinin kullanımı, çevrimiçi mağazaların (e-ticaret) önemli ölçüde büyümesi finansal teknolojinin (Fintek) varlığı ile hızlanmaktadır. Bu koşul, finansal içermeye hedefine ulaşmada çok yardımcı olmaktadır, ancak diğer yandan, hem para otoriteleri hem de akademisyenler olmak üzere çeşitli tarafların finansal istikrar üzerindeki etkisi konusunda endişelerini artırmıştır. Dijital finansın ana unsuru olarak artan dijital ödemelerin ve finansal kapsayıcılığın teşvik edilmesinin, para otoritesinin her zaman sürdürmesi gereken finansal istikrar üzerinde olumsuz bir etki yaratmaması umulmaktadır, ancak yetkililerin finansal istikrarı sürdürmelerine yardımcı olması beklenmektedir. Bununla birlikte, dijital finansın finansal istikrar üzerindeki olumsuz etkisi konusunda her zaman bir endişe vardır, bu durum araştırmacıları bu konuda araştırma yapmaya motive etmiştir (Risman vd., 2021, s. 1979).

Bu çalışmanın devam eden kısımlarında birinci bölümde dijital finans kavramı ele alınmış, ikinci bölümde finansal teknolojiler genel olarak incelenmiş ayrıca finansal teknolojilerin dünyada ve Türkiye'deki gelişimi, finansal teknolojilerin bankacılık sektörü üzerindeki etkilerine yönelik tartışmalar incelenmiş, üçüncü bölümde blokzincir, dördüncü bölümde kripto paralar ve devamında sonuç kısmı ile çalışma sonlandırılmıştır.

## 1. DİJİTAL FİNANS

Dijital finans, cep telefonları, kişisel bilgisayarlar, internet, mobil bankacılık, e-cüzdanlar, mobil cüzdanlar, kredi ve banka kartları aracılığıyla sunulan finansal hizmetler olarak tanımlanmaktadır. Dijital finans, bireylerin ve şirketlerin banka şubelerini ziyaret etmeye gerek kalmadan internet (çevrimiçi) aracılığıyla ödemelere, tasarruflara ve kredi olanaklarına doğrudan finansal hizmet sağlayıcılarla uğraşmadan erişmelerini sağlayan tüm ürün, hizmet, teknoloji ve/veya altyapıyı içermektedir. Dijital finans, en son teknolojik gelişmelere dayalı olarak, daha sonra dijital altın, hisse senetleri, finansal türev ürünler ve emtia olarak adlandırılan altın şeklinde

çeşitli yatırım ürünleri sunan finansal teknolojiyi (Fintek) de içermektedir. Dijital finansal hizmetler, mobil cihazlar, banka ve kredi kartları dahil olmak üzere dijital kanallar aracılığıyla erişilen ve gönderilen finansal hizmetlerdir (Risman vd., 2021, s. 1980).

Günümüzde internet ve mobil teknolojilerin yaygınlaşması tüm sektörlerde müşteri beklentilerini karşılamak amacıyla yapılan dijital yatırımların artmasına neden olmuştur. Bankalar dijital dönüşüm sürecine en hızlı adapte olan sektörlerin başında gelmektedir (Akın, 2020, s. 25). 2008 küresel finansal krizinden bankacılık sektörü özellikle etkilenmiştir. Bu durumun sonucu olarak, bankacılık sektöründe yeni regülasyon gereksinimi doğmuştur. Akıllı telefonların kullanımının artmasıyla birlikte bankacılık fonksiyonları Fintek ve startuplar ile işbirliğine girerek bankalar gidilecek mekânlar olmaktan çıkmaya başlamışlardır. Bu finansal teknolojinin adı neobank ve gömülü bankacılık olmuştur. Gelecekte geleneksel bankalar sadece birbirleriyle değil aynı zamanda personel, sermaye ve şube maliyet yükü olmayan ve pazar payları gün geçtikçe artan gömülü banka ve neobanka gibi Fintek şirketleriyle de rekabet etmek durumunda kalacaklardır (Keskin, 2025, s. 9).

Dijitalleşen bankacılık uygulamaları, kuşkusuz yeni oluşumlar ve büyüyen yeni bankacılık hizmetleri ve banka kârları da dahil olmak üzere artan iş performansları getirmektedir. Geleceğin bankaları, teknolojik olarak hazırlanmış darboğazları ortadan kaldıran hizmetlerin self servis makinelerle sunulacağı etkin şubeler olmayı hedeflemektedir. Çevrimiçi hizmetler, bankanın birincil hizmet hedefi olan tüketicilere odaklanacaktır (Kumari ve Devi, 2022, s. 2).

Dijital ödemelerin finansal istikrar üzerindeki etkisi, bankaların borç verme, finansmana ulaşımı kolaylaştırma ve insanların nakit dışı ödeme yöntemlerini kullanmaları şeklinde olumlu olabilmektedir. Dijital finans, raporlamada teknolojinin kullanımından dolayı daha hızlı erken uyarı vererek finansal düzenleyici ve denetleyici kurumların, borsaların ve hükümetlerin sistemi kontrol etmelerinde etkin rol üstlenebilir. Dijital finansın finansal sistemin istikrarının artmasında katkısının olabileceği beklenmektedir. Diğer taraftan dijital finansın sistematik riskin artmasında ve finansal istikrar üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceği konusunda merkez bankaları ve akademisyenlerin endişeleri bulunmaktadır.

Dijital dönüşüm bankalar üzerinde yeni siber risklerin ortaya çıkmasına yol açabilmektedir. İlk olarak bankaların dijital dönüşüm ile birlikte müşterilerine sundukları hizmet kanallarının artması güvenlik risklerinin ortaya çıkmasına yol açmakta ve risklerin yönetilmesini de zorlaştırmaktadır.

İkinci olarak bankaların müşterilerine ait bilgilerin korunmasından kaynaklı (üçüncü taraf) güvenlik riskini gündeme getirmektedir (Akın, 2020, s. 23).

Dijital finansın ekonomik büyümeyi ve kamu refahını artırmak için yararlı olan finansal kapsayıcılık hedeflerine ulaşmada olumlu bir etkisi olmuştur. Aynı zamanda dijital finans ulusal sınırları olmayan birbiriyle bütünleşmiş bir finansal sistemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu birbirine bağlı finansal işlemlerin bir varlıkta zorluklar meydana geldiğinde, ağdaki diğer varlıklara hızla iletilebileceği anlamına gelmektedir. Herhangi bir ülkedeki finansal sistem istikrarsızlığının diğer ülkelere kolaylıkla bulaşabilmesi ve herhangi bir ülkedeki finansal sistemi istikrarsızlaştırması makroekonomik riski veya sistematik riski artıracaktır. Aynı şekilde dijital finansın finansal istikrar üzerindeki olumsuz etkisi artan sistematik riskle birlikte artacaktır. Sistematik risk, büyüklük faktörlerinin, iş karmaşıklığının, kurumlar arası bağlantıların ve/veya finansal piyasaların etkileşimi ve finansal aşırı davranışsal eğilimler nedeniyle finansal sistemin bir kısmında veya tamamında bulaşma nedeniyle istikrarsızlık potansiyeli olarak görülmektedir (Risman vd., 2021, s. 1981).

## 2. FİNANSAL TEKNOLOJİLER

Son yıllarda, Çin'deki ticari bankalar bilim ve teknolojiye büyük yatırımlar yapmıştır. Bu yatırımlar finansal teknolojinin (Fintek) gelişmesine yol açmış ve ticari banka performansını önemli ölçüde değiştirmiştir. Fintek'e yapılan yatırım, bankanın ödeme ve takas sistemlerini, e-parayı, çevrimiçi kredilendirmeyi, büyük verileri, blok zincirini, bulut bilişimi, yapay zekayı, akıllı yatırım danışmanlığını, akıllı sözleşmeyi ve diğer alanları içermektedir. Bu alanlara yapılan büyük yatırımlar, temel bankacılık, sigorta ve ödeme süreçlerini ve toplam üretim verimliliğini dönüştürmektedir (Zuo vd., 2021, s. 1). Fintek; geleneksel bankacılık ve finans piyasası işlemlerinin yavaş, çok fazla prosedürü olan, karmaşık yapısından sıyrılarak hızlı ve optimum çözümler sunan teknolojiler sunmayı hedeflemektedir (Bilgel ve Aksoy, 2019, s. 1097).

Katı düzenlemelere ve standartlara göre denetlenen geleneksel finansal kurumların yanı sıra, genellikle Fintek olarak adlandırılan finansal hizmetlerdeki teknolojik gelişme, borç verenler ve borç alanlarla doğrudan eşleşen hızlı eşler arası borç verme sağlayan yeni trendler getirdi ve böylece politika yapıcılar ve denetçiler üzerinde daha fazla baskı oluşturdu. Fintek, tüketicilerin beklenti ve tercihlerini değiştirirken, cep telefonlarında ve diğer elektronik cihazlarda hızlı ve kolay erişilebilir hizmet bekleyen kullanıcı sayısını da artırdı (Vučinić, 2020, s. 43).

2008 küresel finansal krizinin ardından gelen katı regülasyonlar, sıkı kredi koşulları ve düşük faiz ortamı, özellikle finans sektörünün en önemli aktörü bankaların inovasyon üretme yetisinin, karlılığının ve güvenilirliğinin sorgulanmasına neden olmuştur. Aynı dönemde, iş modellerini yeni nesil teknolojiler üzerine kuran teknoloji şirketleri, tüketicileri kişiselleştirilmiş ve kolay anlaşılır ürünlere, çoklu kanal yaklaşımına, sorunsuz entegrasyona alıştırmıştır. Bu şekilde sunulan hizmetin kalitesi geleneksel bankalardan da beklenmeye başlanmış ve çok geçmeden sektör dışından gelen, regülasyonlara maruz kalmayan, yeni teknolojilerin kullanımı ile birlikte sorunlara alternatif finansal çözümler sunan Fintek'ler bankalarla rekabete başlamıştır (Cankat ve Taşseven, 2023, s. 21). Dijitalleşme sürecinde, kaynak tahsisini dinamik olarak optimize etmek, yetenekleri geliştirmek ve ticari bankanın verimliliğini sürekli iyileştirmek için bankaların dijitalleşme girdi ve çıktı performanslarını değerlendirmek ve ölçmek esastır (Zuo vd., 2021, s. 12).

Fintek firmalarının daha hızlı büyüdüğü, daha yüksek gelir elde ettiği ve yüksek başarı beklentilerine sahip olduğu söylendiğinden, geleneksel bankaların piyasada rekabet edebilmek için inovasyon hızına ayak uydurmaları gerektiği tartışılmaktadır. Genellikle bankaların Fintek şirketlerinden daha yüksek işletme maliyetlerine sahip olduğu varsayılmaktadır. Çünkü bankalar mevduat toplama şube ağları, ATM'ler, genel giderler ve sıkı düzenlemelerden kaynaklanan diğer masraflar için ödeme yapmak zorundadırlar. Ayrıca, COVID-19 salgını insanların hayatlarını daha sanal hale getirdi ve Fintek firmaları, dijital ürünlerini insanların normal hayatlarına entegre etmek için yaratılan pazar fırsatlarından yararlanmaya çalışacaktır. Böylece Fintek firmalarının, müşterilere düşük maliyetle verimli ve yenilikçi finansal hizmetler sunarak gelecekte geleneksel bankaların bugünkü konumunu sarsabilecek gibi görünmektedir (Elsaid, 2021, s. 15).

Finansal teknolojilerin tüketiciler tarafından kabulü birçok zorlukla karşı karşıyadır. Finansal teknolojiler, müşterilerinin zaman ve mesafe engeli olmaksızın istedikleri zaman finansal hizmetlere erişmelerini sağlamak için bankacılar tarafından tasarlanan elektronik tabanlı platformları içermektedir. Finansal kurumlar, bilgi teknolojisinin ilerlemesinden oldukça etkilenmektedir. E-finance, finansal ve bankayla ilgili diğer bilgileri elektronik olarak sunan, yaygın olarak sunulan bankacılık hizmetidir (Jerene ve Sharma, 2020, s. 53).

Günümüzde bankaların ve Fintek'lerin güçlerini birleştirerek iş birliği kurmaları müşteri verilerinin platformlar arasında taşınabildiği, her bir finansal ihtiyacın farklı kuruluşlardan karşılanabildiği, daha güvenli, düşük maliyetli, verimli bir bankacılığın mümkün olabileceği konusunda umut

vermektedir. Bankaların müşteri verileri, sektörel tecrübesi, kendilerine duyulan güven ve regülasyon yetkinlikleri ile Fintek'lerin esnek olması, küresel erişimi, yeni ve yaratıcı yollarla hizmet sunabilme kapasitelerinin birleşimi kurulan birlikteliklerin her iki taraf için de avantajlı olabileceği izlenimi vermektedir (Cankat ve Taşseven, 2023, s. 26-27).

Neobankalar, çevrimiçi ve mobil bankacılığı kolaylaştıran yazılımlar ve diğer teknolojiler sunan Fintek firmalarıdır. Neobanka kullanıcıları ve müstakbel müşterisi, kişisel bilgileri ile dijital ortamda sözleşme onaylayarak bankaya kayıt olurlar. Tüm bankacılık işlemleri çevrim içi yapılabilir. Neobankaların ATM'leri (Automated Teller Machine) yoktur. Ancak neobankalar ATM kullanımı için bazı bankalarla anlaşarak müşterisinin ilgili bankanın ATM'sini kullanmasını sağlarlar. Neobankalar'ın geleneksel bankacılıkla ayrıldıkları yönlerden biri kullanıcılarına havale, EFT, FAST gibi para transferleri ve kurum ödemelerinden birçok işlemi ücretsiz yapma imkânı sunmalarıdır. Müşteriler ile iletişim şeffaf ve kullanılan dil basit ve nettir. Uluslararası para transferi maliyetsizdir ve çevreye karbon ayak izi bırakmazlar. Hayat Finans ve Tom Digital Türkiye'de faaliyet gösteren neobanka örnekleridir (Keskin, 2025, s. 4).

Bigtech de yüz milyonlarca müşterisine riski az, şeffaf, esnek ve maliyeti düşük finansal hizmetler sunarak finans sektörüne hızlı bir giriş yapmıştır. Geleneksel bankalar açısından bu alışılmadık rakiplerin, regülasyonlardan etkilenmeyen ürünleri finans sisteminin tüm dengelerini sarsmaktadır. Bu nedenle finansal sistemin geleceği akademik ve profesyonel çevrelerde tartışılmaya başlanmıştır. Bazı görüşlere göre Bigtech'lerin geleneksel bankaları zorlayabilecek bir rakip olduğunu, yüksek hacimli ekosistemler yaratarak özellikle bankaları varlık yokluk mücadelesine sokacakları dile getirilmektedir. Kimi görüşe göre ise Bigtech'lerin bankalar kadar organize olmadıkları, büyük sermaye gücüne erişemedikleri, devlet koruması alamadıkları, bankaların desteğine ihtiyaç duydukları savunulmaktadır (Cankat ve Taşseven, 2023, s. 23). Bankaların sahip oldukları kaynaklar ve müşteri potansiyelleri ile finansal teknoloji şirketleri ve Google, Amazon, Facebook, Apple gibi büyük teknoloji şirketlerinin oluşturdukları ödeme sistemleri finansal teknoloji şirketlerinin müşteri odaklı yenilikçi hizmetleri oluşturmadaki başarısı bankalar ile Bigtech şirketleri arasındaki işbirliğinin gelecekte artabileceğini göstermektedir (Akin, 2020, s. 26).

BDDK, 29 Aralık 2021 tarihinde "Dijital Bankaların Faaliyet Esasları ile Servis Modeli Bankacılığı Hakkında Yönetmelik (BaaS Yönetmeliği)" yayımlamıştır. BaaS iş modeli; banka dışı şirketlerin bankacılık hizmetlerini internet siteleri aracılığı ile müşterilerine sunmasını ifade etmektedir.

Türkiye’de e-ticarette yaygın olarak kullanılan gömülü finans, kullanıcılarına müşterilerin alışverişini tamamlama esnasında kredi kartı, karekot, banka kartı, dijital cüzdan kullanımı, linkle ödeme, co-branded kartlar, şirkete özel cüzdan kullanımı, birleşik ödeme ara yüzü (Unified Payment Interface -UPI), şimdi al sonra öde (BNPL), eşit aylık taksitlendirme (EMI) ve/veya sigortacılık hizmetleri seçeneklerini sunmaktadır (Keskin, 2025, s. 5).

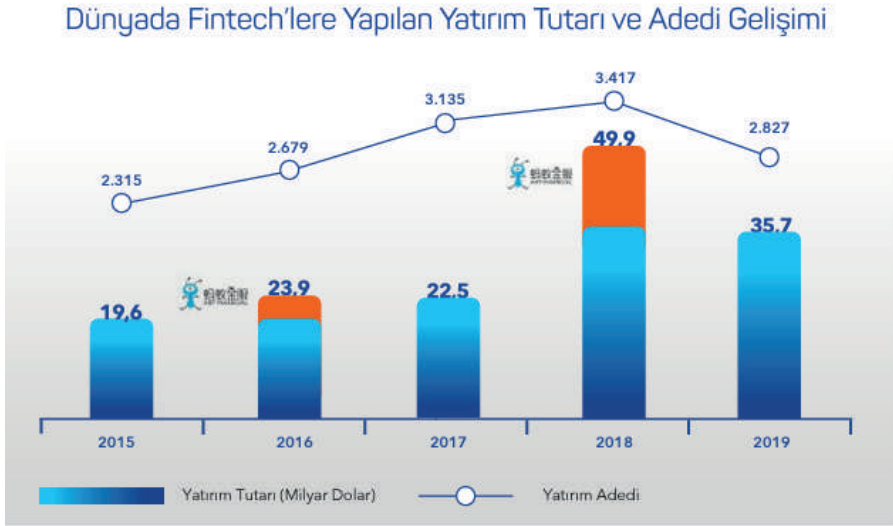
Sigorta teknoloji şirketleri, teknolojik inovasyona dayalı sigorta hizmetleri sunan Fintek şirketleridir. Sigorta teknoloji şirketleri, bir grup müşteriye birbirine bağlayan ve onları riske karşı sigortalamak için primlerini bir araya getiren eşler arası sigorta gibi yıkıcı modeller kullanır. Bazı Sigorta teknoloji şirketleri, müşterilerinin sigorta poliçelerini yapay zekanın yardımıyla özelleştirmelerine izin vermektedir. Bu şirketler, sigortayı tüketiciler için daha kullanıcı dostu ve uygun fiyatlı hale getirmiştir. Bazı şirketler, sigorta poliçelerinin mobil üzerinden satın alınmasını ve izlenmesini sağlamaktadır. Sigorta teknoloji şirketleri, geleneksel sigorta hizmetleri diğer finansal hizmetlere kıyasla nispeten yavaş gelişmiştir. Birçok müşteri, hesap güvenliği ve dolandırıcılık koruması konusundaki endişeleri nedeniyle geleneksel sigorta şirketlerine daha fazla güvenmektedir. RegTech (düzenleyici teknoloji), müşterilere uyumluluk sürecinde yardımcı olan Fintek şirketlerini ifade etmektedir. Bu şirketler, yenilikçi teknoloji kullanarak düzenlemelere veya reformlara uyumu sağlamak ve izlemek için araçlar sağlamaktadır. Bu firmalar, müşterilerin kanunlar, yönetmelikler ve uyumlulukla ilgili riskleri ele almasına ve azaltmasına yardımcı olmaktadır (Palmić vd., 2020, s. 6).

## **2.1. Finansal Teknolojilerin Dünya’da ve Türkiye’deki Gelişimi**

Bankacılıkta finansal teknoloji yeni bir kavram değildir. 1980’lerden itibaren finansal teknolojiler piyasaları kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Kurumsal vadeli işlem piyasalarının ortaya çıkışı ve finansal sözleşmelerin değişen doğası, bankaların rolünü temelden değiştirmiştir. Bununla birlikte, finansal varlıkların ticaretinin doğası değişmektedir. Fiyat keşfi artık internet üzerinden yapılabilmekte ve bu da likiditeyi merkezi pazarlardan (borsa gibi) merkezi olmayan pazarlara taşımaktadır. Bu eğilimlerin yanı sıra, geleceğin bankasının nasıl görüneceğini düşünürken, geleneksel bankalarla rekabet eden düzensiz borç verme piyasasının yapısını anlamak gerekmektedir. Borç verme piyasasının bu bölümünde, gölge bankalarda bir artış olmuştur. Gölge bankalar, geleneksel bankalardan önemli bir pazar payı almıştır. Bankaların aracılık işlevini yerine getirirler, ancak düzenleyiciler risk dönüşümleri veya kaldıraçları konusunda yalnızca kısmi gözetime sahiptir (Broby, 2021, s. 6).

Kripto para birimlerinin artan kullanım talebini karşılamak için bazı ödeme şirketleri, müşterilerin hızlı ve güvenli ödeme için dijital para birimi kullanmalarına olanak tanıyan Bitcoin ödeme hizmetleri sunmaktadır. Bu kategorideki bazı şirketler, para transferleri için de hızlı ve uygun fiyatlı dijital çözümler sunmaktadır. Bu kategorideki şirketler, melek veya risk sermayesi yatırımcılarının yol haritasındaki projelere ve girişimlere (tohum aşaması/başlangıç fonları adı verilen) fon sağlamak için dijital platformlar sağlamaktadır. Kitle fonlaması, bireylerin, işletmelerin ve kuruluşların internet üzerinden bağış veya yatırım şeklinde fon toplamasının bir yoludur. Dört tür kitle fonlaması vardır: ödüle dayalı, bağışa dayalı, sermayeye dayalı ve borç kitle fonlamasıdır. Bu kategorideki şirketler, kitle fonlaması için yatırım projesi türlerinde farklılık göstermektedir (Palmić vd., 2020, s. 5).

Şekil 1'de Dünya'da Fintek'lere yapılan yatırım tutarı ve adedi gelişimi verilmiştir. Dünyada 2015-2019 yılları arasında yatırım adedi yönünden bakıldığında en fazla yatırımın 3417 adet yatırım ve tutar olarak 49 Milyar 900 milyon USD ile 2018 yılında yapıldığı görülmektedir. En düşük yatırımın ise 2315 adet yatırım ve 19 milyar altı yüz milyon USD ile 2015 yılında yapıldığı görülmektedir.



**Şekil 1. Dünyada Finansal Teknolojilere Yapılan Yatırım Tutarı ve Adedi Gelişimi**  
(Kaynak: <https://bkm.com.tr>, Erişim Tarihi: 09.05.2024)

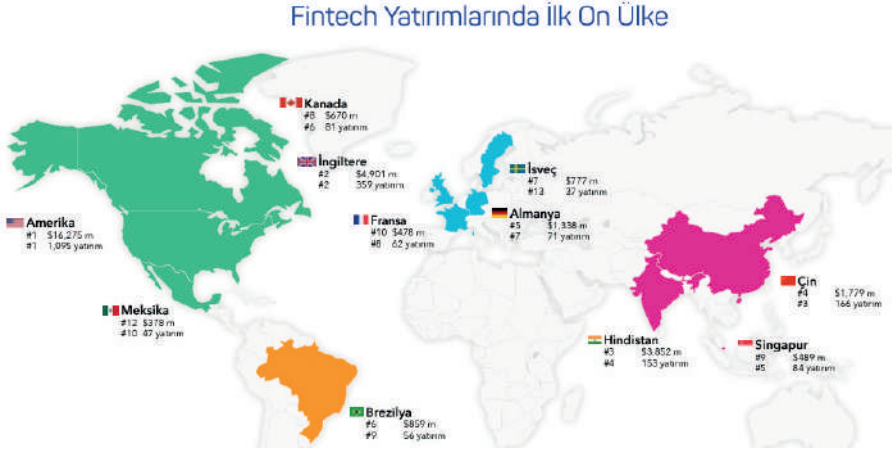
Günümüzde birçok ürün ve teknoloji alanının temelinde yapay zeka bulunabilmektedir. Bunlar arasında, müşterilere uyum sürecinde yardımcı

olan Fintek şirketlerini ifade eden RegTech (düzenleyici teknoloji) ve alternatif varlık yönetimi hizmetleri ve teknoloji etkin çözümler sunan şirketleri içeren bir Fintek alanını ifade eden servet yönetimi bulunmaktadır. Servet yönetimi Fintek, alternatif servet yönetimi hizmetleri ve teknoloji destekli çözümler sunan şirketleri içermektedir. Bunlara robo-danışmanlar, yatırım platformları ve portföy yönetimi dahildir. Servet yönetiminde en dikkate değer alt kategori robo-danışmanlardır. Robo-danışman platformları, müşterilerin risk profillerinin ve yatırım hedeflerinin analizine dayalı olarak yatırım portföylerini özelleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Robo-emeklilik, çoğunlukla emeklilik tasarruf hesaplarına odaklanmaktadır. Servet yönetimi Fintek, hisse senetleri, tahviller, döviz ve diğer varlık sınıfları gibi finansal varlıklar için takas ve/veya ticaret platformları geliştirmeye odaklanan şirketleri ifade etmektedir. Dijital aracılık, yatırımcıların hisse senetleri ve tahviller gibi varlıkların ticaretini yapması için çevrimiçi aracılık platformlarını ifade etmektedir (Palmié vd., 2020, s. 5-6).

Robo-danışmanlar insan danışmanlık hizmetlerinin yerini alan analitik zekaya dayalı otomatik platformlar olan yapay zeka sistemlerini ifade etmektedir. Bu hizmet yeniliğinin, önümüzdeki yıllarda pek çok insan işinin (özellikle mekanik, analitik, sezgisel ve empatik görevler kademeli olarak) yerini alması muhtemel olan robotik ve yapay zeka sistemlerinin genişlemesi kapsamında anlaşılması gerekmektedir. Daha kesin olarak, tüketici açısından bakıldığında, kullanıcıların geleneksel olarak bir insan çalışana atfedilen sosyal rolü oynayan yeni robotik hizmet sağlayıcılara uyum sağlaması gerekmektedir. Yakın tarihli literatür, bu ilerlemenin, şirketlerin orta vadede başarılı bir dönüşüm elde etmek için dikkatlice anlaması ve entegre etmesi gereken yıkıcı bir yeniliği temsil ettiğini belirtmektedir (Belanche vd., 2019, s. 1422). Geleneksel insan danışmanlık hizmetlerinin aksine, robo-danışmanlar ücretleri düşürmekte ve finansmana 7/24 erişim sağlamaktadır. Böylece bu otonom sistemlerin finansal danışmanlık hizmetlerinin kullanımını daha geniş bir müşteri kitlesine dağıtılması beklenmektedir. Sonuç olarak, bankalar ve diğer finans şirketleri bir rekabet avantajı kaynağı olarak robo-danışman hizmetleri başlatmışlardır. Robo-danışmanlar 2019 yılında 880.000 milyon USD'den fazla varlığı yönetmekte ve yıllık yüzde 30'un üzerinde büyümektedir (Belanche vd., 2019, s. 1412).

Şekil 2'de Finansal teknoloji yatırımlarında en çok yatırım yapan ilk on ülke verilmiştir. Fintek yatırımlarında yatırım tutarı yönünden en fazla yatırım yapan ilk on ülke sırasıyla Amerika, İngiltere, Hindistan, Çin, Almanya, Brezilya, İsveç, Kanada, Singapur, Fransa olduğu görülmektedir. Yatırım adedi yönünden bakıldığında ise en fazla sayıda yatırım yapan ilk

on ülke Amerika, İngiltere, Çin, Hindistan, Singapur, Kanada, Almanya, Fransa, Brezilya, Meksika olduğu görülmektedir.



**Şekil 2. Finansal Teknoloji Yatırımlarında En Çok Yatırım Yapan İlk On Ülke**  
(Kaynak: <https://bkm.com.tr>, Erişim Tarihi: 09.05.2024).

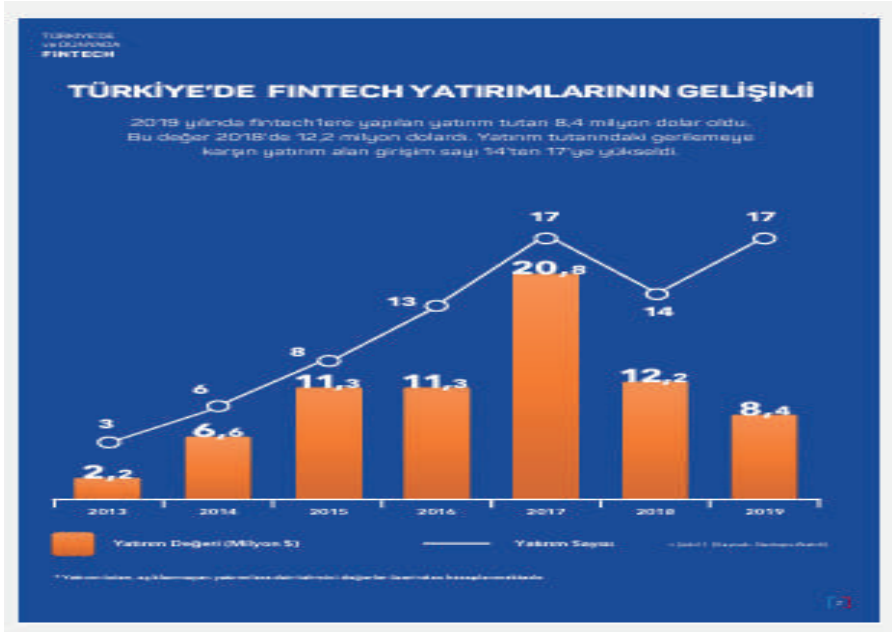
Fintek, bankaların yeşil finans ve risk yönetimi konusunda hızlı kararlar almalarını sağlamaktadır. Fintek şirketleri yeşil varlıkları dijitalleştirmek için blockchain teknolojisini kullanmaktadır. Yeşil kredilendirme, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi desteklemek için önemlidir, ancak bankaların karlılığını artıracak yenilikçi finansal teknolojiyi benimsemelerine yardımcı olarak yeşil kredilendirmeyi teşvik etmek de önemlidir (Mirza vd., 2023, s. 35). Fintek, yeni çevre dostu ürünler geliştirmede de etkilidir. Ayrıca, yeşil kitle fonlaması gibi gelişmeler, yeşil ürünlerin veya projelerin oluşturulmasını teşvik edecektir. Fintek, maliyetleri düşürerek, verimliliği artırarak, yeşil tasarrufları teşvik ederek ve toplumun tüm kesimlerine yatırım yaparak yoksulların temiz enerjiye erişmesini sağlamaktadır. İnsanlığın geleceğinin birleştirici amacı sürdürülebilir kalkındır. Yeşil finans ve çevre dostu Fintek, sürdürülebilir ekonomik kalkınma için temel itici güçlerdir. Bunlar, kirlenici enerjiye bağımlılığı azaltan teknolojik yenilikleri ve endüstriyel yeniden yapılanmayı mümkün kılmaktadır. Ülkenin ekonomik sağlığının iyi olması yeşil kredilendirme üzerinde de olumlu bir etkiye sahiptir. Bir ülkede istikrar ve ilerleme olduğunda, ekonomik büyümesi zayıf olan bir ülkeye kıyasla sürdürülebilir bir ekonomiye ulaşma olasılığının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Mirza vd., 2023, s. 38).

Akıllı telefonlar, yapay zeka (AI) ve makine öğrenimi (ML), veri analitiği, Nesnelerin İnterneti (IoT), dağıtılmış defterler (blok zinciri) ve diğer

teknolojileri kullanan Fintek'in yükselişi, finansal kurumların çalışma şeklini tamamen bozdu (Mirza vd., 2023, s. 34). Yeni Fintek oyuncularının çoğu banka olmak istememektedirler ve müşterilerden tüm finansal işlerini kısa bir zamanda devretmelerini istememektedirler. Bunun yerine hedefe yönelik (ve daha uygun) hizmetler sunmaktadırlar. Yeni dijital platformlar, müşterilerin genellikle zahmetsizce hesap açmasına ve hesap sahibi olduktan sonra tek bir tıklama ile sağlayıcılar arasında geçiş yapmasına olanak tanımaktadır (Anand ve Mantrala, 2019, s. 24). Bir yandan, Fintek'ler yeniliklerini satmak konusunda isteksizdir ve bankalar bir ürünü veya süreci organizasyonlarına tam olarak entegre etme fırsatından yoksundur. Öte yandan bankalar, pahalı ve karmaşık entegrasyon çabalarından kaçınarak hizmet sağlayıcılar olarak Fintek'lerle etkileşim kurmayı tercih etmektedir. Bu aynı zamanda, her iki tarafın da çok sayıda kuruluşla işbirliği yapmasını gerektirmektedir (Drasch vd., 2018, s. 37).

Fintek örneklerinde mobil ödeme teknolojisi, dijital bankacılık, yatırım platformları, sigorta teknolojileri, kitle fonlaması gibi alanlardan yararlanılabilir. Bu alanlara yakından bakmak gerekirse; mobil ödeme teknolojisi; Apple Pay, Google Pay; Dijital Bankacılık alanında Chime, N26; kripto para borsaları ile ilgili Coinbase, Binance; Yatırım Platformları olarak Robinhood, Wealthfront, Sigorta Teknolojileri alanında Lemonade, Root Insurance; Kitle Fonlaması alanında Kickstarter, Indiegogo; Peer-to-Peer (P2P) Krediler alanında LendingClub, Prosper; Dijital Sigorta Brokerleri alanında PolicyBazaar, CoverHound olarak örnekler verilebilir (<https://www.denizbank.com>).

Şekil 3'de Türkiye'de finansal teknoloji yatırımlarının gelişimi verilmektedir. Türkiye'de 2013-2019 yılları arasında Fintek yatırımlarının en fazla yapıldığı yıl 17 adet yatırım ve 20 milyar sekiz yüz milyon USD'lik yatırım tutarı ile 2017 yılı olarak görülmektedir. 2013-2019 yılları arasında en düşük yatırım 3 adet ve 2 milyar iki yüz milyon USD tutar ile 2013 yılı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Türkiye’de Finansal Teknolojilerin Gelişimi (Kaynak: <https://bkm.com.tr>, Erişim Tarihi: 09.05.2024)

Kullanıcılar ve bankaların etkileşiminde risk, mahremiyet, kullanışlılık, algılanan kullanım kolaylığı, kullanıcı yenilikçiliği ve devlet desteği giderek daha önemli roller oynamaktadır. Bankaların, kullanıcı tercihlerine ve hizmetin benimsenmesini etkileyen faktörlere dayalı olarak Fintek hizmet stratejilerini belirlemesi gerekmektedir. Marka imajı, devlet desteği ve kullanıcı yeniliği, Fintek hizmetlerinin benimsenmesinde önemli ölçüde olumlu etkilere sahiptir. Bu etkiler sadece doğrudan etkiler olmayıp hizmetlere duyulan güven üzerinde dolaylı etkilere de sahip olabilirken, güvenin hizmetin benimsenmesinde olumlu bir etkisi olacaktır. İkincisi, algılanan risk, Fintek hizmetlerine olan güvenleri aracılığıyla kullanıcıların tutumlarını etkileyebilir. Mekanizma, algılanan riskin güven üzerinde önemli ölçüde olumsuz bir etkiye sahip olması, güvenin ise kullanıcıları Fintek hizmetleriyle etkileşimde bulunmaya aktif olarak yönlendirmesidir. Bu, kullanıcıların Fintek hizmetlerine yönelik algıladıkları riskin, hizmetlere olan güven düzeyini azaltmada önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir (Hu vd., 2019, s. 12).

