



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
SEYDİŞEHİR AHMET CENGİZ
MÜHENDİSLİK FAKÜTESİ



BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Blockchain Tabanlı Elektronik Oylama Sistemi

21370031086 Ahmet TIT

Danışman:
Dr.Öğr.Üyesi.Yunus Emre Göktepe

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİNDE
TASARIM I-II TEZİ

10-2024
SEYDİŞEHİR
Her Hakkı Saklıdır

LİSANS BİTİRME ÖDEVİ SONUÇ FORMU

..... tarafından
danışmanlığında hazırlanan “.....” başlıklı lisans
bitirme ödevi tarafımızdan incelenmiş, kapsamı ve niteliği açısından, ... / ... / 20...
tarihinde bir Lisans Bitirme Ödevi olarak kabul edilmiştir / edilmemiştir.

Unvan Ad SOYAD

Danışman

Unvan Ad SOYAD

Jüri Üyesi

Unvan Ad SOYAD

Jüri Üyesi

Unvan Ad SOYAD

Bölüm Başkanı

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Seydişehir,/..../ 20...

İmza

Öğrencinin Adı SOYADI

!!! Bitirme Ödevini grup halinde yapanlar için grup üyelerinin her birinin isim ve imzaları aşağıdaki gibi yazılmalıdır*

Ad Soyad :

İmza :

Ad Soyad :

İmza :

*Çıktı almadan önce bu uyarı penceresi silinmelidir !

ÖZET

Blockchain Tabanlı Elektronik Oylama Sistemi

Bu tez, blockchain teknolojisinin elektronik oylama sistemlerine entegrasyonunu inceleyerek mevcut sistemlerin karşılaştığı güvenlik açıkları, merkezi kontrol riskleri ve veri manipülasyonu gibi sorunlara çözüm önermektedir. Blockchain'in dağıtık defter yapısı, kriptografik güvenlik mekanizmaları ve değiştirilemezlik özellikleri sayesinde seçim süreçlerinde güvenilirlik, şeffaflık ve anonimlik sağlanabileceği vurgulanmaktadır. Çalışmada, ölçeklenebilirlik, gizlilik, güvenlik ve yasal düzenlemeler gibi açık araştırma konuları analiz edilerek mevcut çözümler ve eksiklikler değerlendirilmiş, akıllı sözleşmelerin oylama süreçlerine entegrasyonu ele alınmıştır. Sonuç olarak, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin avantajları ve sınırlamaları ortaya konularak, seçim güvenliğini artırmaya yönelik bir model önerilmekte ve gelecekte yapılacak araştırmalar için yol gösterici bir çerçeve sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Blockchain, Elektronik Oylama, Akıllı Sözleşmeler, Güvenlik, Merkeziyetsizlik, Ölçeklenebilirlik

ABSTRACT

Blockchain-Based Electronic Voting System

This thesis examines the integration of blockchain technology into electronic voting systems and proposes solutions to challenges such as security vulnerabilities, central authority risks, and data manipulation. Blockchain's decentralized ledger structure, cryptographic security mechanisms, and immutability features enhance election reliability, transparency, and voter anonymity. The study analyzes open research topics, including scalability, privacy, security, and legal regulations, while evaluating existing solutions and gaps. Additionally, the integration of smart contracts into voting processes is explored. As a result, this thesis highlights the advantages and limitations of blockchain-based electronic voting systems, proposes a model to enhance election security, and provides a framework for future research in this field

Keywords: Blockchain, Electronic Voting, Smart Contracts, Security, Decentralization, Scalability

ÖNSÖZ

Bu proje, güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz bir elektronik oylama sistemi geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Geleneksel oylama sistemlerinin karşılaştığı güvenlik açıkları, veri manipülasyonu ve merkezi kontrol riskleri göz önüne alındığında, blockchain teknolojisinin sunduğu dağıtık defter yapısı ve kriptografik doğrulama mekanizmaları seçim süreçlerinde güvenilirliği artırma potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda proje, akıllı sözleşmeler kullanarak güvenli bir oy kaydı ve doğrulama mekanizması sağlamayı hedeflemektedir.

Geliştirme sürecinde, sistemin ölçeklenebilirliği, kullanıcı anonimliği ve yasal uyumluluğu gibi kritik unsurlar dikkate alınmış ve blockchain teknolojisinin avantajlarından en verimli şekilde yararlanılması amaçlanmıştır. Kullanıcı dostu bir arayüz ve modern yazılım mimarisi ile desteklenen bu sistem, demokratik süreçleri dijital dünyaya taşıyarak güvenilir ve erişilebilir bir oylama deneyimi sunmayı amaçlamaktadır.

Bu projeyi hayata geçirme sürecinde bilgi ve rehberlikleriyle bana destek olan değerli danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre Göktepe**'ye ve süreç boyunca katkı sağlayan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

21370031086 – Ahmet TIT
SEYDİŞEHİR - 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Dijital Teknolojilerin Seçim Süreçlerine Etkisi	2
1.2. Blockchain Teknolojisinin Oylama Sistemlerine Katkıları	2
1.3. Çalışmanın Yapısı, İçeriği ve Hedeflenen Katkıları	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Blockchain ve Elektronik Oylama Üzerine Literatür Taraması	5
2.2. Mevcut Blockchain Tabanlı Elektronik Oylama Sistemleri	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Blok Zinciri ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri	10
3.1.1 Akıllı Sözleşme Geliştirme için Solidity	10
3.1.2 Ethereum Blok Zinciri	11
3.1.3 OpenZeppelin Counters Kütüphanesi	11
3.2 Ön Uç Geliştirme	11
3.2.1 Next.js ve React	12
3.2.2 UI Tasarımı için Tailwind CSS	12
3.3 Entegrasyon ve Etkileşim Araçları	12
3.3.1 Akıllı Sözleşme Etkileşimi için Web3.js	12
3.3.2 Infura Sepolia ETH Network API	12
3.3.3 İşlem Şeffaflığı için Etherscan	12
3.4 Dosya Yönetimi ve Kullanıcı Bildirimleri	12
3.4.1 IPFS Entegrasyonu için Pinata Cloud	13
3.4.2 Dosya Yüklemeleri için react-dropzone	13
3.4.3 Bildirimler için react-toastify	13
3.5 Akıllı Sözleşme Yapısı ve Fonksiyonları	13
3.5.1 Anket ve Oy Veri Yapıları	13
3.5.2 Temel Akıllı Sözleşme Fonksiyonları	13
3.5.3 Güvenlik ve Erişim Kontrol Mekanizmaları	13
3.6 Geliştirme Metodolojisi	14
3.6.1 Teknolojilerin Entegrasyonu	14
3.6.2 Versiyon Kontrolü ve İşbirliği	14

3.6.3 Test ve Dağıtım Prosedürleri	14
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	15
4.1 Uygulama Bileşenleri	15
4.1.1 Ana Sayfa	15
4.1.2 Tüm Anketler Sayfası	16
4.1.3 Anket Bilgi Sayfası	17
4.1.4 Kullanıcı Anketlerim Sayfası	19
4.2 Kodlama Bölümü ve Anlatımı	19
4.2.1 Cüzdan Bağlantı Fonksiyonu	19
4.2.2 Yeni Anket Oluşturma Fonksiyonu	20
4.2.3 Kullanıcı Oylama Fonksiyonu	22
4.2.4 IPFS Dosya Yükleme ve Çağırma Fonksiyonları	23
4.3 Tartışma	24
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	25
5.1 Sonuçlar	25
5.2 Öneriler	26
6. KAYNAKLAR	28
EKLER	30
ÖZGEÇMİŞ	31

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Geleneksel oylama sistemi. (Farooq & Iftikhar, 2022)	1
Şekil 2. Blockchain tabanlı Oylama sistemi mimarisi (Farooq & Iftikhar, 2022)	3
Şekil 3. OyZinciri'da Solidity'nin Rolü	10
Şekil 4. OyZinciri'nun Ethereum ile Güçlendirilmiş Güvenli ve Şeffaf Altyapısı	11
Şekil 5. GitHub Commints	14
Şekil 6. Header (NavBar)	15
Şekil 7. Home Page	16
Şekil 8. Bütün Anketler	17
Şekil 9. Anket Bilgileri	18
Şekil 10. Anketin istatistik grafiği ve kullanıcıların tablosu.	18
Şekil 11. My Polling sayfası	19
Şekil 12. Connect Handler	20
Şekil 13. Admin Tarafından Anket Oluşturma	21
Şekil 14. Kullanıcı Oylama Fonksiyonu	22
Şekil 15. IPFS Dosya Yükleme ve Çağırma.	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Şekil tablosu ögesi bulunamadı.

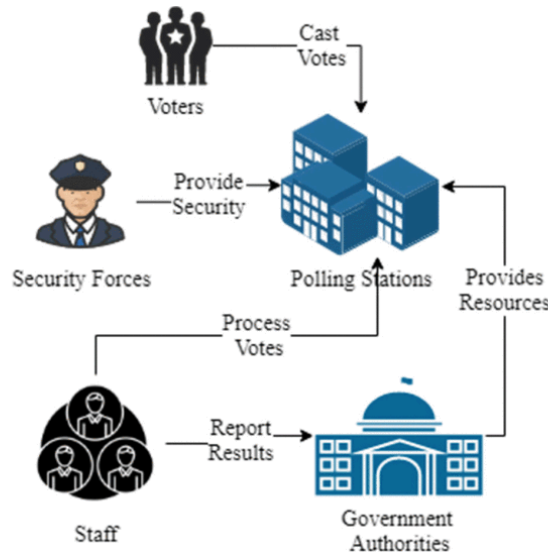
SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

ETH	: Ethereum
Ipfs	: InterPlanetary File System (Gezenlerarası Dosya Sistemi)
PoV	: Proof of Vote (Oy Kanıtı)
UI	: User Interface (kullanıcı arayüzü)
Css	: Cascading Style Sheets (Basamaklı Stil Şablonları)
API	: Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arabirimi)
EVM	: Ethereum Virtual Machine (Ethereum Sanal Makinesi)
JWT	: JSON Web Tokens
CID	: Content Identifiers (İçerik Tanımlayıcıları)

1. GİRİŞ

Demokratik süreçlerin temelini oluşturan seçimler, toplumun iradesini yansıtabilmek için güvenilir ve şeffaf bir mekanizmaya ihtiyaç duyar. Geleneksel elektronik oylama sistemleri, kağıt bazlı yöntemlere kıyasla hız ve maliyet avantajları sunsa da, güvenlik açıkları, merkezi kontrol riskleri ve manipülasyon olasılığı gibi ciddi sınırlamalarla karşı karşıyadır. Özellikle merkezi veritabanlarının siber saldırılara açık olması, seçim sonuçlarının bütünlüğünü tehdit ederken , tek bir otoritenin sistemi yönetmesi, taraflılık şüphelerini artırmaktadır. Ayrıca, geleneksel sistemlerde oyların geriye dönük olarak değiştirilebilmesi veya silinebilmesi, seçmen katılımını ve sonuçlara olan güveni zedelemektedir (Jafar, Ab Aziz, & Shukur, 2021).



