BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİJİTAL PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE YENİLİKÇİLİK VE KULLANILABİLİRLİK BOYUTUYLA UYGULANABİLMESİ İÇİN BİR SİSTEM MİMARİSİNİN TASARIMI

Doruk AYBERKİN

Doktora Tezi
Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı
Prof. Dr. Üstün ÖZEN
2022

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

Doruk AYBERKİN

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİJİTAL PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE YENİLİKÇİLİK VE KULLANILABİLİRLİK BOYUTUYLA UYGULANABİLMESİ İÇİN BİR SİSTEM MİMARİSİNİN TASARIMI

DOKTORA TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Üstün ÖZEN

ERZURUM- 2022

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Social Sciences

TEZ BEYAN FORMU

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddelerine göre hazırlamış olduğum **"Blokzincir Teknolojisinin Dijital Pazarlama Sektöründe Yenilikçilik veKullanılabilirlik Boyutuyla Uygulanabilmesi İçin Bir Sistem Mimarisinin Tasarımı"**adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Gereğini bilgilerinize arz ederim *.

☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐ Tezimin/Raporumun makale için **altı ay,** patent için **iki yıl** süreyle erişiminin ertelenmesini istiyorum.

27.05.2022
Aslı Islak İmzalıdır
Doruk AYBERKİN

---

* **LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ELEKTRONİK ORTAMDA TOPLANMASI, DÜZENLENMESİ VE ERİŞİME AÇILMASINA İLİŞKİN YÖNERGE**

.....

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
Çeşitli ve Son Hükümler

Lisansüstü tezlerin erişime açılmasının ertelenmesi MADDE 6– (1) Lisansüstü tezle ilgili **patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda**, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu **iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.**

(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz **makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış** ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile **altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**

Gizlilik dereceli tezler MADDE 7– (1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Social Sciences

TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. Üstün ÖZEN danışmanlığında, Doruk AYBERKİN tarafından hazırlanan bu çalışma 27 / 05 / 2022 tarihinde aşağıda isimleri yazılı jüri tarafından. Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞEN	İmza:	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Üstün ÖZEN	İmza:	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Uğur YAVUZ	İmza:	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Erkan OKTAY	İmza:	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi	: Doç. Dr. Handan ÇAM	İmza:	Aslı Islak İmzalıdır

Prof. Dr. Sait UYLAŞ
Enstitü Müdürü
Aslı Islak İmzalıdır

İÇİNDEKİLER

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİJİTAL REKLAM VE PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE KULLANIMI İÇİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVENİN OLUŞTURULMASI

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
SİSTEM MİMARİSİNİN UYGULANMASI

BEŞİNCİ BÖLÜM

DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİJİTAL PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE YENİLİKÇİLİK VE KULLANILABİLİRLİK BOYUTUYLA UYGULANABİLMESİ İÇİN BİR SİSTEM MİMARİSİNİN TASARIMI.

Doruk AYBERKİN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Üstün ÖZEN

2022, 72 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Üstün ÖZEN
Prof. Dr. Uğur YAVUZ
Prof. Dr. Erkan OKTAY
Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞEN
Doç. Dr. Handan ÇAM

Bu tez, dijital pazarlama sektöründe Blokzincir teknolojisinin kullanımının pozitif etkilerini göstermeyi amaçlamaktadır. Sektörün, güven sorunu, aracıların tam olarak görevini yerine getirmemesi, ekonomik kayıpların her geçen gün artması gibi mevcut sorunları bulunmaktadır. Bu çalışma, paydaş deneyimlerini iyileştirerek, kurumların hedefledikleri ekonomik ve doğru sonuçlara ulaşabilmesini sağlayacak yeni bir sistem mimarisi tasarımı önermektedir.

Önerilen mimari sistem, mevcutta var olan sistemlerden farklı olarak müşteri ve kurumların mahremiyetlerinden ödün vermeden, aracı firma olmaksızın işlemlerin gerçekleştirilerek gelirin dağıtılabildiği ve süreci tüm tarafların şeffaf bir biçimde izleyebildiği Blokzincir teknolojisini ile dağıtık veri tabanı içeren bir yapı içermektedir. Bu yapı aynı zamanda dinamik güncellemelerinde kolayca yapılabilmesine imkân tanımaktadır.

Yeni sistem mimarisi, kullanıcı arabirimi vasıtasıyla test edilmiştir. Deneysel sonuçlar, geleneksel sistemlere kıyasla maliyet avantajının sağlandığını, süreçlerin şeffaf olarak izlenebildiğini ve paydaşlar arasında adil kazanç dağılımının sağlandığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevirimiçi Pazarlama, Blokzincir, Akıllı Sözleşme, Solidity, Sistem Mimarisi, İnovasyon

ABSTRACT

PH.D. THESIS

DESIGN OF A SYSTEM ARCHITECTURE FOR THE IMPLEMENTATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE DIGITAL MARKETING SECTOR IN TERMS OF INNOVATION AND USABILITY.

Doruk AYBERKİN

Advisor: Prof. Dr. Üstün ÖZEN

2021, Page: 72

Jury: Prof. Dr. Üstün ÖZEN
Prof. Dr. Uğur YAVUZ
Prof. Dr. Erkan OKTAY
Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞE
Assoc. Prof. Dr. Handan ÇAM

This thesis aims to show the positive effects of Blockchain technology in the digital marketing sector. The sector has existing problems such as trust problems, failure of intermediaries to fulfill their duties, and increasing economic losses day by day. This study proposes a new system architecture design that will enable organizations to achieve the financial and accurate results they aim for by improving stakeholder experiences.

The proposed architectural system, unlike existing methods, includes Blockchain technology and a distributed database, in which income can be distributed without compromising the privacy of customers and institutions, without intermediary companies, and where all parties can monitor the process transparently. This structure also allows for easy dynamic updates.

The new system architecture has been tested via the user interface. Experimental results have shown that cost advantage is provided compared to traditional systems, processes can be monitored transparently, and fair gain distribution among stakeholders is ensured.

Keywords: Online Marketing, Blockchain, Smart Contract, Solidity, System Architecture, Innovation

KISALTMALAR DİZİNİ

ABI : Application Binary Interface(Uygulama Bayt Kod Arayüzü)

API : Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)

BFT : Byzantine Fault Tolerance(Bizans Hata Toleransı – Bizans Generalleri Problemi)

DAC : Decentralized Autonomous Corporation(Merkeziyetsiz Otonom Şirket)

DAO : Decentralized Autonomous Organization(Merkeziyetsiz Otonom Organizasyon)

DApp : Decentralized Application (Merkeziyetsiz Uygulama)

DLT : Distrubuted Ledger Technology(Dağıtık Defter Teknolojisi)

DPOS : Delegated Proof Of Stake(Yetkilendirilmiş Hisse İspatı)

ETH : Ethereum(Kamusal Blokzincir Ağının dijital varlık birimi)

EVM : Ethereum Virtual Machine(Ethereum Sanal Makinesi)

HASH : Cryptographic Function(Şifrelenmiş Karma Fonksiyon)

IDE : Integrated Development Environment(Bütünleşik Geliştirme Ortamı)

IPFS : Interplanetary File System(Gezegenler Arası Dosya Sistemi)

JSON : Javascript Object Notation(Javascript Nesne Notasyonu)

KYC : Know Your Customer(Müşteri Tanıma)

P2P : Peer to Peer (Eşler arası-Eşten Eşe)

PBFT : Practical Byzantine Fault Tolerance(Pratik Bizans Hata Toleransı)

POS : Proof Of Stake(Hisse Kanıtı)

POW : Proof Of Work(İş Kanıtı)

RPC : Remote Procedure Call(Uzaktan Yordam Çağrısı)

UI : User Interface(Kullanıcı Arayüzü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

TABLOLAR DİZİNİ

TEŞEKKÜR

Doktora yolculuğu, benim için birçok insanın yardımı ve desteği olmadan gerçekleştirilmesi mümkün olmayan zorlu ve önemli bir deneyim oldu. Burada zorlu, aynı zamanda keyifli doktora yolculuğum boyunca destek aldığım, yanımda olduğunu hissettiren tüm herkese minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

İlk olarak danışmanım ve yol göstericim kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Üstün ÖZEN'e minnettarlığımı belirterek başlamak istiyorum. Bu süreçte bana araştırma ilgi alanlarımı sürdürme fırsatı vererek, her eksik kaldığım noktada varlığını hissettirip eksiklerimi gidererek bilge kişiliği ve engin tecrübeleri ile rehber oldu. Yoğun programına rağmen, mütevazı kişiliği ile çok değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaştı. Bakış açımı genişleterek, fikirlerimi olgunlaştırmam için kıymetli zamanını bana ayırdı.

Tez izleme komitesinde ve tez savunmasında kıymetli görüş ve önerileri ile bu çalışmaya katkı sağlayan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Uğur YAVUZ ve sayın Prof. Dr. Erkan OKTAY'a ; yine tez sürecinde teknik desteğine başvurduğum dostum Koray PAKYÜREK'e, Dr. Öğr. Üyesi İhsan ÇUBUKÇU'ya ve tez savunma jürimde bulunan Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞEN ve Doç. Dr. Handan ÇAM'a teşekkür ederim.

Hayat boyu yaşamıyla bana rol model olan babama, akademik yolculuğuma başlama nedenim olan anneme, uzakta olsa her daim desteğini hissettiğim abim ve yengeme teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu zorlu yolda kendilerine ayırmam gereken zamandan feragat ederek, beni sürekli motive eden değerli eşim Sibel, canım oğlum Dora ve canım kızım Almila'ya ve tüm aile fertlerimize çok teşekkür ederim.

Son olarak, öğrenme yolculuğuna çıktığım ilk gün yanımda olan ve eğitim yaşamımı şekillendiren değerli İlkokul öğretmenim sayın Suna HALAVUT'a teşekkür ederim.

İyi ki varsınız. Saygılarımla…

Canım Babacığım Doğan AYBERKİN'e ithafen,

Erzurum – 2022 **Doruk AYBERKİN**

GİRİŞ

Her geçen gün gelişen dijital teknolojiler ve bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birçok sektör olduğu gibi dijital reklamcılık ve pazarlama sektörü de bu dönüşümden etkilenmiştir. Kurumlar ve ajanslar, dijitalleşme sayesinde her an her yerden ulaşılabilir bir hale gelen içerikleri, tüketicilerle buluşturmaya başlamış, yine aynı kanal üzerinden geri dönüşler alarak müşterileri ile doğrudan ve hızlı iletişim kurabilme olanağına kavuşmuşlardır (H. Lee & Cho, 2019). Oluşan bu yeni süreç, sektörde küresel çapta hızlı bir büyümeyi de beraberinde getirmiştir. Tahmin edilenin aksine, dijital reklam harcamaları şirketlerin salgın süresince pazarlama bütçelerini düşürmelerine ve ortaya çıkan COVID-19 tablosunun negatif etkisine rağmen, 2018-2019 yılları arasında 107,5 milyar dolardan 124,6 milyar dolara çıkarak %15,9, 2019-2020 yılları arasında da 124,6 milyar dolardan 139,8 milyar dolara çıkarak %12,2 bir artış göstermiştir (Internet Advertising Bureau, 2021). Hızla artan bu ekonomik pastadan pay almak isteyen şirketlerin sayısı da bu duruma paralel olarak 2011 yılındaki 150 sayısından, %5233 artışla 8000 civarına yükselmiştir (Brinker, 2020).

Ancak, dijital reklam ve pazarlama sektöründe, yasal düzenlemelerin yetersizliği ve kullanılan mevcut süreç ve modellerdeki eksiklikler raporlarla kayıt altına alınan birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. Yapılan çalışmalarda, gelir dağılımındaki adaletsizlik, doğru hedef kitleye ulaşmadaki yetersizlik, gizlilik ve verilerinin işlenmesi noktasındaki usulsüzlükler, kurumlar tarafından yapılan yatırımın istenilen oranda geri dönmemesi, kullanıcıların reklam engelleme ve aldatma yazılımları kullanması, aracılara mecburi güven duyulması vb. sorunlar ortaya koymuştur (Bezovski vd., 2021; Estrada-Jiménez vd., 2017; Evans, 2009; Gordon vd., 2020). Bu nedenlerle, sektördeki tüketiciler ve kurumların arasında karşılıklı güvene dayanan, eşler tarafından tüm süreçlerin izlenebildiği, mahremiyetin ön planda olduğu yeni bir sistemin gerekliliği görülmektedir.

Blokzincir teknolojisinin sağladığı güven, şeffaflık, paydaşlar arasında etkili ve kalıcı iletişim kurma vb. özelliklerinden dolayı birçok iş modelinde de değişimler yaşanmaktadır. Potansiyeline rağmen, Blokzincir teknolojisinin dijital pazarlama üzerindeki etkisi hakkındaki literatür, zayıf ampirik görüşler ve sınırlı teorik açıklamalar ile deneme aşamasındaki birkaç uygulamadan ibarettir. Blokzincir teknolojisine olan ilgi genel kabul gören ilk uygulama fikrinin ortaya atıldığı 2008 yılından beri artarak devam

etmektedir. Blokzincir teknolojisine olan bu ilginin nedenleri arasında teknolojinin merkezi olmayan yapısı, güvenlik, şeffaflık ve maliyetlerde sağladığı düşüş sayılabilir (Zheng vd., 2017).

Çalışmamızda, Blokzincir teknolojisinin sağladığı avantajlar göz önüne alınarak, dijital reklam ve pazarlama sektörü için yeni bir sistem modeli oluşturulmuş ve kamusal bir test ağında uygulanmıştır. Oluşturulan yeni sistem modelinin test ortamında uygulanması sayesinde; aracıların sayısı minimize edilerek gelirin doğrudan tüketiciye aktarımı sağlanmıştır. Bu çalışma, tüketicilerin talep etmiş oldukları gelir adaletsizliğinin ortadan kaldırılması için önemli bir adımdır. Ayrıca sistemdeki aracılar vasıtasıyla yapılan ve güven mecburiyeti gerektiren tüm işlemler Blokzincir teknolojisi sayesinde şeffaf, izlenebilir bir yapıya kavuşturulmuş, ayrıca kullanıcıların mahremiyetleri sağlanmıştır. Önerilen sistem sayesinde oluşan bir diğer kazanç geleneksel yöntemlere göre sağlanan ekonomidir. Yapılan testlerde, iş süreçlerinin, gerçek ortamlardaki değerlerden daha düşük parasal değerler ile gerçekleştirebildiği görülmüştür. Son olarak uygulama içerisinde hazırlanan algoritma sayesinde sistemdeki kullanıcıların hedef odaklı olarak seçilmesi sağlanmıştır. Böylece, bir kurumun pazarlama bütçesinin geri dönüşlerindeki verimlilik artacaktır. Tüm bu nedenlerden dolayı, hazırlanan sistem mimarisi ve uygulaması sayesinde, sektördeki dezavantajlı durumların giderilmesinin mümkün hale geldiği görülmüştür.

Tezin içeriği, üç kısma ayrılmıştır. Birinci kısımda, dijital pazarlama sektöründe kullanılan mevcut pazarlama modelleri ve Blokzincir kavramları ile uygulama olanakları incelenmiştir. Blokzincir altyapısında kullanılan farklı algoritmalar, mimariler ve fikir birliği mekanizmaları içeren platformlardan oluşan bir yapıdır (Xu, Weber, & Staples, 2019). Bu yapı kapsamında Blokzincir kavramı, altyapısında kullanılan algoritmalar ve fikir birliği mekanizmaları ile zincir tipleri üzerine literatür taraması yapılmıştır. Aynı zamanda, dijital reklam ve pazarlama sektörünün mevcut durumu da analiz edilmiştir.

İkinci kısımda, Blokzincir teknolojisinin dijital pazarlama sektöründe kullanımına yönelik yenilikçi bir sistem mimarisi oluşturulmuştur. Oluşturulan mimari yapı içerisinde Blokzincir teknolojisinin getireceği yenilik ve fırsatların süreçlere olan katkısı da gösterilmiştir. Dijital pazarlama sektöründeki mevcut sistemde, var olan sorunları hedef alarak, reklam verenler, reklam firmaları ve son kullanıcılar için bir pazarlama zinciri

sistemi platformu oluşturmak için Blokzincir teknolojisinin kullanım senaryoları modellenmiş, uygulama için gerekli altyapı hazırlanmıştır.

Son kısımda, oluşturulan sistem mimarisi, seçilen açık kaynaklı kamusal bir Blokzincir programlama altyapısı olan solidity dili ile uygulama haline getirilmiştir. Bu sayede, standart modellerin dijital pazarlama sektörüne bakışından farklı bir mimarinin tasarlandığında, ortaya çıkan yeni uygulamadaki sonuçlar ile, eski uygulamadaki sonuçların karşılıklı analizi yapılmıştır. Bu aşamada teknolojiye uygun olarak akıllı sözleşmeler kullanılmıştır. Tüm süreçler ve akıllı sözleşmelerin testleri gerçekleştirilerek, ortaya çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DİJİTAL PAZARLAMA

1.1. DİJİTAL PAZARLAMA KAVRAMI

Dijital reklamcılık ve pazarlama sektörünün günümüzdeki durumunu ve Blokzincir teknolojisi özelinde yeni teknolojilerin sektör üzerinde oluşturacağı gelişimleri, anlayabilmek için sektörün kökenlerini incelemek önemlidir.

Pazarlama, sadece tüketicilere reklam yapmak ve ürün satmak değildir. Firmaların tüketici ihtiyaçlarını araştırarak, tüketicilerin satın almak isteyecekleri yeni ürünler tasarlamaktır. Tüketicilerin de dahil edileceği bir süreç sayesinde daha verimli ilişkiler kurulması sağlanmaktadır. Geleneksel pazarlama e-posta, sosyal ağlar, internet siteleri vb. dijital araç ve kanalların kullanılmadığı bir pazarlama yöntemidir (Gedik, 2020). Ancak pazarlamada en temel kavram, değişimdir (Kotler, 1994). Satıcılar ve tüketiciler zaman içerisinde güncel teknoloji ve trendlere göre değiştiğinden, pazarlama biliminin de bu değişimlere ayak uydurarak gelişimini ve buna bağlı olarak değişimini sürdürmesi büyük önem arz etmektedir. Bu değişimin en önemli adımı olan dijital pazarlama kavramı, 1990'lı yıllarda ortaya çıkmıştır (Webber, 2013).

Dijital pazarlama, müşterilerin satıcılara ait ürün ve hizmetlerle etkileşime girdikleri bir ara yüz gibi düşünülebilir. Bu ara yüz, içerisinde müşterilerin ulaşmayı talep ettikleri ile şirketlerin müşterilerin beğenisine sunmak istedikleri arasında bir köprü görevi de görür. Müşteriler sosyal ağlar, arama motorları, e-ticaret kanalları ve mobil cihazlar yardımıyla bu ara yüze bağlanabilir. Satıcılar ise bu kanallardan potansiyel müşterilerine elektronik posta, arama motoru pazarlaması, pazarlama araştırması, dijital pazarlama vb. pazarlama araçlarıyla ulaşmaya çalışırlar. Wymbs, dijital pazarlama ile ilgili olarak yaptığı çalışmada, bu karşılıklı etkileşim ara yüzüne "Dijital Temas Noktaları" adını vermiştir (Wymbs, 2011). Sürekli gelişen teknoloji ile birlikte bu temas noktalarında değişiklikler olmakta, paydaşların karşılıklı olarak sürdürülebilir bir ilişki kurmasının önündeki engeller de artmaktadır.

Pazarlama sırasında paydaşlar arasında ortaya çıkan müşteri taraflı olan, gizliliğinin ihlal edilmesi, ilgisiz ve sayıca fazla gösterilen reklamlar, yetersiz etkileşim vb. gibi

sorunlar nedeniyle firmalar çokça eleştiri almaktadır. Bu sorunların çözüm aşamasında birçok firma artık daha insan temelli yaklaşımlar benimsemeye çalışmakta ve bu süreçte kişiselleştirilmiş reklamcılığa sıkça başvurmaya başvurmaktadırlar. Kişiselleştirilmiş hedefli reklamlar ve dijitalleşme geleneksel pazarlama kanallarında farklılaşmayı sağlayarak, etkili ve gerçek zamanlı ölçümlerin yapılmasını sağlamaktadır. Tablo 1.1 dijital pazarlama kanallarının bileşenlerinin ve bunlarla ilişkili geleneksel pazarlama kanallarından farklılaşma faktörlerinin bir özetini sunmaktadır (Key, 2017).

Tablo 1.1. Dijital Pazarlama Kanallarının Bileşenleri

Kanal	**Açıklama**	**Geleneksel pazarlama kanallarından farklılaşan faktörler**
E-Posta	Müşteri ilişkileri yönetimi için bilgilendirici ve tanıtım içeriğinin teslimi için doğrudan dijital kanal.	Bireysel alıcılar için kişiselleştirilmiş içerik için toplu özelleştirme. Anında ölçülebilir ve gerçek zamanlı olarak güncellenebilir.
Sosyal medya	Birbirine bağlı bir kullanıcı grubu arasında kolayca paylaşılan metin, fotoğraf, ses ve/veya video içeriği.	İki yönlü etkileşim ile küresel ağızdan ağza etkiler ve içerik yayma yeteneğine sahiptir. Anında ölçülebilir ve gerçek zamanlı olarak güncellenebilir.
Arama motoru optimizasyonu	Tüketiciyle ilgili içerik sunmak ve daha yüksek dereceli arama sonuçları üretmek için uzun vadeli strateji.	Firmaların içeriklerinin dijital erişimini etkileme ve ilgili bilgileri müşterilere sunma yeteneği. Anında ölçülebilir ve gerçek zamanlı olarak güncellenebilir.
Tıklama başına ödeme	Arama sorgusuna dayalı içerik sunan ücretli çevrimiçi reklamcılık.	İlk tekliften nihai dönüşüme doğrudan yol. Anında ölçülebilir ve gerçek zamanlı olarak güncellenebilir.
Markalı-mobil uygulama	Yalnızca eğlence, bilgi ve/veya piyasa işlemi yoluyla markalı etkileşim amacıyla bir mobil cihaza indirilmek üzere tasarlanmış firmaya özel yazılım ara yüzü.	Büyümeyi ve dönüşümü kolaylaştıran temel unsurlarla (güven, fayda ve kullanıcı deneyimi) potansiyel müşterilere anında coğrafi-zamansal erişim.

1.2. DİJİTAL PAZARLAMADAKİ MEVCUT DURUM

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, birçok alanda değer yaratmak adına kullanılan blokzincir teknolojisinin pazarlamadaki rolünü ve uygulamalarını inceleyen literatür halen sınırlıdır. Bu nedenle araştırmacıların pazarlama ve alt alanlarında bu teknolojinin kullanımı açısından ne gibi rollere sahip olacağını keşfetmeye ihtiyaçları olduğu görülerek araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Miraz vd., 2020).

Mevcut pazarlama platformlarının hizmetleri ücretsiz yapma karşılığında kullanıcılarından topladıkları kişisel verileri üçüncü taraflara satarak kazanç sağladıkları, müşteri ile satıcı arasındaki maliyetleri, kullanıcıların istemedikleri birçok reklama maruz bırakılması sonucu gün geçtikçe gelişen reklam engelleyici pazarı, programlar vasıtasıyla gerçekleştirilen otomatik tıklama hileleri vb. gibi sektördeki tüm paydaşların zarar gördüğü dezavantajlı durumları da beraberinde getirmektedir (Anderson vd., 2019).

Bir firmanın sürdürülebilir rekabet avantajı sağlaması için odağındaki en temel unsur müşterileri iken firma müşterileri ile olan iletişim ve etkileşimlerinde güvenilir aracılar kullanmaktadır. Bu süreç, reklam verenler ile kullanıcılar arasındaki etkileşimin hızlı, bütünlük içerisinde, doğru ve düşük maliyetli olmasını engellemektedir. Blokzincir teknolojisi ise tam bu noktada devreye girerek, reklam verenler ve kullanıcılar arasındaki aracıları ortadan kaldırabilir (Anjum vd., 2017).

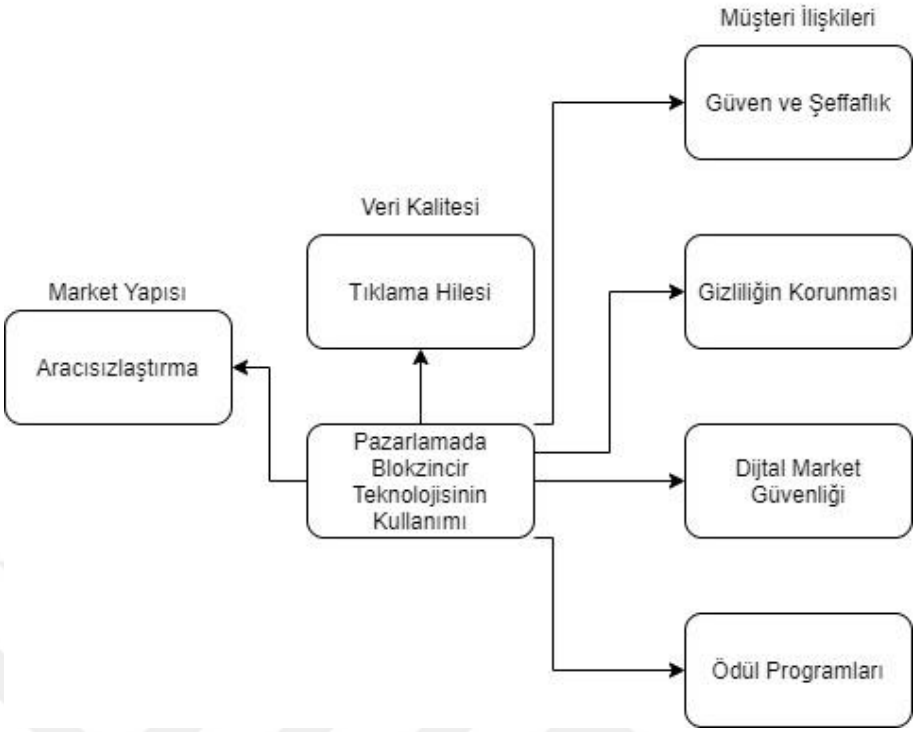
Blokzincir teknolojisinin, pazarlama ve reklamcılık alanında işlem maliyetlerini düşürme, güvenli ve doğrulanabilir işlemler oluşturma ve en önemlisi gerçek zamanlı mikro ödemelere imkân vermesi gibi pek çok önemli etkiye sahip olduğu görülmesine rağmen bu teknolojiye yeteri kadar önem vermemişlerdir (Harvey vd., 2018). Bu teknoloji sayesinde, müşteriler, bir pazarlama kampanyasına nasıl katılacaklarına, hangi bilgilerini zorlama olmaksızın paylaşacaklarına, ne kadar süre reklam ve pazarlama faaliyetine katılacaklarına kendileri karar verebilir. Aynı zamanda gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda yapılacak doğrudan bir ödeme ile memnuniyet düzeyleri üst düzeyde tutulabilecektir. Buna karşılık olarak satıcılar da herhangi bir aracıya bağlanmaksızın doğrudan istedikleri profil ve değerdeki müşterilere ulaşarak yüksek katma değerli pazarlama imkanına sahip olacaktır. Tüm bu nedenlerle blokzincir teknolojisinin sektör özelinde araştırılması ve yenilikçi çalışmalar yapılması son derece önemlidir.