Açık bankacılık bankaların elindeki veriyi yasal gereklilikler çerçevesinde paylaşmasıdır. Avrupa Birliği’nin onayladığı PSD2’ye göre (Ödeme Hizmetleri Direktifi 2) Avrupa’daki bankalar müşteri onaylı verilerini

müşterilerine ve diğer kullanıcılara açmak zorundadırlar. Kanal bazlı açılan bu veriler Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface, API) adı verilen uygulamalarla halka açık hale gelecektir. Bu uygulamaların asıl amacı uygulamaların kendi uygulamalarında olmayan özellikleri diğer uygulamalar üzerinden kullanmasıdır. 24 Aralık 2018 tarihine kadar 428 banka API'lerini kullanıcılarına açmış durumdadır. Türkiye'de ise Garanti, Yapı Kredi, Kuveyt Türk, İş Bankası ve Denizbank API'lerinin bir kısmını açmışlardır (Bilgel ve Aksoy, 2019, s. 1100).

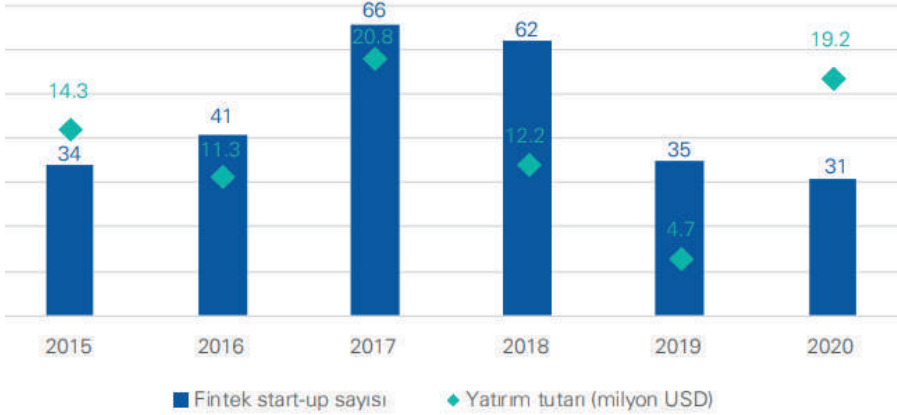
Şekil 4'de Türkiye'nin finansal teknoloji yatırım performansı verilmiştir. Ülkemizde 2011 yılında 25 anlaşma ile 30 milyon USD sermaye yatırımı yapılmışken 2021 yılı nisan ayı itibariyle 78 anlaşma ile 523 milyon USD sermaye yatırımı yapılmıştır. 523 milyon USD yatırımın 65 milyon USD'lik kısmı oyun sektörünün payıdır. Çekilen bu yatırımda en önemli pay "Getir"ın sağladığı fonlamadır. Getir hariç çekilen yatırım tutarı 95 milyon USD seviyesindedir.



Şekil 4. Türkiye'nin Finansal Teknoloji Yatırım Performansı (Kaynak: <https://assets.kpmg.com>, Erişim Tarihi: 13.04.2025)

Şekil 5'de Türkiye'de yeni Fintek yatırımları ve sermaye girişleri yer almaktadır. Ülkemizdeki start-up'lara Fintek şirketleri özelinde bakılacak olursa, 2015 yılında 34 şirket kurulmuş ve 14 milyar 300 milyon TL yatırım yapılmışken 2020 yılında 31 şirket kurulmuş 19 milyar 200 milyon TL

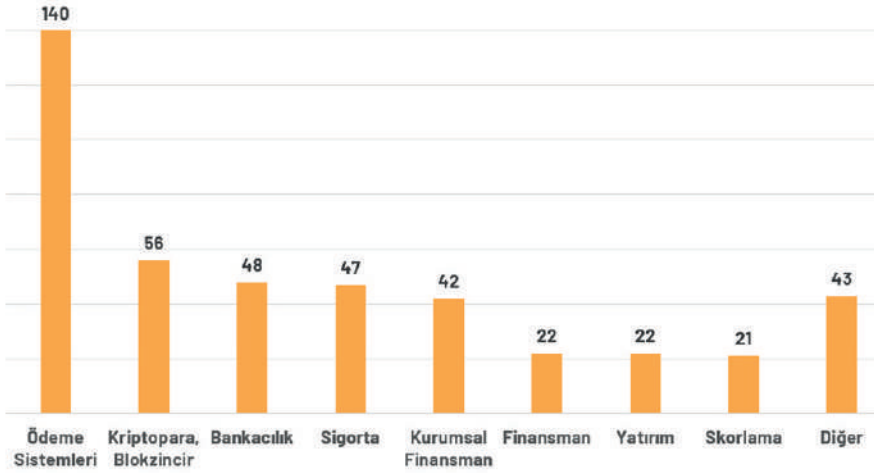
yatırım yapılmıştır. Fintek şirketlerinin en fazla kurulduğu yıl olan 2017 yılında 66 Fintek şirketi kurulmuş toplam yatırım tutarı ise 20 milyar 800 milyon TL'dir.



Şekil 5. Türkiye’de Yeni Fintek Yatırımları ve Sermaye Girişleri (Kaynak: <https://assets.kpmg.com>, Erişim Tarihi: 13.04.2025)

Bitcoin ve diğer kripto para birimleri yatırımcılardan ve medyadan büyük ilgi görmeye devam ederken, robo-danışmanlar, sigorta teknoloji şirketleri ve perakende bankacılık gibi Fintek’in diğer alanları son yıllarda daha fazla tanınmaya başlamıştır. İnternetin ve akıllı telefonların gelişmesi çevrimiçi bankacılık ve mobil ödeme yoluyla elektronik fon transferlerinin kullanımını artırmıştır. Geleneksel nakitten dijital paraya geçiş, para ve veri arasındaki çizgiyi bulanıklaştırdı. Taksi ücreti, restoran faturası ödeme gibi işlemler artık yazılım uygulamaları (apps) kullanılarak yapılabilmektedir. İnternette para transferinde gelişen teknolojiler, hükümetler kadar işletmeler için de yeni fırsatlar sunmaktadır. Yeni teknolojiler ayrıca uluslararası dijital ticaret için daha uygun yöntemler sunmakta, yeni ve sürekli genişleyen bir mobil iş gücü yaratmaktadır (Palmié vd., 2020, s. 4).

Şekil 6’da Türkiye Fintek ekosistemi - şirket sayıları / sektörel dağılımı verilmiştir. Ülkemizde, Mart 2021 itibarıyla var olan 441 Fintek şirketinin %80’inden fazlası varlığını sürdürmektedir. Kurulan şirketlerin faaliyet alanlarına bakıldığında ise 2017-2019 döneminde 140 şirket ile ödeme sistemleri, 56 şirketin kriptopara blokzincir, 48 şirketin bankacılık, 47 şirketin sigortacılık, 42 şirketin kurumsal finansman, 22 şirketin finansman, 22 şirketin yatırım ve 21 şirketin skorlama şirketi olarak kurulduğu görülmektedir.



Şekil 6. Türkiye Fintek Ekosistemi - Şirket Sayıları / Sektörel Dağılım (Kaynak: <https://assets.kpmg.com>, Erişim Tarihi: 13.04.2025).

## 2.2. Finansal Teknolojilerin Bankacılık Sektörü Üzerindeki Etkilerine Yönelik Tartışmalar

Yüksek düzeyde yaratıcı zeka gerektiren mesleklerin, önümüzdeki on yılda yerini akıllı makinelerle bırakma olasılığı henüz düşük bir ihtimal olarak görülmektedir. Fintek'in kalıcı hale gelmesi, başta teknolojik olarak müdahale etmek ve rekabet yaratmak olmak üzere birçok alanda reformu zorlayacağı kesindir. Bu şekilde, geleneksel olarak bankacılık sektörü için hayati önem taşıyan ticari faaliyetlerin tehdit edildiğini savunan bir görüş vardır. Kesin olan, zaman içinde gelişmeleri takip eden, teknolojiye ve insan kaynağına önemli sermaye yatıran şirketlerin, diğer şirketlere göre karşılaştırmalı üstünlük sağlayacak dijital dönüşüme hazır olacaktır (Basdekis vd., 2022, s. 172). Finansal teknoloji, bankacılık sektörünü aracısızlaştırma yeteneğine sahiptir. Bunun yol açacağı rekabetçi baskılar, geleceğin bankalarını şekillendirecektir. Özetle süreç finansal teknolojinin bankalara meydan okuduğu bir düzeye evrildi. Bankacılık, bu tür teknolojilerdeki değişiklikler nedeniyle hızla dönüşmektedir (Broby, 2021, s. 4).

Fintek'lerin yıkıcı yenilikleri nedeniyle finansal hizmetler sektöründeki hızlı geçişler, bankacılık ve finansal hizmetler ortamını büyük ölçüde değiştirmektedir. Bir ekonominin uzun süredir devam eden güç merkezleri olan geleneksel bankalar kısa bir süre içinde yok olmanın eşiğine gelmiş gibi görünüyor. Bununla birlikte, daha yakından bakıldığında bankaların bazı sağlam varlıklarının yanı sıra müşterileriyle çok sayıda güvence dayalı bağı

olduğunu ve durumlarının teknoloji basınından gelen raporların belirttiği kadar vahim olmadığını göstermektedir. Özellikle, büyük bankalar önemli bir varlık müşteri tabanlarının bankalarına onlarca yıllık bağlılığa dayalı olarak güvenen birçok sadık müşteriye sahiplerdir. Fintek'lerin hizmetleri ile bankaların hizmetleri açısından memnuniyet farkı devam ederse, bu geleneksel bankaların ülkelerin ekonomilerini yönlendiren temel kurumsal motorlar olarak var olan rolünün, konumunun yer değiştirmesine ve sona ermesine yol açabilecektir. Bu nedenle geleneksel müşteri tabanlarının büyük varlıklarına ve finansal kaynaklarına sahip olmalarına rağmen gelecekte hayatta kalmaları ve büyümeleri için uygun stratejik tepkileri, karşı koymak veya avantaj elde etmek için atılacak adımları/aksiyonları anlamak önemlidir (Anand ve Mantrala, 2019, s. 29).

Müşteriler, özellikle yeni nesiller, her zaman ve her yerden erişilebilen hızlı, kolay ulaşılabilir finansal hizmet aramaktadırlar. Bununla ilgili olarak, geleneksel finansal hizmet yöntemlerini kullanmak yerine elektronik ödemeleri, mobil bankacılığı, Fintek kredilerini veya diğer DLT (Dağıtılmış Defter Ağları) tabanlı ürün ve hizmetleri kullanma olasılıkları daha yüksektir. Fintek kredileri, BigTech'ler ve üçüncü taraf sağlayıcıların Fintek'in piyasa yapısını etkileyebileceği ve dolayısıyla finansal istikrarı etkileyebileceği kabul edilmektedir. Fintek kredileri, çok büyük olmaları durumunda finansal istikrarı tehlikeye atabilir. Şu ana kadar Fintek kredileri piyasası, finansal istikrarsızlığa yol açacak kadar önemli bir pazar olmamakla birlikte, yükseliş trendinin yakından takip edilmesi gerekmektedir. BigTech şirketlerinin finansal hizmetler dünyasına daha fazla girişi, güçlü sonuçlar doğurabilir ve geleneksel finansal hizmet sağlayıcılarının faaliyetlerini potansiyel olarak tehdit edebilir. BigTech'ler, güçlü teknolojik gelişmeleri ve büyük veri erişimleri nedeniyle yeni pazarlara nispeten daha kolay girmektedir. Fintek, piyasa oyuncularına ve müşterilere fırsatlar ve faydalar sağlarken aynı zamanda yeterince değerlendirilmesi ve yönetilmesi gereken riskleri de beraberinde getirmektedir. Fintek, mikro ve makroekonomik riskler açısından finansal istikrarı tehdit edebilir. Bu bağlamda, uluslararası ve ulusal kuruluşlar, potansiyel riskleri değerlendirirken ve düzenleyici çerçeveler oluştururken Fintek'i dikkate almalıdırlar (Vučinić, 2020, s. 63). Fintek firmalarının yerleşik finansal kurumlarından daha verimli hizmetler sağlayıp sağlamadığı sorusu hala ortada durmakta ve ampirik olarak keşfedilmeye değerdir. Ayrıca, Fintek'lerin nihayetinde düzenleme ile ele alınması gereken yeni sistematik riskler oluşturup oluşturmayacağı da açık bir sorudur (Haddad ve Hornuf, 2019, s. 95).

Fintek girişimlerinin yanı sıra, yerleşik teknoloji firmaları ve modern ekosistemler son zamanlarda finansal hizmetler sunmaya başladılar ve hızla

yerleşik finansal kuruluşlara rakip olabilirler. Boyutları ve müşterilere erişimleri göz önüne alındığında, teknoloji şirketlerinden ve büyük ekosistemlerden gelen tehdit, Fintek girişimlerinden kaynaklanan rekabetten bile daha şiddetli olabilir (Haddad ve Hornuf, 2019, s. 96). Büyük teknoloji firmaları Amazon Pay, WhatsApp Pay, Apple Pay, Google Pay, Ali Pay ile özel ödeme seçenekleri sunması sonucu bankalar da kendilerini geliştirmek zorunda kalmıştır. Büyük teknoloji firmaları müşterilere çok daha rahat ulaşarak sunacakları yeni ve kolay seçeneklerle bankaların etkinliğini azaltıp finans sektörünün yeni söz sahibi olmaya çalışmaktadırlar. Techfin adı verilen bu şirketlerin sundukları hizmetler ise cüzdan uygulamalarıyla insanların artık yanlarında nakit para, kredi veya debit kartları bulunmadan sadece telefonlarıyla bütün ödeme, para transferleri ve parayla yapılabilecek her türlü işlemi hızlı ve kolay bir şekilde yapabilmeleridir. Fintek'ler ve bankaların ortak veya ayrı çalışmalarının yanı sıra tekfinlerin ortaya çıkmasıyla bankacılık dijitalleşme yolunda önemli adımlar atmaya başladı (Bilgel ve Aksoy, 2019, s. 1099).

BigTech platformları kuşatma stratejilerini kullanarak geleneksel bankaları marjinalleştirmeyi ve bankacılığı tekelleştirmeyi başarır, rekabet ve finansal istikrar risk altına girebilir. BigTech platformlarının orta ve uzun vadede perakende bankacılıkta rekabeti teşvik edip etmeyeceği ve tüketici refahını artırıp artırmayacağı belirsizdir. Bu, geleneksel bankaların sadık ve oldukça kârlı müşteri tabanlarını koruma, veri korumayla ilgili bilgi avantajlarından ve itibarından yararlanma ve/veya müşterilerinin cari hesaplarıyla ürünleri bir araya getirme becerilerine bağlı olacaktır. Bunu başarırlarsa bu durum insanların geleneksel bankalardan uzaklaşmasına veya en azından işlerini Büyük Teknoloji platformlarına taşımasına engel olabilir. Büyük Teknoloji firmalarının girişinin rekabetçi etkisi, bankacılık sektörüne girmeyi seçen Büyük Teknoloji platformları arasındaki rekabetin gücüne de bağlı olacaktır (Mano ve Padilla, 2019, s. 521).

Büyük Teknoloji platformları piyasaya girerken genellikle mevcut düzenleyici çerçevenin kapsamı dışında kalırlar. Müşteriler ve finansal kurumlar arasında yalnızca araç işlevi görmekte ve finansal kurumlar için geçerli olan yasalara tabi değildirler. Büyük Teknoloji firmaları, piyasa bütünlüğünü koruyan müşteri/yatırımcı koruma kurallarına tabi olmayabilir veya finansal araçlar arasındaki karşılıklı bağlantı düzeyini sınırlayan veya kontrol eden ve dolayısıyla sistematik risk oluşumunu önleyen önlemlere tabi olmayabilir (Mano ve Padilla, 2019, s. 521). Bankalar ve Fintek'ler arasındaki ittifakların bankaların güvenlik riskleri üzerinde sonuçları olabilirken, Fintek'ler dolaylı olarak bir bankacılık lisansına erişim elde etmektedirler. Bu iki husus politika yapıcılar için ilginçtir. Dijital dönüşüm çeşitli ekonomilerde ve sektörlerdeki gelişmeleri giderek hızlandırdığından, benzer olguların diğer sektörleri de

benzer şekilde şekillendirmesi muhtemeldir (Drasch vd., 2018, s. 36). Fintek devriminin örnekleri, yeni dijital danışmanlık ve ticaret sistemini, kripto para birimlerini, blok zincirini, sermaye kitle fonlamasını, yapay zekayı, makine öğrenimini, eşler arası borç verme ve mobil ödeme sistemini ve dijital nakit transfer hizmetlerini içermektedir. Finansal hizmetler sektörü, pazardaki rekabet gücünü ve uzun ömürlülüğünü korumak için zorunlu olarak dijital dönüşüme uyum sağlamaktadır. Ancak, geliştiriciler ve şirketler arasında ortaya çıkan asıl sorun siber güvenlik tehditleridir (Panjwani ve Shili, 2020, s. 350).

Mali yasa gerekliliklerini ihlal etse de, mali düzenlemenin uygulanamaması, Büyük Teknoloji platformlarına istenmeyen teşvikler ve fırsatlar sağlamaktadır. Bu ve diğer nedenlerden dolayı, yerleşik şirketler ile BigTech'e giriş yapanlar arasındaki "düzenleyici boşluğu" kapatmanın zamanı gelmiş olabilir. Örneğin, bir Büyük Teknoloji platformunun müşterileri için potansiyel borçluları veya borçlu portföylerini seçme konusunda takdir yetkisi varsa, bunlar portföy yöneticileri olarak düzenlenmelidir. Platform, üçüncü taraf bir ödeme hizmeti sağlayıcısına başvurmadan ödeme hizmetleri sağladığında, ödeme hizmeti yönetmeliğine tâbi olmalıdır. Son olarak, platformlar ürünleri için ikincil pazarlar geliştiriyor ve ticarete konu olan ve olmayan menkul kıymetler ihraç ediyorsa, menkul kıymet düzenlemesine tâbi olmalıdır. Deneyimler, düzenleyici kararların bir endüstri gençken ve geri alınması zorken uzun süreli bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, Büyük Teknoloji platformlarının girişinin perakende finansal piyasalar üzerindeki potansiyel olumsuz etkisini erkenden ele almak ve bunun inovasyon ve rekabet üzerindeki olumlu etkisini en üst düzeye çıkarmak için doğru düzenleyici çerçevenin belirlenmesi önemlidir. Hiçbir şey yapılmazsa, potansiyel sistematik risk gözlemlenmemiş ve azaltılmamış olur. Bu durumda riskler kontrolsüz bir şekilde birikebilir ve uzun vadeli bakıldığında, bir sonraki küresel mali kriz yetkili finans kurumlarından ziyade Büyük Teknoloji platformlarından gelebilir (Mano ve Padilla, 2019, s. 522).

Tahvil, hazine bonusu ve hisse senetlerinin servet yönetimi için robo-danışmanları görevlendirmek, müşterileri finansal riske maruz bırakabilir. Fintek'ler, robo-danışmanların algoritmik başarısızlığından kaynaklanan herhangi bir kayıp için ciddi sorumluluklar almak zorunda kalabilir. Üst düzey bankalar tarafından türev ürünlerin hatalı satışından kaynaklanan son davalar ve bir dizi anlaşma Fintek'lerin robo-danışmanların hatalı yatırım tavsiyelerinden kaynaklanan sorumluluktan muaf olmayacağını göstermektedir. Genel olarak, Fintek'lerin firmanın teknoloji yönetimine ek olarak risk yönetimine odaklanması çok önemlidir (Lee ve Shin, 2018, s. 45).

Dindar insanların bankalarına karşı güçlü bir bağlılıkları vardır ve kullanılan teknolojilerden bağımsız olarak banka faaliyetlerine odaklanırlar. Rakipler tarafından sağlanan daha düşük maliyetli, etkili hizmetler, bankaların mali gücünü zayıflatabilir ve müşterilerin mevduatlarını azaltabilir. Fintek firmalarının geleneksel bankacılık hizmetlerinin yerine geçebileceği ve bunun banka performansı üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği muhtemeldir. Ancak, İslami banka (IB) müşterileri yalnızca banka hizmetlerine değil, ahlak ve banka faaliyetleri gibi diğer yönler de odaklanır. Bu nedenle, bankalar Fintek firmalarının büyümesinden etkilense de, bu büyümenin İslami banka IB'ler üzerinde daha az etkisi olabilir (Almulla ve Aljughaiman, 2021, s. 7).

Tüm sosyal medya platformları zengin veri havuzlarıdır. Bu tür platformlar, bir şeyler alıp satmak için kullanılır ve bu da ödeme gerektirir. Bazı platformlar, bankaları aracı olarak devre dışı bırakarak kendi dijital ödemelerini (örneğin eski adıyla Libra olan Facebook'un Diem'i) geliştirmişlerdir. Bunlar geleceğin bankalarıyla doğrudan rekabet edecektir. Bunun (1) para arzı, (2) geleneksel bankaların pazar payı ve (3) ödeme sağlayıcılarının sunduğu hizmetler üzerinde etkileri olacaktır. Tartışıldığı gibi, aracılığın doğası değişmektedir ve bunun risk fiyatlaması üzerinde etkileri vardır. Faiz oranlarının bankacılıktaki rolü daha fazla gözden geçirilmelidir. Kripto para birimlerine dayalı merkezi olmayan bir dünyada, merkez bankaları para arzı üzerinde aynı kontrole sahip değildir. Bu durum, paranın miktar teorisinin ve likidite tercih teorisinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir (Broby, 2021, s. 16).

### 3. BLOKZİNCİR

Blokzincir teknolojisi, finansal tablo denetimlerini ve finansal raporlamayı gerçek zamanlı olarak şeffaf hale getirebilen ve güncelliğini yitirmiş bilgileri kaldırabilen, kriptografi ile korunan dağıtılmış bir defter sistemi kullanarak yıkıcı yenilikler sunmaktadır. Blokzincir işlemleri bir kriptografik protokol kullanmaktadır. Blokzincir sistemleri, işlem hızını önemli ölçüde artırabilmektedir. Blokzincir, çok zaman alan, pahalı ve işlem başarısızlık oranları yüksek olan birden çok defterin, aracının ve işlemlerin kullanımını ortadan kaldırmaktadır. Kripto para birimleri kullanan dağıtılmış defter ağları, daha hızlı sınır ötesi işlem takasını garanti etmektedir. Bankalar müşterilerine bir Blokzincir ağı üzerinde veya aracılığıyla birden fazla finansal varlığı kademeli olarak değiştirme seçeneği sunabilir. Bankacılıkta Blokzincir, gelişmiş bankacılık sistemleri aracılığıyla müşterilere daha hızlı ödeme yapılmasına yardımcı olabilir. Son yıllarda, küresel bankacılık endüstrisi eşler arası borç verme, eşler arası sigorta, gerçek zamanlı ödemeler, sınır ötesi ödemeler, ticaret finansmanı, denetim, uyum raporlaması ve temel

bankacılık çözümleri gibi finansal hizmetlerde Blokzincir teknolojilerinin benimsenmesiyle ilgili deneyler yapmaktadır (Kumari ve Devi, 2022, s. 4).

Finans sektörünün daha önce sunduğu ürün ve hizmetler maliyetli ve verimsiz olarak değerlendiriliyordu. Sonuç olarak, büyük bir dönüşüm gerekliydi. Blokzincir, insanların sosyal ilişkiler ve kredi birikimi olmadan birbirlerine güvenmelerini sağlayan çapraz zamanlı bir konsensüs mekanizmasını temsil etmektedir. Blokzincir teknolojisi, altta yatan sorunları çözmek için çok fazla çalışma ihtiyacı olmasına rağmen, finansal piyasaların etkinliğini ve güvenliğini artırma gücüne sahiptir. Kuşkusuz Blokzincir, gelecekte toplumumuzun finansal ve ticari altyapısını değiştirebilecek çok rekabetçi ve “hayal gücü yüksek” bir teknoloji olabilir (Chang vd., 2020, s. 10).

Blokzincir teknolojisi, alıcılar ve satıcılar da dahil olmak üzere hisse senedi tacirlerinin üçüncü bir taraf olmadan doğrudan etkileşim kurmasına olanak tanımaktadır. Tüm işlemler neredeyse anında kaydedilebilir. Bu nedenle, finans endüstrisi, finansal işlemleri düzene sokma ve müşterilere hizmetleri sunma konusundaki potansiyel uygulamaları nedeniyle Blokzincir’in geliştirilmesine büyük ilgi göstermiştir (Palmić vd., 2020, s. 5).

Dünya çapındaki düzenleyiciler, finansal faaliyetler konusunda sürekli olarak giderek artan katı kurallar uygulamaktadır. Bununla birlikte gerçekler daha katı düzenlemelerin finans dünyasını daha güvenli bir yer yapmadığını bunun yerine özellikle gelişmekte olan ekonomiler için uluslararası ticareti ve ekonomik büyümeyi engellediğini göstermiştir. Katı düzenlemelerin mi uygulanması gerektiği yoksa politika yapıcılarının, halkın doğrudan dahil olması ve etkili finansal araçlarla kendi kararlarını vermesi için özgürlük ve şeffaflığın daha fazla artmasını teşvik edip etmeyeceği tartışmalı olmaya devam etmektedir. Sahada yapılan araştırmalar, Blokzincir’in yalnızca bankacılık sisteminin doğasında ciddi değişiklikler yaratmadığını, aynı zamanda potansiyel olarak tüm ekonomiyi yeniden şekillendirebileceğini göstermiştir (Nguyen, 2016, s. 51).

#### 4. KRIPTO PARALAR

Kripto para birimi, güvenli işlemleri etkinleştirmek ve varlıkların transferini doğrulamak için kriptografi kullanan bir tür dijital varlıktır. Blokzincir şirketleri, Blokzincir teknolojisini geliştirir ve uygularken, kripto para birimi şirketleri, kripto para birimlerinin ticareti ve depolanması gibi ürün ve hizmetler sağlamaktadır. Bu kategorideki şirketler geniş bir hizmet yelpazesi sunmaktadır. Kripto para madenciliği şirketleri, kripto para madenciliği yapmak için donanım, yazılım ve diğer hizmetleri geliştirmeye

odaklanmaktadır. Bu alandaki büyük bir şirket grubu, kripto para birimleri için ticaret platformları sağlayarak döviz ticaretine odaklanmaktadır. Bu platformlar normalde kullanıcılarının kripto para birimlerini fiat parayla değiştirmesine izin vermektedir. Bazı şirketler cüzdan hizmetlerinde faaliyet göstermektedir; kripto para birimleri veya kripto para depolama ve transfer hizmetleri için yazılım cüzdanları sağlamaktadırlar. Bu kategorideki diğer bir grup, eşler arası (P2P) pazar platformları veya borç verme platformları sağlayan şirketlerden oluşmaktadır. Bu alandaki şirketlere örnek olarak LocalBitcoins, Prasos ve Coinia Wallet verilebilir. İnovasyon açısından en önemli İsviçre Blokzincir ve kripto para şirketleri arasında Ethereum, Xapo, Monetas, iProtus, Metaco, Bitcoin Suisse AG, Bitfinitum, Bity, SwissMine ve CryptoCash yer almaktadır (Palmié vd., 2020, s. 4).

Kripto para birimleri için dijital bir cüzdan bir bankanın hemen hemen aynı depolama ve iletim işlevlerini yerine getirmektedir ve kripto para birimleri ödeme için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu arada bazı ülkelerde (örneğin İsveç'te) mağazalar nakit ödemeyi reddetme hakkına sahiptir ve işlemlerin çoğu kart bazlıdır. Kredi ve banka kartlarına geçiş ve dijital paranın kripto-grafik olarak korunabileceği çifte harcama sorununun çözülmesi, gelecekte kağıt paranın değiştirilebileceği ihtimalini doğurmuştur. Bunun bir CBDC (Merkez Bankası Dijital Parası) veya merkezi olmayan dijital teklifle değiştirilip değiştirilemeyeceği, bankaların uyum sağlama gerekliliği açısından ikincil öneme sahiptir. İster kripto para birimleri ister CBDC'ler barındırıyor olsun, bankaların alternatif ödeme ve para transferi teknolojilerine odaklanmaları tavsiye edilmektedir. Merkez bankalarının da uyum sağlaması gerekmektedir. Aracısızlaştırmayı sınırlamak için çıkardıkları dijital para birimlerinin ekonomik tasarımı bankalar için erişime, banka politika oranına göre faiz ödemesine, bankacılık limitlerine ve banka mevduatlarıyla dönüştürülebilirliğe odaklanmasını sağlamaları gerekmektedir. Tüm bu gelişmelerin, özellikle fon sağlama, mevduatların güvenli bir şekilde saklanması ve dijital para biriminin geleneksel itibari para ile nasıl etkileşime girdiği konusunda bankalar üzerinde etkileri vardır (Broby, 2021, s. 11).

Gelecekte dijital finansın kapsamı hakkında daha fazla bilgi, kripto varlıklarıdır. Belki bir gün kripto varlıkları, finansal kapsayıcılığa katkıda bulunan dijital finansın bir parçası olarak kabul edilir, çünkü kripto varlıklar iddiaya göre çok etkili ve verimli bir ödeme aracıdır. Birkaç gelişmiş ülkede gayri resmi bir ödeme aracı haline geldi, ancak kripto varlıkların para birimi mi yoksa emtia mı olduğu hala tartışılmaktadır (Risman vd., 2021, s. 1980).

## SONUÇ

Bankaların teknoloji yatırımları, Fintek'in kullanılmasına ve geliştirilmesine yol açabilmektedir. Bu durumun sonucunda banka işlem verimliliğinde, üretim verimliliğinde ve yönetim verimliliğinde iyileşme sağlanmaktadır. Teknolojik gelişmeler bankaları daha rekabetçi bir duruma getirmiştir. Son yıllarda dijital teknolojideki gelişmeler bankacılığın doğasını değiştirmiştir. Bankalar günümüzde mobil teknoloji üzerinden de hizmet dağıtmaktadır. Bunda uzun vadeli ve düşük faiz oranlarının da etkisi vardır. İnternet, finansal hizmet sağlayıcıların rollerini yerine getirme şeklini ve bankacılığın doğasını kökten değiştirmektedir. Sonuç olarak, değişen dijital ortamda rekabet edebilmek için bankaların uyum sağlaması gerekmektedir.

Dünyada finansal teknolojilere 2015-2019 yılları arasında yatırım adedi yönünden bakıldığında en fazla yatırım 3417 adet ve tutar olarak 49 Milyar 900 milyon USD ile 2018 yılında yapılmıştır. En düşük yatırım ise 2315 adet ve tutar olarak 19 milyar altı yüz milyon USD ile 2015 yılında yapılmıştır. Fintek yatırımlarında yatırım tutarı yönünden en fazla yatırım yapan ilk on ülke sırasıyla Amerika, İngiltere, Hindistan, Çin, Almanya, Brezilya, İsveç, Kanada, Singapur ve Fransa'dır. Yatırım adedi yönünden bakıldığında ise en fazla sayıda yatırım yapan ilk on ülke Amerika, İngiltere, Çin, Hindistan, Singapur, Kanada, Almanya, Fransa, Brezilya, Meksika'dır.

Türkiye'de 2013-2019 yılları arasında Fintek yatırımlarının en fazla yapıldığı yıl 17 adet yatırım ve 20 milyar sekiz yüz milyon USD'lık yatırım tutarı ile 2017 yılıdır. 2013-2019 yılları arasında en düşük yatırım 3 adet ve 2 milyar iki yüz milyon USD tutar ile 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde Fintek yatırımlarında 2011 yılında 25 anlaşma ile 30 milyon USD sermaye yatırımı yapılmışken 2021 yılı nisan ayı itibariyle 78 anlaşma ile 523 milyon USD sermaye yatırımı yapılmıştır. 523 milyon USD yatırımın 65 milyon USD'lık kısmı oyun sektörünün payıdır. Çekilen bu yatırımda en önemli pay "Getir"ın sağladığı fonlamadır. Getir hariç çekilen yatırım tutarı 95 milyon USD seviyesindedir.

Ülkemizdeki start-up'lara Fintek şirketleri özelinde bakılacak olursa, 2015 yılında 34 şirket kurulmuş ve 14 milyar 300 milyon TL yatırım yapılmışken 2020 yılında 31 şirket kurulmuş 19 milyar 200 milyon TL yatırım yapılmıştır. Fintek şirketlerinin en fazla kurulduğu yıl olan 2017 yılında 66 Fintek şirketi kurulmuş toplam yatırım tutarı ise 20 milyar 800 milyon TL'dir. Ülkemizde, Mart 2021 itibarıyla var olan 441 Fintek şirketinin %80'inden fazlası varlığını sürdürmektedir. Kurulan şirketlerin faaliyet alanlarına bakıldığında ise 2017-2019 döneminde ödeme sistemleri alanında 140 şirket, kriptopara blokzincir alanında 56 şirket, bankacılık

alanında 48 şirket, sigortacılık alanında 47 şirket, kurumsal finansman alanında 42 şirket, finansman alanında 22 şirket, yatırım alanında 22 şirket ve skorlama alanında 21 şirket kurulmuştur.

Blok zinciri teknolojisini tek başına veya küçük gruplar halinde benimseyen bankalar olsa da, şu anda dünya çapında bankacılık alanında Blokzincir ile bankacılığın çeşitli yönlerine yönelik kapsamlı araştırma ve geliştirme ihtiyacı bulunmaktadır. Geleceğin araştırmacılarının, Blokzincir ve Fintek çözümlerini desteklemek için çeşitli sektörlerde kripto para birimleri ile ilgili kaynakları toplayarak dijital bankacılık hizmetlerinde Blokzincir teknolojisinin ve Fintek'in benimsenmesindeki hataları düzeltmesi gerekmektedir.

Gelecekteki çalışmalar, Blokzincir'in başarılı bir şekilde benimsenmesiyle ilgili teknolojik, organizasyonel ve insan faktörlerine odaklanan ve Blokzincir'in farklı türde ticari faaliyetlere ve hizmetlere hizmet etmesine izin veren Blokzincir benimseme çerçevesinin geliştirilmesine odaklanabilir. Ayrıca COVID-19 sonrası dönemde Blokzincir benimsenmesini nasıl en üst düzeye çıkarılacağı araştırılabilir, işletmeler ve bireyler için stratejiler ve en iyi uygulamalar önerilebilir.