Şekil 1. Geleneksel oylama sistemi. (Farooq & Iftikhar, 2022)

Bu bağlamda **blockchain teknolojisi**, dağıtık defter yapısı, değiştirilemez kayıtlar ve şeffaf işlem özellikleriyle dikkat çekmektedir. Örneğin, Estonya'nın 2005'ten bu yana kullandığı blockchain tabanlı e-oylama sistemi, seçmen kimlik doğrulaması ve oy sayımında yüksek güvenilirlik sağlamıştır (Jaglan, Krishnamurthy, & Rathee, 2020).

Blockchain'in merkeziyetsiz yapısı, verilerin ağdaki tüm katılımcılar tarafından doğrulanmasını mümkün kılarak manipülasyon riskini minimize eder. Aynı zamanda, akıllı sözleşmelerle entegre edilen sistemler, yalnızca yetkilendirilmiş seçmenlerin oy kullanmasını garanti altına alırken, sonuçların otomatik ve şeffaf bir şekilde hesaplanmasını sağlar. Bu çalışma, geleneksel sistemlerin açıklarını blockchain tabanlı

bir modelle nasıl aşabileceğimizi ve seçim süreçlerinde güveni nasıl yeniden inşa edebileceğimizi araştırmayı amaçlamaktadır.

1.1. Dijital Teknolojilerin Seçim Süreçlerine Etkisi

Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi, sağlık sektöründe köklü değişimlere yol açmıştır. Bu dönüşüm, hastanelerden kliniklere, doktorlardan hastalara kadar tüm sağlık ekosistemini etkileyerek sağlık hizmetlerinin daha verimli, hızlı ve güvenilir bir şekilde sunulmasını sağlamaktadır. Özellikle veri yönetimi, hasta takibi ve tedavi süreçlerinde sağlanan dijital çözümler, sağlık hizmetlerini daha erişilebilir hale getirirken, hasta güvenliğini ve hizmet kalitesini de önemli ölçüde artırmaktadır. Dijital teknolojilerin sunduğu bu imkanlar, sağlık sektöründe operasyonel süreçlerin iyileştirilmesinden hasta memnuniyetine kadar geniş bir yelpazede etkili olmaktadır.

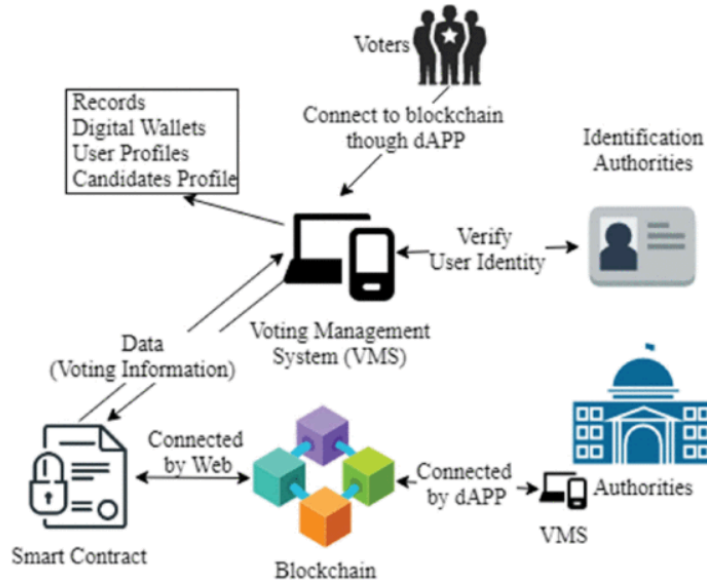
Blockchain teknolojisi, bu sorunlara kökten çözüm sunma potansiyeline sahiptir. **Dağıtık defter teknolojisi** sayesinde veriler merkezi bir noktada değil, ağdaki tüm katılımcılar arasında paylaşılır. Bu yapı, tek nokta arızasını ortadan kaldırarak sistemin direncini artırır. Ayrıca, blockchain üzerindeki işlemler **kriptografik olarak şifrelenir** ve her bir blok, bir önceki bloğun hash değerini içerdiğinden, verilerin değiştirilmesi neredeyse imkansızdır. Bu özellik, oyların bütünlüğünü ve anonimliğini korurken, seçmenlerin işlemleri gerçek zamanlı olarak doğrulayabilmesine olanak tanır (Kshetri & Voas, 2018). Örneğin, akıllı sözleşmelerle entegre edilen sistemlerde, yalnızca yetkilendirilmiş seçmenlerin oy kullanması sağlanabilir ve sonuçlar otomatik olarak şeffaf bir şekilde hesaplanabilir. Bu yaklaşım, hem güvenlik hem de şeffaflık açısından geleneksel sistemlere kıyasla önemli bir avantaj sunar (Jaglan, Krishnamurthy, & Rathee, 2020).

1.2. Blockchain Teknolojisinin Oylama Sistemlerine Katkıları

Blockchain teknolojisi, seçim süreçlerine güvenlik, şeffaflık, merkeziyetsizlik ve değiştirilemezlik gibi kritik katkılar sunmaktadır. Bu özellikler, seçim sonuçlarının güvenilirliğini artırarak demokratik sistemlere olan güveni pekiştirmektedir. Blockchain tabanlı bir oylama sisteminde, oylar dağıtık defter teknolojisi ile güvenli bir şekilde saklanmakta ve her oy işlemi ağın tüm katılımcıları tarafından doğrulanmaktadır. Böylece, seçim süreçlerinde herhangi bir manipülasyon veya hile girişimi tespit edilebilir ve önlenir.

Blockchain teknolojisinin sunduğu en büyük avantajlardan biri, güvenlik ve veri bütünlüğünü sağlamasıdır. Geleneksel elektronik oylama sistemleri, merkezi sunuculara bağımlı olduğundan, siber saldırılara ve veri manipülasyonuna karşı savunmasızdır. Blockchain tabanlı sistemlerde ise her oy, kriptografik olarak imzalanarak blok zincirine kaydedilir ve değiştirilemez bir yapıya sahip olur. Bu sayede, oyların değiştirilmesi veya silinmesi mümkün olmaz. Ayrıca, dağıtık defter yapısı sayesinde, tek bir otoritenin seçim sonuçlarını manipüle etmesi engellenir ve sistemin bütünlüğü korunur (Berenjestanaki & Barzegar, 2023).

Blockchain tabanlı oylama sistemleri, seçim süreçlerinde tam şeffaflık ve denetlenebilirlik sağlayarak güvenilirliği artırmaktadır. Geleneksel seçim sistemlerinde, oyların sayımı ve doğrulama süreçleri genellikle kapalı kapılar ardında gerçekleştiğinden, şeffaflık konusunda endişeler ortaya çıkmaktadır. Blockchain teknolojisi sayesinde, her oy işlemi şifrelenmiş ancak anonim bir şekilde blok zincirine kaydedilir ve tüm ağ katılımcıları tarafından doğrulanabilir hale gelir (Jaglan, Krishnamurthy, & Rathee, 2020). Böylece, seçim sürecinin herhangi bir aşaması bağımsız gözlemciler veya seçmenler tarafından denetlenebilir ve olası hatalar veya manipülasyon girişimleri tespit edilebilir.



Şekil 2. Blockchain tabanlı Oylama sistemi mimarisi (Farooq & Iftikhar, 2022)

Blockchain teknolojisinin en önemli özelliklerinden biri merkeziyetsizliktir. Geleneksel oylama sistemlerinde seçim süreci genellikle merkezi otoriteler tarafından yürütülmekte ve yönetilmektedir. Bu durum, seçim sonuçlarının manipüle edilmesi veya

dış müdahalelere açık hale gelmesi riskini doğurmaktadır. Blockchain tabanlı sistemlerde ise oylar, merkezi bir sunucu yerine dağıtık defter üzerinde saklanarak güvence altına alınmaktadır .Bu sayede, seçim süreci herhangi bir otoritenin kontrolüne girmeden, tüm katılımcılar tarafından eşit şekilde yönetilebilir ve güvenilir bir seçim ortamı sağlanabilir (Zhang, Liu, & Xue, 2019).

1.3. Çalışmanın Yapısı, İçeriği ve Hedeflenen Katkılar

Bu çalışmada, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin avantajları ve mevcut seçim sistemlerine kıyasla sunduğu yenilikler detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, blockchain teknolojisinin teknik bileşenleri, güvenlik mekanizmaları, uygulama senaryoları ve yasal düzenlemeler açısından değerlendirmeler yapılacaktır. Ayrıca, blockchain tabanlı bir oylama sisteminin tasarım ve geliştirme süreçleri incelenerek, bu teknolojinin seçim güvenliğine nasıl katkı sağlayabileceği tartışılacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemleri üzerine yapılan mevcut araştırmalar incelenmekte ve bu teknolojinin seçim süreçlerine olan katkıları değerlendirilmektedir. Literatürde, blockchain teknolojisinin güvenlik, şeffaflık, merkeziyetsizlik ve değiştirilemezlik gibi özellikleri sayesinde geleneksel ve elektronik oylama sistemlerine kıyasla önemli avantajlar sunduğu vurgulanmaktadır. Özellikle, seçim güvenliğini artırma, oy verme sürecini manipülasyona karşı koruma ve seçim sonuçlarının güvenilirliğini sağlama gibi konular literatürde öne çıkan araştırma alanları arasındadır.

2.1. Blockchain ve Elektronik Oylama Üzerine Literatür Taraması

Dijital çağda, güvenilir ve güvenli elektronik oylama sistemlerinin geliştirilmesi, seçim süreçlerinin bütünlüğünü sağlamak için büyük bir önem taşımaktadır. Geleneksel sistemlerin karşılaştığı güvenlik açıkları ve siber tehditler göz önüne alındığında, **Blockchain teknolojisi**, şeffaflığı artıran, güvenliği güçlendiren ve verilerin değiştirilemezliğini sağlayan yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu literatür taraması, Blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerine yönelik yapılan güncel araştırmaları inceleyerek, bu teknolojinin seçim süreçlerine entegrasyonunun avantajlarını ve karşılaşılan zorlukları ele almayı amaçlamaktadır.

2022 yılında yapılan bir araştırmada, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin güvenlik ve veri bütünlüğü açısından geleneksel sistemlere kıyasla daha güvenilir olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, dağıtık defter yapısının oyların değiştirilmesini engellediği ve seçim süreçlerinde güveni artırdığı vurgulanmaktadır (Mishra, Bajpai, & Mishra, 2022).