1.3. DİJİTAL PAZARLAMADA BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

Pazarlama sadece rakamsal değerlere bağlı kalınarak değerlendirilebilecek bir bilim alanı değildir. Sahada uygulama yapılmadan, hedeflenen kitle üzerindeki etkileri ölçülmeden yani teori pratiğe dökülmeden başarıya ulaşılmasının zor olduğu söylenebilir. Bu nedenle sektör üzerinde uygulaması yapılabilir değişimler ortaya çıktığında teorilerin yeniden gözden geçirilmesi, gerekli ise değişikliklerin yapılması, hatta yeni eskilerin yerine yeniyi koymak gerekmektedir (Musarra & Morgan, 2020). Buna paralel olarak firmalar, rekabet avantajı yaratmak, marka değerini arttırmak, yeni pazarlar ve müşteriler kazanmak için kendi özellerinde yeni teknolojik gelişmelerden nasıl yararlanabileceğine odaklanmalıdır (Kannan & Li, 2017).

Yeni ortaya çıkan ve gelişimini sürdüren teknolojiler geleneksel iş modelleriyle kullanılmaya çalışılırsa alınacak sonuçlarda herhangi bir değişim olmayabileceğinden, yeni teknolojilerin işletme düzeyinde iş modeli değişliklerini de beraberinde getirmesi gerekmektedir. Yeni iş modelleri işletmenin ürün ve hizmet kalitesi geliştirerek mevcut ekonomik yapısının gelişimine katkı sağlayabilir (Cavalieri vd., 2013). Günümüzde dijital pazarlama hızla büyümekte olan bir sektördür. Bu büyümeye paralel olarak hızla gelişmekte olan bir diğer teknoloji ise blokzincir teknolojisidir. Blokzincir teknolojisi hakkında araştırmalar arttıkça yeni uygulama alanları bulunan, bu alanlarda yapıcı değişikliklere yol açan ve dijital pazarlama özelinde de çalışmaların yapıldığı ve sektörde değişiklikler yapmaya aday bir teknoloji olarak öne çıktığı görülmektedir.

Pazarlama faaliyetlerinde blokzincir teknolojisinin kullanımından elde edilebilecek olan faydaların araştırıldığı akademik çalışmalar halen sınırlı sayıdadır. Ancak yapılan bazı teorik çalışmalarda bu teknolojinin sektöre ait bazı çalışma alanlarının öncelikli olarak çalışılması konusunda fikirler ortaya konulmuştur (Antoniadis vd., 2019; Harvey vd., 2018; Rejeb vd., 2020; Stallone vd., 2021). Pazarlama sektöründe blokzincir kullanımına ait öncelikli alanlardan bazıları Şekil 1.1'de sunulmuştur (Rejeb vd., 2020).



Şekil 1.1. Pazarlamada Blokzincir Teknolojisinin Kullanım Alanları

Yapılan çalışmalara bakıldığında ilklerden birisi olan "Basic Atention Token(BAT)" projesi, reklam verenler, kullanıcılar ve yayıncılar arasındaki etkileşimi farklılaştırmak üzere yola çıkmıştır. İşletmeler oluşturulan bir platform üzerinden reklam satın alabilmektedir. Tüketiciler, indirdikleri ücretsiz bir tarayıcı ile istedikleri reklam türüne karar verebilmekte bu sayede istenmeyen ve gereksiz reklamlardan uzak kalabilmektedir. Aynı zamanda gördükleri ya da izledikleri reklam karşılığında platforma ait bir kripto para olan "BAT" ile ödüllendirilmektedir. Tüketiciler reklam izledikçe aracı yayıncılarda bir miktar komisyona hak kazanmaktadır (Brave Software, 2021). Ticari olarak halihazırda kullanılan "BAT" projesine benzer yapıda "Rebel AI", "Lucidity", "Metax" vb. gibi teknolojik altyapısında blokzincir kullanan pazarlama platformları bulunmaktadır (Daley, 2021).

Sektör özelinde blokzincir ile yapılmış akademik çalışmaların çok olmadığı göze çarpmaktadır. Huang vd. yaptıkları çevrimiçi reklamcılık çalışmasında sıfır bilgi kanıtı protokolüne dayalı, doğrulanabilir ve adil olduğunu belirttikleri bir şema önerisinde bulunmuşlardır. Bu çalışma ile reklamların adil faturalandırılması, bu sayede düşük maliyetlerle reklamcılık yapılabilmesi fikrine odaklanmışlardır (Huang vd., 2019).

Benzer bir çalışmada Ding vd. IBM firması tarafından açık kaynaklı olarak geliştirilen Hyperledger altyapısını kullanarak "B^2DAM" olarak adlandırdıkları bir dijital reklam ve medya sistemi önermektedirler. Sistem bilgi zinciri ve para zinciri olarak iki katlı olarak tasarlanmıştır. Önerilen tasarım sayesinde reklam kalitesini, reklam etkinliğini ve kullanıcı katılımını arttırarak daha iyi bir reklam deneyimi sunulacağı belirtilmiştir.

Özetle, hızla gelişmekte olan blokzincir teknolojisinden yararlanabilecek sektörlerden biri dijital reklam ve pazarlama sektörü olmasına rağmen, yapılan akademik çalışmalar göz önüne alındığında, literatürde halen çokça boşluk olduğu görülmektedir. Sektörde aracı kurumlar çok önemli bir konumdadır. Aracı kurumların varlığı işletmeler ile tüketiciler arasındaki bağların zayıflamasına neden olmakta, bu durumda zaman kaybı ve maliyetlerde artışa sebep olmaktadır. Gelişen blokzincir teknolojisi ile birlikte akıllı sözleşmelerin de kullanımı ile aracı kurumlara olan bağımlılığın en aza indirilmesi, bu sayede tüketicinin direk olarak işletme ile buluşturulması amaçlanmaktadır. Akıllı sözleşmeler bu aşamada aracıların görevlerini devir alarak işlemleri otomatikleştirecek, bu kapsamda zaman ve maliyet avantajları sağlayacaktır. Ayrıca blokzincir teknolojisinin barındırdığı güvenli işlem, şeffaflık ve uzlaşma da sisteme kendiliğinden dahil olacaktır. Akıllı sözleşmelerin kullanımının artmasıyla birlikte, farklı alanlarda yapılan başarılı çalışmalar reklam ve pazarlama sektöründe de yeni çalışmaların yapılarak sektörel uygulamaların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE AKILLI SÖZLEŞMELER

2.1. BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN TARİHÇESİ

Blokzincir teknolojisi 2008 yılında anonim bir kişi ya da grup olarak tanımlanan Satoshi Nakamoto anonim ismiyle yayınlanan bir makale ile tanınmış ve yaygınlaşıp, duyulmaya başladıysa da teknolojinin ardındaki temeller önceki yıllarda yapılmış olan araştırmaların sonuçlarına dayanmaktadır (Nakamoto, 2008).

1976 yılında yayınlanan "Kriptografi'de Yeni Yönelimler" başlıklı bir makalede karşılıklı dağıtılmış kayıtlarda kullanılmak üzere tek bir şifreleme anahtarı yerine özel anahtar ve genel anahtar terimlerini ortaya atan, simetrik şifrelemenin yerine kullanılabilecek olan asimetrik şifreleme teknolojisi önerildi (Diffie vd., 1976).

Blok Zincir teknolojisinin ortaya çıkışındaki temel problem 1982 yılında yazılmış olan bir makalede tanımlanmış olan "Bizans Generalleri Problemi" dir (Lamport vd., 1982). Problem, merkezi bir otorite olmadan karar almak, sisteme dâhil tüm katılımcıların sağlıklı haberleşmesi, art niyetli katılımcıların sistemi etkilemesinin önüne geçmek gibi mantıksal ikilemleri irdelemiştir.

Haber ve Stornetta tarafından 1991 yılında Blok Zincir teknolojisinde kullanılan zaman damgası, dijital imza ve veri bloklarının kriptografik olarak birbirine bağlanması kavramlarını içeren bir makale yayımlandı (Haber & Stornetta, 1991). Makale aslında zaman damgası sunucuları üzerinde dursa da beraberinde sistemde var olan katılımcıların uzlaşmaya varabilmesi için bir sistem önerisi de sundu.

1998 yılında Leslie Lamport tarafından yayınlanan makalede katılımcılar arasında mutabakat, karar alma ve işlemlerin gerçekleştirilebileceği ayrıntılı bir algoritma tarif edilmiştir (Lamport, 1998). Makalede ek olarak dağıtık kayıt defterlerinin kullanımı ve fikir birliği mekanizmalarına da değinilmiştir.

2005 yılında Nick Szabo tarafından kendinin daha önceki çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya koyduğu ve Bit Gold adlı çalışmasında (Szabo, 2005) eşler arasında değiş tokuş edilebilen, bağımsız doğrulama mekanizması ve zaman damgasına sahip, belirli algoritmalar ile oluşturulan bir sayı dizisinin ödeme aracı olarak kullanılabileceği

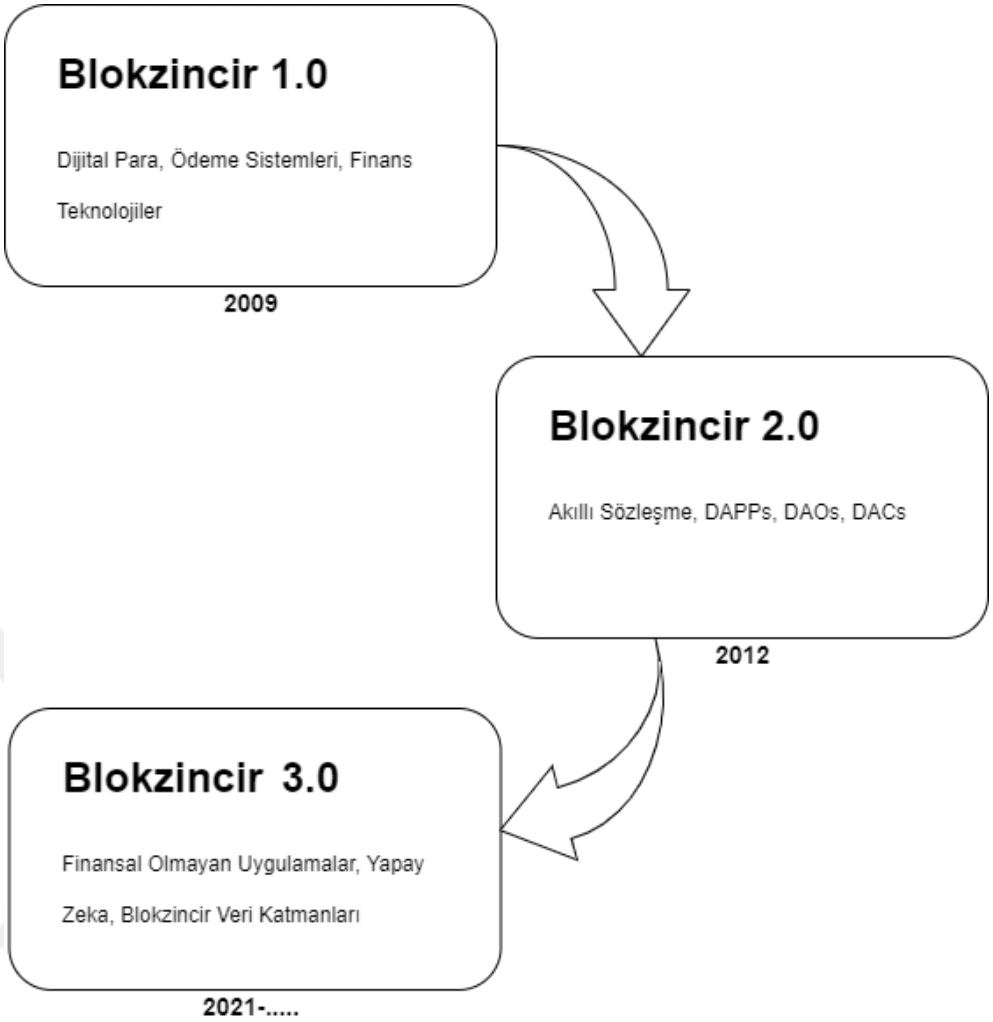
önerisini getirdi. Yapılan çalışma aynı zamanda Satoshi Nakamoto'nun yayınladığı Bitcoin makalesinde referans verdiği Wei Dai tarafından yayınlanan B-Money çalışmasını referans olarak kullanıyordu (Dai, 1998).

Satoshi Nakamoto 2008 yılında yayınladığı çalışmasında tüm bu çalışmalara ek olarak David Chaum tarafından 1983 yılında "İzlenemeyen Ödemeler İçin Kör İmzalar" başlığıyla yayınlanan makalesinde (Chaum, 1983) bahsettiği kriptografik elektronik para ve ödeme sistemleri kavramlarını bir araya getirerek birleştiren "Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi" makalesini yayınladı. Makale ilk kriptografik para birimi "Bitcoin" i ve arkasında yatan blokzincir kavramını içerisinde barındırıyordu (Nakamoto, 2008).

Adı geçen bu çalışmalar ve çok daha fazlası sayesinde günümüzde Blokzincir teknolojisi hem birçok sektörde kullanım imkânı bulmuş hem de akademide çalışılmakta olan bir alan haline gelmiştir.

2.2. BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN GELİŞİM SÜRECİ

Blokzincir teknolojisinin kapsamı, 2009 yılında ilk tanındığı kripto para biriminden, günümüzde sosyal alanlarda kullanımı dahil olmak üzere birçok sektörel uygulamaya kadar genişlemiştir. Blokzincir teknolojisi, farklı alanlarda geliştirilen uygulamalar ve teknolojik gelişimi göz önüne alındığında Şekil 2.1'deki gibi 3 kategoride incelenebilir. Bu kategoriler Blokzincir 1.0, Blokzincir 2.0 ve Blokzincir 3.0 olarak isimlendirilmiştir (Swan, 2015).



Şekil 2.1. Blokzincir Teknolojisinin Gelişimi

Blokzincir 1.0, teknolojinin ilk gelişim evresidir. Teknoloji emekleme aşamasında olduğundan teknolojiye dair eksiklikler de ortaya çıkmış ve tartışılmıştır. Bu evrede, Bitcoinin ardından farklı kripto para birimleri ortaya çıkmış, aracılar olmadan finansal ödemeler gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda anonim olarak finansal işlemlerin yapıldığı, gizliliğin üst seviyede olduğu bir dönemdir. Bu nedenle bu döneme ödeme sistemleri dönemi de denilebilir (Xu vd., 2019).

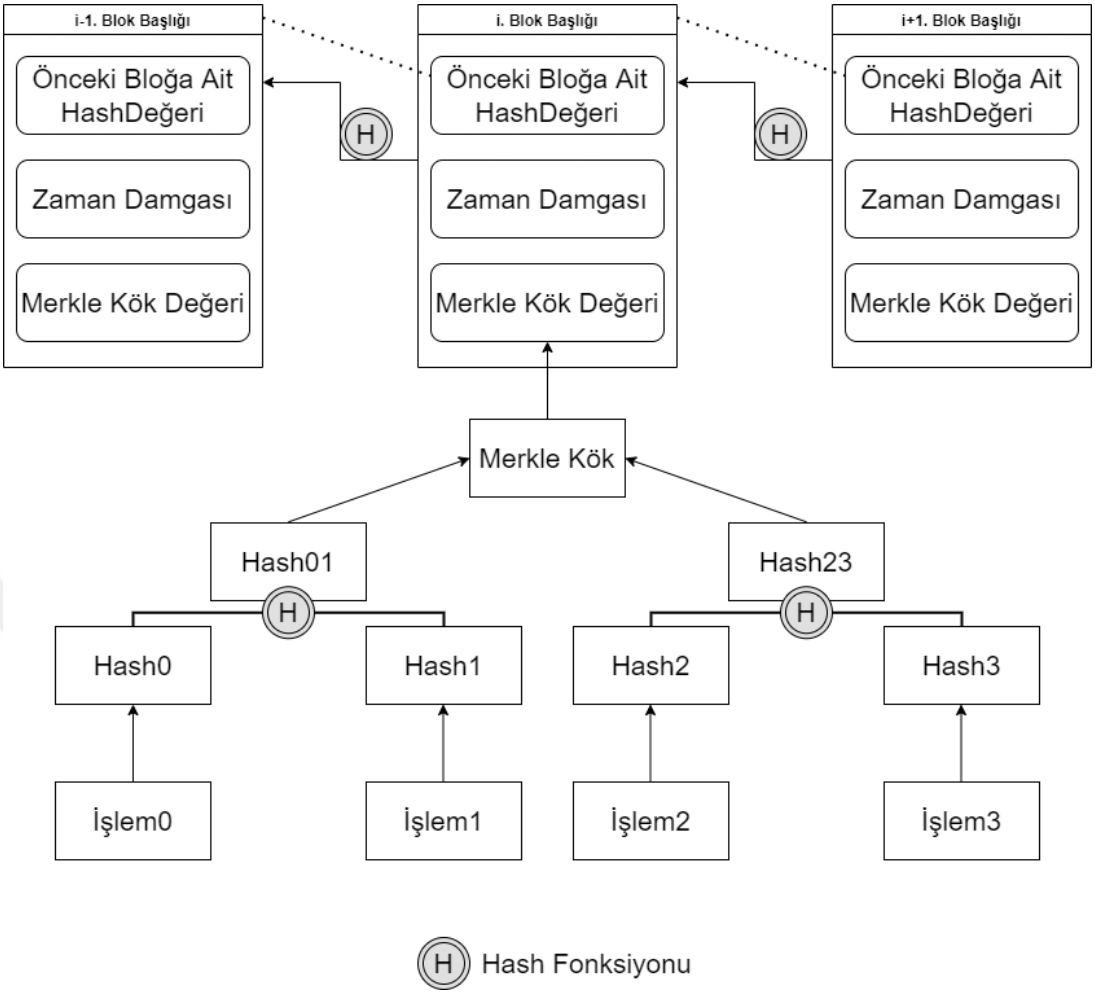
Blokzincir 2.0, ilk dönemde eksikliği hissedilen ve ödeme işlemlerindeki tarafların merkeziyetsiz finansal işlemler gerçekleştirmelerine rağmen finansal süreçleri tam olarak işletemedikleri sistemin güncellenmiş yeni bir haliydi. Ethereum projesi ile önceden tanımlanmış finansal süreçler, yazılan Akıllı Sözleşmeler yardımıyla otomatik olarak gerçekleştirilebilir hale getirildi. Akıllı sözleşmeler bir blokzinciri üzerinde katılımcıların belirli koşullar gerçekleştiğinde gerçekleştirilecek eylemler üzerinde ortak bir mutabakata

sağlamasını mümkün kılar. Bu sayede birçok yeni sektörde blokzincir teknolojisinin uygulanmasının da önünün açıldığı bir dönem olmuştur. Bu dönemde tedarik zinciri, diploma, emlak, sigorta gibi birçok sektörde blokzincir uygulamaları kullanılmıştır (Xu vd., 2019). Bu dönemin en önemli gelişmesi akıllı sözleşmeler olmasının yanı sıra merkezi olmayan uygulama (DAPP), merkezi olmayan organizasyon (DAO) ve merkezi olmayan işletme kavramları da bu dönemde ortaya çıkmıştır (Swan, 2015).

Blokzincir 3.0, günümüze gelindiğinde daha fazla konuşulmaya başlanan, popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu kavram, teknolojiye ait ölçeklenebilirlik, maliyet gibi eksikliklerin giderildiği, yapay zekâ, makineler arası iletişim(M2M), nesnelerin interneti (IOT) gibi farklı teknolojiler ile güçlendirilmiş, dijital para, finans gibi kavramların ötesinde kullanımları içeren blokzincir uygulamalarını ifade eder (Efanov & Roschin, 2018).

2.3. BLOKZİNCİR NASIL ÇALIŞIR?

Blokzincir teknolojisi adından da anlaşılacağı üzere verilerin, verilere ait meta verilerin ve işlem kayıtların tutulduğu blokların oluşturulması ve her bloğun meta veriler yardımıyla bir diğer bloğa bağlanarak, bloklardan oluşan bir zincir oluşturmasına dayanan bir teknolojidir. Bir ağ üzerinde blokların oluşturulması ve doğrulanarak zincire katılma işlemlerini gerçekleştiren her katılımcıya aynı zamanda düğüm adı verilir. Kullanıcılar bir diğer deyişle düğümler bir işlem başlattığında bir blok oluşturulur ve ağ üzerindeki tüm düğümlere yayınlanır. Zincir üzerinde oluşturulan her blok bir önceki bloğa ait bir hash değerini referans alarak diğer bloğa bağlantı gerçekleştirir. Bu hash değeri bir önceki bloğun hash değeri ile yeni oluşturulan bloğa ait işlem verilerinin bir kombinasyonu kullanılarak hesaplanır. Hesaplamaların hızlı ve doğru yapılabilmesi için bu aşamada Merkle Tree yapısından yararlanılır. Şekil 2.2 bir blokzincirin örnek yapısını göstermektedir.



Şekil 2.2. Blokzincir Örnek Yapısı

Bu yapı, verilerin kronolojik sırayla kayıt edilmesi, önceki kayıtların değiştirilmediği ya da tahrif edilmediğinin doğrulanmasını bu sayede asıl olarak oluşturulan yeni bloktan başlayarak geçmiş blokların da doğrulamasının yapılmasını sağlar. Merkle ağacı MD5, SHA-3, SHA-256 gibi şifreleme algoritmalarını tekrarlı olarak kullanarak bir veri girdisine karşılık benzersiz bir çıktı üretir (Gamage vd., 2020).

Ağ üzerindeki kullanıcılar mutabakat mekanizması olarak iş kanıtı kullanan kamusal blokzincirler de madenci olarak da adlandırılırlar. Madenciler ağdaki düğümler tarafından gönderilen işlemleri bir bulmaca çözerek bir bloğa ekleyerek tüm ağa dağıtma işlemini gerçekleştirirler. Zincire yeni bir blok eklemek için ağ üzerindeki tüm düğümlerin ortak bir mutabakata varması gereklidir. İş kanıtı bir bloğu zincire eklemek için gereken matematiksel işlem çözme gücünü temsil eder ve madencilik olarak adlandırılan faaliyetleri içerir. Bu durumda madenci bloğunu ağa eklediği için madenci

işlem ücreti ile ödüllendirilir. Farklı mutabakat mekanizmaları için süreçte farklılaşmaktadır. Her kullanıcı Blok Zincir üzerinde yayınlanan işlemleri kontrol ederek geçersiz işlem içeren blok varsa kabul etmez. Aynı zamanda bir önceki bloğun şifrelenmiş değeri de kontrol edilir. Bu sayede Genesis blok adı verilen ilk bloğa kadar oluşturulan tüm bloklar doğrulanır.

2.4. FİKİRBİRLİĞİ(KONSENSÜS) MEKANİZMALARI

Bir Blokzincir sisteminin önemli bir bileşeni de fikir birliği algoritmalarıdır. Bu algoritmalar Blokzincir'lerin güvenlik ve performansı hakkında bize bilgi vermektedir. Bu nedenle merkeziyetsiz bir Blokzincir sistemi temel olarak sisteme dahil olan tüm katılımcı düğümlerin ortak bir fikir birliğine varması, bir diğer deyişle sistem üzerindeki veriler hakkında anlaşması üzerine kuruludur (Ferdous vd., 2021).

Bir Blokzincir sisteminde, ağ üzerinde bulunan her katılımcı düğümün işlemleri manipüle etmesi ya da işlemi gerçekleştirirken başarısız olması her zaman olası bir durumdur. Aynı zamanda ağ üzerindeki düğüm hataları, gecikmeler, düzensiz ve bozuk verilere karşı da bir kontrol ve düzenleme mekanizmasının varlığı şarttır. Bu sorunları çözmek amacıyla literatürde fikir birliği algoritmaları önerilmiştir. Fikir birliği algoritmaları, zincire eklenen her bloktaki verilerin tek ve eşsiz olmasını sağlarken aynı zamanda zincire yapılacak olan müdahaleleri de engelleme görevini de üstlenmektedir. Bu nedenle Fikir birliği algoritmaları etkin olarak uygulanabilmesi için güvenlik, tutarlılık, tekillik ve hata toleransı vazgeçilmez unsurlardır (Baliga, 2017).

Hata toleransının ifade ettiği hatalardan birisi, Bizans generalleri problemi olarak ta ifade edilen ve 1982 yılında ortaya atılan, fikir birliğine nasıl varılması gerektiğini gösteren mantıksal bir ikilem problemidir. Bu problemde dağıtık bir savaş sistemi üzerindeki bazı Bizans generallerinin yalan söylemesi, ikili davranması ya da diğer generalleri yanlış yönlendirmesi sonucunda bile sistemin fikir birliğine vararak doğru çalışmasının sağlanabileceği üzerinde durulmaktadır (Lamport vd., 1982).

Merkeziyetsiz sistemlerde, fikir birliğine ulaşmak için farklı algoritmalar önerilmiştir ve halen farklı Blokzincir'ler de kullanılmaktadır. Kullanılan fikir birliği algoritmaları yapısal, ödül, güvenlik ve performans özellikleri bakımından birbirlerinden ayrılmaktadır (Ferdous vd., 2021). İş Kanıtı (PoW), Teminat Kanıtı (PoS),

Yetkilendirilmiş Teminat Kanıtı (DPoS), Bizans Hata Toleransı (BFT), çok kullanılan bu algoritmalara örnek olarak verilebilir.

Bu algoritmalar aynı zamanda hangi kullanıcıların zincir üzerine yeni bir blok ekleyebileceğini de belirlemektedir. Bugün kullanılan fikir birliği algoritmalarından İş kanıtı (PoW) algoritması en çok bilinen Bitcoin ve Ethereum Blokzincir'lerin de kullanılmaktadır. İş kanıtı algoritmasıyla çalışan blokzincirler de özel matematiksel problemlerin çözümünü yapabilen donanımlara sahip olan ve madenci olarak adlandırılan kişiler zincirlere blok ekleyebilir. Bir diğer algoritma olan teminat kanıtında (PoS) ise blok ekleme işlemini en fazla hisseye sahip olan kullanıcıların ortak kararı belirler.

Her algoritmanın kendine ait avantajlı durumları olduğu gibi dezavantajlı durumları da vardır. Dolayısıyla kullanıma karar verirken, kullanılacak sistemin öncelikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Aşağıda Tablo 2.1'de çok kullanılan bu dört fikir birliği algoritmasına ait kısa bilgiler verilmiştir.

Tablo 2.1. Fikir Birliği Algoritmalarının Özellikleri

	PoW	**PoS**	**DPoS**	**PBFT**
Blokzincir Türü	Merkeziyetsiz	Merkeziyetsiz	Merkezi	Merkeziyetsiz
İşlem Hızı	Yavaş	Normal	Hızlı	Çok Hızlı
İşlem Maliyeti	Var/Yüksek	Var/Düşük	Var/Düşük	Yok
Ölçeklenebilirlik	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük
Enerji Gereksinimi	Çok Yüksek	Düşük	Normal	Çok Düşük

2.5. BLOKZİNCİR TÜRLERİ

Blokzincir teknolojisi, zincire katılım durumu ve kullanım durumu bakımından incelendiğinde temel olarak 3 kategoriye ayrılmaktadır (Beck vd., 2018; Buterin, 2015; Yang vd., 2020).