## Kaynakça

- Akın, F. (2020). Dijital Dönüşümün Bankacılık Sektörü Üzerindeki Etkileri. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 15-27.
- Almulla Dur, Abdullah A. Aljughaiman & Vassilios Papavassiliou (2021). Does Financial Technology Matter? Evidence From an Alternative Banking System, *Cogent Economics & Finance, Taylor & Francis Journals*, 9(1), 1-21, <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1934978>
- Anand, D., & Mantrala, M. (2019). Responding to Disruptive Business Model Innovations: The Case of Traditional Banks Facing Fintek Entrants. *Journal of Banking and Financial Technology*, 3, 19-31, <https://doi.org/10.1007/s42786-018-00004-4>.
- Basdekis, C., Christopoulos, A., Katsampoxakis, I., & Vlachou, A. (2022). Fintek's Rapid Growth and its Effect on The Banking Sector. *Journal of Banking and Financial Technology*, 6, 159-176, <https://doi.org/10.1007/s42786-022-00045-w>.
- Belanche, D., Casaló, L. V., & Flavián, C. (2019). Artificial Intelligence in Fintek: Understanding Robo-Advisors Adoption Among Customers. *Industrial Management & Data Systems*, 119(7), 1411-1430, <https://doi.org/10.1108/IMDS-08-2018-0368>.
- Bilgel, D., & Aksoy, B. (2019). Finansal Teknoloji Şirketleri ve Geleceğin Bankacılığı: Açık Bankacılık. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 1097-1105, <https://doi.org/10.31590/cjosat.646196>.
- Broby, D. (2021). Financial Technology and the Future of Banking. *Financial Innovation*, 7(47), 1-19, <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00264-y>.
- Cankat, F., & Taşseven, Ö. (2023). Finteklere Yapılan Yatırımın Bankaların Hisse Senedi Getirileri Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 45(1), 21-46, <https://doi.org/10.14780/muiibd.1317201>.
- Chang, V., Baudier, P., Hui Zhangc, Q. X., Zhang, J., & Arami, M. (2020). How Blockchain can Impact Financial Services – The Overview, Challenges and Recommendations from Expert Interviewees. *Technological Forecasting & Social Change*, 158, 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166>.
- Drasch, B. J. & Schweizer, A. & Urbach, N., (2018). Integrating the ‘Troublemakers’: A Taxonomy for Cooperation Between Banks and Finteks, *Journal of Economics and Business, Elsevier*, vol. 100(C), 26-42.
- Elsaid, H. M. (2021). A Review of Literature Directions Regarding the Impact of Fintek Firms on the Banking Industry, *Qualitative Research in Financial Markets, Emerald Group Publishing Limited*, 15(5), 693-711.
- Fintek Nedir?, <https://www.denizbank.com>, (Erişim Tarihi 07.05.2024)

- Fintek sektörel Bakış, <https://assets.kpmg.com>, (Erişim Tarihi: 13.04.2025)
- Haddad, C., & Hornuf, L. (2019). The Emergence of the Global Fintek Market: Economic and Technological Determinants. *Small Bus Econ*, 53, 81-105, <https://doi.org/10.1007/s11187-018-9991-x>.
- Hu, Z., Ding, S., Li, S., Chen, L., & Yang, S. (2019). Adoption Intention of Fintek Services for Bank Users: An Empirical Examination with an Extended Technology Acceptance Model. *Symmetry*, 11(340), 1-16, <https://doi.org/10.3390/sym11030340>.
- Jerene, W., & Sharma, D. (2020). The Adoption of Financial Technology in Ethiopia: A Study of Bank Customers Perspective. *Journal of Banking and Financial Technology*, 4, 53-63, <https://doi.org/10.1007/s42786-020-00015-0>.
- Keskin, M. (2025). Finansal Teknoloji: Neo Bankacılık ve Gömülü Finans. *Ban-kacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 12(1), 1-13, DOI: <https://doi.org/10.55026/jobaf.1526668>.
- Kumari, A., & Devi, N. C. (2022). The Impact of Fintek and Blockchain Technologies on Banking and Financial Services. *Technology Innovation Management Review*, 12(1/2), 1-11.
- Lee In, Yong Jae Shin, Fintek: Ecosystem, Business Models, Investment Decisions, and Challenges, *Business Horizons*, 61(1), 2018, 35-46.
- Mano, M. d., & Padilla, J. (2019). Big Tech Banking. *Journal of Competition Law & Economics*, 14(4), 494-526, <https://doi.org/10.1093/joclec/nhz003>.
- Mirza, N., Umar, M., Afzal, A., & Firdousi, S. F. (2023). The Role of Fintek in Promoting Green Finance, and Profitability: Evidence from The Banking Sector in the Euro Zone. *Economic Analysis and Policy*, 78, 33-40, <https://doi.org/10.1016/j.cap.2023.02.001>.
- Nguyen, Q. K. (2016). Blockchain – A Financial Technology for Future Sustainable Development. 3rd International Conference on Green Technology and Sustainable Development (s. 51-54). Ho Chi Minh City, Vietnam: *3rd International Conference on Green Technology and Sustainable Development*.
- Palmić, M., Wincent, J., Parida, V., & Caglar, U. (2020). The Evolution of The Financial Technology Ecosystem: An Introduction and Agenda for Future Research on Disruptive Innovations in Ecosystems. *Technological Forecasting & Social Change*, 151, 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119779>.
- Panjwani, K., & Shili, N. (2020). The Impact of Fintek on Development of Islamic Banking Sector in the Contemporary World. *Saudi Journal of Economics and Finance*, 346-350, <https://doi.org/10.36348/sjef.2020.v04i07.006>.

- Risman, A., Mulyana, B., Silvatika, B. ve Sulaeman, A. (2021). The Effect of Digital Finance on Financial Stability. *Management Science Letters*, 11(7), 1979- 1984.
- Türkiye’de ve Dünyada Fintek, <https://bkm.com.tr>, (Erişim Tarihi: 09.05.2024)
- Vučinić, M. (2020). Fintek and Financial Stability Potential Influence of Fintek on Financial Stability, Risks and Benefits. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 2, 43-66, <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2020-0013>.
- Zuo, L., Strauss, J., & Zuo, L. (2021). The Digitalization Transformation of Commercial Banks and its Impact on Sustainable Efficiency Improvements through Investment in Science and Technology. *Sustainability*, 13, 1-17, <https://doi.org/10.3390/su131911028>.



## Dünyada ve Türkiye’de Fintech<sup>1</sup>

Ahmet Mesut Büyüksarıkulak<sup>2</sup>

Bilge Afşar<sup>3</sup>

### Özet

Hızlı teknolojik gelişme hayatın her alanını etkilediği gibi finans sektörünü de etkilemektedir. Özellikle son yıllarda ortaya çıkan dijital dönüşüm bu etkiyi hızlandırarak, sektöre yeni oyuncuların girmesine neden olmuştur. Bu oyunculara kısaca FinTek adı verilmektedir. Ortaya çıkmaya başladıkları andan itibaren önem kazanmaya başlayan FinTek’lere gerçekleştirilen yatırımlar ve sayıları hızla artış göstermektedir. Bu çalışmanın amacı finansal sektörün önemli bir paydaşı olan FinTek’lerin dünyadaki ve Türkiye’deki toplam yatırım tutarlarını, anlaşma sayılarını, dikeylerin durumunu, bölgelere göre durumunu grafiklerle ortaya koymak ve yorumlamaktır. Sonuç olarak dünyada FinTek’lere yönelik yatırım tutarı 2021 yılında en yüksek seviyeye ulaşmış, takip eden yıllarda ise azalış göstermiştir. Dünyadaki ekonomik ve siyasi sorunlar bu durumun nedeni olarak görülmektedir. Türkiye’de ise 2023 yılına kadar istikrarlı bir artış olmakla birlikte, 2023 yılında oldukça azalan yatırım tutarı 2024 yılında tekrar artış göstererek en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Dikeyler arasında hem dünyada hem de Türkiye’de ödemeler diğerlerinin oldukça önündedir. Bölgeler itibarıyla yatırım tutarına baktığımız ise Amerika bölgesinin en fazla yatırım aldığı görülmektedir.

- 1 Bu çalışma Prof. Dr. Bilge AFŞAR danışmanlığında KTO Karatay Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü bünyesinde Öğr. Gör. Dr. Ahmet Mesut BÜYÜKSARIKULAK tarafından hazırlanan “Bireysel kullanıcıların açık bankacılık uygulamalarına yönelik eğilimlerinin incelenmesi” başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.
- 2 Öğr. Gör. Dr., Selçuk Üniversitesi, mbuyksarikulak@selcuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8729-9612>
- 3 Prof. Dr., KTO Karatay Üniversitesi, bilge.afsar@karatay.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2891-7617>

## 1. FinTek Kavramı, Ortaya Çıkışı, Finans Sektörü ile İlişkisi

Dijital dönüşümün hızla gelişmesi ile kullanımı hızla artan ve finansal sistemde önemli bir aktör olması beklenen FinTek’lerin literatürde birçok farklı tanımı bulunmaktadır. FinTek kelimesi, finans ve teknoloji kelimelerinin birleşmesi ile meydana gelmektedir. FinTek meydana gelen teknolojik gelişmenin finansal hizmetlere uygulanması ile beraber işletmelerin ve bireylerin finansal işlemlerini daha kolay ve daha hızlı yapabilmeleri için kullanılan yazılım, uygulama, iş modelleri ve süreçleri şeklinde tanımlanabilir. (Mearian, 2017). Schueffel (2016, s. 45) tarafından gerçekleştirilen tanımda ise FinTek, finansal faaliyetlerde iyileşme sağlayabilmek için teknolojiyi kullanan yeni finans sektörü olarak tanımlarken. Başka bir tanımda ise Fintek, başta internet olmak üzere dijital teknolojiler kullanılarak geleneksel finans hizmet anlayışını yenilikçi bir yaklaşımla değiştiren, finansal hizmetlerin tüketicilere sunulmasını kolaylaştıran hizmetlerdir. (Gimpel vd. 2018, s. 3). Bu tanımlar geniş bir çerçevede ele alındığında finans, teknoloji ve inovasyon FinTek’i açıklamak için kullanılan temel kavramlardır.

Teknolojik gelişmeler her dönemde finans ve bankacılık sektörü tarafından hızlı bir şekilde benimsenerek; ürün ve hizmetlere hızlı bir şekilde uygulanmıştır. Buna örnek olarak ATM, mobil ve internet bankacılığı örnek gösterilebilir. FinTek kavramı 2008 finansal krizi ile popüler olmaya başlamıştır. Finansal kriz sonrası meydana gelen gelişmeler sistem üzerinde baskıları artırması ile FinTek’ler önem kazanmış ve yayılması hızlanmıştır. Krizin etkisini azaltabilmek için alınan tedbirler bazı müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamada güçlükler yaşanmasına sebep olmuştur. Ayrıca küresel kriz ile bankalara güven azalmış, müşterilerin istek ve tercihlerinde değişiklikler meydana gelmiş, bankaların inovasyon alanında yavaşlamaları, finansal ürün ve hizmetlerin gelişiminde bir durağanlık meydana gelmiştir. Bu durağanlığın ve meydana gelen yeni ihtiyaçların karşılanması teknolojileri iyi kullanabilen, esnek ve hızlı hizmet sağlayan FinTek’ler ile mümkün olmaya başlamıştır (Candemir, 2020, s. 85; Cankat ve Taşseven, 2023, s. 22-23). Dolayısıyla 2008 küresel kriz sonrası dönem FinTek’ler için dönüm noktası olmakta, adete bir altın çağ olarak tanımlanmaktadır (Alt vd., 2018; Khotinskay, 2019, s. 227).

Takip eden süreçte FinTek’lere olan talep hızla artmış ve yayılımı hızlanmıştır. Bu durumun başlıca sebepleri arasında teknolojiye doğan nüfusun artması ile mobil cihaz kullanım sayısının artması, demografik özellikler, genç neslin bankaların kendilerine sundukları ile yetinmeyip, daha kişisel ürün ve hizmet talep etmeleri sayılabilir (Schindler, 2017, s. 12).

Literatürde FinTek'lerin daha çok yararları üzerinde çalışmalar olsa da muhtemel olumsuzluklarından da bahsedilmektedir. Bu olumsuzluklardan ilki FinTek'ler ile dijital para kullanımının artması sonucunda parasal aktarım mekanizmalarının zarar görme olasılığıdır. Bu durum para politikasının etkinliğini azaltacaktır (Lee ve Teo, 2015, s. 13). İkinci olarak henüz FinTek'ler için yeterli düzenleme ve denetleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmemesidir. Bu durum finansal sorunlara neden olabilir (Kömürçüoğlu ve Akyazı, 2020, s. 42-43).

FinTek'ler finansal sistemi radikal bir şekilde etkilemiştir. Finansal sistemin merkezinde yer alan ve geleneksel finansal kurumlar olarak ifade edilen kurumlar yıllar boyunca bankalar olmuştur. Ancak FinTek'lerin ortaya çıkması ile bireylerin finansal işlemlerini bankalar aracılığıyla gerçekleştirme zorunluluğu ortadan kalkmış, dolayısıyla bankalar müşteri kaybetme riski ile karşı karşıya kalmaya başlamışlardır (Cankat ve Taşseven, 2023, s. 26). Dolayısıyla bankalar ile FinTek'ler arasında yoğun bir rekabet ortaya çıkmaya başlamış ve birbirlerinin rakibi olarak kabul edilmelerine neden olmuştur. Bu rekabette bankaların avantajı sadık müşteri portföyüne sahip olmaları, müşteriler hakkında oldukça fazla bilgi sahibi olmaları, güvenilirliklerinin daha fazla olması ve risk yönetimi gibi alanlarda tecrübe sahibi olmalarıdır. Buna karşılık FinTek'lerin avantajları yenilikçi teknolojileri kullanarak, finansal hizmetleri hızlı ve düşük maliyetle sunabilmeleridir. Buna karşılık FinTek'lerin bankalar karşısındaki dezavantajı bankalar gibi organize olamamaları ve sermayeye ulaşmakta zorluklar yaşamalarıdır (Lee ve Shin, 2018). Ancak literatürde avantajlarının farklı olması nedeniyle rakip olmaktansa oluşturacakları iş birliği ile sektöre değer katabileceği yönünde görüşlerde vardır. Bu durum kullanıcılar için oldukça faydalı olacaktır (Çağlar, 2020, s. 37). Nitekim danışmanlık firması Ernst ve Young (2017) hazırlamış olduğu raporda bankalar ile FinTek'lerin iş birliği içinde çalışma konusunda istekli olmadıkça, inovasyonun ortaya çıkardığı avantajlardan yararlanabilmelerinin mümkün olmayacağı ifade edilmektedir.

FinTek'ler ölçek ekonomilerinden yararlanmak, bireylerin güvenliğini kazanmak, yeterli sermayeye ulaşabilmek ve uzmanlaşmak için bankalar ile iş birliği yapmaya istekli görünmektedir (Capgemini, LinkedIn ve Efma 2018, s. 41).

## 2. FinTek İş Modelleri

FinTek'lerin faaliyet gösterdikleri alanların çok farklı olması, yeni teknolojilerin ortaya çıkması ile devamlı olarak gelişip değişme göstermeleri standart bir sınıflandırma yapmayı güçleştirmektedir. Bu sebepten

politika yapıcılar, bilim adamları, danışmanlık şirketlerinin farklı şekilde sınıflandırdıkları görülmektedir. Lee ve Shin (2018) tarafından yapılan sınıflandırmada FinTek’ler ödemeler, kitlesel fonlama, sigorta, varlık yönetimi ve sermaye piyasası iş modelleri şeklindedir.

Akıllı cihazlar vasıtasıyla ödeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi ödemeler iş modeli olarak tanımlanmaktadır (Chen vd., 2019, s. 2067). Bu iş modeli ile ödeme işlemleri daha hızlı ve daha düşük maliyetle gerçekleştirilebilecektir (Lee ve Shin, 2018, s. 38). Mobil dijital cüzdanlar, kişiden kişiye (P2P) mobil ödemeler, havale ve döviz işlemleri, dijital para birimi ve gerçek zamanlı ödemeler FinTek’lerin ödemeler sektörüne sundukları hizmetlerdir.

FinTek’ler için geçerli olan ikinci iş modeli kitlesel fonlamadır. Kitlesel fonlama, fon temin etmekte zorlanan ve çeşitli projeleri olan bireylerin fon ihtiyaçlarını temin etmek üzere internet aracılığıyla fon toplamalarına imkan sağlayan iş modelidir (Mollick, 2014, s. 2). Bu sayede fon ihtiyacı olanlar karmaşık ve zahmetli olan fon temini sürecini yaşamadan kolaylıkla fon toplayabilmektedir (Zhao vd., 2017). Yani bu iş modelinde FinTek’ler fon ihtiyacı olanlarla, yatırım yapmak isteyen tarafları bir araya getirmektedir.

Üçüncü iş modeli sigorta iş modelidir. Bu modelde sigorta şirketleri ile müşteriler arasında FinTek’ler aracılık görevi görmektedir. Müşteri portföyünün gelişmesi ve bireylerin ihtiyaç duydukları ürünlerin geliştirilmesinde ve verilerin analiz edilmesi ile risk hesaplamada FinTek’ler önemli görevler üstlenmektedir (Lee ve Shin, 2018, s. 40).

Varlık yönetimi iş modeli FinTek’lerin sundukları dördüncü iş modelidir. Bu modelde FinTek’ler yapay zeka tabanlı robo danışmanlar kullanarak bireylere yatırım tavsiyeleri vermekte, portföy oluşturmalarına yardımcı olmaktadır (Bjerknes ve Vukovic, 2017).

FinTek’ler tarafından sunulan son iş modeli ise sermaye piyasası iş modelidir. Bu iş modelinde hisse senedi veya emtia alım ve satım emirlerini yatırımcılar FinTek’ler aracılığıyla verebilmektedir. Ayrıca yatırımcılar yine FinTek’ler aracılığıyla bilgi paylaşımında bulunabilmektedir (Lee, 2016, s. 39-40).

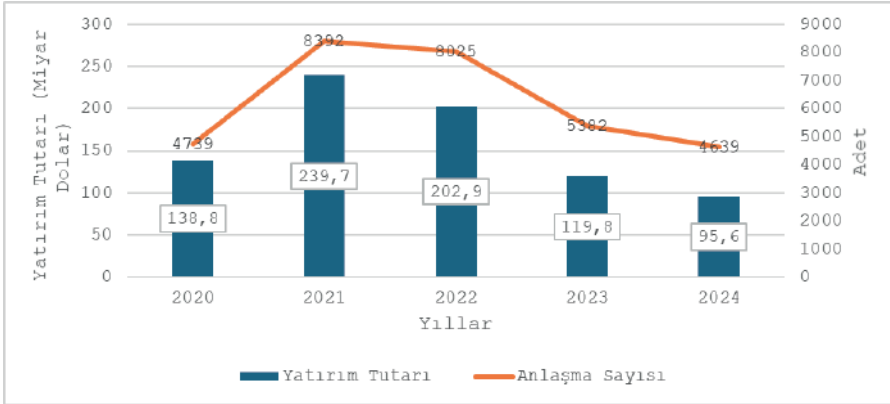
FinTek’ler tarafından yukarıda sayılan iş modellerinin zamanla genişlemesi, çeşitlenmesi, bireylerin ve firmaların ihtiyaçlarına uygun olarak yeni iş modellerinin ortaya çıkması muhtemeldir.

### 3. Dünyada ve Türkiye’de FinTek’lerin Gelişimi

#### 3.1. FinTek’lerin Dünyada Gelişimi

FinTek’lerin dünya üzerinde gelişimi ülkelere ve bölgelere farklılık göstermektedir. Genel olarak bakıldığında gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan ülkelere göre daha hızlı geliştikleri, daha fazla sayıda FinTek’in faaliyet gösterdiği görülmektedir. Bu durumun sebepleri arasında ekonomik kalkınmanın ve makroekonomik istikrarın sağlanmış olması, bankacılık ve sermaye piyasalarının gelişimini tamamlamış olması, dijital hizmetlere yönelik düzenlemelerin gerçekleştirilmiş olması sayılabilir (Didier vd., 2021).

FinTek sektörünün gelişimini ve mevcut durumunu ortaya koyan çeşitli raporlar çeşitli zamanlarda danışmanlık firmaları ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayınlanmaktadır. Bunlardan biri de denetim ve danışmanlık şirketi olan KPMG tarafında her altı ayda bir yayınlanan “Pulse of Fintech” isimli bir rapordur. Hazırlanan son rapora göre dünyada toplam FinTek yatırım tutarı ve anlaşma sayıları Şekil 1’de gösterilmektedir.

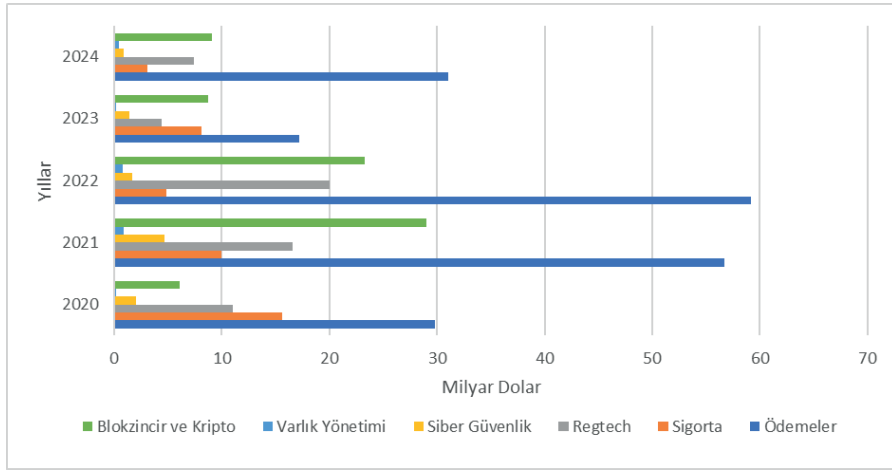


Şekil 1. Yıllara Göre Dünyada Toplam FinTek Yatırım Tutarı ve Anlaşma Sayısı

Kaynak: KPMG, Pulse of Fintech H2 24

Şekil 1’de görüldüğü gibi FinTek yatırım tutarı ve anlaşma sayısı 2021 yılında maksimum seviye ulaştıktan sonra takip eden yıllarda düşüş kaydetmiştir. Özellikle 2023 yılında keskin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2024 yılında da düşüş devam etmiş ve 95,6 milyar dolar yatırım tutarına toplam 4639 anlaşma sayısı ile ulaşmıştır.

Hazırlanan raporda FinTek dikeylerine (iş modellerine) göre yatırım tutarları da yer almaktadır. Dikeylerin yıllar itibarıyla aldıkları yatırım tutarları Şekil 2’de gösterilmektedir. Dikeyler arasında her yıl en fazla yatırım ödemeler dikeyinde gerçekleşmiştir. Ödemelerde 2023 yılında ciddi bir düşüş meydana gelmiştir. Sigorta dikeyinde yatırım tutarları ise oldukça istikrarsızdır. 2022 yılında yarı yarıya azalan yatırım tutarı 2023 yılında neredeyse %100 artmış, takip eden yılda ise yarıdan daha fazla düşüş göstermiştir. RegTech ve varlık yönetimi dikeylerinde yatırım tutarının gelişimi de ödemelere benzemektedir. Siber güvenlikte ise yıllar boyunca azalma vardır. Blokzincir ve Kripto ise her yılda en fazla yatırım alan ikinci dikeydir. Bu dikeyde de azalma söz konusu ise de 2024 yılında az miktarda toparlanma görülmektedir.

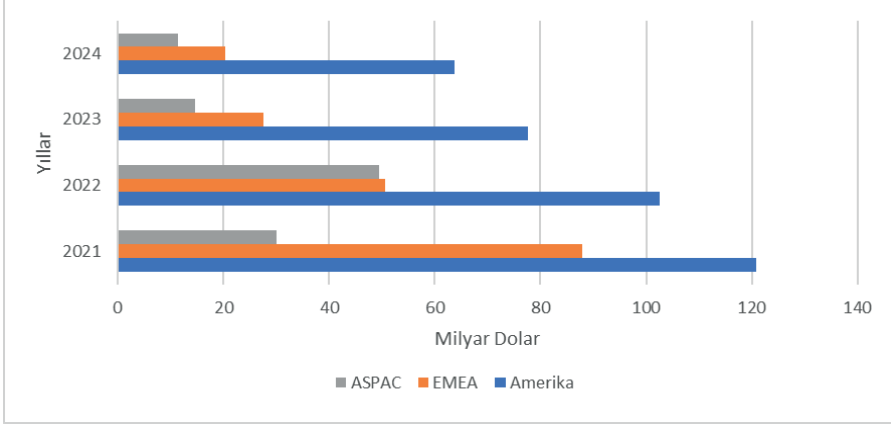


**Şekil 2. Dünyada FinTek Dikeylerinin Aldıkları Yatırım Tutarları**

**Kaynak: KPMG, Pulse of Fintech H2 24**

FinTek yatırımları dünyanın farklı bölgelerinde farklı miktarlarda yatırım almaktadır. KPMG tarafından hazırlanan rapor dünyayı Amerika (Kuzey ve Güney Amerika), EMEA (Avrupa-Orta Doğu-Afrika) ve ASPAC (Asya-Pasifik) olarak üç bölgeye ayrılarak, bu bölgelerin aldıkları yatırım tutarlarına da yer vermektedir. Şekil 3 görülmekte olduğu gibi en fazla yatırım alan bölge Amerika’dır. Bölgenin aldığı yatırım tutarı yıllar boyunca azalmaktadır. İkinci sırada yer alan EMEA bölgesi de Amerika ile aynı durumu göstermektedir. Son sırada yer alan ASPAC bölgesi diğer bölgelerden farklı olarak 2022 yılında yatırım tutarı artış göstermesine rağmen takip eden 2023 yılında büyük bir düşüş olmuş ve düşüş 2024 yılında da devam etmiştir. 2024 yılında Amerika bölgesinde en fazla yatırım alan ülkeler ABD, Kanada,

Arjantin ve Meksika olurken, EMEA bölgesinin aldığı yatırımların neredeyse yarısı İngiltere tarafından alınmıştır. ASPAC bölgesinde ise en fazla yatırım alan ülkeler Hindistan, Avustralya, Çin ve Japonya şeklinde sıralanmaktadır (KPMG, Pulse of Fintech H2 2024).



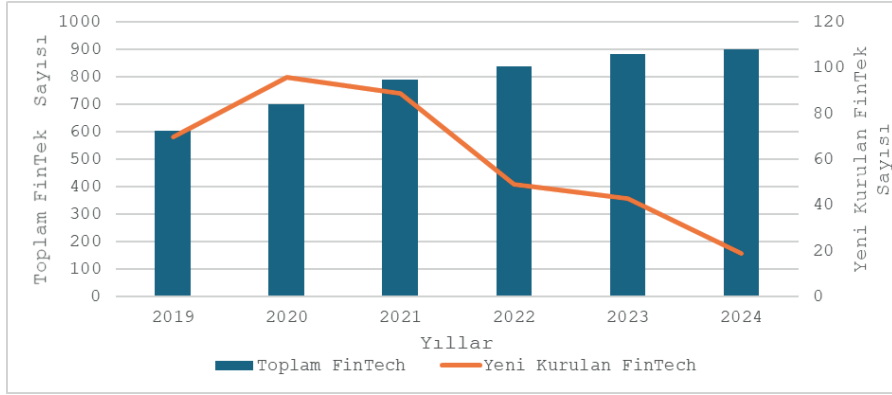
*Şekil 3. Bölgelere göre FinTek yatırımları*

*Kaynak: KPMG, Pulse of Fintech H2 24*

### 3.2. FinTek’lerin Türkiye’de Gelişimi

Türkiye gibi ekonomisi geçiş döneminde olan ülkeler için FinTek’ler bankacılık hizmetlerine yeterince erişim olanağı bulamayan nüfus ve KOBİ’ler için önemli finansal destekler sunmaktadır. Türkiye FinTek sektörüne geç girebilmesine rağmen gerekli teşviklerin uygulanması, jeopolitik durumunun yarattığı avantajlar, genç bir nüfusun ve dinamik bir girişimci ekosisteminin varlığı, teknolojik entegrasyonun oldukça güçlü olması, yeniliğe olan ilginin artarak devam etmesi ve gelişmekte olan bir ülke olmasından dolayı aradaki farkı hızla kapatabilmiş ve bu alanda hızlı bir gelişim gösterebilmiştir (Genç ve Küçükoğlu, 2020; Onay, vd., 2024, s. 4-9). Bu hızlı gelişimin önemli sebeplerinden biri de yöneticilerin sektörün önemini hızlı bir şekilde kavramaları, gerekli yasal düzenlemeleri yapmaları ve 2018 yılında Cumhurbaşkanlığı’na bağlı olarak kurulan “Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi”dir.” Ofisin görevlerinden biri de FinTek’lerin gelişmesi için gerekli çalışmaları yapmaktır. Bu doğrultuda çalışmalar yapan ofis ayrıca belli zamanlarda rapor yayınlarak Türkiye’deki FinTek’lerin mevcut durumu hakkında da topluma bilgiler sunmaktadır. “Türkiye Fintek Ekosistemi Durum Raporu 2024’e göre Türkiye’de 731 aktif, 170’i pasif olmak üzere toplam 901 adet FinTek bulunmaktadır. Yıllar itibarıyla Türkiye’deki

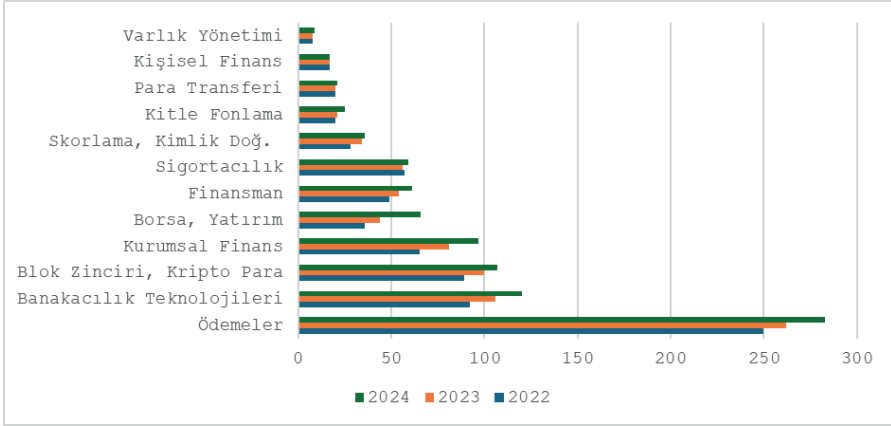
toplam FinTek sayıları ve ilgili yılda faaliyete başlayan FinTek sayıları Şekil 4’te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi 2020 yılında kurulan yeni FinTek sayısı 2019 yılına göre artış göstermiş, ancak takip eden yıllarda bu sayı giderek azalmıştır. Geçmiş yıllarda yeni kurulan FinTek’lerin ödemeler, blok zinciri ve bankacılık teknolojileri alanında olduğu görülürken, 2024 yılında kurulan FinTek’lerin borsa yatırımı, bankacılık teknolojileri ve finans alanında ağırlık kazandığı raporda belirtilmektedir (Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi, 2024).



**Şekil 4. Türkiye’de Toplam FinTek ve Yeni Kurulan FinTek Sayılarının Gelişimi**

**Kaynak: CBFO, Türkiye FinTek Genel Görünümü, 2024**

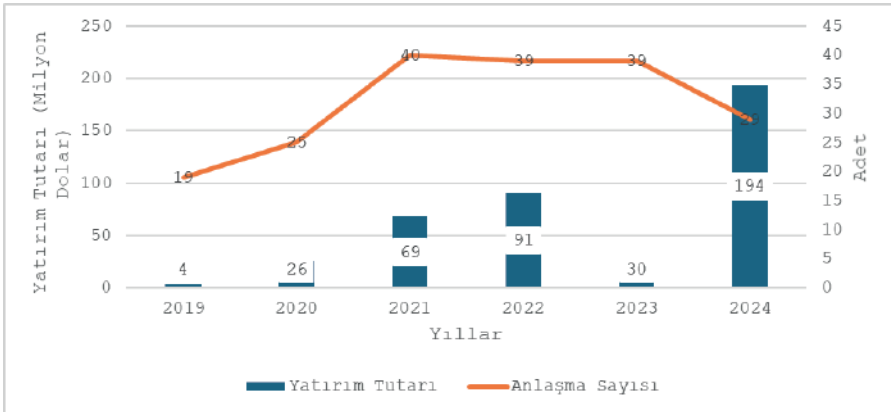
Şekil 5 Türkiye’de dikeylere göre faaliyet gösteren FinTek sayılarını göstermektedir. Kişisel finansal yönetim hariç diğer tüm dikeylerde yıllar itibarıyla artış görülmektedir. En fazla faaliyet gösterilen dikey ödemelerdir. Ödemeleri sırasıyla bankacılık teknolojileri, blok zinciri-kripto para ve kurumsal finans takip ederken, borsa yatırım dikeyinin 2024 yılında ciddi miktarda artış gösterdiği görülmektedir. Varlık yönetimi dikeyi tüm yıllarda son sıradadır. Raporda FinTek dikeylerinin bu gelişiminin gelecek yıllarda açık bankacılık, dijital bankacılık, hizmet bankacılığı ve dijital para gibi alanlarda ilerleme potansiyeli taşıdığı belirtilmektedir (Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi, 2024).



Şekil 5. Türkiye’de Dikeylere Göre FinTek Sayıları

Kaynak: CBFO, Türkiye FinTek Genel Görünümü, 2024

Şekil 6 Türkiye’de FinTek’lere gerçekleştirilen yatırım tutarını ve anlaşma sayılarını göstermektedir. 2019 yılından 2023 yılına kadar yatırım tutarları artış gösterirken, 2023 yılında oldukça azalmış ancak 2024 yılında ciddi miktarda artış göstererek tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu durum sektöre ilginin hızla arttığı ve girişimcilerin ilgili FinTek alanlarına yatırım yapma konusunda istekli oldukları şeklinde ifade edilmektedir (Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi, 2024). Anlaşma sayısı ise 2021 yılında artıktan sonra yatay bir seyir izlemiş, 2024 yılında ise azalmıştır. Şekilde dikkat çekici olan 2023 yılında yatırım tutarı oldukça azalırken anlaşma sayısının azalmaması ve 2024 yılında yatırım tutarı önemli miktarda artarken, anlaşma sayısının azalmasıdır.



Şekil 6. Türkiye’de Yıllara Göre FinTek Yatırım Tutarı ve Anlaşma Sayısı

Kaynak: CBFO, Türkiye FinTek Genel Görünümü, 2024

Ayrıca KPMG Türkiye tarafından hazırlanan “Türkiye FinTek Araştırması 2024” isimli rapor Türkiye FinTek ekosisteminin mevcut durumunu kapsamlı bir şekilde analiz edilerek, sektörün karşılaşılabileceği fırsat ve riskleri sunmayı, ayrıca yatırımcılar ve düzenleyiciler için öngörü oluşturmayı amaçlamaktadır. 43 FinTek şirketinin katılımı ile hazırlanan rapor çeşitli sonuçlar sunmaktadır. Bunlarda biri yerli FinTek’lerin en büyük pazarı %40 ile Batı Avrupa olurken, bunu %23 ile Orta Doğu, %19 ile Doğu Avrupa takip etmektedir. Bir diğer sonuç ise çalışmaya katılan FinTek’lerin %33’ünde 100 den fazla çalışanını bulunması ve büyük ölçekli şirket olarak değerlendirilmesidir. %16’sında 50-99 arasında çalışan bulunurken, %30 küçük veya orta büyüklükte işletme olarak değerlendirilerek 10 ila 49 kişi arasında çalışanı bulunmaktadır. Ayrıca çalışmaya katılan şirketlerin %67’si gelecekte iş gücünde önemli oranda artış beklerken; orta ölçekli artış bekleyen şirket oranı %28’dir. Bu sonuçlar FinTek’lerin Türkiye’de aktif olarak büyüme aşamasında olduğunu göstermektedir. Rapora göre FinTek şirketleri Türkiye’de özellikle ödemeler, açık bankacılık ve yapay zeka destekli finansal çözümler alanında büyük bir ivme yakalamış durumdadır (Onay vd., 2024, s.9).

## Sonuç

Finans sektörü her zaman teknolojiyi yoğun bir şekilde kullanmıştır. 2008 küresel krizi sonrasında ivme kazanan FinTek’ler son yıllarda ortaya çıkan dijital dönüşüm teknolojileri ile günümüzde finans sektörünün önemli aktörlerinden biri haline gelmiştir. Finansal işlemleri kolay, hızlı ve düşük maliyetle gerçekleştirme imkanı sunan FinTek’lerle ilgili ülkelerde yasal düzenlemeler yapılmakta, bu sayede güven artırılmaya çalışmaktadır. Bu sayede kullanıcıların benimseme ve kullanımları da hızla artmaktadır. Son yıllarda FinTek’ler üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda artış göstermekte; bir çok kurum ve kuruluş raporlar hazırlayarak sektörün durumu ve geleceği hakkında çalışmalar yapmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada dünyada ve Türkiye’de FinTek sektörünün son yıllardaki gelişimi grafiklerle ele alınmıştır.