2022 yılında gerçekleştirilen bir başka çalışma, blockchain teknolojisinin seçim süreçlerinde merkeziyetsiz bir yapı sağlayarak seçim güvenliğini artırabileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, akıllı sözleşmelerin seçim süreçlerine entegrasyonunun, seçimlerin daha güvenilir ve otomatik hale gelmesini sağladığı ifade edilmiştir (Farooq & Iftikhar, 2022).

2020 yılında yapılan bir diğer araştırmada, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin ölçeklenebilirlik, gizlilik ve yasal düzenlemeler açısından değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada, büyük ölçekli seçimlerde blockchain teknolojisinin nasıl performans göstereceği ve seçmen gizliliğinin nasıl korunacağı gibi konular ele alınmıştır (Jaglan, Krishnamurthy, & Rathee, 2020).

2023 yılında yayımlanan bir araştırma, blockchain teknolojisinin elektronik oylama sistemlerine entegrasyonunu incelemiştir. Çalışmada, blockchain'in şeffaflık ve değiştirilemezlik özelliklerinin, seçim süreçlerinde güvenliği ve veri bütünlüğünü artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, akıllı sözleşmelerin kullanımıyla oy sayımının otomatikleştirilmesi ve insan hatalarının en aza indirilmesi vurgulanmıştır (Vladucu, Dong, & Medina, 2023).

2019 yılında yapılan bir başka çalışma, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin ölçeklenebilirlik ve güvenlik açısından değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Araştırmada, büyük ölçekli seçimlerde blockchain'in performansı ve güvenlik açıkları ele alınmış, özellikle oy gizliliği ve anonimlik konularına dikkat çekilmiştir (Zhang, Liu, & Xue, 2019).

DergiPark'ta yayımlanan bu çalışma "VOTEMAT", blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin geleneksel ve mevcut elektronik oylama yöntemlerine kıyasla sunduğu avantajları ele almaktadır. Çalışmada, özellikle seçim güvenliği, şeffaflık, merkeziyetsizlik ve veri bütünlüğü gibi kritik konular üzerinde durulmaktadır. Mevcut sistemlerin güvenlik açıkları ve merkezi otoriteler tarafından manipüle edilebilme risklerine karşılık, blockchain teknolojisinin sunduğu dağıtık defter yapısının, seçim süreçlerini daha güvenli hale getirebileceği vurgulanmaktadır (Biol, İskender, Ozkul, & Topallı, 2024).

Ayrıca, 2021 yılında yayımlanan bir araştırma, blockchain teknolojisinin elektronik oylama sistemlerine uygulanabilirliğini incelemiştir. Çalışmada, blockchain'in merkeziyetsizlik ve güvenlik avantajlarının yanı sıra, teknik zorluklar ve yasal düzenlemeler gibi engeller de tartışılmıştır (Jafar, Ab Aziz, & Shukur, 2021).

Son olarak, 2021 yılında gerçekleştirilen bir çalışma, blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin güvenlik ve anonimlik konularına odaklanmıştır. Araştırmada, oyların gizliliğinin korunması ve seçim süreçlerinin şeffaflığı için blockchain'in potansiyeli değerlendirilmiştir (Elapatha, Kuruwitaarachchi, & Abeywardena, 2021).

Yapılan araştırmalar, Blockchain teknolojisinin elektronik oylama sistemlerinde güvenlik, şeffaflık ve otomasyon sağlama konusunda önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Dağıtık defter yapısı sayesinde oy verilerinin değiştirilmesini engelleyerek seçim süreçlerine duyulan güveni artırırken, akıllı sözleşmelerin entegrasyonu ise insan hatalarını en aza indirerek seçim işlemlerini daha verimli hale getirmektedir. Ancak, ölçeklenebilirlik, seçmen gizliliği ve yasal düzenlemeler gibi

konular hala çözüme kavuşturulması gereken önemli zorluklar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, Blockchain tabanlı elektronik oylama sistemlerinin daha geniş çapta uygulanabilirliği için teknolojik geliştirmeler ve düzenleyici çerçevelerin oluşturulması gerekmektedir.

2.2. Mevcut Blockchain Tabanlı Elektronik Oylama Sistemleri

Piyasada, çeşitli elektronik oylama sistemleri, seçim süreçlerinde güvenliği, şeffaflığı ve erişilebilirliği artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistemler, oy kullanma sürecini dijitalleştirerek seçmenlerin seçim merkezlerine fiziksel olarak gitme zorunluluğunu ortadan kaldırmakta ve seçim sonuçlarının daha hızlı açıklanmasını sağlamaktadır. Elektronik oylama sistemleri, merkezi veya merkeziyetsiz altyapılara sahip olabilir ve farklı güvenlik protokolleri kullanarak oy güvenliğini sağlamayı hedefler. Ancak, bu sistemlerin güvenlik açıkları, veri gizliliği ve bağımsız denetlenebilirlik gibi konular halen tartışılmaktadır. Mevcut sistemlerin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilerek, blockchain teknolojisinin bu alanda nasıl bir katkı sunabileceği incelenecektir.

Follow My Vote, blockchain teknolojisini kullanarak güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz bir elektronik oylama sistemi sunmayı amaçlayan bir projedir. Sistem, özellikle mevcut elektronik ve geleneksel oylama yöntemlerinde karşılaşılan güvenlik, şeffaflık ve erişilebilirlik sorunlarını çözmek için geliştirilmiştir. Bu sistemin temelinde, her bir oy işleminin blockchain üzerinde şifrelenmiş ve değiştirilemez bir şekilde saklanması yer almaktadır. Bu sayede, oyların manipüle edilmesi veya değiştirilmesi mümkün olmaz. Aynı zamanda, seçmenler, verdikleri oyun doğru bir şekilde kaydedildiğini ve sayıldığını anonim olarak doğrulayabilirler. Follow My Vote'un sunduğu en önemli yeniliklerden biri, tüm oylama sürecinin halka açık bir blockchain üzerinde yürütülmesidir (Ernest, 2024).

Voatz, blockchain teknolojisini mobil tabanlı bir oylama çözümü olarak sunan yenilikçi bir elektronik oylama sistemidir. Özellikle uzaktan oy kullanma ihtiyacını karşılamak için geliştirilen Voatz, akıllı telefonlar aracılığıyla güvenli ve doğrulanabilir bir seçim süreci sunmaktadır. Sistem, çok katmanlı güvenlik protokolleri kullanarak kimlik doğrulama, oy gizliliği ve seçim sonuçlarının güvenilirliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Voatz, biyometrik kimlik doğrulama, şifrelenmiş blok zinciri tabanlı veri saklama ve bağımsız denetim mekanizmaları gibi özellikler sunmaktadır. ABD'de çeşitli pilot projelerde test edilen Voatz, özellikle engelli bireyler ve yurtdışındaki

vatandaşlar için güvenli bir uzaktan oylama çözümü olarak dikkat çekmektedir (Votaz, 2023).

BitCongress, blockchain tabanlı bir elektronik oylama platformu olarak geliştirilen merkeziyetsiz bir sistemdir. Geleneksel ve mevcut elektronik oylama sistemlerindeki güvenlik açıklarını gidermeyi amaçlayan BitCongress, oy işlemlerinin şeffaf ve değiştirilemez bir şekilde kaydedilmesini sağlamak için blockchain teknolojisini kullanmaktadır. Platform, oyların manipülasyona karşı korunmasını ve seçim sürecinin güvenilirliğinin artırılmasını hedeflemektedir. BitCongress, "Proof of Vote" (PoV) adı verilen benzersiz bir doğrulama mekanizması ile çalışmaktadır. Bu mekanizma, her bir oy işleminin şifrelenerek blockchain üzerinde kayıt altına alınmasını ve oylama sürecinin bağımsız olarak doğrulanmasını mümkün kılar. Böylece, seçim sonuçlarının güvenilirliği sağlanırken, seçmenlerin kimlik bilgilerinin gizliliği de korunur. Ayrıca, BitCongress, herhangi bir hükümet veya merkezi otoritenin kontrolü olmadan çalışarak seçim süreçlerinde merkeziyetsizlik ilkesini benimsemektedir. Sistemin bir diğer önemli özelliği ise, akıllı sözleşmeler aracılığıyla seçim süreçlerinin otomatikleştirilmesine imkan tanınmasıdır. Bu sayede, belirlenen kurallar dahilinde oy sayımı ve sonuçların açıklanması gibi süreçler insan müdahalesi olmadan gerçekleştirilebilir. BitCongress, yalnızca siyasi seçimler için değil, aynı zamanda kurumsal karar alma mekanizmaları, referandumlar ve diğer topluluk bazlı oylama sistemleri için de uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır (BitCongress, 2014).

TIVI, **Smartmatic** ve **Cybernetica** iş birliğiyle geliştirilen güvenli ve doğrulanabilir bir çevrimiçi oylama sistemidir. Özellikle yurtdışındaki seçmenler ve uzaktan oy kullanması gereken bireyler için tasarlanan TIVI, gelişmiş şifreleme teknolojileri ve biyometrik kimlik doğrulama kullanarak seçim süreçlerinin güvenliğini ve şeffaflığını artırır. Seçmenler, kayıt sırasında yüz tanıma ile kimliklerini doğrularken, oy kullanmadan önce bir selfie çekerek kimliklerini yeniden onaylarlar. Bu yöntem, yalnızca yetkili kişilerin oy kullanmasını sağlarken, her bir oyun değiştirilmesini veya manipüle edilmesini önler. Ayrıca, sistemin tam doğrulanabilirlik özelliği sayesinde seçmenler, oylarının doğru şekilde kaydedildiğini ve sayıldığını bağımsız olarak kontrol edebilirler. TIVI, yalnızca siyasi seçimler için değil, kurumsal karar alma süreçleri, referandumlar ve diğer çevrimiçi oylama uygulamaları için de uygun, güvenli ve erişilebilir bir elektronik oylama çözümü sunmaktadır (TIVI, 2016).

POLYAS, Almanya merkezli bir çevrimiçi oylama platformudur ve güvenli, yasal olarak bağlayıcı seçim sonuçları sunmayı hedefler. Sistem, seçmenlerin dünyanın

her yerinden belirli bir zaman diliminde çevrimiçi olarak oy kullanmalarına olanak tanır ve dijital toplantılarda canlı oylama imkanı sunar. POLYAS, yüksek güvenlik ve veri koruma standartlarına sahip olup, seçim süreçlerini dijitalleştirerek demokratik katılımı artırmayı amaçlar. Ayrıca, kullanıcı dostu arayüzü sayesinde seçimlerin kolayca yönetilmesini sağlar (POLYAS, 2024).