Genel Blokzincir: Herkese açık, şeffaf ve tüm katılımcılar tarafından herhangi bir izne ihtiyaç duyulmadan katılımın sağlanabildiği Blokzincir türüdür. Zincirdeki işlemleri

onaylamak, yapılan işlemleri kontrol etmek ve zincir üzerindeki diğer katılımcılarla etkileşim kurmak için herhangi bir otoritenin iznine ihtiyaç duyulmaz. Herhangi bir merkezi otorite ve sorumlu olmadığından dolayı zincir üzerindeki işlemler farklı fikir birliği algoritmaları sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu durum her ne kadar âdem-i merkezi yapı ve şeffaflığı sağlasa da bazı dezavantajlara sahiptir.

Özel Blokzincir: Bir organizasyon ya da bireye ait, yönetimi yine aynı merkez otorite tarafından gerçekleştirilen ve ağa sadece izin verilen katılımcıların dahil olabildikleri Blokzincir türüdür. Bu sayede ağdaki katılımcı sayısı sadece izin verilen miktarla sınırlı olacaktır. Özel Blokzincir'ler de merkezi otorite tarafından her katılımcı için farklı yetki ve işlem seviyeleri tanımlanabilir. Bu sayede zincir üzerindeki veriler ve işlemlerin kim tarafından ve ne kadarının görülebileceği de önceden tanımlanabilmektedir. Genel Blokzincir yapısından tüm katılımcılar aynı kayıtlara, aynı yetki seviyesi ile ulaşıp işlem yapabildiğinden genel ve özel Blokzincir'lerin birbirinden ayrıldığı en önemli noktanın da bu olduğu söylenebilir.

Hibrit Blokzincir: Genellikle konsorsiyum blokzincirleri ile karıştırılır ve aynı olarak bilinir. Konsorsiyum blokzincirleri önceden tanımlı belirli sayıda ağ katılımcısının işlemleri doğrulamasına izin verilen Blokzincir türüdür. Hibrit Blokzincir ise genel ve özel Blokzincir teknolojisinin faydalı özelliklerini bir araya getiren bir kombinasyondur. Hem tüm katılımcılara açık işlemleri gerektiren hem de belirli bir organizasyonun gizliliğinin korunmasının amaçlandığı bir senaryoda bir çözüm olacaktır.

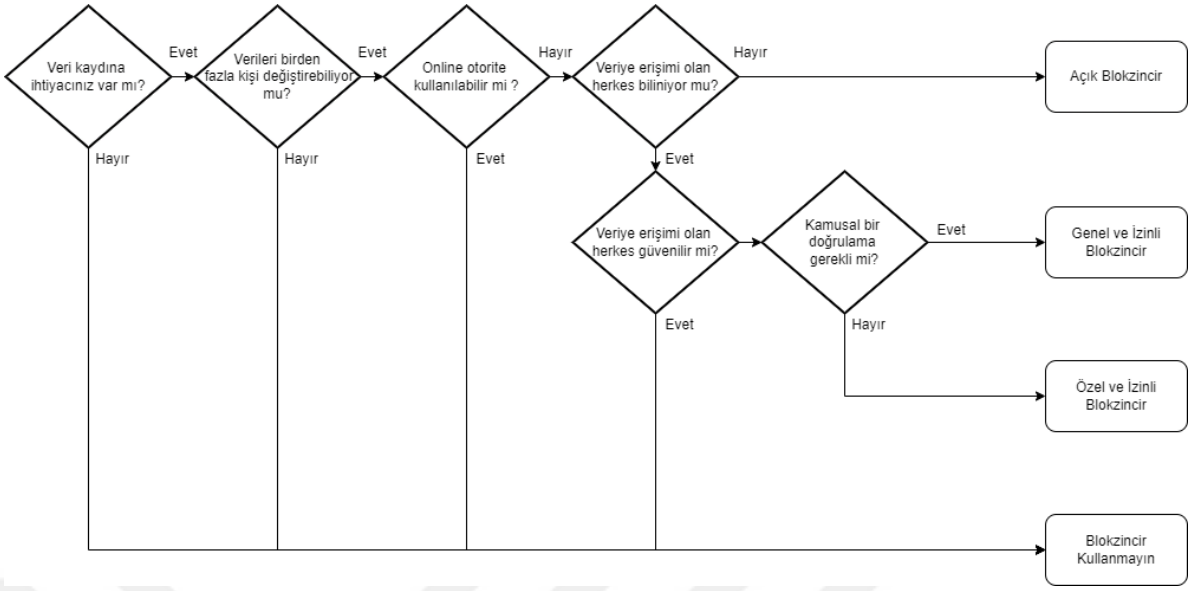
Aşağıdaki tabloda genel, özel ve hibrit Blokzincir teknolojilerinin bir karşılaştırmalı gösterimi verilmiştir (Geroni, 2021).

Tablo 2.2. Blokzincir Teknolojilerinin Karşılaştırma Tablosu

	Genel Blokzincir	**Özel Blokzincir**	**Hibrit Blokzincir**
Tanım	Herkese açık, herkes katılabilir	Sahipler tarafından kontrol edilerek belirli katılımcılara erişim verilir.	Bazı işlemlerin özel, diğer işlemler herkese açıktır.
Erişilebilirlik	Tamamen erişilebilir ve şeffaf bir yapıdadır.	Yalnızca erişim izni olan kullanıcılar için şeffaf ve erişilebilirdir.	Kuralların belirlenmesine göre değişiklik gösterir.
Teşvik	Katılımcıları ağı büyütmek için teşvik eder.	Sınırlı sayıda katılımcı olacağından ağın büyütülmesi için genel Blokzincir'e benzer bir teşvik yoktur.	
Kullanım Durumu	Hemen her sektörde kullanılabilir.	Organizasyonlar için kullanımı daha uygundur.	Bazı bilgilerin özel, bazılarının ise genel olması durumunda kullanımı daha uygundur.
Katılımcı Bilgisi	Katılımcı hakkında bilgi istenmez	Katılımcı bilgisi gereklidir.	Katılımcı bilgisi gereklidir.
İşlem Maliyeti	Maliyetli	Çok maliyetli değil	Çok maliyetli değil

2.6. BLOKZİNCİR KULLANIMININ AVANTAJLARI, DEZAVANTAJLARI VE SINIRLAMALARI

Geleneksel veri tabanı mimarisi, sistemi yöneten bir yöneticiye olan güvene dayanan bir istemci sunucu mimarisidir. Bu mimari yapıda merkezi bir yönetim söz konusu olduğundan verilerin silinebilmesi, değiştirilebilmesi, veri kayıplarının oluşabilmesi mümkündür. Ancak bir ağ üzerinde herhangi bir onaylama mekanizmasına ihtiyaç duymadıklarından blokzinciri teknolojisine göre çok daha hızlı işlem imkânı sunar. Bu nedenle "Blokzincir'e ihtiyaç var mı?" adlı çalışmada bir projenin gerçekleştirilmesi aşamasında, geleneksel bir veri tabanı mimarisi yerine blokzinciri teknolojisinin tercih edilmesinin, hangi durumlarda mantıklı olduğu konusunda rehberlik etmesi açısından Şekil 2.3'deki gibi bir akış şeması hazırlanmıştır (Wust & Gervais, 2018).



Şekil 2.3. Blokzincir Seçimi İçin Akış Şeması

Akış şemasında gösterildiği gibi tüm katılımcılar biliniyorsa ancak güvenilir değilse, izinli bir Blokzincir önerilir. Kullanılan ağ üzerinde veriye erişimi olan tüm katılımcılar bilinmiyorsa açık blokzincir kullanımı anlamlıdır. Ayrıca, belirli kuruluşlar için çoğul doğrulama gerekli ise, kamuya açık izinli Blokzincir uygun bir seçenektir. Tüm katılımcıların bilindiği ve güvenildiği diğer tüm durumlarda, basit bir veri tabanı Blokzincir' den kolayca daha iyi performans gösterebilir.

Herhangi bir blokzincir uygulaması geliştirilirken neden geleneksel veri tabanı kullanmak yerine blokzincir teknolojisinin seçilmesi gerektiğine karar vermek için, karşılıklı güvensizlik, veriye çoklu erişim ihtiyacı ve üçüncü bir taraf onayına uygunluk gibi bazı durumların kontrolü gereklidir.

Bahsi geçen durumlar, aslında blokzincir teknolojisinin avantaj ve dezavantajlarını açıklarken, buna bağlı olarak ne zaman kullanılması gerektiği hakkında bize yol göstermektedir. Blokzincir teknolojisi kullanımı günden güne artış gösterirken beraberinde bazı sınırlılıkların da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunlardan en önemlisi büyüyen bir blokzincir de yaşanan ölçeklenme sorunudur. Ağ büyüdükçe işlemlerin yavaşlaması, maliyetlerin artması gibi sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Aynı zaman da yüksek enerji maliyeti, zincir üzerindeki saldırı sorunları da dezavantajlar olarak unutulmamalıdır.

Tüm dezavantaj ve sınırlılıklarına rağmen, blokzincir teknolojisinin kullanımı, farklı alanlarda kurgulanmış sistemlerin çalışmasını engelleyen birçok sorunun üstesinden gelinmesine yardımcı olabilecek teknolojik bir yenilik olarak görülmektedir (Golosova & Romanovs, 2018).

2.7. ETHEREUM BLOKZİNCİRİ

Ethereum, akıllı sözleşmelerin yürütülebildiği bir diğer deyişle koşabildiği, açık kaynaklı, herkesin dahil olabileceği kamusal bir blokzincirdir. İlk olarak 2013 yılında geliştirilen sistem 2015 yılında projenin duyurulması ile birlikte geniş kitlelerce kullanılmaya başlanmıştır (Buterin, 2020). Ethereum, Bitcoin' den sonra en popüler kamusal blokzincirdir. Ethereum şu anda Bitcoin ve pek çok blokzincir gibi mutabakat mekanizması olarak POW'u kullanmaktadır. Sistemde yapılan işlemler için kullanılan kripto para birimi Ether olarak adlandırılmaktadır. Ethereum' da işlemler ve hesaplar transfer ve sözleşme işlemleri olmak üzere iki tiptedir. Transfer işlemleri ether'i hesaplar arasında taşımak, sözleşme işlemleri ise blokzincire yeni bir akıllı sözleşmenin yayınlanması ya da mevcut bir sözleşmenin çağırılması şeklindedir.

Ethereum projesi temel olarak merkeziyetsiz, herkese açık, kriptografik olarak güvenceye alınmış, eşler arası ödemelerin yapılabilmesi için başlayan bir projedir. Günümüzde sanat eserleri, oyunlar, emlak, kimlik vb. birçok projede kullanıma sahip bir kamusal blokzincir olarak hayatına devam etmekte, arkasındaki ekosistem sayesinde de hızla gelişmeye devam etmektedir. Artan kullanıcı ve işlem sayısı ile birlikte Ethereum ağında oluşan sorunlara çözüm bulmak, güvenli ve sürdürülebilir hale getirmek amacıyla Ethereum 2.0 projesi geliştirilmektedir. Geliştirilen projede mutabakat mekanizmasının değişimi başta olmak üzere birçok farklı teknolojinin kullanımı için çalışılmaktadır. Bu sayede işlem hızlarının arttırılması, maliyetlerin düşürülmesi, enerji tüketiminin azaltılması planlanmaktadır (EthHub, 2020).

2.7.1. Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşme kavramı ilk olarak 1994 yılında yapılan "Akıllı Sözleşmeler" çalışması ile kavramlaştırıldı (Szabo, 1994). Szabo yaptığı çalışmada akıllı sözleşmeyi "bir sözleşmenin şartlarını bilgisayar yardımıyla yerine getiren işlemlerden oluşan bir

protokol" olarak tanımladı. Bu tanımla birlikte belirli taraflar arasında oluşturulan sözleşmelerdeki maddelerin herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmaksızın kontrol edilebilmesini sağlayan kendi kendine çalışan bir bilgisayar kodu olarak yazılabileceğini öngördü. Bu teorik konsept blokzincir teknolojisinin ortaya çıkması ve ardından hızla evrimleşmesiyle birlikte teorik olmaktan çıkarak günümüzde çokça kullanılan pratik bir uygulama haline dönüştü.

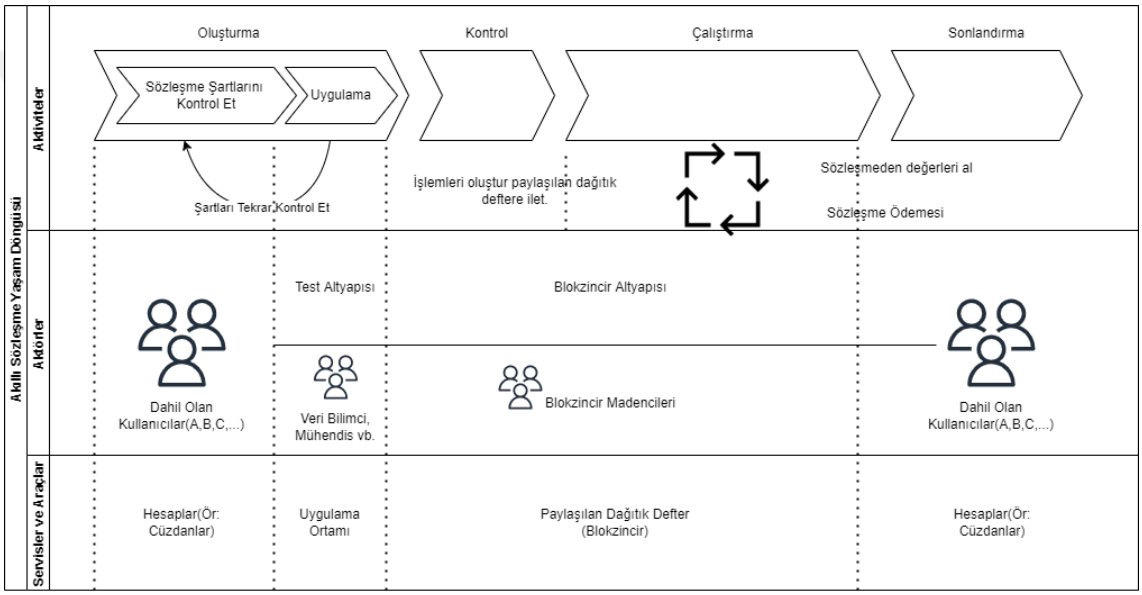
Akılı sözleşmeler, genel olarak taraflar arasındaki ortak sözleşme koşullarını yerine getirmek, art niyetli ve tesadüfi istisnaları en aza indirmek, güvenilir aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldırmak, maliyetleri düşürmek vb. gibi amaçlara sahiptir. Akıllı sözleşme, birbirine güvenmeyen taraflar arasında, yüksek aracı kurum maliyetleri olmadan bir üçüncü taraf olarak görev görür. Bu görev sırasında, başlangıçta üzerinde anlaşmaya varılan tüm şartlar otomatik olarak işletilir. Akıllı sözleşmelerin işlem kodları sabittir ve blokzincire yüklendikten sonra güncellenme ya da değiştirilme olanağı yoktur. Yükleme sırasında her akıllı sözleşmeye benzersiz bir adres verilir. Verilen adres sayesinde herkes akıllı sözleşme kodunu ve sözleşme ile etkileşime girildiğinde oluşabilecek durumları inceleme şansına sahiptir (Ethereum, 2021; Kõlvart vd., 2016).

Akıllı sözleşmelerin işletilmesinden blokzincir üzerindeki madenciler sorumludur. Madenciler, akıllı sözleşmedeki işlemlerin gerçekleştirilmesi sonucunda yapılan işlemler ile ilgili olarak fikir birliğine varma ve blokzincirini güncelleme görevini yürütürler. Akıllı sözleşmeler farklı blokzinciri platformlarında geliştirilerek ağ üzerine dağıtılabilir. Farklı platformlar, akıllı sözleşme geliştirmeleri için farklı olanaklar ve bunun yanı sıra sınırlamalar barındırmaktadır. Tablo 2.3'de akıllı sözleşme geliştirilebilen üç platform ve bu platformlara ait bazı özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Akıllı Sözleşme Geliştirilebilen Platformlar

	Ethereum	**Eos**	**Cardano**
Değer Belirteci	ETH	EOS	ADA
Mutabakat mekanizması	POW	DPoS	Ouroboros
Saniyedeki işlem sayısı	15-25 işlem	3000+ işlem	50-250 işlem
Blok oluşma süresi	10-20 saniye	0.5 saniye	10-20 saniye
Akıllı sözleşme dili	Solidity	WASM	Plutus

Akıllı sözleşmeler yazılımlarda olduğu gibi bir yaşam döngüsüne sahiptirler. Bu yaşam döngüsü akıllı sözleşmenin oluşturulması, sözleşme koşullarının yerine getirilmesi(dondurma), sözleşmenin yürütülmesi ve sözleşmenin sonuçlandırılması adımlarına sahiptir ve bu sürece ait aşamalar, servisler ve aktörler Şekil 2.4'te verilmiştir (Sillaber & Waltl, 2017). Süreç kısaca özetlenmek istenirse, bir akıllı sözleşme bir yazılım geliştirici tarafından kodlanarak sisteme yüklenir. Daha sonraki kullanıcılar akıllı sözleşmeye ulaşarak sözleşme içerisindeki şartların sağlanması durumunda gerekli işlemlerin yapılması için zincir üzerindeki değerleri okuyarak işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlar ve varlık transferi(ödeme) ile işlemler sonlandırılır.



Şekil 2.4. Akıllı Sözleşme Yaşam Döngüsü

Ethereum da akıllı sözleşmeleri oluşturmak için farklı programlama dilleri kullanılabilmesine karşın Ethereum için en popüler dil Solidity programlama dilidir. Solidity EVM tarafından çalıştırılabilir, javascript ve c programlama dillerine benzer yapıda, akıllı sözleşmeler için kullanılan üst düzey bir dildir (Dannen, 2017). Dilin kolay kullanımı ve programcıların diğer dillerden aşinalığı sayesinde kullanımı hızla yaygınlaşmaya devam etmektedir.

2.7.2. Sözleşme İşlem Ödemeleri ve Hesaplamalar

Ethereum sözleşmeleri, Ethereum Sanal Makinesi (EVM) üzerinde oluşturulur ve yürütülür. EVM, işlem kodları olarak önceden tanımlanan bir dizi talimattan oluşmuştur.

Aynı zamanda sözleşmelere de bir dizi işlem kodundan oluşmuştur. EVM ye gönderilen bir akıllı sözleşmedeki işlem kodları EVM üzerinde çalıştırıldığında her çalışma için "GAS" adı verilen bir birimle ölçülen belirli bir işlem ücreti oluşur. Bu ücret aslında ağ üzerinde kimsenin hile yapmamasını sağlamak için caydırıcı bir kontrol mekanizmasıdır (Wood, 2014).

Ethereum blokzinciri üzerinde yeni bir sözleşme yayınlayabilmek için, akıllı Solidity, Vyper ya da farklı bir dille programlanmış olan sözleşme kodu, derleyici tarafından düşük seviyeli işlem kodları olan byte kodlarına dönüştürülerek blokzincire gönderilir. İşlem gerçekleştirildikten sonra sözleşmenin blokzincir üzerinde dağıtımı gerçekleştirilerek sözleşmeye benzersiz bir adres atanır. Ethereum üzerindeki tüm bu işlemler farklı alanlardan oluşmaktadır. Ethereum üzerinde yakın zamana kadar işlemler değer değişimi ve sözleşme işlemleri olmak üzere iki tip olarak tanımlanıyordu (Wood, 2014). Ancak yapılan geliştirmeler sonucunda şu anda gelecekteki işlem türlerini destekleyecek farklı değişkenlerin eklenmesi ile birlikte eski işlemler etkilenmeden farklı işlem türlerini destekleyecek şekle gelmiştir.

İşlemlere ait temel nitelikler Ethereum teknik dokümanında kısaca şu şekilde özetlenmiştir (Wood, 2014):

"nonce": Aslında "Number Only Used Once" ifadesinin kısaltması olan yalnızca bir kez kullanılan sayı olarak ta ifade edilebilen bir değerdir. Ethereum blokzincirinde bu değer bir adresten yani hesaptan gönderilen onaylanmış işlem sayısını ifade eden skaler bir değer olarak ifade edilmiştir.

"gasPrice": İşlemi başlatan adresin ödemeye hazır olduğu(teklif edilen) wei cinsinden gaz miktarı. Teklif ne kadar yüksek olursa, işlem Blokzincir'e o kadar hızlı kabul edilir. Teklif ne kadar düşükse, işlem o kadar yavaş kabul edilir. Teklif çok düşükse, işlem hiç kabul edilmeyebilir.

"gasLimit": Bir işlemin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılabilecek maksimum miktardır.

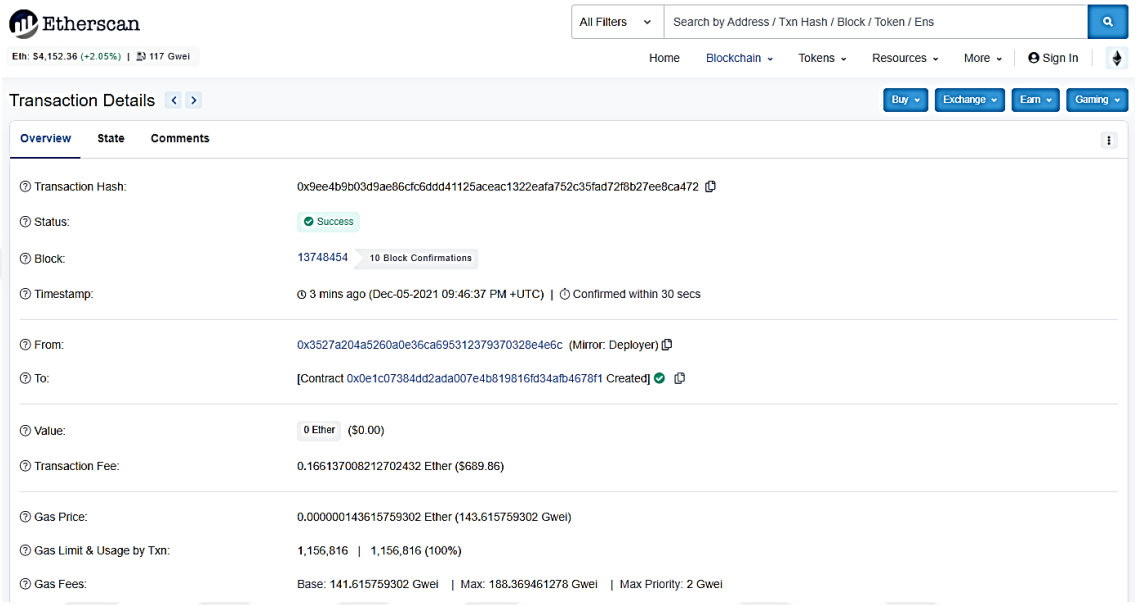
"to" : İşlemin alıcı adresidir.(Eğer sözleşme oluşturma işlemi ise boş bırakılır.)

"from":İşlemi gönderen hesabın adresidir.

"value" : Hesaplar arasında aktarılacak miktar

“data” : Yeni bir sözleşme oluşturma ya da mevcut bir sözleşmeyi çağırma durumunda kullanılır. Transfer işlemlerinde boş bırakılır kullanılmaz.

Aşağıda Şekil 2.5’de Ethereum blokzinciri üzerinde bir kontrat oluşturma işlemine ait işlem detayları bulunmaktadır (etherscan.io, 2021). Bu detaylarda “value” değerinin sıfır olduğu, işlemin bir sözleşme oluşturma işlemi olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.5. Ethereum İşlemine Ait Bilgiler

Ethereum blokzinciri üzerinde bir sözleşmenin yayınlanması için sözleşmenin içerisindeki işlemlere göre değişkenlik göstermekle birlikte tek seferlik bir maliyete neden olur. Tüm işlemler için belirlenmiş olan temel ücret $G_{transaction}$ = 21000 “gas” olarak belirlenmiştir. Ethereum ağındaki “gas” birimi blokzincir üzerinde işlemlerin yapılması sırasında yapılan işlem karmaşıklığına göre değişkenlik gösteren, madencilere komisyonların ödenmesi için kullanılan ve işlemler için GAS/ETH değişimine göre hesaplanan bir hesaplama birimidir. Bu değer 1 Ether = 10^9 GWei = 10^{18} Wei birim değerleri ile hesaplanır (Wood, 2014). Bir hesaptan(A), bir başka hesaba(B) 1 ETH gönderimi için gereken komisyon miktarının basit bir hesabı aşağıda Tablo 2.4’te gösterildiği biçimdedir (Ethereum.org 2021).

Tablo 2.4. Ethereum Blokzincirinde Örnek Bir İşlem Maliyeti Hesabı

A Hesabı	**Komisyon**	**B Hesabı**
-1,0042 ETH	Basit transfer işlem ücreti: 21000 birim gas Mevcut gas ücreti: 200 wei 200 x 21000 = 4200000 wei = 0,0042 ETH Madenci komisyonu: 0,000210 ETH Sistem tarafından alınan(yakılan) ücret: 0,00399	+1 ETH

Ethereum blokzincirinde gas ücretleri ağ üzerindeki işlem sayısı, madenci sayısı vb. kriterlere göre anlık olarak değişim göstermektedir. Her ne kadar güvenli ve çok kullanılan bir blokzincir olsa da kullanıcılar tarafında oluşan yüksek maliyetler, maliyetleri çok daha düşük olan blokzincir projelerine geçişi hızlandırmıştır. Ethereum 2.0 güncellemesi ile bu sorunun ortadan kaldırılacağı öngörülmektedir.

2.7.3. Akıllı Sözleşmelerin Kullanımı

Akıllı sözleşmeler, ilk lanse edildiğinde, kitle fonlaması işlemlerinde, düşük maliyetli, güvenilir, yasal düzenlemelere ihtiyaç duymayan bir çözüm olarak kullanımı hızlıca artış göstermiştir (Zhu & Zhou, 2016). Geliştirilen bir projeye destek vermek amacıyla, doğrudan projeye ortak olarak hem projenin tamamlanmasını sağlamak hem de projenin sonuçlarına göre belirli bir maddi kar elde edebilmek amacıyla ilk para teklifi (ICO) adı verilen bir kitle fonlaması sistemi akıllı sözleşmelerin kullanımının en önemli örneklerindendir. ICO sisteminde kullanılan akıllı sözleşme, projeye destek olan hesaplara ait bakiyeleri tutan, gerektiğinde destek olan hesaplara hisse dağıtımı yaparak otomatik çalışan bir sistemdir. Akıllı sözleşme geliştiricileri bir ERC-20 sözleşmesini çoğaltarak kendi projelerine ait yeni bir token oluşturarak kullanıma sunarlar. Token, Ethereum blokzinciri üzerinde oluşturulmuş yeni bir kripto para birimidir. Kullanıcılar sözleşme ile etkileşime girerek kullandıkları Ethereum blokzincirine ait ERC20 belirteçlerini sisteme aktararak projeye destek verebilirler (Fenu vd., 2018; Stallone vd., 2021).