Dünyada ve Türkiye’de FinTek’lerin aldıkları yatırım tutarlarının gelişimi farklılık göstermektedir. Dünyada yatırımlar 2021 yılında zirveyi gördükten sonra düşüş eğilimi göstermeye başlarken; Türkiye’de zirve 2022 yılında görülmüş daha sonra düşüş göstereceği 2024 yılında 2023 yılına göre altı kattan fazla yatırım olarak tarihin en yüksek yatırım tutarına ulaşmıştır. Dünyada anlaşma sayısı da yatırım tutarı ile paralellik gösterirken, Türkiye’de anlaşma sayısı yatay seyretmiş 2024 yılında ise bir önceki yıla göre düşüş göstermiştir. Dünyadaki yatırım tutarlarında gerçekleşen bu düşüşün sebebi jeopolitik çatışmalar ve gerginlikler, makroekonomik zorluklar, dünyada çok sayıda seçimin gerçekleşmesi gösterilmektedir. Ancak

faiz oranlarının düşmeye başlaması, küresel olarak seçimlerin tamamlanması ile belirsizliklerde meydana gelen azalma sebebiyle 2025 yılında FinTek pazarının toparlanacağı yönünde bir iyimserlikte hakimdir (KPMG, Pulse of Fintech H2, 2024, s. 5-7).

ABD başkanı Trump tarafından bir çok ülkeye yönelik gümrük vergilerin artırılmasının FinTek sektöründe 2025 yılında oluşması beklenen iyimserliği azaltabilir. Bu etkinin büyüklüğünün nasıl olacağı merak edilmektedir.

Türkiye’de ise özellikle 2024 yılında yatırım tutarının artarken anlaşma sayısının ve yeni kurulan FinTek sayısının gittikçe azalması dikkat çekici görünmektedir. Bu durum az sayıda anlaşmanın yüksek yatırım aldığını ve Türkiye’de FinTek sektörüne ilginin olduğunu bir göstergesidir. Türkiye’deki bu olumlu gelişmelere rağmen dünya FinTek pazarındaki payının hala son derece sınırlı olduğunu söylenebilir.

FinTek dikeylerine göre gerçekleştirilen yatırım tutarlarına baktığımızda ise dünya dalgalı bir seyir olduğu görülürken; Türkiye’de neredeyse tüm dikeylerde yıllar itibarıyla yatırım tutarlarında artış söz konusudur. Tüm yıllarda dünyada ve Türkiye’de en fazla yatırım alan dikey ödemeler iken, en az yatırım alan dikey varlık yönetimi olmuştur.

Dünyada en fazla FinTek yatırımı alan bölgeler Amerika, EMEA ve ASPAC şeklinde sıralanmaktadır. Çok tabidirki dünya üzerinde her ülkede veya bölgede FinTek’ler aynı hızla gelişim göstermemektedir. Bu durumun nedenleri arasında kişi başına düşen gelir, ülkelerin kalkınma düzeyleri, demografik özellikler, makroekonomik istikrar, finansal gelişmişlik düzeyi, yasal düzenlemeler ve denetime ilişkin düzenlemeler gösterilebilir (Didier vd., 2021). Ele alınan üç bölge içerisinde sadece ASPAC bölgesinde 2022 yılında yatırım artışı gerçekleşmiş ve EMEA bölgesini neredeyse yakalamıştır. Diğer bölgelerde ve yıllarda dünyada düşen yatırım tutarlarının bir sonucu olarak bölgelerde de yatırım tutarı düşüş göstermektedir.

Teknolojik gelişmelerin hız kesmeden devam edeceği düşünüldüğünde gelecekte FinTek’lerin yeni hizmetler sunması, benimsenmesinin ve kullanımının artması beklenmektedir. Bu durumda yatırım tutarlarının ve anlaşma sayılarının artmasını beklemek son derece doğaldır. Ancak FinTek’ler hakkında hazırlanan raporlarda da belirtildiği gibi yatırım tutarları ekonomik ve politik risklerden etkilenmektedir. Dolayısıyla küresel anlamda risklerin azalması FinTek yatırımlarını olumlu yönde etkileyecektir. Ayrıca yoğun teknoloji kullanımının doğası gereği ortaya çıkması her zaman muhtemel olan riskleri azaltacak yasal düzenlemelerin ve denetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinin sektörün alacağı yatırımlar için son derece önemli olduğu düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Alt, R., Beck, R., & Smits, M. (2018). FinTech and the Transformation of the Financial Industry. *Electronic Markets*, (28), 235-243.
- Bjerknes, L., & Vukovic, A. (2017). Automated advice: A portfolio management perspective on robo-advisors. Master Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Candemir, G. (2020). Bankacılık sektöründe yeni trendler ve teknolojik gelişmeler: Fintek sektörü üzerine bir uygulama. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.
- Cankat, F., & Taşseven, Ö. (2023). Fintech'lere yapılan yatırımların bankaların hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 45(1), 21-46.
- Capgemini, LinkedIn, Efma. (2018). World Fintech Report.
- Chen, M., Wu, Q., & Yang, B. (2019). How valuable is FinTech innovation? *The Review of Financial Studies*, 32(5), 2062-2106.
- Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi. (2024). Türkiye Fintek Ekosistemi Durum Raporu. İstanbul.
- Çağlar, M. (2020). Finansal teknoloji şirketlerinin performans değerlemesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Didier Brandao, T., Feyen, E., Llovet Montanes, R., & Ardıc Alper, O. (2021). Global patterns of fintech activity and enabling factors. *Fintech and the Future of Finance Flagship Technical Note*. Washington, D.C.: World Bank Group.
- ERNST and YOUNG. (2017). Unleashing the potential of FinTech in banking.
- Genç, S., & Küçüköğlu, R. (2020). Türkiye’de Fintek Sektörü. *Working Paper Series Dergisi*, 1(1), 48-60.
- Gimpel, H., Rau, D., & Röglinger, M. (2018). Understanding FinTech startups—a taxonomy of consumer-oriented service offerings. *Electronic Markets*, (28), 245-264.
- Khotinskay, G. (2019). Fin Tech: Fundamental Theory and Empirical Features. *Proceedings of Social and Behavioural*, (57), 222-229.
- Kömürçüoğlu, Ö., & Akyazı, H. (2020). Finansal teknolojilerdeki gelişmeler: Fırsatlar ve riskler. *Karadeniz Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 35-48.
- KPMG. (2024). Pulse of Fintech H2’24 Global analysis of fintech funding.
- Lee, D., & Teo, E. (2015). Emergence of FinTech and the LASIC Principles. *Journal of Financial Perspectives*, 3(3), 1-26.
- Lee, I. (2016). Fintech: Ecosystem and Business Models. *Advanced Science and Technology Letters*, (142), 57-62.

- Lee, I., & Shin, Y. (2018). Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges. *Business horizons*, 61(1), 35-46.
- Mearian, L. (2017). What is FinTech. Erişim adresi: <https://www.computer-world.com/article/3225515/what-is-fintech-and-how-its-disrupting-financial-services.html>. Erişim tarihi: 28 Temmuz 2023.
- Mollick, E. (2014). The dynamics of crowdfunding: An exploratory study. *Journal of business venturing*, 29(1), 1-16.
- Onay, C., Öztürkcalı, B. ve Yıldırım, C. (2024), Türkiye Fintech Araştırması, KPMG Türkiye ve FINTR tarafından yayınlanmıştır.
- Schindler, J. (2017). FinTech and Financial Innovation: Drivers and Depth. *Finance and Economics Discussion Series* 2017-081, 1-16.
- Schueffel, P. (2016). Taming the beast: A scientific definition of fintech. *Journal of Innovation Management*, 4(4), 32-54.
- Zhao, Q., Chen, C.-D., Wang, J.-L., & Chen, P.-C. (2017). Determinants of backers' funding intention in crowdfunding: Social exchange theory and regulatory focus. *Telematics and Informatics*, 34(1), 370-384.



## Hanchalkı Kartlı Ödeme Endeksi ve Dolaylı Vergi Geliri Arasındaki İlişki

Ömer Keskin<sup>1</sup>

### Özet

Türkiye’de elektronik ödeme sistemleri hızla gelişip banka kartlarıyla yapılan ödemelerin tutarı hızla artarken merkezi yönetim bütçesinin temel gelir kalemlerinden biri olan dolaylı vergi geliri de hızla artmaktadır. Dolayısıyla Türkiye’de kamu harcamalarının finansmanında elzem olan dolaylı vergi gelirindeki artışta kartlı ödemelerin etkilerini araştırmak ve bu doğrultuda politika önerileri sunmak dikkate değer bir konu olma niteliği taşımaktadır. Çalışmada hanchalkı kartlı ödeme endeksinin değerindeki değişimin dolaylı vergi geliri tutarındaki değişime etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Analizde 2015 Nisan-2024 Kasım dönemini kapsayan aylık veri seti kullanılmış ve sırasıyla Fourier-Shin eşbütünleşme ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testleri uygulanmıştır. Analiz bulgularına göre hanchalkı kartlı ödeme endeksinde yaşanan %1’lik yükseliş, dolaylı vergi gelirini uzun dönemde yaklaşık %0,91 kadar, kısa dönemde ise yaklaşık %0,34 kadar yükseltmektedir. Bu pozitif ilişki, hanchalkı kartlı ödeme endeksinden dolaylı vergi gelirine doğru olduğu tespit edilen tek yönlü güçlü nedensellik bağlantısıyla da desteklenmiştir. Bulgu doğrultusunda Türkiye’de kamu harcamalarının finansmanında elzem olan dolaylı vergi gelirlerini artırabilmek için toplumun büyük bölümünün kart kullanımını daha fazla benimseyip alışkanlık haline getirebilmesine ve yeni nesil kartlı ödeme yazılımlarını kullanan işletme sayısının artırılabilmesine yönelik adımlar atılması önerilmektedir. Bulgu ve önerileriyle bu çalışmanın politika yapıcılara, konu ile ilgilenen araştırmacılara ve Türk bankacılık sektöründeki diğer tüm paydaşlara faydalı olması ve bir bakış açısı kazandırması beklenmektedir.

1 Öğr. Gör. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, omerkeskin@yyu.edu.tr,  
ORCID: 0000-0002-1939-2791

## 1. Giriş

Vergi, devletin özel ve tüzel kişilerin her türlü iktisadi faaliyetleri sonucunda elde ettikleri kazançlardan kamu harcamalarını finanse edebilmek için egemenlik gücünü kullanarak almış olduğu paydır. Vergi gelirlerinin toplam kamu gelirleri içerisindeki payı, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini yansıtan bir göstergedir. Nitekim vergi gelirlerinin gelişmiş ülkelerde kamu gelirlerinden aldığı pay, gelişen ülke ekonomilerine kıyasla çok daha yüksek seviyededir. Dolayısıyla az gelişmiş ülkelerde bu pay çok düşük seyretmektedir. Paydaki düşüklük, ilgili ülke ekonomisinde kayıt dışılığın büyük bir problem olduğunun kanıtı sayılmaktadır (Kubar ve Peker, 2016: 297-298).

Merkezi Yönetim Bütçesi'nin temel gelir kaynağı olan vergiler, dolaylı ve dolaysız vergiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Dolaysız vergiler doğrudan gelir ve servetten, dolaylı vergiler ise mal ve hizmet alışverişi ve dış ticaretten alınmaktadır. Dolaylı vergiler, kolay tahsil edilebilmesi yönüyle daha avantajlıdır. Bu vergiler arasında Katma Değer Vergisi (KDV) ve Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) öne çıkmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerin bütçe gelirlerinde dolaysız vergiler ağır basarken Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise dolaylı vergiler ağır basmaktadır (Eren, 2017: 121-123).

Türkiye'de 2024 Kasım ayında dolaylı vergilerin genel bütçe gelirleri içerisindeki payı yaklaşık %50,5, vergi gelirleri içerisindeki payı yaklaşık %56,5 oranında gerçekleşmiştir. Genel bütçe gelirleri 917 milyar TL, vergi gelirleri 819 milyar TL, dolaylı vergi gelirleri ise 463 milyar TL tutarında hesaplanmıştır (HMB, 2024). Her ne kadar Türkiye'de dolaylı vergiler ciddi bir tutar büyüklüğünde toplanıyor gibi görünse de kurumsal kalitenin ve vergi bilincinin çok düşük olması nedeniyle kayıt dışı faaliyetler, ülkedeki kamu harcamalarının finanse edilebilmesinde elzem nitelikte olan vergilerin tahsilatını güçleştirmekte ve sonuç olarak potansiyel dolaylı vergi hasılatına hiçbir zaman erişilememektedir. Dolayısıyla diğer ülkeler gibi Türkiye de kayıt dışı faaliyetlerle mücadele etme noktasında çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (Karaca, 2016: 169-170). Girişimlerin başında ekonomideki nakit kullanımlarını azaltıcı tedbirler gelmektedir. Bu tedbirlerden en önemlisi, kartlı ödemeleri kolaylaştırmak, teşvik etmek ve böylelikle yaygınlaştırmak için elektronik ödeme sistemlerinin hızla geliştirilmesi ve ticari bankalar tarafından çeşitli kart kampanyalarının düzenlenmesidir (Bilen ve Şahan, 2023: 78). Günümüzde ülke genelindeki kullanımı giderek yaygınlaşan gelişmiş POS ve ÖKC yazılımı ve ticari bankalar tarafından piyasaya sürülmüş kartlar alınan tedbirlerin bir çıktısıdır. Nitekim

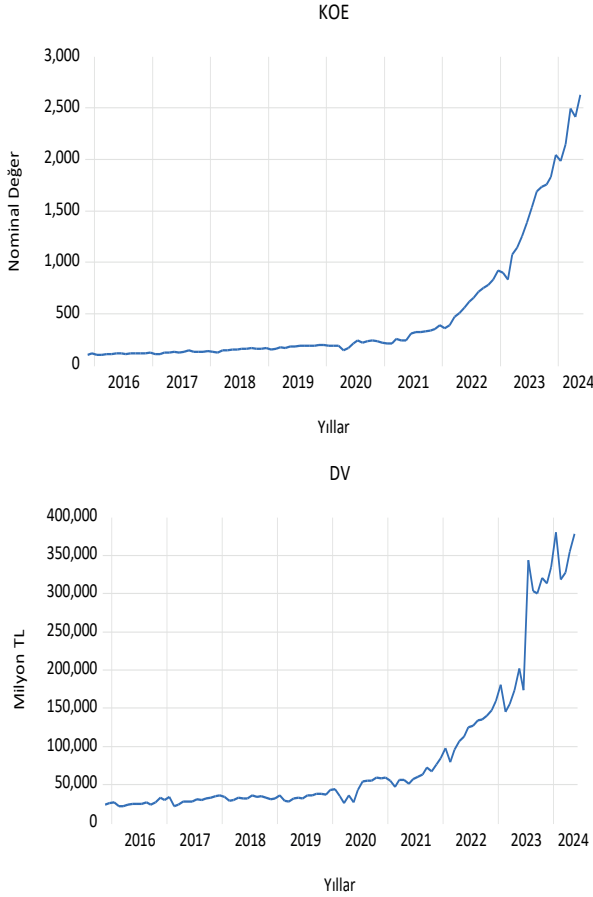
Türkiye’de 2018’de 1.586.747 adet POS ve 1.278.126 adet ÖKC yazılımı kullanılırken bu sayı 2024 Kasım ayında sırasıyla 1.812.223 ve 2.695.191 adete yükselmiştir. 2018’de piyasaya sürülmüş 66.304.603 adet kredi kartı, 120.486.669 adet banka kartı ve 25.888.668 adet ön ödemeli kart varken bu sayı 2024 Kasım ayında sırasıyla 128.931.110, 193.451.728 ve 110.427.061 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca mobil bankacılık kanalının kullanımında yaşanan artışla birlikte mobil ile temassız ve karekod okutularak gerçekleştirilen işlem sayısı da hızla artmaktadır (BKM, 2024a).

Türkiye’de elektronik ödeme sistemlerinin gelişimi, hanehalkı harcamalarında kart kullanımını giderek daha çok tercih edilir bir hale getirmiştir. 2014 ve 2015’te kartlı ödemelerin hanehalkı harcamaları içerisinde almış olduğu pay %37 (BKM, 2017) iken 2021 ve 2022’de sırasıyla %40 ve %42 seviyelerine ulaşmıştır (GÖSAŞ, 2023). Bunun bir diğer göstergesi, Bankalararası Kart Merkezi’nin (BKM) yayınladığı kartlı ödeme endeksi verisidir. Söz konusu veride kredi kartları, banka kartları ve ön ödemeli kartlarla sadece yurt içinde yapılan hanehalkı ödeme tutarlarındaki değişim (Bireysel Emeklilik ve Kamu/Vergi ödemeleri hariç) kamuoyunun bilgisine sunulmaktadır. 2015’ten bu yana yayınlanan veriye kartlardan yapılan nakit avans ve çekim işlemleri dahil edilmemektedir. 2015 Nisan ayı endeksli verinin 2019 Aralık, 2022 Aralık ve 2024 Kasım ayı nominal değerleri sırasıyla 198’e, 920’ye ve 3.204’e ulaşmıştır (BKM, 2024b). Veriden hareketle hanehalkının kartla yaptığı ödemelerin hızla yükseldiği açıkça görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de hanehalkı kartlı ödeme endeksindeki değişimlerin dolaylı vergi gelirini nasıl etkilediğini belirlemektir. Ele alınan bu iki değişken arasında eşbütünlüğün yanı sıra nedensellik ilişkisi olup olmadığı da araştırılmaktadır. Hanehalkı kartlı ödeme endeksi bağımsız, dolaylı vergi geliri ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Nedeni, Türkiye’de elektronik ödeme sistemleri hızla gelişip kartla yapılan ödemeler tutarı hızla artarken Merkezi Yönetim Bütçesi’nin temel gelir kalemlerinden bir tanesi olan dolaylı vergi gelirinin de hızla artmasıdır (bkz. Grafik 1). Türkiye örneğinde kamu harcamalarının finansmanı için elzem olan dolaylı vergi gelirinin artırılmasının yollarını araştırmak ve bu doğrultuda öneriler sunmak dikkate değer bir konu mahiyetindedir. Mevcut çalışma, bu motivasyonla tasarlanmıştır.

Grafik 1’de hanehalkı kartlı ödeme endeksi serisiyle dolaylı vergi geliri serisi aynı yönde (pozitif) hareket ediyor gibi görünse de iki değişken arasındaki ilişkiyi uzun ve kısa dönemde nedensellik ilişkisiyle birlikte net şekilde ortaya koyabilmek için daha detaylı bir zaman serisi analizinin yürütülmesi gerekmektedir.

**Grafik 1. Hanehalkı Kartlı Ödeme Endeksi (KOE) ve Dolaylı Vergi Geliri (DV) Serilerinin Yıllara Göre Seyri**



Literatürdeki çalışmalarda da belirtildiği üzere kartla yapılan ödeme tutarlarındaki artışın vergi gelirlerini artırması beklenmektedir. Çünkü kart kullanımı, finansal sistemin izlenebilirliği ve takip edilebilirliği nedeniyle kayıt dışı ekonomiyi azaltıcı ve dolayısıyla vergi gelirlerini artırıcı bir fonksiyon görevi görebilmektedir (Schneider ve Kepler, 2013; Hondroyiannis ve Papaoikonomou, 2018; Bahçe vd., 2022; Bilen ve Şahan, 2023). Bununla birlikte alışverişin yüz yüze yapılmadığı zamanlarda ödemelerin kartla gerçekleştirilmesi vergi kaçırmanı kolaylaştırabilir. Şöyle ki elektronik paranın ilk kullanımı sırasında finansal sistemin dışında kalan paranın sisteme dahil edilmesi ve elektronik parayla beraber kullanılan efektif paranın kullanılmaya devam edilmesi vergi kaçırmanın tespitini imkansız hale getirebilir (Takan ve Boyacıoğlu, 2011: 313).

Bu çalışmanın hipotezi şöyledir;

H<sub>1</sub>: Türkiye’de hanehalkı kartlı ödeme endeksiyle dolaylı vergi geliri arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Çalışmada öncelikle konuyu daha önce doğrudan ele almış literatürdeki çalışmalara yer verilmiş, sonrasında analiz bulguları ortaya konulup politika önerileri geliştirilmiştir.

## 2. Literatür Özeti

Kartlı harcamaların dolaylı vergi geliri üzerindeki etkisi konusunu Türkiye ve yabancı ülke örneklemelerinde “doğrudan” ele almış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlar arasından seçilen çalışmaların bir kısmı, konu ile ilgili literatürün genel özeti olarak Tablo 1’de çeşitli yönleriyle ayrı ayrı yer almaktadır.

*Tablo 1. İlgili Literatürün Özeti*

| Yazar(lar)                                     | Ele Alınan Dönem | Uygulanan Yöntem                                   | Bulgu                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Türkiye Örneklemine Yapılmış Çalışmalar</b> |                  |                                                    |                                                                                                                                                       |
| Bilen ve Şahan (2023)                          | 2014M1-2022M8    | ARDL Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi | Uzun dönemde kredi kartı kullanımı dolaylı vergi tahsilatını artırırken banka kartı kullanımı ise dolaylı vergi tahsilatını azaltmaktadır.            |
| Günay (2023)                                   | 2003M1-2021M12   | Fourier-Shin Eşbütünleşme Testi                    | Uzun dönemde kredi kartı harcamaları vergi gelirlerini artırmaktadır.                                                                                 |
| Bahçe vd. (2022)                               | 2014M3-2022M3    | Granger Nedensellik Testi                          | Kredi ve banka kartlarıyla yapılan harcamalarla vergi gelirleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.                                      |
| Gündüz vd. (2019)                              | 2012M1-2018M12   | ARDL Eşbütünleşme Testi                            | Uzun dönemde kredi kartı kullanımındaki artış KDV tahsilatını artırırken banka kartı nakit çekim tutarındaki artış ise KDV tahsilatını azaltmaktadır. |
| Ekşioğlu (2017)                                | 2011M1-2015M12   | Engle-Granger Eşbütünleşme ve Nedensellik Testleri | Kredi kartlarıyla internet ve POS yazılımı üzerinden yapılan harcamalardaki artış vergi gelirleri üzerinde önemli ölçüde artırıcı etkiye sahiptir.    |
| Çöğürücü (2015)                                | 2007M7-2015M2    | Granger Nedensellik Testi                          | Vergi gelirlerinden kredi kartı harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır.                                                            |

|                                                             |                |                                      |                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kızılot vd. (2014)                                          | 2002Q2-2013Q2  | Basit Veri Analizi                   | Kredi kartı harcamaları, vergi gelirlerini artırmaktadır.                                                                                             |
| Göksu (2012)                                                | 2002M1-2011M12 | Granger Nedensellik Testi            | Kredi kartı harcamalarıyla vergi gelirleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.                                                           |
| Kızılot vd. (2010)                                          | 2002Q1-2008Q4  | Basit Veri Analizi                   | Kredi kartı harcamalarında yaşanan artış vergi gelirlerini artırmaktadır.                                                                             |
| <b>Yabancı Ülkeler Örneklemelerinde Yapılmış Çalışmalar</b> |                |                                      |                                                                                                                                                       |
| Bohne vd. (2023)                                            | 2001-2021      | Panel OLS Regresyon Analizi          | Avrupa Birliği'nde kart kullanımı, KDV uyumluluk açığını/KDV kaçakçılığını azaltmaktadır.                                                             |
| Brockmeyer ve Somarriba (2022)                              | 2006-2015      | Panel Veri Analizi                   | Uruguay'da kartlı harcamaların benimsenmesi, firmaların vergi uyumlulukları üzerinde etkiye sahip değildir.                                           |
| IOBE (2021)                                                 | 2015M1-2020M2  | ARIMA Testi                          | Yunanistan'da kart harcamaları, KDV hasılatını artırmaktadır.                                                                                         |
| Alognon vd. (2021)                                          | 2000-2016      | Sabit Etkili Panel Regresyon Analizi | Avrupa Birliği ülkelerinde kredi ve banka kartı harcamaları KDV uyumluluk açığını azaltırken nakit çekimleri ise KDV uyumluluk açığını artırmaktadır. |
| Hondroyiannis ve Papaoikonomou (2020)                       | 2000-2016      | Panel VECM Analizi                   | Avrupa Birliği'nde özel tüketim harcamalarında kart kullanımının artması, KDV gelirini ve vergi toplama verimliliğini artırmaktadır.                  |
| Mitchell ve Scott (2019)                                    | 2002-2015      | En Küçük Kareler Regresyon Analizi   | Arjantin'de kart kullanımı, KDV gelirinde artışa neden olmaktadır.                                                                                    |
| Immordino ve Russo (2018)                                   | 2000-2012      | Panel Regresyon Analizi              | Avrupa Birliği'nde kart harcamaları KDV gelirinde yaşanan kayıpları azaltırken ATM'lerden nakit çekimleri ise vergi kayıplarını artırmaktadır.        |
| Madzharova (2014)                                           | 2000-2010      | Panel ARDL Eşbütünleşme Testi        | Avrupa Birliği'nde kart kullanımıyla KDV geliri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.                                     |

Tablo 1'de yer verilen literatür özetinde görüldüğü üzere kartlı ödemelerdeki gelişim, ülke ekonomilerinde dolaylı vergi gelirini genellikle artırıcı bir etkiye sahiptir. Bu etkiyi ortaya çıkaran çalışmalarda kartlı ödeme değişkeni, genellikle tutar bazında veriler kullanılarak analize dahil edilmiştir. Ayrıca söz konusu çalışmalarda gelenekselleşmiş eşbütünleşme ve nedensellik testleri yöntem olarak uygulanmıştır. Mevcut çalışmada

ise söz konusu çalışmalardan farklı olarak Türkiye’de 2015’ten itibaren yayınlanmaya başlanan hanchalkı kartlı ödeme endeksinin dolaylı vergi geliriyle ilişkisi “Fourier fonksiyonları”yla güçlendirilmiş zaman serisi test yöntemleri uygulanarak incelenmektedir. Dolayısıyla bu çalışma, hanchalkının tüm kartlarla (kredi kartı, banka kartı ve ön ödemeli kartlar) yaptığı harcamaların göstergesi mahiyetindeki önemli bir endeksi değişken olarak kullanan ilk çalışmalardan biri olması ve yapısal değişimleri dikkate alan zaman serisi test yöntemlerini uygulaması yönüyle konuya dair literatüre katkı sağlayacağı için önem arz etmektedir. Nitekim Fourier fonksiyonlarıyla güçlendirilmiş eşbütünleşme ve nedensellik test yöntemlerinin uygulanması, yapısal kırılmaları dikkate almayan diğer test yöntemlerine kıyasla daha güçlü bulgular ortaya koymaya olanak tanımaktadır.

### 3. Veri Seti ve Yöntem

Analizde iki veri kullanılmıştır. İlk BKM tarafından yayınlanan hanchalkı kartlı ödeme endeksidir. Söz konusu veri, nominal değerde yayınlanmakta olup 2015M04-2024M11 dönemini içermektedir (BKM, 2024b). İkincisi ise Hazine ve Maliye Bakanlığı (HMB) tarafından yayınlanan dolaylı vergi gelir tutarıdır. Bu veri, milyon TL cinsinden yayınlanmakta olup yine 2015M04-2024M11 dönemini kapsamaktadır (HMB, 2024). Veri değerlerini birbirine yaklaştırmak için doğal logaritmik (log) dönüşüm gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın test yöntemleri arasında birim kök testi olarak Fourier Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (FKPSS) testi, eşbütünleşme testi olarak Fourier-Shin testi ve nedensellik testi olarak Fourier Toda-Yamamoto (FTY) testi bulunmaktadır. Her üç test de yapısal değişim(ler)i dikkate almakta olup birbiriyle uyumlu çalışmaktadır.

Kwiatkowski vd. (1992) tarafından geliştirilmiş olan geleneksel KPSS testinde serinin durağan olduğunu test etmek için sıfır hipotezi kullanılmıştır. Ancak KPSS testi, yapısal kırılmaları dikkate almamaktadır. Bu eksikliği giderebilmek için Kurozumi (2002) ve Carrion-i-Silvestre ve Sansó (2007), KPSS testine sırasıyla bir ve iki yapısal kırılma eklemişlerdir. Ancak bu yöntemler de kısa süreli ve ani değişimler gibi karmaşık yapıların etkisini dikkate almamaktadır. Becker vd. (2006), KPSS testine Fourier fonksiyonlarını ekleyerek sayısı belirsiz yapısal kırılmaları dikkate alan FKPSS testini geliştirmişlerdir. Böylelikle FKPSS testi, bir serideki yumuşak geçişleri daha iyi analiz edebilmeyi mümkün kılmıştır.

FKPSS testi için kullanılan regresyon modeli, Fourier serilerinin sinüs ve kosinüs bileşenlerini içerir. FKPSS test eşitliği, genel itibarıyla şu şekilde ifade edilebilir (bkz. Eşitlik 1) (Becker vd., 2006: 385);

$$y_t = \alpha + \beta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_1 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + u_t \quad (1)$$

Burada  $y_t$  durağanlığı test edilen değişkeni,  $\alpha$  trendin etki edebildiği sabit terimi,  $\sin$  ve  $\cos$  trigonometrik terimleri,  $\beta$  katsayıyı,  $\pi$  3,1416 sayısını,  $t$  trend terimini,  $T$  gözlem sayısını,  $k$  frekans değerini ve  $u_t$  sabit varyanslı hata terimini ifade etmektedir. Hesaplanan FKPSS test istatistiğinin tablo kritik değerini aşmaması durumu incelenen serinin durağan olduğunu göstermektedir (Becker vd., 2006: 386).

Shin (1994), sıfır hipotezinin seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu gösteren, KPSS birim kök testine dayalı bir eşbütünleşme testi geliştirmiştir. Ancak bu test, yapısal kırılmaları dikkate almamaktadır. Tsong vd. (2016), bu teste yapısal değişimleri dikkate alacak şekilde Fourier fonksiyonlarını ekleyerek Fourier-Shin testini literatüre kazandırmışlardır. Fourier-Shin testini uygulayabilmek için değişkenlerin I (1) niteliği taşıması gerekmekte olup test çeşitliği şöyle ifade edilebilir (bkz. Eşitlik 2) (Tsong vd., 2016: 1089).

$$y_t = \sum_{i=0}^m \delta_i t^i + \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta x'_t + v_{1t} \quad (2)$$

Burada  $y_t$  bağımlı,  $x'_t$  ise bağımsız değişkeni ifade etmektedir. Hesaplanan Fourier-Shin test istatistiğinin  $(CI_f^m)$  tablo kritik değerinden daha küçük çıkması değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir (Tsong vd., 2016: 1089).

$$y_t = \delta_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_1 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \chi_1 y_{t-1} + \chi_2 y_{t-2} + \dots + \chi_{p+d} y_{t-(p+d)} + \mu_t \quad (3)$$

Nazlıoğlu vd. (2016) tarafından geliştirilen FTY nedensellik testi de Fourier fonksiyonlarıyla desteklendiği için yapısal değişimleri dikkate almaktadır. Eşitlik 3'ün sol tarafındaki  $y$  yerine bu çalışmadaki iki değişken sırasıyla atanarak aralarında tek veya çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

Daha önce ifade edildiği üzere bu çalışmanın hipotezi, “Türkiye’de hanehalkı kartlı ödeme endeksiyle dolaylı vergi geliri arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.” şeklindedir. Bu aşamadan sonra çalışmanın hipotezini sınamaya yönelik testlerden elde edilen bulgulara yer verilmektedir.

#### 4. Bulgular

Analiz aşamasında değişkenler, logaritmik dönüşümleri alınarak kullanılmıştır. Değişkenlere ait değerleri birbirine yakınlaştırmak, değişen varyans sorununu önlemek, katsayıları esneklik şeklinde değerlendirmek ve ölçüm birimlerinden bağımsızlaştırmak için bu uygulamaya başvurulmuştur.

Değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak kurulmuş olan tam logaritmik model şu şekildedir;

$$\log dv_t = \alpha + \beta \log koe_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

Modelde  $t$  zamanı,  $\alpha$  sabit terimi,  $\beta$  katsayıyı ve  $\varepsilon$  hata terimini ifade etmektedir. Aşağıda sırasıyla tanımlayıcı istatistikler, birim kök, eşbütünleşme ve nedensellik test sonuçları yer almaktadır.

*Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler*

|                | logdv                | logkoe               |
|----------------|----------------------|----------------------|
| Ortalama       | 11,008               | 5,698                |
| Medyan         | 10,521               | 5,243                |
| Maksimum       | 13,056               | 8,072                |
| Minimum        | 9,995                | 4,601                |
| Standart sapma | 0,940                | 1,069                |
| Çarpıklık      | 0,885                | 0,968                |
| Basıklık       | 2,414                | 2,569                |
| Jarque-Bera    | 16,805<br>(p=0,0002) | 19,019<br>(p=0,0000) |

Tablo 2’de görüldüğü üzere her iki değişken de normal dağılmamakta olup oynaklıkları birbirine yakın seyretmektedir. Tablo 3’te değişkenlerin durağanlık sınaması sonucuna yer verilmiştir.

*Tablo 3. FKPSS Durağanlık Test Sonucu*

| Değişkenler | Frekans Değeri (k) | Kalıntı Kareler Toplamı | FKPSS Test İstatistiği | F Test İstatistiği |
|-------------|--------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| logdv       | 1                  | 41,525                  | 4,009*                 | 81,912*            |
| logkoe      | 1                  | 56,475                  | 4,121*                 | 75,006*            |
| logdv (1)   | 1                  | 2,184                   | 0,013                  | -                  |
| logkoe (1)  | 1                  | 0,597                   | 0,048                  | -                  |

\* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. logdv, logkoe için %1 anlamlılık düzeyindeki tablo kritik değeri 0,270, F test istatistiği için %1 anlamlılık düzeyindeki tablo kritik değeri ise 6,873 şeklindedir.

*Not: Daba önce belirtildiği üzere FKPSS testinde sıfır hipotezi ( $H_0$ ) ele alınan değişkenin durağan olduğunu ifade etmektedir.*

Tablo 3'te görüldüğü üzere değişkenlerin düzeyde durağan olduğunu gösteren sıfır hipotezi reddedilmiştir. Yani değişkenler, yumuşak geçişler de dikkate alındığında birim kök içermektedir. Değişkenlerin farkları alındığında ise durağan olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan F test istatistikleri anlamlı olduğu için Fourier fonksiyonlarının durağanlık analizinde kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.

Değişkenlerin I (1) niteliği taşıdığı belirlendiği için Fourier-Shin eşbütünleşme testinin uygulanma şartı sağlanmıştır. Uygulanan eşbütünleşme testinin sonucu Tablo 4'te yer almaktadır.

**Tablo 4. Fourier-Shin Eşbütünleşme Test Sonucu**

| Model                     | Min Kalıntı<br>Kareler<br>Toplamı | Frekans<br>(Dinamik<br>En Küçük<br>Kareler<br>(DOLS)) | $CI_f^m$ (DOLS) | F Test<br>İstatistiği |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| $\log dv = f$<br>(logkoc) | 0,044                             | 2                                                     | 0,147           | 114,000*              |

\* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

*Not: Fourier-Shin test istatistiğinin ( $CI_f^m$ ) karşılaştırıldığı %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine ilişkin tablo kritik değerleri sırasıyla 0,473, 0,276 ve 0,200 şeklindedir.*

Tablo 4'te görüldüğü üzere değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Diğer taraftan F test istatistiği anlamlı olduğu için Fourier fonksiyonlarının eşbütünleşme analizinde kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.

Bundan sonraki aşamada DOLS yöntemi uygulanarak uzun dönem katsayısı ve ardından hata düzeltme modeli kurularak kısa dönem katsayısı tahmin edilmiştir. Sonuçlara Tablo 5 ve 6'da yer verilmiştir.