Luxoft, İsviçre'nin Zug şehri ve Lucerne Uygulamalı Bilimler Üniversitesi ile iş birliği yaparak, blockchain tabanlı ilk özelleştirilebilir elektronik oylama platformunu geliştirmiştir. Bu platform, Hyperledger Fabric üzerine inşa edilmiş izinli bir blockchain çözümdür ve Zug'un Ethereum tabanlı dijital kimlik kayıt uygulamasıyla entegre edilmiştir. Sistem, oyların anonimleştirilmesini ve değiştirilmez bir şekilde kaydedilmesini sağlayan yenilikçi bir şifreleme teknolojisi kullanır. Bu sayede, seçim süreçlerinin güvenliği ve şeffaflığı artırılır. Luxoft, bu platformu açık kaynaklı hale getirmeyi ve kamu kurumlarında blockchain kullanımını teşvik etmek amacıyla bir "Blockchain for Government Alliance" kurmayı planlamaktadır (Maccabe, 2018).

Agora, blockchain teknolojisinin benzersiz özelliklerinden yararlanarak hükümetler ve kuruluşlar için güvenli ve şeffaf dijital oylama sistemleri tasarlayan bir platformdur. Sistem, oyların değiştirilmesini engelleyen ve sonuçların üçüncü taraflarca doğrulanmasını sağlayan bir blockchain protokolü kullanır. Ayrıca, seçmenlerin kimlikleri ve tercihleri gizli tutulur, böylece oy verme süreci güvenli ve anonim bir şekilde gerçekleştirilir. Agora'nın teknolojisi, seçim süreçlerini dijitalleştirerek maliyetleri düşürmeyi ve seçmen katılımını artırmayı hedefler. Mart 2018'de Sierra Leone'de gerçekleştirilen başkanlık seçimlerinde, Agora'nın blockchain tabanlı oylama sistemi pilot olarak kullanılmış ve bu teknoloji ulusal bir seçimde ilk kez uygulanmıştır (TechRecaps, 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

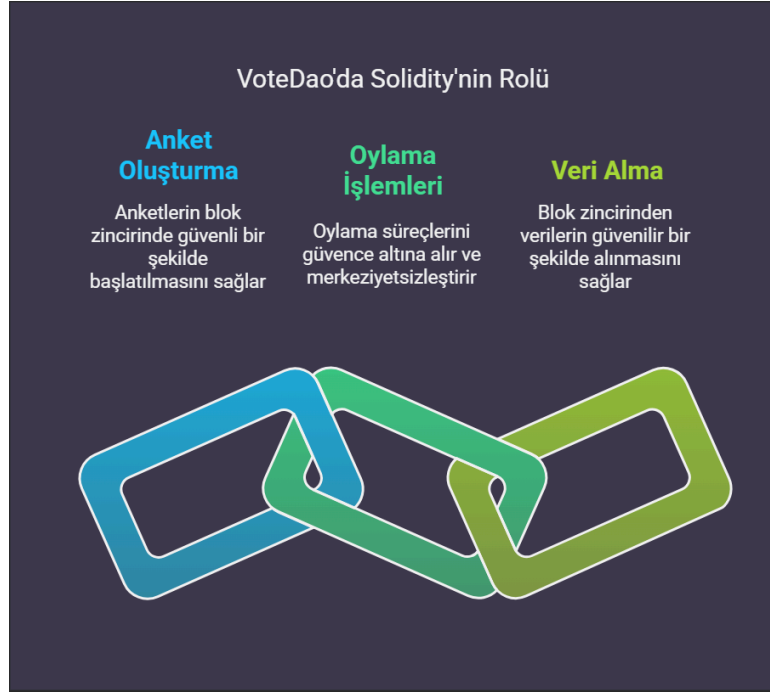
Bu bölümde, OyZinciri adlı güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz bir elektronik oylama sisteminin geliştirilmesinde kullanılan teknolojiler, araçlar ve metodolojiler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. OyZinciri, modern blok zinciri teknolojileri, kullanıcı dostu ön yüz çerçeveleri ve entegrasyon araçlarından faydalanarak güvenilir bir oylama platformu oluşturmayı hedefler. Aşağıda, sistemin nasıl tasarlandığını ve işlediğini anlamayı kolaylaştıran alt başlıklarla materyaller ve yöntemler açıklanmaktadır.

3.1. Blok Zinciri ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

Bu alt bölümde, OyZinciri'nun oylama işlevselliğini destekleyen akıllı sözleşmelerin geliştirilmesinde kullanılan temel blok zinciri teknolojileri ve araçlar tanıtılmaktadır.

3.1.1 Akıllı Sözleşme Geliştirme için Solidity

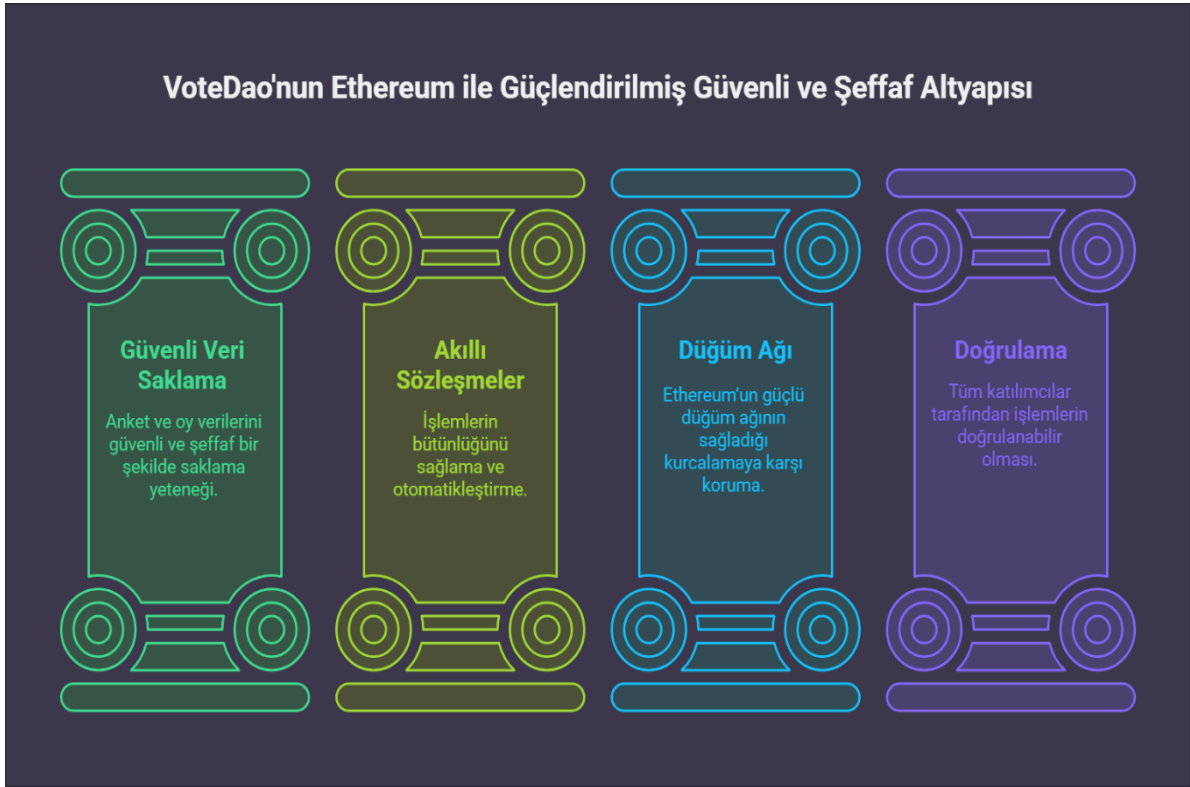
Solidity, OyZinciri'nun akıllı sözleşmelerini yazmak için kullanılan ana programlama dilidir. Ethereum Sanal Makinesi (EVM) için özel olarak geliştirilmiş bu yüksek seviyeli dil, güvenli ve merkeziyetsiz uygulamalar oluşturmayı mümkün kılar. OyZinciri'da Solidity; anket oluşturma, oylama işlemleri ve veri alma gibi temel mantığı tanımlamak için kullanılmıştır. Bu sayede tüm işlemler blok zincirinde güvenli ve değiştirilemez bir şekilde kaydedilir.



Şekil 3. OyZinciri'da Solidity'nin Rolü

3.1.2 Ethereum Blok Zinciri

Ethereum Blok Zinciri, OyZinciri için merkeziyetsiz bir altyapı sağlar. Anket ve oy verilerini güvenli ve şeffaf bir şekilde saklayan bu platform, akıllı sözleşme desteği ile işlemlerin bütünlüğünü korur. Ethereum'un güçlü düğüm ağı sayesinde, oylar gibi işlemler kurcalamaya karşı korumalıdır ve tüm katılımcılar tarafından doğrulanabilir. Bu özellik, OyZinciri'nun güvenilirlik ve şeffaflık hedeflerini destekler.



Şekil 4. OyZinciri'nun Ethereum ile Güçlendirilmiş Güvenli ve Şeffaf Altyapısı

3.1.3 OpenZeppelin Counters Kütüphanesi

Ethereum Blok Zinciri, OyZinciri için merkeziyetsiz bir altyapı sağlar. Anket ve oy verilerini güvenli ve şeffaf bir şekilde saklayan bu platform, akıllı sözleşme desteği ile işlemlerin bütünlüğünü korur. Ethereum'un güçlü düğüm ağı sayesinde, oylar gibi işlemler kurcalamaya karşı korumalıdır ve tüm katılımcılar tarafından doğrulanabilir. Bu özellik, OyZinciri'nun güvenilirlik ve şeffaflık hedeflerini destekler.

3.2 Ön Uç (Frontend) Geliştirme

Bu alt bölüm, OyZinciri'nun kullanıcı arayüzünü oluşturmak için kullanılan teknolojileri ve araçları kapsar. Amaç, sistemi kullanıcılar için erişilebilir ve kolay kullanılabilir hale getirmektir.

3.2.1 Next.js ve React

OyZinciri'nun ön yüzü, Next.js ve React kullanılarak geliştirilmiştir. Next.js, sunucu tarafı renderlama ve statik site oluşturma gibi özelliklerle performansı artırırken, React'in bileşen tabanlı yapısı dinamik ve etkileşimli bir arayüz sunar. Bu kombinasyon, kullanıcıların blok zinciri ile sorunsuz bir şekilde etkileşime girmesini sağlar.

3.2.2 UI Tasarımı için Tailwind CSS

Tailwind CSS, OyZinciri'nun modern ve duyarlı bir arayüzüne sahip olmasını sağlayan bir CSS framework'üdür. Yardımcı sınıf tabanlı yapısı sayesinde, bileşenlerin hızlı ve estetik bir şekilde stilize edilmesi mümkün olmuştur. Ayrıca, farklı cihazlarda uyumluluk sunarak kullanıcı deneyimini iyileştirir.

