

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İNŞAAT SEKTÖRÜ VE BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ
ENTEGRASYONU: YAPI BİLGİ MODELLEMESİ TABANLI
SÜREÇ VE MALİYET ANALİZLERİNİN (4D VE 5D) DİJİTAL
VARLIKLAR ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Gökçe DAĞTEKE

Yüksek Lisans Tezi

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Mimarlık Bilim Dalı

ŞUBAT 2024

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

İNŞAAT SEKTÖRÜ VE BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ
ENTEGRASYONU: YAPI BİLGİ MODELLEMESİ TABANLI SÜREÇ
VE MALİYET ANALİZLERİNİN (4D VE 5D) DİJİTAL VARLIKLAR
ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Tez Yazarı
Gökçe DAĞTEKE

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hasan POLAT

ŞUBAT 2024
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: İnşaat Sektörü ve Blockchain Teknolojisi Entegrasyonu: Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Süreç ve Maliyet Analizlerinin (4D ve 5D) Dijital Varlıklar Üzerinden İncelenmesi

Yazarı: Gökçe DAĞTEKE

İlk Teslim Tarihi: 15.01.2024

Savunma Tarihi: 15.02.2024

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Dr. Öğr. Üyesi Hasan POLAT Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi	İmza Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Mehmet KARATAŞ Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	Onayladım
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Murat ŞAHİN Fırat Üniversitesi Mimarlık Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “İnşaat Sektörü ve Blockchain Teknolojisi Entegrasyonu: Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Süreç ve Maliyet Analizlerinin (4D ve 5D) Dijital Varlıklar Üzerinden İncelenmesi ” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

15.02.2024

Gökçe DAĞTEKE



ÖNSÖZ

‘İnşaat Sektörü ve Blockchain Teknolojisi Entegrasyonu: Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Süreç ve Maliyet Analizlerinin (4D ve 5D) Dijital Varlıklar Üzerinden İncelenmesi’ adlı bu çalışma Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Lisansüstü Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda bilgi, öğüt ve tecrübeleriyle beni yönlendiren ve geliştiren, desteğini asla esirgemeyen tez danışmanım, Doç. Dr. Hasan POLAT’ a sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürümü sunmaktan mutluluk ve onur duyuyorum.

Bu zorlu yolda her ne olursa olsun başaracağıma inanan ve destek olan aileme, özellikle akademik hayatımda büyük katkısı olan yol göstericim, abim Öğr. Gör. Süleyman Emre DAĞTEKE ‘ye, annem Nurten DOĞANER ‘e, ablam Hilal CENGİZ’ e, her anımda yanımda olan ve desteğini esirgemeyen arkadaşım sonsuz teşekkür ediyorum.

Ayrıca bu tez çalışması kapsamında kullanılan projeye ait verilerinin temin edildiği, Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

Bu tez çalışması, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) tarafından **MİF.22.01** protokol numaralı proje ile desteklenmiştir.

Gökçe DAĞTEKE
ELAZIĞ, 2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
EKLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. Blockchain Teknolojisi.....	4
2.1.1. Blockchain Teknolojisinin Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....	5
2.1.2. Blockchain Teknolojisinin Çalışma Sistemi.....	6
2.1.3. Blockchain Teknolojisinin Kullanım Alanları	13
2.1.4. Blockchain Teknolojisinin İnşaat Sektöründe Kullanımı	17
2.2. Dijital Varlıklar (Kripto Paralar)	21
2.2.1. Bitcoin (BTC).....	26
2.2.2. Ethereum (ETH).....	28
2.2.3. Ripple (XRP).....	30
2.2.4. Tether (USDT)	31
2.2.5. Cardano (ADA)	33
2.2.6. Polygon (MATIC)	34
2.2.7. Binance Coin (BNB)	35
2.2.8. Solana (SOL).....	37
2.2.9. Dogecoin (DOGE).....	38
2.2.10. Avelange (AVAX)	40
3. MATERYAL VE YÖNTEM	42
3.1. Materyal.....	42
3.2. Yöntem	42
3.2.1. Mevcut Yapıya Ait Bilgiler	44
3.2.2. Yapı Modelinin Oluşturulması	49
3.2.3. Navisworks ile Süre (4D) ve Maliyet (5D) Planlama.....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	59
5. SONUÇLAR.....	73
KAYNAKLAR.....	78
EKLER	84
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

İnşaat Sektörü ve Blockchain Teknolojisi Entegrasyonu: Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Süreç ve Maliyet Analizlerinin (4D ve 5D) Dijital Varlıklar Üzerinden İncelenmesi

Gökçe DAĞTEKE

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Şubat 2024, Sayfa: xii + 83

Değişen ve dijitalleşen dünya ile birlikte kısa süre önce hayatımıza giren dijital varlıklar ve blok zincir teknolojisi tüm sektörlerde etkisini göstermektedir. Her geçen gün etkisini ve popülerliğini arttıran bu teknoloji, teknolojiyi benimseme ve adapte olma konusunda oldukça zorluk çeken inşaat sektörü üzerinde de etkisini göstermeye başlamıştır. Gelecekte inşaat sektörü ve blok zincir teknolojisinin entegre olarak çalışması kaçınılmaz bir gerçek olarak görülmektedir.

Çalışma, inşaat sektöründe ödemelerde ve nakit akışında, yüzyıllardır süregelen herkes tarafından kabul görmüş itibari para birimleri yerine, yeni dünya düzeninde kendine yer edinmeye çalışan dijital varlıkların kullanılabilirliği ve entegrasyonu üzerine karşılaştırmalı bir analiz yapmayı, sektörde ödeme birimlerine inovatif bir bakış açısı getirmeyi ve bunun sonuçlarını irdelemeyi amaçlamaktadır.

Tez çalışması kapsamında blok zincir teknolojisi ve temelinde bu teknolojinin bulunduğu dijital varlıklar (kripto paralar) üzerine kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründe kullanıldığı alanlar incelenmiştir. Yapı Bilgi Modellemesi aracılığıyla, seçilen örnek projeye ait mimari temsiller oluşturulmuş, süre ve maliyet planlamaları yapılmıştır. Hesaplanan yapı inşaat yaklaşık maliyeti ve aylık hakedişleri, kripto para birimleri türünden ayrı ayrı hesaplanarak elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Yapılan tez çalışması Türk inşaat sektörü bağlamında ödemelerin dijital varlıklar ile yapılabileceği sorusu üzerine kurulmuştur. Yapılan karşılaştırmalar ile Türk inşaat sektörü ve ekonomisinin, dijital varlıkların inşaat sözleşmelerinde kullanımı için henüz uygun ortama sahip olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak blok zincir teknolojisinin inşaat sektörü ile entegrasyonu, uzun vadede sektörde olumlu değişikliklerle sonuçlanacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Blok zincir, Dijital varlıklar, Yapı Bilgi Modellemesi, Süre ve Maliyet Planlama

ABSTRACT

Construction Industry and Blockchain Technology Integration: Analysis of Building Information Modeling Based Process and Cost Analysis (4D and 5D) on Digital Assets

Gökçe DAĞTEKE

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

February 2024, Pages: xii + 83

With the changing and digitalizing world, digital assets and blockchain technology, which have recently entered our lives, show their impact in all sectors. This technology, which increases its impact and popularity day by day, has started to show its effect on the construction sector, which has great difficulty in adopting and adapting to technology. It is seen as an inevitable fact that the construction sector and blockchain technology will work in an integrated manner in the future.

The study aims to make a comparative analysis on the usability and integration of digital assets that are trying to gain a place in the new world order instead of the fiat currencies that have been accepted by everyone for centuries in payments and cash flow in the construction sector, to bring an innovative perspective to payment units in the sector and to examine the consequences of this.

Within the scope of the thesis study, a comprehensive literature review was conducted on blockchain technology and digital assets (cryptocurrencies) based on this technology. The areas where blockchain technology is used in the construction industry are examined. Through Building Information Modeling, architectural representations of the selected sample project were created and time and cost plans were made. The calculated construction approximate cost and monthly progress payments were calculated separately in terms of cryptocurrencies and the data obtained were compared.

This thesis is based on the question of whether payments can be made with digital assets in the context of the Turkish construction industry. Through the comparisons made, it is concluded that the Turkish construction industry and economy do not yet have the appropriate environment for the use of digital assets in construction contracts. However, the integration of blockchain technology with the construction industry is predicted to result in positive changes in the sector in the long term.

Keywords: Blockchain, Digital assets, Building Information Modeling, Time and Cost Planning

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Blok zincir teknolojisinin tarihi süreci (Hart, 2022).....	5
Şekil 2.2. Blockchain teknolojisinin 3 aşaması (Hughes vd., 2019)	6
Şekil 2.3. Bir blokzincir defterine yeni transfer edilen verilerin blok olarak eklenmesi (Suliman vd., 2022).....	7
Şekil 2.4. Ağ yapıları (Uztuna, 2019).....	8
Şekil 2.5. Blok yapısı (Suliman vd, 2022).....	9
Şekil 2.6. Bitcoin blok içeriği (Günen, 2020).....	9
Şekil 2.7. SHA256 özetleme algoritması örneği (Günen, 2020)	10
Şekil 2.8. Merkle ağacı (Frankenfield, 2023)	11
Şekil 2.9. Blok zincir türleri (Usta ve Doğanekin, 2017)	12
Şekil 2.10. Paranın tarihçesi (Usta, 2018)	21
Şekil 2.11. Dijital varlıkların toplam değerine göre piyasada sahip oldukları pay (URL-3'den elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuştur).....	25
Şekil 2.12. 2017 – 2024 yılları arası Bitcoin değer grafiği (URL-5).....	28
Şekil 2.13. Ethereum da gerçekleşen zorunlu çatallanma. (Yazar,2023)	29
Şekil 2.14. 2017 – 2024 yılları arası Ethereum değer grafiği (URL-5)	30
Şekil 2.15. 2017 – 2024 yılları arası Ripple değer grafiği (URL-8).....	31
Şekil 2.16. 2017 – 2024 yılları arası Tether değer grafiği (URL-10)	33
Şekil 2.17. 2017 – 2024 yılları arası Cardano değer grafiği (URL-12)	34
Şekil 2.18. 2019 – 2024 yılları arası Polygon değer grafiği (URL-15).	35
Şekil 2.19. 2017 – 2024 yılları arası BNB değer grafiği (URL-19).	36
Şekil 2.20. 2020 – 2024 yılları arası SOL değer grafiği (URL-23)	38
Şekil 2.21. 2017 – 2024 yılları arası DOGE değer grafiği (URL-27).....	40
Şekil 2.22. 2020 – 2024 yılları arası AVAX değer grafiği (URL-30)	41
Şekil 3.1. Materyal ve metot diyagramı (Yazar, 2023)	43
Şekil 3.2. Musa Coşkun Ortaokulu Konumu (TKGM,2023)	44
Şekil 3.3. Projeye ait A-A kesiti (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)	45
Şekil 3.4. Bodrum kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)	46
Şekil 3.5. Zemin kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022).....	46
Şekil 3.6. Birinci kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)	47
Şekil 3.7. İkinci kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022).....	47
Şekil 3.8. Autodesk Revit yazılımında oluşturulmuş yapı modeli (Yazar,2023).....	49

Şekil 3.9.	Yapıya ait taşıyıcı sistem modeli (Yazar,2023).....	50
Şekil 3.10.	Revitte oluşturulmuş bazı duvar tipleri ve açılımları (Yazar,2023)	50
Şekil 3.11.	Malzemelere ait birim fiyatların ve poz numaralarının girilmesi (Yazar,2023)	51
Şekil 3.12.	Metraj tablolarının oluşturulması (Yazar,2023)	52
Şekil 3.13.	Navisworks çakışma analizi (URL – 31).....	53
Şekil 3.14.	Yapı modelinin Navisworks ara yüzünde görünümü (Yazar,2023)	54
Şekil 3.15.	Süre ve maliyet bilgilerinin girilmesi (Yazar,2023)	55
Şekil 3.16.	Yapı yaklaşık maliyetinin Navisworks'te hesaplanması (Yazar,2023)	56
Şekil 3.17.	Yapı elemanlarıyla görev setlerinin eşleştirilmesi (Yazar,2023).....	57
Şekil 3.18.	Yapı elemanlarıyla görev setlerinin eşleştirilmesi (Yazar,2023).....	58
Şekil 4.1.	Hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023).....	62
Şekil 4.2.	2022 – 2023 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)	64
Şekil 4.3.	2020 – 2021 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)	66
Şekil 4.4.	2019 – 2020 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)	68
Şekil 4.5.	2018 – 2019 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)	70
Şekil 4.6.	2017 – 2018 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)	72

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1.	Kripto paraların avantaj ve dezavantajları (Elmas ve Aydın, 2021; Yıldırım, 2019; Erkuş ve Gümüş, 2019)	24
Tablo 2.2.	Çalışma kapsamın seçilen dijital varlıklara ait elde edilen veriler	26
Tablo 2.3.	Doge,Ltc ve Btc'nin karşılaştırılması (URL-26 den uyarlanmıştır).....	39
Tablo 4.1.	Aylık hakedişler ve yapı yaklaşık maliyeti	59
Tablo 4.2.	Hakediş Tarihleri	59
Tablo 4.3.	Dijital varlıkların hakediş tarihlerinde ki değerleri.(URL-32)	60
Tablo 4.4.	İnşaat maliyet endeksleri(URL-33).....	61
Tablo 4.5.	Dijital varlıkların 2022 – 2023 döneminde ki değerleri(URL-34)	63
Tablo 4.6.	2022 – 2023 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)	63
Tablo 4.7.	Dijital varlıkların 2020 – 2021 döneminde ki değerleri(URL-34)	65
Tablo 4.8.	2020 – 2021 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)	65
Tablo 4.9.	Dijital varlıkların 2019 – 2020 döneminde ki değerleri(URL-34)	67
Tablo 4.10.	2019 – 2020 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)	67
Tablo 4.11.	Dijital varlıkların 2018 – 2019 döneminde ki değerleri(URL-34)	69
Tablo 4.12.	2018 – 2019 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)	69
Tablo 4.13.	Dijital varlıkların 2017 – 2018 döneminde ki değerleri(URL-34)	71
Tablo 4.14.	2017 – 2018 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)	71
Tablo 5.1.	TL ve dijital varlıkların cinsinden hesaplanan yapı yaklaşık maliyetinin Türk Lirasına göre kar – zarar oranları (Yazar, 2024).....	75
Tablo 5.2.	TL ve dijital varlıkların cinsinden hesaplanan yapı yaklaşık maliyetinin Türk Lirasına göre kar – zarar miktarları (Yazar, 2024).....	76

EKLER LİSTESİ

	Sayfa
Ek- 1: Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünden Temin Edilen Proje Verileri	84
Ek- 2: Autodesk Revitte Oluşturulan Proje Verileri	86



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	: Metre
m ²	: Metrekare

Kısaltmalar

AEC	: Architecture Engineering Construction
BIM	: Building Information Modelling
IoT	: Internet of Things
DLT	: Distributed Ledger Technology
PoW	: Proof of Work
PoS	: Proof of Stake
PoH	: Proof of History
PoR	: Proof of Reserves
BTC	: Bitcoin
ETH	: Ethereum
XRP	: Ripple
USDT	: Tether
ADA	: Cordana
MATIC	: Polygon
BNB	: Binance Coin
SOL	: Solana
DOGE	: Dogecoin
AVAX	: Avalange
DeFi	: Decentralized Finance
NFT	: Non Fungible Token
YBM	: Yapı Bilgi Modelleme

1. GİRİŞ

Tarihi, insanlık tarihi kadar eski olan para, yüzyıllar boyunca toplumun değişimiyle birlikte değişmiş, bulunduğu dönemin şartlarına göre insanlığın gereksinimlerini karşılamasını sağlamıştır. İlk olarak malların takas edilmesiyle başlayan süreç değerli madenlerin kullanılması, değerli madenlerin madeni paralar olarak kullanılması, kâğıt paraların çıkışı, dijital ve sanal paraların ortaya çıkışıyla devam etmiştir.

İnternette sonra en büyük buluş olarak atfedilen ve kısa bir süredir hayatımızda var olan blok zincir teknolojisi her geçen gün popülerliğini arttırmaktadır. İlk olarak Bitcoin ile anılan ve Bitcoin'in temelinde yatan teknoloji olarak bilinen blok zincir teknolojisi, sadece dijital varlıklarla anılmanın ötesine geçmiştir. Birçok sektörü etkilemiş ve yeni dünya düzeninde hızlı bir şekilde kendine yer edinmiştir.

Bilindiği üzere inşaat sektörü çok parçalı bir yapıya sahiptir. Çok sayıda alt sektör ile entegre olarak çalışan kompleks bir yapısı vardır. İnşaat sektörünün en önemli problemlerinden biri ise teknolojik adaptasyon sorunudur. Endüstri dijitalleşme endeksine göre inşaat sektörü en az dijitalleşen ikinci sektör olarak listede kendine yer edinmektedir. İnşaat sektörü her ne kadar teknolojik gelişmeleri benimseme konusunda geride olsa da, tüm alanlarda olduğu gibi blok zincir teknolojisiyle entegrasyonu kaçınılmaz bir son olarak görülmektedir. Konu kapsamında yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde inşaat sektöründe blok zincir uygulama alanları ve yöntemleri üzerine çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir.

Türk ve Kline (2017), çalışmalarında blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründe hangi alanlarda ve nasıl kullanılabileceğini, sektörün mevcut sorunları üzerinden değerlendirmiştir. Yapı bilgi modellemesinin eksik yanlarından bahsetmiş ve bu eksikliklerin blok zincir teknolojisiyle ortadan kaldırılabileceği sonucuna varmıştır. Akıllı sözleşmelerin ise daha fazla araştırılmaya ve geliştirilmeye ihtiyacı olduğu belirtilmiştir.

Daklı vd. (2019), blok zincir teknolojisi ve kısıtlarını açıklamışlardır. Yaptıkları vaka çalışmasıyla blok zincir teknolojisinin kullanımının, inşaat maliyetlerinde %8,3 oranında kazanç sağladığını tespit etmişlerdir.

Liu vd. (2019), sürdürülebilir yapı tasarımı ve organizasyonunda blok zincir teknolojisinin etkili bir araç olup olamayacağını araştırmıştır. Bu kapsamda akıllı sözleşmeler ve yapı bilgi modellemesiyle sürdürülebilir yapı tasarım süreci için bir çerçeve oluşturulmuştur.

Luo vd. (2019), yaptıkları çalışmada bir akıllı sözleşme çerçevesi oluşturmuşlardır. Oluşturulan uygulama, ödeme işlemlerinin sırasının ve koşullarının belirlenmesiyle otomatik olarak onaya sunulan, herkesin mutabık olması üzerine onaylanan ve tüm paydaşlar ile blok zincir üzerinden paylaşılmasının sağlandığı akıllı sözleşme sistemini oluşturmaktadır. Uygulama ile inşaat süreç yönetiminin ve ödemelerin otomatikleştirilmesi hedeflenmiştir.

Nawari ve Navindran (2019a), blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründeki uygulama alanları ve yapı bilgi modellemesi ile entegrasyonu üzerine geniş bir literatür araştırması yapmıştır. Ethereum ve Hyperledger gibi blok zincirlerinin akıllı sözleşme uygulamaları için gelecek vadettiğini belirtmiştir.

Di Giuda vd. (2020), yapı bilgi modellemesi ve blok zincir entegrasyonunun inşaat sözleşmelerinde uygulanmasının olası sonuçları ortaya konulmuştur. BIM ve blok zincir entegrasyonunun, inşaat proje ve sözleşmelerinin tüm aşamalarında etkili bir araç olabileceği, inşaat sektörünün gelişmesine önemli katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Dounas vd. (2020), blok zincir teknolojisi ve BIM entegrasyonu üzerine bir uygulama çalışması yapmışlardır. Ethereum blok zincir altyapısını kullanarak yapı bilgi modelleme araçlarıyla desteklenen merkeziyetsiz bir mimari tasarım modeli ve akıllı sözleşme seti geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmayla, blok zincirin bir yapının proje tasarımından yapım ve işletmesine kadar tüm aşamalarda güvenilir ve şeffaf bir bilgi ve veri ağı oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

Hamledari vd. (2021a), inşaat sektöründeki önemli problemlerden biri olan ödeme akışı sorununu ele almıştır. Bu bağlamda hakediş ödemelerini otomatize edebilecek akıllı sözleşmeler için teorik bir altyapı oluşturmuşlardır.

Kiu vd. (2022), blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründeki kullanım alanlarını belirlemek amacıyla literatür çalışması yapmıştır. Tedarik zinciri yönetimi, yapı bilgi modellemesi, gayrimenkul sektörü, belge yönetimi ve inşaat süreç yönetimini, blok zincirin inşaat sektöründe en çok kullanılan alanları olarak belirlemiştir.

Hamledari ve Fischer (2021b), çalışmalarını kripto paraların ödeme akışında kullanımı üzerine yapılandırmıştır. Kanada ve ABD merkezli iki inşaat projesinde ödemelerin kripto paralarla yapılma durumu incelenmiştir. Kripto varlıkların para akışında kullanılmasının sektördeki ödeme sorunlarına çözüm olabileceği belirtilmiştir.

Scott vd. (2021), blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründe kullanımı üzerine kapsamlı bir literatür çalışması yapmıştır. Araştırma sonucunda blok zincirin inşaat sektöründeki kullanım alanlarını 7 ana başlık (tedarik zinciri, tarım ve yapım, işletme yönetimi ve yaşam döngüsü, akıllı şehirler, akıllı sistemler, enerji ve karbon ayak izi, merkeziyetsiz uygulamalar) ve 33 alt başlığa ayırarak incelemiştir.

Tez çalışması kapsamında, oldukça hızlı yayılan ve etkisini gösteren blok zincir teknolojisinin inşaat sektörüne etkisi, adının birlikte anıldığı dijital varlıkların inşaat sektöründe kullanımının mümkün olup olmadığı araştırılmış ve irdelenmiştir. İnşaat sektöründe ödemelerin ve nakit akışının dijital varlıklar (kripto paralar) ile yapılmasının finansal etkileri incelenecektir. Çalışma 5 ana başlıktan oluşmaktadır.

İlk bölümde blok zincir teknolojisinin önemi ve inşaat sektöründe ki olası etkileri anlatılmıştır. Tezin amacı ve problemi sunulmuştur. İnşaat sektörü ve blok zincir teknolojisinin entegrasyonu üzerine yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. bölüm olan ‘Literatür Çalışması’ başlığı altında blok zincir teknolojisi ve dijital varlıklar detaylıca incelenmiştir. Blok zincir teknolojisinin çalışma sistemi ve alt yapısı anlatılmıştır. Tez kapsamında kullanılacak olan dijital varlıklar ayrı ayrı anlatılmıştır.

3. bölüm, ‘Materyal ve Metot’ başlığında çalışmanın yöntemi ve materyalleri açıklanmıştır. Bu bağlamda bir kamu projesi üzerinden süreç ve maliyet planlamaları yapılmıştır. Uygulama aşamasında AEC sektöründe oldukça fazla kullanılan Yapı Bilgi Modelleme araçları kullanılmıştır. Birer Yapı Bilgi Modellemesi aracı olan Revit ve Naviswork ile çalışma kapsamında kullanılacak olan kamu projesinin tüm 2D ve 3D mimari temsilleri oluşturulmuştur. Revit aracılığıyla yapıya ait metrajlar çıkarılmıştır. Naviswork aracılığıyla ise süre ve maliyet planlamaları ve yapım aşamasının bir simülasyonu yapılmıştır.

4. bölüm, “Bulgular ve Tartışma” başlığı adı altında, elde edilen veriler doğrultusunda 6 aylık yapım sürecine ait hakedişler dijital varlıklar ile ayrı ayrı hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Her bir dijital varlık ile yapılan ödemelerde oluşacak kar – zarar oranları hesaplanmıştır. İnşaat sektöründe sözleşmelerin dijital varlıklar ile yapılmasının mümkün olup olmayacağı incelenmiştir.