**Tablo 5. DOLS Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonucu**

| Bağımlı Değişken: logdv |         |               |              |                        |
|-------------------------|---------|---------------|--------------|------------------------|
| Bağımsız<br>Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | t-İstatistik | Olasılık<br>Değeri (p) |
| logkoc                  | 0,906   | 0,018         | 50,023       | 0,0000*                |
| c                       | 5,861   | 0,098         | 59,632       | 0,0000*                |
| sin                     | 0,063   | 0,022         | 2,795        | 0,0062*                |
| cos                     | -0,063  | 0,021         | -2,934       | 0,0041**               |

\* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 5'te görüldüğü üzere *logkoc* için 0,906 katsayısı %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Yani *logkoc* değişkeniyle *logdv* değişkeni arasında

pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir uzun dönem ilişkisi vardır. Buna göre hanchalkı kartlı ödeme endeksinde oluşan %1 yükseliş, dolaylı vergi gelirinde yaklaşık %0,91 yükselişe neden olmaktadır. Ayrıca Fourier fonksiyonunun içerdiği *sin* ve *cos* trigonometrik terimleri de istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

*Tablo 6. Kısa Dönem Katsayısı Tahmin Sonucu*

| Değişken      | Katsayı | Standart Hata | t-İstatistik | Olasılık Değeri (p) |
|---------------|---------|---------------|--------------|---------------------|
| d(logkoc)     | 0,336   | 0,149         | 2,249        | 0,0265**            |
| Hata düzeltme | -0,661  | 0,105         | -6,273       | 0,0000*             |

\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 6'da görüldüğü üzere *logkoc* ve *logdv* değişkeni arasında kısa dönemde de pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. Şöyle ki hanchalkı kartlı ödeme endeksinde oluşan %1 yükseliş, kısa dönemde dolaylı vergi gelirinde yaklaşık %0,34 yükselişe neden olmaktadır. Diğer taraftan hata düzeltme katsayısı, negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, iki değişken arasında ortaya çıkabilecek uzun dönem dengesinden sapmaların hızla ortadan kaybolacağını -değişkenlerin birbirine uyarlanma sürecinin hızlı olduğunu- kanıttır.

*Tablo 7. FTY Nedensellik Test Sonucu*

| Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişken | Bootstrap Olasılık Değeri | Uygun Gecikme Uzunluğu ve Frekans Değeri (k) | Karar                       |
|------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| logkoc           | logdv             | 0,8263                    | 2                                            | logdv $\nrightarrow$ logkoc |
| logdv            | logkoc            | 0,0000*                   | 2                                            | logkoc $\rightarrow$ logdv  |

\* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Not: Simülasyon sayısı olarak 10.000, bilgi kriteri olarak Akaike ve maksimum gecikme uzunluğu olarak 3 kullanılmıştır.

Tablo 7'de görüldüğü üzere hanchalkı kartlı ödeme endeksi değişkeninden dolaylı vergi geliri değişkenine doğru %1 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensel bağlantı bulunmaktadır. Bu test sonucu, eşbütünleşme test sonucuyla tutarlıdır. Böylelikle yapılan analizle çalışmada belirlenen hipotez doğrulanmıştır.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Kartlı harcamaların dolaylı vergi geliri üzerindeki etkisini Türkiye özelinde ele alan birçok çalışma incelemiştir. Ancak bu çalışmalarda genellikle yapısal değişimi dikkate almayan ekonometrik analiz yöntemleri uygulanmış ve kartlı harcamalar değişkeni sadece kredi kartı ve banka kartı temelinde cari TL değeri cinsinden kullanılmıştır. Dolayısıyla söz konusu çalışmaların hem birbirlerine benzediği hem teknik ve bulgular yönünden zayıf olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmada ise Fourier fonksiyonları eklenerek desteklenmiş olan üç farklı analiz yöntemi bir arada uygulanarak kartlı harcamalar değişkeni “Türkiye’de bir endeks değeri” cinsinden kullanılmış ve böylelikle sadece kredi ve banka kartlarıyla değil, ön ödemeli kartlarla gerçekleştirilen harcamalar da dikkate alınmıştır. Yöntem olarak 2015M04-2024M11 dönemini kapsayan (116 gözlem) iki veri seti üzerinden Fourier-Shin eşbütünleşme ve FTY nedensellik testlerinin uygulanması tercih edilmiştir.

Eşbütünleşme testinin sonucunda hem uzun hem kısa dönemde hanehalkı kartlı ödeme endeksi değişkeninin dolaylı vergi geliri değişkenini pozitif etkilediği anlaşılmıştır. Bu sonuca göre hanehalkı kartlı ödeme endeksi değerindeki %1 yükseliş, dolaylı vergi geliri tutarını uzun dönemde yaklaşık %0,91 kadar, kısa dönemde ise yaklaşık %0,34 kadar yükseltmektedir. Nedensellik testi de bunu doğrulamıştır.

Hanehalkı kartlı ödeme endeksindeki yükselişin dolaylı vergi gelirini hem kısa hem uzun vadede yükseltmesi, kartlı ödeme sistemlerinde yaşanan gelişmelerin vergi tahsilatına olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Kayıt dışı ekonominin geçmişten günümüze önemli bir sorun olarak varlığını sürdürdüğü ve vergi konusunun kamuoyu gündemini sıklıkla meşgul ettiği Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde elektronik ödeme sistemlerinin yaygınlaşması nakit kullanımlarını azaltarak işlemlerin kayıt altına alınmasını sağlamaktadır. Bu durum, vergi kaybının azalmasına ve devletin mali disiplini güçlendirmesine yardımcı olabilir. Dolayısıyla kayıt dışı ekonomiyle mücadele politikalarında kartlı ödeme sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde hassasiyetle durmak, vergi tabanının genişletilmesi ve kamu gelirlerinin artırılması açısından etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Özetle, dijital ödeme altyapısının geliştirilmesi, finansal kapsayıcılığın artırılması ve nakitsiz ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılması, hem genel ekonomik büyümeyi destekleyici hem kamu maliyesini güçlendirici politika aracı olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmadaki bulgular, Türkiye özelinde Bilen ve Şahan (2023) tarafından yürütülmüş çalışmanın bulgusuyla uyuşurken Çöğürçü (2015) tarafından yürütülmüş çalışmanın bulgusuyla ise çelişmektedir.

Bulgular doğrultusunda;

1. Türkiye’de nakit kullanımının ve dolayısıyla kayıt dışılığın yüksek olduğu sektörler belirlenip bu sektörlerde mal ve hizmet alışverişinde kart kullanımını cazip hale getirmeye yönelik kampanyalar (puanın ve çekilişin yanı sıra çeşitli bankacılık hizmetlerinden ücretsiz yararlanılabilmesi ve belli bir tutar üzerindeki harcamanın bir kısmının iade edilmesi gibi) kamusal sermayeli ticari bankalar başta olmak üzere diğer tüm ticari bankalar tarafından sık sık düzenlenmelidir. Özellikle genç nüfusa yönelik kampanyaların düzenlenmesi, kart kullanımının alışkanlık haline getirilmesine ve böylelikle elektronik ödeme sistemlerinin gelişimine daha fazla hız kazandırabilecektir. Diğer taraftan kartların bilinçli kullanımı ve bunun ülke ekonomisine sağladığı faydalar ile ilgili çeşitli eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesi de gerekmektedir. Bunun için üniversitelerin ilgili bölümleri tarafından ticari bankaların destekledikleri çeşitli projeler yürütülebilir.
2. POS ve ÖKC gibi yazılımların kullanımının her türlü işletmede yaygınlaşması için satın alım ve kullanım maliyetini azaltıcı ve işletmeleri teşvik edici birtakım kampanyaların ve yasal düzenlemelerin (belli tutara kadar komisyonsuz işlem yapabilme ve kira desteği gibi) gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Çeşitli kampanyalar düzenlenmesi, kısa vadede ticari bankaların potansiyel gelirlerini düşürebilir. Ancak bu durum, uzun vadede kartlı işlem hacminde yaşanan artışla telafi edilebilir.
3. Özellikle kırsal bölgelerde internet bağlantısının eksik veya yetersiz olması, bu bölgelerde elektronik yazılımların etkin şekilde kullanımını güçleştirebilir. Bu noktada telekomünikasyon şirketleri ve kamusal sermayeli bankalar tarafından kırsal bölgelerde internet altyapısını yaygınlaştırıp güçlendirecek yatırım projeleri geliştirilip uygulanabilir. Ayrıca internete bağlantı yokken işlem kaydedip bağlantı kurulduğunda ileten offline nitelikteki POS cihazlarının kırsal bölgelerde kullanımını yaygınlaştırmak kartlı ödemelerin kesintisiz şekilde yapılmasını sağlayabilir.
4. Elektronik ödeme sistemlerinin güvenliğini güçlendirmek için kamu ve özel sektör kuruluşlarının iş birliğiyle daha fazla yatırım gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmanın sınırlılığı, bağımsız değişken olarak sadece hanehalkı kartlı ödeme endeksini ele almasıdır. Gelecekte yapılacak başka bir çalışmada tüketici eğilimine ilişkin bazı endeksler bağımsız değişkenler arasına dahil edilerek bu konuda Türkiye özelinde daha geniş kapsamlı bir zamana serisi analizi yürütülebilir. Ayrıca bu konu, Fourier fonksiyonlarını içeren güncel panel test yöntemleri uygulanarak gelişmekte olan ülkeler açısından karşılaştırmalı olarak da incelenebilir. Özellikle karşılaştırmalı bir çalışma yürütmek, ülkelerdeki dinamikleri anlamak açısından önemli olacak ve literatüre ciddi katkı sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Alognon, A. D., Koumpias, A. M., & Martinez-Vázquez, J. (2021). The impact of plastic money use on VAT compliance: Evidence from EU countries. *Hacienda Publica Espanola*, 239(4), 5-26. <https://doi.org/10.7866/HPE-RPE.21.4.1>
- Bahçe, A. B., Okumuşoğlu, B., & İpek, H. (2022). Elektronik ödeme sistemlerinde kredi ve banka kartının kullanımı ile vergi gelirleri arasındaki ilişki: VAR granger nedensellik testi ile analizi (2014-2022). *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 8(46), 731-741. <https://doi.org/10.29228/ideas>
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>
- Bilen, A., & Şahan, H. B. (2023). Kart kullanımının dolaylı vergiler üzerindeki etkisine yönelik ampirik çalışma. *Bankacılar Dergisi*, 125, 78-97.
- BKM. (2017). *Basın bültenleri 2017*. <https://bkm.com.tr/kurumsal-iletisim/basin-bultenleri/basin-bultenleri-2017/>, (Erişim Tarihi: 27.08.2024).
- BKM. (2024a). *Genel raporlar ve temassız kart işlemleri*. <https://bkm.com.tr/raporlar-ve-yayinlar/donemsel-bilgiler/>, (Erişim Tarihi: 27.08.2024).
- BKM. (2024b). *Kartmetre*. <https://bkm.com.tr/raporlar-ve-yayinlar/kartmetre/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024).
- Bohne, A., Koumpias, A. M., & Tassi, A. (2023). *Cashless payments and tax evasion: Evidence from VAT gaps in the EU*. <https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp23060.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.08.2024).
- Brockmeyer, A., & Somarriba, M. S. (2022). *Electronic payment technology and tax compliance evidence from Uruguay's financial inclusion reform*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/559201645710893209/pdf/Electronic-Payment-Technology-and-Tax-Compliance-Evidence-from-Uruguay-s-Financial-Inclusion-Reform.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.08.2024).
- Carrion-i-Silvestre, J. L., & Sansó, A. (2007). The KPSS test with two structural breaks. *Spanish Economic Review*, 9(2), 105-127. <https://doi.org/10.1007/s10108-006-9017-8>
- Çöğürçü, İ. (2015). Türkiye'de kredi kartı harcamaları ve vergi gelirleri ilişkisi: Vektör otoregresif model ile analizi (2007-2015). *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(4), 241-260.
- Ekşioğlu, E. (2017). *Elektronik para kullanımının ekonomik etkileri (Türkiye üzerinde bir uygulama)* [Yayımlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Eren, A. (2017). *Türkiye ekonomisi*. Ankara: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

- Göksu, S. (2012). *Türkiye’de kredi kartı kullanımının temel makro ekonomik değişkenler üzerindeki etkileri* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- GÖSAŞ. (2023). *Türkiye’de kartlı ödemeler 2022*. <https://garantibbvaodemesistemleri.com/tr/basin-bultenleri>, (Erişim Tarihi: 27.08.2024).
- Günay, A. (2023). *Türkiye’de kredi kartı harcamaları ile vergi gelirleri arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik bir analiz* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Gündüz, İ. O., Akduğan, U., Sönmezler, G., & Uzunoğlu, S. (2019). Türkiye’de KDV hasılatı ile kredi kartı ve banka kartı kullanımı arasındaki ilişki üzerine ampirik bir analiz. *İstanbul Journal of Social Sciences*, 25, 57-70.
- HMB. (2024). *Merkezi yönetim bütçe dengesi ve finansmanı*. <https://www.hmb.gov.tr/kamu-finansmani-istatistikleri>, (Erişim Tarihi: 27.12.2024).
- Hondroyannis, G., & Papaoikonomou, D. (2018). *Fiscal structural reforms: The effect of card payments on VAT revenue in the euro area*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4196645](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4196645), (Erişim Tarihi: 28.08.2024).
- Hondroyannis, G., & Papaoikonomou, D. (2020). The effect of card payments on VAT revenue in the euro area: Evidence from a panel VECM. *Journal of Economic Studies*, 47(6), 1281-1306. <https://doi.org/10.1108/JES-03-2019-0138>
- Immordino, G., & Russo, F. F. (2018). Cashless payments and tax evasion. *European Journal of Political Economy*, 55, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2017.11.001>
- IOBE. (2021). *Digital payments in Greece: Policies and impact on card use, 2015-2020*. [https://iobe.gr/docs/research/en/RES\\_05\\_F\\_22032021\\_PRE\\_EN.pdf](https://iobe.gr/docs/research/en/RES_05_F_22032021_PRE_EN.pdf), (Erişim Tarihi: 31.08.2024).
- Karaca, C. (2016). *Türkiye’nin güncel ekonomik mali sorunları ve politikaları*. Ankara: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Kızılot, Ş., Kılıç, C., & Tokathoğlu, İ. (2010). *Karthı ödeme sistemleri ekonomik katkılar raporu ve 2008 krizinde kartlı ödeme sistemlerinin olumlu etkileri*. Ankara: Gazi Üniversitesi Maliye-Vergi Hukuku Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- Kızılot, Ş., Kılıç, C., & Tokathoğlu, İ. (2014). *Kartlı ödemelerin ekonomik faydaları-Kart kullanımının yaygınlaşması için gereken düzenlemeler ve teşvikler*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Kubar, Y., & Peker, A. E. (2016). Kayıt dışı ekonomi kavramına bir bakış. In Y. Kubar (Ed.), *Seçme konular ile güncel ekonomik sorunlar*. Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kurozumi, E. (2002). Testing for stationarity with a break. *Journal of Econometrics*, 108(1), 63-69. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00106-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00106-3)
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Madzharova, B. (2014). *The impact of cash and card transactions on VAT collection efficiency*. <https://www.bundesbank.de/en/tasks/cash-management/the-impact-of-cash-and-card-transactions-on-vat-collection-efficiency-635122>, (Erişim Tarihi: 26.08.2024).
- Mitchell, K., & Scott, R. H. (2019). Will that be cash or credit? Payment preferences and rising VAT in Argentina. *Journal of Post Keynesian Economics*, 42(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/01603477.2018.1431797>
- Nazlıoğlu, Ş., Görmüş, N. A., & Soytaş, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.009>
- Schneider, F., & Kepler, J. (2013). *The shadow economy in Europe*. [https://fcelingeurope.eu/Pages/Shadow\\_Economy\\_in\\_Europe.pdf](https://fcelingeurope.eu/Pages/Shadow_Economy_in_Europe.pdf), (Erişim Tarihi: 28.08.2024).
- Shin, Y. (1994). A residual-based test of the null of cointegration against the alternative of no cointegration, *Econometric Theory*, 10(1), 91-115. <https://doi.org/10.1017/S0266466600008240>
- Takan, M., & Boyacıoğlu, M. A. (2011). *Bankacılık-teori, uygulama ve yöntem* (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Tsong, C. C., Lee, C. F., Tsai, L. J., & Hu, T. C. (2016). The Fourier approximation and testing for the null of cointegration. *Empirical Economics*, 51(3), 1085-1113. <https://doi.org/10.1007/s00181-015-1028-6>



## Finansal Sistemi Dönüştüren Teknoloji: Blok Zincir

Ümit Hasan Gözkonan<sup>1</sup>

### Özet

Blok zinciri (blockchain) teknolojisi, merkeziyetsiz, güvenilir ve şeffaf bir yapı sunarak finansal sistemlerde köklü bir dönüşüm başlatmıştır. İlk olarak 2008 yılında Bitcoin'in altyapısını oluşturmak amacıyla geliştirilen bu teknoloji, günümüzde finans, sigortacılık, tedarik zinciri yönetimi, sağlık ve kamu hizmetleri gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Blok zinciri, işlemleri dağıtık bir defterde saklayarak veri manipülasyonunu önlemekte, güvenliği artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Özellikle kripto paralar, akıllı kontratlar ve merkeziyetsiz finans uygulamaları, finansal ekosistemin yeniden şekillenmesine olanak tanımaktadır. Blok zinciri tabanlı ödeme sistemleri, araçlara olan ihtiyacı ortadan kaldırarak işlem hızını artırırken, menkul kıymet takasından sigortacılık hizmetlerine kadar birçok alanda daha verimli ve güvenilir çözümler sunmaktadır. Ayrıca, merkez bankalarının dijital para birimi projeleri ve blok zinciri entegrasyonu, gelecekte finansal sistemde daha büyük bir rol üstlenebileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, blok zinciri teknolojisinin temel bileşenleri, finans sektöründeki mevcut ve potansiyel kullanım alanları incelenerek, sistem üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Blok zincirinin sunduğu avantajlar ve dezavantajların da ele alındığı çalışmada, blok zincirinin yalnızca finansal sistem açısından değil diğer sektörleri de dönüştürebilecek önemli bir teknoloji olarak karşımıza çıktığı görülmektedir.

### 1. Giriş

Dijitalleşmenin hızla yayılması ve küresel ekonomide meydana gelen dönüşümler, finansal sistemlerin geleneksel yapılarından uzaklaşarak daha güvenli, şeffaf ve verimli hale gelmesine zemin hazırlamaktadır. Bu dönüşüm sürecinde, blok zinciri (blockchain) teknolojisi, sunduğu merkeziyetsizlik, değiştirilemezlik ve güvenlik avantajlarıyla dikkat çekmektedir. Özellikle

1 Öğr. Gör. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, umit.gozkonan@cbu.edu.tr,  
ORCID ID: 0000-0002-7187-6304

2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından tanıtılan Bitcoin ile gündeme gelen blok zinciri, başlangıçta yalnızca kripto paralarla ilişkilendirilse de, günümüzde finans, tedarik zinciri yönetimi, sağlık, enerji ve kamu hizmetleri gibi birçok sektörde devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır.

Blok zinciri, işlemlerin güvenli bir şekilde kaydedildiği ve değiştirilemez bir dijital defter olarak tanımlanabilir. Bu sistemde, işlemler bloklar halinde gruplandırılarak bir zincir halinde birbirine bağlanır ve kriptografik yöntemlerle korunur. Bu yapı sayesinde, herhangi bir merkezi otoriteye bağlı olmaksızın güvenli ve doğrulanabilir işlemler gerçekleştirilebilir. Geleneksel finansal sistemlerde sıkça rastlanan üçüncü taraf aracılara olan bağımlılığı ortadan kaldıran blok zinciri, maliyetleri düşürmekte ve işlem sürelerini önemli ölçüde kısaltmaktadır. Aynı zamanda, veri bütünlüğünü garanti altına alarak sahteciliği önleme konusunda da güçlü bir çözüm sunmaktadır.

Blok zinciri teknolojisinin sunduğu en büyük yeniliklerden biri, akıllı kontratlar (smart contracts) aracılığıyla işlem süreçlerini otomatikleştirme yeteneğidir. Akıllı kontratlar, belirlenen koşullar yerine getirildiğinde kendiliğinden yürürlüğe giren kod bloklardır. Bu sayede, finansal işlemlerden sigorta poliçelerine, lojistik operasyonlarından dijital kimlik doğrulama sistemlerine kadar geniş bir kullanım alanı ortaya çıkmaktadır. Merkeziyetsiz finans (DeFi) uygulamaları ile birlikte, blok zinciri finans sektörünü temelden değiştirerek geleneksel bankacılık hizmetlerine alternatif çözümler üretmektedir.

Blok zinciri teknolojisinin finansal sistemler üzerindeki etkisi, yalnızca teknik bir yenilik olmanın ötesinde, güven ve şeffaflık kavramlarını yeniden tanımlayan bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Geleneksel finansal yapılardan farklı olarak, merkezi bir otoriteye dayanmayan bu yapı, işlem maliyetlerini azaltırken güvenli bir ekosistem oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, blok zinciri teknolojisinin finansal sistemleri nasıl dönüştürdüğünü, sağladığı avantajları ve karşılaştığı zorlukları ele alarak, gelecekte finans dünyasında nasıl bir rol oynayacağını incelemeyi amaçlamaktadır.

## 2. Tarihsel Gelişim

Blok zinciri teknolojisinin gelişimi, yıllar içinde birçok önemli adım ve katkıyla şekillenmiştir. Kriptografi, bilgisayar bilimi ve dijital para birimleri alanındaki çalışmalar, blok zincirinin bugünkü haline ulaşmasını sağlayan temel taşları oluşturmuştur. 1982 yılında Chaum, doktora tezinde blok zincirine benzer bir protokol öneren ilk kişi olarak bilinmektedir (Chaum, 1979). 1991 yılında Haber ve Stornetta, kriptografik olarak güvenli bir

blok zinciri tanımlamıştır (Haber & Stornetta, 1991). 1993 yılında Bayer ve diğerleri, tasarıma Merkle ağaçlarını entegre etmiştir (Bayer vd., 1993). 1998 yılında Szabo, merkeziyetsiz bir dijital para mekanizması olan “bit gold” sistemini tasarlamıştır (Sharma, 2024). 2008 yılında Nakamoto tarafından tamamen eşler arası (peer-to-peer) bir ağ üzerinden çalışan elektronik para birimi Bitcoin tanıtılmıştır (Nakamoto, 2008). Yine 2008 yılında, blok zinciri terimi ilk kez Bitcoin işlemlerinin arkasındaki dağıtık/dağıtılmış defter olarak kullanılmıştır (Sheldon, 2024).

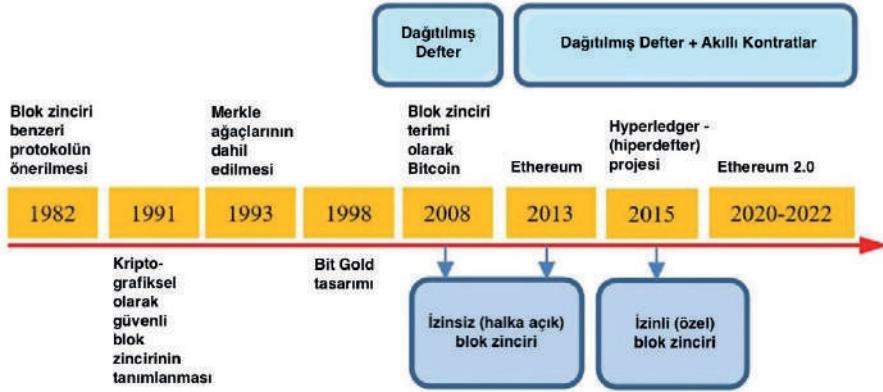
2013 yılında Buterin, Ethereum’u önermiştir. 2014 yılında Ethereum’un geliştirilmesi için bir kitlesel fonlama kampanyası düzenlenmiş ve 30 Temmuz 2015’te Ethereum ağı resmen kullanıma açılmıştır. Ethereum’un ortaya çıkışı, blok zinciri 2.0’ın doğduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, o zamana kadar geliştirilen blok zinciri projeleri genellikle Bitcoin’e benzer alt coinler oluşturmayı hedeflemiştir. Ethereum ise, kendi blok zinciri üzerinde güven gerektirmeyen dağıtık uygulamaların (DApps) çalıştırılmasına olanak tanıyarak diğer projelerden ayrılmıştır. Başka bir deyişle, Bitcoin dağıtık bir muhasebe defteri (ledger) için geliştirilmişken, Ethereum dağıtık veri depolama ve akıllı kontratlar için tasarlanmıştır. Ethereum 2.0, ağı hızını, ölçeklenebilirliğini, verimliliğini ve güvenliğini artırmayı amaçlayan bir yükseltme olarak ifade edilmektedir. Bu yükseltme, 2020-2022 yılları arasında üç aşamada gerçekleştirilmiştir (Guo & Yu, 2022).

2015 yılında Linux Vakfı, blok zincirleri için açık kaynaklı bir yazılım olan Hyperledger projesini duyurmuştur. Kurumsal blok zincirler oluşturmayı hedefleyen Hyperledger blok zinciri çerçeveleri, Bitcoin ve Ethereum’dan farklıdır. Hyperledger çatısı altında sekiz blok zinciri çerçevesi bulunmaktadır (Groetsema vd., 2019). Amaçları, iş dünyasında şirket düzeyindeki işlemleri yönetebilecek blok zinciri çerçeveleri geliştirmek; bu işlemler için ticari ve teknik yönetimlerin desteğini alan, tarafsız, açık ve topluluk odaklı altyapılar oluşturmak; insanları blok zinciri fırsatları konusunda bilinçlendirmek ve bu projeleri geliştirecek teknik topluluklar oluşturmaktır. Kısacası, Hyperledger adlı proje bir kripto para değildir. Hatta, projenin yetkililerinden Brian Behlendorf, kendisine kripto paralarla ilgili yöneltilen bir soruya, Hyperledger’in asla bir kripto para projesi olmayacağını ve küresel bir para birimi girişiminin yaratabileceği siyasi zorluklardan kaçındıklarını belirterek yanıt vermiştir (Elciyar, 2019).

Blok zinciri tarihçesi Şekil 1’de özetlenmiştir. Bitcoin ve Ethereum, herkese açık oldukları için kamusal blok zincirleri olarak sınıflandırılmakta ve bu tür ağlar izinsiz blok zincirleri olarak da adlandırılmaktadır. Hyperledger blok zinciri ağları ise özel blok zincirleri olarak ifade edilmekte, çünkü bu

ağlara katılmak isteyen kullanıcıların önce doğrulanması gerekmektedir. Bu tür blok zincirler, izinli blok zincirler olarak da adlandırılmaktadır (Guo & Yu, 2022).

Şekil 1. Blok Zincirinin Tarihçesi



Kaynak: (Guo & Yu, 2022)

Blok zincir teknolojisi 2008'den itibaren dört aşamada gelişim göstermiştir.

- *Birinci aşama*, özellikle Bitcoin olmak üzere kripto paralarla başlamıştır. Bitcoin'in tanıtılmasıyla blok zincir teknolojisinin popüleritesi artmıştır.
- *İkinci aşama*, akıllı kontratlar ile birlikte ipotekler, krediler ve diğer finansal tahvillerde otomatik olarak çalışan bilgisayar programlarını içeren parasal işlemleri getirmiştir.
- *Üçüncü aşamada*, akıllı kontratların geliştirilmesiyle blok zinciri teknolojisinin dijital toplumdaki kullanımı artmıştır.
- *Dördüncü aşama*, devlet, sağlık, tedarik zinciri yönetimi, eğitim, enerji ve finans gibi çeşitli sektörlerde endüstriyel merkeziyetsiz defter sistemlerini kapsamaktadır (Trivedi vd., 2021).

Blok zincir teknolojisi, başlangıçta yalnızca dijital para birimleri için bir platform olarak geliştirilmişken, akıllı kontratlar, merkeziyetsiz uygulamalar, yüksek hızlı ve ölçeklenebilir merkeziyetsiz depolama ve iletişim ile Endüstri 4.0 için bir altyapıya dönüşmüştür (Weerawarna vd., 2023).

### 3. Blok Zinciri Kavramı

Blok zincir, kripto para alanındaki gelişmelere temel oluşturan bir teknoloji olarak ifade edilmektedir. Genellikle Bitcoin, Ethereum ve diğer benzer kripto para birimleri gibi en bilinen örneklerle temsil edilmektedir. Ancak, blok zincirin işlevi veya kullanımı yalnızca kripto para birimleriyle sınırlı değildir; dijitalleşme ve teknoloji gibi farklı alanlarda da kullanılabilir. İkinci olarak, blok zincir bilgi işlem teknolojisini en verimli şekilde kullanmayı amaçlayan bir sistemdir ve adından da anlaşılacağı gibi, birbirine bağlı bloklardan oluşan bir yapı oluşturmaktadır. Özetle, bir dizi işlemin kaydını içeren birbirine bağlı bloklardan oluşan bir grup, bir işletme ağı içindeki bir varlığın konumunu izleyebilmekte ve takip edebilmektedir (Baita & Lukito, 2024).

Blok zinciri için çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Wood (2014), blok zincir tabanlı bir sistemi “kriptografik olarak güvenli, işlem tabanlı bir durum makinesi” olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, güvenlik, kriptografi ve işlemlere odaklanma gibi önemli unsurları içermektedir.

Pinna ve Ruttenberg (2016), blok zinciri “belirli bir varlık grubuna ve bunların sahiplerine ilişkin bilgilerin, işlem kayıtları veya hesap bakiyelerinin bulunduğu paylaşılan bir veri tabanında saklanmasına ve erişilmesine olanak tanıyan bir teknoloji” olarak tanımlamaktadır. Bu bilginin kullanıcılar arasında dağıtıldığı ve kullanıcıların, güvenilir bir merkezi doğrulama sistemine ihtiyaç duymadan menkul kıymetler ve nakit gibi varlık transferlerini gerçekleştirebileceği belirtilmektedir.

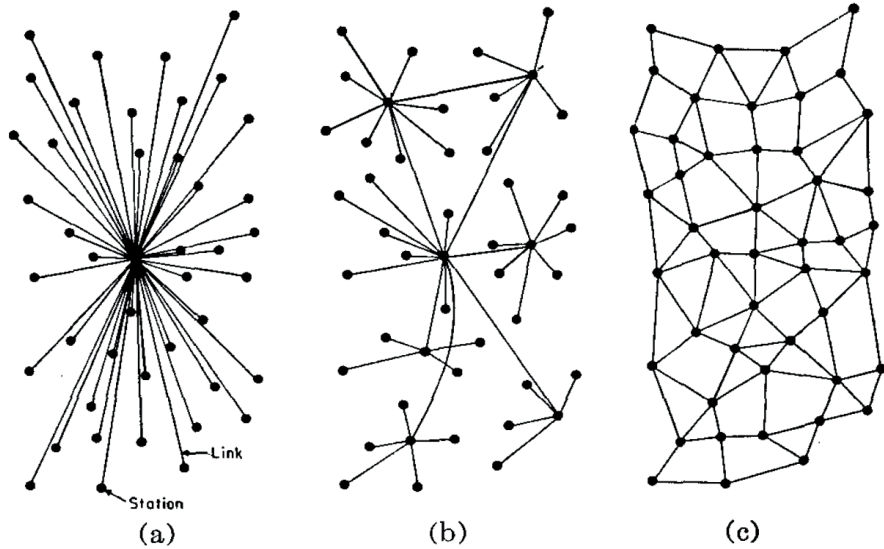
Natarajan, Krause ve Gradstein (2017), blok zinciri “farklı taraflar arasında paylaşılan bir veri kaydı olarak tanımlanan ‘paylaşılan defterler’ kategorisinin belirli bir uygulaması” olarak tanımlamaktadır.

Benos vd. (2017), blok zinciri şu şekilde tanımlamaktadır: “Dağıtılmış defter teknolojisi (DLT), her düğümün (node) senkronize bir veri kopyasına sahip olduğu dağıtılmış bir veri tabanıdır. Ancak, geleneksel dağıtılmış veri tabanı mimarilerinden üç önemli açıdan ayrılmaktadır: Bunlar; (i) merkeziyetsizlik, (ii) güvene dayalı olmayan ortamlarda güvenilirlik, (iii) kriptografik şifrelemedir.

İngiltere Merkez Bankası, blok zinciri “kayıtların merkeziyetsiz ve dağıtılmış bir şekilde tutulmasını ve paylaşılmasını sağlayan bir veri tabanı mimarisi” olarak tanımlamakta ve bu mimarinin bütünlüğünü sağlamak için mutabakat tabanlı doğrulama protokolleri ile kriptografik imzaları kullandığını belirtmektedir (Rauchs vd., 2018).

Blok zincir, genel olarak dağıtılmış ve merkeziyetsiz bir dijital defter teknolojisi olarak ifade edilebilir. İşlemler, şeffaf, güvenli ve değiştirilemez bir şekilde bloklar halinde kaydedilmekte ve kriptografik yöntemlerle birbirine bağlanmaktadır. Merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan çalışabilmesi, güvenli ve doğrulanabilir işlemleri mümkün kılmaktadır. Bitcoin ve Ethereum gibi kripto para birimlerinin temelini oluşturan blok zincir teknolojisini tedarik zinciri yönetimi, akıllı kontratlar ve veri güvenliği gibi birçok alanda kullanılmakla birlikte ilerleyen yıllarda daha geniş kullanım alanına sahip olacağı öngörülmektedir.

Merkeziyetsizlik, genellikle merkeziyetsizden dağıtık yapılara kadar uzanan ağ mimarilerini tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir. Ancak, bu ayrımlar teknik olarak önemlidir; ağların topolojisi (düğümleri ve birbirleriyle olan bağlantıları), onların özelliklerini belirlemektedir (Bondy & Murty, 2008). Yaygın olarak referans gösterilen bir ağ topolojisi sınıflandırması, ağları; merkezi, merkeziyetsiz ve dağıtık olarak üç gruba ayırmaktadır (Baran, 1964).



*Kaynak: (Baran, 1964)*

a) Bu şemada, merkezi yapı, tüm diğer düğümlere (istemicilere) bağlı olan tek bir merkezi düğümü (örneğin bir sunucu) veya birbirine sıkı sıkıya bağlı bir düğüm kümesini tanımlamaktadır. Ancak, diğer tüm düğümler yalnızca bu merkezi düğüme bağlıdır. Sonuç olarak, merkezi düğümün arızalanması

veya yok edilmesi, tüm düğümleri ağdan koparmakta ve birbirleriyle iletişim kurmalarını engellemektedir. b) Merkeziyetsiz bir ağda, düğümler arasında bir hiyerarşi bulunmakta ve alt seviyedeki düğümler, kendilerinden bir seviye yukarıda bulunan bir düğüme bağlanan küçük bir yıldız ağı oluşturmaktadır. Bu üst seviye düğümler de benzer şekilde, kendilerinden daha üst seviyedeki bir düğüme bağlanan başka bir yıldız ağının parçasıdır. Merkeziyetsiz bir ağda, bazı düğümlerin arızalanması durumunda bile, ağın farklı bölümleri birbirleriyle iletişim kurmaya devam edebilmektedir. Ancak bu bölümler, diğer bağımsız bileşenlerdeki düğümlerle iletişim kuramaz. c) Dağıtık ağlar ise, her düğümün diğer düğümlerle yaklaşık olarak aynı sayıda bağlantıya (kenarlara) sahip olduğu ağlardır. Dağıtık ağların en önemli özelliği, bazı düğümler arızalansa veya kasıtlı olarak devre dışı bırakılsa bile ağın bağlı kalmasına imkân tanınmasıdır. Bu sayede, tüm düğümler birbirleriyle iletişim kurmaya devam edebilmektedir. Ancak iletişim yolları orijinal ağdaki kadar kısa olmayabilir (Bodó vd., 2021).