3.3 Entegrasyon ve Etkileşim Araçları

Bu alt bölümde, ön yüzün akıllı sözleşmeler ve Ethereum ağı ile iletişimini sağlayan araçlar açıklanmaktadır.

3.3.1 Akıllı Sözleşme Etkileşimi için Web3.js

Web3.js, OyZinciri'nun ön yüzünün Ethereum blok zinciri ve akıllı sözleşmelerle iletişim kurmasını sağlayan bir JavaScript kütüphanesidir. Bu araç, vote (oy verme) veya createPoll (anket oluşturma) gibi fonksiyonların çağrılmasını ve anket detaylarının alınmasını kolaylaştırır.

3.3.2 Infura Sepolia ETH Network API

Infura Sepolia ETH Network API, OyZinciri'nun Ethereum'un Sepolia test ağına bağlanmasını sağlar. Yerel bir düğüm çalıştırmaya gerek kalmadan güvenilir bir altyapı sunan Infura, akıllı sözleşmelerin geliştirme ve test süreçlerinde tutarlı erişim imkanı verir.

3.3.3 İşlem Şeffaflığı için Etherscan

Etherscan, Ethereum blok zinciri için bir gezgindir ve kullanıcıların işlem detaylarını görüntülemesine olanak tanır. OyZinciri'da şeffaflığı artırmak için entegre edilmiştir. Kullanıcılar, oylama işlemlerini blok zincirinde takip ederek sistemin güvenilirliğini doğrulayabilir.

3.4 Dosya Yönetimi ve Kullanıcı Bildirimleri

Bu alt bölüm, dosya depolama ve kullanıcı deneyimini geliştiren araçları içermektedir.

3.4.1 IPFS Entegrasyonu için Pinata Cloud

Pinata Cloud, OyZinciri'da ek verileri (örneğin, anket açıklamaları) InterPlanetary File System (IPFS) üzerinde depolamak için kullanılır. IPFS,

merkeziyetsiz bir depolama çözümü olarak gas maliyetlerini düşürürken verilerin güvenliğini korur.

3.4.2 Dosya Yüklemeleri için react-dropzone

react-dropzone, kullanıcıların dosyaları sürükle-bırak arayüzüyle kolayca yüklemesini sağlayan bir React bileşenidir. OyZinciri’da, anketlerle ilgili dosyaların yüklenmesini basitleştirir ve bu dosyalar Pinata Cloud ile IPFS’e sabitlenir.

3.4.3 Bildirimler için react-toastify

react-toastify, OyZinciri’da gerçek zamanlı bildirimler göstermek için kullanılan bir kütüphanedir. Örneğin, bir oy kaydedildiğinde veya bir hata oluştuğunda kullanıcıları bilgilendirir, böylece arayüzün etkileşimliliği artar

3.5 Akıllı Sözleşme Yapısı ve Fonksiyonları

Bu alt bölüm, OyZinciri’nun akıllı sözleşmesinin teknik yapısını ve işlevlerini detaylandırır.

3.5.1 Anket ve Oy Veri Yapıları

Akıllı sözleşme, anket (Poll) ve oy (Vote) verilerini düzenlemek için iki struct kullanır. Poll, anket başlığı, açıklama ve oy sayılarını içerirken; Vote, oy veren adresi ve zaman damgasını kaydeder. Bu yapılar, verilerin blok zincirinde düzenli bir şekilde saklanmasını sağlar.

3.5.2 Temel Akıllı Sözleşme Fonksiyonları

Akıllı sözleşme, createPoll (anket oluşturma), vote (oy verme), getPollDetails (anket detaylarını alma) gibi temel fonksiyonları içerir. Bu fonksiyonlar, OyZinciri’nun oylama süreçlerini etkinleştirir.

3.5.3 Güvenlik ve Erişim Kontrol Mekanizmaları

Sistemde, anket oluşturma yetkisi yalnızca yöneticiye verilmiş ve çift oylama adres takibi ile engellenmiştir. OpenZeppelin’in güvenlik araçları ve Ethereum’un kriptografik yapısı, yetkisiz erişimi önler.

3.6 Geliştirme Metodolojisi

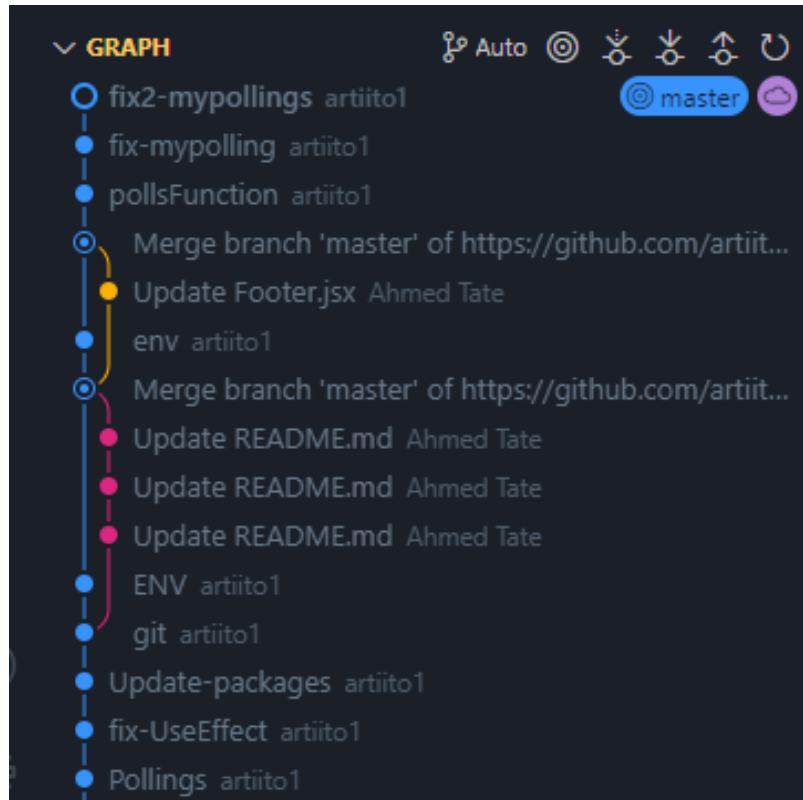
Bu alt bölüm, OyZinciri’nun geliştirme sürecinde izlenen yöntemleri özetler.

3.6.1 Teknolojilerin Entegrasyonu

Ön yüz (Next.js/React), blok zinciri arka ucu (Solidity/Ethereum) ile Web3.js ve Infura kullanılarak entegre edilmiştir. Dosya yönetimi (Pinata Cloud) ve arayüz geliştirmeleri (Tailwind CSS, react-toastify) uyumlu bir sistem oluşturmak için birleştirilmiştir.

3.6.2 Versiyon Kontrolü ve İşbirliği

Git ve GitHub, kod değişikliklerini yönetmek ve ekip çalışmasını kolaylaştırmak için kullanılmıştır. Bu araçlar, geliştirme sürecinin sistematik ve belgelenmiş olmasını sağlamıştır.



Şekil 5. GitHub Commits

3.6.3 Test ve Dağıtım Prosedürleri

Akıllı sözleşme, Sepolia test ağında test edilmiş. Ön yüz yerel olarak çalıştırıldıktan sonra barındırılmış, son olarak sözleşme Ethereum'a dağıtılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

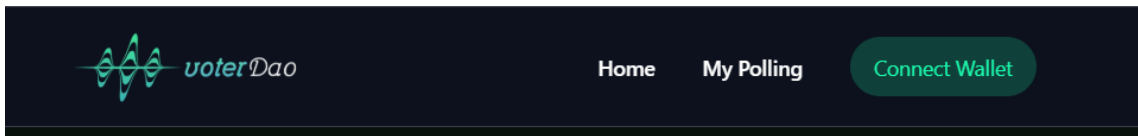
Bu bölümde, OyZinciri blok zinciri oylama sisteminin geliştirme süreci boyunca elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların değerlendirilmesi yer almaktadır. Sistem, kullanıcı dostu bir arayüz ve güvenli bir blok zinciri altyapısı ile oylama süreçlerini şeffaf ve merkeziyetsiz hale getirmeyi amaçlamaktadır. Aşağıda, sistemin temel kod yapıları, bu kodların iç işleyişi ve web sitesinin ana sayfaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca, sistemin işlevselliği ve kullanıcı deneyimi açısından sunduğu avantajlar tartışılmıştır.

4.1 Uygulama Bileşenleri

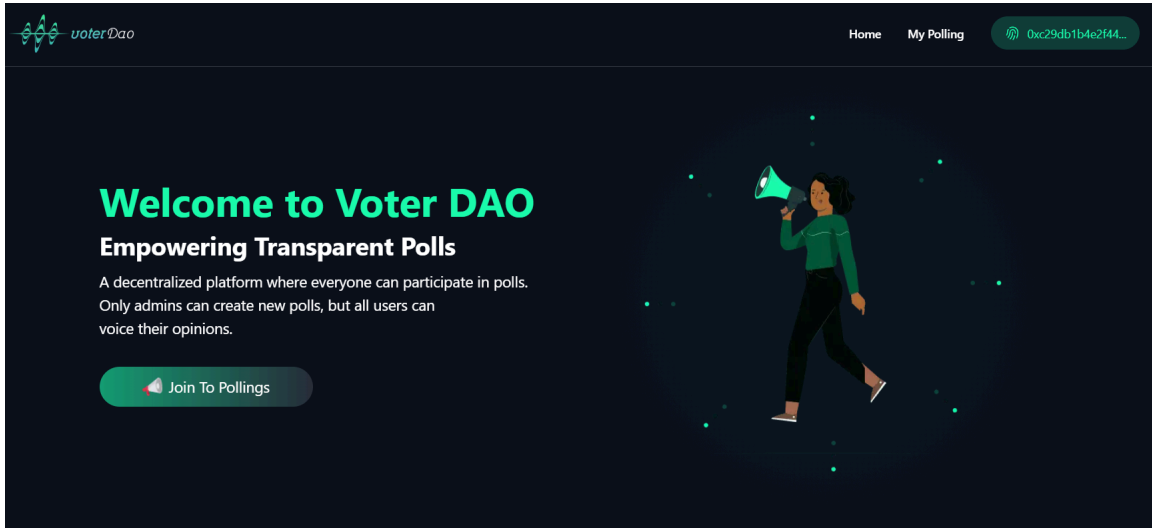
OyZinciri'nun temel bileşenleri, kullanıcıların sistemle etkileşim kurmasını sağlayan web sayfalarıdır. Bu sayfalar, Next.js ve React ile geliştirilmiş olup, Tailwind CSS ile modern bir tasarım sunulmuştur. Aşağıda her bir sayfanın amacı, içeriği ve işlevselliği açıklanmıştır.