Son bölüm olan “Sonuçlar” başlığı altında, elde edilen verilerin tamamı bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilerek tez çalışması tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu tez çalışmasının ilk bölümünde, uygulama aşamasında kullanılacak olan dijital varlıkları anlamaya yönelik araştırma yapılmaktadır. Araştırma kapsamında ilk olarak dijital varlıkların temelini oluşturan blok zincir teknolojisi, oluşumu, çalışma prensipleri ve kullanım alanlarından bahsedilecektir. İkinci aşamada ise temelini blok zincir teknolojisinin oluşturduğu dijital varlıklar, dijital varlıkların genel özellikleri ve uygulama aşamasında kullanılacak olan dijital varlıkların özellikleri anlatılacaktır.

2.1. Blockchain Teknolojisi

Blok zincir, genel bir tanımlamayla veri bloklarının oluşturduğu dağıtılmış açık bir veri tabanıdır. Sahip olduğu özellikler sayesinde, özel güvenlik isteyen devlet işlerinde, ticarete, sağlık sektöründe ve daha birçok alanda kullanılabileceği düşünülen, çok amaçlı bir teknolojik atılımdır (Hughes vd., 2019). Blok zincir ile ilgili çok farklı tanımlamalar mevcuttur.

Blok zincir teknolojisi, tüm verilerin ve işlemlerin internet aracılığıyla toplandığı ve kaydedildiği dağıtılmış ve açık bir defter olarak nitelendirilebilir (BTK, 2020). 2018 yılında Avrupa Parlamentosu(Europarl), kriptografi tekniği uygulanarak verilerin eklendiği ve eklenen verilerin silinemediği, eklenen her blok ile sürekli büyüyen bir veri sistemi meydana getirmek ve doğrulamak için bir takım özellikli matematiksel algoritma kullanan, dağıtılmış defter olarak çalışan bloklar zinciri olarak tanımlamıştır. 2018 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü, herhangi bir resmi kurum tarafından denetlenmeyen, ağa bağlı tüm kullanıcılar arasında paylaşılan işlem defteri olarak tanımlanmıştır. Bu defter, ağ üzerinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin kronolojik sırayla kaydını tutar ve depolar. Defterin denetimini gerçekleştiren herhangi bir otorite yerine, ağdaki tüm kullanıcılarda bir kopyası bulunur. 2017 yılında çok uluslu bir hizmet ağı olan PWC, eşler arası çalışan bir sistem üzerinde verilerin toplanması ve değişmesini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlar. Yapısal olarak, veriler bir fikir birliği mekanizmasıyla korunur, saklanır ve paylaşılır. Merkezi olamayan, doğrulayıcı taraflara ihtiyaç duymayan bir teknolojidir (Abd Aziz vd., 2022).

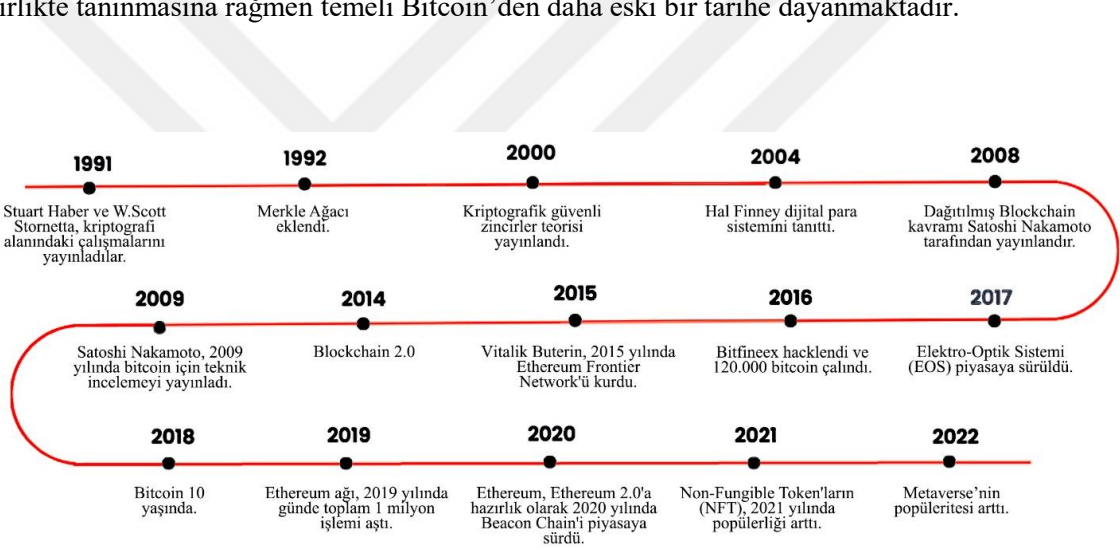
Blok zincir, düğümlerin kontrolünü ve doğrulama işlemlerini gerçekleştiren madencilerin oluşturduğu dağıtık bir sistemde zaman damgalı işlemlerin herkese açık bir kayıt defteri olarak adlandırılabilir. İlk olarak Bitcoin ile adı geçen bu sistem sadece yeni paraların oluşturulduğu bir sistemin çok ötesinde bir teknolojidir (Reijers vd., 2016). Blok zincir teknolojisinin ana mantığı işlem kayıtlarının tüm kullanıcılarda bulunduğu dağıtılmış bir veri tabanı oluşumudur. Ağ üzerinde yapılan her işlem, ağ üzerindeki katılımcıların mutabakatıyla onaylanır ve zincire eklenir. Eklenen hiçbir blok sonradan değiştirilemez ve silinemez. Her bir bloğun oluşmasında ve işlemlerin

onaylanmasında uzun bir doğrulama süreci yaşanmaktadır. Binlerce düğüm işlemleri doğrulamak için çalışmaktadır (Zhao vd., 2016).

Blok zincir teknolojisi, yeni dünya düzeninde karşılaşılan problemlerden biri olan güven sorununa bir çözüm niteliğindedir. Bu yeni teknoloji, var olan internet altyapısının gerçekleştirebildiği veri aktarımının, başka varlıklarında korunaklı ve açık bir şekilde aktarılmasını sağlamaktadır. Tüm bu tanımlar bağlamında blok zincir teknolojisi, bütün hayatımızı adeta kökünden değiştirebilecek merkeziyetsiz, kriptografik bir defter teknolojisi sunmaktadır (TUBİTAK, 2024).

2.1.1. Blockchain Teknolojisinin Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Blockchain teknolojisinin tarihi süreci (Şekil 2.1.) incelendiğinde ilk olarak Bitcoin ile birlikte tanınmasına rağmen temeli Bitcoin'den daha eski bir tarihe dayanmaktadır.

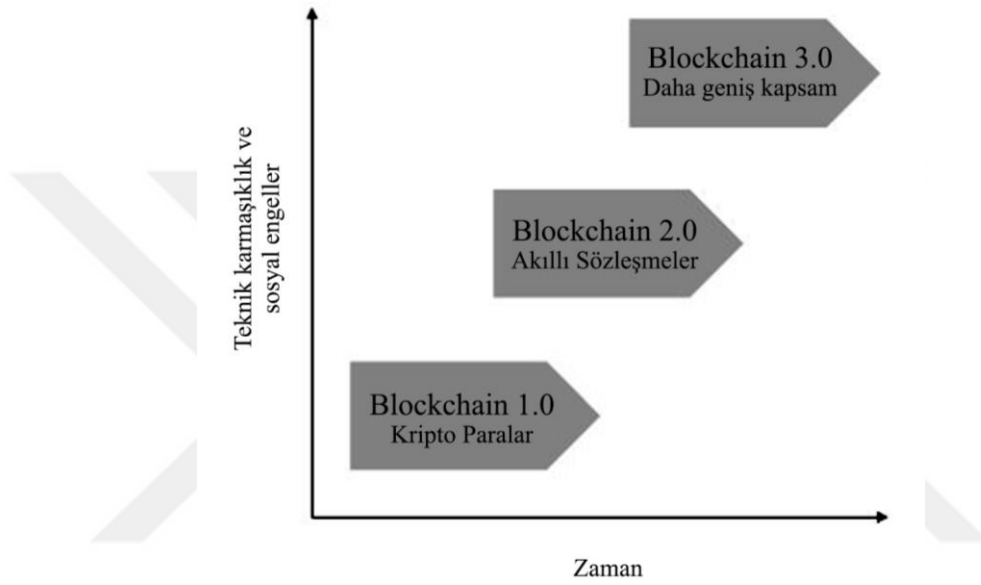


Şekil 2.1. Blok zincir teknolojisinin tarihi süreci (Hart, 2022)

Blokchain teknolojisinin temel düşünceleri 1991 yılında Haber ve Stornetta' nın yazdığı bir makalede anlatılmıştır. Bilgisayar ve internet kullanımının artmaya başladığı bu dönemde dijital ortamda tutulan belgelerin korunması için zaman damgası fikrini ortaya atmışlardır. Bu zaman damgası, belgenin oluşturulduğu tarihi içerecekti. Böylece belgelerin oluşturulma sırasını doğru bir şekilde gösterecek ve oluşabilecek manipülasyonların önüne geçecekti (Suliman ve Albarthi, 2022). 1992 yılında daha fazla kayıtlı bir blokta depolanabilmesi için Merkle Ağaçları Yapısını tasarıma ekleyerek verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. 2004 yılında Hal Finney Tekrar kullanılabilir İş İspatı(RPoW) isimli bir çalışma mekanizması geliştirmiştir. Bu çalışma mekanizmasıyla aynı işlemin yanlışlıkla tekrarlanması ve yolsuzluk eylemlerinin önüne yapılmasının önüne geçilmek istenmiştir (Sümer, 2021).

2008 yılında ise Satoshi Nakamoto adıyla bilinen bir kişi veya grup tarafından yayımlanan ‘Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System’ adlı makalede blockchain sistemi açıkça anlatılmıştır. Bu makalede blokzincir işlemlerin bloklar içerisinde saklandığı açık bir defter olarak tanımlanmıştır. Ayrıca ilk kripto para olan Bitcoin de anlatılmıştır (Zheng vd., 2018).

Swan (2015) blok zincir teknolojisinin gelişim seviyelerini 3’e ayırmıştır (Şekil.2.2) : Blok zincir 1.0, Blok zincir 2.0 ve Blok zincir 3.0 (Hughes vd., 2019).



Şekil 2.2. Blockchain teknolojisinin 3 aşaması (Hughes vd., 2019)

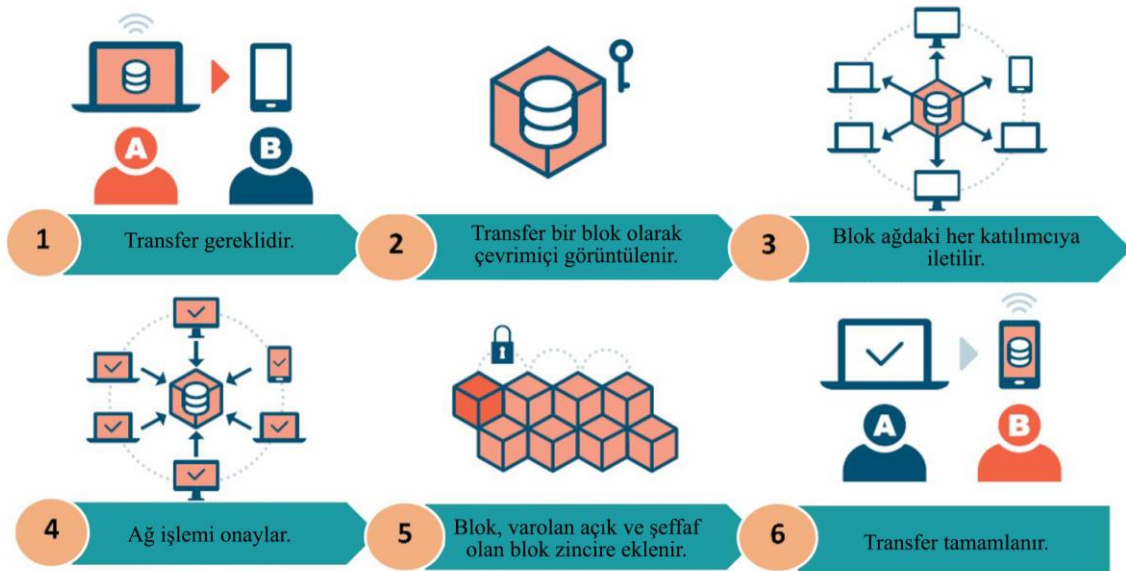
Blockchain 1.0, para ve ödeme sisteminin merkeziyetsizleştirilmesini temsil etmektedir. Bu aşamada kripto paralar, blokzincir teknolojisinin temel elemanları anlatılmaktadır. Blockchain 2.0, piyasaların merkeziyetsizleştirilmesini temsil etmektedir. Akıllı sözleşmeler bu aşamanın en önemli konusudur. Krediler, senetler, sözleşmeler, tahviller gibi çok sayıda finansal ve ekonomik uygulama alanına sahiptir. Blockchain 3.0 ise genel olarak ekonomik ve finansal uygulamaların dışındaki kullanımları temsil eder. İmalat, sağlık, tedarik zinciri, bilim, sanat ve daha birçok alanda kullanılabilir (Tanrıverdi vd., 2019).

2.1.2. Blockchain Teknolojisinin Çalışma Sistemi

Blok zincir, sürekli olarak artan verilerin toplandığı ve saklandığı bir kayıt defteridir. Zinciri oluşturan her bir blok, kendisinden önceki bloğa şifreleme ile bağlanır. Defterler bu işlemlerin toplandığı sistem depolarıdır. Defterlere yeni bloklar eklenebilir ancak defter üzerinde değişiklik

yapılması mümkün değildir. Bu durum işlemlerin ve verilerin güvenli bir şekilde kaydının tutulmasını sağlar (Suliman vd., 2022).

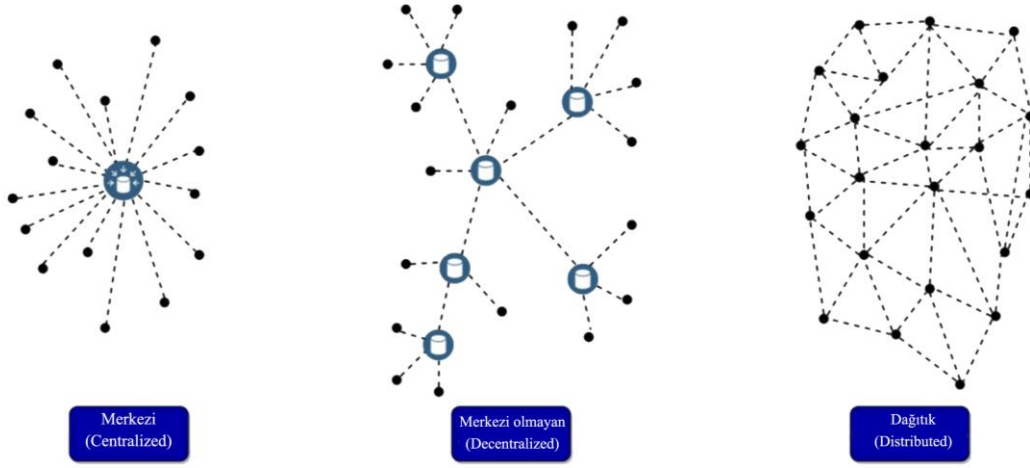
Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi blok zincir üzerinde işlem yapılmak istendiğinde, yapılmak istenilen işlem ağ üzerindeki tüm düğümlere ulaşır. İşlemin gerçekleşmesi bloğun zincire eklenmesinde gerekli olan şifrenin çözülmesi için tüm düğümler çalışır. Şifreyi çözen düğüm bunu, ağ üzerindeki tüm kullanıcılara yayınlar. Ağ üzerindeki tüm kullanıcılar işlemi onaylar ve işlem bloğu zincire eklenmiş olur (Yıldırım, 2019). Blok zincir teknolojisinin temelini oluşturan bazı öğeler vardır. Bunlar: Node(Düğüm), dağıtık ağ yapısı, blok, hashing, merkle ağaçları ve konsensüs mekanizmasıdır. Bu öğeler blok zincirin temel taşlarıdır.



Şekil 2.3. Bir blokzincir defterine yeni transfer edilen verilerin blok olarak eklenmesi (Suliman vd., 2022)

Blok zincir teknolojisi merkeziyetsiz, eşler arası dağıtık bir ağ yapısına sahiptir. Şekil 2.4.'de görüldüğü gibi merkezi yapıda var olan tek bir otorite dağıtık ağ yapısında yoktur. Aynı şekilde sorumlulukların dağıtıldığı grupların bulunduğu çoklu otorite sistemine de sahip değildir. Çok sayıda düğümün doğrudan veya dolaylı olarak birbiriyle bağlandığı bir yapı söz konusudur. Burada ağa dahil olan her düğümün mutabakatıyla işlemler gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen işlem tüm ağ katılımcılarıyla paylaşılarak güncellemeler yapılır. Düğümler işlemlerin gerçekleştirildiği bilgisayarlar veya katılımcılar olarak açıklanabilir. Ağ üzerinde yapılan ve doğrulanan işlemlerin kopyaları tüm düğümlerde bulunur. Bu özellik ile veriler, ağa yapılacak herhangi kötü amaçlı bir müdahaleye karşı kendini korumuş olur. Ayrıca düğümlerde oluşabilecek bir kayıp sebebiyle verilerin yok olması da mümkün olmaz. Dağıtık ağ yapısının sağladığı bir diğer avantaj ise

işlemlerin eşler arası (P2P) gerçekleşmesidir. Veriler üçüncü bir şahıs veya kuruma ihtiyaç duymadan ağ üzerindeki kullanıcılar arasında aktarılır (Hammerstad, 2021; Kula, 2019).



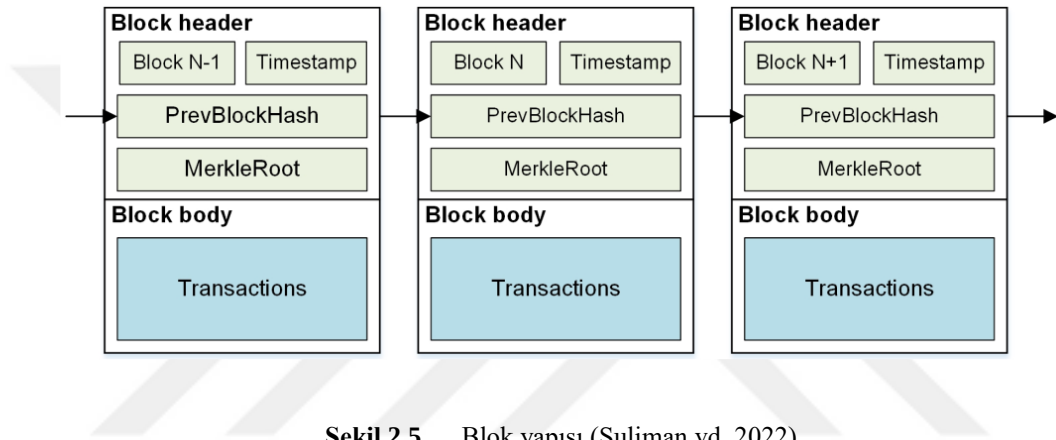
Şekil 2.4. Ağ yapıları (Uztuna, 2019)

Blok zincir ağı üzerindeki her bir katılımcı cihaz düğüm (node) olarak adlandırılmaktadır. IP adresine sahip, internet bağlantısı olan ve depolama yapabilen bilgisayar, tablet, cep telefonu gibi cihazlar düğüm olabilmektedir (Yayla, 2022). Düğümlerin blok zincir ağı üzerinde farklı görevleri vardır. Ağ üzerinde bulunan tüm düğümler doğrulama ve depolama işlemi yapamazlar. Doğrulama işlemleri tam düğümler (full nodes) tarafından gerçekleştirilmektedir. Tam düğümler fikir birliğini sağlamak ve doğrulama işlemlerini yapmakla görevlidirler. Sorumlulukları sebebiyle oldukça kritik rol oynamaktadırlar. Ağın işleyişi üzerine kararlar tam düğümler tarafından alınmaktadır. %51'den daha az düğüm önermeye kabul ederse, teklif onaylanmaz. Böyle bir durumda oluşan anlaşmazlık sonucunda zorunlu çatallanmalar (hard fork) meydana gelmektedir. Bu duruma verilebilecek en iyi örnek Bitcoin Cash ve Ethereum Cash'dir. Diğer önemli bir düğüm çeşidi ise madenci düğümlerdir (mining nodes). Madenciler, blok oluşturmak için yaptıkları işi kanıtlama amacına sahiptirler. Bu sistemdeki fikir birliği mekanizması PoW (iş kanıtı)'dır. Görevi tamamlayan ilk madenci, sonuçlarını ağa dağıtır. Tam düğümler tarafından onaylanan sonuçlar ile zincire blok eklenmiş olur. İşlemi doğrulanan madenci belirli miktarda ödüllendirilir (URL-1).

Adından da anlaşıldığı gibi, blok zincir ağına işlemlerin ve verilerin depolandığı birimlere blok adı verilmektedir. İlk blok başlangıç bloğu (genesis blok) olarak bilinmektedir. Bitcoin'nin ilk bloğudur. Blok 0 veya blok 1 olarak adlandırılmaktadır. Oluşturulan bir blok, doğrulanan işlemlerin bir kayıdır (George, 2023). Bir bloğun yapısı incelendiğinde 2 ana bölümden oluşur: Blok başlığı

ve blok gövdesi. Bu bölümler Şekil 2.5. ve bir bitcoin bloğu üzerinde (Şekil 2.6.) gösterilmiştir. Blok başlığının içeriği şöyledir:

- Blok versiyonu: hangi blok doğrulama kurallarının uygulanacağını gösterir.
- Merkle Kökü: blokta bulunan işlemlerin hash (özet) değeri
- Zaman damgası: 01.01.1970 den beri saniye olarak geçen zaman değeri.
- Önceki blok hash değeri: bir önceki bloğa ait hash değeridir.
- Zorluk: Ağın zorluk derecesi.
- Nonce: her özet hesaplaması için artan ve 0 ile başlayan rastgele sayı (Zheng, 2018).



Şekil 2.5. Blok yapısı (Suliman vd, 2022)

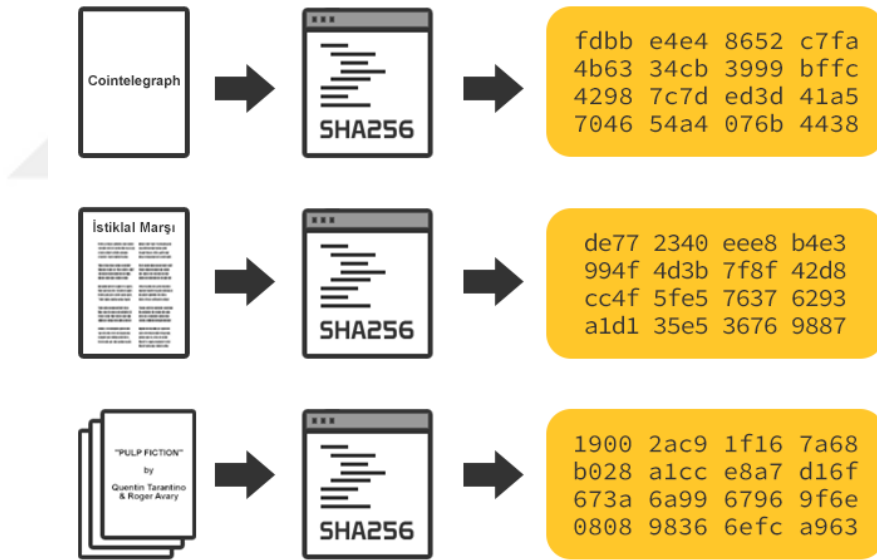
BITCOIN BLOK İÇERİĞİ			
Sihirli sayı		4 byte	"0xD9B4BEF9" şeklinde sabit değer
Yükseklik		4 byte	Blok numarası
BAŞLIK (HEADER)	Versiyon	4 byte	Kullanılan güncel sürüm
	Önceki başlık	32 byte	Önceki blokun başlık özeti (hash)
	Merkle kökü	32 byte	İşlemlerin özet değeri (hash)
	Zaman damgası	4 byte	1 Ocak 1970'ten itibaren geçen süre
	Zorluk	4 byte	Ağın zorluk bilgisi
	Nonce	4 byte	Ağ zorluğuna göre ayarlanmış rastgele sayı
İşlem sayısı		1-9 byte	Belirli uzunlukta tam sayı değeri (integer)
İşlemler		-	Bloktaki transferlerin listesi

Şekil 2.6. Bitcoin blok içeriği (Günen, 2020)

Blok gövdesinde bulunan sihirli sayı, bloğun hash değerini ifade etmektedir. Bloğu tanımlayan özel sayıdır. Yükseklik, bloğun numarasını gösterir. İşlem sayısı, bloktaki toplam işlem sayısını; işlemler ise yapılan işlemlerin bir listesini göstermektedir.