#### 4. Blok Zincir Bileşenleri ve Temel Özellikleri

İlk ve en temel blok zincir teknolojisi, Satoshi Nakamoto tarafından Bitcoin işlemlerinin ardındaki dağıtılmış defter olarak elektronik bir nakit sistemi şeklinde tanıtılmıştır (Nakamoto, 2008). Bu sistem, dört temel bileşeni içermesi nedeniyle bir paradigma değişimi olarak görülmüştür. Bunlar (Malhotra vd., 2022);

- Özetleme Fonksiyonu (Hash)
- Dijital İmza (Digital Signature)
- Eşler Arası Ağ (Peer-to-Peer Network - P2P)
- Mutabakat Mekanizmaları (Consensus Mechanisms)

Dağıtılmış dijital defter teknolojisi işlemleri, eşler arası (P2P) ağ üzerinde paylaşılan ve değiştirilemez bir blok listesi olarak kaydetmektedir. Tek bir sunucuya ihtiyaç duymamakta, böylece tek hata noktasını (single point of failure) ortadan kaldırmaktadır. Bloktaki tüm bilgiler şifrelenmekte ve her blok, özetleme (hashing) algoritması kullanılarak oluşturulan benzersiz bir kimlik ile önceki bloğa bağlanmaktadır. Blok zincirdeki her blok, SHA-256 gibi kriptografik özetleme fonksiyonları kullanılarak işlemleri şifrelemekte, bu da blok zincir teknolojisinin güvenliğini sağlamaktadır. Yeni bir veri bloğu, yalnızca ağdaki düğümlerin çoğunluğu bu bloğun geçerli olduğuna karar verdiğinde deftere eklenebilmektedir. İşlem doğrulama ve blok zincire ekleme süreci “madencilik” olarak adlandırılmakta ve yüksek işlem gücüne sahip özel donanımlar gerektirmektedir. Bir bloğun geçerliliği, ağdaki birden

fazla düğümün mutabakat algoritmaları aracılığıyla sağladığı anlaşmaya dayanmaktadır. Kullanılan yaygın mutabakat algoritmaları şunlardır (Malhotra vd., 2022):

- Hisse Kanıtı (Proof-of-Stake - PoS)
- İş Kanıtı (Proof-of-Work - PoW)
- Geçen Süre Kanıtı (Proof-of-Elapsed Time - PoET)
- Yetkilendirilmiş Hisse Kanıtı (Delegated Proof-of-Stake - DPoS)
- Pratik Bizans Hata Toleransı (Practical Byzantine Fault Tolerance - PBFT)

Hisse kanıtı (PoS), iş kanıtı mekanizmasına bir alternatif olup, daha enerji verimli bir mutabakat yöntemini ifade etmektedir. Her iki mekanizmanın da temel amacı blok zincirde mutabakata ulaşmak olsa da bunu gerçekleştirme yöntemleri tamamen farklıdır. Hisse kanıtı algoritması, mevcut düğümler arasından bir sonraki bloğu doğrulayacak doğrulayıcıyı seçmek için yarı rastgele bir seçim süreci kullanmaktadır (Kaur vd., 2021). İş kanıtı (PoW), bir blok zincir ağında mutabakata ulaşmak için kullanılan bir mekanizmadır ve Bitcoin, Ethereum gibi çeşitli kripto para birimlerinin temel mutabakat modelini oluşturmaktadır (Antonopoulos, 2015). Geçen süre kanıtı (PoET), piyango tarzı bir blok zincir mutabakat mekanizmasıdır ve iş kanıtı ile benzer bir işleyişe sahiptir. Ancak çok daha az hesaplama kaynağı gerektirmektedir. Geçen süre kanıtı, madencilik gerektiren yoğun işlemleri ortadan kaldırarak yüksek enerji tüketimini ve kaynak kullanımını önlemektedir. Bu mekanizmada, dağıtılmış defterin her düğümünde bağımsız çalışan rastgele bir zamanlayıcı, o düğümün yeni bloğu oluşturup oluşturmayacağını ve ödülü alıp almayacağını belirlemektedir. Bu sistem, esas olarak verimliliğe odaklanmakta ve her düğümün bir sonraki blok üreticisi olma olasılığının eşit olmasını sağlamaktadır. Bu süreç, rastgelelik, düğümün sahip olduğu varlık miktarı ve hisse yaşı gibi çeşitli faktörlerin birleşimine dayanmaktadır. Yetkilendirilmiş hisse kanıtı (DPoS) mutabakat hesaplaması, hisse kanıtı algoritmasının bir varyantıdır ve ölçeklenebilirlik ve verimlilik açısından daha yüksek seviyeler sunmaktadır. Ancak ağdaki doğrulayıcı sayısını sınırlayarak merkeziyetsizliği bir miktar azaltmaktadır. Bu mekanizma, özellikle “ölçeklenebilirlik üçlemi” olarak bilinen fenomeni çözmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu kavrama göre, bir blok zincirde her işlemin tüm düğümler tarafından doğrulandığı bir sistem yalnızca üç özelliğin ikisini sağlayabilmektedir. Bunlar; i) Merkeziyetsiz blok üretimi, ii) Güvenlik ve iii) Ölçeklenebilirlik özelliğidir (Qin & Gervais, 2018). Pratik Bizans hata toleransı (PBFT) bir durum makinesi çoğaltması sağlamak

amacıyla tasarlanmıştır. Sistemde başarısız olan veya eş düğümlerine yanlış bilgi yayarak hatalara neden olan kötü niyetli düğümlere karşı dayanıklıdır. Bu mutabakat mekanizmasının temel amacı, ağın işleyişini bozmaya çalışan düğümlerin etkisini azaltarak sistemin büyük çaplı hatalardan korunmasını sağlamak ve dürüst düğümlerin yardımıyla doğru mutabakata ulaşmaktır (Castro & Liskov, 2019).

Blok zincir, kriptografi kullanılarak birbirine bağlanan blokların (kayıtların) sıralı bir zinciridir. Her blok, önceki bloğun kriptografik özetini (hash), bir zaman damgasını (time-stamp) ve işlem verilerini (genellikle bir Merkle ağacı kök özeti olarak temsil edilir) içermektedir. Blok zincirler, merkeziyetsiz ve dağıtılmış dijital defterlerdir ve işlemleri şeffaf, güvenli ve değiştirilemez bir şekilde birden fazla bilgisayar (node) üzerinde kaydetmektedir. Bitcoin gibi kripto para birimlerinin temel teknolojisi olarak kullanılsa da tedarik zinciri yönetiminden akıllı kontratlara kadar birçok farklı alanda uygulamaları bulunmaktadır. Blok zincirinin temel özellikleri farklı başlıklar altında toplanmaktadır. Bunlar (Moro-Visconti & Cesaretti, 2023):

- φ *Merkeziyetsizlik (Decentralization)*: Blok zincirler merkezi bir otoriteye veya tek bir kontrol noktasına bağlı olmadan çalışmaktadır. İşlemler, ağdaki birçok katılımcı tarafından doğrulanmakta ve kaydedilmektedir. Böylece şeffaflık sağlanmakta ve tek bir hata noktasının önüne geçilmektedir.
- φ *Dağıtılmış Defter (Distributed Ledger)*: Blok zincir defteri, ağdaki birçok düğüm (node) arasında dağıtılmıştır. Her düğüm, tüm işlem geçmişinin bir kopyasına sahiptir ve yeni işlemler, iş kanıtı (PoW) veya hisse kanıtı (PoS) gibi mutabakat mekanizmaları aracılığıyla deftere eklenmektedir.
- φ *Şeffaflık ve Değiştirilemezlik (Transparency and Immutability)*: Blok zincirde kayıtlı işlemler şeffaftır ve ağdaki herkes tarafından görüntülenebilmektedir. Bir işlem kaydedildikten ve doğrulandıktan sonra, kriptografik özetleme (hashing) ve dağıtılmış defter yapısı nedeniyle değiştirilmesi veya silinmesi neredeyse imkânsızdır. Bu özellik, sistemde güven ve güvenliği artırmaktadır.
- φ *Güvenlik ve Güven (Security and Trust)*: Blok zincirler, işlemleri ve verileri güvence altına almak için gelişmiş kriptografik algoritmalar kullanmaktadır. Ağın dağıtılmış yapısı, kötü niyetli aktörlerin deftere müdahale etmesini zorlaştırır. Mutabakat mekanizmaları, düğümler arasında anlaşma sağlanmasını güvence altına alarak güvenliğini artırmaktadır.

- φ *Akıllı Kontratlar (Smart Contracts)*: Akıllı kontratlar, belirli kurallar ve koşulların kod içine yazıldığı ve blok zincir üzerinde otomatik olarak çalışan sözleşmelerdir. Belirtilen şartlar yerine getirildiğinde, akıllı kontratlar otomatik olarak yürürlüğe girmekte ve işlemleri gerçekleştirmektedir. Bu özellik, aracı ihtiyacını ortadan kaldırarak birçok sürecin otomasyonunu sağlamaktadır.
- φ *Kripto Paralar ve Tokenizasyon (Cryptocurrency and Tokenization)*: Blok zincirler, Bitcoin ve Ethereum gibi kripto para birimleriyle yakından ilişkilidir. Bu dijital para birimleri, blok zincir teknolojisini kullanarak güvenli ve merkeziyetsiz işlemler gerçekleştirmektedir. Ayrıca, blok zincirler varlıkların tokenizasyonunu mümkün kılarak, gerçek dünya varlıklarının mülkiyetini veya değerini blok zincir üzerinde temsil etmeye olanak tanımaktadır.
- φ *Gizlilik ve İzinli Blok Zincirler (Privacy and Permissioned Blockchains)*: Kamusal blok zincirler açık erişime ve şeffaflığa sahipken, özel blok zincirler yalnızca yetkilendirilmiş katılımcıların erişimine izin vermektedir. Özel blok zincirler genellikle kurumsal ortamlarda, gizlilik ve veri kontrolünün önemli olduğu durumlarda kullanılmaktadır.
- φ *Ölçeklenebilirlik ve Performans (Scalability and Performance)*: Blok zincirler, özellikle kamusal blok zincirler, işlem hacmi ve hız konusunda ölçeklenebilirlik zorluklarıyla karşı karşıyadır. Bu zorlukları aşmak için katman iki (Layer-2) ölçekleme çözümleri ve mutabakat algoritmalarında iyileştirmeler gibi çeşitli çözümler geliştirilmektedir.
- φ *Birlikte Çalışabilirlik ve Standartlar (Interoperability and Standards)*: Birlikte çalışabilirlik, farklı blok zincirlerin birbiriyle sorunsuz bir şekilde iletişim kurma ve etkileşimde bulunma yeteneğini ifade etmektedir. Blok zincir ekosistemi geliştikçe, farklı blok zincirler arasında varlık ve bilgi alışverişini kolaylaştırmak için standartlar ve çerçeveler oluşturulmaya çalışılmaktadır.

## 5. Blok Zincir Türleri

Blok zincir teknolojisi, kullanım amacına ve erişim yetkilerine göre farklı türlere ve çeşitli faktörlere bağlı olarak farklı kategorilere ayrılmaktadır. Bu türler, merkeziyetsizlik düzeyi, erişim izinleri ve kullanım alanlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Blok zincir türleri burada dört kategoride ele alınmıştır.

### 5.1. Halka Açık (Kamusal) Blok Zincir

Kamusal blok zincir, merkeziyetsiz bir dijital defterdir. Dağıtılmış bir bilgisayar ağı üzerinde şeffaf bir şekilde işlem kayıtlarının tutulmasını ve doğrulanmasını sağlamaktadır. Bir mutabakat mekanizması üzerine çalışmakta, yani işlemlerin geçerliliği birden fazla katılımcı tarafından onaylanmaktadır. Aynı zamanda, güvenli ve kronolojik bir blok zincir oluşturulur. Her blok, bir grup işlem içermekte ve önceki bloğa kriptografik olarak bağlı bulunmakta, böylece değiştirilemez bir zincir meydana gelmektedir (Tapscott & Tapscott, 2016). Kamusal blok zincirlerin en dikkat çekici özelliği herkese açık olmasıdır. İsteyen herkes bir düğüm (node) olarak ağa katılabilmekte, işlem doğrulama sürecine dahil olabilmekte ve tüm işlem geçmişine erişebilmektedir (Mougayar, 2016). Bu açıklık, katılımcılar arasında yüksek düzeyde şeffaflık ve güven sağlamaktadır. Halka açık blok zincirlerinin özellikleri şunlardır (Rifat Hossain vd., 2024):

- **Merkeziyetsizlik (Decentralization):** Merkeziyetsizlik, ağın bağımsız kalmasını sağlamak ve hiçbir merkezi otoritenin işleyişi dikte etmesine izin vermemektedir. Her katılımcı, ağın yönetiminde eşit söz hakkına sahiptir.
- **Şeffaflık (Transparency):** Şeffaflık, bu sistemin temel özelliklerinden biridir. Tüm katılımcılar, işlem geçmişinin tamamını görebilmektedir. Bu açıklık, hesap verilebilirliği garanti etmekte ve kayıtların değiştirilmesini önlemektedir.
- **Güvenlik (Security):** Güvenlik ve bütünlüğü sağlamak için iş kanıtı (PoW) veya hisse kanıtı (PoS) gibi mutabakat mekanizmaları uygulanmaktadır. Bu önlemler, ağı yetkisiz erişim ve kötü niyetli faaliyetlerden korumaktadır.
- **Güvene Dayalı Olmama (Trustlessness):** Bu sistemin en dikkat çekici özelliklerinden biri güvene dayalı olmamasıdır. Katılımcılar, aracılara ihtiyaç duymadan doğrudan işlem yapabilmekte ve etkileşime girebilmektedir.

### 5.2. Özel Blok Zincir

Özel blok zincir, yalnızca yetkilendirilmiş kurum ve kişilerin erişebildiği kapalı bir ağ içinde çalışmaktadır (Arya vd., 2021). Kamusal blok zincirlerin aksine, erişim kontrol altında tutulur ve sınırlıdır. Sadece belirlenmiş katılımcılar işlemleri doğrulayabilmekte ve blok zinciri yönetebilmektedir (Jarvis, 2022). Bu yapı, yalnızca onaylanmış kullanıcıların defterle etkileşime girebilmesi sayesinde gelişmiş gizlilik ve mahremiyet sağlamaktadır. Özel

blok zincirler, güvenli ve izinli işlem süreçlerine ihtiyaç duyan organizasyonlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Tapscott & Tapscott, 2016). Özel blok zincirlerinin temel özellikleri şunlardır (Rifat Hossain vd., 2024):

- Kısıtlı Erişim (Restricted Access): Ağa katılmak ve işlemleri doğrulamak için merkezi bir otoriteden izin alınması gerekmektedir.
- Gelişmiş Gizlilik (Enhanced Privacy): Özel blok zincirler, hassas bilgilere yalnızca yetkilendirilmiş katılımcıların erişebilmesini sağlayan gizlilik özellikleri sunmaktadır.
- Ölçeklenebilirlik (Scalability): Özel blok zincirler, sınırlı sayıda katılımcıya sahip oldukları için genellikle kamusal blok zincirlere kıyasla daha yüksek işlem hacmini yönetebilmektedirler.
- Merkeziyetçilik (Centralization): Özel blok zincirler, kamusal blok zincirlere kıyasla daha merkeziyetçidir. Ağın kontrolü genellikle merkezi bir otorite veya bir kurum konsorsiyumu tarafından sağlanmaktadır.

### 5.3. Konsorsiyum Blok Zincir

Konsorsiyum blok zinciri, belirli bir katılımcı grubu arasında güvenli iş birliği sağlamak için izinli (permissioned) ve merkeziyetsiz (decentralized) özellikleri birleştiren bir dijital defterdir. Kamusal blok zincirler herkesin katılımına açıkken, konsorsiyum blok zincirleri yalnızca konsorsiyum üyeleri tarafından bilinen güvenilir düğümlerle sınırlıdır. Bu kontrollü katılım, gizliliği artırmakta ve kamusal blok zincirlere kıyasla daha hızlı işlem gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Ferdous vd., 2020).

Konsorsiyum blok zincirlerinde mutabakat, katılımcı organizasyonların ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş mekanizmalar aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu mekanizmalar, hisse kanıtı (PoS) veya Pratik Bizans Hata Toleransı (PBFT) gibi yöntemlerin farklı versiyonlarını içerebilmekte ve açık katılım yerine verimlilik ve mutabakat hızını ön planda tutmaktadır (Zohar, 2015).

Konsorsiyum blok zincirlerinin yapısı, yalnızca onaylanmış katılımcıların işlemleri doğrulama yetkisine sahip olmasını ve blok zincirin bütünlüğünü korumasını garanti etmektedir. Bu durum hem gizliliği hem de güvenliğini artırarak belirli paydaşlar arasında kontrollü veri paylaşımına ihtiyaç duyan sektörler ve uygulamalar için ideal bir çözüm sunmaktadır. Örnek kullanım alanları arasında tedarik zinciri yönetimi, finans ve sağlık sektörü bulunmaktadır (Zheng vd., 2017). Konsorsiyum blok zincirlerinin temel özellikleri şunlardır (Rifat Hossain vd., 2024):

- Yarı Merkeziyetsizlik (Semi-Decentralization): Konsorsiyum blok zincirlerinin karakteristik özelliğidir. Bu blok zincirler, kamusal blok zincirlerin merkeziyetsiz yapısı ile özel blok zincirlerin merkezi yapısı arasında bir denge sağlamaktadır. Mutabakat ve yönetim sorumlulukları, önceden onaylanmış katılımcılar arasında paylaşılmaktadır.
- İzinli Erişim (Permissioned Access): Bir diğer önemli özellik, katılımcıların ağa katılabilmek ve mutabakat sürecine dahil olabilmek için izin almasıdır.
- Gelişmiş Ölçeklenebilirlik (Improved Scalability): Konsorsiyum blok zincirleri, kamusal blok zincirlere kıyasla daha yüksek ölçeklenebilirlik sunmaktadır. Sınırlı sayıda katılımcı ve kontrollü mutabakat mekanizmaları sayesinde daha yüksek işlem hacmini yönetebilmektedirler.
- Gelişmiş Gizlilik ve Mahremiyet (Enhanced Privacy and Confidentiality): Konsorsiyum blok zincirleri genellikle gelişmiş gizlilik ve mahremiyeti ön planda tutmaktadır. Ağ içindeki hassas verilere erişimin kontrol edilmesine olanak tanıyan gizlilik özellikleri sunmaktadırlar.

#### 5.4. Hibrit Blok Zincir

Hibrit blok zincir, farklı blok zincir türlerini -genellikle kamusal ve özel blok zincirleri- birleştirerek güçlü yönlerini koruyan ve sınırlamalarını aşan bir yapıdır. Bu sistem, ağır farklı bölümlerinin farklı blok zincir türleri üzerinde çalışmasına olanak tanıırken, kamusal ve özel bileşenler arasında birlikte çalışabilirliği de sağlamaktadır. Hibrit blok zincirlerinin temel özellikleri şunlardır (Rifat Hossain vd., 2024):

- Esneklik (Flexibility): Hibrit blok zincirler, aynı ağ içinde farklı kullanım senaryolarına en uygun blok zincir türünü seçme imkânı sunarak esneklik sağlamaktadır.
- Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability): Hibrit blok zincirler, kamusal ve özel bileşenler arasında sorunsuz veri ve varlık transferine olanak tanıyan birlikte çalışabilirlik özelliklerine sahiptir.
- Gizlilik (Privacy): Hibrit blok zincirler, hassas işlemler veya veriler için özel blok zincirleri kullanarak gizliliği ve ölçeklenebilirliği artırırken, diğer yönlerde kamusal blok zincirin şeffaflık ve güvenliğinden yararlanmaktadır.

- Özelleştirilebilirlik (Customization): Kurumlar, hibrit blok zincir mimarilerini kendi özel gereksinimlerine göre özelleştirebilmekte ve farklı ihtiyaçlar arasında denge sağlayabilmektedir.

## 6. Blok Zincir Avantaj ve Dezavantajları

Blok zinciri teknolojisi finansal hizmetler sektörünü dönüştürerek daha verimli bir yapıya dönüşmesine imkân sağlamıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar, blok zinciri teknolojisinin sanayi, eğitim ve ticaret alanlarında bilgiye dayalı ekonomiyi teşvik ederek küresel ölçekte ilerleme sağladığını göstermektedir. Blok zinciri teknolojisi finans sektöründeki işlemlerin güvenilirliği, şeffaflığı ve değiştirilemezliği konularında önemli avantajlar sağlamaktadır (Garg vd., 2021). Bu teknolojinin en önemli avantajı ise finans ve bankacılık sektöründeki birçok operasyonu basitleştirerek hesapların pozisyonlara karşı otomatik olarak eşleştirilmesini sağlamasıdır. Blok zinciri teknolojisi yalnızca sistemin şeffaflığını ve güvenliğini sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda bu tür hizmetlerin daha düşük maliyetle sunulmasına da yardımcı olmaktadır. Buna ek olarak, merkeziyetsizlik sağlayarak finansal işlemler sürecinin tek bir merkezde toplanmasını önlemektedir. Dağıtılmış bir defter, işlemle ilgili tüm verileri ve ticareti yapılan varlıkların kaynağını toplamakta ve bunları saklamaktadır (Siddavatam, 2024).

Blok zinciri teknolojisinin bir diğer önemli avantajı, tüm finansal işlem süreçlerindeki ara adımları ortadan kaldırarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlamasıdır. Dolaylı olarak, genel finansal piyasa verimliliğini artırmaktadır. Ticaret kısa bir zaman diliminde gerçekleşse de malların gerçek değişimi genellikle birden fazla banka ve aracı kurumun dahil olması nedeniyle zaman almakta ve bu durum ek maliyetler, gecikmeler, gereksiz riskler ve hatalara yol açabilmektedir (Knezevic, 2018). Blok zinciri teknolojisi, aracı kurumlara olan ihtiyacı azaltarak hata ve risklerle ilgili olasılıkları en aza indirmektedir. Ayrıca, yapılan çalışmalar yetkilendirme ve ayrıntılı kimlik doğrulama sunan izinli blok zinciri altyapısının, zaman alıcı ve karmaşık bir İş Kanıtı (PoW) sürecine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak işlemlerin daha hızlı tamamlanmasını desteklediğini göstermektedir (Polyviou vd., 2019).

Finansal hizmetlerin iyileştirilmesi adına blok zinciri teknolojisinin benimsenmesi önemli olsa da bu oldukça zorlu bir süreci ifade etmektedir. Blok zinciri teknolojisinin benimsenmesiyle ilgili en büyük zorluklardan biri, bu teknolojinin güvenilirliğiyle ilgili konulardır (Alam vd., 2021). Blok zinciri, nispeten yeni bir gelişme olduğu için genel kullanıcı kitlesi, blok zinciri tarafından sağlanan işlem süreçlerine alışkın değildir ve buna bağlı olarak bu sisteme güven duymamaktadır. Blok zinciri tabanlı Bitcoin ve kripto

paralar, güvence dayalı olmayan para birimleri olarak kabul edilmektedir. Çoğu yatırımcı, bu para birimi ve teknolojinin arkasındaki mekanizmayı tam olarak anlamadığından dolayı kripto paralara ve Bitcoin'e yatırım yapma konusuna çekimser yaklaşmaktadır. Ayrıca, blok zinciri teknolojisinin finansal hizmetler sektöründe benimsenmesiyle birlikte ölçeklenebilirlik önemli bir sorun haline gelmektedir. Büyük bir kullanıcı tabanı, büyük miktarda veri üretmekte ve blok zincirinin boyutunun hızla büyümesine neden olmaktadır. Özellikle kamusal blok zincirleri, ölçeklenebilirlik sorunlarından en çok etkilenen sistemler arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra, teknolojinin kullanımı sırasında karşılaşılan en yaygın sorunlardan biri de uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik konularıdır (Siddavatam, 2024).

Blok zinciri teknolojisini kullanarak bir iş birliği platformu tasarlanırken, tüm ilgili taraflar aynı platformda tutulmaktadır. Ancak, bir blok zinciri platformu tasarlanıp geliştirilirken belirli gereksinimler göz önünde bulundurulsa da bu durum ilerleyen aşamalarda uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik açısından zorluklar yaratabilmektedir. Blok zinciri teknolojisinin benimsenmesiyle ilgili bir diğer önemli sorun ise etkili bir destek altyapısının eksikliğidir. Blok zinciri hâlâ gelişim aşamasında olduğu için, bu teknolojiyi yönetebilecek ve finansal hizmetler sektörüne başarılı bir şekilde entegre edebilecek yetenekli ve nitelikli personel bulmak oldukça zordur (Alam vd., 2021). Blok zinciri teknolojisinin güvenlik ve gizlilikle ilgili birçok avantajı bulunmasına rağmen, yapılan araştırmalar yeni ödeme yöntemleri, Bitcoin ve kripto paraların dolaylı olarak terör finansmanı ve kara para aklama risklerini artırdığını göstermektedir (Akartuna vd., 2023). Bu durum, bireylerin özel yaşamlarını, sosyal düzeni ve ekonomik istikrarı olumsuz yönde etkileyebilecek ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Finansal hizmetler sektöründe blok zinciri teknolojisinden tam anlamıyla faydalanabilmek için bu zorlukların profesyonel bir şekilde ele alınması gerekmektedir (Siddavatam, 2024).

## 7. Finansal Sistemde Blok Zincir

Blok zincirinin, finans sektöründe geleneksel yöntemlerden farklı olduğu ifade edilmektedir. En büyük avantajlarından biri, blok zinciri teknolojisinde müşteri hizmetlerinin zaman sınırlamasının olmamasıdır. Katılımcılar istedikleri zaman işlem yapabilmektedirler. Geleneksel bankacılık yönteminde ise müşteri hizmetleri belirli saatlerle sınırlıdır ve katılımcılar yalnızca mesai saatleri içinde, muhasebecilerin çalıştığı zamanlarda işlem yapabilmekte veya para çekebilmektedir. Ancak, blok zinciri gibi dijital modeller, gelişmiş teknolojisi sayesinde anında müşteri hizmeti sunabilmektedir. Geleneksel yöntemlerde, işlemi onaylamak için banka gibi bir aracıya

ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, kullanıcıların bankaya gidip onay alması gerektiğinden işlemin tamamlanması birçok adımdan oluşmaktadır. Öte yandan, blok zinciri kullanıldığında hizmet kapsamı sınırsızdır çünkü teknoloji her yerden erişilebilir durumdadır. Geleneksel yöntemde ise şube ağı ve çalışan sayısı gibi kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu nedenle, blok zinciri teknolojisine kıyasla basit bir işlemin tamamlanması için daha fazla zaman, para ve enerji harcanması gerekmektedir (Mohd Fairroh vd., 2024).

Blok zinciri üzerine yapılan birçok makale ve proje, genellikle Bitcoin'e odaklanmaktadır. Ancak Bitcoin, blok zincirinin sadece küçük bir parçasıdır ve bu teknoloji birçok farklı alanda uygulanabilmektedir. Blok zinciri, diğer teknolojilerle birleştirilerek daha büyük etkiler yaratabilmektedir (Chang vd., 2020). Finansal hizmetlerin tüm sektörleri, blok zinciri teknolojisinin dahil edilmesiyle büyük değişimler geçirmiştir. Blok zinciri teknolojisi, işlem süreçlerini basit, verimli, güvenli ve düşük maliyetli hale getirme vaadi sunmaktadır. Yapılan araştırmalar, blok zinciri teknolojisinin benimsenmesiyle bankacılık sisteminin daha verimli hale geldiğini ve finansal raporlama, ticaret finansmanı, sermaye piyasası uyumluluğu, sınır ötesi ödemeler gibi birçok alanda gelişim sağladığını göstermektedir (Khadka, 2020).

Blok zinciri teknolojisinin uygulanması, yeni bir ödeme yöntemi, güvenli defterler, akıllı sözleşmeler, daha hızlı ticaret işlemleri ve birçok yenilikçi gelişmeyi mümkün kılmıştır. Bu teknoloji, tüm işlemlerin değiştirilemez bloklara doğru şekilde kaydedilmesini sağlayarak üçüncü taraf müdahalesini ortadan kaldırmakta ve verilerin güvenliğini koruyarak bankacılık sektöründe şeffaflığı artırmaktadır. Dijital para birimlerinin ve dijital cüzdanların artan popülaritesi ile birlikte, bankacılık sektöründe blok zinciri teknolojisinin benimsenmesi artık bir seçenekten ziyade bir zorunluluk haline gelmiştir, çünkü sektörün gelecekteki büyümesi büyük ölçüde bu teknolojik dönüşüme bağlıdır. Sigortacılık sektörü de blok zinciri teknolojisinden olumlu yönde etkilenmiştir. Önde gelen sigorta ve reasürans şirketlerinin büyük bir kısmı, blok zinciri teknolojisinin sigorta sektörüne sunduğu çok sayıda avantaj nedeniyle deneme sistemlerine yatırım yapmıştır. Bu bağlamda, Amponsah, Adebayo & Weyori (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, 2016 yılında başlatılan “Blok Zinciri Sigorta Endüstrisi Girişimi’nin”, reasürans ve sigorta şirketleri arasındaki veri paylaşımında başarı oranını artırdığı belirtilmiştir. Son birkaç yılda, sigorta şirketlerinin çoğu sistem geliştirmede merkezi bir mimariyi benimsemeyi düşünmüş ve bu nedenle merkeziyetsiz blok zinciri teknolojisini kullanmaya başlamıştır. Böylece, sigorta sektörü, geleneksel olarak güven ve iyi niyete dayanan tüm değer zincirini yeniden şekillendirme konusunda nadir bir fırsat elde etmiştir. Bu sayede, tüketiciler için yeni ve

yenilikçi sigorta ürünlerinin geliştirilmesi mümkün hale gelmiştir (Amponsah vd., 2021).

Çeşitli çalışmalar, blok zinciri teknolojisinin yatırım verimliliğini artırdığını ve merkeziyetsiz veri yönetimi sayesinde yatırımcıların daha iyi yatırım kararları almasına olanak sağladığını ortaya koymuştur. Blok zinciri, yatırımın finansal maliyetlerini düşürerek ve vekalet sorunlarını yöneterek yatırım sürecini daha sorunsuz hale getirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, aşırı yatırım ve yetersiz yatırım risklerinin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayabilmektedir (Du vd., 2023). Bu bağlamda, blok zinciri teknolojisinin yatırım verimliliğini artırarak bir kuruluşun genel değerini yükseltebileceği belirtilmektedir. Yatırımcılar ve fon yöneticileri, blok zinciri teknolojisinin doğruluk, şeffaflık, hesap verebilirlik, değiştirilemezlik ve güvenilirlik sağlaması sayesinde iş süreçlerine entegre edilmesinden önemli avantajlar elde edebilmektedir. Çünkü blok zinciri veri depolamayı daha güvenli hale getirirken veri değişimini zorlaştırmaktadır (Du vd., 2023). Dijital varlık yönetimi, blok zinciri teknolojisinin eşler arası aktarım, asimetrik şifreleme ve dağıtılmış depolama gibi özellikler sunmasıyla daha kolay ve güvenli hale gelmiştir. Blok zincirinin bu özellikleri, kurumsal düzeyde veri uygulama sorunlarını ve varlık yönetimini önemli ölçüde iyileştirmektedir (Olatoye vd., 2024).

Finansal hizmet sektörü, endüstriyi dönüştürmek ve sunulan hizmetlerin kalitesini artırmak için çeşitli blok zinciri tabanlı çözümleri benimsemiştir. Bu teknolojinin finans sektörüne girişiyle birlikte finansal güvenlik yeniden tanımlanmıştır. Merkeziyetsizlik, değiştirilemez defter, kriptografik güvenlik, denetlenebilirlik ve şeffaflık, akıllı sözleşmeler, entegrasyon ve birlikte çalışabilirlik, blok zinciri çözümleri olarak finansal güvenliği artırmada önemli rol oynamıştır (Yerram vd., 2021). Finans sektöründe blok zinciri teknolojisinin hizmet sistemlerine entegrasyonu ile ilgili çeşitli örneklerin analizi, finans sektörünün geleceğinin bu teknolojinin başarılı entegrasyonuna bağlı olduğunu göstermektedir. J.P. Morgan'ın "blok zinciri tabanlı bankalar arası bilgi ağı", Ripple'ın sınır ötesi ödemeler için geliştirdiği "RippleNet", Blok Zinciri Sigorta Endüstrisi Girişimi'nin, "blok zinciri tabanlı sigorta platformu", Ethereum'un "merkeziyetsiz finans ekosistemi" gibi başarılı örnekler, blok zinciri teknolojisinin dijital dönüşüm yoluyla finansal güvenliği yeniden şekillendirme potansiyeline sahip olduğunu kanıtlamaktadır (Yerram vd., 2021).

Finans sektörünün geleceği yalnızca bu avantajlara değil, aynı zamanda uygun düzenleyici çerçevelerin oluşturulmasına, siber güvenlik standartlarının belirlenmesine, KYC (Müşterini Tanı) ve AML (Kara Para Aklamayı

Önleme) uyumluluğunun sağlanmasına da bağlıdır. Finansal kurumlar ve düzenleyicilerin, bu teknolojinin benimsenmesi ve entegrasyonu ile ilgili mevcut riskleri ele almak için yenilikçi çözümler ve blok zinciri düzenlemeleri geliştirmek üzere iş birliği yapmaları gerekmektedir. Düzenleyici ve teknolojik sorunları yönetmek için birlikte çalışabilirlik, yönetim ve ölçeklenebilirlik açısından sürekli araştırmalarla gelişim sağlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar, blok zincirinin güvenilir merkezi taraflara dayalı eski modelleri aşarak mevcut finansal sistemi tamamen dönüştürebileceğini göstermektedir (Levis vd., 2021). Bilgi asimetrisini ve işlem maliyetlerini azaltması, bu teknolojinin finansal hizmetler açısından değerini artıran bir diğer özelliktir. Finans sektörünün gelecekteki büyümesi için kapsayıcılık ve entegrasyon önemli bir odak noktası olduğundan, blok zinciri teknolojisi, eşler arası kredi sistemlerini otomatikleştirerek finansal hizmetlere sınırlı erişimi olan bireylerin, doğrulanmış finansal kayıtlara sahip bireylerle aynı temel hizmetlere erişimini mümkün kılmıştır. Blok zinciri teknolojisinin sunduğu çeşitli benzersiz avantajlar göz önüne alındığında, finansal kurumların gelecekte rekabet avantajı elde edebilmek için bu teknolojiyi benimsemesi gerekeceği görülmektedir (Siddavatam, 2024).

## 8. Sonuç

Blok zinciri teknolojisi, dijital çağın en önemli yeniliklerinden biri olarak, finans başta olmak üzere birçok sektörde köklü değişimlere yol açmaktadır. Dağıtık defter yapısı, merkeziyetsizlik, değiştirilemezlik, şeffaflık ve güvenlik gibi temel özellikleri sayesinde, geleneksel sistemlerin verimliliğini artırmakta ve yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Başlangıçta yalnızca kripto paralar ile anılan bu teknoloji, bugün akıllı kontratlar, merkeziyetsiz finans, tedarik zinciri yönetimi, sağlık hizmetleri, kamu yönetimi ve fikri mülkiyet hakları gibi geniş bir yelpazede uygulanmaktadır.

