Bölüm 4

Finansal Sistemi Dönüştüren Teknoloji: Blok Zincir

Ümit Hasan Gözkonan[1]

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, aracılara 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

https://doi.org/10.58830/ozgur.pub785.c3293

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 bloklarıdır. 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).

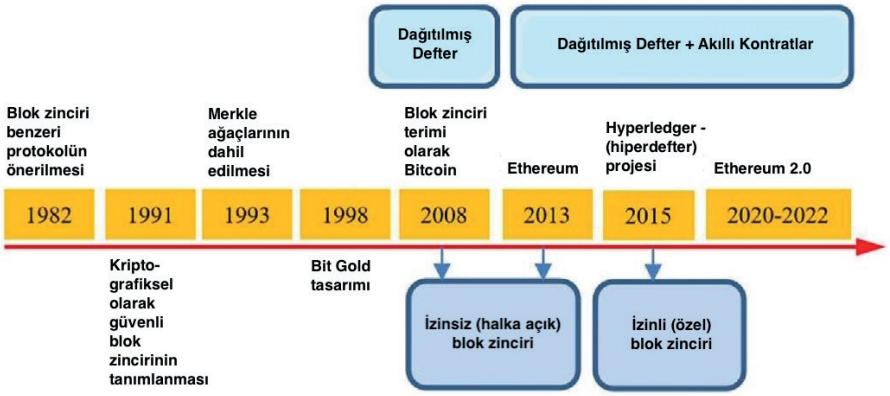
2013 yılında Buterin, Ethereum'u önermiştir. 2014 yılında Ethereum'un geliştirilmesi için bir kitlesel fonlama kampanyası düzenlenmiş ve 30 Temmuz 2015'te Ethereum ağı resmen kullanıma açılmıştır. Ethereum'un ortaya çıkışı, blok zinciri 2.0'ın doğduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, o zamana kadar geliştirilen 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 ayrışmıştır. Başka bir deyişle, Bitcoin dağıtık bir muhasebe defteri (ledger) için geliştirilmişken, Ethereum dağıtık veri depolama ve akıllı kontratlar için tasarlanmıştır. Ethereum 2.0, ağın 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'ın 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 popülaritesi 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 kullanılabilmektedir. 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.

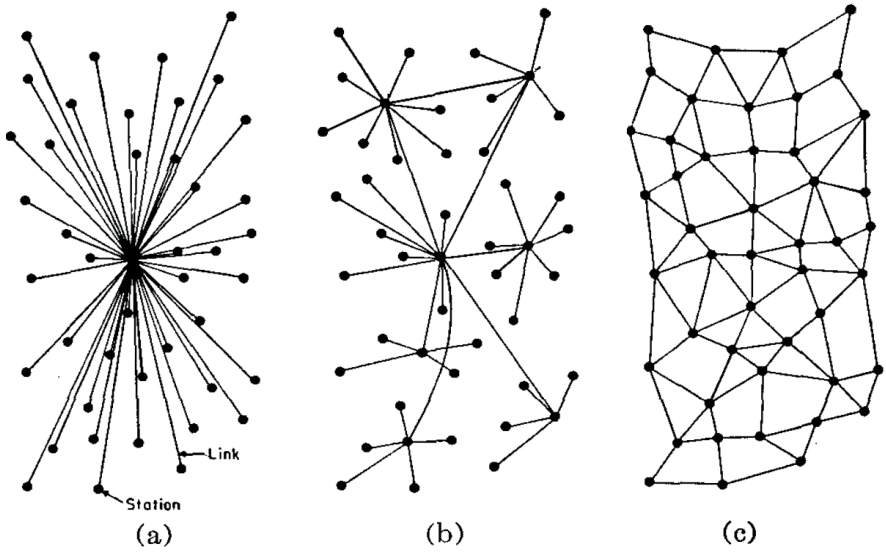
Natarajan, Krause ve Gradstein (2017), blok zinciri "farklı taraflar arasında paylaşılan bir veri kaydı olarak tanımlanan 'paylaşılan defterler' kategorisinin belirli bir uygulaması" olarak tanımlamaktadır.

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 teknolojisinin 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 (istemcilere) 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 tanımasıdır. 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):

- *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.
- *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.
- *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.
- *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 güvenliği artırmaktadır.

- *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.
- *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.
- *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.
- *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.
- *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 sağlamakta 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 güvenliği 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, ağın farklı bölümlerinin farklı blok zincir türleri üzerinde çalışmasına olanak tanırken, 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, güvene 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 Fairoh 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 entegrasyonuyla 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, yönetişim 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. Içinde S. Basly (Ed.), *Decentralized Finance* (ss. 77-93). Springer International Publishing. 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. Içinde 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

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.bcra.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 Fairoh, 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

Moro-Visconti, R., & Cesaretti, A. (2023). Blockchains, Internet of Value, and Smart Transactions. Içinde 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

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/ijsra.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