Bloklar, zincire kronolojik sırayla bağlanmaktadır. Bağlanan her blok kendinden önceki bloğun hash değerini de taşır. Oluşturulan bir bloğun değiştirilmesi veya silinmesi mümkün değildir. Bu sayede işlemler ve veriler güvenli bir şekilde depolanabilmektedir.

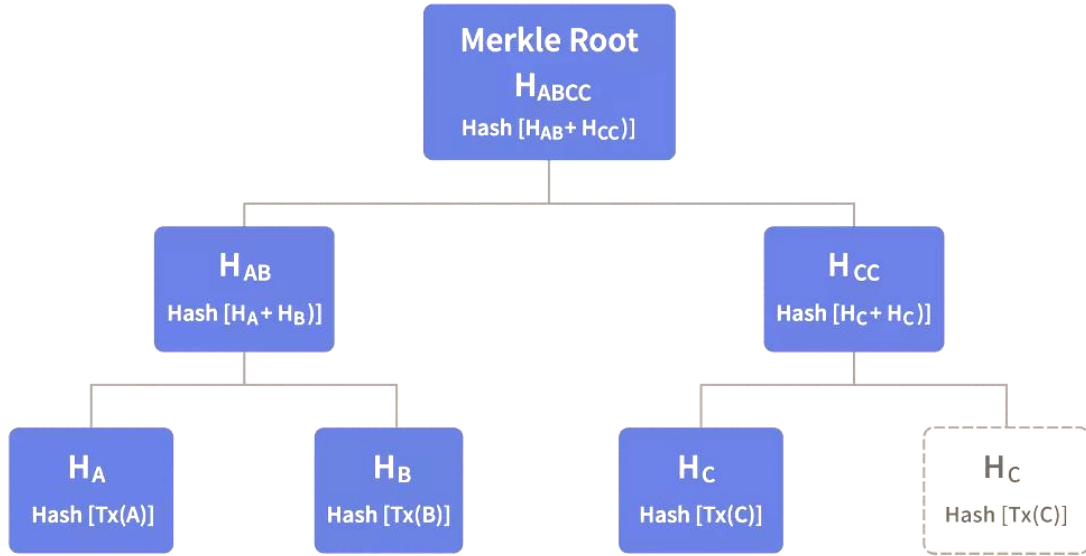
Özetleme (hash), herhangi bir uzunlukta verinin veya dosyanın daha küçük özet bir bilgiye çevrilmesidir. Blok zincir teknolojisinde SHA256 algoritması kullanılmaktadır. Hangi büyüklükte veri girilirse girilsin, 64 karakterden oluşan bir çıktı (Şekil 2.7.) oluşmaktadır. Veri üzerinde yapılacak en küçük değişiklik bile farklı bir çıktının oluşmasına neden olur (Usta ve Doğantekin, 2017). Her çıktı, verisine özgü bir değerdir. Özetleme işlemi blok zincirin üst düzey güvenlik sunmasını sağlamaktadır. Özetleme tek yönlü bir işlem olması sebebiyle geri döndürülerek verilere ulaşılamaz (Güçlü, 2019).



Şekil 2.7. SHA256 özetleme algoritması örneği (Günen, 2020)

Ağ üzerinde gerçekleştirilecek olan bir doğrulama işleminde, doğrulama aşamasında tüm verilerin aktarılması gerektiği için çok fazla işlem gücü ve zaman gerekir. Bu soruna bir çözüm olarak merkle ağacı kullanılmaktadır. Merkle ağacı, depolanması gereken veri miktarını, özetleyerek azaltmaktadır. Böylece veri depolanması için gereken bellek miktarında kayda değer azalma yaşanır. Merkle ağacı (Şekil 2.8), veri setlerinin güvenli ve hızlı bir şekilde özetlenmesini sağlar. İkili bir ağaç yapısı oluşturularak, en alt seviyeden en üst seviyeye kadar ikili grupların

özetlemesi gerçekleştirilir. En üst seviyede tek bir özet değeri kalana kadar işlem devam eder. En son oluşan özet değeri merkle kökü olarak adlandırılır (Usta ve Doğantekin, 2017).

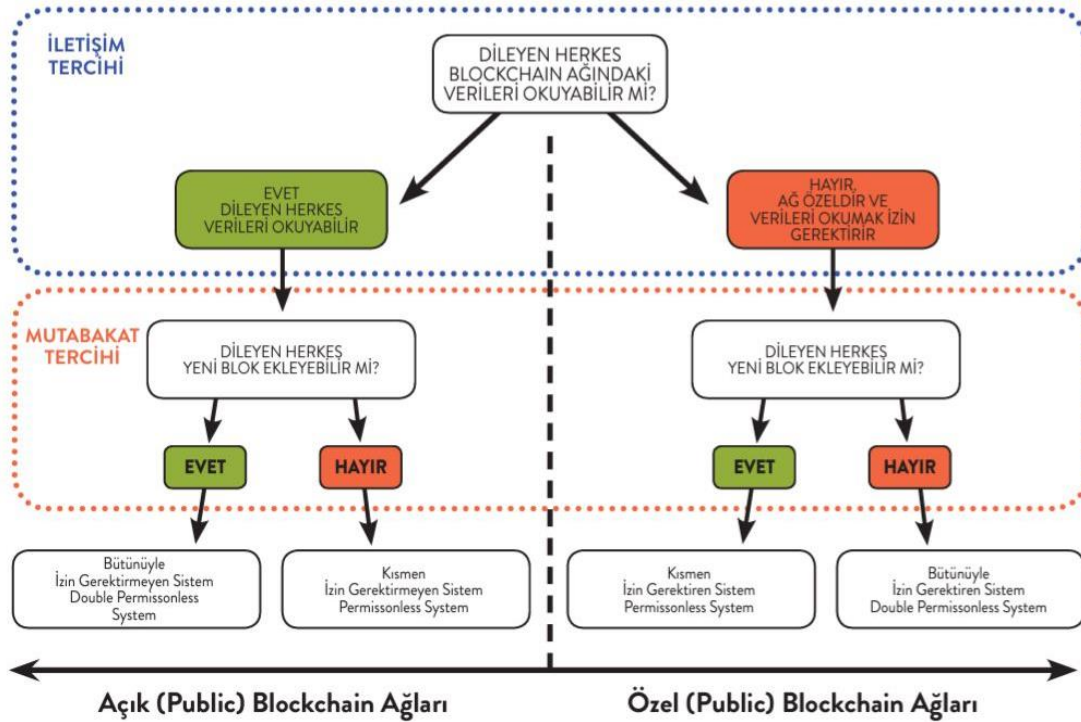


Şekil 2.8. Merkle ağacı (Frankenfield, 2023)

Blok zincir ağı üzerinde bulunan her düğümde verilerin eşlenmiş olması gerekmektedir. Bu durum ağ üzerinde fikir birliği sağlanmasını gerektirir. Blok zincir ağındaki üst düzey güvenlik, var olan verilerin herkesten saklanması değildir. Bloklarda depolanan verilere gizlice müdahale edilmesini engellemektir. Blokların güvenliğini sağlamak adına özetleme ve zaman bilgisi kullanılmaktadır. Dağıtık ağ yapısına sahip olan bu sistemde, blokların tüm düğümlerde mutabakatı sağlanmalıdır. Blok zincir teknolojisinde en çok kullanılan fikir birliği mekanizmaları ise PoW ve PoS'dir (Usta ve Doğantekin, 2017). İş kanıtı (PoW) fikir birliği mekanizması, ağa eklenecek her blok için çözülmesi oldukça zor, doğruluğunun tespit edilmesi oldukça basit olan bir sistem sunmaktadır. Burada özetlemenin belirli bir kurala uygun olması beklenir. Kural, özetlemenin belirli sınırlar dâhilinde olması ya da özet değerinin belirli bir diziyle başlaması olabilmektedir. Bıçtin de fikir birliği mekanizması olarak bu sistem kullanılmaktadır ve bu işleme madencilik adı verilmektedir (Ünal ve Uluyor, 2020). Ağ üzerindeki düğümler, ağa blok eklenmesinde adeta bir bulmacayı çözmek için rekabet ederler. Hesaplama aşamasında çok sayıda deneme yapılır. Denemeler sonucunda çözüme ilk ulaşan düğüm, ağda sonucu yayınlar. Her bir blok eklenmesinde çözümü sunan düğüm ödüllendirilir (Nawari ve Ravindran, 2019b). Bir diğer fikir birliği mekanizması ise hisse kanıtı (PoS)'dir. PoS, PoW' a alternatif olarak kurulmuş bir sistemdir. PoW da ki gibi ciddi enerji tüketimi gerektirmez. Bu sistemin kullanıldığı ağlarda genellikle önceden

belirlenen miktarda dijital varlık üretimi yapılmış olur. Bu sebeple dijital varlık oluşturma yani madencilik işlemi yapılmaz. Çünkü tüm dijital varlık ilk başta üretilmiştir. Katılımcılar sahip oldukları dijital varlıkları hisse olarak kilitlerler. Ağa blok eklemek istediklerinde, bloklar için hesaplarındaki dijital varlıklardan istedikleri kadarını kilitlerler. Zincire bloğun eklenmesiyle her katılımcı kilitledikleri dijital varlıklarla orantılı olarak işlem ücretlerini almış olurlar. (Usta ve Doğanterkin, 2017).

Blok zincir ve özellikleri anlatılırken genellikle herkes için açık olduğundan bahsedilir. Lakin bu tamamen doğru bir bilgi değildir. Blok zincir ağının herkese açık olduğu düşünüldüğünde gizlilik sorunlarının ortaya çıkması muhtemeldir. Aslında burada bahsedilen blok zincir ağı, blok zincir türlerinden biri olan halka açık blok zincirdir. Blok zincir türleri açısından üçe ayrılmaktadır. Bunlar, açık blockchain, özel blockchain ve konsorsiyum blockchain'dir. Açık blok zincir yapısı, ağa katılmak isteyen herkese açıktır. Ağa katılan herkes işlem talebinde bulunabilir ve doğrulama yapabilir. Özel blok zinciri, herkese açık olan bir sistem değildir. Ağa katılım, ağın kurucusu ve başlatıcısı tarafından onaylanır. İşlemler ağda bulunan herkes tarafından değil belirli düğümler tarafından onaylanır. Konsorsiyum blok zincir ise hibrit bir yapı sunmaktadır. Sadece önceden belirlenen düğümler blok üretebilirler. Geriye kalan katılımcılar ise sınırlı düzeyde veriye erişebilirler (Ye vd., 2018). Blok zincir türleri Şekil 2.9.'da kısaca açıklanmaktadır.



Şekil 2.9. Blok zincir türleri (Usta ve Doğanterkin, 2017)

2.1.3. Blockchain Teknolojisinin Kullanım Alanları

Blok zincir teknolojisinin çıkışı 1990'lı yıllara kadar dayanmasına rağmen adını tam olarak duyurması Bitcoin'in çıkışıyla olmuştur. Zamanla blok zincir teknolojisi kullanılarak üretilen kripto paraların artmasıyla da popülaritesi artmıştır. İlk başlarda tamamen kripto paralar ile kullanılması sebebiyle sadece finans sektöründe kullanılan bir teknoloji gibi görünse de blok zincir teknolojisi pek çok uygulama alanına sahiptir. Ancak mevcut sistemin işleyişi ve kuralları blok zincir teknolojisinin kullanımına imkân vermeyebilir. Bu sebeple blok zincir teknolojisinin adaptasyonu istenen sektör bağlamında avantaj ve dezavantajlarının değerlendirilmesi gerekir (Sümer, 2021).

Dijital varlıklar ve dijital varlıkların temelinde yatan blok zincir teknolojisi, her geçen gün dünya çapında etkisini arttırmaktadır. Bazı ülkeler bu teknolojik gelişmeye olumlu bakarken bazı ülkeler ise olumsuz olarak değerlendirmektedir. Özellikle Çin ve Rusya kripto paralara tamamen karşı çıkarak yasaklamalar getirmişlerdir. Malta, İsviçre, ABD, Estonya, Singapur, Japonya gibi ülkeler ve Avrupa birliği ülkeleri blok zincir teknolojisine olumlu bakmaktadır ve blok zincir üzerine çalışmalara başlamışlardır. Türkiye ise blok zincir uygulamasına olumlu bakan ülkeler arasındadır. Blok zincir teknolojisi üzerine ilk finansal proje 2018 yılında BİST tarafından gerçekleştirilmiştir. Kuruluşu TÜBİTAK Bilgem tarafından yapılan Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, blok zincir teknolojisi ve dijital varlıklar üzerine akademik çalışmalar yapmakta ve bu alanda yapılan çalışmaları desteklemektedir (Durbilmez ve Türkmen, 2019).

Blok zincir teknolojisi sahip olduğu altyapı sayesinde birçok sektörde değişim ve gelişimi vadetmektedir. Finans, sağlık, yapay zekâ, kamu sektörü, eğitim, enerji sektörü ve lojistik bu alanlardan bazılarıdır (Özyürek, 2021).

Finans Sektörü

Bitcoin gibi blok zincir teknolojisi de ekonomi ve finansal sektörler üzerinde etki yaratmıştır. Blok zincir teknolojisinin bankacılık sektöründe devrim yaratması beklenmektedir (Zheng vd., 2018). Dünya çapında çok sayıda banka ve finans kuruluşu, blok zincir teknolojisinin sektördeki kullanım alanlarını araştırmaktadır. Bankacılık sektöründe öncelikli kullanım alanının dijital varlıklar ve para akışıdır. Ödeme işlemleri, para aktarımı, takas yönetimi, dijital kimlik uygulamaları, veri dokümantasyonu finans sektöründe ki uygulama alanlarına örnektir (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).

Blok zincir teknolojisinin sunduğu üst düzey güvenlik sayesinde finansal dolandırıcılık işlemleri ve siber saldırılar büyük oranda engellenmiş olacaktır. Akıllı sözleşmelerde, tüm işlemlerin şeffaf olması ve değiştirilemez olması sebebiyle üçüncül kişi veya kurumlara gerek duymadan güvenilir bir şekilde sözleşmeler uygulanabilir. Üçüncül kişi veya kurumlara ihtiyaç duymaması sebebiyle işlemlerin otomasyonu sağlanır ve işlem süreleri ve maliyetleri oldukça

azalır. Bu durum finans sektöründe verimliliği arttırabilir. Yapılan işlemlerin değiştirilemez ve silinemez olması sebebiyle değerli belgelerin, kullanıcılara ait bilgilerin değiştirilmesi ve silinmesi mümkün olmadığı için tüm veriler güvenli bir şekilde saklanır ve aktarılır. Blok zincir teknolojisi, güven düzeyini arttırarak, işlem sürelerini kısaltarak ve işlem maliyetlerini düşürerek finans ve bankacılık sektörüne değer katmaktadır (Özyürek, 2021).

Kamu Sektörü

Blok zincir teknolojisi, verilerin şeffaf, güvenilir ve aracısız bir şekilde depolanması, saklanması ve transfer edilmesine imkân sağlayan bir teknolojidir. Sağladığı bu avantajlar ile sadece özel sektörde değil kamu sektöründe de dikkatleri üzerine çekmektedir (Aste vd., 2017). Blok zincir teknolojisi kamu sektöründe oylama, gümrük ve sınır kontrolü, doküman yönetimi, enerji dağıtımı, akıllı sözleşmeler, vatandaşlık ve kimlik yönetimi, pasaportlar, vergi sistemi, sosyal güvenlik sistemi, tapu işlemleri ve e-devlet sisteminde kullanılabilir. Seçimlerde ve oylama işlemlerinde katılımcıların istedikleri yerden oylamaya katılarak ve kimlik bilgileri korunarak oy kullanması sağlanabilir. Böylece seçimler kısa zamanda az maliyetle sonuçlandırılabilir. Vatandaşlık, kimlik ve pasaport işlemlerinde kullanıcılara ait veriler güvenle saklanır, doğrulama ve farklı hizmetler arasında veri geçişi hızlanabilir (Ceylan ve Işık, 2023; Ünsal ve Kocaoğlu, 2018; Özyürek, 2021).

Sağlık Sektörü

Blok zincir teknolojisi sağlık sektöründe, kamu sağlık yönetimi, uzun vadeli sağlık kayıtları, otomatize edilmiş sağlık değerlendirmeleri, çevrimiçi hasta erişimi, hastalara ait sağlık verilerinin tüm sağlık çalışanları ile paylaşılması, ilaç sahteciliği gibi çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Özellikle klinik çalışmalarda elde edilen verilerin bilimsel güvenilirliğinin (kayıp veya eksik veri sorunu gibi) sağlanmasında kullanılabilir (Casino vd., 2019). Hastalara ait veriler sağlık alanındaki en önemli unsurlardan biridir. Hasta kayıtlarının ve hastalara ait sağlık geçmişlerinin, tedavi süreçleri ve tedavideki ilerlemesiyle ilgili her türlü verinin güvenle depolanması blok zincir altyapısıyla sağlanabilir (Al-Jaroodi vd., 2019). Ayrıca hasta verilerinin saklanması ve transferi dışında, faturalandırmalar, ilaç tedarik zinciri ve reçete işlemleri, pandemi ile mücadele gibi alanlarda da kullanımı mümkündür (Aydar ve Çetin, 2020). Bahsedilen alanlarda blok zincir teknolojinin kullanımı tam anlamıyla gerçekleşmemiştir ancak teknolojinin her geçen gün daha fazla benimsenmesiyle birlikte bu uygulamalarında hayata geçeceği öngörülmektedir.

Enerji Sektörü

Blok zincirin enerji sektöründe ki uygulama alanları süreçler ve platformlar açısından büyük bir etkiye sahip olabilir. Maliyetlerin azalmasını, yeni iş sahalarının oluşmasını, veri güvenliğini, mülkiyet haklarını, enerji piyasasının şeffaflığını ve güvenliğini sağlayabilir. Diğer sektörlerde olduğu

gibi enerji sektöründe de verilerin güvenli ve hatasız şekilde saklanması ve transferi edilmesi oldukça önemlidir. Blok zincir teknolojisi aracı kişi veya kuruluşlara ihtiyaç duymaması sayesinde enerji üreticisi ve tüketicisi arasında doğrudan bir bağlantı sağlanabilir. Böylece maliyetler düşebilir ve işlemler hızlanabilir (Ceylan ve Işık, 2023). Enerji sektöründeki önemli blok zincir atılımlarından biri mikro şebekelerdir. Mikro şebekelerin amacı enerji üretim ve tüketiminin kontrolü, enerji verimliliği ve güvenilirliğidir. Dağıtılmış enerji kaynakları ile yerleştirilmiş enerji istasyonları oluşturulur. Bu sayede enerji ticaretinde aracı kurumlar kaldırılır ve maliyetler azalır (Al-Jaroodi vd., 2019).

Eğitim Sektörü

Blok zincir teknolojisi eğitim sektöründe hem idari işlemlerde hem de eğitim yöntem ve süreçlerinde uygulama alanına sahiptir. Öğrencilere ait eğitim ve kişisel bilgiler güvenli depolanabilir. Alınan sertifikalara ve eğitimlere ait belgeler ağ üzerinde depolanıp doğrulanabilir. Bu sayede evrakta sahtecilik engellenmiş olur. Bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilen telif ve mülkiyet hakları blok zincir teknolojisi ile güvence altına alınabilir. Araştırmacıların bilimsel faaliyetleri takip edilebilir. Böylece blok zincir teknolojisi sunduğu şeffaf ve güvenilir altyapısıyla eğitim sektöründe de etkisini gösterecektir (Özyürek, 2021).

Blok zincir teknolojisini takip etmek, geliştirmek, blok zincir teknolojisi üzerine eğitimler vermek ve araştırmalar yapmak için üniversiteler bünyelerinde Araştırma Merkezleri kurmaktadır. Bu atılımın ülkemizde de örnekleri mevcuttur. Türkiye'deki ilk blok zincir araştırma merkezi Bahçeşehir Üniversitesi tarafından kurulmuştur. Sonrasında ise Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesinde de blok zincir araştırma merkezleri açılmıştır (Özyürek, 2021).

Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri çok sayıda alt sektörü ve hizmet çalışanını bir araya getiren geniş kapsamlı bir sektördür. Çok sayıda alt sektörün ve hizmet çalışanını bir arada çalışması iş akışında sorunlara, zaman kaybına ve maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Blok zincir teknolojisi sahip olduğu güvenli ağ sayesinde üretici ve tüketici arasında şeffaf, açık ve güvenilir bir çalışma sistemi oluşturur. Yapılan işlemlerin ve kayıtların tam zamanlı olarak tutulduğu bir dijital kayıt defteri olarak iş görebilir. Ürünlerin üretimden kullanıcıya kadar ki tüm yaşam döngüsü boyunca izlenmesini sağlayabilir. Akıllı sözleşmelerin kullanımı üreticiden tüketiciye her aşamada üçüncül kişi veya kurumları aracı kılmadan ticaretin yapılmasını sağlayabilir (Özyürek, 2021). Teslimatlar da oluşan gecikmeler, belge kayıpları veya eksiklikleri, ürün menşei sorunu, veri aktarımındaki hatalar, ürünlerin barkod ve seri numaraları, telif hakları, ödemeler ve faturalandırma işlemleri blok zincir teknolojisi sayesinde çözüme ulaştırılabilir ve kolaylaştırılabilir.

Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmelerden ilk olarak 1994 yılında Nick Szabo tarafından bahsedilmiştir. Szabo akıllı sözleşmeleri, sözleşmelerin şartlarını gerçekleştiren bilgisayar sistemleri olarak tanımlamıştır. Bitcoin ve Bitcoin'in temelini oluşturan blok zincir teknolojisinin ortaya çıkışıyla, blok zincir teknolojisinin sahip olduğu özellikler ile sadece para transferi değil başka alanlarda da çalışma potansiyeli oluşturulmaya çalışılmıştır. 2013 yılında Vitalik Buterin, Ethereum olarak adlandırdığı dijital varlığı ve blok zincir tabanlı akıllı sözleşmeleri tanıtmıştır (Usta ve Doğanekin, 2017). Blok zincir tabanlı akıllı sözleşmeler merkezi bir otorite olmadan taraflar arasında kuralları ve şartları önceden belirlenmiş sözleşmelerin bilgisayar dilinde kodlanmasıyla otomatik olarak hayata geçirilmesi olarak tanımlanabilir (Yıldız, 2019). Akıllı sözleşmeler programlama dillerinde (Solidity, Web Assembly vb.) yazılarak kodlanırlar. Ethereum, EOS, Neo, Tron, Algorand, Avalange gibi dijital varlıklar en popüler akıllı sözleşme platformlarındandır. Ethereum akıllı sözleşme platformunda kodlamalar blok zincir üzerinde saklanarak, sözleşmenin şeffaf ve güvenilir olmasını sağlayacaktır. Bu sayede sözleşme tüm düğümlerde bulunacaktır. Herhangi bir kişinin hatta sözleşmeyi oluşturan düğüm dâhil, sonradan sözleşme üzerinde değişiklik yapması mümkün değildir (URL-2). Geleneksel sözleşmelerle karşılaştırıldığında işlemler otomatik olarak gerçekleştirildiği için işlemler hızlanacak, işlem maliyetleri düşecek ve insan kaynaklı oluşacak hatalar azalacaktır. Aracı kurum veya kişilere ihtiyaç duymaması sebebiyle işlem maliyetleri azalacaktır. Blok zincir yapısının sahip olduğu dağıtık ağ yapısı sayesinde kötü amaçlı bir girişim, sözleşme üzerinde değişiklik yapılması, tarafların sözleşmeden çekilmesi, sözleşmedeki kurallara uyulmaması gibi bir durum söz konusu değildir (Usta ve Doğanekin, 2017). Blok zincir tabanlı akıllı sözleşmelerin birçok sektörü etkileyeceği ve kullanımının artacağı öngörülmektedir.

Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti 21. Yüzyılın başlarından beri var olan ve kullanılan ancak tam anlamıyla benimsenmemiş bir teknolojidir. İnternet aracılığıyla herhangi bir cihaz veya nesneye bağlanarak aracı yazılımlar veya cihazlar yardımıyla veri akışı sağlamaktır. Bir nesnenin istenilen herhangi bir zaman veya yerdeki verilerine ulaşabilme ve veri aktarımı sağlamayı amaçlayan bir sistemdir. Bu sistemin en büyük açığı ise veri güvenliğidir (Taşçı ve Güzel, 2023). IoT – Blok zincir teknolojisi entegrasyonu ise bu sorunu çözebilecek niteliktedir. Blok zincir teknolojisinin şeffaf ve güvenilir alt yapısıyla IoT ile veri transferlerindeki verilerin güvenliği sağlanır. Blok zincir sisteminin tam zamanlı işlem kaydı ile veri kaybı veya veri sızıntısı engellenebilir. Cihazlardan alınan veriler aracı bir kuruma, cihaza veya kişiye ihtiyaç duymadan blok zincir altyapısıyla güvenilir bir şekilde aktarılabilir (Duman ve Şen, 2019).

2.1.4. Blockchain Teknolojisinin İnşaat Sektöründe Kullanımı

İnşaat sektörü, tarih boyunca insanlığın hayatta kalma mücadelesinde önemli bir konumda olmuş ve çok sayıda insanın istihdam edilmesini sağlamıştır. İnsanların konar-göçer hayatı bırakıp yerleşik hayata geçmesiyle geleneksel yapı ve yapım teknikleri ortaya çıkmıştır. Teknoloji devrimi, çeliğin seri üretiminin yapılmasıyla inşaat sektöründe yeni bir dönemi başlatmıştır. İlerleyen yıllarda daha çok gelişen ve değişen teknoloji, tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektörünü de etkisi altına almıştır. Gelişen teknoloji ve bu gelişime uyum sağlayan birçok sektörün var olmasının aksine inşaat sektörü, çok sayıda alt sektör ve endüstriyle birlikte çalışmasının yanı sıra çok fazla sayıda insanın, sorumluluğun ve aşamanın entegre çalışmasını gerektiren karmaşık bir sektör olması sebebiyle dijitalleşme yolunda büyük direnç göstermektedir (Hamma-adama vd., 2020).

Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesi, nesnelerin interneti(IoT) ve bulut ortamlarının inşaat sektörü ile adaptasyonu, sektörde yeni bir dijital dönüşüm başlamıştır. Bu değişimler yapıları çevrenin, kendisi ve sayısallaştırılmış temsili arasında eş zamanlı olarak yapımına, takibine ve yönetimine olanak sağlamaktadır. Dijital dönüşüme katkı sağlayan bir diğer teknoloji ise blok zincir teknolojisidir. Kendisini özellikle finans sektöründe gösteren blok zincir teknolojisi, birçok farklı alanda yeni bir dijital dönüşümün anahtarı olmuştur. Bu teknolojiye olan eğilim, inşaat sektöründe de artan bir ivme yakalamıştır.(Pattini vd., 2021)

4. Sanayi devriminin önemli bir parçası olarak ortaya çıkan blok zincir teknolojisi, çok sayıda sektör ve şirket tarafından çığır açan bir teknoloji olarak görülmektedir. Bu teknolojinin merkeziyetsiz, üçüncü taraflara ihtiyaç duymayan, bir mutabakat mekanizmasından oluşan kriptografik yapısının yürütülen işlemlerin şeffaf ve tarafsız olmasını sağlaması sebebiyle çoğu sektörde olduğu gibi inşaat sektörünün de odak noktası haline gelmiştir. (Mohammed vd., 2021) Sektörün çok parçalı yapıya sahip olması, çok sayıda alt sektörü içinde barındırması sebebiyle yapı üretim sürecinin her aşamasında blok zincir teknolojisinden yararlanmak ve süreçlerin iyileştirilmesini sağlamak mümkün görülmektedir.

Yapı Bilgi Modellemesi ve Blok Zincir Teknolojisi

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), bina yaşam döngüsü boyunca sürece dâhil olan uygulayıcılar ve sektör profesyonelleri için merkezi bir yapı modeli ve çalışma platformu oluşturmaktadır. Yapının yaşam döngüsüne BIM'ın entegre edilmesiyle tasarımdan yıkıma kadar tüm aşamalar kontrol edilebilmektedir. BIM kullanımıyla yapım süreci başlamadan önce yapının sanal inşasının gerçekleştirilmesi, simülasyonların ve analizlerin yapılmasıyla hatalar tespit edilebilir ve gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir. Gerekli tüm semantik, geometrik, finansal ve zamansal bilgilerin tek bir modele işlenebilmesi AEC sektörü için büyük bir dijitalleşme adımıdır. BIM'ın en önemli özelliklerinden biri, inşaat sektörünün karmaşık ve çok paydaşlı çalışma ortamını, işbirliğine dayalı bir ağ ortamına dönüştürmesidir. BIM farklı gelişmişlik seviyelerine sahiptir. 2.Seviye BIM farklı

disiplinlerin oluşturduğu üç boyutlu sanal yapı, bu yapıya ait çizimlerin, iş planlamalarının yapıldığı verilerin oluşturulduğu, toplandığı, depolandığı ve aktarıldığı seviyeyi tanımlamaktadır. Bu seviyedeki işbirliği ve organizasyonun yetersiz görülmesi sebebiyle 3. Seviye BIM'e geçilmektedir. 3.Seviye BIM, web servisleri vasıtasıyla tümüyle erişilebilir, şeffaf süreç ve veri entegrasyonunu kapsamaktadır. Bu bağlamda BIM ile akıllı sözleşmelerin ve blok zincir teknolojisinin entegrasyonu ile süreç kolaylaştırılabilir. BIM, DLT, akıllı sözleşmeler ve IoT'nin entegrasyonu, inşaat faaliyetleri ve tesis yönetimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (Li vd., 2019). Bu işbirlikçi ağ ortamı, blok zincir teknolojisinin sunduğu dağıtılmış defter teknolojisiyle desteklendiğinde güven düzeyinin arttığı, risklerin paylaşıldığı, tüm sürecin açık olarak takip edilebildiği, telif haklarının korunduğu bir sistem ortaya koyabilir. Özellikle entegre proje teslim (IPD) sürecinde etkili olabilir. Oluşturulan merkezi yapı bilgi modeli üzerinde yapılan tüm değişikliklerin kaydı güvenilir bir şekilde blok zincir teknolojisi aracılığıyla tutulabilir (Nawari ve Navindran, 2019c).

Bir yapının sanal ortamdaki eşi olarak tanımlanacak yapı bilgi modeli, birçok çalışanın ve disiplinin bir arada çalışmasını sağlayacak bilgi ve veri paylaşım ortamı olarak kabul edilebilir. Sektöre çok fazla açıdan katkı sağlamasına rağmen benimsenmesinin önünde bazı engeller bulunmaktadır. Bunlardan biri hukuki açıdan eksikliklerin ve telif hakkı sorunlarının olmasıdır. Bu sorunlara çözüm oluşturabileceği düşünülen blok zincir teknolojisinin güven problemlerini ortadan kaldıracı olduğu düşünülmektedir. Standart proje teslim ve ödeme yöntemlerinde kullanılan yöntemler çok sayıda belge oluşturulmasına, zaman kaybına, yüksek maliyetlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Blok zincir teknolojisinin sunduğu altyapı sayesinde ağ üzerinde oluşturulan akıllı sözleşmeler ile aynı anda herkeste bir kopyasının bulunduğu, ödeme güvenliğinin üçüncül kişi veya kurumlara verilmediği, zaman kaybının ortadan kalktığı ve işlem maliyetlerinin azaldığı bir ortak veri paylaşım ortamı oluşmaktadır. Bu sayede BIM ve blok zincir entegrasyonu ile güvenilir, şeffaf, açık bir sistem oluşmaktadır (Shojaei vd., 2020).

Tedarik Zinciri Yönetimi

İnşaat sektörü, sadece bölgesel ekonomi üzerinde değil dünya ekonomisi üzerinde de önemli bir paya sahiptir. Çok sayıda hizmet çalışanın aktif rol alarak, karmaşık ve büyük ölçekli ürünler ortaya çıkarılmaktadır. Çıkarılan ürünlerin proje temelli ve özgün değere sahip olması sebebiyle teknoloji gelişmelere olan adaptasyonu diğer sektörlerle karşılaştırıldığında oldukça güçtür (Perera vd., 2020). İnşaat sektörü, inşaat malzemelerinin üretimi, taşınması, teslimatı, üreticiler, işçiler ve hizmetlerden oluşan kompleks bir tedarik zincirine sahiptir. Teknolojinin kullanımı açısından direnç gösteren inşaat sektöründe, bazı büyük firmalar haricinde taraflar arası yapılan sözleşmeler, inşaat kayıt defterleri gibi neredeyse tüm işlemler manuel olarak hazırlanmakta ve depolanmaktadır. Bu durum verilerin yanlışlıkla silinmesi veya kaybolması durumunda paydaşlar

arası güven problemlerine yol açmaktadır. Bu aşamada blok zinciri adaptasyonu ile oluşturulacak ağ sayesinde şeffaf ve güvenilir bir çalışma ortamı oluşturulabilir, tedarik zinciri yönetim süreçleri geliştirilebilir ve iyileştirilebilir. Blok zincirin tedarik zincirinde kullanımı ile işveren ve üretici arasında doğrudan bir bağ kurulabilir böylece süreç içerisindeki iş adımları azalabilir. Blok zincirin kullanımı sadece güven ve şeffaflık vadetmemektedir. Tüm paydaşlar için zaman ve maliyet bağlamında da kazanç sağlayabileceği öngörülmektedir (Kiu vd., 2022). Bir ürünün üretimi, çıkarılması, taşınması, depolanması, dağıtıcılara ulaşması gibi aşamalarda blok zincir teknolojisi ile verilerin eksiksiz ve doğru bir şekilde aktarılmasıyla ve takip edilmesiyle, sahte ürünlerin piyasaya sürülmesi ve kullanılması engellenebilir (Wong, vd., 2020).

Para Akışı, Ödeme Sistemi ve Akıllı Sözleşmeler

İnşaat sektöründe ödemeler, kısmi olarak yapılmaktadır. Yapılan kısmi ödemeler hakediş olarak adlandırılmaktadır. Hakedişler belirlenen aralıklarla iş bitimlerinde ödenmektedir. İşverenin ana yükleyiciye, ana yüklenicinin alt yüklenicilere, alt yüklenicilerin ise taşeronlara manuel olarak ödeme yaptığı basamaklı ve zincirleme bir yapı bulunmaktadır. İnşaat sektöründe her projenin kendine özgü olması proje yönetim sürecinin de projeye özel olmasına sebep olmaktadır. Bu durum farklı proje yönetim stratejisi geliştirilmesine, farklı zamanlarda farklı hizmet çalışanlarının farklı protokollerle bağlanmasına sebep olmaktadır (Luo vd. 2019) Ödemelerde oluşacak herhangi bir aksaklık veya gecikme sistemde ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Ödemelerde yaşanan sorunlar, firmaları veya kişileri sadece finansal zararlar ve olumsuzluklarla değil, güven ve şeffaflık problemleriyle de karşı karşıya getirmektedir. Bu bağlamda inşaat sektöründeki en önemli sorunlardan birinin ödeme sistemleri ve para akışı olduğu görülmektedir. Bu sorunlara çözüm getirebilecek en yeni sistem ise blok zincir teknolojisidir. Blok zincir teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan akıllı sözleşmeler, sözleşme şartlarının ve yükümlülüklerinin otomatize edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Blok zincir üzerinde oluşturulan bir protokol olan akıllı sözleşmeler, ödemelerin hızlı, otomatik ve güvenli bir şekilde yapılmasını sağlayacağı öngörülmektedir (Ahmadisheykhsarmast ve Sönmez, 2020).

Akıllı Şehirler

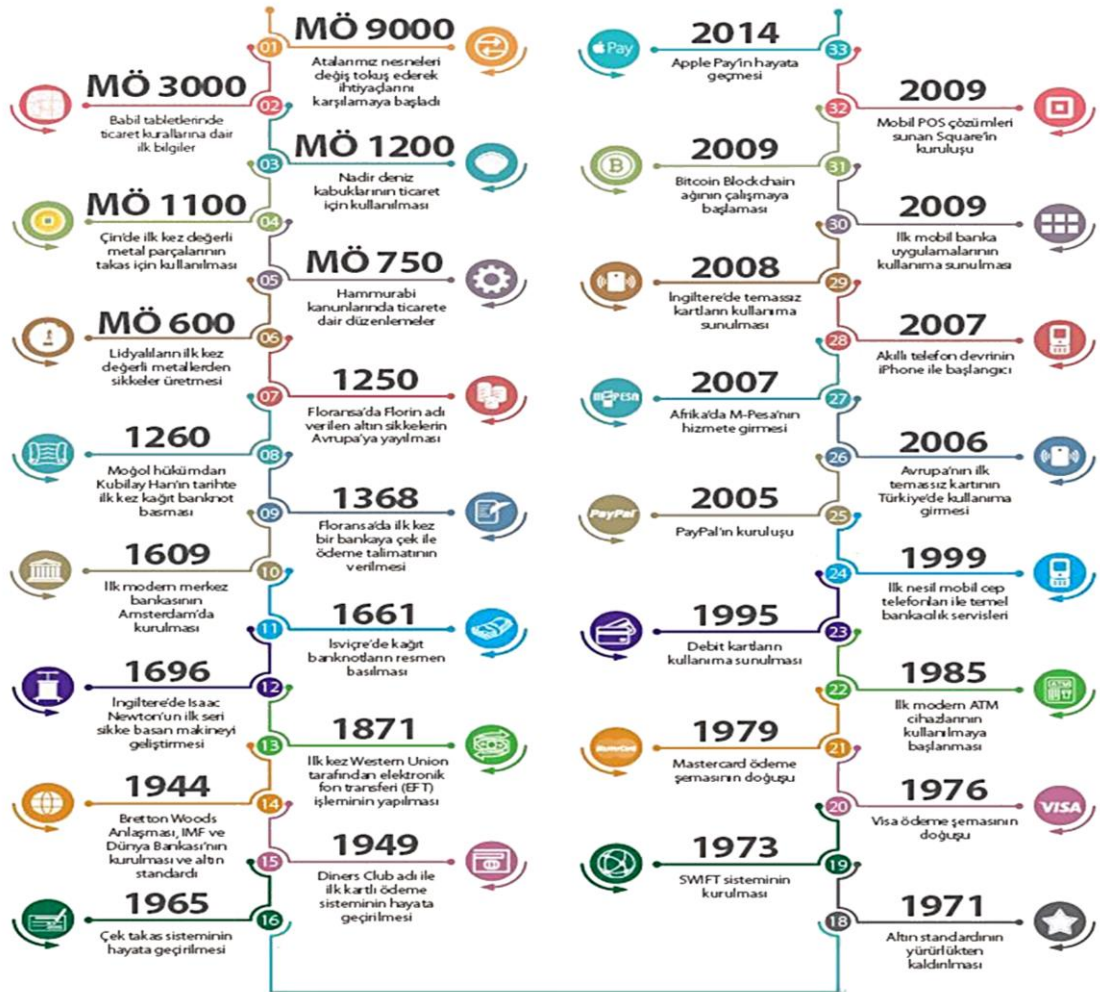
Kentleşmenin ve nüfus yoğunluğunun hızlı bir şekilde artması tüketim ihtiyacının artmasına ve şehir yönetim sistemlerinin zorlanmasına sebep olmaktadır. Bu durum kaynak kullanımının ve yönetimin sürdürülebilir ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. İnsanların ve şehir altyapısının, internet ağı ve IoT aracılığıyla birbirlerine bağlanarak veri akışının sağlandığı sürdürülebilir ve etkin yaşam sunan şehirler, akıllı şehirler olarak adlandırılmaktadır. Altyapı, iletişim, ulaşım, sağlık, eğitim, yapılı çevre, enerji tüketimi ve tasarrufu, güvenlik, atık ve geri

dönüşüm sistemleri gibi birçok alanda halka üst düzey hizmet sunmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda blok zincir teknolojisinin akıllı şehirlerin oluşturulmasında oldukça yararlı olacağı öngörülmektedir. Sağlık alanında hastaya ait tüm verilerin güvenli bir şekilde toplanması, depolanması, sağlık hizmeti veren kurum ve kişiler tarafından hızlı bir şekilde ulaşılabilir olması blok zincir altyapısı ile sağlanabilir. Enerji tüketimi ve dağıtımı alanında, üretici ve alıcı arasındaki işlemler aracı kurum ve kişilere bağlı olmadan gerçekleştirilebilir. Akıllı sayaç sistemleri sayesinde tüketim ve kişisel veri güvenliği sağlanabilir ve ödemeler otomatize edilebilir (Bhushan vd., 2020).

Blok zincir teknolojisi, kamuda bilgi ve veri yönetiminde fayda sağlayabilir. Kamu gelir ve giderlerinin belirlenmesi, ödeneklerin aktarılması, ihalelerin ve sözleşmelerin yapılması gibi birçok alanda işlemlerin şeffaf, güvenilir ve hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar. Artan nüfus, nüfus ve vatandaşlık işlemlerinin artmasına sebep olmaktadır. Artan verilerin depolanması ve işlenmesi aşamasında blok zincir teknolojisi etkin bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca üst düzey güvenliğin gerektiği işlemlerden olan seçimlerde, seçmen kayıtlarının tutulması, oyların sayılması ve her türlü usulsüzlüğün engellenmesinde güvenli bir altyapı oluşturabilir (Wong, vd., 2020).

2.2. Dijital Varlıklar (Kripto Paralar)

Paranın tarihi serüveni (Şekil 2.10) incelendiğinde neredeyse insanlığın varoluşu kadar eski olduğu görülmektedir. Kesin bir tanımı olmamakla beraber farklı kişiler ve uzmanlık alanları parayı farklı tanımlamışlardır. Para, Türk Dil Kurumu tarafından devletler tarafından bastırılan, üstünde değeri yazılmış olan kâğıt veya madeni ödeme aracı olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2024). Daha genel bir bakış açısıyla alınan bir malın ya da yapılan bir hizmetin karşılığında alınan ya da verilen, herkes tarafından kabul görmüş her şey olarak tanımlanabilmektedir. Bir varlığın herkes tarafından para olarak görülebilmesi için sahip olması gereken bazı özellikler vardır. Bunlardan en önemlisi bir mübadele aracı olmasıdır. Yaşanılan dönemin şartları bağlamında değerlendirildiğinde deniz kabuğu, deri, taş, altın vb. varlıklar para olarak değerlendirilmiştir. Bu özelliğinin yanı sıra bir ölçü aracı olması, değer koruması, taşınabilir, dayanıklı, bölünebilir ve taklit edilemez olması gerekmektedir (Erkuş ve Gümüş, 2019).



Şekil 2.10. Paranın tarihçesi (Usta, 2018)

Tarih boyunca toplumların değişimi ve gelişimi, teknolojinin gelişmesi ve dijitalleşme süreçleriyle beraber para da bulunduğu dönem şartlarına bağlı olarak değişim göstermiştir. İlk dönemlerde insanlar sahip oldukları değerli varlıkları (deniz kabukları, deri, öküz, buğday, ipek, balık, maden ve metaller vb.) ihtiyaçlarını karşılamak için kullanmışlardır. Bu varlıklar mal para olarak adlandırılmıştır. Tarih boyunca en çok kullanılan ve değer gören mal para ise altın ve gümüş olmuştur. Bir sonraki aşamada altın ve gümüşün karşılığı olarak basılan temsili paralar vardır. Temsili paralar kâğıtlara basılmaktadır ve aslında bu kâğıtların maddi bir değeri yoktur. Üzerinde yazılı olan miktarlar, o miktarın karşılığı olan altın veya gümüşü ifade etmektedir. Birinci dünya savaşından sonra dünya çapında itibari baralar kullanılmaya başlanmıştır. Devlet tarafından basılan bu paralar temsili paralarda olduğu gibi altın ve gümüşe bağlı değildir. Günümüzde hala tüm dünyada kullanımı devam etmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve dijitalleşmeyle birlikte hayatımıza dijital ve sanal paralar girmiştir (Gürsoy, 2021). Dijital para ve sanal para her ne kadar birbiriyle karıştırılsa da araların da ki en büyük fark; dijital para devlet tarafından kontrol edilmekteyken, sanal paranın herhangi bir otoriteye bağlı olmayışıdır. Sanal paralar için en iyi örnek ise kripto paralardır (Tan, 2019).

Dijital varlıkların varoluşuyla ilgili çeşitli yaklaşımlar vardır. Bunlar arasında en kayda değer görüleni 2008 yılında yaşanan ekonomik krize dayanmaktadır. Yaşanan ekonomik kriz tüm dünyada etkisini göstermiştir. Gerisinde bıraktığı olumsuz etki; insanların otoritelere, merkez bankalarına ve finans kurumlarına olan güvenlerini sarsılmıştır. Tam da böyle bir dönemde merkezi olmayan ve güçlü rezerv para birimlerine (ABD doları ve Euro) alternatif olacak bir para sistemi olarak kripto paralar ortaya çıkmıştır (Dilek, 2018;10).

Kripto paralar, kriptografi olarak adlandırılan şifre bilimine dayanmaktadır. Günümüzde kullanılan paraların aksine bu dijital varlıkların üretimi, aktarılması ve korunması bir takım şifreleme sistemleriyle yapılmaktadır. Şifreleme biliminin kullanılmasının altında yatan sebep verilerin korunmasına yöneliktir. Bu sistemde taraflar arasındaki işlemler ve bu işleme ait tüm bilgiler güvence altına alınır (Ballı, 2023;206).

Dijital varlıklar, diğer para çeşitlerinin aksine merkeziyetsiz bir yapıya sahiptir. Herhangi bir kurum, devlet veya otoriteye bağlı değildir. Merkeziyetsiz olan bu yapının temelinde blok zincir teknolojisi vardır (Çarkacıoğlu, 2016). Dijital varlıkların üretilme aşaması da, kripto paraları diğer para türlerinden ayıran önemli özelliklerdendir. Kripto paraların miktarı, arz şekli ve zamanı piyasaya sürülmeden önce belirlenmektedir. Bazı dijital varlıklar sınırlı arza sahipken bazıları sınırlı sayılarda üretilmektedir. Buna en iyi örnek ilk kripto para olan Bitcoin'dir. Bitcoin 21 milyon ile sınırlı arza sahiptir. Bazı kripto paraların ise dolaşımdaki miktarlarını dengelemek için üretimleri zamanla düşmektedir (Dizkırıncı ve Gökgöz, 2018). Avrupa Merkez Bankası, kripto paraları regüle edilemeyen sanal paralar olarak tanımlamaktadır. Düzenlenemez olması merkeziyetsiz bir yapıya sahip olduklarını vurgularken, sanal olarak tanımlanmaları ise somut bir meta ile temsil edilmeye

ihtiyaç duymadığını vurgulamaktadır. Dijital varlıkların merkeziyetsizlik özelliği sadece üretimlerine özgü değildir. Korunma ve aktarılma işlemlerinde de herhangi bir resmi kurum/kuruluşa bağılılık göstermez (Gültekin ve Bulut, 2016). Kripto paraların sahip olduğu yüksek güvenlik, onu oluşturan blok zincir teknolojisine bağlıdır. Blok zincir teknolojisi dağıtılmış ağ yapısına sahiptir. Dağıtık ağ yapısı, kullanıcılara şeffaf bir bakış açısı sunmaktadır. Kullanıcılar sistemde yapılmış olan tüm hareketleri görüp denetleyebilme hakkına sahiptir. Ayrıca katılımcılar yapılan tüm işlemlerin kayıtlarına da sahiptir. Bu özellikler sayesinde tüm işlemler üçüncü bir kişi veya kurum olmaksızın yapılabilmektedir (Turan, 2021). Sonuç olarak kripto paraların sahip olduğu özellikler şunlardır:

- Merkeziyetsizdirler. Varlıkları herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından yönetilmez.
- Arz miktarı, piyasaya sürülmeden önce belirlenmektedir.
- Blok zincir teknolojisini kullanmaktadır.
- İşlemler sırasında üçüncü bir tarafa ihtiyaç duymaz.
- Temsil eden somut bir metaya ihtiyaç duymaz.