4.1.1 Ana Sayfa

Ana Sayfa, OyZinciri sisteminin giriş noktasıdır ve kullanıcılara sistemin temel özelliklerini tanıtır. Bu sayfa, sistemin güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz oylama sunduğunu vurgulayan bir tanıtım metni ve mevcut anketlere yönlendiren bir bağlantı içerir. Kullanıcılar, sayfanın üst kısmında (header) yer alan "Cüzdanı Bağla" butonu aracılığıyla cüzdanlarını bağlayarak sisteme erişim sağlayabilirler. Sayfanın responsive tasarımı, farklı cihazlarda sorunsuz bir deneyim sunar.



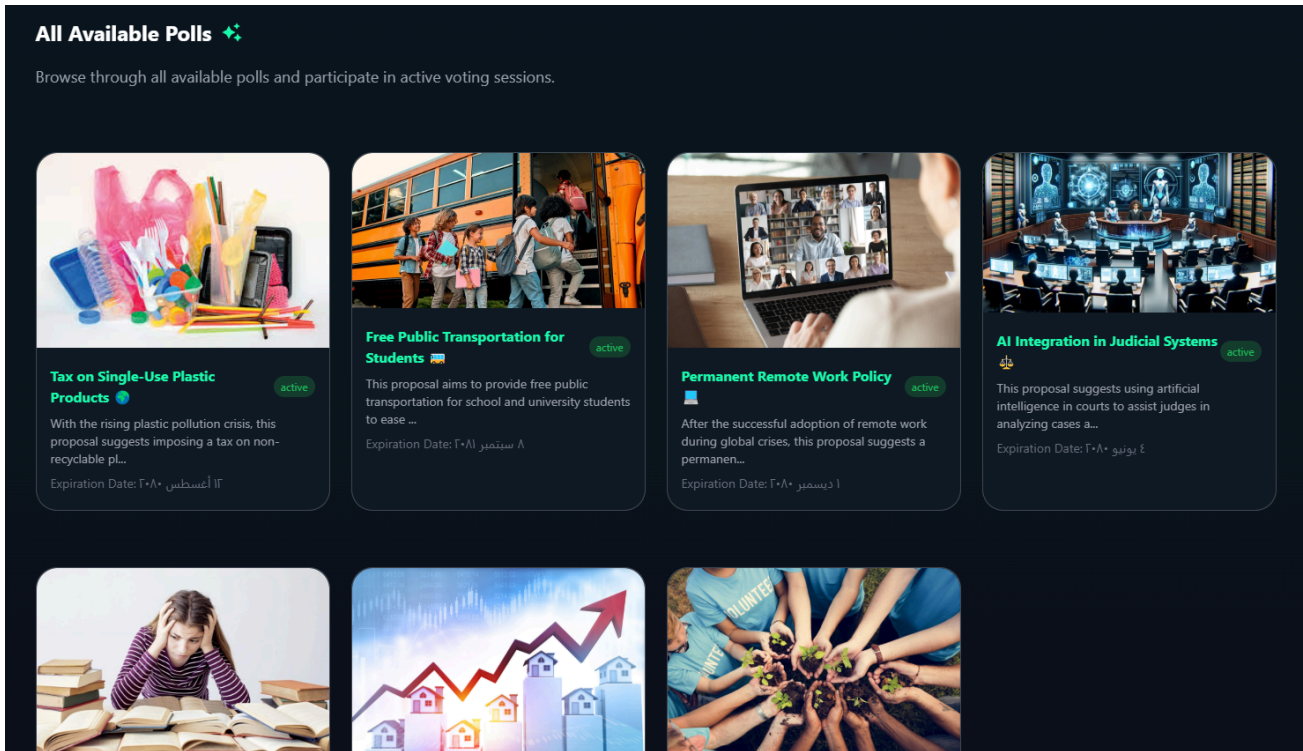
Şekil 6. Header (NavBar)



Şekil 7. Home Page

4.1.2 Tüm Anketler Sayfası

Bu sayfa, sistemdeki tüm anketleri listeler ve kullanıcıların mevcut (aktif) veya sona ermiş anketleri görüntülemesine olanak tanır. Anketler, başlık, açıklama ve süre gibi temel bilgilerle birlikte sunulur. Aktif anketler için bir "Oy Ver" butonu bulunurken, sona ermiş anketler için sonuçları görüntüleme seçeneği mevcuttur. Sayfa, blok zincirinden alınan verilerle dinamik olarak güncellenir ve `getAllPolls()` fonksiyonu kullanılarak anket listesi çekilir.



Şekil 8. Bütün Anketler


4.1.3 Anket Bilgi Sayfası

Anket Bilgi Sayfası, belirli bir anketin detaylarını ve istatistiklerini sunar. Bu sayfa, anketin başlığı, açıklaması, bitiş tarihi, aktiflik durumu ve oy seçenekleri (Evet, Hayır, İlgilenmiyorum) gibi bilgileri içerir. Ayrıca, anketin oy dağılımını gösteren bir istatistik grafiği ve oy kullanan kullanıcıların adreslerini listeleyen bir tablo bulunur. Bu veriler, `getPollDetails()` ve `getVotes()` fonksiyonlarıyla blok zincirinden alınır. Kullanıcılar, eğer anket aktifse, bu sayfadan oy verebilir.

Free Public Transportation for Students

Active

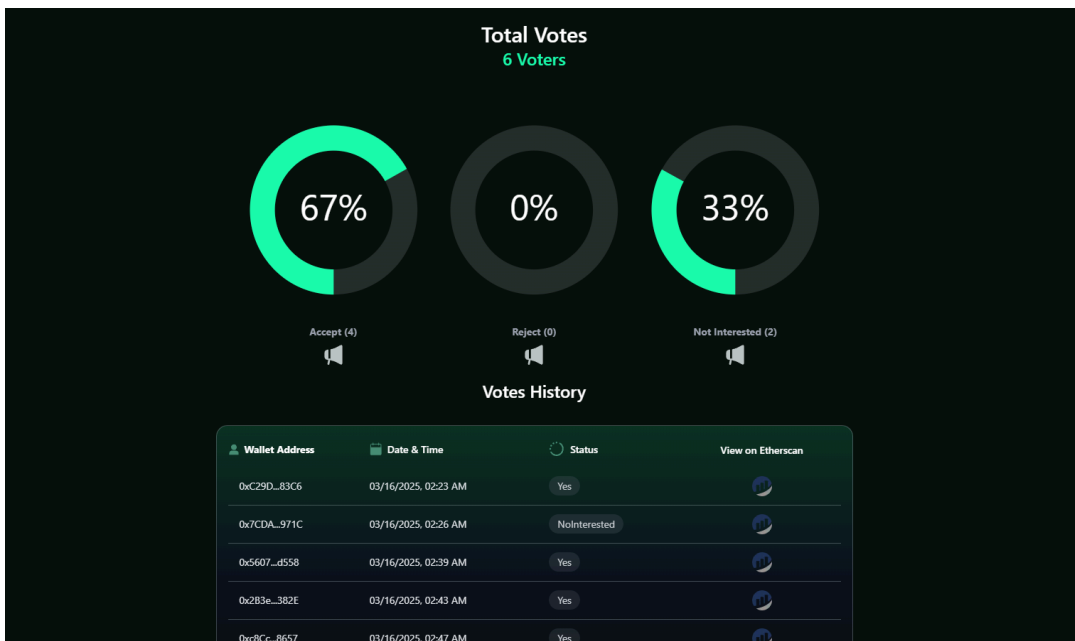
Expiration Date: September 8, 2081 at 01:51 AM



Vote Description

This proposal aims to provide free public transportation for school and university students to ease financial burdens on families and encourage public transit use, reducing traffic congestion and pollution. Expected Benefits: Lower financial stress on students and families. Reduced traffic congestion and carbon emissions. Promotion of public transportation culture. Voting Options: Accepted - I support free public transport for students. Rejected - I think the cost of implementation is too high. Not Interested - This topic is not important to me.

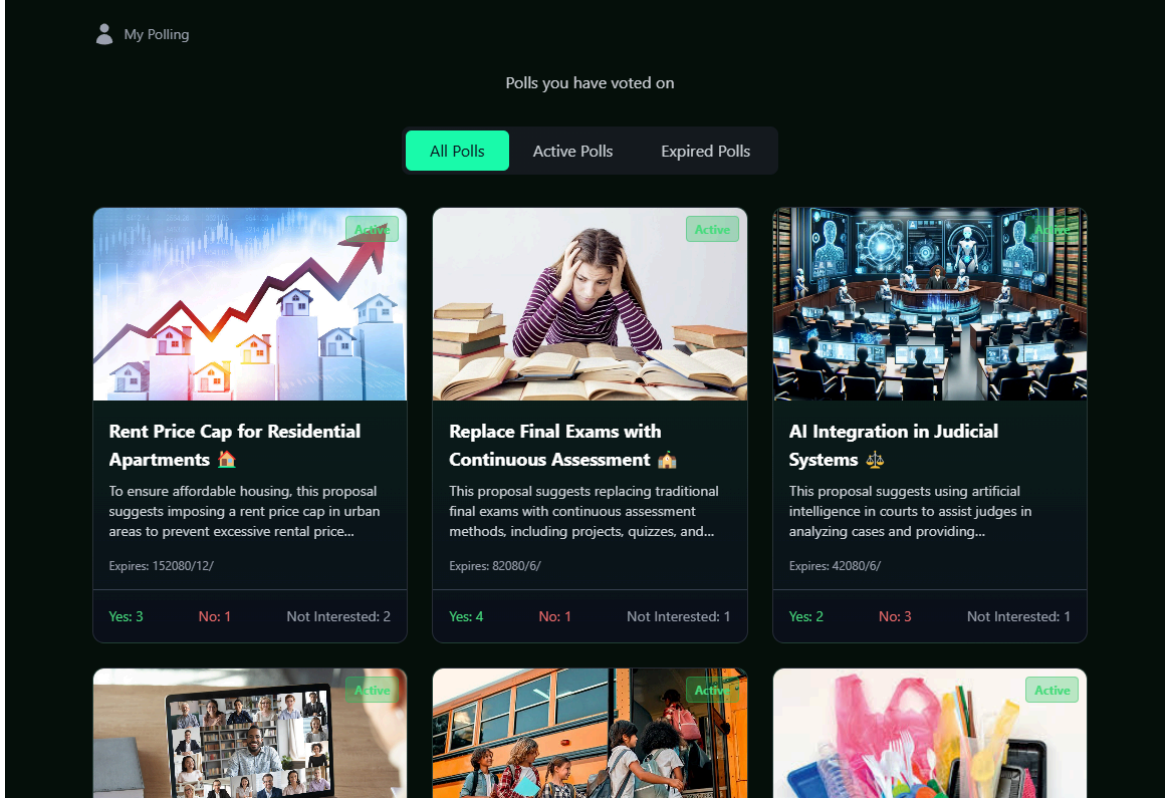
Şekil 9. Anket Bilgileri



Şekil 10. Anketin istatistik grafiği ve kullanıcıların tablosu.