Yakın zamanda ortaya çıkan “Merkezi Olmayan Finans (DeFi)” olarak adlandırılan kavram, blokzinciri tabanlı akıllı sözleşmeleri kullanarak geleneksel finans ürünlerini aracısız, güvenilir ve şeffaf bir biçimde kullanıcılara sunan yeni bir teknolojidir. MakerDAO, Aave, DyDx, Compound gibi farklı platformlar vasıtasıyla kullanıcılar kredi vb. finansal işlemleri gerçekleştirebilmektedir (ethereum.org, y.y.; Liu vd., 2021).

Akıllı sözleşmelerden türetilen bir diğer belirteç olan ERC-721 belirteci, benzersiz ve değiştirilemez ya da genel adıyla “Takas Edilemez Token” olarak adlandırılan NFT ‘dir. NFT’ ler günümüzde sanat eserleri, telif hakkına sahip video, resim, yazı gibi içerikler, etkinlik biletleri gibi geniş kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır (Wang vd., 2021). Ticari değer taşıyan bir dijital varlığı, temsil eden dijital bir kod parçası ile sahiplik belirtilebilen bir biçimde saklanabilir bir form biçimi olarak görülebilir.

Tüm bu kullanımlara ek olarak her geçen gün değişen ihtiyaçlar ve gelişen teknoloji sayesinde yeni kullanım alanları ve bu kullanım alanlarına uygun yeni kullanım biçimleri de ortaya çıkmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİJİTAL REKLAM VE PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE KULLANIMI İÇİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVENİN OLUŞTURULMASI

Dijital reklam ve pazarlama endüstrisi ajanslar, reklam ağları, tedarik ve talep taraflı platformlar vb. gibi birçok aracıyı içerisinde barındırmaktadır. Reklam verenler, reklamı ilgililere iletme tarafında tüm bu sayılan aracılar ve son kullanıcılar geleneksel çevrimiçi reklamcılık endüstrisinin temel paydaşlarıdır. Reklam veren firma, bir ajans yardımıyla oluşturulan reklamı platformlar üzerinden dağıtarak saniyeler içerisinde otomatik bir açık arttırma sayesinde en düşük teklifi veren web sayfaları üzerinde yayınlayabilmektedir. Sistemin bu hızı ve aradaki aracılar çoğu zaman reklam hedeflerinin yanlış yönlendirilmesi, sistem içerisindeki tarafların ekonomik ve güvenlik kayıpları gibi birçok dezavantaja neden olabilmektedir. Çevrimiçi ortamda web sayfalarını inceleyen kullanıcılar, ilgi alanı olmayan, istenmeyen reklamlara maruz bırakılmaktadır. Bu reklamlar her ne kadar bazı hizmetlerin ücretsiz kullanılmasını sağlasa da kullanıcılar bu istenmeyen maruz bırakılmaya karşı tepkilerini farklı platformlarda ortaya koymakta ve bu nedenle bu reklamların verimlilikleri konusunda tartışmalar yaşanmaktadır (Koçer & Yılmaz, 2019).

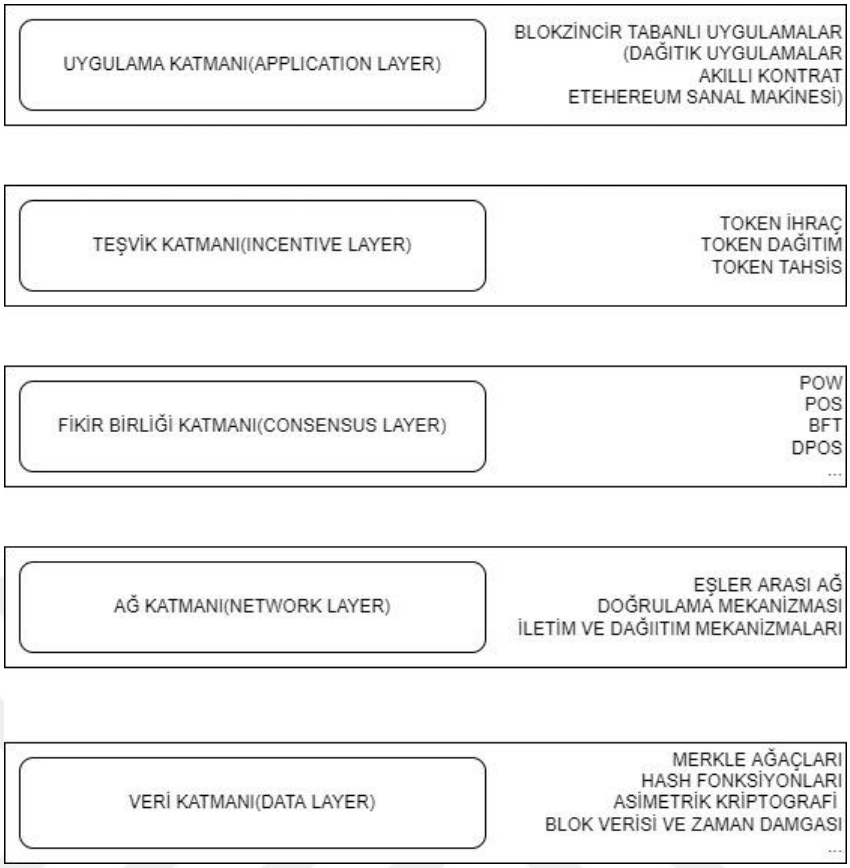
Son yıllar da blokzincir teknolojisindeki yaygın araştırmalar sonucunda bu teknolojinin sadece bilgisayar bilimleri özelinde değil, birçok farklı alanda büyük sistemlerde bir bileşen olarak kullanıldığı çerçeve ve mimarilerin geliştirilmesine yol açtığı görülmüştür. Blokzincir teknolojisinin dijital reklam ve pazarlama özelinde kullanımı birçok fırsat yaratacaktır. Sistemin tüm öğeleri arasında güvenilirliği sağlamak noktasında geleneksel yöntemlere göre oluşacak fırsatlar göz ardı edilemeyecek ölçüdedir. Bu bölümde öncelikle blokzincir teknolojisini kullanarak pazarlama ve reklamcılık özelinde kullanılmak üzere bir sistem mimarisini oluşturulacaktır. Daha sonra bu mimariyi yapıyı kullanarak bir uygulamanın gelişim aşamaları sunulacaktır. Uygulama geliştirilmesi aşamasında Solidity yazılım dili ile birlikte, akıllı kontrat teknolojisi kullanılarak uygulamanın merkeziyetsiz bir yapıda olması sağlanacaktır.

3.1. BLOKZİNCİR TABANLI UYGULAMALAR

Bir iş sürecinde, sürece ait sorunların çözümü, sürecin iyileştirilmesi vb. iş durumlarını karşılamak amacıyla blokzincir teknolojisinin kullanımı ile geliştirilen uygulamalara blokzincir tabanlı uygulamalar denir.

Blokzincir teknolojisi tabanlı uygulamalar geliştirmek için günümüzde farklı özelliklere sahip açık blokzincir, kapalı blokzincir, konsorsiyum blokzincir ve hibrit blokzincir platformu bulunmaktadır. Bu platformların birçoğunun en önemli özelliği ağ üzerinde akıllı sözleşme geliştirilebilmesidir. Yazılım mühendisliği alanında kullanılan iş süreçlerinin gelişiminde kullanılacak olan teknoloji kadar, bu teknolojinin hangi durumlarda esnek bir yapı sağlayacağı, gelişime ne kadar açık olacağı, sürdürülebilir ve yeniden kullanılabilir bir yazılım çerçevesi olacağı da önemlidir. Bu nedenlerle, yazılım geliştirme sürecine, geleneksel yazılım prensiplerine ek olarak blokzincir teknolojisi odaklı bakış açısıyla yaklaşımı da gerektirmektedir.

Blokzincir teknolojisinin sistem mimarisi incelendiğinde genel olarak şekilde gösterildiği gibi veri katmanı, ağ katmanı, fikir birliği (konsensüs) katmanı, teşvik katmanı ve uygulama katmanı olmak üzere 5 katmandan oluştuğu görülmektedir (Kaczmarczyk & Monika, 2020; Shen vd., 2020; Singhal vd., 2018).



Şekil 3.1. Blokzincir Teknolojisinin Katmanlı Mimarisi

Şekil 3.1'de görüldüğü üzere uygulama katmanında dağıtık web uygulamaları ve istemciler yardımıyla akıllı sözleşmeler ilgili kullanıcı hesapları ile ilişkilendirilerek akıllı sözleşmelerin çalıştırılması sağlanır. Teşvik katmanı projeye ait ekonomik göstergelerin kullanıcılara nasıl ve hangi oranda dağıtılacağının belirlenerek blokzincir uygulaması ile bütünleştirildiği katmandır. Teşviklerin asıl amacı, katılımcıları blokzincirin işlem gücüne katkıda bulunması sağlamaktır. Blokzincirin güvenli ve sürdürülebilir olmasını sağlayan madencilerin çalışmasını sürdürebilmesi bu katmandaki işlemlerin yoğun çalışmasına da bağlıdır. Fikir birliği katmanı, merkezi olmayan sistemdeki tüm düğümlerin, ortak bir anlaşmaya vararak, yeni oluşan blok verilerinin işlenmesinin nasıl sağlanacağının belirlendiği katmandır. Ağ katmanı düğümler arası iletişim teknolojisini (P2P) kullanarak yayılmanın ve doğrulamaların sağlandığı katmandır. Son olarak veri katmanı, veri bloklarını, zaman damgalarını, verilerin saklanma biçimlerini de içeren ve bunların blokzincir teknolojisine uygun durumda saklandığı katmandır.

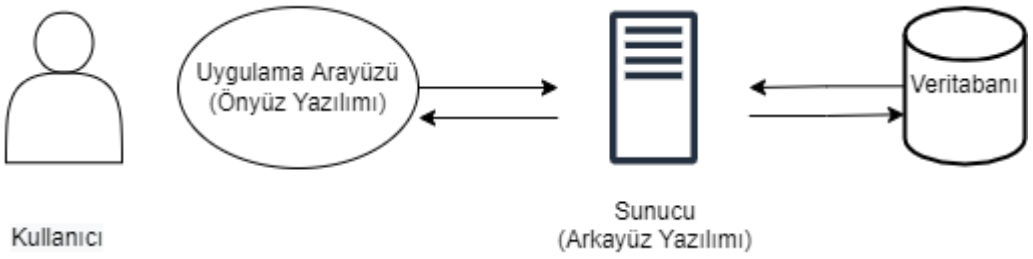
Blokzincir teknolojisi ile beraber Akıllı kontrat, dağıtık veri tabanı, Web 3.0, dağıtık uygulamalar gibi yeni teknolojik kavramları da beraberinde getirmiştir. Bu

kavramlar blokzincir teknolojisini destekleyen ve aynı zamanda teknolojinin gelişimi ile birlikte farklı sektörlerdeki kullanımına da katkı sunan, yeni teknolojileri ifade etmektedir.

3.2. BLOKZİNCİR TABANLI UYGULAMALARDA KULLANILAN ANAHTAR TEKNOLOJİLER

3.2.1. Web 3.0 Mimarisi

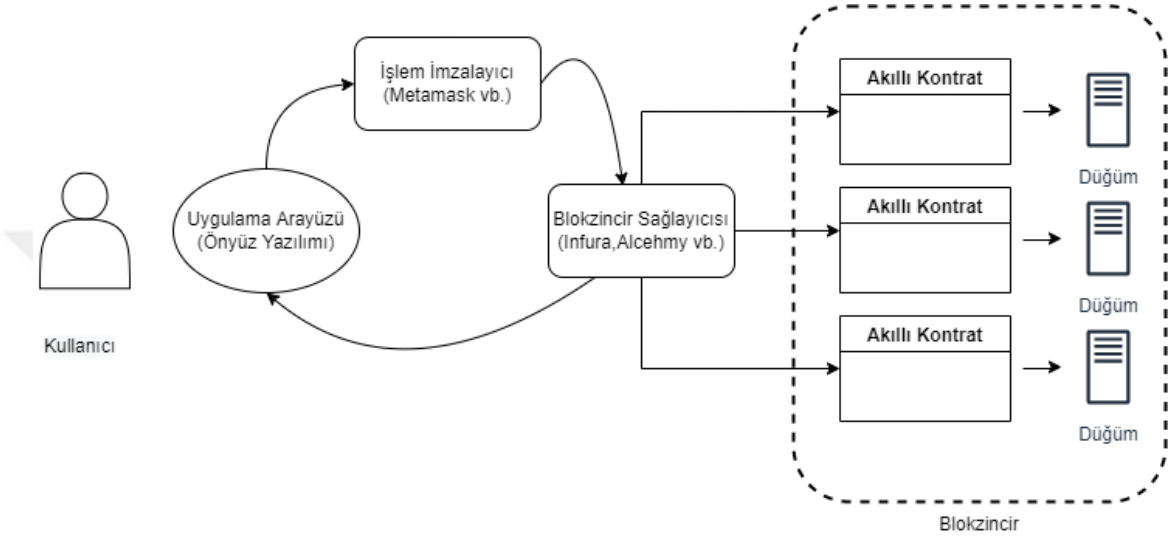
Blokzincir teknolojisi odaklı bakış açısıyla yaklaşım, aslen kullanılmakta olan bu teknolojilerin evrimleşmeleri olarak da ifade edilebilir. Evrimleşme sürecinin devam ettiği en önemli teknoloji, halihazırda kullanılan Web 2.0 mimarisidir. Bu mimari; Merkezi sunucuların, merkezi veri tabanlarının kullanıldığı, kullanıcı ve sağlayıcı kavramlarını barındıran ve karşılıklı etkileşim içerisinde bulunulan sadece bilgi barındırmak yerine bilginin paylaşılmasını da sağlayan bir sistemi tasvir eden bir terim olarak ortaya konmuştur (Naik & Shivalingaiah, 2008). Web 2.0 mimarisi Şekil 3.2'de gösterildiği gibi temel olarak uygulamaya ait ön yüz yazılımı, özellikle sunucu taraflı işlemlerin yapıldığı arka yüz yazılımı ve uygulama ile ilişkili olan tüm verilen saklandığı veri tabanı bileşenlerinden oluşur.



Şekil 3.2. Web 2.0 Temel Bileşenleri (İstemci Sunucu Mimarisi)

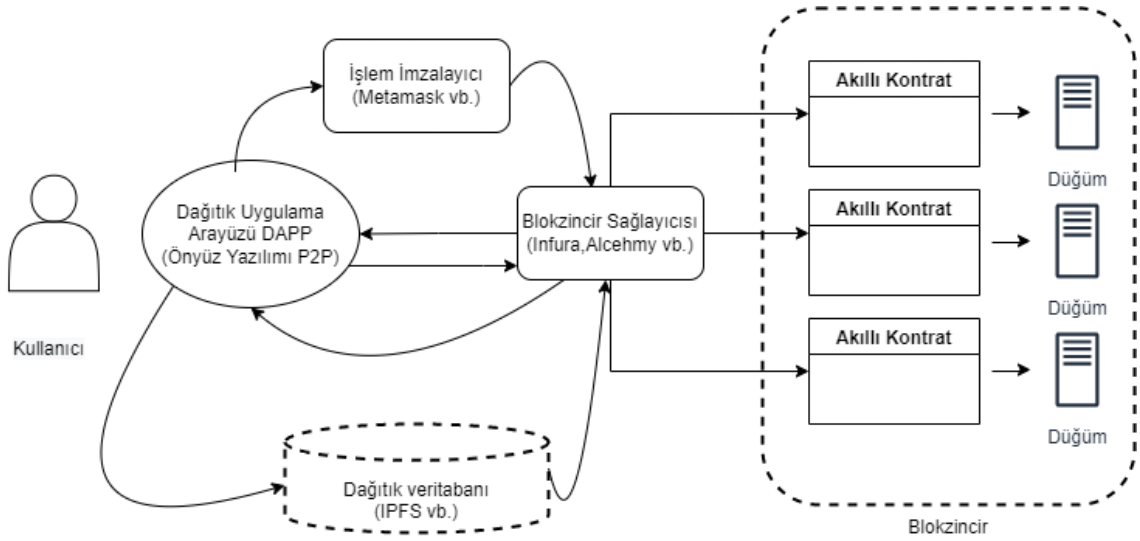
Web 3.0 mimarisi ise temelde yapay zekâ, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin web uygulamaları ile entegre çalışmasını sağlayan semantik web teknolojileri olarak ifade edilebilir. Bu sayede sadece insanlar tarafından değil yazılımlar tarafından da anlaşılabilir bir internet ağı oluşturularak daha verimli işlemlerin yapılmasını sağlanmıştır. Web 2.0 mimarisi ile Web 3.0 mimarisindeki en büyük fark ise merkezi bir sunucu, arka yüz yazılımı ve veri tabanına ihtiyaç duyulmaksızın işlemler dağıtık uygulamalar sayesinde tüm düğümlere dağıtılarak işlemler gerçekleştirilir. Yani arka yüz işlemleri bir blokzincir

ağında gerçekleştirilerek tüm düğümlerde tutulur. Bir diğer fark ise ön yüz yazılımının, dağıtık yapıya sahip arka yüz yazılımı ile haberleşerek işlemleri gerçekleştirme aşamasında ortaya çıkmaktadır. Bu nokta da akıllı kontratlar ve bu kontratlarla haberleşen kütüphaneler oluşturulmuş ve istemci makinelerin uzak makinelerle yani aslında blokzincir üzerindeki düğümlerle iletişime geçmeleri sağlanmıştır. Temel bir web 3.0 yapısı aşağıda Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Temel Web 3.0 Mimarisi

Şekilde gösterilen mimari yapı incelendiğinde merkezi sunucu ve veri tabanının yerini bir blokzincir ağının aldığı görülebilir. Ancak bu yapı maliyet konusunda bazı dezavantajları da beraberinde getirebilmektedir. Bu dezavantajlı durumu ortadan kaldırmak için, uygulama önyüz yazılımını da merkeziyetsiz bir yapıya kavuşturarak mimarinin Şekil 3.4'de gösterildiği gibi dağıtık uygulama ve dağıtık veri tabanını içeren Web 3.0 mimarisi oluşturulmuştur.



Şekil 3.4. Web 3.0 Dağıtık Mimarisi

Blokzincir teknolojisinin gelişi ile birlikte ağ üzerinde oluşturulan eşler arası protokollere bağlı kalınarak aynı zamanda, ağdaki tüm katılımcılarının çoğunluğunun onayının alınması ile sağlanan fikir birliği mekanizması ile merkezi yapıdan süreçlerin yazılımlar ile yönetildiği merkezi olmayan bir yapıya geçiş sağlanmaya başladı. Son yıllarda hızla olgunlaşmaya başlayan bu yeni teknolojiler sayesinde, birlikte çalışma olanaklarının arttırılmasına, yeni bir paylaşım ekosistemi oluşturulmasına, iş süreçlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunarak, nihayetinde her katılımcının ya da diğer bir tanımıyla düğümün kazandığı bir topluluğun oluşmasını sağladığı görülmektedir.

3.2.2. Dağıtık Uygulamalar

Dağıtık uygulama, literatürdeki kısaltma adıyla "DApp" kavramı, geleneksel web uygulamalarının blokzincir tabanlı bir alternatifi olarak ortaya çıkmıştır. Amaç geleneksel web uygulamalarındaki merkeziyeti ortadan kaldırarak, şeffaf, güvenilir ve sansürsüz bir sistem oluşturmaktır. Merkeziyetsiz ya da dağıtık uygulamalar, geleneksel web uygulamaları gibi sunucu ve veri tabanları ile iletişim kurabilirler ancak önemli veriler ve işlem kayıtları bir blokzincir üzerinde tutulur (Wu, 2019). DApp'ler akıllı sözleşmeler aracılılığıyla bir blokzincirine bağlanırlar. Akıllı sözleşmeler solidity, viper gibi üst düzey programlama dillerinde yazılır ancak işlevlerin çağırılması ve kullanılması aşamasında EVM sayesinde ikili kod olarak isimlendirilen bayt dizisine çevrilir. Bu sayede farklı platformların birbirleri ile etkileşime girmelerini sağlayan ABI veri değişim kodu

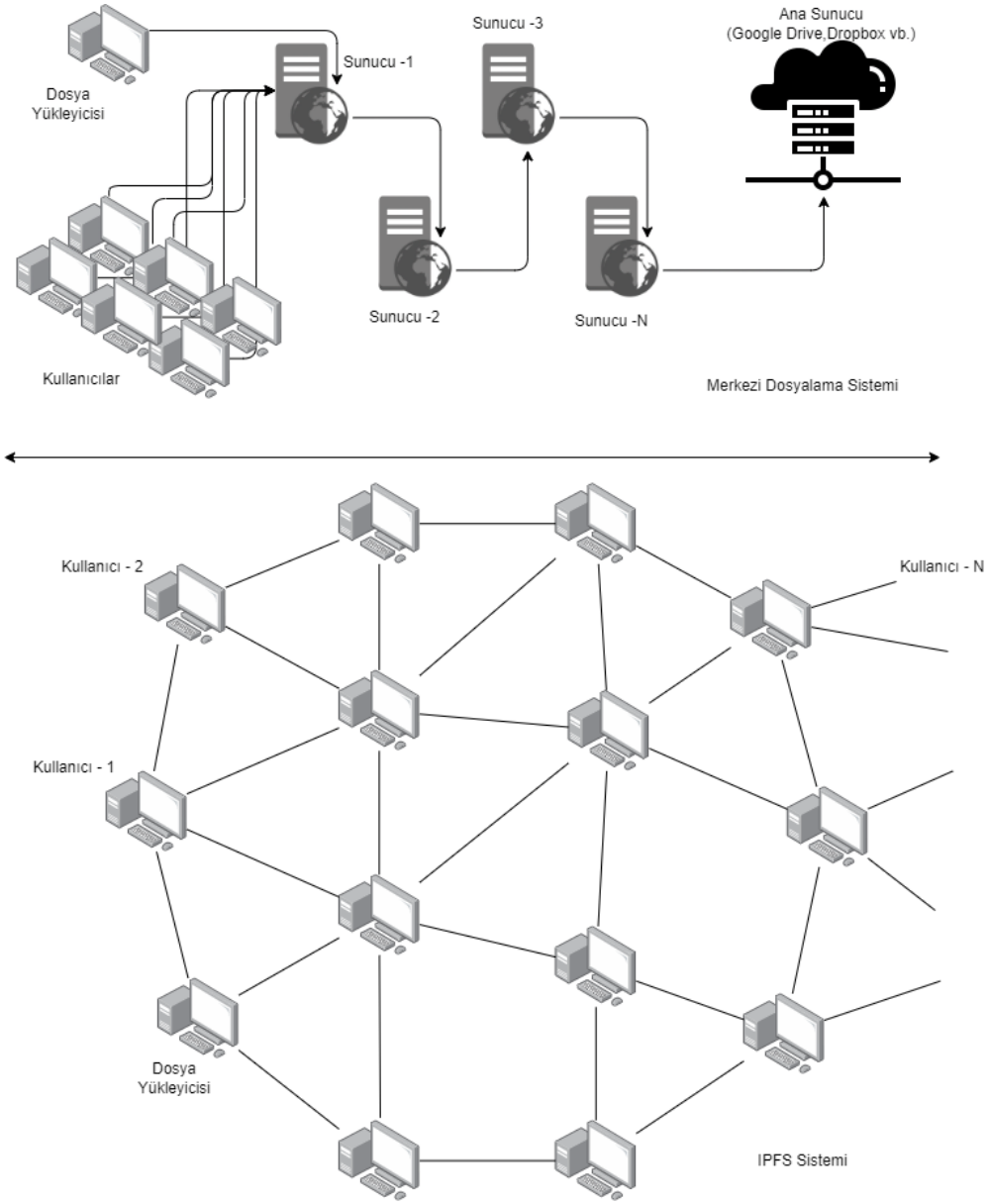
oluşmuş olur. Uygulama ikili arabirimi olarak ta ifade edilen ABI Ethereum sanal makinesi tarafından oluşturulan ve yazılan akıllı kontrat içeriğini barındıran bir JSON dosyasıdır. Web ara yüzünde akıllı sözleşme çağırıldığında ABI dosyası okunacak ve bu şekilde sözleşme ile etkileşime girilecektir.

DApp aracılığı ile uygulama ara yüzünden gerçekleştirilen tüm işlemler ve veriler blokzincir üzerine kayıt edilir. Veri geri dönüşleri de yine blokzincir üzerinden gerçekleştirilir. Bununla beraber Dapp'lerin blokzincir üzerindeki düğümlerin tamamında tutulduğu, bir düğümün pasif duruma düşmesi ile bir diğerinin aktifleştirilerek uygulamanın tekrar çalışabilir hale getirilebilir. Bu işleyiş, akıllı sözleşmelere dayalı yeni bir web tabanlı mimari yapının da bir parçasını oluşturur (Marchesi vd., 2020).

3.2.3. Dağıtık Veri tabanı

Dağıtık veri tabanı ya da Gezegenler Arası Dosya Sistemi olarak ta bilinen ve kısa adı "IPFS" olan bir dosya paylaşım uygulamasıdır. Şu an hali hazırda kullanılan http, bittorent gibi dosya paylaşım uygulamaları gelişen blokzincir teknolojisi ile birlikte eksik kalmıştır. Büyük veri çağına girdiğimiz için artık web üzerinde dosyaların depolanması ve dağıtımında ortaya çıkan yeni zorlukları fark ederek bu zorluklara çözümler arıyoruz. IPFS bu nokta da devreye girerek geçmişte kullanılan sistemlerin eksikliklerini gidermeye çalışmaktadır.

IPFS, verilerin şifrelenmiş karmalarla tutularak ve eşler arasında dağıtıldığı bir dosya paylaşım sistemidir. Sistemde depolanan dosyanın her değişiminde farklı bir karma değeri oluşturularak dosya karması yenilenerek tekrar dağıtımı sağlanır (R. Kumar vd., 2021). IPFS'de bir dosyanın adresi içeriğin kendisinden oluşturulduğundan değişen her içerik için yeni bir adres oluşturulur. Bu nedenle sistem, lokal dosyaların saklanmasından farklı çalışmaktadır. Bu yönüyle blokzincir tabanlı bir dosya depolama ve dağıtım sistemi olarak ta tanımlanabilir. IPFS sistemi günümüzde, sürüm kontrolü, dokümanlar üzerinde ortak çalışma, video ve ses barındırma hizmetleri, büyük veri kümlerinin saklanması ve analiz işlemleri gibi birçok projede kullanılmaktadır (IpfsCommunity, 2018). Şekil 3.5'de IPFS ile merkezi dosyalama sistemleri arasındaki karşılaştırma görülmektedir.