Kripto paraların işlem mekanizması oldukça karmaşıktır. Sahip olduğu bu karmaşık sistemi blok zincir teknolojisi ve şifreleme yöntemleri oluşturmaktadır. Sistemde işlemleri yapan ve doğrulayan bilinmeyen kullanıcılar mevcuttur. Bu kullanıcılar madenci(miner) olarak adlandırılmaktadır. Kripto paraların korunması ve aktarılması işlemleri sanal cüzdanlar aracılığıyla gerçekleştirilir. Sanal cüzdanlar açık anahtar ve kapalı anahtar olmak üzere iki farklı şifre bulundurmaktadır. Kripto para aktarımı, gönderene ait açık anahtar, alıcıya ait açık anahtar ve gönderilecek para miktarı gönderene ait kapalı anahtar ile şifreli bir imza oluşturularak gerçekleştirilir. Yapılan her işlem madenciler tarafından kaydedilir. Her işleme ait bloğun özet bilgisi(hash) kendinden önce gelen özet bilgiye eklenerek kaydedilir. Birbirine eklenerek oluşan bu sistem blok zincir teknolojisidir. Blok zincir teknolojisi işlemlerin değiştirilmesini veya geriye döndürülmesini imkânsız kılar (Tanyıldızı, 2022).

Blok zincir teknolojisi 20 yıllık bir bilgisayar bilimi problemini çözen oldukça önemli bir yeniliktir. Bu yeniliğin ortaya çıkardığı ilk kripto para olan Bitcoin, açık kaynak kodludur ve herkese açıktır. Kodun herkesin ulaşabilmesi için ücretsiz olması, dünyanın her noktasından yazılımcıların bu sisteme katkı sağlayabilmesini ve geliştirebilmesini sağlamaktadır (Ong vd., 2015). Kod üzerinde yapılan her geliştirme işlemi sonrasında blok zincir üzerinde çatallanma meydana gelmektedir. Bu çatallanmalara fork adı verilmektedir. Her fork oluşumundan sonra iki kripto para oluşmaktadır. İlk kripto para olan bitcoin de çok sayıda çatallanma yaşamış ve farklı kripto paralar ortaya çıkmıştır (Durmuş ve Polat, 2018). Bunlar Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.

Bitcoin açık kaynak kodu kullanılarak alternatif kripto paralar üretilmektedir. Üretilen bu kripto paralara altcoin denilmektedir. Bitcoin haricinde kalan kripto paralar altcoin başlığı altında

toplanmaktadır. Altcoinler Bitcoin'e alternatif olarak çıkarılmış kripto paralar olmalarına karşın hiç biri Bitcoin'in değerini aşamamıştır. Altcoinler farklı yazılımcılar ya da geliştiriciler tarafından projelendirilip piyasaya sürüldüğü için her biri farklı amaçlara ve kullanımlara sahip olur. Bazıları işlemleri doğrulamak, işlem hızını arttırmak, yeni bloklar oluşturmak veya daha farklı amaçlar doğrultusunda çalışmak için Bitcoin'den farklı fikir birliği mekanizmaları kullanırlar. Esinlendikleri kripto para biriminin blok zincirinin eksik kalan yönlerini iyileştirmeye çalışırlar (Frankenfield, 2019). Eksik kalan yönleri iyileştirmenin yanında üretim işlemlerinin daha basit, hızlı ve daha ucuz olmasını sağlamak altcoin yaratmanın çıkış noktalarıdır. Bitcoin üretiminin zor, uzun zaman alan bir mekanizmaya sahip olması altcoin düşüncesinin çıkmasına sebep olmuştur.

Merkezi olmayan ilk dijital varlık 2008-2009 yılında Satoshi Nakamoto tarafından ortaya atılan Bitcoin'dir. Bu gelişme yaşanmadan daha önce eşler arası para aktarımıyla ilgili çalışmalar yapılmış ancak uygulamayla sonuçlanamamıştır. 1983 yılında eCash adlı dijital para oluşturulmuştur. Bu sistem dijital varlıkların aksine merkezi bir yapıya sahiptir. 1998 yılında kurulan PayPal adında çevrimiçi para aktarım sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem ise bir ödeme sistemi olarak çalışmaktadır ve kendine ait bir para birimi yoktur (Mukhopadhyay vd. , 2016).

Kripto paralar sahip olduğu özellikler sebebiyle bazı avantaj ve dezavantajlara (Tablo 2.1.) sahiptir. Kripto paraların değerleri oldukça değişkenlik göstermektedir. Kripto para piyasasında meydana gelebilecek herhangi bir olumsuz gelişme ciddi fiyat değişimlerine sebep olabilmektedir. Kripto para transferlerinin ve madenciliğinin anonim olarak yürütülmesi sebebiyle gayri resmî işlerde kullanıldığı bilinmektedir (Ay ve Adıyaman, 2022). Bu olumsuz durumun aksine anonimlik özelliği, kripto paralar üzerinden vergi ve haciz işlemlerinin yapılmasını engellemektedir. Herhangi bir resmi kurum veya kuruluşa bağlı olmaması sebebiyle enflasyona maruz kalmamaktadır. Sahip olduğu eşler arası aktarım özelliği sayesinde üçüncü kişilere ihtiyaç duymamaktadır. Bu durum işlem giderlerini düşürmekte ve işlem hızını arttırmaktadır (Alpago, 2018).

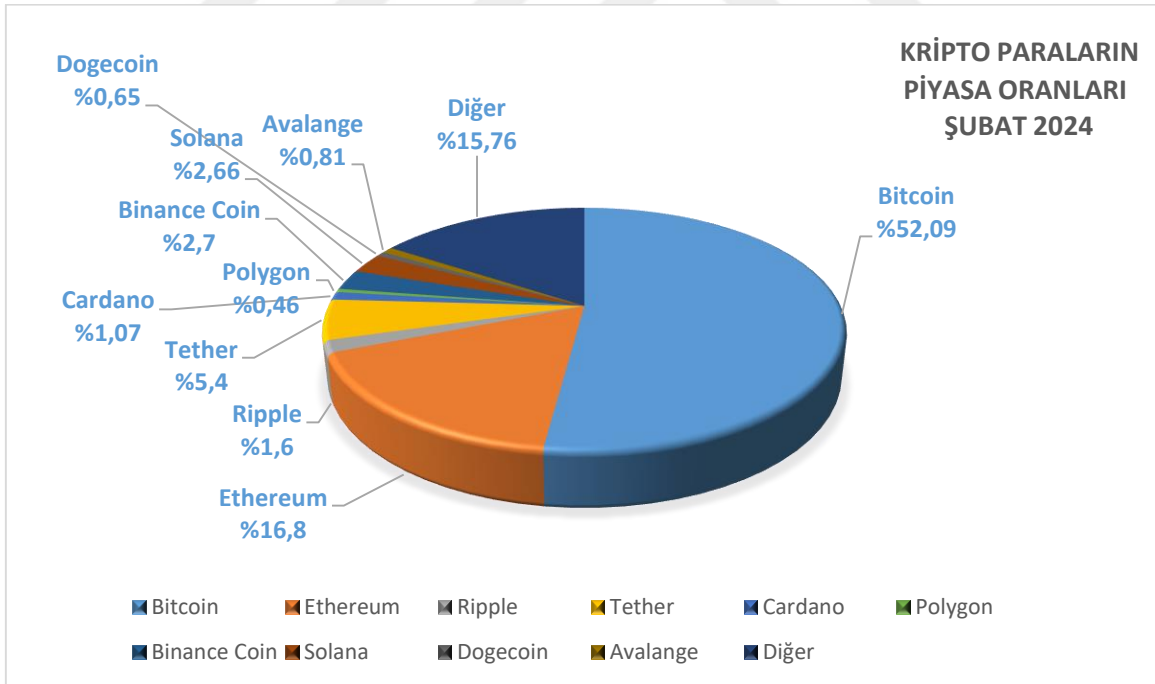
Tablo 2.1. Kripto paraların avantaj ve dezavantajları (Elmas ve Aydın, 2021; Yıldırım, 2019; Erkuş ve Gümü, 2019)

Avantajları	Dezavantajları
Enflasyondan etkilenmez.	Regülasyon yoktur.
İşlem ücretleri düşüktür.	Yasadışı işler için bir araç konumundadır.
İşlem süreleri daha kısadır.	Kullanım alanı sınırlıdır.
İşlemler için zaman kısıtlaması yoktur.	Bilgi kirliliği mevcuttur.
İşlemler anonim kişiler tarafından gerçekleştirilir. Bu sebeple kişisel bilgiler tespit edilemez.	Yapılan işlemler geri döndürülememektedir.

Tablo 2.1. Devamı

Avantajları	Dezavantajları
Üçüncül kişi veya kurumlara ihtiyaç olmadığı için ofis işlemleri gerektirir.	Kısa sürede ciddi fiyat değişimleri yaşanabilmektedir.
Kullanıcılar açısından değerlendirildiğinde vergi ve haciz işlemlerinin yapılamaması olumlu bir özelliktir.	Devlet tarafından değerlendirildiğinde vergi alınamaması olumsuz bir özelliktir.

Şuan piyasada 22 binden fazla kripto para bulunmaktadır. Toplam piyasa değeri Şubat 2024 ayı itibarı ile 1.78 trilyon doları aşmış durumdadır. Kripto para piyasasında en büyük pay %52 ile Bitcoin' e aittir. Ethereum, %16 ile Bitcoin'den sonra en büyük paya sahiptir. Geriye kalan piyasa payı ise diğer altcoinler arasında paylaşılmaktadır. Dijital varlıkların toplam değerine göre piyasada sahip oldukları pay Şekil 2.11'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Dijital varlıkların toplam değerine göre piyasada sahip oldukları pay (URL-3'den elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuştur)

Dijital varlıkların hala daha adaptasyon safhasındadır. Büyük olasılıkla klasik global finans teknolojileri için en sarsıcı yenilik olacaktır. Teknolojinin çok büyük değişim ve gelişim geçirdiği bu dünya düzeninde finans sisteminde para transferlerinde devrim niteliğindedir. Bu sebeple zamanla dijital varlıklar daha önemli bir konu haline geleceği düşünülmektedir (Doğan, 2020).

Çalışma kapsamında, kullanıcılar tarafından tercih edilme oranı diğer dijital varlıklara oranla daha yüksek ve toplam piyasa değeri diğerlerine oranla daha yüksek olan dijital varlıklara ait veriler toplanarak tablo (Tablo 2.2) haline getirilmiştir.

Tablo 2.2. Çalışma kapsamın seçilen dijital varlıklara ait elde edilen veriler

	Temsilleri	Piyasaya Çıkış Tarihi	Konsensüs Mekanizması	Maksimum Arz	Dolaşımdaki Coin Miktarı
Bitcoin	BTC	2009	PoW	21 milyon	19,59 milyon BTC
Ethereum	ETH	2015	PoW	∞	120.182.569 ETH
Ripple	XRP	2013	-	100 Milyar XRP	54.436.190.886 XRP
Tether	USDT	2014	-	∞	96.231.343.353 USDT
Cardano	ADA	2017	PoS	45 Milyar ADA	35.432.708.883 ADA
Polygon	MATIC	2017	PoS	10 Milyar MATIC	9.610.774.468 MATIC
Binance Coin	BNB	2017	PoS	200 Milyon BNB	149.546.415 BNB
Solana	SOL	2020	PoH	∞	436.089.848 SOL
Dogecoin	DOGE	2013	PoW	∞	142.938.106.384 DOGE
Avalanche	AVAX	2020	PoS	720 Milyon AVAX	367.160.167 AVAX

2.2.1. Bitcoin (BTC)

Tüm dünyada kabul gören ve hükümetler ya da merkez bankaları tarafından piyasaya sürülen gerçek para birimlerinin aksine bitcoin, herhangi bir kişi veya kurum tarafından desteklenmeyen yani merkeziyetsiz bir ödeme birimidir. Bitcoin, küresel çapta etkisi görülen birçok ülke ekonomisini olumsuz yönde etkileyen 2008 küresel ekonomik kriz döneminde ortaya çıkmıştır (Bouri vd., 2017). Bitcoin ile alakalı ilk veriler 2008 yılında ‘bitcoin.com’ sitesinde yayınlanmıştır. Bu sitenin kurulumundan iki ay sonra bir grup insanın bulunduğu bir e-mail grubuna Satoshi Nakamoto tarafından “Bitcoin: Uçtan Uca Elektronik Para Sistemi” adlı bir makale gönderilmiştir

(İşgör,M., 2019). Satoshi Nakamoto'nun bir kişi veya bir grup mu olduğu hala bilinmemektedir. Nakamoto makalesinde, herhangi bir üçüncü tarafın güvenine ihtiyaç duymayan, eşler arası çalışan merkeziyetsiz ve çevrimiçi ödeme sistemini anlatmıştır. Ayrıca bu ödeme sisteminin de ki işlemlerin nasıl yapıldığını açıklamıştır (Nakamoto, S., 2008).

Bitcoin, işlem gücü yüksek bilgisayarlar kullanılarak kompleks matematiksel fonksiyonların çözümlenmesiyle oluşturulur. Bitcoin'in bu şekilde oluşturulmasına 'madencilik' adı verilir. Sistem, her bir fonksiyonun çözümünün bir önceki fonksiyonun çözümünden daha zor olmasına sebep olur. Bu durum, işlem yapma hızını düşürerek Bitcoinlerin oluşturulma süresini uzatır (Lee vd., 2015:24). Bitcoinleri üreten kişilere ise madenci denilmektedir. Bitcoin'i oluşturmak veya transfer etmek için yapılan işlemler blokzincir üzerine kaydedilir. Blokzincirin güvenliği dağıtık organizasyona sahip madencilerin tarafından çözümlenen şifreli zincirler ile sağlanır. Çözümlenen her şifre sonucunda madenci ödüllendirilir. Bu ödül sistemi madencilik için bir teşvik niteliğindedir (Eyal ve Sirer, 2014). Çin, madencilik sektörü denilince akla ilk gelen ülkedir. ABD, Kazakistan, Rusya ve İzlanda gibi ülkelerde madencilik sektöründe oldukça ilerlemiştir. (Syzdykova, 2023)

Dijital varlıklar arasında en çok tercih edilen kripto para türü Bitcoin'dir. Diğer para birimlerinde olduğu gibi Bitcoin'in de daha küçük birimleri vardır. Sathoshi olarak adlandırılan en küçük birimi, Bitcoin'in 100 milyonda birine (1 Sathoshi = 0.00000001 BTC) eşittir. Dünya çapında kabul görmüş diğer para birimlerinden en büyük farkı herhangi bir hükümet, kurum veya kuruluşa bağlı olmaksızın işlenmesi ve kullanılmasıdır. Dijital varlığın piyasa değeri, otonom borsalardaki arz-talep ilişkisine göre belirlenmektedir. Bu sebeple farklı borsalarda farklı arz talep dengelerine bağlı olarak farklı değerler ortaya çıkmaktadır (Şenbayram, 2019).

Bitcoin'e olan ilgi ve talebin artması değerinin de giderek artmasına sebep olmaktadır. İlk olarak değeri yaklaşık olarak 0,07 \$' dan başlamıştır (Magaki vd.,2016). 2011 yılında ilk kez 1 \$ değerine eşitlenmiştir. 2013 yılında ise değeri 100 \$' ı aşmıştır. Piyasaya çıktığı günden bugüne yaşadığı fiyat dalgalanmaları Şekil 2.12.'de gösterilmektedir. Piyasaya çıktığı zamandan 2021 yılına kadar geçen sürenin sonunda yani 2021 yılında en yüksek değeri olan 69.000 \$' a ulaşmıştır (URL - 4).

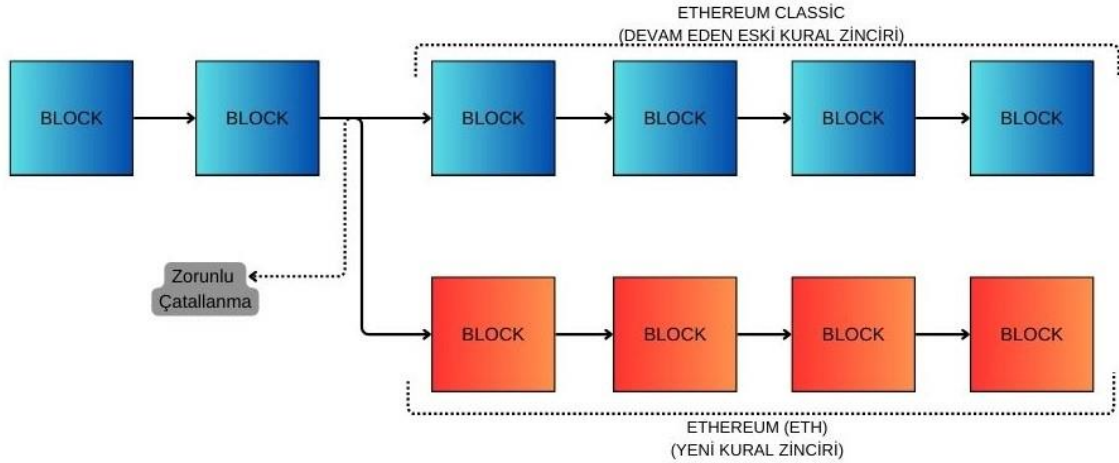


Şekil 2.12. 2017 – 2024 yılları arası Bitcoin değer grafiği (URL-5)

21 milyon Btc ile sınırlı arza sahip olan bu dijital varlığın, şuana kadar arzının %93 ünü tamamladığı bilinmektedir. Ocak 2024 tarihi itibarıyla dolaşımdaki arz 19.59 milyon Btc'dir (URL-6).

2.2.2. Ethereum (ETH)

Ethereum, bitcoinden sonra dijital varlıklar içerisinde en büyük hacme sahip olan ikinci kripto paradır. Kurucusu olan Vitalik Buterin, bitcoin ile ilgilenen babasından esinlenerek ethereumu oluşturmuştur. Aslında dijital varlıklar Bitcoin ve altcoinler olarak ayrılrsa da, ethereum blockchain sistemi bağlamında gelişen, blockchain teknolojisini geliştiren ve farklı uygulamalarda da kullanılmasını hedefleyen inovatif bir yaklaşımdır. 2015 senesinde piyasaya sürülen ethereum, 2016 yılında sistemin açığını tespit eden bir grup hacker tarafından kötü amaçlı kullanılmıştır. Bunun üzerine Ethereum blok zinciri zorunlu çatallanma göstermiş ve Şekil 2.13.'de görüldüğü gibi iki farklı blok zincire ayrılmıştır. Çatallanma sonucunda önceki blok zincir Ethereum Classic olarak adlandırılmıştır. Yeni oluşan zincir ise Ethereum (ETH) olarak bilinmektedir. Sonraki süreçte Ethereum blok zinciri üzerinden farklı dijital varlıklar da piyasaya sürülmüştür (URL-4).



Şekil 2.13. Ethereum da gerçekleşen zorunlu çatallanma. (Yazar,2023)

Ethereum blok zincir teknolojisini temel alan ve akıllı sözleşme sistemine sahip bir dijital varlıktır. Akıllı sözleşmeler, Ethereum'un şifreli algoritmalarını kullanarak üçüncü kişilere ihtiyaç duymadan yani eşler arası çalışan, merkeziyetsiz bir dijital protokoldür. Blok zincirine eklenen her bloğu işlemlerden oluşan Bitcoin'in aksine Ethereumda eklenecek her blok hesaplamaları ve algoritmaları içerir. Akıllı sözleşmeler herkese açıktır, bu sebeple isteyen herkes gerekli hesaplamaları yaparak doğrulama işlemini gerçekleştirebilir. Yapılan her doğrulama karşılığında madenci ödüllendirilir (Yakupoğlu, 2016; 89-94). Aslında buradaki ödül Bitcoin madencilğinde olan ödül sistemi değildir. Yapılan işlemler karşılığında alınan işlem ücretleridir. Doğrulama işlemlerinde iş kanıtı olarak PoW algoritması yerine PoS algoritması kullanılmaktadır. Doğrulama işlemleri için gerekli enerji ekran kartlarından (GPU) sağlanır. Bu yönüyle de Bitcoin'den ayrılmaktadır. Bitcoin' de bir bloğun oluşumu 10 dakika sürerken, Ethereumda bir bloğun oluşumu 15 saniyedir. Bloklar arası işlem hızı da Bitcoin ile arasında ki önemli farklardan biridir (URL-7). Bir diğer fark ise üretim sayılarıdır; Bitcoin 21 milyon ile sınırlı sayıda arza sahipken Ethereumda böyle bir sınırlama yoktur. Şuan dolaşımda bulunan arz değeri 120 milyonun üzerindedir.

Ağustos 2015 tarihinde 2,09 Türk lirası (yaklaşık olarak 0,6 dolar) olarak piyasaya sürülen Ethereum, 2016 yılında 10 dolar seviyesine yükselmiştir. Yaşadığı yükseliş ve düşüşler incelendiğinde (Şekil 2.14.) 18 Aralık 2021 tarihinde ulaştığı 63.730 Türk lirası ve 9 Aralık 2023 tarihinde ulaştığı 68.230 Türk lirası değeri tüm zamanların ulaşılan en yüksek değerleridir. Çalışma kapsamında ulaşılan son değer ise 13 Ocak 2024 tarihindeki değeri olan 76.705 Türk lirasıdır (URL-5).



Şekil 2.14. 2017 – 2024 yılları arası Ethereum değer grafiği (URL-5)

2.2.3. Ripple (XRP)

Ripple’ nin ilk ortaya çıkışı 2004 yılında Kanada’ nın Vancouver şehrinde olmuştur. Ripple fikrini ortaya atan Ryan Fugger, güvenilir ve çevrimiçi bir ödeme sistemi kurmaya amaçlamıştır. Bu yaklaşımdan yola çıkan bir grup yazılımcı, doğrulama işlemlerinin madencilik çalışmaları yerinde uzlaşma mekanizmasıyla yapıldığı dijital bir varlık ortaya çıkarmışlardır (Üzer, 2017;47). Chris Larsen, 2012 yılında dijital varlıklardan biri olan Ripple’ ı kurmuştur (Kesebir ve Günceler, 2019;617). Ripple iki farklı elemandan oluşmaktadır: dijital varlık olarak XRP ve transfer ağı olarak RippleNet.

Ripple, aynı adlı kuruluşun çıkardığı dijital varlıklardan sadece biridir. Kuruluş sınırlı sayıda XRP üretmiştir. Sadece 100 milyar adet üretilen XRP’ nin üretimi sınırlı olduğu için madenciliği de yapılmamaktadır. Yapılan transfer işlemleri sonucunda işlem ücreti olarak Ripple kesintisi yapılmaktadır. Kesinti yapılan Ripple miktarı ise piyasadan kaldırılmaktadır. Bu işlemler sonucunda piyasada ki Ripple tükenince, yeni dijital varlıkların piyasaya sürüleceği öngörülmektedir (Güven ve Şahinöz, 2018).

Ripple, diğer dijital varlıkların aksine daha farklı bir yapıya sahiptir. Bu farklılıklardan biri üretiminde ve işlemlerinde madenciliği kullanmaması ve merkezi olmasıdır. Bir şirket tarafından üretilmiş olması, Ripple’ ın merkezi olduğunun ve sınırlı sayıda üretilmesi ise madencilik işlemlerinin olmadığını bir göstergesidir. Transfer işlemleri ‘ledger’ adı verilen bir deftere kaydedilir. Bu defter üzerindeki işlemlerin yapılması tamamen konsensüs mekanizmasına bağlıdır.

Taraflar işlem üzerinde mutabık olduklarında işlem deftere kaydedilir (Mukhopadhyay, vd., 2016). Yapılan işlemlerin geri alınabilmesi mümkün değildir. İşlemler madencilik çalışması içermediği için harcanan enerji ve zaman minimuma inmektedir. Bu sayede transferler 5-10 saniyede gerçekleştirilebilmektedir. Transfer ücretlerinin 0,0011 dolar gibi çok düşük seviyelerde olması çokça tercih edilme sebeplerinden biridir (Kesebir ve Günceler, 2019;617).