Finans sektöründe blok zinciri, aracılara duyulan ihtiyacı azaltarak işlem sürelerini kısaltmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Dijital varlık yönetimi, sınır ötesi ödemeler ve menkul kıymet takasları gibi alanlarda, blok zinciri tabanlı çözümler şeffaflığı artırarak güvenli ve hızlı işlem yapmayı mümkün kılmaktadır. Merkez bankalarının dijital para birimi projeleri, bu teknolojinin küresel finans sistemine entegrasyonunun kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Ancak, ölçeklenebilirlik sorunları, düzenleyici belirsizlikler ve siber güvenlik riskleri gibi zorlukların aşılması gerekmektedir.

Finans sektörü dışında, diğer sektörlerde de blok zinciri, veri bütünlüğünü koruyarak sahtecilik ve güvenlik açıklarını minimize etmekte, böylece iş süreçlerini daha verimli hale getirmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde

ürünlerin kaynağına kadar izlenebilirlik sağlaması, sağlık sektöründe hasta kayıtlarının güvenli şekilde saklanması ve sigorta sektöründe otomatik talep yönetimi gibi yenilikçi uygulamalar, bu teknolojinin potansiyelini ortaya koymaktadır. Kamu sektöründe ise blok zincirinin, şeffaflığı artırarak yolsuzluğu azaltma ve seçim güvenliği gibi kritik alanlarda önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, blok zinciri teknolojisinin yaygınlaşması, teknik ve düzenleyici altyapının bu dönüşüme uyum sağlamasıyla mümkün olacaktır. Özellikle büyük veri analitiği, yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi diğer yenilikçi teknolojilerle entegrasyonu, blok zincirinin sunduğu avantajları daha da ileriye taşıyacaktır.

Sonuç olarak, blok zinciri, finansal sistemler başta olmak üzere birçok sektörde dönüşüm yaratma potansiyeline sahiptir. Ancak, bu teknolojinin tam anlamıyla benimsenebilmesi için teknik engellerin aşılması, düzenleyici çerçevelerin oluşturulması ve sektörlerin dijitalleşme sürecine hız kazandırması gerekmektedir. Blok zincirinin sunduğu güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz yapı, gelecekte dijital ekonominin temel taşlarından biri olmaya adaydır. Bu nedenle, işletmeler, hükümetler ve bireyler, bu dönüşüme uyum sağlamak ve blok zinciri tabanlı çözümlerden maksimum verim elde etmek için gerekli adımları atmalıdır.

## Kaynaklar

- Akartuna, E. A., Johnson, S. D., & Thornton, A. E. (2023). The money laundering and terrorist financing risks of new and disruptive technologies: A futures-oriented scoping review. *Security Journal*, 36(4), 615-650. <https://doi.org/10.1057/s41284-022-00356-z>
- Alam, S., Shuaib, M., Khan, W. Z., Garg, S., Kaddoum, G., Hossain, M. S., & Zikria, Y. B. (2021). Blockchain-based Initiatives: Current state and challenges. *Computer Networks*, 198, 108395. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108395>
- Amponsah, A. A., Felix, A., & Asubam, B. (2021). Blockchain in Insurance: Exploratory Analysis of Prospects and Threats. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120153>
- Antonopoulos, A. M. (2015). *Mastering bitcoin: Unlocking digital cryptocurrencies* (1. ed). O'Reilly.
- Arya, J., Kumar, A., Akhilendra Pratap Singh, Mishra, T. K., & Chong, P. H. J. (2021). *Blockchain: Basics, Applications, Challenges and Opportunities*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33899.16160>
- Baita, A. J., & Lukito, S. (2024). Islamic Digital Currency and Entrepreneurship. İçinde S. Basly (Ed.), *Decentralized Finance* (ss. 77-93). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-49515-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-49515-1_5)
- Baran, P. (1964). On Distributed Communications Networks. *IEEE Transactions on Communications*, 12(1), 1-9. <https://doi.org/10.1109/TCOM.1964.1088883>
- Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1993). Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping. İçinde R. Capocelli, A. De Santis, & U. Vaccaro (Ed.), *Sequences II* (ss. 329-334). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9323-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9323-8_24)
- Benos, E., Garratt, R., & Gurrola-Perez, P. (2019). The Economics of Distributed Ledger Technology for Securities Settlement. *Ledger*, 4. <https://doi.org/10.5195/ledger.2019.144>
- Bodó, B., Brekke, J. K., & Hoepman, J.-H. (2021). Decentralisation: A multidisciplinary perspective. *Internet Policy Review*, 10(2). <https://doi.org/10.14763/2021.2.1563>
- Castro, M. and Liskov, B. (1999). Practical Byzantine Fault Tolerance. Proceedings of the Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation, New Orleans, 22-25 February 1999, 173-186.
- Chang, V., Baudier, P., Zhang, H., Xu, Q., Zhang, J., & Arami, M. (2020). How Blockchain can impact financial services – The overview, challenges and recommendations from expert interviewees. *Technological Fo-*

- recasting and Social Change*, 158, 120166. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166>
- Chaum, D. L. (1979). *Computer Systems established, maintained and trusted by mutually suspicious groups*. Riverside, CA, USA: Electronics Research Laboratory, University of California.
- Davidson, S., De Filippi, P., & Potts, J. (2016). Disrupting Governance: The New Institutional Economics of Distributed Ledger Technology. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2811995>
- Du, J., Shi, Y., Li, W., & Chen, Y. (2023). Can blockchain technology be effectively integrated into the real economy? Evidence from corporate investment efficiency. *China Journal of Accounting Research*, 16(2), 100292. <https://doi.org/10.1016/j.cjar.2023.100292>
- Elciyar, K. (2019). Hyperledger Nedir? *Blockchain Türkiye Platformu*. <https://bctr.org/hyperledger-nedir-8652/>
- European Central Bank. (2016). Distributed ledger technologies in securities post-trading: Revolution or evolution? N°172, April 2016. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2866/270533>
- Ferdous, M. S., Chowdhury, M. J. M., Hoque, M. A., & Colman, A. (2020). *Blockchain Consensus Algorithms: A Survey* (Versiyon 2). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2001.07091>
- Garg, P., Gupta, B., Chauhan, A. K., Sivarajah, U., Gupta, S., & Modgil, S. (2021). Measuring the perceived benefits of implementing blockchain technology in the banking sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120407. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120407>
- Groetsema, A., Sahdev, N., Salami, N., Schwentker, R., & Cionca, F. (2019). Blockchain for Business: An Introduction to Hyperledger Technologies. *The Linux Foundation: San Francisco, CA, USA*.
- Guo, H., & Yu, X. (2022). A survey on blockchain technology and its security. *Blockchain: Research and Applications*, 3(2), 100067. <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2022.100067>
- Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111. <https://doi.org/10.1007/BF00196791>
- Jarvis, C. (2022). Cypherpunk ideology: Objectives, profiles, and influences (1992–1998). *Internet Histories*, 6(3), 315-342. <https://doi.org/10.1080/24701475.2021.1935547>
- Kaur, S., Chaturvedi, S., Sharma, A., & Kar, J. (2021). A Research Survey on Applications of Consensus Protocols in Blockchain. *Security and Communication Networks*, 2021, 1-22. <https://doi.org/10.1155/2021/6693731>

- Khadka, R. (2020). The impact of blockchain technology in banking: How can blockchain revolutionize the banking industry?. Centria University of Applied Sciences.
- Knezevic, D. (2018). Impact of Blockchain Technology Platform in Changing the Financial Sector and Other Industries. *Montenegrin Journal of Economics*, 14(1), 109-120. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2018.14-1.8>
- Levis, D., Fontana, F., & Ughetto, E. (2021). A look into the future of blockchain technology. *PLOS ONE*, 16(11), e0258995. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258995>
- Malhotra, D., Saini, P., & Singh, A. K. (2022). How Blockchain Can Automate KYC: Systematic Review. *Wireless Personal Communications*, 122(2), 1987-2021. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08977-0>
- Mohd Fairah, A. A., Hussin, N. N., Jamali, N. A. A., & Mohd Ali, M. (2024). The Impact of Blockchain in Financial Industry: A Concept Paper. *Information Management and Business Review*, 16(1(I)), 190-196. [https://doi.org/10.22610/imbr.v16i1\(I\).3647](https://doi.org/10.22610/imbr.v16i1(I).3647)
- Moro-Visconti, R., & Cesaretti, A. (2023). Blockchains, Internet of Value, and Smart Transactions. İçinde R. Moro-Visconti & A. Cesaretti, *Digital Token Valuation* (ss. 167-197). Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42971-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42971-2_6)
- Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: Promise, practice, and application of the next Internet technology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Natarajan, H., Krause, S., & Gradstein, H. 2017. Distributed Ledger Technology and Blockchain. FinTech Note;No. 1. World Bank, Washington, DC. <http://hdl.handle.net/10986/29053>
- Olatoye, F. O., Elufioye, O. A., Okoye, C. C., Nwankwo, E. E., & Oladapo, J. O. (2024). Blockchain in asset management: An extensive review of opportunities and challenges. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 2111-2119. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0280>
- Polyviou, A., Velanas, P., & Soldatos, J. (2019). Blockchain Technology: Financial Sector Applications Beyond Cryptocurrencies. *The 3rd Annual Decentralized Conference on Blockchain and Cryptocurrency*, 7. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019028007>
- Qin, K. & Gervais, A. (2018). An Overview of Blockchain Scalability, Interoperability and Sustainability. Hochschule Luzern Imperial College London Liquidity Network, 1-15.
- Rauchs, M., Glidden, A., Gordon, B., Pieters, G. C., Recanatini, M., Rostand, F., Vagneur, K., & Zhang, B. Z. (2018). Distributed Ledger Technology Systems: A Conceptual Framework. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3230013>

- Rifat Hossain, Md., Nirob, F. A., Islam, A., Rakin, T. M., & Al-Amin, Md. (2024). A Comprehensive Analysis of Blockchain Technology and Consensus Protocols Across Multilayered Framework. *IEEE Access*, 12, 63087-63129. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3395536>
- Sharma, R. (2024). *Bit Gold: Meaning, Overview, and Differences From Bitcoin*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/b/bit-gold.asp>
- Sheldon, R. (2024). *A Timeline and History of Blockchain Technology*. WhatIs. <https://www.techtarget.com/whatis/feature/A-timeline-and-history-of-blockchain-technology>
- Siddavatam, S. D. V. (2024). Understanding the Role of Blockchain Technology in Transforming Financial Services. *The Journal of Electrical Systems (JES)*, 20(10), 5695-5700.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Portfolio / Penguin.
- Trivedi, S., Mehta, K., & Sharma, R. (2021). Systematic Literature Review on Application of Blockchain Technology in E-Finance and Financial Services. *Journal of Technology Management & Innovation*, 16(3), 89-102. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242021000300089>
- Weerawarna, R., Miah, S. J., & Shao, X. (2023). Emerging advances of blockchain technology in finance: A content analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 27(4), 1495-1508. <https://doi.org/10.1007/s00779-023-01712-5>
- Yerram, S. R., Goda, D. R., Mahadasa, R., Mallipeddi, S. R., Varghese, A., Ande, J. R. P. K., Surarapu, P., & Dekkati, S. (2021). The Role of Blockchain Technology in Enhancing Financial Security amidst Digital Transformation. *Asian Business Review*, 11(3), 125-134. <https://doi.org/10.18034/abr.v11i3.694>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 557-564. <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>
- Zohar, A. (2015). Bitcoin: Under the hood. *Communications of the ACM*, 58(9), 104-113. <https://doi.org/10.1145/2701411>



## Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Yöntemleriyle Bitcoin Fiyat Tahmini: SHAP Analiziyle En Etkili Modelin Açıklanması

Osman Nuri Akarsu<sup>1</sup>

### Özet

Makine öğrenmesi ve derin öğrenme, son yıllarda finansal piyasalarda tahminleme süreçlerinde sıklıkla başvurulanan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu yöntemler, özellikle yüksek oynaklığa sahip kripto para piyasalarında, yatırım kararlarını destekleyici araçlar olarak öne çıkmaktadır. Denetimli öğrenme algoritmaları, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki fiyatları tahmin etmeye yönelik güçlü çözümler sunarken; derin öğrenme yaklaşımları, özellikle sıralı veri yapılarındaki karmaşık ilişkileri yakalamada avantaj sağlamaktadır. Bitcoin gibi dijital varlıkların ekonomik değişkenlerle olan ilişkisini anlamak, hem bireysel yatırımcılar hem de finansal kurumlar açısından stratejik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu bağlamda açıklanabilir yapay zeka (XAI) teknikleri, tahmin modellerinin iç mantığını şeffaf biçimde ortaya koyarak karar destek sistemlerine katkı sunmaktadır. Bu çalışmada, Bitcoin'in (BTC) günlük kapanış fiyatları, altın, USDX, VIX ve Brent petrol gibi ekonomik göstergeler dikkate alınarak SVR, LSTM, XGBoost ve ANN algoritmaları ile tahmin edilmiştir. 2014–2024 dönemini kapsayan veri setiyle gerçekleştirilen analizde, MAPE, MAE ve  $R^2$  gibi performans ölçütleri üzerinden karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlara göre, en yüksek doğruluk oranını SVR modeli göstermiştir. Ayrıca SHAP analizi kullanılarak BTCY (yükseliş), BTCD (düşüş) ve BTCA (açılış) değişkenlerinin tahmin sürecinde pozitif katkı sunduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, AK (altın) ve BrPK (petrol) gibi dışsal faktörlerin olumsuz etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular ile hem model doğruluğunu hem de değişkenlerin etkisini şeffaf biçimde ortaya koyarak literatüre önemli katkılar sunulmuştur.

1 Dr., osmannuriakarsu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5393-956X

## 1. Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme

Makine öğrenimi (ML) ve derin öğrenme (DL), yapay zeka içinde hem akademide hem de endüstride önemli ölçüde ilgi gören iki önemli alt alandır. Temel önerileri, örüntüleri ortaya çıkarmak ve tahminlerde bulunmak için veriye dayalı yöntemleri kullanmak ve robotikten doğal dil işlemeye kadar çeşitli alanlarda farklı bakış açıları geliştirmektir.

Makine öğrenimi, bilgisayarların açık talimatlar olmadan görevleri yerine getirmesini sağlayan, bunun yerine verilerden türetilen kalıplara ve çıkarımlara dayanan bir dizi algoritma ve istatistiksel model olarak tanımlanmaktadır (Hural, 2023). Makine öğrenimi içerisinde denetimli ve denetimsiz öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ve uzman olmayanlar için makine öğrenimi modellerinin uygulanmasını basitleştirmeyi amaçlayan otomatik makine öğrenimi (AutoML) gibi çeşitli yaklaşımlar mevcuttur (Topsakal ve Akıncı, 2023). Makine öğreniminin etkinliği, eğitim verilerinden görülmeyen verilere genelleme yapma, aşırı uyum sağlama ve gerçek ve sahte örüntüleri belirleme gibi sorunları hafifletme becerisine önemli ölçüde bağlılık göstermektedir (Bashir vd., 2020). Başka bir ifadeyle makine öğrenimi, çevresel ortamdan öğrenerek insan zekasını taklit etmek amacıyla tasarlanmış hesaplama algoritmalarının evrimleşen bir dalıdır. Büyük verinin yeni çağında “iş atı” olarak kabul edilirler.

Makine öğrenimi temelli teknikler, desen tanıma, bilgisayar görüşü, uzay araştırmaları, eğlence, hesaplamalı biyoloji ve tıbbi uygulamalar da dahil olmak üzere çeşitli alanlarda başarıyla uygulanabilir (El Naqa, 2015). Bunların yanı sıra makine öğrenimi, imalat sanayi, finans ve biyomedikal gibi çeşitli alanlarda geniş uygulama alanına sahiptir. Temel görevleri arasında sınıflandırma, regresyon ve kümeleme yer almaktadır. Sınıflandırma ve regresyon, etiketli verilerle çalışan denetimli öğrenme yöntemleri iken; kümeleme, etiketlenmemiş verilerle çalışan denetimsiz öğrenme yaklaşımlarıdır. Sınıflandırma, örnekleri önceden tanımlanmış kategorilere ayırırken; regresyon, sayısal çıktıların tahminini hedeflemektedir. Her ikisi de gözlemlenen etiketli örneklerden yola çıkarak yeni bir örneğin çıktısını doğru tahmin etmeyi amaçlamaktadırlar. Kümeleme algoritmaları ise, verilerin içsel benzerliklerine göre gruplar oluşturarak örnekleri sınıflandırır (Al-Sahaf vd., 2019). Buna karşılık, çok katmanlı sinir ağlarını (yani derin mimarileri) kullanan bir makine öğrenimi alt kümesi olan derin öğrenme, yüksek boyutlu verilerden karmaşık temsilleri ve soyutlamaları öğrenmede oldukça etkilidir (Bengio, 2009). Derin öğrenmenin robotik gibi alanlara dahil edilmesi, ham duyuşsal verilerden özellik çıkarma yoluyla robotik sistemleri hem algılama hem de karar verme yeteneklerini geliştirerek umut

verici sonuçları ortaya çıkarmaktadır (Sünderhauf vd., 2018; Ait Mouha, 2021). Derin sinir ağları (DNN'ler) özellikle geniş veri kümelerini işleme ve gerçek dünya uygulamalarının doğasında bulunan gürültü ve belirsizliklerin yarattığı zorlukların üstesinden gelme konusunda daha başarılı sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır (Barbastathis vd., 2019). Sıralı veriler için özel olarak uyarlanmış Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağlarını kullanan çalışmalarda vurgulandığı gibi bu analizler, görüntü ve konuşma tanımadan zaman serisi tahminine kadar çeşitli uygulamaların geliştirilmesine katkı sunmaktadır (Pongsena vd., 2021).

Derin öğrenmenin büyümesi yalnızca algoritmalarındaki ilerlemelere değil, aynı zamanda özellikle grafik işlem birimleri (GPU'lar) ve dağıtık hesaplama ile ilgili donanım yeteneklerindeki önemli adımlara da borçludur ve bu da karmaşık modellerin büyük veri kümeleri üzerinde eğitilmesini sağlamaktadır (Barbastathis vd., 2019). Bu durum nihayetinde makine öğrenimi gibi yeni paradigmaların ortaya çıkmasına yol açmış ve makine öğrenimi sürecinde sadece öğrenenlerin değil öğretenlerin de rolünü vurgulamıştır (Simard vd., 2017). Modellerin verilerden nasıl öğrendiğini anlamaya yönelik bu değişim, farklı alanlarda çalışabilen üretici modellerin oluşturulmasında hayati bir rol oynayan temsil öğrenmeye ilişkin içgörüler sağlamaktadır (Bengio vd., 2013). Dahası, derin öğrenme, modellerin daha önce hesaplanan kuantum verilerine dayanarak kimyasal kaymalar ve faz geçişleri gibi özellikleri tahmin edebildiği malzeme bilimi gibi diğer alanlarla sinerjik bir şekilde etkileşime girmektedir (Paruzzo vd., 2018; Tantardini vd., 2022). Bu teknolojilerin ekonomik etkileri, finans ve risk tahminine kadar uzanan uygulamalarla daha da genişlemektedir (Hural, 2023). Ayrıca, robotik gibi bağlamlarda derin öğrenmenin sınırlarını çevreleyen teoriler, potansiyel tuzakların ve daha geniş uygulanabilirlik için gerekli iyileştirmelerin giderek daha fazla kabul edildiğini göstermektedir (Sünderhauf vd., 2018; , Ait Mouha, 2021).

## 2. Literatür

Bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmaların nedeninin ve yönünün doğru bir şekilde tahmin edilmesi, bu alana yatırım yapan finansal aktörler açısından hem riski azaltmak hem de yüksek getiri elde etmek amacıyla kritik bir önem taşımaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar artış göstermiş olsa da, konunun literatürdeki geçmişi oldukça yenidir. Makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme (DL) modellerinin Bitcoin kapanış değerlerinin tahmini amacıyla kullanımı, özellikle kripto paraların yüksek volatilitesi ve ABD Dolar Endeksi (USDx), altın fiyatları, VIX (Volatilite Endeksi) ve BrP (Brent Petrol) ekonomik göstergelerin etkisi göz önüne alındığında, son yıllarda araştırmaların odak noktalarından biri haline gelmiştir. Bu bölümde,

Bitcoin'e yönelik gerçekleştirilen araştırmalar; kullanılan yöntemler ve tercih edilen farklı öznitelikler açısından ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

Ji vd. (2019), derin öğrenme uygulamaları bağlamında, LSTM tabanlı modellerin diğer sınıflandırma yöntemlerine kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiğini ve tahmin edilen fiyat hareketlerine dayalı işlem stratejilerinin finansal olarak uygulanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır.

Uras vd. (2020), doğrusal regresyon ile sinir ağı modellerini karşılaştırarak kripto para birimlerinin günlük kapanış fiyatlarını tahmin etmiş ve sinir ağlarının daha yüksek tahmin başarısı sunduğunu yeniden teyit etmişlerdir.

Çelik vd., (2022), makine öğrenmesi yöntemlerinin Bitcoin'in kapanış değerlerini tahmin etmede etkili olduğunu belirtmiş ve bu yaklaşımların denetimli öğrenme senaryoları için uygulanabilirliğine dikkat çekmişlerdir. Çalışmalarında, tahmin edilen kapanış değerleri ile gerçek değerler karşılaştırılmış ve bu yöntemlerin piyasa eğilimlerini anlamada önemli içgörüler sağlayabileceği vurgulanmıştır.

Hayradi vd. (2022), destek vektör regresyon (SVR) algoritması ile Polkadot kripto para biriminin günlük kapanış fiyatını tahmin etmiş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Ye vd. (2022), Bitcoin fiyat dinamiklerine ilişkin analizlerine sosyal medya duyarlılığı (sentiment) verilerini entegre eden çok katmanlı topluluk bir derin öğrenme çerçevesi önermişlerdir. Bu modelin, geleneksel fiyat tahmin yöntemlerine kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek doğruluk sağladığı belirlenmiştir. Bu tür çalışmalar, teknolojik yaklaşımların sosyal veriyle bütünleşerek kripto para piyasalarının öngörülmesinde çok boyutlu modellerin geliştirildiğini ortaya koymaktadır.

Ngai vd. (2023), zaman serisi tahmini için SVR, KNN, XGBoost ve LSTM algoritmalarını kapsayan kapsamlı bir model geliştirmişlerdir. 2018–2023 dönemi kapanış fiyatları üzerine yapılan analizde, söz konusu modellerin fiyat hareketlerini etkin biçimde yakalayabildiği, özellikle LSTM'nin ardışık verilerde üstün performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Shen (2023), doğrusal regresyon, Hiyerarşik Pekiştirmeli Öğrenme (HRL) ve LSTM yöntemlerini karşılaştırmalı olarak incelemiş, özellikle LSTM'nin Bitcoin fiyat tahmininde belirgin biçimde daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Chen (2023) tarafından gerçekleştirilen bir meta-analiz çalışmasında, Bitcoin tahminine yönelik farklı metodolojiler incelenmiş; rastgele ormanlar, yinlemeli sinir ağları ve çeşitli topluluk (ensemble) tekniklerinin,

geleneksel ekonometrik modellere kıyasla daha yüksek performans sunduğu belirtilmiştir.

Zhang (2024), 2014–2022 yılları arasındaki Bitcoin kapanış fiyatlarını tahmin etmek amacıyla Doğrusal Regresyon, Karar Ağaçları, Rastgele Ormanlar ve Çok Katmanlı Algılayıcılar (MLP) gibi çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmıştır. Bu çalışmada, model sağlamlığını güvence altına almak için çapraz doğrulama uygulanmış ve performans değerlendirmesinde RMSE, MAE ve  $R^2$  gibi metriklerden yararlanılmıştır.

Al-Zakhali ve Abdulazeez (2024), geleneksel ve ileri düzey modellere yönelik karşılaştırmalı analizlerinde LSTM ve GRU gibi yapılarla birlikte Rastgele Orman (RF) algoritmasını kullanmışlardır. Araştırmada, RF modeli en yüksek doğruluğu sağlarken GRU ve SVM modelleri de dikkate değer başarı göstermiştir.

Zhao (2024) da benzer şekilde, doğrusal regresyon ile LSTM performansını karşılaştırmış ve ileri seviye sinir ağlarının, geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerine göre Bitcoin tahmin görevlerinde sürekli olarak daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Alizadegan vd. (2024) ise bu eğilimi destekleyerek, LSTM ve çift yönlü LSTM (Bi-LSTM) yapılarını öne çıkarmış ve bu modellerin dalgalı kripto para piyasalarında zaman serisi tahminleri için giderek daha fazla tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Jin (2024), yaptığı çalışmada COVID-19 sonrası dalgalı finansal piyasalarda geleneksel ekonometrik modeller (ARIMA ve Holt's LES) ile gelişmiş makine öğrenimi tekniklerini (SVR, LSTM ve GRU) karşılaştırmıştır. S&P 500 ve SSE Endeksi'nin günlük hisse senedi fiyatları kullanılarak  $R^2$ , RMSE, MAPE ve MAE metrikleriyle modellerin tahmin doğruluğu değerlendirilmiştir. Bulgular, ARIMA'nın kısa vadeli tahminlerde iyi performans gösterdiğini, ancak LSTM'nin uzun vadeli tahminlerde karmaşık, doğrusal olmayan desenleri yakalayarak üstün olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, LSTM'nin pandemi sonrası finansal piyasalarda en etkili model olduğunu göstermektedir.

Pogorelova (2024), ARDL modelini kullanarak VIX endeksi ile Bitcoin fiyat oynaklığı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, piyasa endişelerinin Bitcoin'in istikrarı üzerinde etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Köse vd. (2025), küresel ekonomik değişkenlerin Bitcoin fiyatları üzerindeki etkilerini derinlemesine analiz etmiş; çalışmada LSTM, GRU, CNN ve Temporal Fusion Transformer (TFT) gibi derin öğrenme

algoritmalarının yanı sıra XGBoost ve LightGBM gibi geleneksel makine öğrenmesi modelleri kullanılmışlardır. Araştırmanın bulguları, özellikle altın fiyatlarının Bitcoin tahmininde en etkili değişken olduğunu ve TFT modelinin en yüksek doğruluğu sağladığını ortaya koymuşlardır.

Parkooi (2025), Bitcoin fiyat tahmininde doğruluğu artırmak amacıyla petrol ve altın fiyatlarını içeren fraksiyonel gri model (FGM) yöntemini uygulamıştır. Elde edilen sonuçlar, bu modelin dışsal ekonomik faktörlerin Bitcoin üzerindeki etkisini daha başarılı şekilde yansıttığını ve basit modellere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

### 3. Yöntem

Bu bölümde, Bitcoin fiyat tahmini amacıyla kullanılan makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme (DL) yöntemleri detaylandırılmış; verilerin işlenmesi, modelleme süreci ve performans analizleri açıklanmıştır.

#### 3.1. Araştırma Modelleri

Makine öğrenmesi, farklı disiplinlerde yaygın şekilde kullanılan ve geleneksel bilgisayar yöntemleriyle çözilemeyen karmaşık problemlerin çözümünde fayda sağlayan bir yaklaşımdır (Abdullah vd., 2021). Bu yöntem, tahminleme süreçlerini geliştirmek amacıyla bilgisayar bilimi ile istatistiksel analizi bir araya getirmektedir. Veriye dayalı tahminleme ile belirsizliklerin azaltılmasına katkı sunmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları genel olarak denetimli ve denetimsiz olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Denetimli algoritmalar etiketli verilerle öğrenirken, denetimsiz algoritmalar yalnızca veri örüntülerini analiz ederek çıkarımlar üretmektedir. Regresyon modelleri bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin etmektedir. Makine öğrenmesi ise daha karmaşık problemleri ele almaktadır (Kavitha vd., 2016).

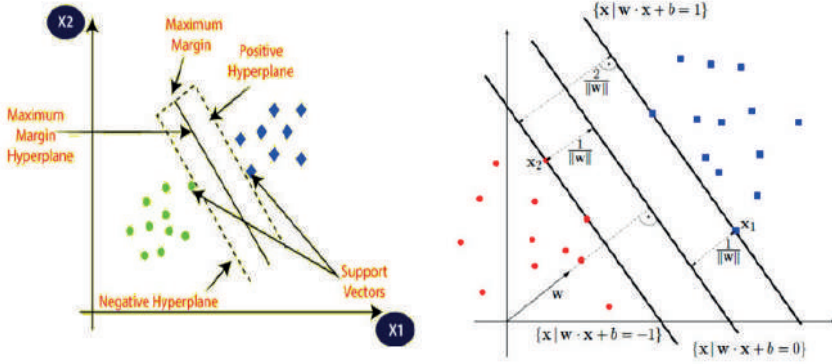
Bu çalışmada 4 farklı algoritma kullanılmış olup bunlar sırasıyla Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines) SVM, Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short-Term Memory) LSTM, Aşırı Gradyan Güçlendirme (Extreme Gradient Boosting) XGBoost ve Yapısal Sinir Ağları (Artificial Neural Network) ANN yöntemleridir. Kullanılan algoritmalardan ilki SVM modelidir.

##### 3.1.1 Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines-SVM)

SVM, sınıflandırma problemlerine yönelik etkili bir makine öğrenmesi yöntemidir. Az sayıda veriden yüksek doğrulukla öğrenme kapasitesine sahiptir ve doğrusal olarak ayrılabilen verileri sınıflandırmada başarılıdır.

SVM, verileri n-boyutlu bir uzayda ayıran en iyi hiperdüzlemi belirleyerek, yeni verilerin doğru kategorilere atanmasını sağlar. Özellikle büyük veri kümelerinde Yapay Sinir Ağları'na (ANN) göre daha hızlı ve verimli çalışabilmektedir (Chhajer vd., 2022). SVM hiperdüzlem aşağıdaki Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1. SVM Hiperdüzlem

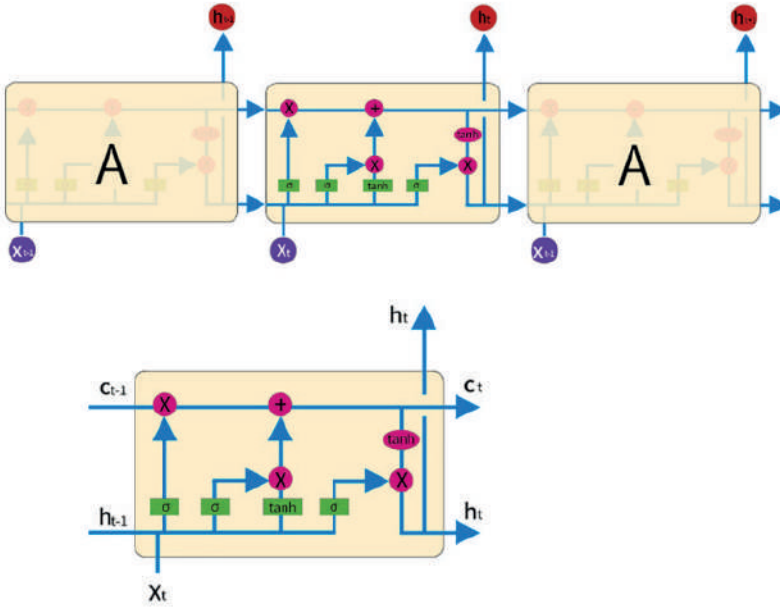


Kaynak:(Ahmadi vd., 2018; Chhajer vd., 2022).

### 3.1.2 Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short-Term Memory-LSTM)

Uzun Kısa Vadeli Bellek (LSTM), Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN)'nin bir türüdür ve geçmiş bilgileri uzun süreli olarak hafızada tutabilir. Geleneksel RNN'lerin aksine, LSTM yapıları "hafıza hattı" ve kapı mekanizmaları sayesinde uzun dönemli bağımlılıkları öğrenmede daha etkilidir. Bu özelliğiyle zaman serisi tahminlerinde sıkça kullanılmaktadır. Şekil 2'de LSTM düğümlerinin yapısını açıklamaktadır.

Şekil 2. LSTM'nin İç Yapısı



Kaynak: (Chen, 2022).

### 3.1.3 Aşırı Gradyan Güçlendirme (Extreme Gradient Boosting-XGBoost)

Aşırı Gradyan Artırma (Extreme Gradient Boosting – XGBoost), genellikle karar ağaçları temelli bir model topluluğu oluşturarak tahmin gücünü artırmayı amaçlayan güçlü bir topluluk öğrenme (ensemble learning) algoritmasıdır. Sinir ağlarında olduğu gibi modelin öğrenme sürecinde hata fonksiyonunu minimize etmek için gradyan iniş (gradient descent) yöntemini kullanır. Gradyan artırma yönteminin gelişmiş bir versiyonu olan XGBoost, modelin aşırı öğrenmesini (overfitting) önlemeye yardımcı olurken aynı zamanda genel performansını da iyileştirmektedir (Sarker, 2021).

Bu algoritma, hem büyük ölçekli veri setlerinde yüksek işlem verimliliği sağlayabilmesi hem de yorumlanabilirliği kolaylaştıran yapısıyla öne çıkmaktadır. Veri madenciliği yarışmalarında elde ettiği başarılar, XGBoost'un güçlü bir alternatif olarak yaygın biçimde tercih edilmesini sağlamıştır. Ayrıca, özelleştirilebilir değerlendirme fonksiyonları ve hiperparametre ayarlama olanakları sayesinde hem akademik çalışmalarda hem de endüstriyel uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulmuştur. XGBoost, hem regresyon

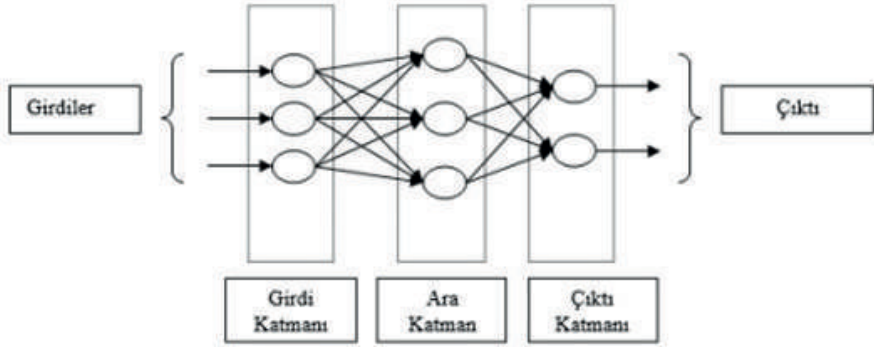
hem de sınıflandırma problemleri için etkili çözümler sunabilmektedir (Terko vd., 2019).

### 3.1.4 Yapay Sinir Ağları (ANN)

Günümüz dünyasında, makine öğrenimi olmadan herhangi bir endüstriyel faaliyetin gerçekleşmesi neredeyse imkânsızdır. Makine öğrenimi, karmaşık sorunları kolayca tanıyabildiği ve bunlara çözümler sunabildiği için oldukça faydalı bir yöntemdir. Makine öğrenimi, Facebook, Netflix ve Amazon'dan gelen öneri motorları kullanılarak günlük hayatta uygulanmaktadır. Siri, Alexa ve Google Asistan, makine öğrenimini birincil olarak kullanan sanal asistan örnekleridir.

Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks), insan beyninden daha karmaşık ve karmaşık bir bağlantı ağı üzerine kurulu bir yöntemdir. Ayrıca yöntem, bilgiyi bir modele veya zaman serisi hattına yönlendirmeyi amaçlayan cebirsel denklemlere dayanmaktadır (Chhajer vd., 2022). Yapay Sinir Ağları yönteminin aşamaları Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 3. Yapay Sinir Ağları



Kaynak: (Ustalı vd., 2021).