Şekil 3.5. Merkezi Dosyalama Sistemi İle IPFS Sisteminin Karşılaştırılması

Kullanıcıların tek bir merkezde dosyalarının toplandığı merkezi bir dosyalama sisteminde çıkabilecek olası merkezi bir hata geri döndürülemez sonuçlara neden olabilmektedir. IPFS sistemi ise, dosyaların merkeziyetsiz olarak tüm düğümlere dağıtıldığı, eş zamanlı olarak işlemlerin gerçekleştirilebildiği ve bir düğümde sorun çıkması durumunda diğer düğümler üzerinden işlemlerin devam ettiği bir çözüm sunmaktadır. Bu sayede olumsuz sonuçların da önüne geçmeyi sağlayan bir sistem olarak öne çıkmaktadır.

3.2.4. Blokzincir Düğüm Sağlayıcıları

Akıllı sözleşmeler ya da dağıtık uygulamalar ya da benzer yöntemler vasıtasıyla işlem yapabilmek için kullanacağımız blokzincir ile iletişim kurma ihtiyacımız vardır. Blokzincir ile iletişim kurmak içinse blokzincire ait bir düğüme ihtiyacımız vardır. Kullanılacak olan blokzincir için, blokzincire ait dosyayı kendi bilgisayarımıza indirip kurulum işlemlerini gerçekleştirerek blokzincir üzerinde yeni bir düğüm oluşturabilir. Bunun yerine herhangi bir kurulum işlemine ihtiyaç duymadan Alchemy, infura vb. platformlar vasıtasıyla da blokzincir üzerinde işlemlerimizi gerçekleştirebiliriz. Bu platformlar blokzincir üzerinde birer RPC düğüm sağlayıcılarıdır. RPC bir blokzincir üzerindeki düğümlerle ile iletişim kurulmasını sağlayan uzaktan yordam çağrısı olarak bilinen hizmettir.

Düğüm sağlayıcılar ile bir işlem gerçekleştirildiğinde, işlem seçili blokzincir üzerinde yayınlanır ve siz bilgisayarınızdan bu düğüm sağlayıcı silseniz bile yapılan işlem blokzincir üzerinde yaşamını sürdürmeye devam edecektir.

3.2.5. Cüzdan/İşlem İmzalayıcı

MetaMask kullanıcıların hesap ve anahtarlarını Ethereum blokzinciri tabanlı web sitelerinde kolayca kullanmalarını sağlayan, bu sayede kullanıcının bağlanmak istediği test ağları ya da Ethereum ana blokzinciri ile etkileşime girmesini sağlayan bir araçtır. MetaMask sayesinde kullanıcılar blokzinciri tabanlı dağıtık uygulamalarla hızlı ve etkili bir şekilde iletişime geçebilirler. Bunun yanı sıra MetaMask bir tarayıcı eklentisi olarak çalışır.

MetaMask tarayıcı ile Ethereum blokzinciri arasında köprü görevi gören, ağ geçidi olarak çalışan bir kripto para cüzdanı olarak ta görülebilir. Bu sayede, akıllı sözleşmelerle etkileşim kurarak, kullanıcı hesabındaki aktarım işlemleri gerçekleştirilebilir (Al-Madani vd., 2020; Baygin vd., 2022).

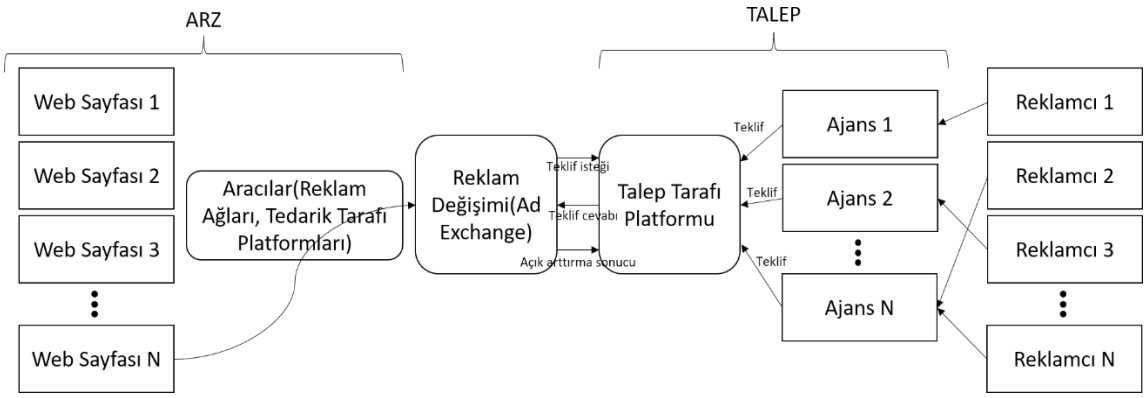
3.3. BLOKZİNCİR TABANLI REKLAMCILIK VE PAZARLAMA İÇİN SİSTEM MİMARİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ

3.3.1. Mevcut Dijital Pazarlama Sistemi ve Eksikliklerin Belirlenmesi

Reklamcılık ve pazarlama sektörü, içerisinde çok fazla aracı kurumu ve buna bağlı olarak farklı kullanıcı grupları içermektedir. Bir kampanyanın hedef kullanıcıya ulaşması için aracılar vasıtası ile belirlenen kullanıcı gruplarına ulaştırılır. Firmalar, markalarını istenilen kullanıcı gruplarına, çevrimiçi ortamlarda tanıtmak için aracı kurumlara muazzam büyüklükte kaynak harcamaktadır. Firmaların her sene artan bir şekilde aktardığı kaynak, nispeten daha pahalı olan kullanıcı araştırması yerine, hızlı ve etkili bir şekilde kullanıcının geri dönüşlerini alıp işleyerek, bir kampanyanın gerçek zamanlı olarak ölçümlerini yapmak ve sonraki kampanyalar için farklı planlamalar yapılmasını sağlayarak, firmanın başarıya ulaşmasını sağlamaktır (Aslam & Karjaluoto, 2017).

Dijital ortamdaki gelişmelere paralel olarak sektörde oluşan yeni ihtiyaçlar, dijital reklamcılık ve pazarlama ekosistemi daha da karmaşık bir hale getirdi. Bu ihtiyaçlara cevap vermek amacıyla reklam ağları, talep yönlü platformlar, arz yönlü platformlar ve reklam borsaları gibi farklı anahtar oyuncular ekosisteme dahil oldu. Kullanılan bu sisteme literatürde "platform tabanlı ekosistem" denilmiştir (Ceccagnoli vd., 2012). Bu ekosisteme ait hâlihazırda kullanılan genel işleyiş Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Bu süreç, bir reklam veren bütçe, hedef kitle ve süre gibi gereksinimleri belirleyerek reklam kampanyasını yürütmek amacıyla DSP' ye talep iletmesi ile başlar. Son kullanıcılar bir web sayfasını ziyaret ettiğinde, konum, iletişim bilgisi, izlenebilir tercihler vb. bilgiler yayıncı tarafa aktarılır. Yayıncı, öncelikli bir sözleşme var ise bu talebi direk karşılar, yok ise reklam istekleri için arz taraflı platformlara gönderim yapar. Arz taraflı platformlardan bir teklif isteği oluşturularak tüm talep taraflı platformlara iletilir. Bu aşamada oluşan anlık açık arttırma borsası teklif fiyatlarını toplayarak kazanan teklife karar verir. Bu karar kazanan talep platformuna iletilerek bilgilendirme yapılır. Tüm bu süreç çok kısa bir zaman sürecinde gerçekleştirilir ve kazanan reklam web sayfasını ziyaret eden kullanıcıya gösterilir (Adikari & Dutta, 2015).



Şekil 3.6. Platform Tabanlı Reklam ve Pazarlama Ekosistemi

Sistem, her ne kadar mükemmel görünse de zaman içerisinde bazı düzensizlikler ve kararsızlıklar oluşmuştur. Dijital platform tabanlı ekosistemlerde yaşanan olumsuzluklardan biri, ekosistemi oluşturan oyuncuların, özellikle de hedef kitle olan son kullanıcıların, ekosistemi kontrol eden büyük oyuncular ve diğer aracılar karşısında daha zayıf hale gelmesidir. Sistem genişledikçe bütçelerden ayrılan pay dağıtımındaki sorunlar ve son kullanıcıların neredeyse hiç yararlanamadığı bir sistem ortaya çıkmıştır. Kullanıcı tarafından bakıldığında oluşan bu olumsuzluklar, yayınlanan reklamlara ve pazarlama biçimlerin bakış açısını değiştirmiştir. Aynı zamanda aracı tarafında da benzer şekilde rakamsal tutarsızlıklar, kampanya sonuçlarının izlenemez hale gelişi gibi sorunlardan bahsedilebilir.

Sorunların çözüm aşamasında birçok sektörde de halen kullanımı araştırılan blokzincir teknolojisinin kullanımının araştırılması amacıyla kavramsal bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.3.2. Sistem Mimarisinin Geliştirilmesi

Mevcut durumda belirlediğimiz tartışılan üç dezavantajlı durumun giderilerek sistemi tıkayan olası sorunların üstesinden gelmeyi amaçlayan, akıllı sözleşmeleri kullanarak oluşturduğumuz bir kavramsal çerçeve önerilmiştir.

Önerilen kavramsal çerçeve dijital reklam ve pazarlama sektöründeki:

1) Blokzincir teknolojisi sayesinde oluşturulan açık veri tabanı sayesinde şeffaflık ve güvenin sağlanması

2) Son kullanıcıların yaptıkları işlemler sonucunda, belirli bir gelir elde etmesi ile, sistemden optimum seviyede faydalanmasının sağlanması
3) Firmaların, reklam ve pazarlama alanında yürütecekleri kampanyaların hedeflenen kullanıcı kitlesine tam olarak ulaşabilmesi

Şekilde gösterildiği gibi oluşturduğumuz kavramsal çerçeve 3 tür bileşen içerir: Kullanıcılar (Firma ve Son kullanıcı), blokzincir ve IPFS.

Kullanıcı: Sistemde kullanıcılar 2 grupta incelenebilir. Birinci grup, reklam ya da pazarlama materyalini oluşturan firma kullanıcılarını, ikinci grup ise bu materyali belirlenen akış çerçevesinde işleyerek sonucu firmaya ileten son kullanıcıları içerir. Her iki kullanıcı grubu da MetaMask eklentisi ile dağıtık uygulama vasıtasıyla sisteme bağlanırlar. Kullanıcı grubunun, firma ya da son kullanıcı olacağı, uygulama üzerinde yaptığı işleme göre belirlenmektedir. Eklenti üzerinden giriş yapan kullanıcıya ait kamusal blokzincir anahtarı sistemde kayıt altına alınarak gerekli işlemlerin yapılması için kullanılmaktadır.

Blokzincir: Kullanıcılar giriş işlemlerini tamamladıktan sonra oluşturulan akıllı sözleşme ile etkileşime geçerek uygulama üzerinden işlemlerini gerçekleştirmeye hazır duruma gelirle. Uygulama üzerinden bir göreve ait bilgileri girerek yeni bir uygulama oluşturabilir ya da farklı bir kullanıcı tarafından önceden oluşturulmuş olan bir görevi tamamlayabilirler. Bu aşamada, oturum açamaya ve görev işlemlerini gerçekleştirmeye yetkili kullanıcıların yönetimi, görev fiyatı ve dağıtım mekanizmasının nasıl işleyeceği, gerçekleştirilen göreve ait dosya karma bilgileri blokzincir üzerinde tutulmaktadır. Ancak göreve ait tüm bilgilerin blokzincir üzerinde tutulması verilerin büyüklüğü ve oluşacak işlem ücretleri nedeniyle mümkün değildir.

IPFS: Sistemde bir göreve ait dosyalar büyüklükleri nedeniyle dağıtık bir veri tabanı sisteminde tutulmaktadır. IPFS yüklenen her bir dosya için kriptografik bir karma değeri yani Hash değeri oluşturmaktadır. Oluşan Hash değeri istendiğinde dosyaya ait adres, içerik, veri büyüklüğü gibi bilgilere ulaşımı sağlamaktadır. Bu sayede sistemde işlem yapan bir kullanıcının, sisteme dahil etmiş olduğu dosyaya ait Hash değeri sayesinde işlemler blokzincir' ek bir yük gerektirmeden yürütülmektedir. Bu nedenle tasarımımızda yayınlanan görev dosyalarını ve gerçekleştirilen görevlere ait sonuç dosyalarını kaydetmek için IPFS teknolojisinin kullanımı tercih edilmiştir.

Genel olarak hazırlanan kavramsal çerçeve de iş modeline uygun olarak hazırlanan, iş kurallarının işletileceği bir yazılım modülü olan akıllı sözleşmelerin kullanılarak kayıtların oluşturulması ve zincirde saklanması sağlanmıştır. Dağıtık bir defter teknolojisi (DLT) olarak ta anılan bir blokzincir de saklanan akıllı sözleşme kodu sayesinde, hangi koşulda, hangi bilgilerin birer işlem olarak blokzincire kayıt edileceği belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra, oluşturulan çerçeve de yapılan işlemlerin onaylanarak blok haline gelmesini sağlayacağından, Ethereum kamusal blokzinciri'nin onaylayıcı mekanizması olan madenciler almaktadır. Madenciler yapılan işlemlerin doğrulama ve onaylamasını yaptıklarından doğal bileşen olarak Ethereum kamusal blokzincir de yer alırlar.

3.3.3. Sistem Mimarisine Ait Senaryo ve Modelleme

Önerdiğimiz kavramsal çerçeveye ait iş akış süreci senaryosu kullanıcıların sisteme giriş işlemleri ile başlamakta ve aşağıdaki adımları içermektedir.

3.3.3.1. İş akışı

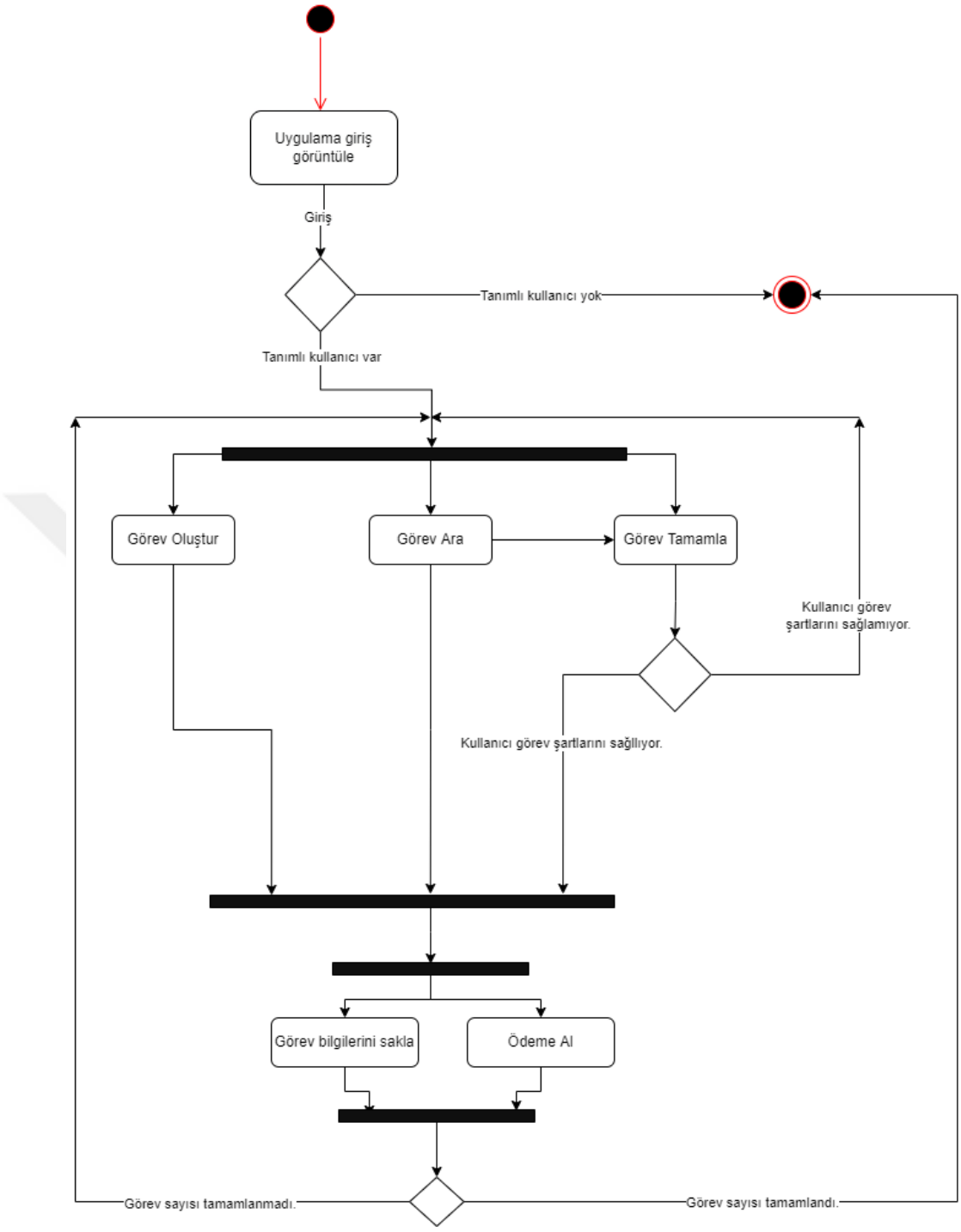
1) Sistemde görev oluşturan ve görevi gerçekleştiren ya da bir diğer ifadeyle talepte bulunan, talebi karşılayan olmak üzere iki kullanıcı grubu bulunmaktadır. Her iki kullanıcı grubu da Metamask cüzdanları yardımıyla uygulamaya giriş yaparak akıllı sözleşme ile etkileşime girmek için gerekli ortak anahtarı elde ederek sözleşmeye erişim sağlarlar.
2) Kullanıcı bu aşamada iki farklı iş akışı için başlatma işlemi gerçekleştirecektir. Birinci iş akışında kullanıcı yeni bir görev başlatabilir. İkinci durumda ise kullanıcı uygulamada listelenmiş olan görevlerden herhangi birini tamamlamak üzere bir iş akışı başlatabilir.
3) Kullanıcı yeni bir görev oluşturacak ise, göreve ait bilgilerden dosya temelli olanları IPFS üzerine yükleyerek aldığı karma değer ile birlikte tüm görev bilgilerini akıllı sözleşmeye gönderir.
4) Akıllı sözleşme bu aşamada gönderilen göreve ait depozito miktarını talepte bulunan taraftan tahsil ederek bloke altına alır. Bu işlemler Metamask cüzdanı üzerinden gerçekleştirilir.

5) Depozitosu alınan akıllı sözleşme ağ üzerinde talebi karşılamak üzere sistemde bulunan kullanıcılara yayınlanır.
6) Talebi karşılayacak olan kullanıcı görevleri uygulama üzerinden listeler ve görevi gerçekleştirme talebinde bulunur.
7) Akıllı sözleşmede talep eden tarafından belirlenen uzmanlık/ilgi alanı, itibar puanı vb. hususlar kontrol edilerek görevi gerçekleştirip gerçekleştiremeyeceği belirlenir. Eğer göreve uygunsa göreve ait işlemleri tamamlayarak akıllı sözleşmeye bildirim gerçekleştirir.
8) Akıllı sözleşme belirlenen görev sayısı tamamlandığında bildirimde bulunarak kontrol işlemlerinin gerçekleştirilmesi sürecini başlatarak talep edenin görevleri doğrulaması sonucu depozitoyu talebi gerçekleştiren tarafa aktarım işlemini gerçekleştirecek aksi halde talep tarafına geri iletecektir.
9) Bu işlemler sırasında kullanıcıların her ikisi de karşı tarafı puanlama işlemlerini gerçekleştirecek ve bir sonraki talep işlemlerinde kullanılmak üzere güncellenerek saklanacaktır.

3.3.3.2. Aktivite Diyagramı

Bir olaya ait davranışların yazılım karşılıklarının hangi süreçleri içereceği, süreçlerin merkezi ya da merkeziyetsiz bir yapıya gereksinim duyduğunun analizi diyagramların tasarım aşamasında ortaya çıkacağından diyagramlar aynı zamanda yararlı birer "süreç analiz aracı" olarak kullanılmıştır.

Kavramsal çerçeveye ait senaryoda, eş zamanlı süreçlerin işleyişini göstermek, sistemin davranışını tanımlamak için Şekil 3.7'se verilen aktivite diyagramı tasarlanmıştır. Tasarım aşamasında oluşturulan etkinlik diyagramı blokzincir teknolojisinin kullanımı aşamasında hangi işlemlerin merkeziyetsiz yapılar üzerinde kayıt edilmesi gerektiğini göstermesi açısından önemli bir gösterim aracıdır.



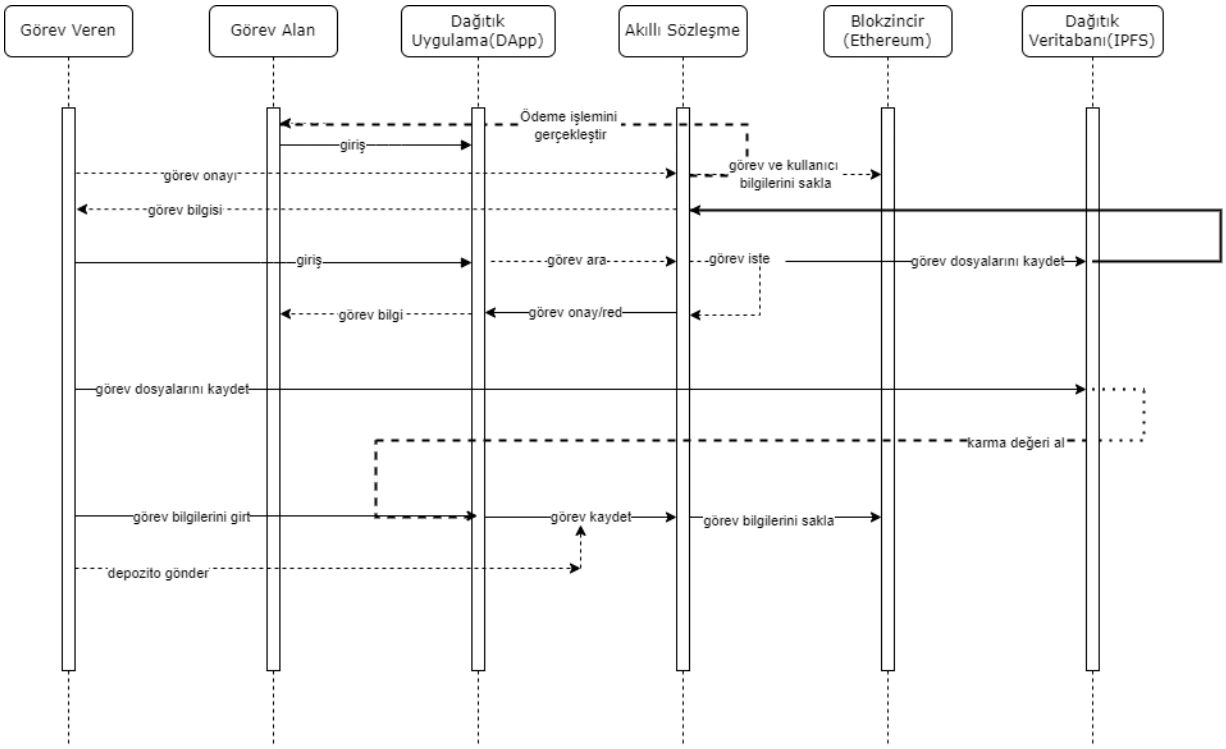
Şekil 3.7. Reklam ve Pazarlama Uygulaması Aktivite Diyagramı

Aktivite diyagramı incelendiğinde kullanıcıların tek bir süreci izleyerek sisteme dahil oldukları görülmektedir. Bu süreç herhangi bir kullanıcının uygulamaya bir tarayıcı vasıtasıyla herhangi bir ek kullanıma ihtiyaç duymaksızın bağlanarak, hızlıca kullanımlarını sağlayacak Metamask eklentisini kullanabilen web tabanlı bir merkeziyetsiz uygulamanın geliştirilmesi gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Benzer

olarak işlem verileri paralel süreçler içerdiğinden süreçlere ait veri kayıtları için de merkeziyetsiz bir veri kayıt sistemi tasarlanması gerekliliği görülmüştür.

3.3.3.3. Sıra Diyagramı

Uygulamada her varlığın kendine ait bir Metamask hesabı vardır. Bu sayede DApp üzerinden sisteme giriş yaparak akıllı sözleşme üzerinden görev oluşturma, görev arama, görev istemi/görev alma süreçlerine katılım sağlar. Bu kullanım durumuna ait işlem sırasını ve varlıkların görüntülendiği sıra diyagramı aşağıda Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Reklam ve Pazarlama Uygulaması Sıra Diyagramı

Önerdiğimiz çerçeve de görev veren, sisteme giriş yaparak akıllı sözleşme ile etkileşime girer. Hazırlamış olduğu görev bilgilerini (anket, video reklam, oylama, satış bülteni vb.) kayıt altına alarak bu bilgiyi akıllı kontrata iletir. Sistemdeki bir diğer aktör olan görev alan, sisteme giriş yaparak var olan görevleri inceler. İncelediği görevlerin her birine ait bir görev puanı ve ilgi alanı olduğundan istediği görevin şartları kendine uygun olması durumunda görev ataması gerçekleştirilir. Gerçekleştirilen görev sonucunda yapılan kontrolün ardından ödeme ve puanlama mekanizması çalıştırılarak genel işleyiş tamamlanır. Tüm bu işlemler merkeziyetsiz bir yapı içerisinde gerçekleşir.

Önerilen kavramsal çerçeveye ait sıra diyagramı incelendiğinde akıllı sözleşmenin otomatik bir düzenleyici unsur olduğu görülmektedir. Bölüm 3.3.1'de gösterildiği üzere mevcut reklam pazarlamasında bir aracı ya da düzenleyici tarafından yapılan tüm işlemler akıllı sözleşmeler vasıtasıyla otomatik hale getirilmiştir. Kavramsal çerçevede aracı sayısı azaltılarak, en az katılımcı sayısı ile iletişim kanallarının verimli olması hedeflenmiştir. Aynı zamanda, dağıtılan ekonomik değerin istenilen hedefe ulaşımı da tüm paydaşlar tarafından izlenebilir bir hale gelmiştir. Akıllı sözleşme kullanımı sayesinde, birbirini tanımayan taraflar arasında yapılan işlemlerin güvenli biçimde yapılabilecektir.

3.3.3.4. Akıllı Sözleşme Sınıf Diyagramı

Şekil 3.9'da sistem çerçevesini oluştururken kullanmış olduğumuz bir akıllı kontrata ait sınıf diyagramı gösterilmiştir. Sınıf diyagramında yapılar, yapılara ait nitelikler, erişim durumları, fonksiyonlar vb. durum ve nesnelere ait bilgiler ve aralarındaki iletişim ve ilişkilere dair görsel bilgiler verilmiştir. Akıllı sözleşme incelendiğinde, kullanıcıların sözleşme ile etkileşime girdikleri tüm süreci içeren ve çeşitli amaçlarla kullanılan işlevleri içerdiği görülebilir.