Ripple, dünya çapında aracı transfer kuruluşların etkinliğini kaldırarak daha hızlı ve ucuz bir transfer ağı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu sebeple bugün dünya çapında yaygın olarak kullanılan Swift ve Western Union gibi aracı kuruluşların düşük işlem hızı ve yüksek transfer ücretlerini kaldırmak için blok zincir teknolojisini temel almıştır. Ayrıca Ripple işlemlerde kullanmak için 3 farklı çözüm sunmuştur: xCurrent, xRapid ve xVia (Hazır, 2021).

2012 yılında piyasaya ilk çıktığında fiyatı 0,01 dolar olarak kayıtlara geçmiştir. Çıktığı tarihten bugüne kadar olan fiyat dalgalanma grafiği incelendiğinde (Şekil 2.15.) tüm zamanların en yüksek seviyesine 23 Temmuz 2023 tarihinde ulaşmıştır. Ulaşmış olduğu en yüksek değer 19,78 Türk lirasıdır. Çalışma kapsamında ulaşılan son değer ise 14 Ocak 2024 tarihindeki değeri olan 17,31 Türk lirasıdır. Dolaşımdaki arzı ise 99 milyarı geçmiştir (URL-8).



Şekil 2.15. 2017 – 2024 yılları arası Ripple değer grafiği (URL-8)

2.2.4. Tether (USDT)

Temmuz 2015’ te merkezi Çin de bulunan Tether Limited Şirketi tarafından piyasaya sürülmüştür. Piyasaya ilk çıktığında Realcoin olarak adlandırılırken aynı yıl içerisinde adı ‘Tether’

olarak değiştirilmiştir. Tether "₮" sembolü ile ifade edilmektedir (URL-9). Tetheri diğer dijital varlıklardan ayırın özelliklerden biri, diğer dijital varlıklarda olduğu gibi kişi veya kişiler tarafından piyasaya sürülmemiş olmasıdır.

Tether, stabilcoinler arasında ilk, en çok bilinen ve en çok kullanılan dijital varlıktır. Stabilcoinlerin amacı, oldukça değişken değerlere sahip dijital varlıkların dalgalanma hareketlerini düşürmek ve durdurmaaktır. Kendisini 'itibari para birimlerinin sanal ortamda işleyişini kolaylaştırmak için oluşturulmuş, blok zincir özelliklerini temel alan bir platform olarak tanıtmaktadır (Alahmad, vd., 2023;26). Bu bağlamda Tether, altın ya da alternatif para birimlerine endekslenmektedir. Bu özelliğiyle kullanıcılarını diğer dijital varlıkların güçlü fiyat dalgalanmalarından korumuş olur. Dijital bir varlık olan Tether'in piyasa değeri, ABD dolarına endekslenmiştir. Tether'in piyasa değeri her zaman 1 USDT = 1 USD şeklinde işlem görmektedir. Kullanıcılar bu sebeple bir yatırım aracı olarak değil, mevcut olanın değerini koruma amacıyla Tetheri seçmektedir. Dolar endekli bir dijital varlık olması sebebiyle dolar ile yapılan aktarımlarda işlem ücretleri oldukça düşmektedir (Tanyıldızı ve Aydoğan, 2023;221). Tether'in kurucusu olan şirket her bir USDT için, şirket bünyesinde bir ABD doları tuttuğunu söylemektedir. Ancak bu durum, bazı gruplar tarafından tartışılmaktadır (Turan, 2021;34-35).

Tether, dijital varlıklarla klasik para birimlerini kombine eden ve fiat para birimlerine bağlı ilk dijital varlıktır. Üretimi tamamen şirket tarafından gerçekleştirildiği için madencilik işlemi yapılmamaktadır. Tether, yapılan işlemlerin geri döndürülmesini engellemek amacıyla blok zincirini kullanarak kullanıcıların dijital varlıklarını fiat paraya dönüştüren 'Omni protokolü' aracılığıyla çalışmaktadır. Tether, bitcoin blok zinciri üzerinde Omni protokolüyle çalışırken, Ethereum blok zincirinde ERC-20 ile çalışmaktadır (Hazır, 2021). Tether iş kanıtı olarak ise Proof of Reserves (PoR) kullanmaktadır (Alahmad, vd., 2023;27).

Tether, değerinin 1 dolara eşit olması sebebiyle fiyat dalgalanmalarının yaşanmadığı bir dijital varlıktır. Ancak Tr paritesiyle incelendiğinde mevcut ekonomik durumlar çerçevesinde sürekli bir artış göstermektedir (Şekil 2.16). Şuan dolaşımdaki arz miktarı 95 milyarı aşmıştır (URL-10).



Şekil 2.16. 2017 – 2024 yılları arası Tether değeri grafiği (URL-10)

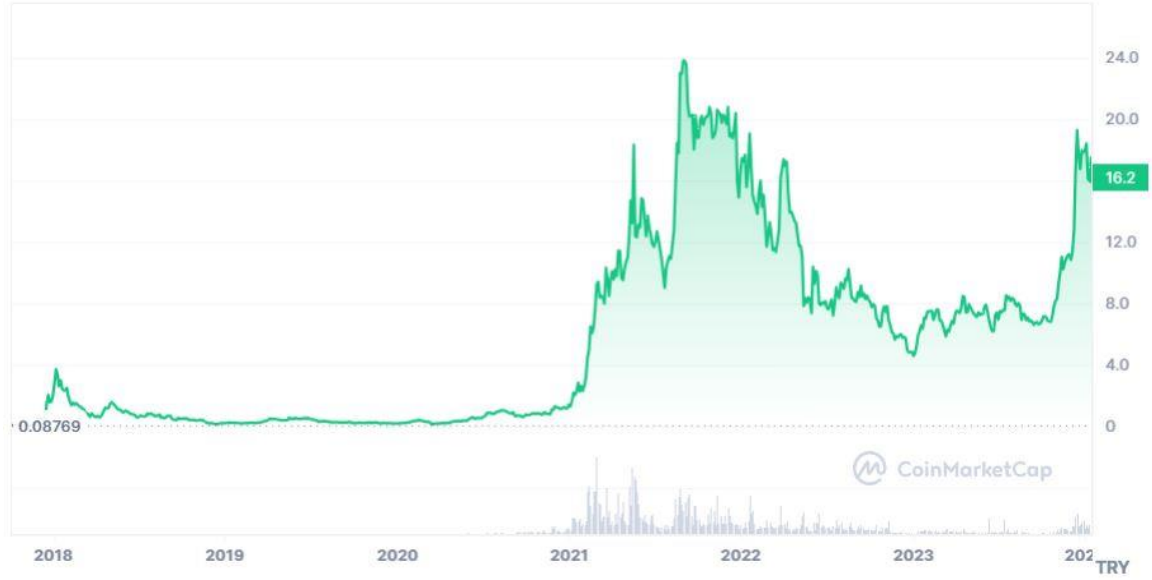
2.2.5. Cardano (ADA)

Cardano, ilk olarak 2015 yılında 25,9 milyar token olarak herkese açık olarak satışa çıkmıştır. 2017 yılında ise tam olarak piyasaya sürülmüştür. Daha sonra 5,2 milyar ADA daha piyasaya sürülmüştür. Birinci nesil blok zincir olan Bitcoin ve ikinci nesil blok zincir olan Ethereumun ardından, ADA üçüncü nesil blok zincir olarak hayata geçirilmiştir. Cardano, daha sürdürülebilir, adil, emniyetli ve daha performanslı bir seçenek olduğunu ileri sürerek diğer tüm dijital varlıklarla direkt rekabet etmeyi amaçlamaktadır. Konsensüs mekanizması olarak PoS sistemini kullanarak çalışmaktadır. Bu yönüyle daha az enerji tüketimi sağlarken adil bir ödül mekanizmasının olması kullanıcılar için güçlü bir tercih sebebi olmaktadır (Kılıç, 2020;30). Cardano çalışma sistemi farklı amaçları yerine getirmek ve üretkenliği arttırmak için ikiye ayrılmıştır. Cardano konsensüs katmanı (CSL) eşler arası işlemleri kolaylaştırmak için kullanılırken, Cardano hesaplama katmanı (CCL) ise akıllı kontratları uygulamak için kullanılmaktadır (URL-11).

Cardano' nun asıl çıkış amacı blok zincir sisteminin mevcuttaki bütün sorunlarını ortadan kaldırmaktır. Araştırmacı bir anlayışla tasarlanan ve hakemli akademik çalışma zemini üstüne oturtulan dijital varlık, koordineli çalışmaya, değişkenliğe ve ölçeklendirilebilirliğe yoğunlaşmaktadır (BTK, 2020;6).

ADA ilk piyasaya sürüldüğünde 0,02 dolar değerindeyken, 2017 yılında tüm dijital varlıklarda gerçekleşen yükselişle birlikte 1,31 dolar seviyesine çıkmıştır. 2021 yılında gerçekleşen

boğa sezonuyla birlikte 2,46 dolara ulaşmıştır. Şuan 16 Türk lirası seviyesinde (Şekil 2.17.) olan Cardano'nun dolaşımda ki arz miktarı 35 milyarı geçmiştir (URL-12).



Şekil 2.17. 2017 – 2024 yılları arası Cardano değer grafiği (URL-12)

2.2.6. Polygon (MATIC)

İlk adıyla Matic Network olarak bilinen Polygon, tecrübeli Ethereum geliştiriciler tarafından 2017’de Hindistan’da tasarlandı ve piyasaya sürüldü. 2021 yılında adını Polygon olarak değiştirmiştir. Şimdi ise yeni sürümü olan Polygon 2.0’ın çıkışı ile MATIC coinlerin, POL coine dönüşümü başlamıştır (URL-13).

Polygon, Ethereum merkezli projelerin iyileştirilmesini ve ölçeklendirilmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir platform olarak ortaya piyasaya sürülmüştür. Polygonun çıkışındaki asıl amaç yoğun işlemler sebebiyle yavaşlayan Ethereum işlem ağını hızlandırarak ölçeklendirmek ve buna bağlı olarak işlem ücretlerinin azalmasını sağlamaktır. Ethereumun temel zincirine yan zincirler ekleyerek Ethereum işlemlerinin özellikle de akıllı kontratların daha hızlı çalışmasını ve ucuz olmasını sağlar. Tek bir zincirinde saniyeler içinde çok sayıda işlem gerçekleştirebilmektedir. İşlemlerin onay süresi iki saniyeden daha azdır. Konsensüs mekanizması olarak ise PoS mutabakatını kullanmaktadır (Kanani vd, 2021). Polygon’un hedefi, Internet of Ethereum Blockchains (Ethereum Blok Zincirlerinin İnterneti) şeklinde isimlendirilen Katman-2 (L2) yan zincirlerinin birleştiği bir ekosistem meydana getirmektir. (URL-14).

Polygon madenciliği yapılan bir dijital varlık değildir. PoS aracılığıyla işlem gücü yüksek bilgisayarlarda kurulan ağ, sistemi emniyet altına alır ve doğrulama işlemini gerçekleştirir. Bu aşamada işlemi gerçekleştirenler MATIC ile ödüllendirilir. Polygon arzı vakıf tarafından üretilmektedir. Toplam arzı 10 milyar ile sınırlıdır. Şuan dolaşımdaki arz miktarı 9 milyarı geçmiştir. 221 milyar TL piyasa değerine sahiptir. Çıktığı tarihten bugüne kadar olan fiyat dalgalanma grafiği incelendiğinde (Şekil 2.18.) tüm zamanların en yüksek değerine 20 Aralık 2021 sezonunda 37,02 TL ile ulaşmıştır (URL-15).



Şekil 2.18. 2019 – 2024 yılları arası Polygon değer grafiği (URL-15).

2.2.7. Binance Coin (BNB)

BNB, işlem hacmiyle dünyanın bilinen en büyük dijital varlık borsalarından biri olan Binance'ın piyasaya sürdüğü bir dijital varlıktır (BTK, 2020;6). Şuan BNB olarak tanınan dijital varlık piyasaya sürüldüğünde Binance Coin olarak bilinmekteydi. BNB, Binance kripto para borsasının hizmet tokeni olarak işlem görmektedir. Ancak BNB' nin piyasaya sürülmesi Binance kripto para borsasının açılışından önceye dayanmaktadır. 2017 yılında piyasaya sürülen BNB, kripto para arzı (ICO) aracılığıyla Ethereum blok zinciri üzerinde ERC-20 tokeni olarak çıkarılmıştır. 2019 yılında ise Binance kendi blok zinciri olan Binance Smart Chain'i kurmasıyla Ethereum zincirinden ayrılmıştır (URL-16). Hizmet tokeni olan BNB, diğer dijital varlıklarda olduğu gibi alınıp satılabilmektedir. Ancak tek kullanımı bu değildir. Oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Günlük hayatta yaptığımız konaklama ve seyahat gibi işlemlerde ödeme aracı

olarak kullanılmanın yanında finans, Metaverse ve NFT uygulamalarında daha hızlı ve düşük maliyetli işlem gücü sağlamaktadır (URL-17).

Bu dijital varlığın madenciliği yapılamamaktadır. ERC-20 tokeni olarak piyasaya çıktığında 200 milyon arz ile piyasaya sürülmüştür. Ancak coin yakma sistemiyle arzın yarı yarıya azaltılarak 100 milyona düşürülmesi hedeflenmektedir. Coin yakma işlemi tüm ERC-20 tokenleri için yapılan bir işlemdir. Yapılan bu işlemle dijital varlığın değerinin korunması amaçlanmaktadır. Binance protokolüne göre; her çeyrek dönemde yapılan işlem hacminin %20'si coin yakım işlemlerinde kullanılmaktadır (URL-18).

BNB, Binance borsasının sunduğu bazı avantajlar sebebiyle oldukça rağbet görmektedir. Bunlardan biri yapılan işlemlerin aldığı sürenin oldukça kısa oluşudur. Binance borsası saniyede 1.4 milyon işlem yapabilme gücüne sahiptir. Bu dijital varlığın Binance borsasına bağlı oluşu onu merkeziyetsizlikten uzaklaştırmaktadır. Bağlı olduğu bir borsanın oluşu ona eksi ve artı özellikler getirmektedir. Binance şirketinin aslında Çin menşeli olması, Çin'in dijital varlıklara olan olumsuz bakışı sebebiyle BNB'yi de olumsuz yönde etkileyeceği öngörülmektedir. Diğer yandan Binance borsa platformuna bağlı olması sebebiyle, Binance kullanıcılarına iskonto ve düşük seviyede işlem ücreti sunmaktadır. Bu durum, kullanıcıların BNB'yi tercih etmesinin önemli nedenlerindendir (Hazır, 2021).

2024 yılı Ocak ayı itibari ile dolaşımda bulunan arz miktarı 149.55 milyondur. Çıktığı tarihten bugüne kadar olan fiyat dalgalanma grafiği incelendiğinde (Şekil 2.19.) tüm zamanların en yüksek değerine, 16.01.2024 tarihinde 9556 TL ile ulaşmıştır.



Şekil 2.19. 2017 – 2024 yılları arası BNB değeri grafiği (URL-19).

2.2.8. Solana (SOL)

Dijital varlıklardan bir diğeri olan Solana, 2017 yılında Anatoly Yakovenko tarafından üzerinde çalışılan bir projedir. 2018 yılında Anatoly Yakovenko, Greg Fitzgerald ile birlikte Solana Labs'ı kurmuşlardır. Daha sonra uzman isimlerinde projeye katılması ile 2020 yılında Solana protokolü ve SOL coin piyasaya sürülmüştür (URL-20).

Solana' nın uzun vadede Ethereum' a rakip olacağı öngörülmektedir. Solana, tüm dijital varlıklar temel sorunlarından olan ölçeklenebilirlik ve işlem hızı sorununa çözüm getirmeyi amaçlayan açık kaynaklı bir dijital varlık platformudur. Solana' nın mevcut ekosistemi DeFi, NFT, akıllı sözleşmeler, oyunlar ve daha farklı projelere de imkân sağlamaktadır. Bu projeyi diğerlerinden ayıran en önemli özellik konsensüs mekanizması olarak hibrit bir yapıya sahip olmasıdır. Hisse kanıtı mekanizmasıyla birlikte çalışan geçmiş kanıtı (PoH) olarak adlandırılan bir konsensüs mekanizmasına sahiptir. PoH sistemi bir işlemin zamanını kayıt altına almak yerine, bilinen bir önceki ve sonraki işlemi kanıtlamaya dayanmaktadır. Bu sistemde PoS mekanizması bir takip aracı olarak kullanılır ve PoH mekanizmasındaki işlemleri takip ederek doğrular. Sistemin sağladığı güven ve işlem hızı bu dijital varlığın büyük ya da küçük kullanıcı fark etmeksizin tercih edilmesini sağlamaktadır (URL-21).

Solana sahip olduğu üç katmanlı yapı sayesinde işlem hızının düşmesiyle ölçeklendirme sorununu çözmeye çalışmanın yanı sıra güvenliğin artırılmasını ve farklı alanlarda da kullanımına olanak sağlamaktadır. Solana da işlem ücretleri oldukça düşüktür ve ücretler SOL dijital varlığı ile ödenmektedir. Doğrulama işlemleri esnasında ödüllendirme sistemi kullanılmaktadır ve ödüllendirme işlemi stake edilen SOL miktarına bağlıdır (URL-22).

Bu dijital varlık sınırlı arza sahip değildir ve bu sebeple madenciliği yapılmaktadır. Ocak 2024 tarihi itibarı ile dolaşımdaki arz miktarı 435 milyonu geçmiştir. Toplam piyasa değeri ise 1.3 milyarı aşmıştır. Şekil 2.20.'de görüldüğü gibi 30.01.2024 tarihi itibarı ile 1 SOL coin, 3185 TL'dir (URL-23).



Şekil 2.20. 2020 – 2024 yılları arası SOL değeri grafiği (URL-23)

2.2.9. Dogecoin (DOGE)

Dogecoin, geçmişte incelendiğinde ilk altcoin projelerinden biri olduğu görülmektedir. 2013 yılında yazılım mühendisi olan Jackson Palmer ve Billy Markus tarafından projelendirilmiştir. Diğer altcoinlerin aksine tamamen şaka amaçlı olarak piyasaya sürülmüştür. Bu sebeple ‘şaka coin’ olarak da adlandırılmaktadır. Dogecoin, popüler bir internet karakteri olan ve Doge olarak bilinen Shiba Inu cinsi bir köpeğin fotoğrafını logosunda, adını ise dijital varlığın adında kullanmıştır (URL-24).

2013 yılının son çeyreğinde piyasaya sürülen Dogecoin, diğer dijital varlıkların aksine daha erişilebilir ve kullanıcı dostu olarak tanımlanmaktadır. Litecoinin çatallanmasıyla(fork) oluşmuş bir dijital varlıktır. Bitcoin ve Litecoine kıyasla daha kolay üretilebilmektedir ve sınırsız arza sahiptir. Konsensüs mekanizması olarak PoW kullanmaktadır. Bitcoin ve Litecoin ile karşılaştırıldığında daha basit bir yapıya sahip olması sebebiyle işlem süresi daha kısadır ve bu bağlamda harcanan enerjide daha azdır (Tablo 2.3.). Madenciliği yapılan ve ödüllendirme sistemiyle çalışan bu dijital varlıkta blokların oluşturulma süresi 1 dakikadır. Oluşturulan her blok için 10.000 Doge blok ödülü dağıtılmaktadır (URL-25).

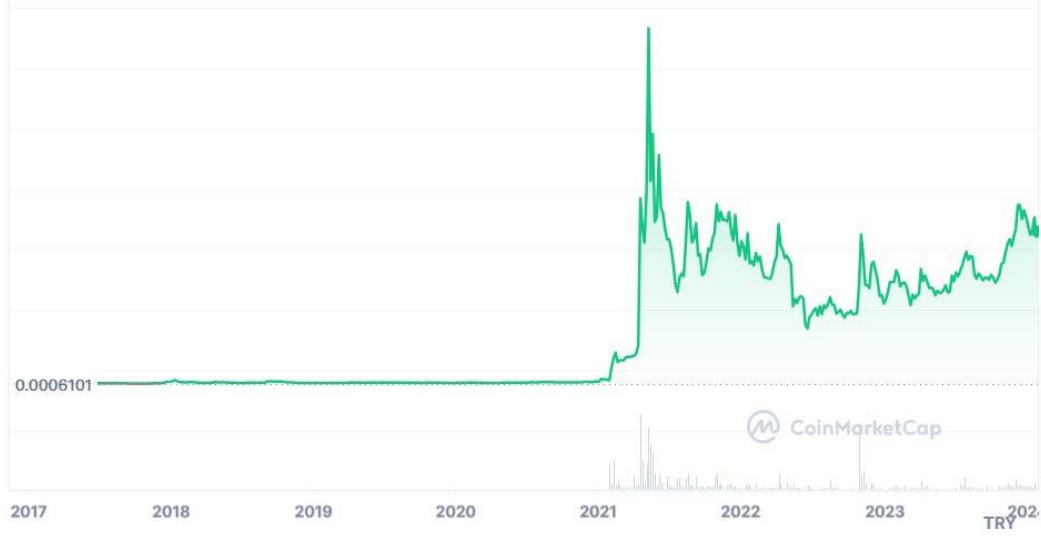
Tablo 2.3. Doge,Ltc ve Btc'nin karşılaştırılması (URL-26 den uyarlanmıştır)

	Dogecoin	Litecoin	Bitcoin
Kısaltma	DOGE	LTC	BTC
Konsensüs Mekanizması	Proof of Work (PoW)	Proof of Work (PoW)	Proof of Work (PoW)
Blok Süresi	1 Dakika	2.5 Dakika	10 Dakika
Max. Arz	∞	84 Milyon	21 Milyon

Dogecoin'nin oluşturulmasının altında yatan ciddi bir sebep olmamasına rağmen dijital varlık piyasasına önemli katkılarda bulunmuştur. Sınırsız arza sahip olması sebebiyle dolaşımdaki arz miktarının sürekli artması fiyatında da düşüşe sebep olmuştur. Bu durum Dogecoin transferlerini arttırdığı ve kayıp riskini azalttığı için kullanıcılar tarafından benimsenmiştir. Ayrıca dijital varlıklara adaptasyon sürecini de kısaltmıştır. Dogecoin özellikle bağış ve bağış işlemlerinde kullanılmıştır. 2014 yılında maddi yetersizlik nedeniyle Soçi Kış Olimpiyatlarına katılamayan Jamaika Kızak Takımı için yapılan bağış kampanyası sayesinde iki günde 36.000 dolar Doge toplanarak takımın olimpiyatlara katılımı sağlanmıştır (İşgör, 2019).

2021 yılında özellikle Reddit kullanıcılarının ilgisi ve 2020 – 2021 yıllarında Elon Musk'ın Twitter sosyal ağı üzerinden Doge ile ilgili attığı tweetler üzerine piyasa değerinde çok ciddi artış gözlemlenmiştir. Elon Musk'ın dijital varlıklara olan ilgisini bu şekilde göstermesi Dogecoin ile birlikte diğer dijital varlıkları da etkilemiştir (Şahin, 2022).

Dogecoin ilk piyasaya sürüldüğünde yaklaşık olarak 0,00026 değere sahipken, Mayıs 2021 de tüm zamanların en yüksek değerine ulaşarak 5,66 TL'yi görmüştür. Çalışma kapsamı içerisindeki fiyat dalgalanmaları Şekil 2.21. da gösterilmiştir.



Şekil 2.21. 2017 – 2024 yılları arası DOGE değer grafiği (URL-27)

2.2.10. Avalanche (AVAX)

Avalanche'ın kuruluşu 2018'e dayanmaktadır. 2018 yılında öncüleri Emin Gün Sirer, Kevin Sekniqi, Chris Lavery ve Devon Ferreira olan Ava Labs kurulmuştur. Ekip tarafından proje üzerinde çalışmalara başlanmış ve 2020 yılında Avalanche'ın yerel tokeni olan Avax piyasaya sürülmüştür. Avalanche, bir Layer-1 blok zinciridir. Platform merkeziyetsiz uygulamaların oluşturulması, finansal varlık ve çözümlerin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Bunu çok katmanlı yapısıyla sağlamaktadır (URL-28). Sahip olduğu çoklu zincir yapısıyla, dijital varlıkların en önemli sorunu olan ölçeklenme için çözüm sunmaktadır. Borsa zinciri (X-Chain), platform zinciri (P-Chain) ve akıllı sözleşme zinciri (C-Chain) olarak adlandırılan birbirlerine bağlı çalışan 3 farklı blok zincirinden oluşmaktadır. X-Chain, Avalanche ağında Avax'ın exchange edilmesini sağlar ve bu tek görevidir. P-Chain, işlemlerin doğrulandığı ve stake işlemlerinin yapıldığı zincirdir. C-Chain ise akıllı sözleşmelerin yürütülmesi için kullanılmaktadır. Tüm süreçlerin diğer dijital varlıklarda olduğu gibi tek zincir üzerinden yürütmek yerine 3 farklı zincir kullanılması işlemlerin daha hızlı yapılmasını sağlayarak ölçeklenme sorununa çözüm olmaktadır (URL-29).