## 3.2 Veri Seti

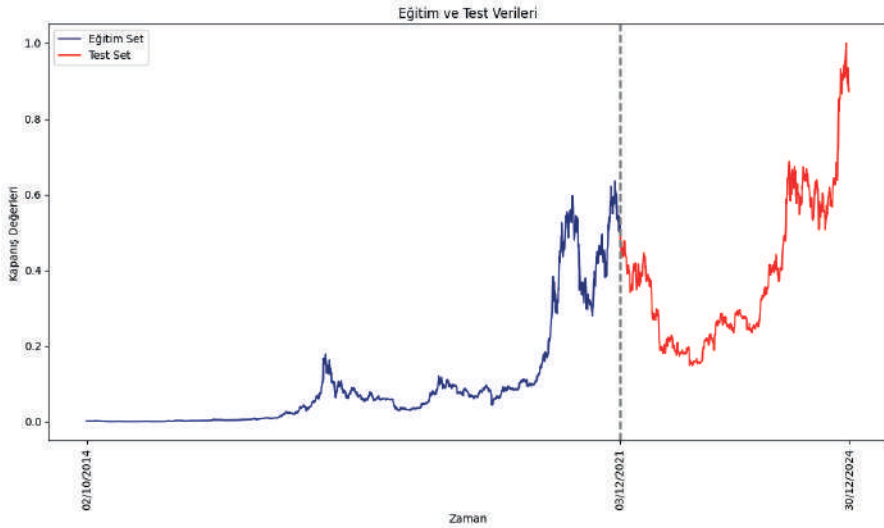
Araştırmada Bitcoin (BTC) ait 02/10/2014-31/12/2024 tarihleri arasındaki 2674 adet günlük fiyat hareketleri ile birlikte altın, ABD Dolar Endeksi (USDIX), Volatilite Endeksi (VIX) ve Brent Petrol (BrP) günlük kapanış değerleri öznitelik olarak belirlenip öznitelik veri kümesi oluşturulmuştur.

Tablo 1. Değişken Tanımları ve Kaynak

| Değişken | Değişken Tanımları                           | Kaynak        |
|----------|----------------------------------------------|---------------|
| BTC      | Bitcoin günlük kapanış değerleri.            | Matriks       |
| BTCA     | Bitcoin günlük açılış değerleri.             | Matriks       |
| BTCY     | Bitcoin günlük yüksek değerleri.             | Matriks       |
| BTCD     | Bitcoin günlük düşüş değerleri.              | Matriks       |
| Altın    | Altın günlük kapanış değerleri.              | Investing.com |
| USDY     | ABD Dolar Endeksi günlük kapanış değerleri.  | Matriks       |
| VIX      | Volatilite Endeksi günlük kapanış değerleri. | Investing.com |
| BrP      | Brent Petrol günlük kapanış değerleri.       | Investing.com |

Bitcoin değerinin Eğitim ve Test verileri değişimleri Şekil 4'te gösterilmektedir.

Şekil 4. Veri Setinin Bölünmesi



### 3.3 Performans Ölçütleri

Çalışmamızda performans ölçütü olarak  $R^2$ , MAPE'nin yanı sıra MSE ve MAE gibi yaygın performans metriklerini de kullanmayı tercih ettik. Bu metrikler, literatürde yaygın olarak kullanılmakta ve tahmin modellerinin doğruluğunu değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu ölçütler aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

**MAE:** Ortalama mutlak hata, tahmin edilen ve gerçekleşmiş değerler arasındaki farktır. Bu farklar toplanırken mutlak değer alınmaktadır. Bütün farklar toplandıktan sonra toplam miktarına bölünüp ortalama değer hesaplanmaktadır (Kurucan, 2019).

**MSE:** Ortalama kare hata, bir modelden tahmin edilen tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki ortalama kare farkını temsil etmektedir (Moghaddam vd., 2016).

**MAPE:** Ortalama mutlak yüzde hata göstergeleri, tahmin edilen değerlerin gerçek değerlerden ne kadar uzağa yayıldığını analiz etmek için kullanılmaktadır (Demir ve Sağlam, 2023).

**R-squared ( $R^2$ ):** R-kare, yararlılığı ve sınırlamaları uygulamalı araştırmacı tarafından az çok bilinen, yaygın olarak kullanılan bir uyum iyiliği ölçüsüdür. İstatistikte, R-kare olarak gösterilen belirleme katsayısı, verilerin istatistiksel modellere ne kadar iyi uyduğunu gösteren bir değerdir (Cameron ve Windmeijer, 1997).

### 3.4 Bulgular

Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmaktadır. Bu istatistikler; ortalama (Ort.), standart sapma (Std.), minimum (Min) ve maksimum (Max) değerleri içermekte olup, değişkenlerin dağılımı ve genel eğilimleri hakkında ön bilgi sağlamaktadır.

|        | Ort.     | Std.     | Min     | Max      |
|--------|----------|----------|---------|----------|
| USD XK | 96,40104 | 6,478124 | 79,14   | 114,11   |
| VIX K  | 17,9588  | 7,151772 | 9,14    | 82,69    |
| AK     | 1536,304 | 339,6363 | 1050,8  | 2511,3   |
| BTCA   | 19613,66 | 22070,47 | 176,897 | 106147,3 |
| BTCY   | 20102,11 | 22618,59 | 215,241 | 108268,4 |
| BTCD   | 19102,56 | 21502,79 | 171,51  | 105291,7 |
| BTCK   | 19636,85 | 22096,73 | 178,103 | 106140,6 |
| BrPK   | 69,23278 | 20,76246 | 19,33   | 127,98   |

Bu çalışmada, 4 farklı model kullanılmış olup farklı tahmin grafikleri ve performans ölçütleri elde edilmiş ve Tablo 2’de sunulmuştur.

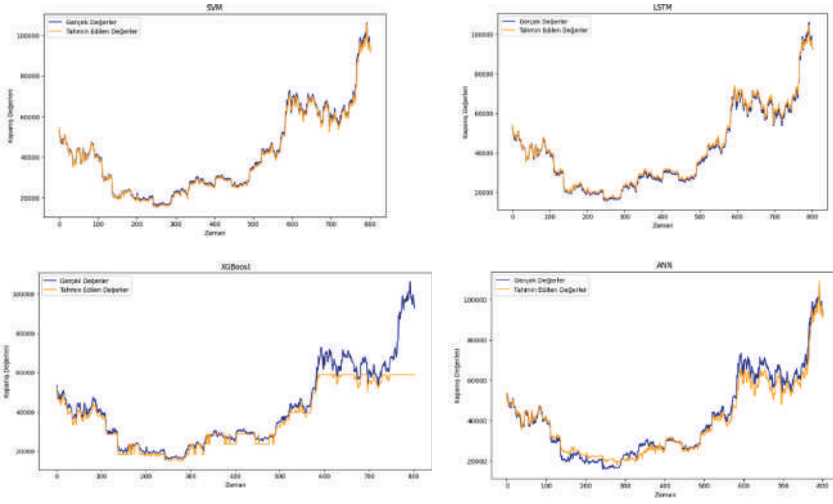
Tablo 2. Model Performans Sonuçları

| Modeller | MAE      | MSE    | MAPE% | R <sup>2</sup> |
|----------|----------|--------|-------|----------------|
| SVM      | 826,355  | 10,035 | 2,235 | 0,997          |
| LSTM     | 1381,583 | 10,015 | 2,734 | 0,996          |
| XGBoost  | 4640,785 | 80,602 | 8,813 | 0,807          |
| ANN      | 2766,734 | 11,498 | 7,562 | 0,972          |

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde, dört farklı modelin Bitcoin kapanış değerlerini tahmin etme performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen değerlere göre, en düşük MAE (826,355), MSE (10,035) ve MAPE (%2,235) oranlarıyla SVM modeli en başarılı tahmin performansını göstermiştir. Bunu, benzer şekilde düşük hata oranlarına ve yüksek R<sup>2</sup> değerine (0,996) sahip olan LSTM modeli takip etmektedir. ANN modeli, MAE (2766,734) ve MAPE (%7,562) açısından orta düzeyde bir performans sergilerken, R<sup>2</sup> skoru (0,972) ile yüksek doğruluk sunmaktadır. Buna karşın, XGBoost modeli, diğer modellere kıyasla en yüksek hata oranlarına (MAE: 4640,785; MAPE: %8,813) ve en düşük R<sup>2</sup> değerine (0,807) sahiptir. Bu sonuçlar, özellikle zaman serisi tabanlı derin öğrenme yöntemlerinin (LSTM) ve destek vektör makinelerinin (SVM), Bitcoin fiyat tahminlerinde daha güvenilir ve etkili yaklaşımlar sunduğunu göstermektedir.

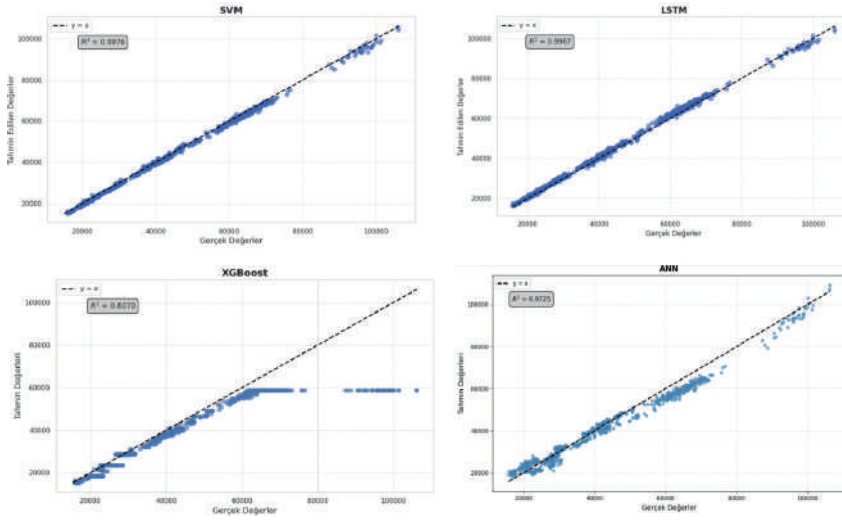
Bitcoin gibi yüksek oynaklığa sahip finansal varlıkların gelecekteki fiyat hareketlerini öngörebilmek, yatırım kararları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, farklı makine öğrenmesi ve derin öğrenme modellerinin tahmin başarısını karşılaştırmak amacıyla SVM, LSTM, XGBoost ve ANN algoritmaları uygulanmıştır. Aşağıda, her bir modelin gerçek kapanış değerleriyle tahmin edilen değerler arasındaki uyumu görsel olarak sunulmakta ve modellerin zaman serisi üzerindeki tahmin performansları karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmektedir.

**Şekil 5. Modellerin Gerçek ve Tahmin Edilen Değerlerle Performans Grafiği**



Şekil 5'te yer alan grafikler, SVM, LSTM, XGBoost ve ANN modellerinin Bitcoin kapanış değerlerine ilişkin tahmin performanslarını gerçek verilerle karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Görsel incelemeye göre, SVM ve LSTM modelleri tahmin eğrileri ile gerçek değerler arasında yüksek oranda örtüşme sergileyerek güçlü bir uyum göstermektedir. Özellikle SVM modeli, zaman serisindeki ani fiyat değişimlerini başarılı biçimde yakalayabilmektedir. XGBoost modeli ise genel trendi takip edebilmekle birlikte, ani yükseliş ve düşüşlerde daha sınırlı bir tepki vererek doğruluk açısından geride kalmaktadır. ANN modeli, genel eğilimi makul düzeyde yansıtmakla birlikte bazı dönemlerde sapmalar göstermektedir. Bu grafiksel analiz, istatistiksel metriklerle elde edilen bulguları görsel olarak da desteklemekte ve özellikle SVM ile LSTM modellerinin Bitcoin fiyat tahmini açısından daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır.

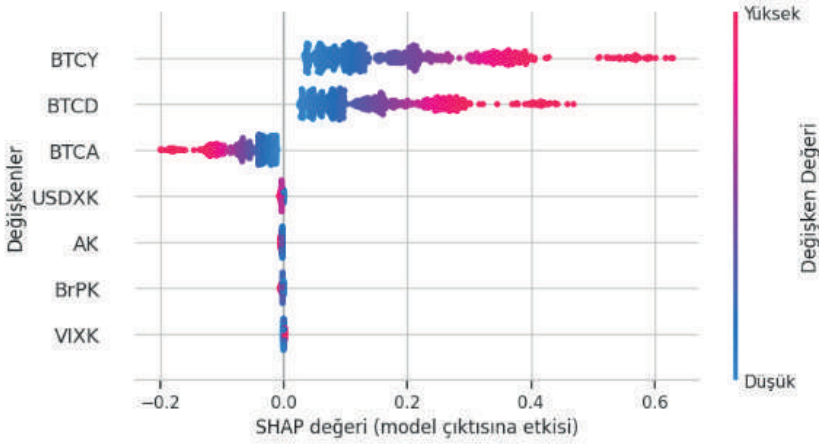
Farklı makine öğrenmesi ve derin öğrenme modellerinin tahmin doğruluklarını karşılaştırmak amacıyla, gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi gösteren  $R^2$  performans grafikleri oluşturulmuştur. Şekil 6'da yer alan bu grafikler, her bir modelin tahmin kapasitesini görsel olarak değerlendirmek imkânı sunmaktadır.

Şekil 6. Modellerin Performans  $R^2$  Grafikleri

Şekil 6'da yer alan  $R^2$  performans grafiklerine göre, tüm modellerin gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişki seviyesi görsel olarak değerlendirilmiştir. SVM modeli,  $R^2=0.997$  ile gerçek değerlere en yakın tahminleri sunarak en yüksek doğruluk oranını yakalamıştır. LSTM modeli de  $R^2=0.996$  değeriyle benzer şekilde güçlü bir tahmin performansı göstermiştir. ANN modeli,  $R^2=0.972$  ile istikrarlı sonuçlar üretmiş olsa da bazı sapmalar dikkat çekmektedir. Öte yandan, XGBoost modeli  $R^2=0.807$  ile en düşük korelasyon düzeyine sahip olup, özellikle yüksek değerlerde tahmin hatalarının arttığı gözlemlenmektedir. Bu grafikler, sayısal metriklerle elde edilen model karşılaştırmalarını görsel olarak desteklemekte ve SVM ile LSTM'nin tahmin başarısında öne çıktığını ortaya koymaktadır.

Şekil 7'de, renk skalası her bir bağımsız değişkenin model performansına katkısını görsel olarak temsil etmektedir. Mavi tonlar düşük, kırmızı tonlar ise yüksek etki derecelerini göstermektedir. Bu sayede yedi değişkenin etki düzeyleri açık şekilde ortaya konmuştur.

*Şekil 7. SVM Modelinde Bağımsız Değişkenlerin Bitcoin Kapanış Değeri Üzerindeki Etki Dereceleri (7 Değişken)*



Şekil 7’de sunulan SHAP özet grafiği, en yüksek doğruluk performansını gösteren SVM modeli temel alınarak oluşturulmuştur ve bağımsız değişkenlerin Bitcoin kapanış değeri üzerindeki etkilerini açıklayıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Şekil 7’de, her bir değişkenin model çıktısına katkısını hem büyüklük hem de yön açısından görselleştirmektedir. Özellikle BTCY (yükseliş oranı), BTCD (düşüş oranı) ve BTCA (açılış fiyatı) değişkenlerinin SHAP değerlerinin pozitif bölgede yoğunlaştığı ve yüksek değer aralıklarında model tahminine olumlu katkı sağladığı dikkat çekmektedir. Bu durum, söz konusu değişkenlerin artışının model tarafından Bitcoin kapanış değerinde yükselme olarak yorumlandığını göstermektedir.

Diğer taraftan, USDXK (döviz kuru) ve VIXK (volatilite endeksi) gibi makroekonomik göstergelerin SHAP değerleri genel olarak sıfıra yakın ve her iki yönde de dağılmış durumdadır. Bu da bu değişkenlerin model üzerindeki etkisinin sınırlı ve bağlama göre değişken olduğunu göstermektedir. AK (altın fiyatı) ve BrPK (Brent petrol fiyatı) gibi dışsal faktörlerin ise çoğunlukla negatif SHAP değerleriyle model çıktısını baskıladığı, yani bu değişkenlerdeki artışın Bitcoin kapanış tahminlerini düşürücü yönde etkilediği görülmektedir. Bu analiz, sadece modelin yüksek performansını değil, aynı zamanda hangi değişkenlerin fiyat tahmini sürecinde belirleyici olduğunu da ortaya koyarak modelin yorumlanabilirliğini artırmaktadır.

#### 4. Sonuçlar

Finansal sektör, ekonomik yapının temel bir bileşeni olarak görülmektedir. Finans sektörü, yüksek kazanç potansiyeli taşıyan projelere sermaye akışını hızlandırabilmekte ve mali kaynakların verimli bir biçimde dağıtılmasını mümkün kılabilir (Güneysu ve Ergün, 2024).

Finansal ortam, kripto para birimlerinin, özellikle Bitcoin'in entegrasyonu tarafından derinden etkilenmiştir. Öncü bir dijital varlık olarak Bitcoin, fiyat tahminleri ve geleneksel finansal sistemlerle olan ilişkisi konusunda kapsamlı araştırmalara yol açmıştır. Bitcoin fiyatlarını tahmin etmek için gelişmiş matematiksel ve istatistiksel tekniklerden yararlanan çeşitli tahmin modelleri ortaya çıkmıştır. Literatüre bakıldığında; Bitcoin'in fiyat dalgalanmalarını analiz etmek için Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) modelini kullanarak, modelin kripto para piyasalarındaki eğilimleri ve oynaklığı açıklamadaki etkinliğini göstermektedir (Huo vd., 2024). Benzer şekilde, Loh, Bitcoin fiyat tahminlerinin doğruluğunu artırmada makine öğrenimi tekniklerinin, özellikle de Sinir Ağlarının etkinliğini tartışarak, gelişmiş hesaplama yöntemlerinin fiyat dinamiklerini anlamaya önemli ölçüde katkıda bulunduğunu öne sürmektedir (Loh, 2020).

Bitcoin'deki oynaklığın araştırılması, geleneksel finansal varlıklarla paralellikler kurarak, akademik araştırmaların önemli bir alanı olmaya devam etmektedir. Bu bağlamda, d., (2021) Bitcoin ve diğer finansal araçlar arasındaki oynaklık sürprizlerinin karşılaştırmalı bir analizini sunarak, makroekonomik değişkenlerin fiyat hareketlerini önemli ölçüde etkileyebileceğini belirtmişlerdir (Doumenis vd., 2021). Bu tür analizler, Bitcoin'in davranışının belirli koşullar altında bazen geleneksel varlık sınıflarıyla benzerlikler gösterdiği için, yatırımcıların ve politika yapıcıların finansal ekonominin daha geniş çerçevesi içinde Bitcoin'i incelikli bir şekilde anlamaları gerektiğini vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada, Bitcoin (BTC) kapanış fiyatlarının tahmini amacıyla SVR, LSTM, ANN ve XGBoost olmak üzere dört farklı makine öğrenimi yöntemi karşılaştırılmış ve en başarılı modelin SVR (Destek Vektör Regresyonu) olduğu tespit edilmiştir. Model başarıları MAPE, MAE, RMSE ve  $R^2$  gibi performans ölçütleri üzerinden değerlendirilmiş; SVR modelinin düşük hata oranları ve yüksek doğruluk katsayısı ile diğer modelleri geride bıraktığı görülmüştür. Bu bulgular, literatürde SVR'nin sınırlı veri ve karmaşık ilişkilere sahip finansal tahmin problemlerinde üstün performans gösterdiğini ifade eden çalışmaları desteklemektedir (Chen ve Hao, 2017; Kara vd., 2011).

Literatürde SVR modellerinin Bitcoin fiyat tahmininde başarılı sonuçlar verdiği birçok çalışmada ortaya konmuştur (Chowdhury vd., 2018; Gyamerah, 2021; Barjašić ve Antulov-Fantulin, 2021; Borrero ve Mariscal, 2023; Ngai vd., 2023; Tripathi ve Sharma, 2023). Benzer şekilde, bu çalışmada da SVR tabanlı model en yüksek tahmin doğruluğunu göstermiş; özellikle BTCY, BTCD ve BTCA değişkenlerinin model üzerindeki pozitif etkisi SHAP analizi ile açıkça ortaya konarak SVR'nin finansal zaman serilerindeki güçlü performansını bir kez daha doğrulamıştır.

Bitcoin fiyat tahmininde en başarılı performansı gösteren SVM modeli temel alınarak gerçekleştirilen SHAP analizi, modelin karar sürecinde etkili olan değişkenleri açıklayıcı biçimde ortaya koymuştur. Analize göre, BTCY (yükseliş oranı), BTCD (düşüş oranı) ve BTCA (açılış fiyatı) değişkenleri model tahminlerinde en yüksek pozitif katkıyı sağlayan değişkenler olarak öne çıkarken; AK (altın fiyatı) ve BrPK (Brent petrol fiyatı) gibi dışsal ekonomik göstergeler negatif etki göstermiştir. USDXX (döviz kuru) ve VIX (volatilite endeksi) ise model üzerinde daha sınırlı ve bağlamsal etkiler yaratmıştır. Bu bulgular, modelin yorumlanabilirliğini artırmakta ve yatırım kararları açısından hangi değişkenlerin belirleyici olduğunu ortaya koyarak daha şeffaf bir tahmin süreci sağlamaktadır.

Literatürde, altın ve Brent petrol fiyatlarının Bitcoin üzerindeki etkilerine dair bulgular hem negatif hem de pozitif yönlü sonuçlar ortaya koymaktadır. Örneğin, Gunawan vd., (2021), COVID-19 sonrasında altının güvenli liman işlevini yeniden kazandığını ve bu durumun yatırımcıların Bitcoin yerine altına yönelmesine neden olarak BTC üzerinde negatif bir baskı oluşturduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Tang ve Aruga (2021) ile Zhang vd., (2022), kriz dönemlerinde petrol ve Bitcoin arasındaki korelasyonun arttığını ve bunun Bitcoin'in çeşitlendirme aracı rolünü zayıflattığını ifade ederek petrol fiyatlarındaki artışın BTC'ye olumsuz yansıdığını ortaya koymuştur. Buna karşın, Nasution vd., (2023), altın fiyatlarının Bitcoin getirileri üzerinde hafif pozitif bir etkisi olduğunu vurgularken, Nguyen vd., (2024), geleneksel varlıklardan çıkan yatırımcıların Bitcoin'e yönelmesinin ters yönlü ama zaman zaman pozitif tepkilere neden olabileceğini göstermektedir. Ayrıca Jiang vd., (2021) ise altın ile Bitcoin arasında zayıf da olsa pozitif korelasyon gözlemlerken, Liu vd., (2023) ve Murty vd., (2022) gibi çalışmalar altın ve petrolün Bitcoin'e kıyasla daha istikrarlı güvenli limanlar olduğunu belirtmişler ve BTC'nin bu varlıklardan farklılaştığını vurgulamışlardır. Bu çalışmalar, BTC'nin geleneksel emtialarla ilişkisini bağlama bağı olarak hem destekleyici hem de zayıflatıcı şekilde etkilenebileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bulguları, yatırım stratejileri geliştirirken geleneksel finansal değişkenlerin BTC fiyatlarına olan etkisinin göz ardı edilemeyeceğini göstermekte ve bu alanda yapılacak daha derinlemesine analizler için temel oluşturmaktadır. Ayrıca, SHAP tabanlı açıklanabilir yapay zeka uygulamaları ile yatırım karar süreçlerinde şeffaflığın artırılması ve model sonuçlarının yorumlanabilirliğinin sağlanması açısından bu çalışma literatüre katkı sağlayıcı niteliktedir.

## 5. Kaynaklar

- Abdullah, D. M., Abdulazeez, A. M., & Sallow, A. B. (2021). Lung cancer prediction and classification based on correlation selection method using machine learning techniques. *Qubahan Academic Journal*, 1(2), 141-149.
- Ahmadi, E., Jasemi, M., Monplaisir, L., Nabavi, M. A., Mahmoodi, A., & Jam, P. A. (2018). New efficient hybrid candlestick technical analysis model for stock market timing on the basis of the Support Vector Machine and Heuristic Algorithms of Imperialist Competition and Genetic. *Expert Systems with Applications*, 94, 21-31.
- Ait Mouha, R. (2021). Deep learning for robotics. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(02), 63.
- Alizadegan, H., Radmehr, A., & Ilani, M. A. (2024). Forecasting Bitcoin prices: A comparative study of machine learning and deep learning algorithms.
- Al-Sahaf, H., Bi, Y., Chen, Q., Lensen, A., Mei, Y., Sun, Y., ... & Zhang, M. (2019). A survey on evolutionary machine learning. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 49(2), 205-228.
- Al-Zakhali, O. A., & Abdulazeez, A. M. (2024). Comparative analysis of machine learning and deep learning models for bitcoin price prediction. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 13(1).
- Barbastathis, G., Ozcan, A., & Situ, G. (2019). On the use of deep learning for computational imaging. *Optica*, 6(8), 921-943.
- Barjašić, I., & Antulov-Fantulin, N. (2021). Time-varying volatility in bitcoin market and information flow at minute-level frequency. *Frontiers in Physics*, 9, 644102.
- Bashir, D., Montañez, G. D., Sehra, S., Segura, P. S., & Lauw, J. (2020). An information-theoretic perspective on overfitting and underfitting. In *AI 2020: Advances in Artificial Intelligence: 33rd Australasian Joint Conference, AI 2020, Canberra, ACT, Australia, November 29–30, 2020, Proceedings 33* (pp. 347-358). Springer International Publishing.
- Bengio, Y. (2009). Learning deep architectures for AI. *Foundations and trends® in Machine Learning*, 2(1), 1-127.
- Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 35(8), 1798-1828.
- Borrero, J. D., & Mariscal, J. (2023). Elevating univariate time series forecasting: Innovative SVR-empowered nonlinear autoregressive neural networks. *Algorithms*, 16(9), 423.
- Cameron, A. C., & Windmeijer, F. A. (1997). An R-squared measure of goodness of fit for some common nonlinear regression models. *Journal of econometrics*, 77(2), 329-342.

- Chen, J. (2023). Analysis of bitcoin price prediction using machine learning. *Journal of risk and financial management*, 16(1), 51.
- Chen, Y., & Hao, Y. (2017). A feature weighted support vector machine and K-nearest neighbor algorithm for stock market indices prediction. *Expert Systems with Applications*, 80, 340-355.
- Chen, Y., Wu, J., & Wu, Z. (2022). China's commercial bank stock price prediction using a novel K-means-LSTM hybrid approach. *Expert Systems with Applications*, 202, 117370.
- Chhajer, P., Shah, M., & Kshirsagar, A. (2022). The applications of artificial neural networks, support vector machines, and long-short term memory for stock market prediction. *Decision Analytics Journal*, 2, 100015.
- Chowdhury, U. N., Chakravarty, S. K., & Hossain, M. T. (2018). Short-term financial time series forecasting integrating principal component analysis and independent component analysis with support vector regression. *Journal of Computer and Communications*, 6(03), 51.
- Çelik, İ. E., Arslan, M., Kuzu, S., & Yavuz, D. Ö. (2022). Researching the future of Bitcoin market with machine learning method: An application on the case of Turkey. *EKEV Akademi Dergisi*.
- Demir, A. S., & Sağlam, E. B. (2023). Electricity consumption estimation with differential polynomial and artificial neural networks: Case of Türkiye. *Journal of Engineering Research*, 11(3), 176-181.
- Doumenis, Y., Izadi, J., Dhamdhere, P., Katsikas, E., & Koufopoulos, D. (2021). A critical analysis of volatility surprise in Bitcoin cryptocurrency and other financial assets. *Risks*, 9(11), 207.
- El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). What is machine learning?. In *Machine learning in radiation oncology: theory and applications* (pp. 3-11). Cham: Springer International Publishing.
- Gunawan, D., Sinurat, M., Cahyadi, L., & Ilham, R. N. (2021, February). Investigating the Dynamic Relationship Among JKSE, S&P 500, Cryptocurrencies and Gold Price After Covid-19 Outbreak. In *International Conference on Strategic Issues of Economics, Business and, Education (ICoSIE-BE 2020)* (pp. 71-75). Atlantis Press.
- Güneysu, Y., & Ergün, T. (2024). Dijital Finansın Bankacılık Sektörü İstikrarına Etkisi: Avrupa ve Orta Asya Ülkeleri (ECA) Örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 10(2), 365-382.
- Gyamerah, S. A. (2021). Two-Stage Hybrid Machine Learning Model for High-Frequency Intraday Bitcoin Price Prediction Based on Technical Indicators, Variational Mode Decomposition, and Support Vector Regression. *Complexity*, 2021(1), 1767708.
- Haryadi, D., Hakim, A. R., Atmaja, D. M. U., & Yutia, S. N. (2022). Implementation of support vector regression for polkadot cryptocurrency price

- prediction. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(1-2), 201-207.
- Huo, L., Xie, Y., & Li, J. (2024). An Innovative Deep Learning Futures Price Prediction Method with Fast and Strong Generalization and High-Accuracy Research. *Applied Sciences*, 14(13), 5602.
- Hural, I. (2023). *Application of machine learning for economic trends and risk prediction*. Publishing House "Baltija Publishing.
- Ji, S., Kim, J., & Im, H. (2019). A comparative study of bitcoin price prediction using deep learning. *Mathematics*, 7(10), 898.
- Jiang, S., Li, Y., Lu, Q., Hong, Y., Guan, D., Xiong, Y., & Wang, S. (2021). Policy assessments for the carbon emission flows and sustainability of Bitcoin blockchain operation in China. *Nature communications*, 12(1), 1938.
- Jin, S. (2024). A Comparative Analysis of Traditional and Machine Learning Methods in Forecasting the Stock Markets of China and the US. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 15(4).
- Kara, Y., Boyacioglu, M. A., & Baykan, Ö. K. (2011). Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange. *Expert systems with Applications*, 38(5), 5311-5319.
- Kavitha, S., Varuna, S., & Ramya, R. (2016, November). A comparative analysis on linear regression and support vector regression. In *2016 online international conference on green engineering and technologies (IC-GET)* (pp. 1-5). IEEE.
- Köse, N., Gür, Y. E., & Ünal, E. (2025). Deep Learning and Machine Learning Insights Into the Global Economic Drivers of the Bitcoin Price. *Journal of Forecasting*.
- Kurucan, F. (2019). Büyük veri ve finansal piyasalarda istatistiki makine öğrenmesi metodlarının yatırım kararlarında kullanılması (Yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Liu, Y., Naktnasukanjn, N., Tamprasirt, A., & Rattanadamrongaksorn, T. (2023). Comparison of the asymmetric relationship between bitcoin and gold, crude oil, and the US dollar before and after the COVID-19 outbreak. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(10), 455.
- Loh, E. C., & Ismail, S. (2020). Emerging trend of transaction and investment: bitcoin price prediction using machine learning. *International Journal*, 9(1.4).
- Moghaddam, A. H., Moghaddam, M. H., & Esfandyari, M. (2016). Stock market index prediction using artificial neural network. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(41), 89-93.

- Murty, S., Victor, V., & Fekete-Farkas, M. (2022). Is bitcoin a safe haven for Indian investors? A GARCH volatility analysis. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7), 317.
- Nasution, M. R., Sadalia, I., & Irawati, N. (2023, September). Empirical Case Among Explanatory Asset, Financial Asset Dan Macro-Economic on Return Bitcoin. In *20th International Symposium on Management (INSYMA 2023)* (pp. 51-56). Atlantis Press.
- Ngai, E., Abdullah, S., Nazri, M. Z. A., Sani, N. S., & Othman, Z. (2023). Time series prediction of Bitcoin cryptocurrency price based on machine learning approach. *Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics*, 7(2), 81-95.
- Ngai, E., Abdullah, S., Nazri, M. Z. A., Sani, N. S., & Othman, Z. (2023). Time series prediction of Bitcoin cryptocurrency price based on machine learning approach. *Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics*, 7(2), 81-95.
- Nguyen, L. T. H., Vu, H. H., & Le, A. P. (2024). Testing bitcoin's safe-haven property and the correlation between Bitcoin, gold, oil, stock markets, and Google trends. *Investment Management & Financial Innovations*, 21(2), 103.
- Parkoohi, J. R., Heidari, H., & Malek, A. (2025). Predicting Changes in Bitcoin Price Using Fractional Grey Model. In *Blockchain, Crypto Assets, and Financial Innovation* (pp. 234-251). Springer, Singapore.
- Paruzzo, F. M., Hofstetter, A., Musil, F., De, S., Ceriotti, M., & Emsley, L. (2018). Chemical shifts in molecular solids by machine learning. *Nature communications*, 9(1), 4501.
- Pogorelova, P. (2024). Investigation of the impact of uncertainty indices on Bitcoin volatility using the ARDL model. *Applied Econometrics*, 74, 35-50.
- Pongsena, W., Sitsayabut, P., Kerdprasop, N., & Kerdprasop, K. (2021). Development of a model for predicting the direction of daily price changes in the forex market using long short-term memory. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 11(1), 61-67.
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN computer science*, 2(3), 160.
- Shen, H. (2023, November). Valuating Cryptocurrency Assets using Linear Regression, HRL, and LSTM: Machine Learning Evidence. In *2023 International Conference on Finance, Trade and Business Management (FTBM 2023)* (pp. 535-543). Atlantis Press.
- Simard, P. Y., Amershi, S., Chickering, D. M., Pelton, A. E., Ghorashi, S., Meek, C., ... & Wernsing, J. (2017). Machine teaching: A new paradigm for building machine learning systems. *arXiv preprint arXiv:1707.06742*.

- Sünderhauf, N., Brock, O., Scheirer, W., Hadsell, R., Fox, D., Leitner, J., ... & Corke, P. (2018). The limits and potentials of deep learning for robotics. *The International journal of robotics research*, 37(4-5), 405-420.
- Tang, C., & Aruga, K. (2021). Relationships among the fossil fuel and financial markets during the COVID-19 pandemic: evidence from bayesian DCC-MGARCH models. *Sustainability*, 14(1), 51.
- Tantardini, C., Kvashnin, A. G., & Ceresoli, D. (2022). GIPAW Pseudopotentials of d Elements for Solid-State NMR. *Materials*, 15(9), 3347.
- Terko, A., Žunić, E., & Ćonko, D. (2019, October). Neurips conference papers classification based on topic modeling. In *2019 XXVII International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Topsakal, O., & Akıncı, T. C. (2023). Classification and regression using automatic machine learning (AutoML)—open source code for quick adaptation and comparison. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(3), 257-261.
- Tripathi, B., & Sharma, R. K. (2023). Modeling bitcoin prices using signal processing methods, bayesian optimization, and deep neural networks. *Computational Economics*, 62(4), 1919-1945.
- Uras, N., Marchesi, L., Marchesi, M., & Tonelli, R. (2020). Forecasting Bitcoin closing price series using linear regression and neural networks models. *PeerJ Computer Science*, 6, c279.
- Ustalı, N. K., Tosun, N., & Tosun, Ö. (2021). Makine öğrenmesi teknikleri ile hisse senedi fiyat tahmini. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(1), 1-16.
- Ye, Z., Wu, Y., Chen, H., Pan, Y., & Jiang, Q. (2022). A stacking ensemble deep learning model for bitcoin price prediction using Twitter comments on bitcoin. *Mathematics*, 10(8), 1307.
- Zhang, H., Hong, H., Guo, Y., & Yang, C. (2022). Information spillover effects from media coverage to the crude oil, gold, and Bitcoin markets during the COVID-19 pandemic: evidence from the time and frequency domains. *International Review of Economics & Finance*, 78, 267-285.
- Zhang, J. (2024). Forecasting Bitcoin Closing Price by Four Machine Learning Algorithms. *Highlights In Business, Economics and Management*.
- Zhao, C. (2024). Research on prediction of bitcoin price based on machine learning methods. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 181, p. 02006). EDP Sciences.



# Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar

**Editörler:**

**Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ok Ergün**

**Doç. Dr. Tolga Ergün**