Tablo 3.1. Akıllı Sözleşme Örnek İşlev Açıklamaları

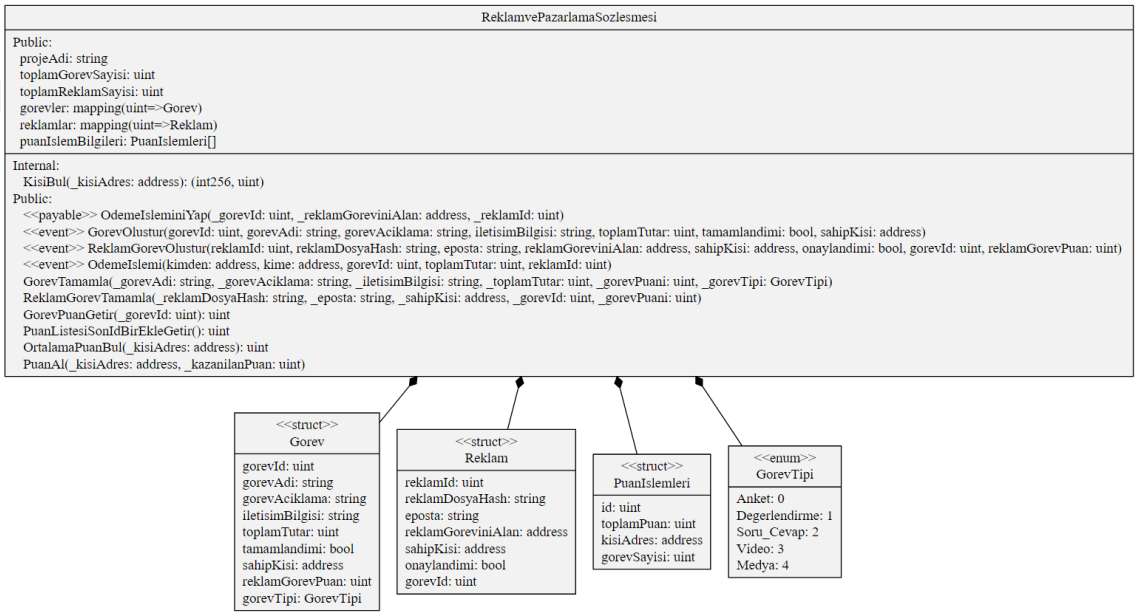
<<Struct>>Reklam	Oluşturulacak reklama ait bilgileri içeren yapı.
<<payable>>OdemeIsleminiYap	Tamamlanan göreve ait ödemenin yapılmasını sağlayan fonksiyon
<<event>>ReklamGorevOlustur	Reklama ait bilgileri de içeren, bu bilgiler ve kullanıcı bilgileri ile görev oluşturan olay
<<enum>>GorevTipi	Göreve ait açıklamalar (anket, değerlendirme vb.)
<<adress>>KisiBul	Kişinin sisteme giriş yaptığı cüzdan adresi yardımıyla puan işlemlerinin yapılmasını sağlayan fonksiyon.

Akıllı kontrata ait sınıf diyagramında bulunan işlevlerden birkaçına ait açıklamalar Tablo 3.1'de verilmiştir. Akıllı sözleşme sınıf diyagramında:

- "GorevTamamla","ReklamGorevTamamla","GorevPuanGetir", "PuanListesiSonIdBirEkle", "OrtalamaPuanBul", "PuanAl"," KisiBul" fonksiyonları,
- "OdemeIsleminiYap","GorevOlustur","ReklamGorevOlustur","OdemeIslemi" olayları bulunmaktadır.

- Olay ve fonksiyonların kullanımını sağlayan “projeAdi”, “toplamGorevSayisi”, “toplamReklamSayisi” değişkenleri ile “gorevler”,” reklamlar” anahtar değer ikilileri
- “Gorev”,” Reklam”,” PuanIslemleri” yapıları
- Görev tiplerini gösteren GorevTipi sabit değer yönetimi sağlayan sabit tip bulunmaktadır.

Sözleşmedeki kullanılan yapılar olayları tanımlamak, fonksiyonlar ise olayların gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır.



Şekil 3.9. Akıllı Sözleşme Sınıf Diyagramı

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SİSTEM MİMARİSİNİN UYGULANMASI

Uygulamada kullanılan akıllı sözleşmeler solidity programlama dili ile yazılmıştır. Solidity UML diyagramlarına uygun olarak statik tipte ve nesne tabanlı üst düzey bir dildir. Akıllı sözleşmeler web tabanlı olarak çalışan Remix IDE kullanılarak, geliştirilmiştir. Remix IDE Ethereum blokzinciri ile uyumlu olarak çalışan solidity programlama dilinin geliştirilebildiği, yazılım hataların ortaya çıkarılabildiği bir geliştirme ortamıdır.

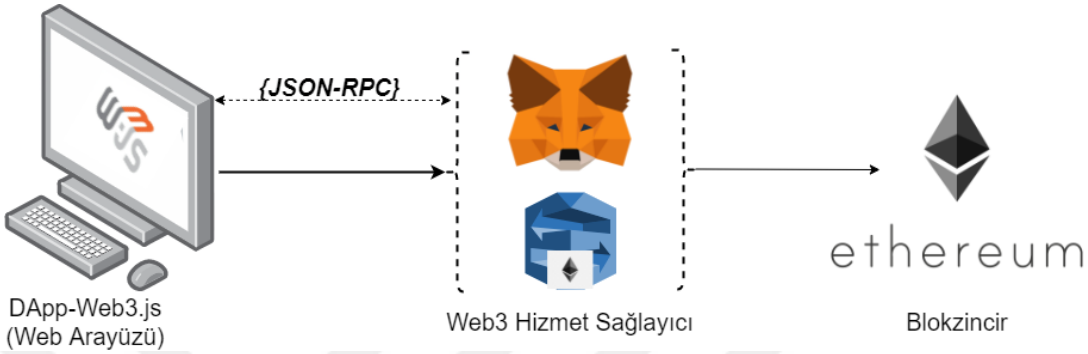
Akıllı sözleşme hazırlanan UML diyagramları göz önüne alınarak çıkarılan süreçlere ait algoritmalara uygun olarak tasarlanmıştır. Aşağıda süreçlere ait çıkarılan algoritmalar ve buna uygun olarak hazırlanan akıllı sözleşme kodları görülmektedir.

4.1. KULLANICI GİRİŞİ İŞLEMLERİ

Kullanıcı giriş süreci akıllı sözleşme sürecinden farklı olarak işler. Kullanıcı girişi, açık kaynaklı, halka açık bir blokzincir tabanlı dağıtılmış bilgi işlem platformu olan Ethereum ağına bağlanmak için dağıtık bir uygulama ve bu uygulamayı görüntülemek için kullanılan bir internet tarayıcısına yüklediğimiz bir eklenti olan Metamask vasıtasıyla gerçekleştirilir. Metamask daha öncede bölüm 3.2.5’ te açıklandığı üzere Ethereum ağıyla, Dapp arasında bir köprü görevi görür. Bunun yanı sıra kullanıcıların kimlik doğrulamasını yapması, kripto para cüzdanı olarak kullanılması işlevleri de bulunmaktadır.

Kullanıcılar Ethereum blokzincir ağına, bir blokzinciri düğümü olarak Ethereum istemcisi aracılığıyla erişebilirler. Tüm kullanıcıların Ethereum ağı için gerekli olan kurumları gerçekleştirmesi zaman ve depolama kaybına yol açtığından erişilebilirliği de azaltmıştır. Bu duruma çözüm olarak bir tarayıcı eklentisi olan ve hiçbir işleme gerek duymadan bir bulut bilişim çözümü olan Infura API’ si vasıtasıyla cüzdan kullanıcılarına Ethereum ağına erişim sağlayan Metamask kullanılmaya başlanmıştır (Singhal vd., 2018; The Infura Inc., y.y.). Bu sayede kullanıcılar kendileri bir blokzincir düğümü çalıştırmadan ağa bağlanarak, akıllı sözleşmeleri yükleyebilir, çalıştırabilir ve sonuçlarını inceleyebilir. Ethereum ağı, internet tarayıcılarında görüntülenen Dapp’lere bağlanmak

için javascript tabanlı Web3.js kütüphanesi ve haberleşmeyi sağlamak için JSON-RPC protokolünü kullanır (W.-M. Lee, 2019). Bu sayede bilgisayara yüklü bir Ethereum istemcisi olmadan Ethereum ağıyla iletişim kurulabilir. Kullanıcı giriş süreci aşağıda Şekil ’da verilmiş bu sürece ait, Metamask hizmet sağlayıcısının kullanılarak Ethereum ağına uygulamanın bağlanmasını sağlayan kod bloğu ise şekilde verilmiştir.



Şekil 4.1. Kullanıcı Giriş Süreci

HTML uzantılı bir web sayfasını dağıtık bir uygulama sayfası haline getirebilmek için öncelikle web3.js referansının, sayfa içerisine enjekte edilmesi gerekmektedir. Bu işlem için;

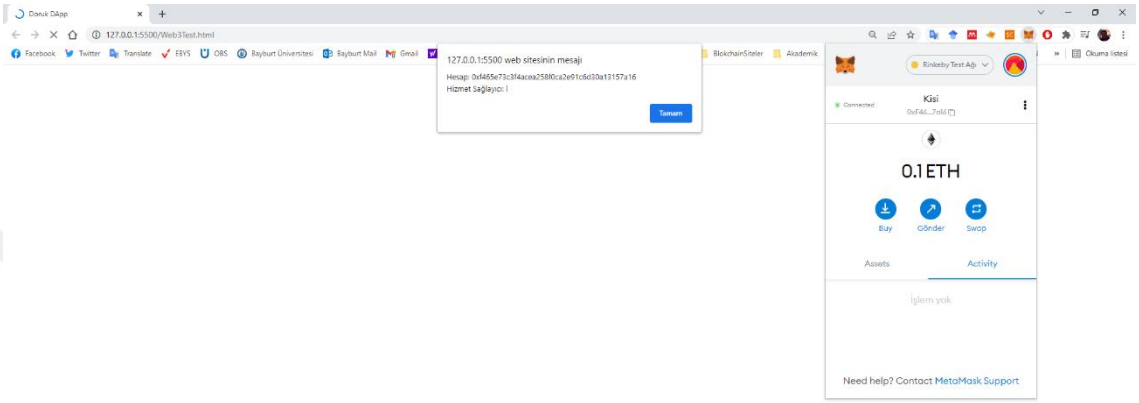
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/web3@latest/dist/web3.min.js"></script>

referansı sayfaya eklenmelidir. Ekleme işleminden sonra sayfa içerisinde artık web3.js Ethereum JavaScript API’si kullanılabilir duruma gelir. Uygulama içerisinden Metamask ile etkileşime girmek için ise Şekil 4.2’deki kod parçacığı kullanılmıştır.

```
if (typeof web3 !== 'undefined') {
    async function HesabiBagla() {
        await ethereum.enable()
            .then((account) => {
                alert("Hesap: " + account + "\n" +
                    "Hizmet Sağlayıcı: " +
                    web3.currentProvider.constructor.name);
            })
    }
    HesabiBagla();
} else {
    web3 = new Web3(
        new Web3.providers.HttpProvider(
            "http://localhost:8545"));
    alert("Hesap: " + web3.eth.accounts[0] + "\n" +
        "Hizmet Sağlayıcı: " +
        web3.currentProvider.constructor.name);
}
```

Şekil 4.2. Metamask Uygulama Etkileşim Kodu

Bu uygulama Metamask yüklü bir tarayıcı ile http üzerinden çalıştırıldığında MetaMask eklentisi web3 kütüphanesini otomatik olarak kullanarak, bir Ethereum düğümü ile etkileşime girilmesini sağlar. Bu durumda MetaMask eklentisine bağlantı işlemi gerçekleştirilmiş olur. Kod parçasının bulunduğu uygulamanın çalıştığı duruma ait etkileşim ekranı ile hesap adresinin alınma mesajının gösterilmesi Şekil 4.3'de sunulmuştur.

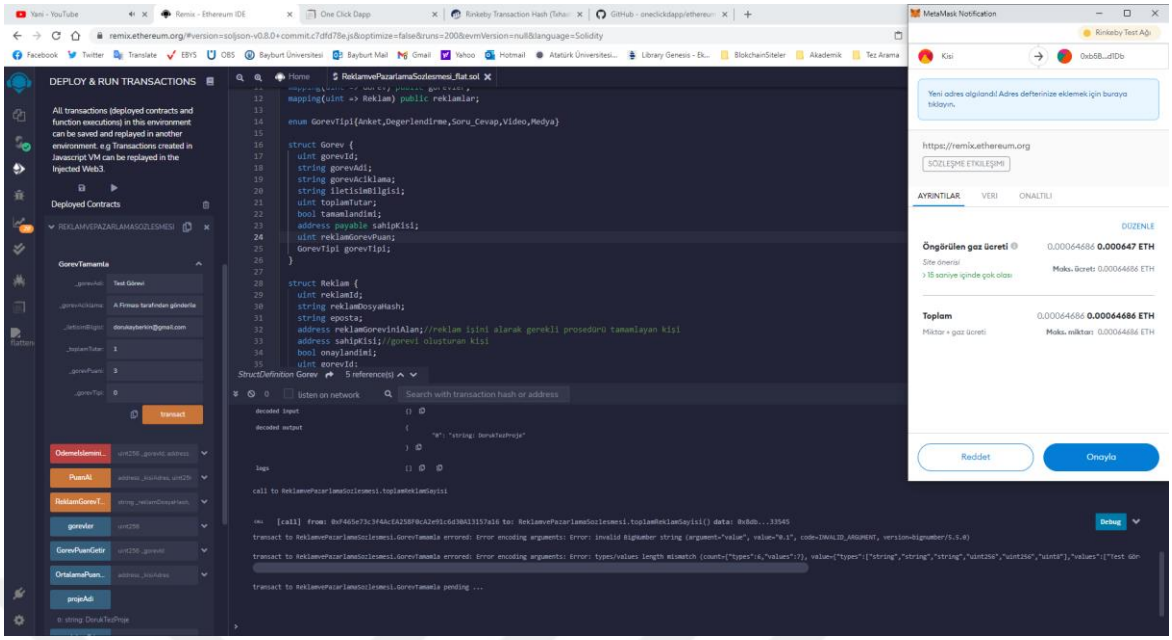


Şekil 4.3. Uygulama ile MetaMask Eklentisinin Bağlantısı ile Oluşan Ekran Çıktısı

4.2. GÖREV OLUŞTURMA SÜRECİ

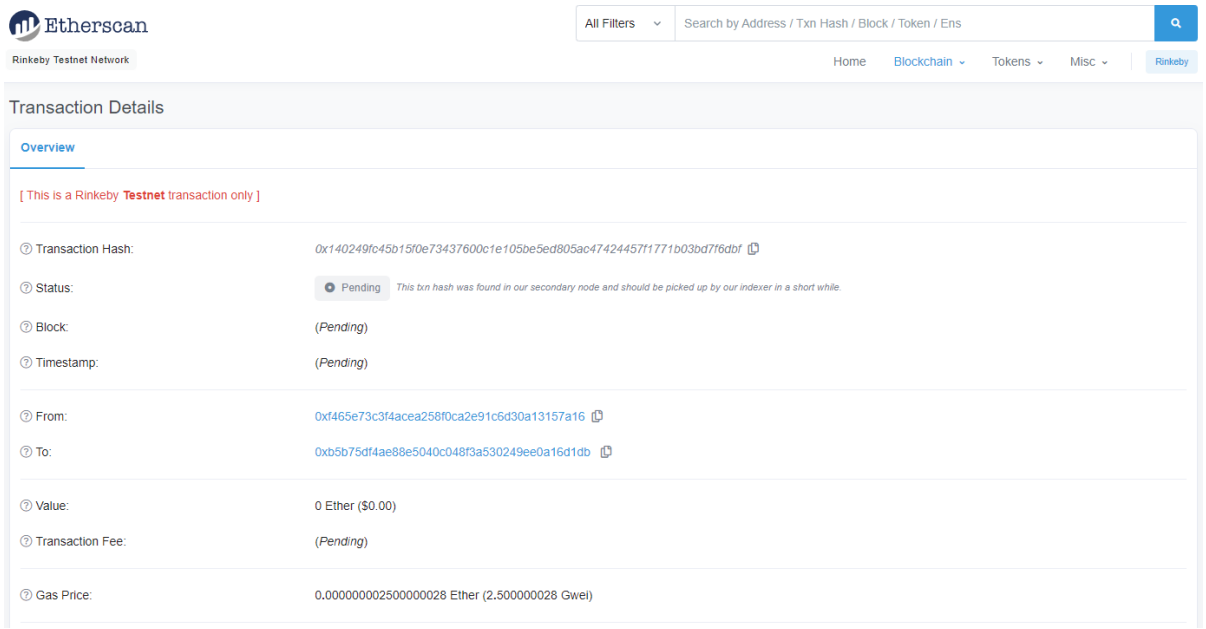
Görev oluşturma ve daha sonraki süreçler artık uygulama entegrasyonu tamamlanmış olan MetaMask eklentisi ve akıllı sözleşmeler vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir.

Görev oluşturma sürecinde, kullanıcı sisteme giriş yaptıktan sonra yönlendirmeler vasıtasıyla akıllı sözleşme ile etkileşim kurabilmektedir. Akıllı sözleşmeye göndererek ağ üzerinde yaymak istediği bilgilerin girişini yaparak yeni bir görev oluşturabilir. Görev oluşturma sürecinde görev ile ilgili herhangi bir dosya işlemi yapılacaksa, göreve ait dosyaları IPFS sistemi üzerine yükleyerek hash bilgisini görev açıklama kısmına girmektedir. Akıllı kontrat ile ilgili her etkileşimde belirli bir miktar "gas fee", yani bir ödeme oluşmaktadır. Göreve ait görev adı, görev tipi gibi bilgilerin girişi yapılarak akıllı kontrata gönderildiğinde süreç tamamlanmış olacaktır. Sürece ait ekran görüntüsü aşağıda Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Görev Ekleme İşlemi

Yapılan tüm işlemlerin şeffaf olarak tüm kullanıcılar tarafından izlenebilmesi, Etherscan web sitesi sayesinde gerçekleşmektedir. Yapılan görev ekleme işlemine ait Etherscan web sayfasında görüntülenen işlem çıktısının ekran görüntüsü ise Şekil 4.5'de yer almaktadır.

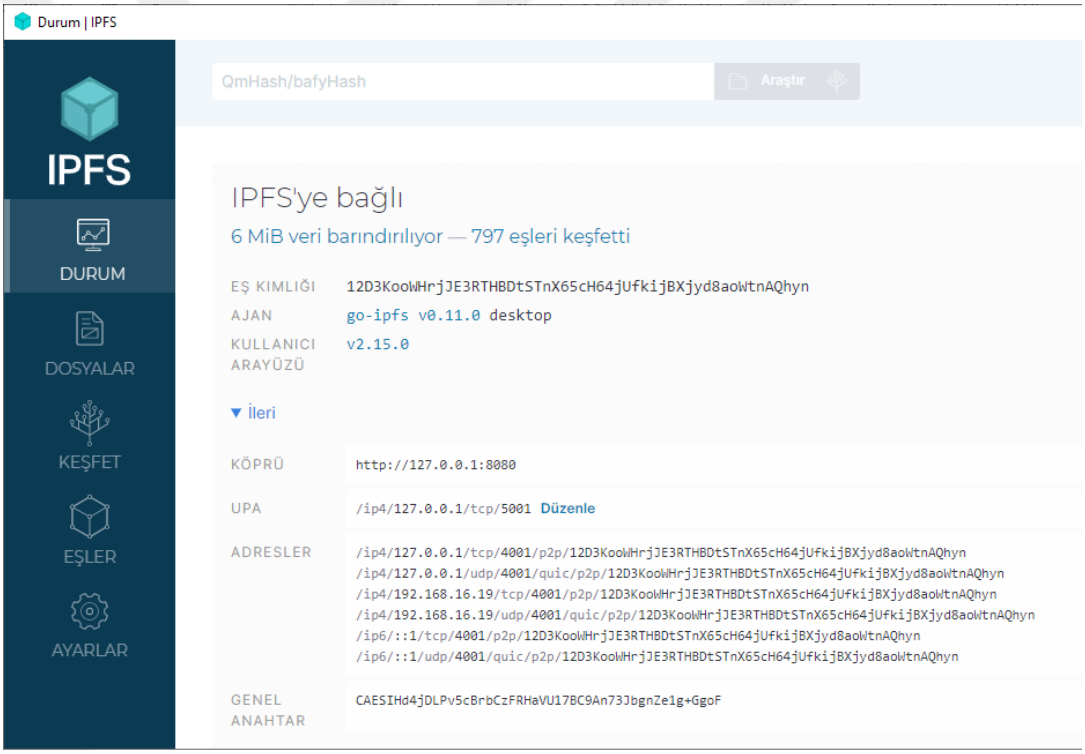


Şekil 4.5. Görev Ekleme İşlemine Ait İzleme Ekranı

4.3. DOSYA YÜKLEME SÜRECİ

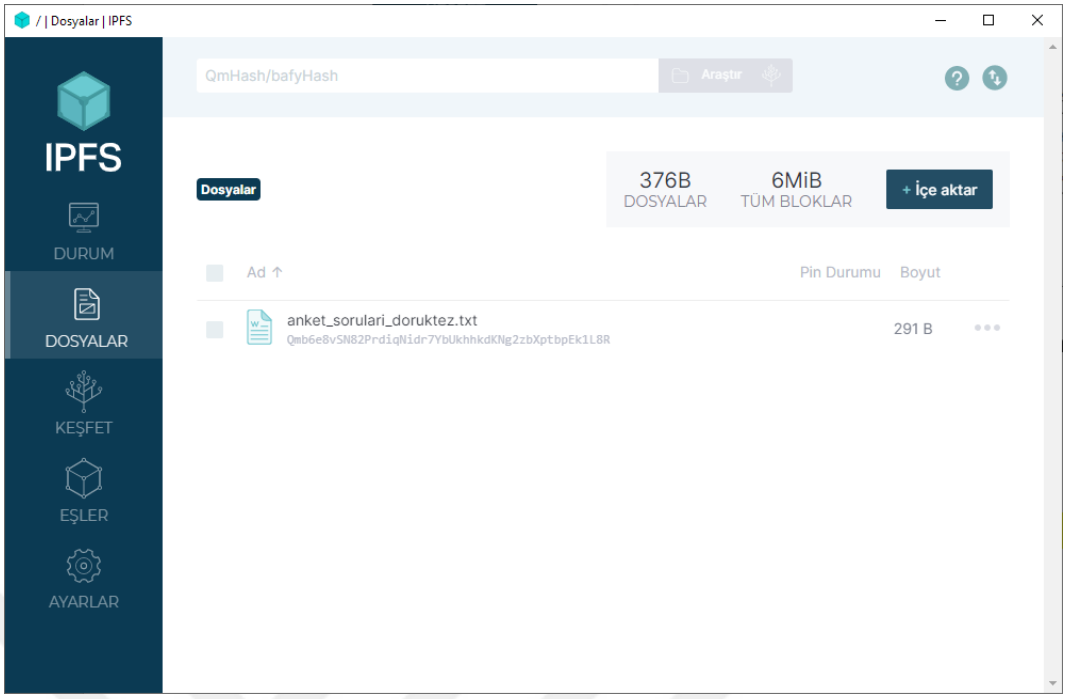
Dosya yükleme işlemleri akıllı kontrata işlenmesine rağmen akıllı kontrat değil IPFS sistemi üzerinde gerçekleştirilir. Daha önceki alanlarda bahsedildiği üzere IPFS dağıtık bir dosya veri tabanı olarak çalışan bir sistemdir. Yüklenen dosyaya ait bir hash değeri oluşturarak, dosyayı ağ üzerinde uygun bulunan eş ya da eşlere dağıtır.

IPFS sistemine dosyaların yüklenerek hash değeri alınmasına için IPFS.io web sitesi adresinden gerekli indirmeler yapılarak ağa katılım sağlanır. Katılım sonunda kurulumun yapıldığı bilgisayar da IPFS ağı üzerinde bir eş olarak görev yapmaya başlayacaktır. Giriş yapıldıktan sonra görüntülenen, bağlı eşlere ait bilgilerin olduğu durum ekranı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. IPFS Durum Ekranı

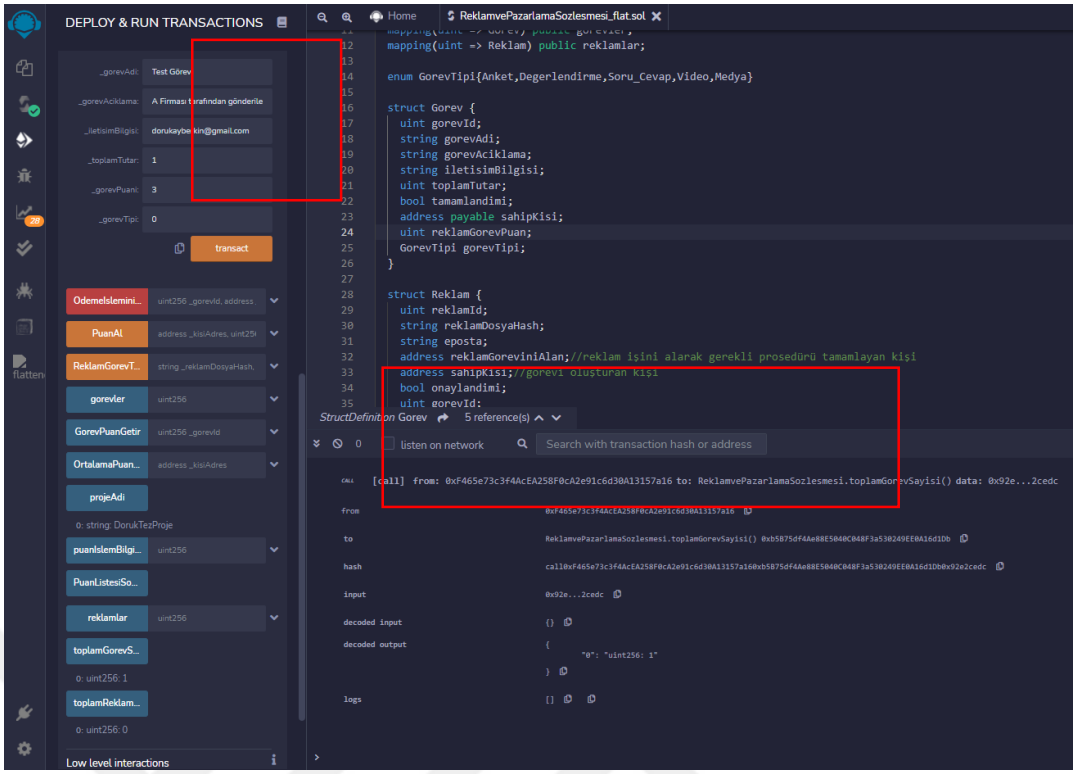
Giriş işleminden sonra kullanıcı aşağıda Şekil 4.6'da gösterildiği gibi, göreve ait dosya işlemleri için sağ menüden dosyaları seçerek, içe aktar seçeneği ile ilgili dosyanın sisteme aktarımını gerçekleştirerek hash değerini elde eder. Dosya yükleme işlemi, dosya boyutuna bakılmaksızın ücretsiz olarak gerçekleştirilen bir işlemdir.