Avalanche'ın genel amacı dijital varlıkların oluşturulması, aktarılması için güvenli ve birleştirici bir ekosistem oluşturmaktır. Oluşturduğu zincir yapısıyla özel blok zincirlerin oluşturulmasına, merkeziyetsiz uygulamaların (dApp) oluşturulmasına, akıllı sözleşmelerin yapılmasını sağlamaktadır. Konsensüs mekanizması olarak ise kanıt ispatını (PoS) kullanmaktadır (Sekniqi, 2020). PoS mekanizmasıyla doğrulama işlemleri gerçekleştirilir ve doğrulama

işlemlerinde doğrulayıcılar ödüllendirilir. Sahip olduğu blok zincir sistemi saniyede 4500 den fazla işlemi gerçekleştirebilmektedir.

Avax 720 milyon sınırlı arza sahiptir. İlk olarak piyasaya sürüldüğünde 0,5 dolar değere sahipken, 2021 yılının son çeyreğinde tüm zamanların en yüksek değerine ulaşarak 1902 TL'yi görmüştür. Çalışma kapsamı içerisindeki fiyat dalgalanmaları Şekil 2.22. de gösterilmiştir.



Şekil 2.22. 2020 – 2024 yılları arası AVAX değer grafiği (URL-30)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma inşaat sektöründe, yüzyıllardır süregelen herkes tarafından kabul görmüş para birimleri ile yenedünya düzeninde kendine yer edinmeye çalışan dijital varlıkların kullanımının karşılaştırması yapılarak, sektörde ödeme birimlerine inovatif bir bakış açısı getirmeyi ve bunun sonuçlarını irdelemeyi amaçlamaktadır. Bu bölümde çalışmada kullanılacak olan veriler, belgeler, yazılı ve görsel materyaller hakkında gerekli detaylara yer verilecektir. Ayrıca çalışma boyunca izlenecek yol detaylı olarak açıklanacaktır.

3.1. Materyal

Bu çalışmanın literatür taraması aşamasında birçok makale, kitap bölümü, tez vb. akademik çalışma materyal olarak kullanılmıştır. Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden alınan proje, dijital ortamda hazırlanan mimari ve statik proje verileri, projenin yapım aşamasında hazırlanmış hakediş dosyaları, ihale dokümanları, teknik şartnameler, mahal listeleri ve iş programı tedarik edilmiş materyallerdir. Bu materyallere bağlı olarak, Autodesk Revit yazılımı kullanılarak yapının sanal ortamda inşası ile oluşturulan 2D proje verileri, 3D görselleri, metraj verileri, bunlara ek olarak Autodesk Navisworks ortamında aktarılan veriler aracılığıyla hazırlanan iş programı, maliyet cetvelleri ve simülasyon, çalışmada kullanılmak üzerine oluşturulan materyallerdir. Geleneksel yöntemlerle oluşturulmuş veriler yerine, tedarik edilen verilerin Autodesk Revit ve Navisworks programlarında işlenmesiyle de proje yönetimine bir üst pencereden bakılması amaçlanmıştır.

3.2. Yöntem

Tez çalışması 4 ana adımdan oluşmaktadır (Şekil 3.1). Bu adımlar sırasıyla;

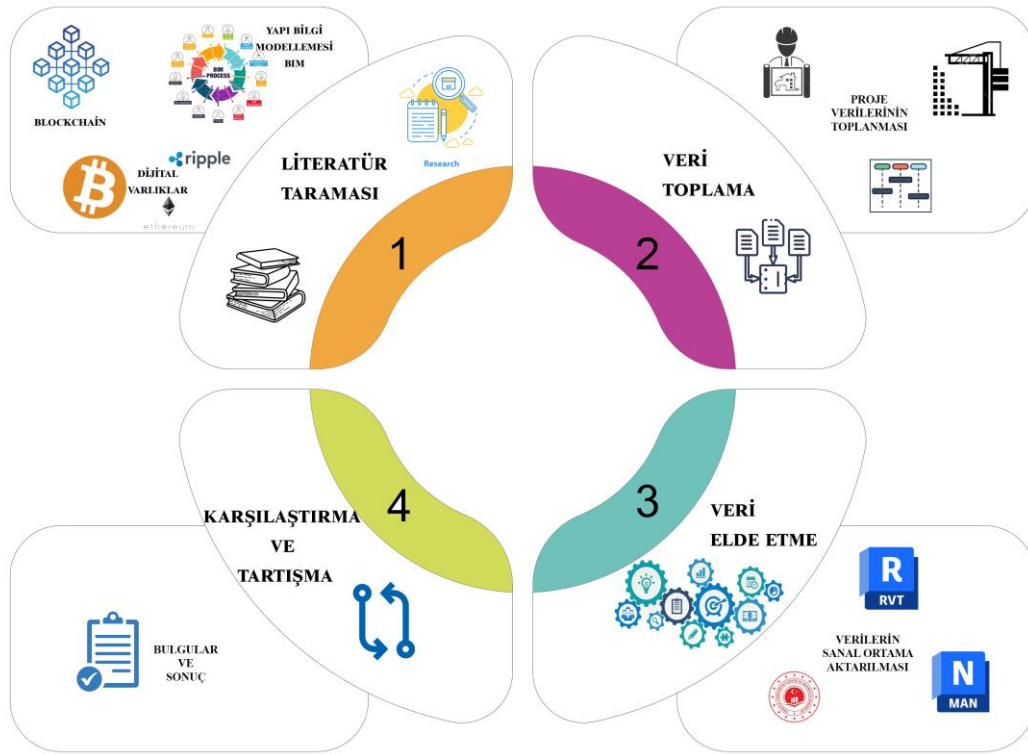
- 1.Adım: Blok zincir teknolojisi ve dijital varlıklar üzerine literatür taraması yapılması.
- 2.Adım: Araştırma kapsamına uygun yapının belirlenmesi ve gerekli verilerin tedarik edilmesi.
- 3.Adım: Tedarik edilen veriler referans alınarak Autodesk Revit ve Navisworks yazılımlarında projenin 2D, 3D, 4D ve 5D çalışmalarının hazırlanması.
- 4.Adım: Yapıya ait aylık hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanarak karşılaştırma yapılması ve yorumlanması.

Bu alan çalışması ile

1. Değişim ve teknolojiye adaptasyonda diğer birçok sektörün gerisinde kalan inşaat sektörünün blockchain teknolojisiyle adaptasyonu üzerine farkındalık yaratmak.

2. İnşaat sektöründe dijital varlıkların kullanılabilirliği ve güvenilirliğini değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda ilk aşamada dijital varlıkların temelini oluşturan blockchain teknolojisi ve bu teknolojinin inşaat sektörü ile adaptasyonu üzerine literatür taraması yapılmıştır. Araştırmalar bağlamında blockchain teknolojisi ve inşaat sektörü üzerine birçok çalışma ve uygulamayla karşılaşılmasının aksine dijital varlıkların sektörde kullanımına yönelik bir çalışmanın bulunmadığı tespit edilmiştir. Karşılaştırma aşamasında kullanılacak olan kripto para çeşitleri, yatırımcılar tarafından tercih edilme oranlarına ve popülerliğine göre seçilmiştir.



Şekil 3.1. Materyal ve metot diyagramı (Yazar, 2023)

İkinci aşama, araştırma kapsamına uygun projenin seçilmesi ve projeye ait gerekli bilgi ve belgelerin tedarik edilmesini kapsamaktadır. Tercih edilecek olan yapıya ait verilere kolay ulaşım sağlanması ve eksiksiz bir şekilde tedarik edilebilmesi için Elazığ ili kapsamında yapım aşaması bitmiş bir kamu yapısı olan Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu tercih edilmiştir. Tercih edilen yapıya ait proje verileri, aylık hakedişler, maliyet cetvelleri ve iş programı Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden talep edilmiştir.

Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokuluna ait proje verileri referans alınarak bir Yapı Bilgi Modelleme yazılımı olan Autodesk Revitte yapının sanal inşası gerçekleştirilmiştir.

Çalışma süresince daha fazla zaman harcanmasına sebep olacak, yapı modeline fazladan yük getirecek geometrik ve alfa numerik veri girişinden kaçınılarak oluşturulan sanal yapının, araştırma kapsamı için yeterli bilgi düzeyinde olması sağlanmıştır. Yapıya ait aylık hakedişlerin ve proje maliyetinin hesaplanması için gerekli olan inşaat birim fiyatları, 2D proje temsilleri ve mahal listelerinde verilen poz numaraları esas alınarak T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca hazırlanmış olan 01.01.2021 tarihli inşaat ve tesisat birim fiyatları listesinden alınmıştır. Autodesk Revitte üç boyutlu yapı elamanlarına atanan malzemelere poz numaraları ve birim fiyat verileri işlenmiştir. Oluşturulan yapı modeli, Autodesk Navisworks yazılımına aktararak iş programı ve simülasyon oluşturulmuştur. Yazılımlar arası veri aktarımında A.Revitte malzemelere atanan birim maliyetlerin, A.Navisworks'e aktarılamadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple maliyet verileri manuel olarak A.Navisworks'te işlenmiştir. Bulgular ve tartışmalar başlığı altında tespit edilen durum ele alınacaktır.

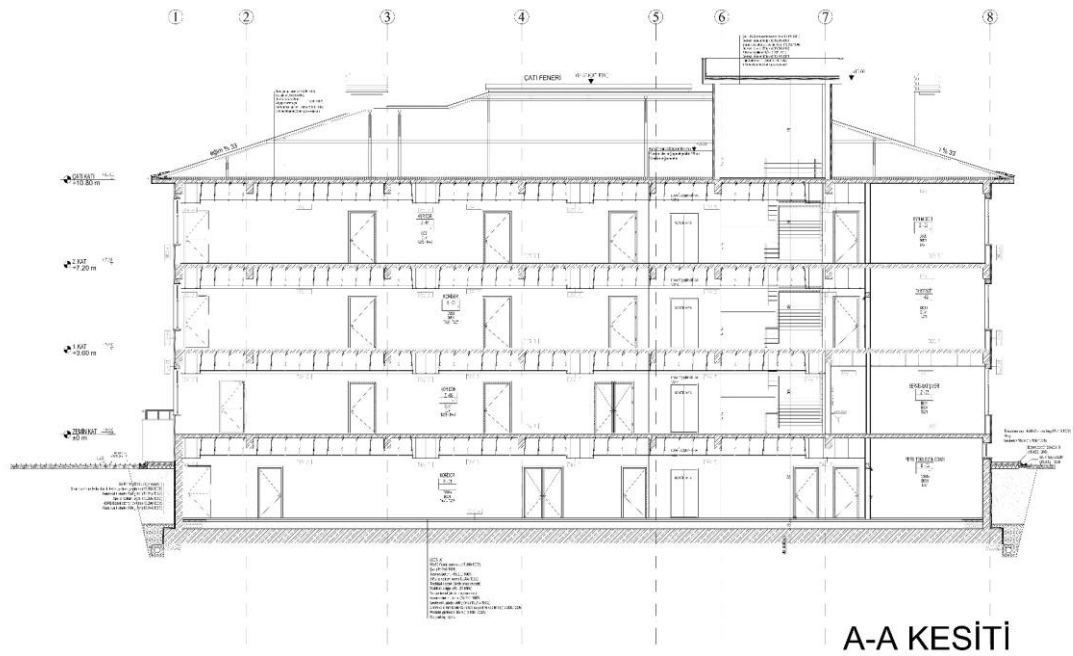
3.2.1. Mevcut Yapıya Ait Bilgiler

Tez çalışması kapsamında kullanılacak olan yapının tüm verilerin eksiksiz bir şekilde alınabilmesi adına yapım aşaması bitmiş bir kamu binasının tercih edilmesi uygun görülmüştür. Bu bağlamda Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu'na ait veriler Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden talep edilmiştir.



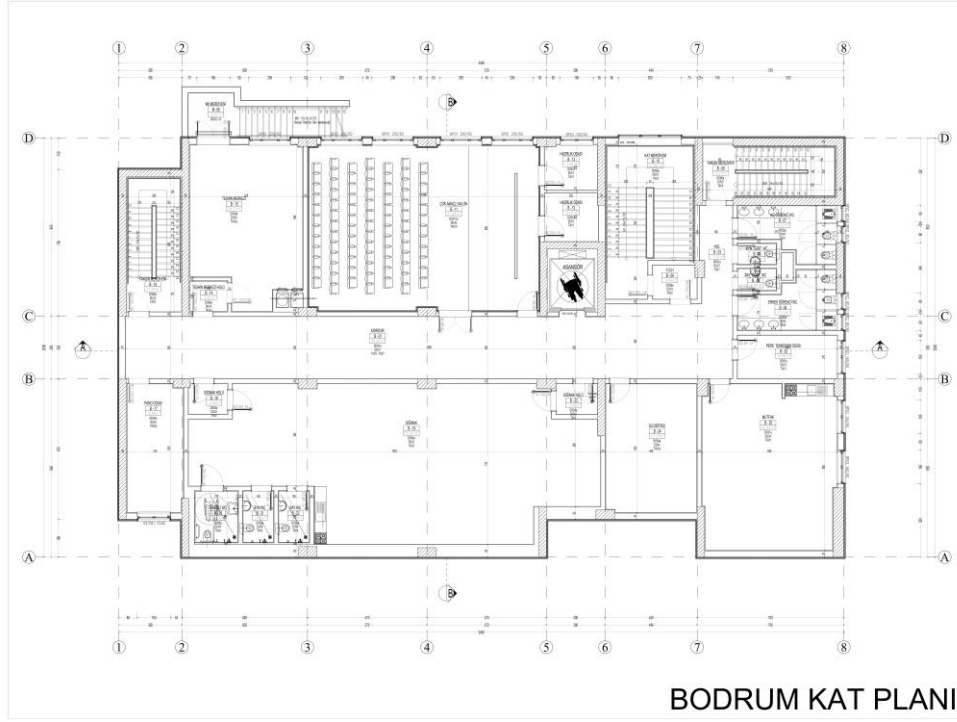
Şekil 3.2. Musa Coşkun Ortaokulu Konumu (TKGM,2023)

Musa Coşkun Ortaokulu, Elazığ ilinin Keban ilçesi Fırat Mahallesi Timur Demir Caddesi üzerinde bulunan 107 Ada 1 Parsel numaralı arazide konumlandırılmıştır (Şekil 3.2). Yapının inşa edildiği arsa alanı 10006 m²'dir. Bina oturum alanı 710,45 m², toplam inşaat alanı ise 2218,17 m²'dir. Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden tedarik edilen mimari proje ve statik proje, hakediş dosyaları, mahal listeleri, iş programı vb. tüm dosyalar detaylı olarak incelendiğinde elde edilen veriler şunlardır: Bodrum kat, zemin kat ve 2 adet normal kattan oluşan yapının her bir katı 3,60 m kat yüksekliğine sahip olmakla beraber çatı katı hariç toplam yapı yüksekliği ise 10,80 m'dir (Şekil 3.3).

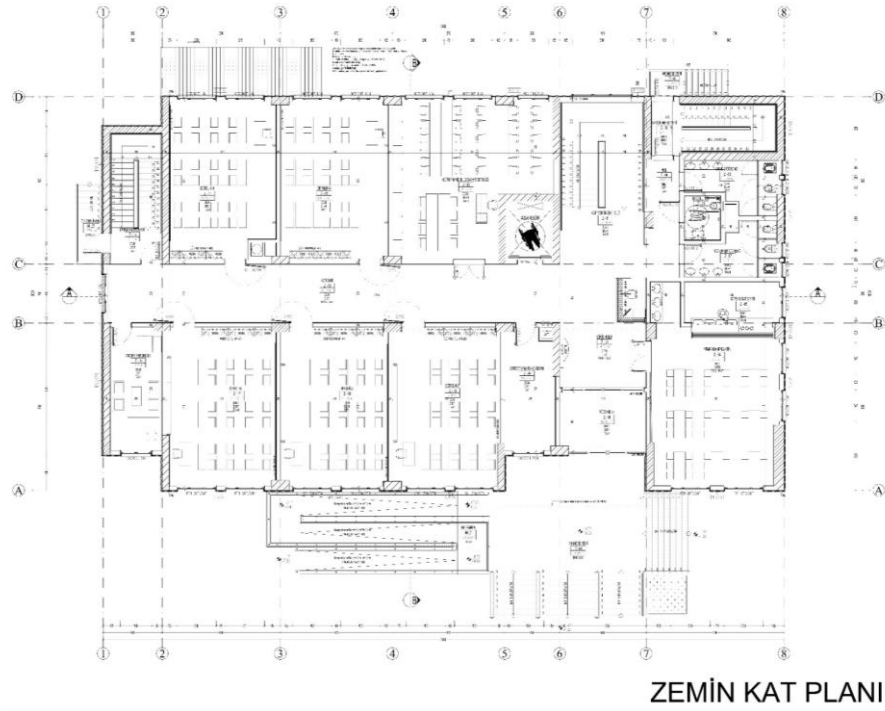


Şekil 3.3. Projeye ait A-A kesiti (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)

Yapıda düşey sirkülasyonun sağlanması için bir ana merdiven, 2 adet yangın merdiveni ve bir asansör planlanmıştır. Bodrum kat; sığınak, teshin merkezi, pano odası, su deposu gibi teknik mekânlar, mutfak ve çok amaçlı salondan oluşmaktadır (Şekil 3.4). Bodrum katta bulunan sığınak dışında ki tüm mekânların havalandırma ve ışık sirkülasyonu için kuranglez pencereler açılmıştır. Taşıyıcı sistemi betonarme olan yapının bodrum katı tamamen perde duvarlarla çevrilidir.

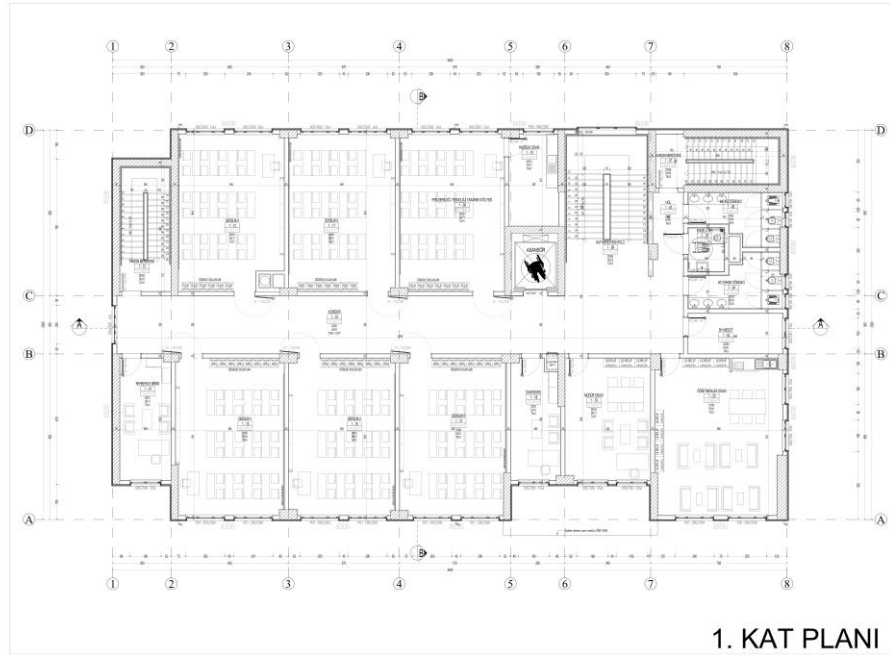


Şekil 3.4. Bodrum kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)

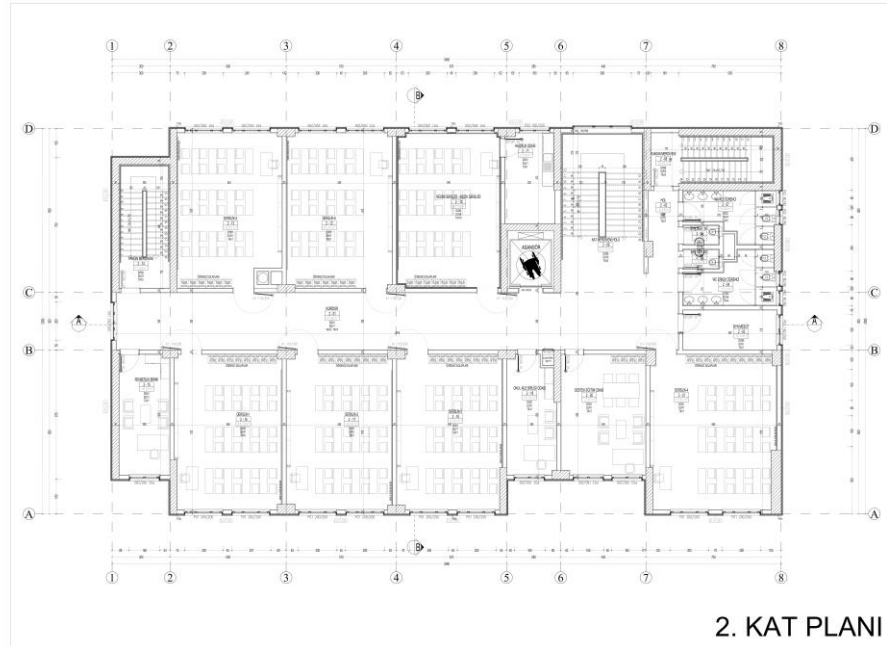


Şekil 3.5. Zemin kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)

Su basman kotu +1,20 m olan binanın girişi, güneydoğu yönünden verilmiştir. Zemin kat (Şekil 3.5); 5 adet derslik, 1 adet laboratuvar, idari mekânlar ve yemekhaneden, 1. Kat (Şekil 3.6); 5 adet derslik, 1 adet laboratuvar ve idari mekânlardan, 2. Kat (Şekil 3.7) ise 6 adet derslik, 1 adet laboratuvar ve idari mekânlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.6. Birinci kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)



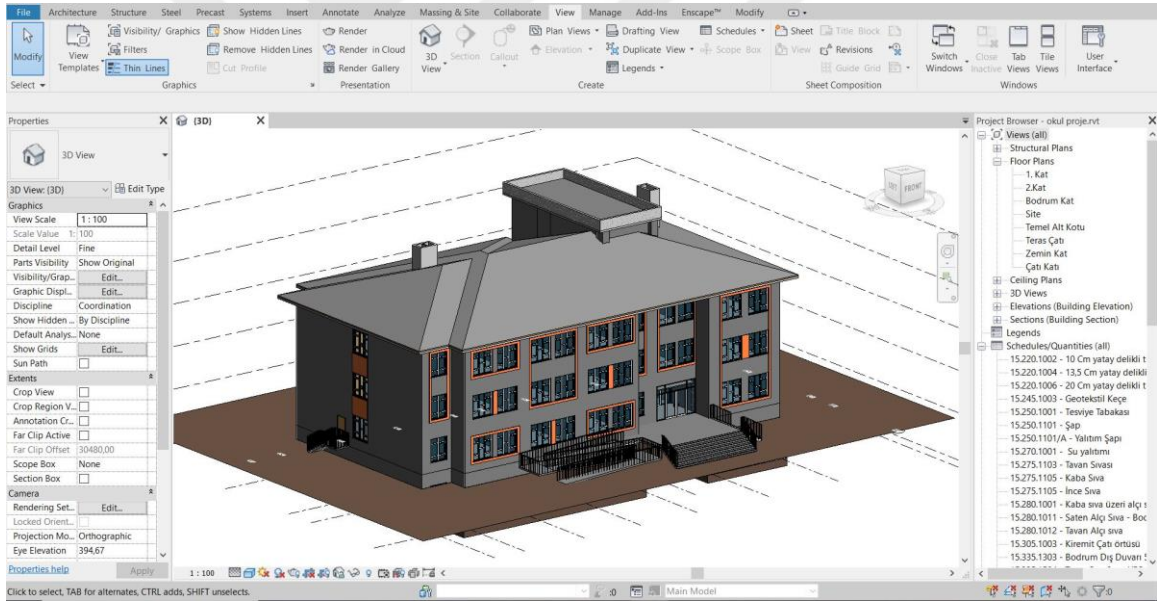
Şekil 3.7. İkinci kat planı (Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü,2022)

Yapım süreci için planlanan iş programına göre inşaatın 26.10.2021 tarihinde başlayıp 16.05.2022 tarihinde son bulması öngörülmüştür. Ancak planlananın aksine yapım aşamasında meydana gelen bazı gecikme ve aksaklıklar sonucunda yapım süreci bir ay uzamıştır. İş artışı olan ay dahil tüm aylara ait maliyet cetvelleri Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Temin edilen maliyet cetvelleri ve iş programı EK-1'de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında, Autodesk Navisworks yazılımında yapılacak olan iş programı için planlanan iş programının referans alınması uygun görülmüştür. Anahtar teslimi götürü bedel üzerinden yapılan sözleşmeyle, uygulama projeleri ve bunlara ilişkin mahal listelerine dayalı olarak mimari, statik, mekanik, elektrik ve peyzaj imalatları için hesaplanmış yaklaşık maliyet ise 5.252.000,00 TL'dir.