4.1.4 Kullanıcı Anketlerim Sayfası

Bu sayfa, kullanıcının katıldığı anketleri gösterir ve anketleri "Aktif" ve "Sona Ermiş" olarak iki kategoriye ayırır. Kullanıcı, cüzdan adresine bağlı olarak hangi anketlerde oy kullandığını görebilir. Bu bilgiler, `getUserPollsAlreadyVoted()` fonksiyonu ile blok zincirinden çekilir. Sayfa, kullanıcının oylama geçmişini takip etmesini sağlayarak şeffaflık ve kullanıcı odaklı bir deneyim sunar.



Şekil 11. My Polling sayfası

4.2 Kodlama Bölümü ve Anlatımı

Bu alt bölümde, OyZinciri sisteminin temel işlevselliğini sağlayan kodlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Her kod parçasının iç işleyişi, kullanım amacı ve sistem içindeki rolü ele alınmıştır. Aşağıda, belirtilen dört temel fonksiyon incelenmiştir.

4.2.1 Cüzdan Bağlantı Fonksiyonu

Bu fonksiyon, kullanıcının Ethereum cüzdanını (örneğin MetaMask) sisteme bağlamasını sağlar. Kullanıcı, cüzdanını bağlayarak blok zinciri ile etkileşime geçebilir.

```
1  const {open} = useAppKit();
2  const {address, isConnected} = useAppKitAccount();
3
4  const connectHandler = async () => {
5    try {
6      await open();
7    } catch (error) {
8      console.error("Error connecting wallet", error);
9    }
10 }
```

Şekil 12. Connect Handler

- useAppKit() ve useAppKitAccount(), AppKit kütüphanesinden alınan hook'lardır ve cüzdan bağlantısını yönetir.
- open() fonksiyonu, cüzdan bağlantı penceresini açar (örneğin MetaMask).
- address, bağlı cüzdanın adresini; isConnected, bağlantı durumunu döndürür.
- Hata durumunda, konsola bir hata mesajı yazdırılır. Bu fonksiyon, Ana Sayfa'da "Cüzdanı Bağla" butonuna tıklandığında çalışır ve kullanıcının kimliğini doğrulayarak sistemdeki diğer işlemleri mümkün kılar.

4.2.2 Yeni Anket Oluşturma Fonksiyonu

Bu fonksiyon, yalnızca yöneticinin (admin) yeni bir anket oluşturmasına izin verir ve anket bilgilerini blok zincirine kaydeder.

```

1  const createPollByAdmin = async (e) => {
2    e.preventDefault();
3    if(!validateInputs()) return;
4    setLoading(true);
5    const hasImage = await IpfsFileUploader(selectedImage);
6    const expirationDateTime = new Date(expirationDate);
7    expirationDateTime.setHours(23, 59, 59);
8    const timeInSec = Math.floor(expirationDateTime.getTime() / 1000);
9
10   if (walletProvider && address && isConnected) {
11
12     const provider = new ethers.BrowserProvider(walletProvider);
13     const signer = await provider.getSigner();
14     const {contract} = await getContract(signer);
15
16     try {
17       const tx = await contract.createPoll(
18         voteTitle,
19         timeInSec,
20         hasImage.cid,
21         voteDescription
22       );
23       const receipt = await tx.wait()
24       if(receipt.status === 1) {
25         setLoading(false);
26         toast.success("Poll Created Successfully");
27         router.push("/pollings");
28       }else{
29         toast.error("Transaction Failed");
30       }
31     } catch (error) {
32       setLoading(false);
33       toast.error("An error occurred while creating the poll");
34     }
35   }
36 }

```

Şekil 13. Admin Tarafından Anket Oluşturma

- validateInputs(), kullanıcı girişlerini (başlık, açıklama vb.) doğrular.
- IpfsFileUploader(), anketle ilişkili bir resmi IPFS'e yükler ve bir CID (Content Identifier) döndürür.
- expirationDateTime, anketin bitiş tarihini saniye cinsinden (timeInSec) hesaplar.
- ethers.BrowserProvider ve signer, cüzdan üzerinden blok zinciri ile etkileşim kurmayı sağlar.

- `contract.createPoll()`, akıllı sözleşmedeki anket oluşturma fonksiyonunu çağırır ve parametreler (başlık, süre, CID, açıklama) ile çalışır.
- İşlem başarılıysa (`receipt.status === 1`), kullanıcıya bir başarı mesajı gösterilir ve Tüm Anketler Sayfası'na yönlendirilir. Hata durumunda, `react-toastify` ile hata bildirimi yapılır.

4.2.3 Kullanıcı Oylama Fonksiyonu

Bu fonksiyon, kullanıcının bir ankete oy vermesini sağlar ve çeşitli doğrulama kontrolleri içerir.

```

1  fetchPollDetails();
2  } else {
3    toast.error("Transaction failed. Please try again.");
4  }
5  } catch (error) {
6    console.error("Error submitting vote:", error);
7
8    // Check for specific error messages from the contract
9    const errorMessage = error.message || "Unknown error";
10
11    if (errorMessage.includes("already voted")) {
12      toast.error("You have already voted for this poll");
13      setHasVoted(true);
14    } else if (errorMessage.includes("user rejected")) {
15      toast.error("Transaction was rejected by the user");
16    } else if (errorMessage.includes("insufficient funds")) {
17      toast.error("Insufficient funds for gas fee. Please add funds to your wallet.");
18    } else if (errorMessage.includes("Poll expired")) {
19      toast.error("This poll has expired and is no longer accepting votes");
20      // Update poll status in the UI
21      if (pollData) {
22        setPollData({
23          ...pollData,
24          isActive: false
25        });
26      }
27    } else if (errorMessage.includes("execution reverted")) {
28      // Try to extract the revert reason
29      const revertReason = errorMessage.includes(":")
30        ? errorMessage.split(":").pop().trim()
31        : "Contract execution failed";
32      toast.error(`Vote failed: ${revertReason}`);
33    } else {
34      // General error with more details
35      toast.error(`Failed to submit your vote: ${errorMessage.substring(0, 100)}`);
36    }
37  } finally {
38    setVoting(false);
39  }
40 };

```

Şekil 14. Kullanıcı Oylama Fonksiyonu

- Fonksiyon, cüzdan bağlantısı, önceki oylama durumu ve anketin aktifliği gibi koşulları kontrol eder.

- choiceMapping, kullanıcı seçimlerini (accept, reject, notinterested) akıllı sözleşmenin beklediği formata (Yes, No, NoInterested) çevirir.
- contract.vote(), belirtilen anket ID'si ve seçimle blok zincirine oy kaydeder.
- İşlem onaylanırsa (receipt.status === 1), anket detayları güncellenir (fetchPollDetails()) ve başarı mesajı gösterilir. Hata durumlarında (örneğin, çift oylama veya anketin sona ermesi), kullanıcıya uygun bir hata mesajı iletir.

4.2.4 IPFS Dosya Yükleme ve Çağırma Fonksiyonları

Bu fonksiyonlar, anketlerle ilişkili görsellerin IPFS'e yüklenmesini ve geri çağrılmasını sağlar.

```

1  export const IpfsFileUploader = async (image) => {
2    const formData = new FormData();
3    formData.append('file', image);
4    formData.append("network", "public");
5    const PINATA_URL = 'https://uploads.pinata.cloud/v3/files';
6    try {
7      const response = await fetch(PINATA_URL, {
8        method: 'POST',
9        headers: {
10         'Authorization': `Bearer ${process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_JWT}`,
11       },
12       body: formData,
13     });
14     if (!response.ok) {
15       throw new Error(`Pinata API request failed with status ${response.status}`);
16     }
17     const data = await response.json();
18     console.log(data.data.cid);
19     return {
20       cid: data.data.cid,
21     }
22   } catch (error) {
23     console.error(error);
24   }
25 }
26 export const getIpfsFile = (cid) => {
27   return `${process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_PUBLIC_GATEWAY}/${cid}`;
28 };

```

Şekil 15. IPFS Dosya Yükleme ve Çağırma.

- IpfsFileUploader(): Bir resmi Pinata Cloud üzerinden IPFS'e yükler. FormData ile dosya ve ağ türü belirtilir, Pinata'nın JWT token'ı ile yetkilendirme yapılır. Başarılı olursa, bir CID döndürür.
- getIpfsFile(): Verilen CID'yi kullanarak resmin общедоступный (public) bir IPFS ağ geçidinden erişilebilecek URL'sini oluşturur.

- Bu fonksiyonlar, anket oluşturma sırasında (createPollByAdmin) gorsellerin blok zinciri dışı depolanmasını ve erişilmesini sağlar, böylece gas maliyetleri optimize edilir.

4.3 Tartışma

OyZinciri'nun geliştirilen bileşenleri ve kodları, geleneksel oylama sistemlerine kıyasla önemli avantajlar sunar. **Güvenlik** açısından, Ethereum blok zinciri ve akıllı sözleşmeler, oyların değiştirilemezliğini ve şeffaflığını garanti eder. **Kullanıcı Deneyimi** açısından, Next.js ve Tailwind CSS ile tasarlanan arayüz, sezgisel ve erişilebilir bir platform sağlar. **Merkeziyetsizlik**, yöneticinin yalnızca anket oluşturma yetkisine sahip olmasıyla dengelenirken, oy verme işlemi tamamen kullanıcı kontrolündedir. Ancak, sistemin ölçeklenebilirliği (büyük anketlerde gas ücretleri) ve kullanıcı gizliliği (adreslerin görünürlüğü) gibi konular, gelecekte iyileştirme gerektirebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde, OyZinciri blok zinciri tabanlı elektronik oylama sisteminin geliştirilmesi sürecinde elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve sistemin gelecekteki geliştirme potansiyelini artırmak için öneriler sunulmuştur. Proje, geleneksel oylama sistemlerinin güvenlik açıklarını ve merkezi kontrol risklerini aşmayı hedefleyerek, blok zincirinin sunduğu avantajları oylama süreçlerine entegre etmeyi başarmıştır.