Şekil 4.7. Dosya Ekleme ve Hash Değeri Ekranı

4.4. GÖREV ARAMA SÜRECİ

Kullanıcı, daha önceden oluşturulmuş olan bir görevi gerçekleştirmek üzere akıllı sözleşme ile etkileşime girerek toplam görev sayısı ve bu görevlere ait bilgilere ulaşabilir. Bu sayede ilgi alanı olan bir görev seçimi yaparak ilgili göreve ait süreçleri gerçekleştirerek görevi tamamlar. Bu sayede, bir ödeme alma hakkı kazanır. Görev arama sürecine ait olarak sorgu ve ekran çıktısı Şekil 4.8'deki gibidir.



Şekil 4.8. Görev Arama Akıllı Kontrat Sorgusu ve Sonucu

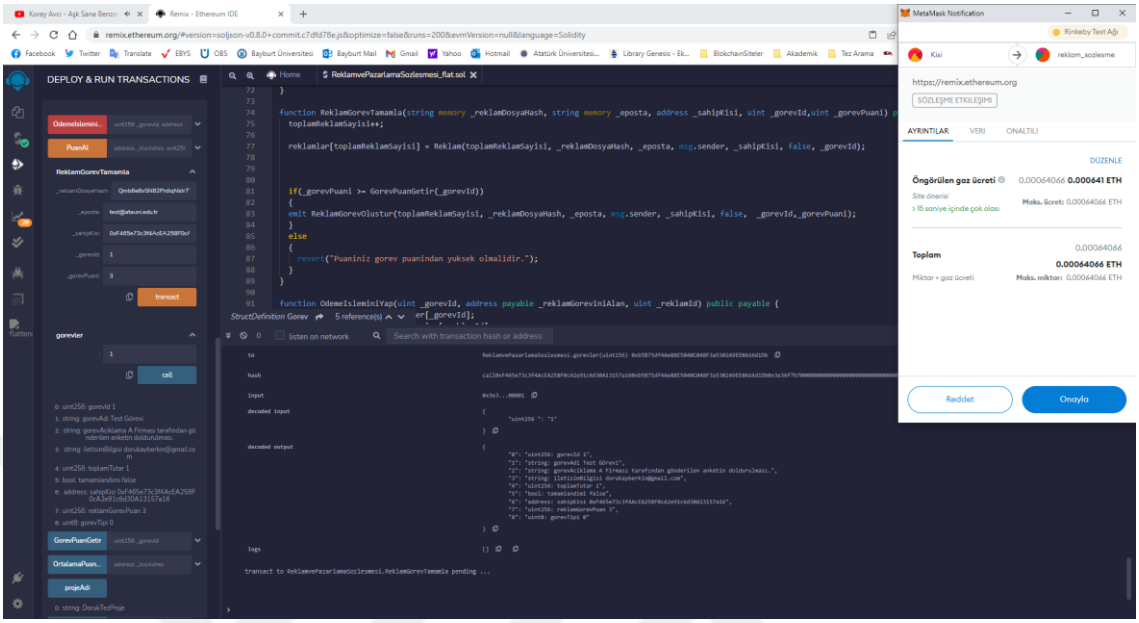
4.5. GÖREV GERÇEKLEŞTİRME SÜRECİ

Kullanıcı, Şekil 4.9'da gösterildiği gibi görev araması bulduğu bir görevi tamamlamak için Reklam Görev Tamamla akıllı sözleşme fonksiyonunu kullanır. Bu fonksiyon, görevi gerçekleştirecek kullanıcı tarafından oluşturulan dosyaya ait hash bilgisi, eposta bilgisi, görev puanı ve ödemeye ait alt fonksiyonları içerir.

Şekil 4.9. Görev Sorgusu Sonuç Ekranı

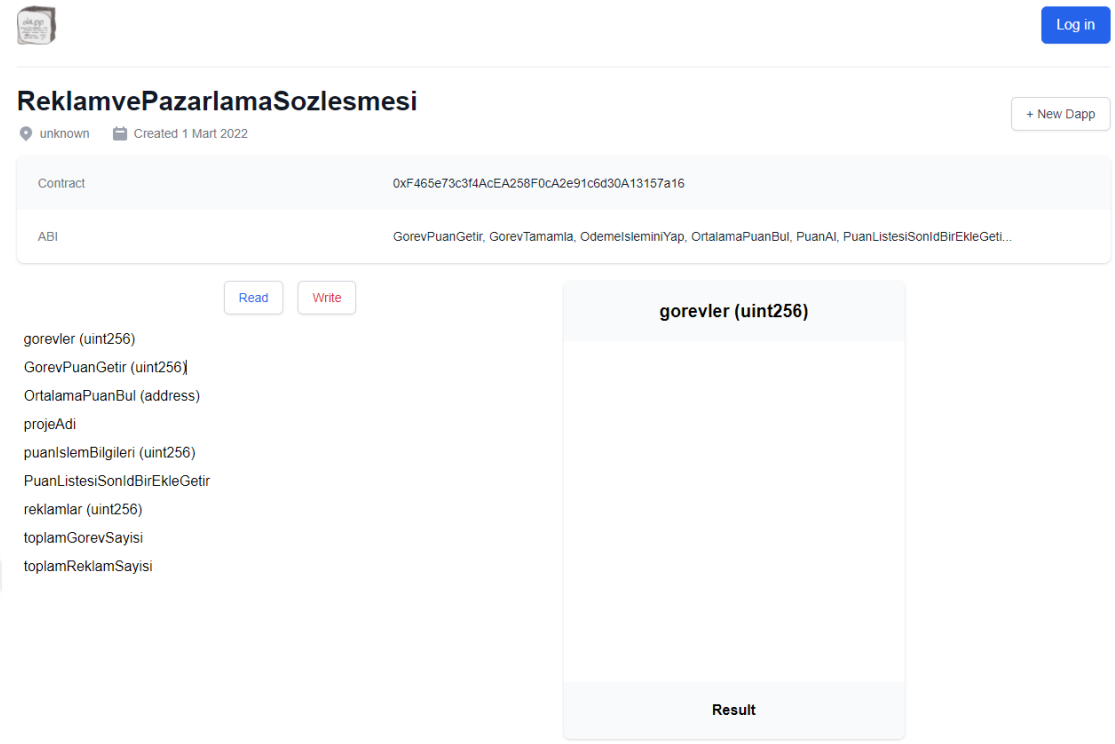
Görev tamamlama işlemi, görev ekleme işlemi gibi bir ücret ödemesine sahiptir. Bu ödeme otomatik olarak görevi tamamlayan tarafından ödenmektedir. İşlem MetaMask

ile gerçekleştirilmektedir. Görev tamamlama ve ödeme işlemi Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Görev Tamamlama ve Sonuç Ekranı

Kullanıcıların, REMIX IDE üzerinde hazırlanmış olan sözleşme için gerekli kurulumları yapması, sözleşmeyi çağırarak sözleşme ile etkileşim kurması gibi bazı zorluklar içermektedir. Bu nedenle kullanıcıların hızlıca kullanımlarını sağlamak amacıyla bir internet tarayıcısı vasıtasıyla ve MetaMask ile direk etkileşime geçerek kullanılabilecek bir uygulama hazırlanmıştır. Sözleşmede bulunan tüm işlemler aynı zamanda Ethereum Remix IDE içerisinde yazılan sözleşmelerin DApp olarak kullanılması için, oneclickdapp.com adresinde dağıtık uygulama olarak yayınlanmış ve kullanımı gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya ait örnek ekran görüntüsü aşağıda Şekil 4.11'de verilmiştir. Uygulama sayesinde kullanıcılar, lokal bir Ethereum ağı kurulumuna ve blokzincir verilerinin senkronizasyon işlemine ihtiyaç duymadan hızlıca işlemlerini gerçekleştirebileceklerdir. Bu sözleşme ile kullanıcı arasındaki etkileşimin artmasını sağlayarak kullanıcı dostu bir süreç oluşumunu da beraberinde getirecektir.



Şekil 4.11. Dağıtık Uygulamaya Ait Ekran Görüntüsü

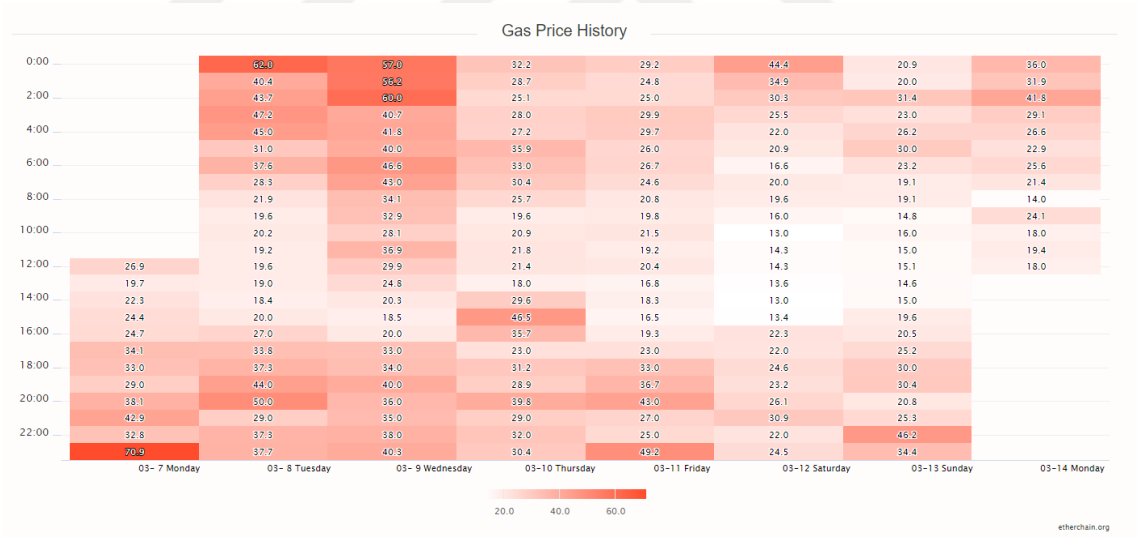
Dağıtık uygulama olan DApp, bir uygulamaya ait ara yüzün fonksiyonelliğini sağlamak amacıyla uygulama arka planında solidity programlama dili ile yazılmış olan akıllı kontrat kodlarının, bir web ara yüzü ile haberleşmesini sağlar. Kullanıcı dostu bir web ara yüzü sayesinde kullanıcı akıllı kontratlarla hiçbir işleme gerek olmadan etkileşim sağlar.

BEŞİNCİ BÖLÜM

DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde sözleşmenin bir ağ üzerine dağıtımı gerçekleştirilerek, durum testleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen testlerin sonuçları yorumlanarak literatüre katkı yapacak olanlar belirtilerek yazılı hale getirilmiştir.

Bir akıllı sözleşmenin blokzincir ağına dağıtımı yapıldıktan sonra değiştirilmesi mümkün değildir. Sadece akıllı sözleşmeye eklenebilecek bir kendi kendini imha anlamına gelen "self destruction" kod parçası ile akıllı sözleşmenin belirli şartlarda kullanılamaz hale gelmesi sağlanabilmektedir. Bu nedenle akıllı sözleşmenin geliştirme aşamasında, akıllı sözleşmenin dağıtımı ve tekrarlanan işlem testleri için sürekli bir "gas" ödememek için test ağları kullanılmaktadır. Sözleşmenin dağıtımı ve ağ işlemlerini yürütmek için ana Ethereum (mainnet) ağına yakın kullanım biçimine sahip bir Ethereum test ağı(testnet) olan Rinkeby test ağı kullanılmıştır.



Şekil 5.1. Ana Ağ (Mainnet) Gas Fiyatları Geçmişi

Test ağlarındaki gas değerleri ile ana ağdaki gas değerleri farklılık göstermez. Ancak ana ağda gerçek Ethereum kullanıldığından gas değerleri test ağına göre daha yüksektir. Şekil 5.1'de ana ağdaki gas değerlerinin bir tarih aralığındaki değerleri görülmektedir. Gösterilen gas değerleri GWei cinsindendir. 1 ETH = 1* 10^9 (1.000.000.000) GWei şeklindedir. Farklı gas birimlerinin, farklı değerleri vardır. En yaygın kullanım GWei birimi olup, Ethereum ağındaki gas fiyatları da bu birim üzerinden

belirlenmektedir. Birimlere ait isimler ve ether cinsinden değerleri Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Ethereum Birimleri ve Ether Cinsinden Değerleri

Wei	1E+18(10^{18})
Kwei	1E+15(10^{15})
Mwei	1E+12(10^{12})
Gwei	1000000000
Szabo	1000000
Finney	1000
Ether	**1**
Kether	0.001
Mether	0.000001
Gether	0.000000001
Tether	0.000000000001

5.1. AKILLI SÖZLEŞME İLE İLGİLİ TEST DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

Bir akıllı sözleşmenin ağ üzerinde yayınlanması için gerekli olan maliyet, Londra yazılım yükseltmesinden önce o anki gas fiyatı ile tüketilen gas miktarının çarpımı ile bulunmaktaydı. Kısaca;

Maliyet = Gas Fiyatı * Tüketilen Gas Miktarı şeklinde formüle edilirken yapılan yazılım yükseltmesi sonrasında bu hesaplama:

Maliyet = Gas fiyatı * (Blok Taban Ücreti + Öncelik Ücreti (Bahşiş)) şeklinde yapılmaya başlanmıştır.

Burada kullanıcı ağ üzerinde daha hızlı işlem gerçekleştirmek amacıyla isteğe bağlı olarak madenciye bir bahşiş miktarı ödeyerek blok oluşturulması sırasında ön sıraya geçerek işlem süresini kısaltabilmektedir. Ek olarak yapılan işlemler için bir maksimum

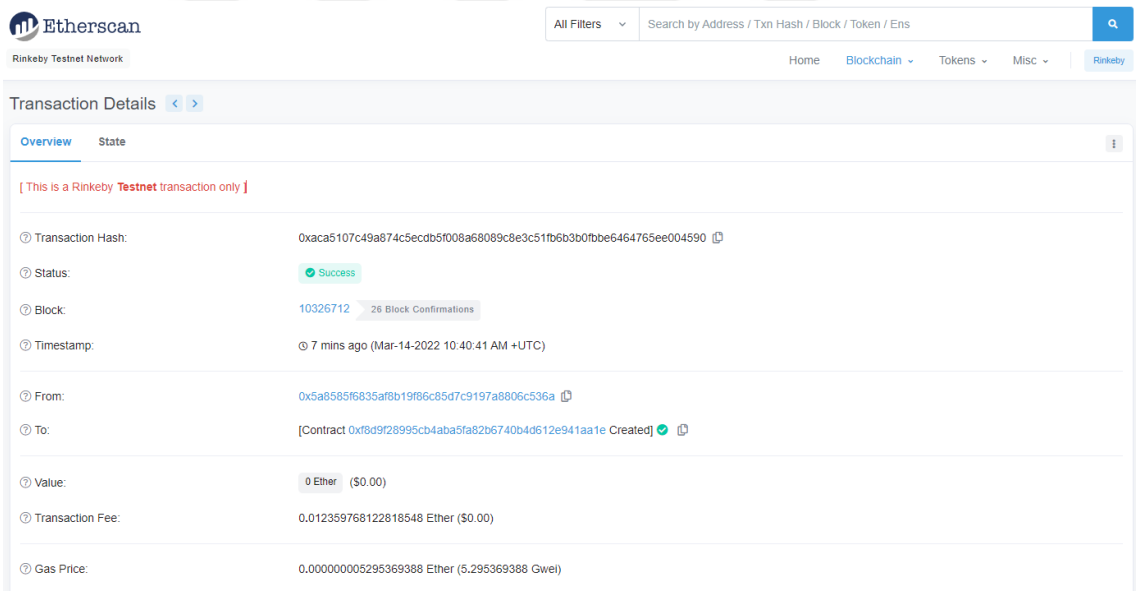
ücret belirlenerek, gerçek ücretin daha düşük çıkması durumunda bir iade alınması da olasıdır.

Kısaca bu işlemleri örneklendirmek gerekirse:

A Kişisinin, B kişisine 1 ETH aktarım işlemi gerçekleştireceğini, o andaki blok taban ücretinin de 200gwei, öncelik sırasında yükselebilmek içinde 20 gwei bahşiş verildiği ve son olarak temel işlemler için gas fiyatının da 21000 gwei olduğu varsayımı ile aşağıdaki işlemleri gerçekleştirebiliriz.

21,000 * (200 + 20) = 4,620,000 gwei = 0,00462 ETH olarak maliyet hesaplanır. Bu durumda A kişisi 1 ETH 'ı B kişisine gönderdiğinde A kişisinin hesabından 1,00462 ETH eksilecek, B kişisinin hesabına ise 1ETH geçecektir. Aradaki değerler ise madenci ücreti ve blok yakım ücreti olarak sistemde pay edilecektir.

Yukarıdaki hesaplamaları kendi akıllı sözleşmemiz için yeniden derleyip kullandığımızda Şekil 5.2'deki sonuçlara ulaşılmıştır.

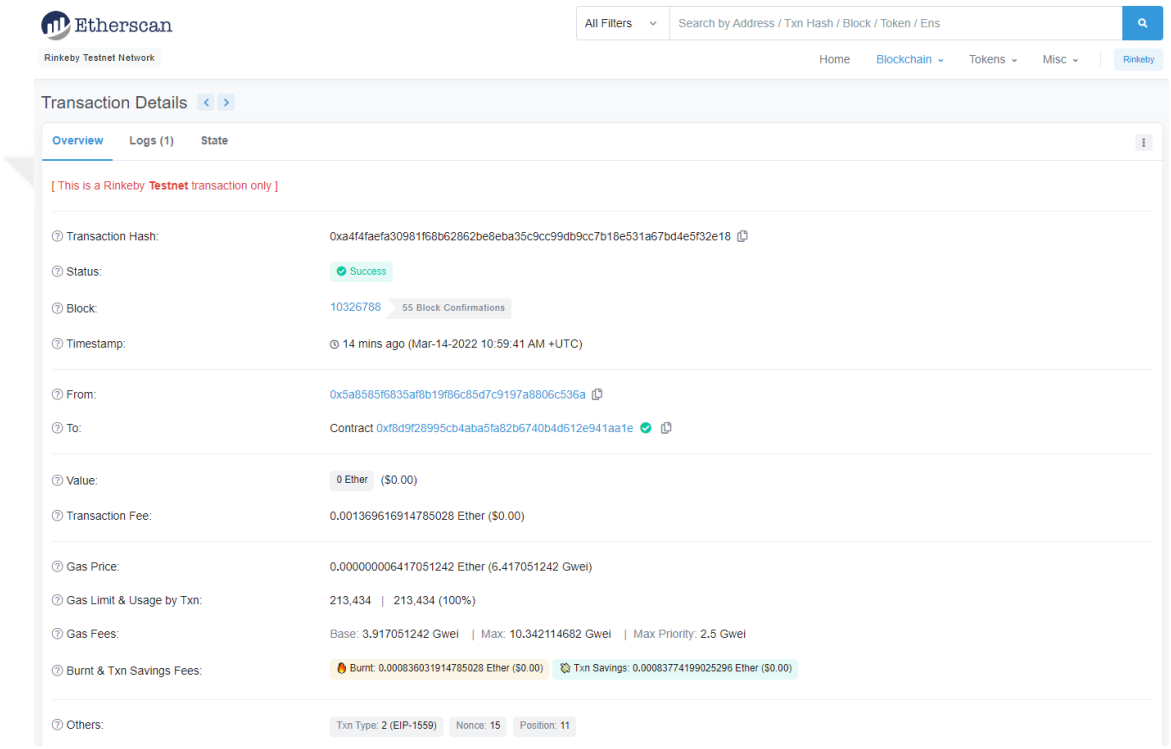


Şekil 5.2. Akıllı Konrat Yükleme Maliyet Detayları

Şekil 5.2'de görüldüğü üzere hazırlanan akıllı kontratın test ağına gönderimi için yaklaşık miktar olarak 0,0124 Ether = 12,400,000 GWei ödeme gerçekleştirilmiştir. Bu değer işlemin yapıldığı gün olan 14.03.2022 tarihindeki ETH fiyatı göz önüne alındığında yaklaşık 38.000 TL * 0,0124 ETH = 471,2 TL olarak bulunmuştur. Bulunan parasal

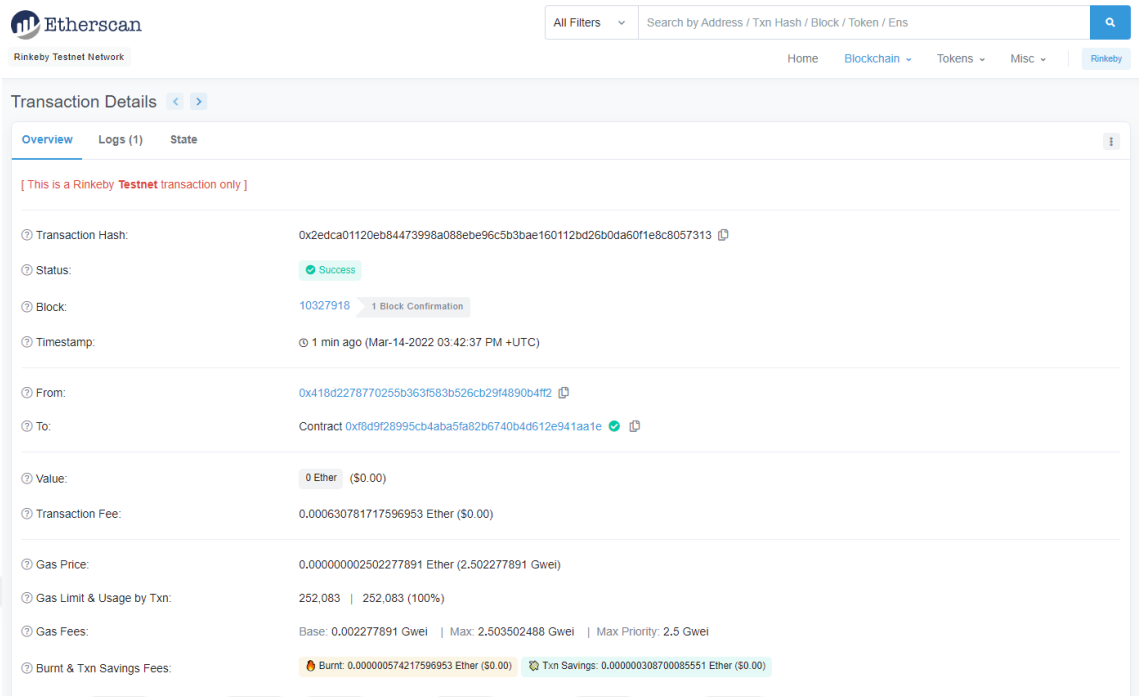
değerler, merkezi Türkiye'de bulunan kripto para borsalarından birisi olan Paribu'dan elde edilmiştir ve anlık olarak değişikliğe uğramaktadır (Paribu, 2022).

Bir diğer işlem olan görev oluşturma işlem için detaylar ise aşağıda Şekil 5.3'de verilmiştir. Bir görevin oluşturulması için gereken miktar ise yaklaşık 38000 * 0,0014 ETH = 53,2 TL'dir. Şekilde de görüleceği üzere "From" kısmında belirtilen adres görev oluşturma işlemini gerçekleştiren adres, "To" kısmında verilen adres ise kontratın ağ üzerinde yayınlandığı adresi göstermektedir.



Şekil 5.3. Görev Oluşturma Maliyet Detayları

Bir görevin tamamlanması için gerekli işlemlerin yapılması ve oluşan kullanıcı bazlı maliyet ise Şekil 5.4'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde görevi oluşturan kullanıcının görevi gerçekleştiren kullanıcıdan farklı olduğu, sözleşme kullanıcı adresinin ise aynı olduğu gözlenmektedir. Bu durum görevi oluşturan kullanıcının aynı zamanda görevi kendisinin gerçekleştirmesini engellemek amacıyla yapılan bir kontrol ve doğrulama işlemi sonucudur. Her işlem akıllı sözleşmede belirli bir maliyete neden olsa da gerekli doğrulama kontrollerinin yapılması da mimari yapının bir parçası olarak öne çıkmaktadır. Sözleşmedeki maliyet incelendiğinde bir görevi gerçekleştirmenin bir kullanıcıya olan yaklaşık maliyeti 0,00064 ETH * 38000 = 24,32 TL'dir.



Şekil 5.4. Görev Gerçekleştirme Maliyet Detayları

Test değerlerine bakılıp, maliyet değerleri incelendiğinde tek bir görev olan anket işlemi gerçekleştirmek için aşağıdaki Tablo 5.2'de gösterilen veriler ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.2. Yapılan İşlemler ve İşlemlere Ait Ücret Tablosu

İşlem	**İşlem Başına ETH Ücret**	**İşlem Başına TL Ücret**
Bir sözleşmenin ağ üzerine yüklenerek ulaşılabilir hale getirilmesi	0,0124 ETH	471,2 TL
Sözleşmede belirtilen yeni bir görevin oluşturulması	0,0014 ETH	53,2 TL
Sözleşmede belirtilen bir görevin gerçekleştirilmesi	0,00064 ETH	24,32 TL

Tek bir kullanıcı için gerçekleştirilen işlem, 2500 kullanıcı için gerçekleştirilmek istenirse görev oluşturma ve sözleşmenin ağa yüklenmesi değerleri aynı kalacak, sadece görev gerçekleştirme değeri 2500 kullanıcı için hesaplanacaktır. Bu durumda 2500 kullanıcı için değer:

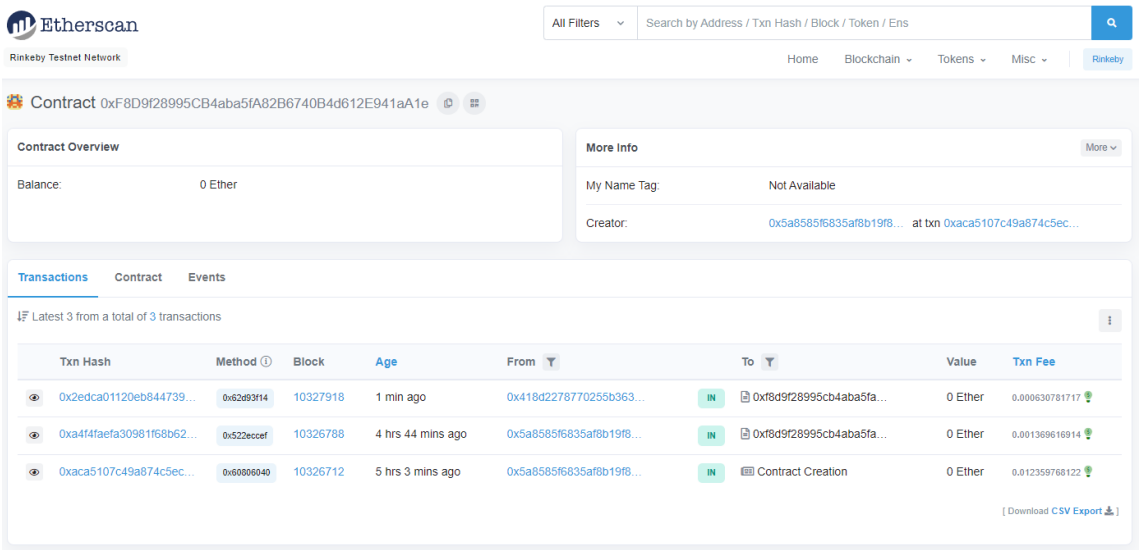
471,2 + 53,2 + (24,32 * 2500) = 61.324,4 TL olarak bulunacaktır.

Aynı dönemde farklı firmalardan alınan 2500 kişiyi kapsayan Bilgisayar destekli telefon görüşmesi ile anket uygulanması için alınan bütçe teklifleri için firmalar en düşük birim fiyat olarak 32,5 TL en yüksek birim fiyat olarak ise 62 TL verdikleri görülmüştür. Yüz yüze yapılan anketlerin fiyatlarının ise bu rakamlardan çok daha yüksektir. Blokzinciri ile yapılan uygulamada ortaya çıkan birim fiyat ise yaklaşık olarak 61.324,4 / 2500 = 24,53 TL olarak ortaya çıkmıştır.

5.2. TEST SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Değerler, Rinkeby Test Ağı üzerinde toplanmıştır. Bu ağ, uygulamaları test etmek için ücretsiz olarak test Etheri sağlar. Ayrıca bir işlemin yürütülmesi için gereken süreyi ve işlem tarafından tüketilen gaz miktarını izlemek için kullanılabilecek bilgilendirmeler de ana ağda olduğu gibi takip edilebilmektedir. Takip işlemleri Şekil 5.5'de gösterildiği üzere Etherscan.io adresinden Rinkeby Test Network seçilerek gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak test değerleri ve buna bağlı olarak önerilen mimarinin sektöre ait problemleri çözebilecek özellikleri, gerekçeleri ile birlikte aşağıda sunulmuştur.



Şekil 5.5. Rinkeby Test Ağındaki Bir Adrese Ait Tüm İşlemlere Ait Değerler

Gaz fiyatları anlık olarak değişen, dinamik bir yapıya sahiptir. Herhangi bir işlem için gerekli olan gas miktarı ağ üzerinde sabit kalırken, gaz fiyatı değişkenlik göstermektedir. Kullanıcılar genellikle bir işlem gönderirken bir gas fiyatı belirler. Daha

sonra işlem kayıtları, Ethereum madencileri tarafından bir bloğa dahil edilmesi için, tüm geçerli işlemlerin onay bekledikleri, “mempool” olarak adlandırılan bellek havuzuna gönderilir. Madenciler bir blok içindeki işlem ücretleri ile ödüllendirilir. Bu nedenle işlem ücreti içerisindeki bahşiş miktarı daha yüksek gaz fiyatına sahip işlemlere öncelik verirler. Bu teşvik yapısı, kullanıcıların işlemlerini diğer kullanıcılara nazaran daha hızlı gerçekleştirilmesini sağlayan bir açık arttırma sistemini beraberinde getirmiştir. Bu rekabetçi koşullarda ETH fiyatının artması gas fiyatının düşmesine, tam tersi durumda ise gas fiyatlarında artışa neden olacaktır. Bu durum ortalama işlem maliyetlerinin sabit kalmasını da sağlamaktadır.

Önerdiğimiz sistem mimarisinin ilk getirisi, işlem maliyetlerini düşürmek amacıyla sistem içerisinde görev olarak nitelediğimiz anket, değerlendirme, soru-cevap, video, medya vb. pazarlama ve reklam araçlarına ait işlemler için kullanılan dosyalar dağıtık bir veri tabanı olarak nitelenen IPFS sistemi üzerinde tutulduğundan gas değerlerinin nispeten düşük kalmış olmasıdır. Bu aynı zamanda ileride kullanımı tercih edilebilecek olan özel blok zincir içinde yük getirmeyecek bir tasarım olarak öne çıkmaktadır.

Önerdiğimiz mimari, gerçek hayattaki işlemlerle karşılaştırıldığında parasal değer olarak ortalama %25’lik bir kazanç sağladığı görülmüştür. Aradaki miktardan istenilen kısım kullanıcılara ödül olarak dağıtılarak, sistem içerisinde otomatik biçimde sadakat mekanizması da oluşturulmuştur. Test edilen görevler gerçek hayatta rasgele olarak dağıtılmakta, geri dönüşler de buna paralel olarak ürün ile ilgili olarak hedeflenen ölçüde bir bilgi getirmemektedir. Önerilen sistem mimarisi, büyük verinin artık en önemli kaynak olarak görüldüğü günümüzde müşterinin odaklandığı hedefe uygun verilerin alınmasını da sağlayacağından, parasal değer yanında çok kıymetli olan bilgiye erişimi de kolaylaştırmaktadır.

Bu mimari, kazan-kazan mantığı ile tasarlandığından müşterinin ve son kullanıcının yararını beraberce ön plana almaktadır. Bu sayede son kullanıcı herhangi bir güven sorunu duymadan kişisel bilgilerine ihtiyaç duyulmadan sisteme dahil olup, müşterilere ait, görev ve kendi ilgi alanlarının kesiştiği konularda bilgi ve deneyimlerini belirli bir ücret karşılığında aslında bir danışmanlık hizmeti gibi karşı tarafa aktarabilmektedir. Müşteriler için de bu durumun, çok daha ekonomik bir biçimde hedeflenen bilgiye, güvenli biçimde erişim sağlamak şeklinde olduğu görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son araştırmalar, dijital reklam ve pazarlama sektöründe Blokzincir teknolojisinin yeni ve büyük ölçüde test edilmemiş uygulamalarının devam ettiğini bulmuştur. Bu çalışmada, dijital reklam ve pazarlama sektöründe kullanılmak üzere Blokzincir teknolojisinin kullanıldığı paylaşım modelini temel alan yeni bir sistem mimarisi tasarımı önerilmiş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Önerilen modelin avantajlarını ve kısıtlamalarını belirlemek için çeşitli uygulamaya ait ölçümler gerçekleştirilerek, bu ölçümlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Özetle, bu tezin katkıları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

- Güvenilirliği, adil dağıtımı ve şeffaflığı ön planda tutan, Blokzincir teknolojisinin kullanıldığı reklam ve pazarlama sektöründe kullanılan mevcut sistemlerden farklı yeni bir sistem mimarisi önerilmiştir. Akıllı sözleşmeleri kullanarak, önerilen Blokzincir teknolojisi tabanlı tasarlanan sistem, mevcut süreçlere güvenilir sonuç değerlendirmesi, adil ödül dağıtımı ve maliyet avantajı gibi katkılar sağlayacaktır.
- Gönderilen görevlere talepte bulunan kullanıcıların kötü niyetli olanlarını engellemek ve uzmanlık alanlarına uygun alımları sağlamak için itibara dayalı bir değerlendirme mekanizması tasarlanmıştır. Bu sayede reklam ya da pazarlama görevlerinin sonuçlarının daha doğru olacağını öngörüyoruz. Ayrıca, görev sonu ödüllerinin her kullanıcının katkısına göre adil dağıtılabildiği bir yöntem tasarımı gerçekleştirildiğinden gerçekleştirilen tüm görevlerde zorunluluk yerine, paydaşların görev sürecine katkısının devamını sağlayan pozitif ve sürdürülebilir bir motivasyona sahip olmaları sağlanmıştır.
- Sistem mimarisi prototipini hayata geçirerek test ağında simülasyon testleri yapılmıştır. Deneysel test sonuçları, son kullanıcıların da adil bir şekilde ekonomik yarar sağladığı, tüm paydaşların işlemleri şeffaf bir şekilde görerek planlamalarını yapabildiği güvenilir bir sistem olduğunu göstermektedir.

Örneklem sayısı arttırıldığında, geleneksel metotların (yüz yüze iletişim, telefonla iletişim ve bilgisayar aracılığıyla iletişim vb.) kullanımına bağlı olarak oluşan pazarlama maliyeti, doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Buna karşı, tasarladığımız yeni sistem mimarisinde kullanılan akıllı sözleşmenin yüklenmesi ve kullanımı kişi sayısı ile orantılı

olarak değişmediğinden görevlerde oluşacak maliyet, örneklem sayısı arttırıldıkça ters orantılı olarak maliyet avantajı sağlayacaktır.

Akıllı sözleşmeleri, Blokzincir teknolojisi ile beraber kullanarak yönetmek, kolayca denetlenebilen ve ilgili taraflarca açıkça erişilebilir olan değişmez kayıtlar sağladığı için faydalıdır. Bir işlem Blokzinciri 'ne başarılı bir şekilde kaydedildiğinde olaylara ait bilgiler, ilgili işlemlerin gerçekleşme zamanları, işlemler için geçen süreler vb. bilgilerin de görülmesine yardımcı olur. Ayrıca, herhangi bir işlem başarısız olduğunda hazırlanan otomatik uyarılar sayesinde, taraflar sorunu hızlı ve kolay bir şekilde tespit edebilmektedir. Bu sayede, mümkün olan en kısa sürede sorunu düzeltmek için tarafların ortak çalışma yapabilme imkânı oluşmaktadır. Önerilen sistem mimarisi, bu yönüyle de oluşan hataların uzun süreler boyunca fark edilmeyebileceği, şu anda kullanımda olan bir kısım sistemden daha verimlidir. Standart bir akıllı sözleşme şablonuna sahip olmak, tüm tarafların bilgiyi aynı şekilde paylaşmasını ve izlemesini de sağlamaktadır. Bu, karmaşık veri girişi yöntemlerinin sürdürülmesi ihtiyacını da ortadan kaldırmıştır.

Önerilen sistem mimarisine ait uygulama EVM'yi simüle etmek için Remix kullanılarak kapsamlı bir şekilde Rinkeby test ağında test edilmiş olsa da gerçek bir Ethereum ana ağında test edilmemiştir. Benzer işlem değerlerine sahip olsa da maliyetlerin daha büyük bir faktör olduğu ana ağda işlemlerin test edilerek tam doğrulamanın yapılması bir sonraki adım olacaktır. Belirli işlemler önemli miktarda gas gerektirmesi durumunda, bu işlemler sık sık yürütülemeyecek kadar maliyetli olabilir. Bu durumda, işlevleri kodlamak için hesaplama açısından daha verimli farklı yollar gerekli olabilir. Başka bir iyileştirmede, nispeten işlem ücretlerinin daha az olduğu, akıllı sözleşmelerin çalıştırılabildiği farklı kamusal ağlarda (Avalanche, Solana, Cardano vb.) sistemi çalıştırarak sonuçların test edilmesidir. Kamusal Blokzincir'ler de olduğu gibi bu test işlemleri Hyperledger gibi özel Blokzincir'ler üzerinde de gerçekleştirilerek test edilebilir ve sonuçların karşılaştırılması yapılarak en doğru sonuca ulaşılabilir (Mohanty vd., 2022).

Son olarak, ileride yapılacak kripto para yasası vb. düzenlemeler ile ortaya çıkabilecek olan vergilendirme işlemleri ve sektörel değişimler, hızlıca ve sadece dakikalar içerisinde akıllı sözleşmelere aktarılarak kullanılabilir hale getirilebilir. Blokzincir teknolojisi hedef odaklı ve doğru uygulamalarla reklam ve pazarlama

sektöründeki etkinlik ve güvenilirliği arttırarak, maliyetlerin düşmesine yardımcı olarak sektörün mevcut sorunlarına çözüm getirebilecektir. Sektöre getirebileceği bu çözümler sayesinde ve benzer çalışmalar vasıtasıyla kullanımı gün geçtikçe artan bu teknolojinin, sektördeki yenilikçiliğin önemli bir kaynağı olacağı da görülmektedir.

KAYNAKÇA

Adikari, S., & Dutta, K. (2015). "Real Time Bidding in Online Digital Advertisement". *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *9073*, 19–38. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18714-3_2

Al-Madani, A. M., Gaikwad, A. T., Mahale, V., & Ahmed, Z. A. T. (2020). "Decentralized E-voting system based on Smart Contract by using Blockchain Technology". *Proceedings of the 2020 International Conference on Smart Innovations in Design, Environment, Management, Planning and Computing, ICSIDEMPC 2020*, 176–180. https://doi.org/10.1109/ICSIDEMPC49020.2020.9299581

Anderson, C., McGregor, S. E., Tucher, A., & Anne Watkins, E. (2019). *Guide to Advertising Technology*. https://doi.org/10.7916/D8-9AEP-R971

Anjum, A., Sporny, M., & Sill, A. (2017). "Blockchain Standards for Compliance and Trust". *IEEE Cloud Computing*. https://doi.org/10.1109/MCC.2017.3791019

Antoniadis, Kontsas, & Spinthiropoulos. (2019). "Blockchain Applications in Marketing". *7th International Conference on Contemporary Marketing*, *November*, 1–7. https://www.researchgate.net/publication/337439697_Blockchain_Applications_in_Marketing

Aslam, B., & Karjaluoto, H. (2017). "Digital Advertising Around Paid Spaces, E-Advertising İndustry's Revenue Engine: A Review and Research Agenda". *Telematics and Informatics*, *34*(8), 1650–1662. https://doi.org/10.1016/J.TELE.2017.07.011

Baliga, A. (2017). *Understanding Blockchain Consensus Models*. Persistent, April.

Baygin, M., Yaman, O., Baygin, N., & Karakose, M. (2022). "A Blockchain-Based Approach to Smart Cargo Transportation Using UHF RFID". *Expert Systems with Applications*, *188*, 116030. https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2021.116030

Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. (2018). "Governance in the Blockchain Economy: A Framework and Research Agenda". *Journal of the Association for*

Information Systems, *19*(10), 1020–1034. https://doi.org/10.17705/1jais.00518

Ethereum.org. 2021. *"Transactions | ethereum.org".* Ethereum Development Documentation. https://ethereum.org/en/developers/docs/transactions/, (Erişim Tarihi: 6 Haziran 2021).

Bezovski, Z., Apasieva, T. J., & Temjanovski, R. (2021). "The Impact and the Potential Disruption of the Blockchain Technology on Marketing". *Journal of Economics*, *6*(1), 13–22. https://doi.org/10.46763/JOE216.10013B

Brave Software. (2021). *Basic Attention Token (BAT)*. 33. https://basicattentiontoken.org/token/, (Erişim Tarihi: 23 Kasım 2021).

Brinker, S. (2020). *Marketing Technology Landscape Supergraphic (2020): Martech 5000 -- really 8,000, but who's counting? - Chief Marketing Technologist*. Chiefmartec.com. https://chiefmartec.com/2020/04/marketing-technology-landscape-2020-martech-5000/, (Erişim Tarihi: 20 Mart 2022).

Buterin, V. (2015). *On Public and Private Blockchains | Ethereum Foundation Blog*. Etherum Foundation Blog. https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/, (Erişim Tarihi: 2 Aralık 2021).

Buterin, V. (2020). Ethereum Whitepaper | Ethereum.org. *Ethereum.org*, 1–41. https://ethereum.org/en/whitepaper/, (Erişim Tarihi: 4 Aralık 2021).

Cavalieri, S., Romero, D., Strandhagen, J. O., & Schönsleben, P. (2013). "Interactive Business Models to Deliver Product-Services to Global Markets". *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, *415*, 186–193. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41263-9_23

Ceccagnoli, M., Forman, C., Huang, P., & Wu, D. J. (2012). "Cocreation of Valueina Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software". *MIS Quarterly: Management Information Systems*, *36*(1), 263–290. https://doi.org/10.2307/41410417

Chaum, D. (1983). "Blind Signatures for Untraceable Payments". Içinde *Advances in Cryptology*, 199(2), 199–203. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0602-4_18

Dai, W. (1998). *B-Money*. http://www.weidai.com/bmoney.txt, (Erişim Tarihi: 15 Haziran 2021).

Daley, S. (2021). *14 Blockchain Marketing & Advertising Companies to Know | Built In*. builtin.com. https://builtin.com/blockchain/blockchain-marketing-advertising-examples, (Erişim Tarihi: 23 Kasım 2021).

Dannen, C. (2017). "Introducing Ethereum and Solidity: Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners". İçinde *Introducing Ethereum and Solidity: Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners*. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2535-6

Diffie, W., Diffie, W., & Hellman, M. E. (1976). "New Directions in Cryptography". *IEEE Transactions on Information Theory*. https://doi.org/10.1109/TIT.1976.1055638

Efanov, D., & Roschin, P. (2018). The All-Pervasiveness of the Blockchain Technology. *Procedia Computer Science*, *123*, 116–121. https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2018.01.019

Estrada-Jiménez, J., Parra-Arnau, J., Rodríguez-Hoyos, A., & Forné, J. (2017). Online advertising: Analysis of privacy threats and protection approaches. *Computer Communications*, *100*, 32–51. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2016.12.016

ethereum.org. (y.y.). *Decentralized finance (DeFi) | ethereum.org*. https://ethereum.org/en/defi/, (Erişim Tarihi: 03.12.2021).

Ethereum. (2021). *Introduction To Smart Contracts*. https://ethereum.org/en/developers/docs/smart-contracts/, (Erişim Tarihi: 21 Ekim 2021).

etherscan.io. (2021). *Ethereum Transaction Hash (Txhash) Details | Etherscan*. https://etherscan.io/tx/0x9ee4b9b03d9ae86cfc6ddd41125aceac1322eafa752c35fad72f8b27ee8ca472, (Erişim Tarihi: 6 Aralık 2021).

EthHub. (2020). *Ethereum 2.0 Phases - EthHub*. https://docs.ethhub.io/ethereum-roadmap/ethereum-2.0/eth-2.0-phases/, (Erişim Tarihi: 4 Aralık 2021).

Evans, D. S. (2009). "The Online Advertising İndustry: Economics, Evolution, and Privacy". *Journal of Economic Perspectives*. https://doi.org/10.1257/jep.23.3.37

Fenu, G., Marchesi, L., Marchesi, M., & Tonelli, R. (2018). "The ICO Phenomenon and its Relationships With Ethereum Smart Contract Environment". *2018 IEEE 1st International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering, IWBOSE 2018 - Proceedings*, *2018-Janua*, 1–7. https://doi.org/10.1109/IWBOSE.2018.8327568

Ferdous, M. S., Chowdhury, M. J. M., & Hoque, M. A. (2021). "A Survey of Consensus Algorithms in Public Blockchain Systems For Crypto-Currencies". Içinde *Journal of Network and Computer Applications*, Cilt: 182, s. 103035). Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103035

Gamage, H. T. M., Weerasinghe, H. D., & Dias, N. G. J. (2020). "A Survey on Blockchain Technology Concepts, Applications, and Issues". *SN Computer Science*, *1*(2), 1–15. https://doi.org/10.1007/s42979-020-00123-0

Gedik, Y. (2020). "A New Window in Marketıng: Digital Marketing". *Journal of Business in The Digital Age*, *3*(1), 63–75. https://doi.org/10.46238/jobda.726408

Geroni, D. (2021). *Hybrid Blockchain: The Best Of Both Worlds*. 101 Blockchains. https://101blockchains.com/hybrid-blockchain/, (Erişim Tarihi: 2 Aralık 2021).

Golosova, J., & Romanovs, A. (2018). "The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology". *2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2018 - Proceedings*. https://doi.org/10.1109/AIEEE.2018.8592253

Gordon, B. R., Jerath, K., Katona, Z., Narayanan, S., Shin, J., & Wilbur, K. C. (2020). Inefficiencies in Digital Advertising Markets: *85*(1), 7–25. https://doi.org/10.1177/0022242920913236

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

Harvey, C. R., Moorman, C., & Castillo Toledo, M. (2018). "How Blockchain Will Change Marketing As We Know It". *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/SSRN.3257511

Huang, C., Ni, J., Lu, R., & Shen, X. S. (2019). "Online Advertising with Verifiable Fairness". *IEEE International Conference on Communications*. https://doi.org/10.1109/ICC.2019.8761762

Internet Advertising Bureau (2021). IAB Internet Advertising Revenue Report 2020. Içinde *Director* (Sayı September). www.iab.comwww.pwc.com/e&m, (Erişim Tarihi: 20 Mart 2022).

IpfsCommunity (2018). *Ipfs Documentation*. https://docs.ipfs.io/, (Erişim Tarihi: 20 Mart 2022).

Kaczmarczyk, A., & Monika, S.-B. (2020). "Enterprise Architecture of the Blockchain Platform". *Journal of Internet and e-Business Studies*, *2020*, 2169–0391. https://doi.org/10.5171/2020.212848

Kannan, P. K., & Li, H. "Alice". (2017). "Digital Marketing: A Framework, Review and Research Agenda". *International Journal of Research in Marketing*, *34*(1), 22–45. https://doi.org/10.1016/J.IJRESMAR.2016.11.006

Key, T. M. (2017). "Domains of Digital Marketing Channels in the Sharing Economy". *24*(1–2), 27–38. https://doi.org/10.1080/1046669X.2017.1346977

Koçer, S., & Yılmaz, A. (2019). "İnternet Reklamları Yapım Süreci: Google Reklamları Üzerine Bir İnceleme". *Kocaeli Üniversitesi İletişim Fakültesi Araştırma Dergisi*, *13*, 10–37. https://dergipark.org.tr/en/pub/kilad/923304

Kõlvart, M., Poola, M., & Rull, A. (2016). "Smart Contracts". *The Future of Law and eTechnologies*, 133–147. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26896-5_7

Kotler, P. (1994). "Reconceptualizing Marketing: An Interview With Philip Kotler". *European Management Journal*, *12*(4), 353–361. https://doi.org/10.1016/0263-2373(94)90021-3

Kumar, R., Tripathi, R., Marchang, N., Srivastava, G., Gadekallu, T. R., & Xiong, N. N. (2021). "A Secured Distributed Detection System Based on IPFS and Blockchain For İndustrial İmage and Video Data Security". *Journal of Parallel and Distributed Computing*, *152*, 128–143. https://doi.org/10.1016/J.JPDC.2021.02.022

Lamport, L. (1998). “The Part-Time Parliament”. *ACM Transactions on Computer Systems*, *16*(2), 133–169. https://doi.org/10.1145/279227.279229

Lamport, L., Shostak, R., & Pease, M. (1982). “The Byzantine Generals Problem”. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, *4*(3), 382–401. https://doi.org/10.1145/357172.357176

Lee, H., & Cho, C. H. (2019). “Digital Advertising: Present and Future Prospects”. *39*(3), 332–341. https://doi.org/10.1080/02650487.2019.1642015

Lee, W.-M. (2019). *Beginning Ethereum Smart Contracts Programming With Examples in Python, Solidity, and JavaScript*. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5086-0

Liu, B., Szalachowski, P., & Zhou, J. (2021). *A First Look into DeFi Oracles*. 39–48. https://doi.org/10.1109/DAPPS52256.2021.00010

Marchesi, L., Marchesi, M., & Tonelli, R. (2020). “ABCDE—Agile Block Chain DApp Engineering”. *Blockchain: Research and Applications*, *1*(1–2), 100002. https://doi.org/10.1016/J.BCRA.2020.100002

Mohanty, D., Anand, D., Aljahdali, H. M., & Villar, S. G. (2022). “Blockchain Interoperability: Towards a Sustainable Payment System”. *Sustainability 2022, Vol. 14, Page 913*, *14*(2), 913. https://doi.org/10.3390/SU14020913

Musarra, G., & Morgan, N. A. (2020). “Outside-in Marketing: Renaissance and Future”. *Industrial Marketing Management*, *89*, 98–101. https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2020.01.001

Naik, U., & Shivalingaiah, D. (2008). “Comparative Study of Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0”. *6th International CALIBER*, 499–507. https://ir.inflibnet.ac.in/bitstream/1944/1285/1/54.pdf, (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2022).

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. www.bitcoin.org, (Erişim Tarihi: 19 Mart 2022).

Paribu. (2022). *(38.000,00 TL - Ethereum) Yarının dünyası bu. Paribu*. https://www.paribu.com/#/market/eth-tl, (Erişim Tarihi: 14 Mart 2022).

Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2020). "How Blockchain Technology Can Benefit Marketing: Six Pending Research Areas". *Frontiers in Blockchain*, *0*, 3. https://doi.org/10.3389/FBLOC.2020.00003

Shen, M., Zhu, L., & Xu, K. (2020). "Blockchain and Data Sharing". Içinde *Blockchain: Empowering Secure Data Sharing* (ss. 15–27). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5939-6_2

Singhal, B., Dhameja, G., & Panda, P. S. (2018). "How Blockchain Works". Içinde *Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Building Blockchain Solutions* (ss. 31–148). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0_2

Stallone, V., Wetzels, M., & Klaas, M. (2021). "Applications of Blockchain Technology in Marketing Systematic Review of Marketing Technology Companies". *Blockchain: Research and Applications*, 100023. https://doi.org/10.1016/J.BCRA.2021.100023

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy* (1st baskı). O'Reilly Media, Inc.

Szabo, N. (1994). *Smart Contracts*. https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html, (Erişim Tarihi: 12 Nisan 2021).

The Infura Inc. (y.y.). *Ethereum API | IPFS API Gateway | ETH Nodes as a Service | Infura*. https://infura.io/ , (Erişim Tarihi: 29.06.2021).

Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021). *Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges*. https://www.coingecko.com/en/nft, (Erişim Tarihi: 19 Aralık 2021).

Webber, R. (2013). "The Evolution of Direct, Data and Digital Marketing". *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice 2013 14:4*, *14*(4), 291–309. https://doi.org/10.1057/DDDMP.2013.20

Wood, G. (2014). "Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger". *Ethereum Project Yellow Paper*, 1–32.

Wu, K. (2019). *An Empirical Study of Blockchain-based Decentralized Applications*. https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn

Wust, K., & Gervais, A. (2018). "Do you need a blockchain? *Proceedings - 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology, CVCBT 2018*, 45–54. https://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011

Wymbs, C. (2011). "Digital Marketing: The Time for a New "Academic Major" Has Arrived", *33*(1), 93–106. https://doi.org/10.1177/0273475310392544

Xu, M., Chen, X., & Kou, G. (2019). "A Systematic Review of Blockchain". *Financial Innovation*, *5*(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/S40854-019-0147-Z/FIGURES/2

Yang, R., Wakefield, R., Lyu, S., Jayasuriya, S., Han, F., Yi, X., Yang, X., Amarasinghe, G., & Chen, S. (2020). "Public and Private Blockchain in Construction Business Process and İnformation İntegration". *Automation in Construction*, *118*, 103276. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103276

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends". *Proceedings - 2017 IEEE 6th International Congress on Big Data, BigData Congress 2017*, 557–564. https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85

Zhu, H., & Zhou, Z. Z. (2016). "Analysis and Outlook of Applications of Blockchain Technology to Equity Crowdfunding in China". *Financial Innovation*, *2*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/S40854-016-0044-7/METRICS

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Doruk AYBERKİN
Doğum Yeri ve Tarihi	
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	
Y. Lisans Öğrenimi	
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri	
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	Eğitimde Neurosky Cihazının Kullanılması Dışbükey Zarf Tekniğine Dayalı Eğim Kırınımı Modelinin Radyo ve Televizyon Yayıncılığında Kullanılması
Çalıştığı Kurumlar	Docuart Bilgi Teknolojileri İnfopark Bilgi Teknolojileri Bayburt Üniversitesi
İletişim	
E-Posta Adresi	
Tarih	03.06.2022