5.1 Sonuçlar

OyZinciri projesi, blok zinciri teknolojisinin elektronik oylama sistemlerine entegrasyonu üzerine yapılan araştırmanın bir ürünü olarak, güvenli, şeffaf ve merkeziyetsiz bir oylama platformu geliştirmeyi başarmıştır. Sistem, Ethereum blok zinciri ve Solidity ile yazılmış akıllı sözleşmeler kullanılarak tasarlanmış olup, kullanıcı dostu bir arayüzle desteklenmiştir. Aşağıda, projenin temel sonuçları maddeler halinde özetlenmiştir:

- **Güvenlik ve Veri Bütünlüğü:** OyZinciri, oyların blok zincirinde şifrelenmiş ve değiştirilemez bir şekilde saklanmasını sağlayarak, manipülasyon riskini ortadan kaldırmıştır. submitVote fonksiyonunda uygulanan çift oylama kontrolü ve anket aktiflik doğrulaması, sistemin güvenilirliğini artırmıştır. Ethereum'un kriptografik mekanizmaları, oyların yalnızca yetkili kullanıcılar tarafından kullanılmasını garanti altına almıştır.
- **Şeffaflık:** Sistem, tüm anket ve oy verilerini blok zincirinde halka açık bir şekilde tutarak tam şeffaflık sunmuştur. Kullanıcılar, Etherscan üzerinden işlem detaylarını doğrulayabilirken, Anket Bilgi Sayfası'nda sunulan istatistikler ve oy tablosu, seçim süreçlerinin denetlenebilirliğini artırmıştır.
- **Merkeziyetsizlik:** OyZinciri, merkezi bir otoriteye bağımlılığı en aza indirerek oylama süreçlerini dağıtık bir yapıda yönetmiştir. Yöneticinin yalnızca anket oluşturma yetkisine sahip olduğu (createPollByAdmin), ancak oy verme işlemlerinin tamamen kullanıcılar tarafından kontrol edildiği bir model benimsenmiştir.
- **Kullanıcı Deneyimi:** Next.js, React ve Tailwind CSS ile geliştirilen arayüz, kullanıcıların sistemi kolayca kullanmasını sağlamıştır. Ana Sayfa, Tüm Anketler Sayfası, Anket Bilgi Sayfası ve Kullanıcı Anketlerim Sayfası, farklı ihtiyaçlara yanıt verecek şekilde tasarlanmıştır. react-toastify ile gerçek zamanlı

bildirimler ve react-dropzone ile dosya yükleme kolaylığı, kullanıcı etkileşimini iyileştirmiştir.

- **IPFS Entegrasyonu:** Anketlerle ilişkili görsellerin IPFS'e yüklenmesi (IpfsFileUploader) ve erişilmesi (getIpfsFile), blok zinciri dışı veri depolama ile gas maliyetlerini optimize etmiştir. Pinata Cloud'un kullanımı, bu sürecin hızlı ve güvenilir olmasını sağlamıştır.
- **Esneklik ve Fonksiyonellik:** Sistem, anket oluşturma, oy verme ve veri alma gibi temel işlevleri (createPoll, vote, getPollDetails) etkin bir şekilde gerçekleştirmiştir. Kullanıcıların cüzdanlarını kolayca bağlayabilmesi (connectHandler), sistemin erişilebilirliğini artırmıştır.

Sonuç olarak, OyZinciri, blok zinciri tabanlı bir oylama sisteminin pratikte uygulanabilir olduğunu kanıtlamış ve geleneksel sistemlere kıyasla güvenlik, şeffaflık ve kullanıcı katılımı açısından önemli avantajlar sunmuştur. Ancak, sistemin büyük ölçekli seçimlerde performansı ve kullanıcı gizliliği gibi konularda hala geliştirilmeye açık yönleri bulunmaktadır.

5.2 Öneriler

OyZinciri'nun mevcut hali, küçük ve orta ölçekli oylama senaryoları için etkili bir çözüm sunarken, daha geniş kapsamlı uygulamalar ve uzun vadeli sürdürülebilirlik için bazı iyileştirmeler gerektirmektedir. Aşağıda, sistemin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için öneriler sunulmuştur:

- **Ölçeklenebilirlik İyileştirmeleri:** Büyük ölçekli seçimlerde (örneğin, ulusal seçimler) gas ücretleri ve işlem süreleri bir sorun haline gelebilir. Bu nedenle, Ethereum Layer 2 çözümleri (örneğin, Optimism veya Polygon) entegre edilerek işlem maliyetleri düşürülebilir ve sistem daha fazla kullanıcıyı destekleyecek şekilde ölçeklendirilebilir.
- **Kullanıcı Gizliliği:** Şu anda, oy veren kullanıcıların adresleri blok zincirinde görünür durumdadır, bu da anonimlik kaygılarına yol açabilir. Zero-Knowledge Proofs (Sıfır Bilgi Kanıtları) gibi kriptografik teknikler kullanılarak, kullanıcıların kimlikleri gizlenebilir ve yalnızca oy verdikleri bilgisi doğrulanabilir hale getirilebilir.
- **Mobil Uygulama Desteği:** OyZinciri'nun erişilebilirliğini artırmak için bir mobil uygulama geliştirilmesi önerilir. Mobil arayüz, özellikle uzaktan oy

kullanma ihtiyacı olan bireyler için sistemi daha pratik hale getirebilir. Voatz gibi mevcut sistemlerden ilham alınarak biyometrik doğrulama da eklenebilir.

- **Yasal Uyumluluk:** Blok zinciri tabanlı oylama sistemlerinin yasal olarak tanınması için, ulusal ve uluslararası seçim yasalarına uyum sağlanmalıdır. Bu amaçla, sistemin tasarımında yasal gereklilikler (örneğin, seçmen kimlik doğrulaması) dikkate alınmalı ve resmi kurumlarla iş birliği yapılmalıdır.
- **Kullanıcı Eğitimi:** Blok zinciri ve cüzdan kullanımı, teknik bilgisi sınırlı kullanıcılar için karmaşık olabilir. Bu nedenle, Ana Sayfa'da bir rehber veya video tutorial eklenerek kullanıcıların sistemi daha kolay anlaması sağlanabilir.
- **Performans Testleri:** Sistemin gerçek dünya senaryolarında nasıl performans gösterdiğini değerlendirmek için daha kapsamlı testler yapılmalıdır. Örneğin, binlerce kullanıcının aynı anda oy verdiği bir simülasyon ile sistemin sınırları analiz edilebilir.
- **Ek Özellikler:** Kullanıcı deneyimini daha da geliştirmek için, anketlere yorum yapma veya öneri bırakma gibi etkileşimli özellikler eklenebilir. Ayrıca, sona ermiş anketlerin sonuçlarını PDF olarak dışa aktarma seçeneği, kurumsal kullanım için faydalı olabilir.
- **Enerji Verimliliği:** Ethereum'un Proof of Stake'e geçişi enerji tüketimini azaltsa da, daha çevre dostu bir blok zinciri (örneğin, Tezos) kullanımı değerlendirilebilir. Bu, sistemin sürdürülebilirliğini artırabilir.

Bu öneriler, OyZinciri'nun mevcut güçlü yönlerini koruyarak zayıf yönlerini ele almayı ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmeyi amaçlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, bu önerilerin uygulanabilirliğini test ederek sistemin demokratik süreçlere olan katkısını daha da artırabilir.

6. KAYNAKLAR

- Berenjestanaki, M., & Barzegar, H. (2023, December). Blockchain-Based E-Voting Systems: A Technology Review. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/376645792_Blockchain-Based_E-Voting_Systems_A_Technology_Review adresinden alındı
- Biröl, E., İskender, K. T., Ozkul, T., & Topallı, A. (2024). VOTEMAT: A Blockchain Based Voting System. *Duzce University Journal of Science and Technology*, 12(4). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/87748/1451841> adresinden alındı
- BitCongress*. (2014, February 08). wiki p2pfoundation:
<https://wiki.p2pfoundation.net/BitCongress> adresinden alındı
- Elapatha, K., Kuruwitaarachchi, N., & Abeywardena, K. (2021). “iSAY”: Blockchain-based Intelligent Polling System for Legislative Assistance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120129> adresinden alındı
- Ernest, A. (2024). *The State of Follow My Vote -> 2024 Report*. followmyvote:
<https://followmyvote.com/the-state-of-follow-my-vote-2024-report/> adresinden alındı
- Farooq, M., & Iftikhar, U. (2022, June 03). A Framework to Make Voting System Transparent Using Blockchain Technology. *IEEEExplore*.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9787540> adresinden alındı
- Jafar, U., Ab Aziz, M. J., & Shukur, Z. (2021, August 15). Blockchain for Electronic Voting System - Review and Open. *MDPI*.
<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/17/5874> adresinden alındı
- Jaglan, N., Krishnamurthy, R., & Rathee, G. (2020, August 10). An enhanced security mechanism through blockchain for E-polling/counting process using IoT devices. *Springer Nature Link*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11276-019-02112-5> adresinden alındı
- Maccabe, R. (2018, June 25). *Luxoft's E-Voting Platform Enables First Consultative Vote based on Blockchain in Switzerland*. luxoft:
<https://www.luxoft.com/pr/luxofts-evoting-platform-enables-first-consultative-vote-based-on-blockchain-in-switzerland> adresinden alındı
- Mishra, a., Bajpai, A., & Mishra, A. (2022, October 07). Implementation of Blockchain for Fair Polling System. *ICOSEC*. doi:10.1109/ICOSEC49089.2020.9215354
- POLYAS. (2024). *Electoral Research at POLYAS*. POLYAS:
<https://www.polyas.com/about-polyas/research> adresinden alındı
- TechRecaps. (2018, March 13). How Agora Will Use Blockchain to Bring True Democracy to the World. *hackernoon*.
<https://hackernoon.com/archives/2018/03/13> adresinden alındı
- TIVI. (2016). *Whitepaper - Successfully Solving the Challenges*. TIVI.
<https://tivi.io/tivi/> adresinden alındı
- Vladucu, M., Dong, Z., & Medina, J. (2023, March 06). E-Voting Meets Blockchain: A Survey. *IEEEExplore*. doi:10.1109/ACCESS.2023.3253682
- Votaz. (2023, September 14). *Voatz Rated as a Trusted Blockchain Solution for Elections*. Voatz:
<https://voatz.com/2023/09/14/voatz-rated-as-a-trusted-blockchain-solution-for-elections/> adresinden alındı

Zhang, R., Liu, L., & Xue, R. (2019, July 03). Security and Privacy on Blockchain. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3316481>
adresinden alındı

EKLER

EK-1 Projenin Web Sayfası (<https://ahmet-tit.mcodemorph.com/>).

EK-2 Projenin SmartContract kodu (https://github.com/artiito1/Voting_system)

EK-2 Projenin FrontEnd Kodu (<https://github.com/artiito1/OyZinciri-Frontend>)

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : AHMET TIT
Uyruğu : Surye
Doğum Yeri ve Tarihi : 22.06.2003
Telefon : 05310806930
Faks :
e-mail : ahmedartito@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Ömer Özmimar Erkek Anadolu, Şahinbey,Gaziantep	2021
Üniversite	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya	2025
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
------------	--------------	---------------

UZMANLIK ALANI**YABANCI DİLLER****BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER****YAYINLAR**