3.2.2. Yapı Modelinin Oluşturulması

Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu'na ait proje verileri referans alınarak yapının sanal ortamda inşası gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8.). Bu çalışma kapsamında Autodesk Revit ve Autodesk Naviswork yazılımlarının kullanılması uygun görülmüştür. Bu yazılımların tercih edilme sebebi birer Yapı Bilgi Modelleme aracı olmalarıdır. Yapı bilgi modellemesi, yapının tasarım, yapım, işletme, yıkım evresi dâhil tüm yaşam döngüsü boyunca bilgi ve veri transferi sağlanabilen sanal evrendeki temsilleridir. Yapı bilgi modellemesi tabanlı çalışan onlarca yazılım arasından Autodesk Revit ve Autodesk Navisworks programlarının seçilmesinin sebebi ise inşaat sektöründeki kullanım oranlarıdır. Bu yazılımlarda yapı elemanları, geometrik bilgi ve anlamsal bilgilerin işlenmesiyle oluşturulur. Autodesk Revitte oluşturulan yapı elemanlarına istenilen olgunluk düzeyine göre bilgi girişi sağlanır. Böylece bilgi karmaşası ve fazladan harcanan zaman engellenerek bilgi akışı kolaylaşır.

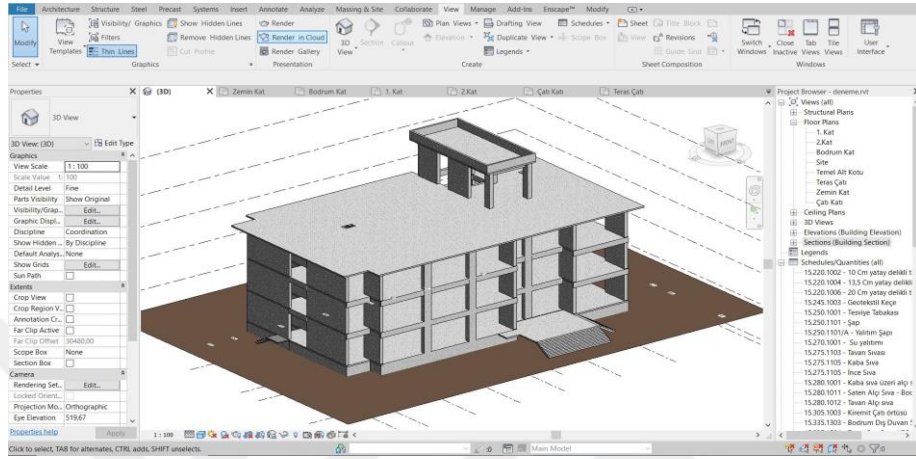


Şekil 3.8. Autodesk Revit yazılımında oluşturulmuş yapı modeli (Yazar,2023)

Bu bağlamda çalışma kapsamında oluşturulacak yapı elemanlarına, maliyet analizi ve süre planlamasında kullanılacak olan malzeme birim fiyatları ve poz numaraları işlenmiştir. Yapı modeline aktarılan bu bilgiler sayesinde Autodesk Revit yazılımı üzerinden her bir iş kalemine ait metraj tabloları oluşturulmuştur.

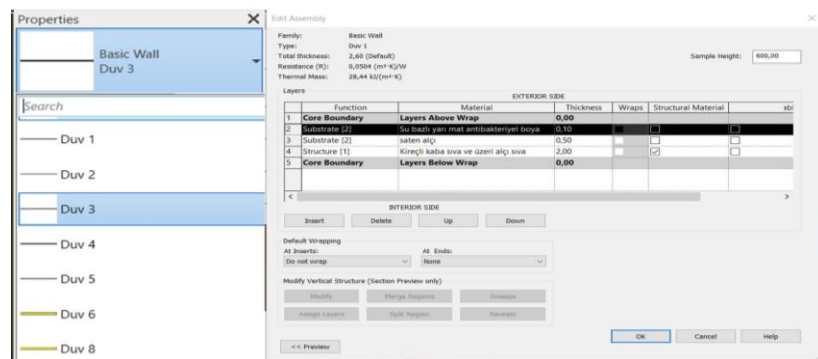
İlk olarak Keban İlçesi 16 derslikli Musa Coşkun Ortaokulu'na ait Autocad yazılımında oluşturulmuş mimari ve statik projeler Revit yazılımına aktarılmıştır. Bu yazılım yapının sanal

ortamda inşa edilmesini temel alması sebebiyle, bir şantiyede yapı elemanları hangi sırayla inşa ediliyorsa modelin oluşturulmasında da aynı yol izlenmiştir. Statik projeler referans alınarak ilk olarak akslar atılmış ve yapının taşıyıcı sistemini oluşturan temel tabliyesi, kolonlar, perde duvarlar, kirişler ve döşemeler oluşturulmuştur (Şekil 3.9.).



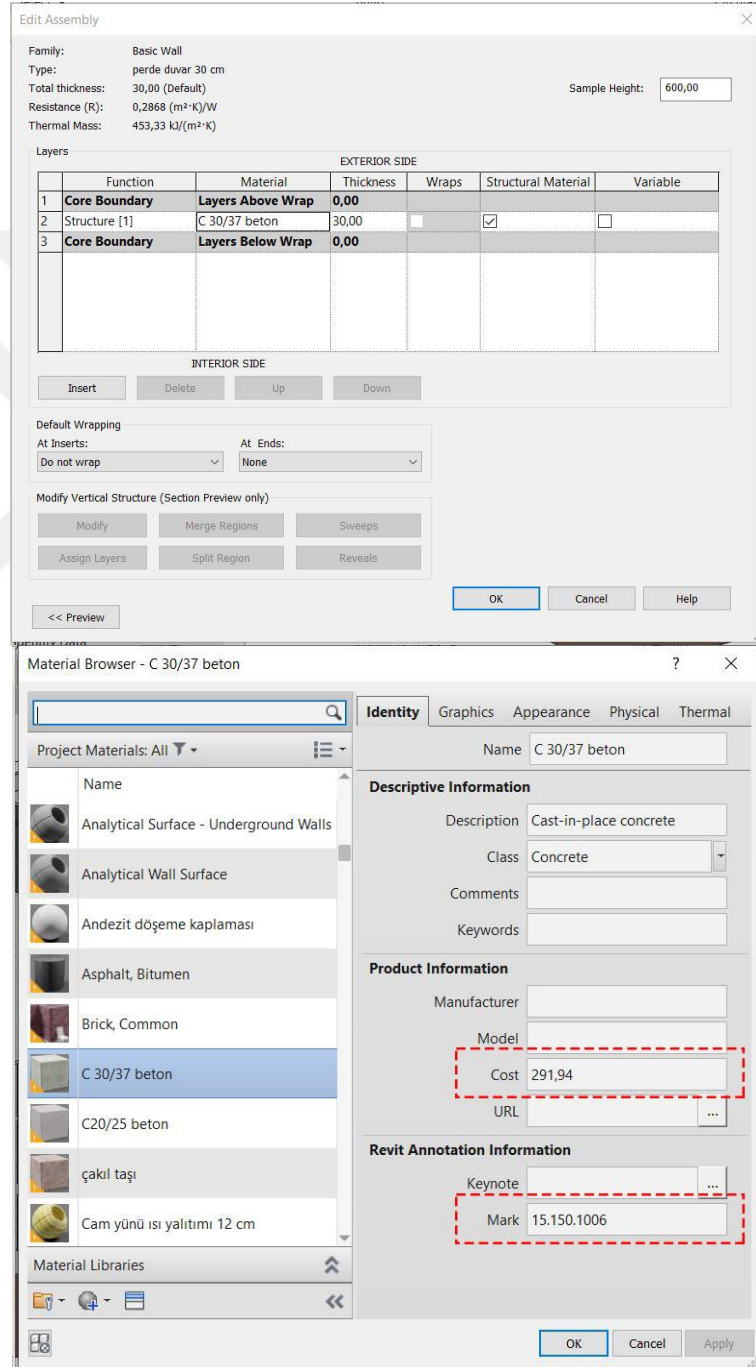
Şekil 3.9. Yapıya ait taşıyıcı sistem modeli (Yazar,2023)

Yapının kaba inşaat kısmının modellenmesinden sonra dış duvarlar ve iç duvarlar modellenmiştir. İnce inşaat aşamasında kullanılan duvar kaplama malzemeleri için duvar malzeme açılımları referans alınarak Wall family'si altında tüm duvar tipleri oluşturulmuştur. Bu işlem aynı şekilde tavan kaplamaları için tavan malzeme açılımları referans alınarak Ceiling family'si altında tüm tavan tipleri oluşturulmuş ve döşeme kaplamaları için döşeme malzeme açılımları referans alınarak Floor family'si altında tüm döşeme tipleri oluşturulmuştur. Asma tavan, alçıpan duvar gibi imalatlar da bulundukları family altında tipleri oluşturularak modele işlenmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Revitte oluşturulmuş bazı duvar tipleri ve açılımları (Yazar,2023)

Tüm yapı elemanları oluşturulurken malzeme atamaları da yapılmıştır. Taşıyıcı elemanlar oluşturulurken materials bölümünden kullanılacak olan beton malzeme oluşturularak material browser → identity → cost yolu izlenerek malzemeye ait birim fiyat bilgisi, material browser → identity → mark yolu izlenerek malzemeye ait poz numarası girilmiştir. Bu aşamalar kullanılan tüm malzemeler için uygulanmış ve yapı elemanlarına atanmıştır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Malzemelere ait birim fiyatların ve poz numaralarının girilmesi (Yazar,2023)

Autodesk Navisworks de süre planlaması ve maliyetlerin girilmesi aşamasında kullanılması için Revit yazılımında her bir iş kalemine ait metrajlar oluşturulmuştur. Revit arayüzünde view → schedules → material takeoff yolu izlenerek malzemeye uygun kategori seçilir. Açılan material takeoff properties ekranından gerekli gruplandırmalar ve filtrelemeler yapılarak istenilen metrajlar elde edilmiş olur. Malzemelerin oluşturulması esnasında girilen birim fiyatlar sayesinde her bir iş kalemi için yapılmış olan harcamalarda ortaya çıkarılmıştır (Şekil 3.12.).

A	B	C	D	E	F	G
Material Mark	Material Name	Family and Type	Base Constraint	Material Area	Material Cost	MALİYET
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	4.0 m²	63.71	257.55
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	4.6 m²	63.71	293.93
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	3.3 m²	63.71	208.08
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	7.2 m²	63.71	457.45
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	6.2 m²	63.71	396.83
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Bodrum Kat	6.2 m²	63.71	396.83
Bodrum Kat: 6				31.6 m²		2008.67
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Zemin Kat	2.9 m²	63.71	186.83
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Zemin Kat	4.5 m²	63.71	289.04
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Zemin Kat	6.6 m²	63.71	417.62
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Zemin Kat	6.6 m²	63.71	417.62
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	Zemin Kat	7.2 m²	63.71	461.58
Zemin Kat: 5				27.8 m²		1772.68
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	2.9 m²	63.71	186.83
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	4.5 m²	63.71	289.04
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	6.6 m²	63.71	417.62
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	6.6 m²	63.71	417.62
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	0.0 m²	63.71	2.40
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	1. Kat	2.2 m²	63.71	140.49
1. Kat: 6				22.8 m²		1453.99
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	2. Kat	2.9 m²	63.71	186.83
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	2. Kat	4.5 m²	63.71	289.04
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	2. Kat	6.6 m²	63.71	417.62
15.220.1004	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla	Basic Wall: Tuğla duvar 13.5 cm	2. Kat	6.6 m²	63.71	417.62
2. Kat: 4				20.6 m²		1311.10

Şekil 3.12. Metraj tablolarının oluşturulması (Yazar,2023)

Çalışma sürecinde YBM araçlarından biri olan Revit'in kullanımı projeye ait plan, kesit, görünüş, metraj verileri ve 3D görsellerin oluşturulması aşamasında büyük kolaylıklar sağlamıştır. Projeye ait 2D çizimler, sanal yapı modeline entegre olarak oluşması sebebiyle modelde yapılan her değişiklik otomatik olarak plan, kesit, görünüşlere aktarılmıştır. Bu bağlamda geleneksel yöntem ve yazılımlarla oluşturulan projelere ait 2D çizimlerde meydana gelen uyumsuzluklar YBM aracılığıyla ortadan kaldırılmaktadır.

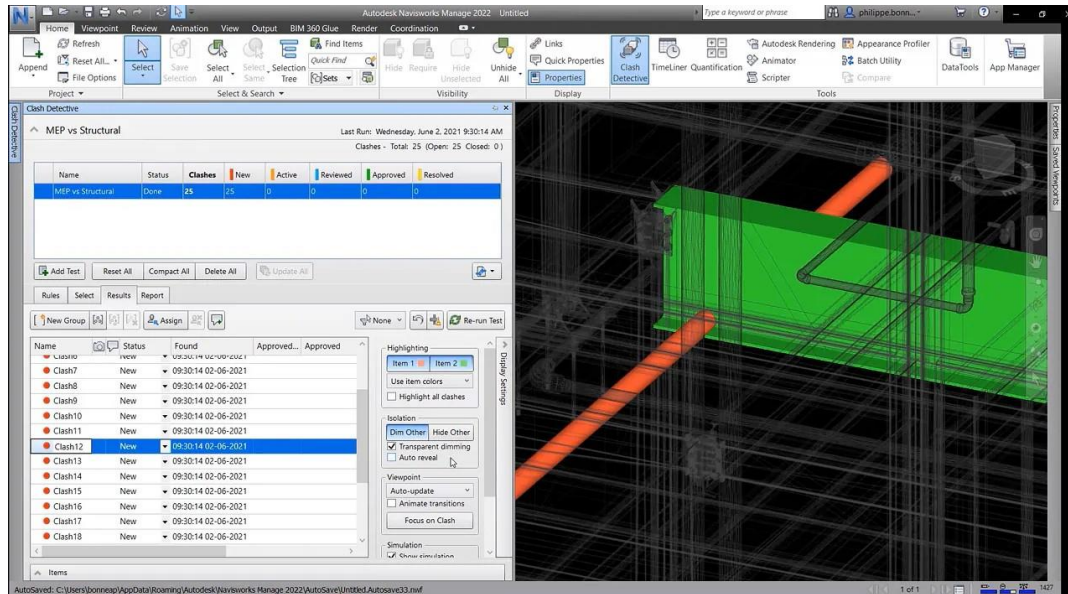
Yapı modelinde, yapı toplam maliyetine etkisi düşük olan ve yapı modeline araştırma kapsamının dışında fazladan bilgi yükü oluşturacak iş kalemlerinin (tenekecilik işleri, bazı doğrama ve korkuluk işleri, müteferrik işler, çevre imalatları vb.) dâhil edilmemesi uygun görülmüştür. Ancak yapı toplam maliyetindeki oranı yüksek olan betonarme demirlerine, yapı modelinde yer

verilmezken süreç ve maliyet planlama aşamasına dâhil edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında Revit yazılımında oluşturulan proje verileri (kat planları, kesitler, görünüşler, metraj tabloları), daha iyi anlaşılması ve incelenebilmesi için EK-2 de verilmiştir.

3.2.3. Navisworks ile Süre (4D) ve Maliyet (5D) Planlama

Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulunun Autodesk Revitte oluşturulan yapı modeline ait süreç yönetimi (4D) ve maliyet yönetimi (5D) planlamalarının yapılmasında Revit yazılımıyla entegre çalışarak eksiksiz bilgi akışının sağlanabilmesi için Autodesk Navisworks programı kullanılmıştır.

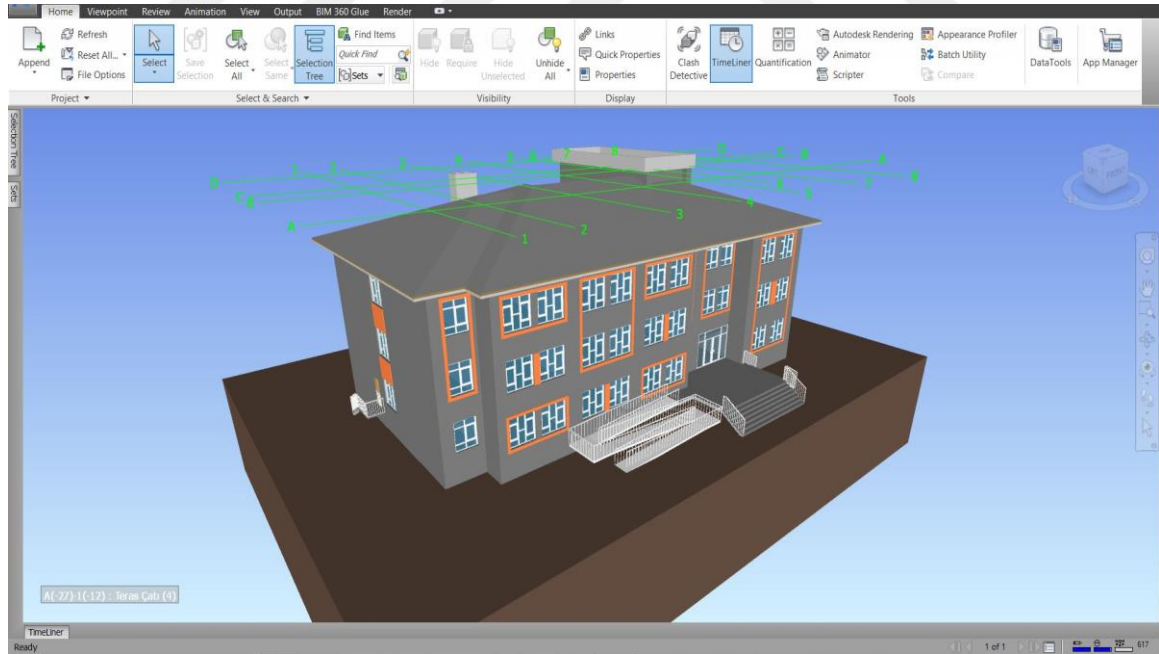
Autodesk Navisworks, proje yönetim süreçlerinde kullanılan IFC tabanlı bir Yapı bilgi modellemesi aracıdır. Proje koordinasyonu, simülasyon, zaman ve maliyet planlama ve çakışma kontrolleri bu yazılım aracılığıyla yapılabilmektedir. Yapım öncesinde kullanıldığında; farklı disiplinlerden gelen 3D modelleri, yapıya ait gerçek koordinatlarda birleştirerek çakışma kontrollerinin yapılmasını sağlamaktadır. Bu çakışma kontrolünde hem modeller arası elemanların hem de her bir modelin kendi elemanları arasındaki çakışma kontrolleri yapılır. Böylece yapım aşamasında çıkabilecek herhangi bir elemansal çakışma sorunu önceden tespit edilerek ortadan kaldırılmaktadır. Çakışma kontrolleri sadece yapı elemanları ile mekanik ve elektrik tesisat elemanları arasında değil, iş kalemleri arasında süre planlaması aşamasında da kullanılmaktadır. Revit yazılımı üzerinden de istenilen elemanlar arasında çakışma analizlerini yapmak mümkündür (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Navisworks çakışma analizi (URL – 31)

Yazılımın bir diğer faydası ise yapım sürecinin her aşamasının simülasyon ile izlenebilmesidir. Malzemelerin şantiyeye giriş-çıkışı, kazı işlemleri, malzemelerin stoklanması, kule vinçlerin yerleşimi dâhil tüm yapım aşamaları burada gözlemlenerek olası bir sorun önceden tespit edilir ve çözümlenir. Süreç planlaması (4D) ve maliyet planlaması (5D) aşamasında her bir iş kalemi ve maliyeti girilerek iş programı oluşturulur. Her bir iş kalemine ait tahmini başlangıç ve bitiş tarihleri girilerek yapım işine ait gantt diyagramı oluşturulur. Bu diyagram sayesinde süreç çakışmaları olup olmadığı da irdelenmiş olur. Girilen maliyet değerleri ile günlük, aylık veya istenilen zaman dilimleri içerisinde yapılacak olan harcamalara ait bilgiler elde edilmiş olur. MS Project, Primavera gibi bazı yazılımlar aracılığıyla yapılan iş programları ve metraj verileri Navisworks'e hazır olarak da aktarılabilmektedir. Bu şekilde önceden hazırlanmış veriler mevcut değil ise tüm veri girişleri manuel olarak yapılabilir. Çalışma kapsamında seçilen projeye ait farklı bir yazılımda oluşturulmuş süreç planlaması ve metraj verileri bulunmadığı için gerekli tüm veriler manuel olarak işlenmiştir.

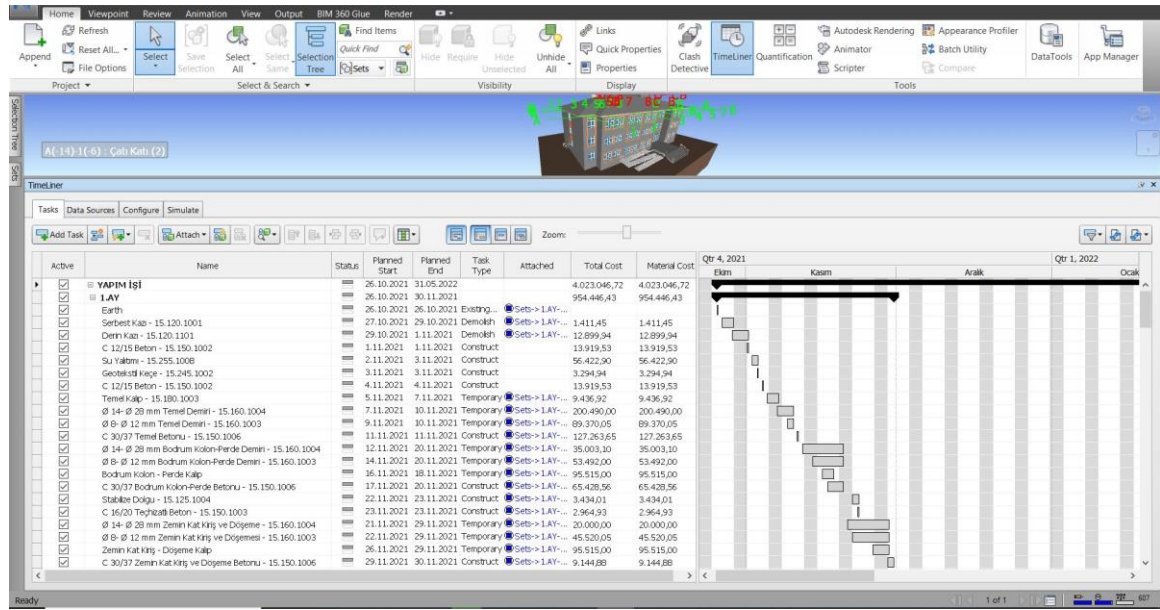
Autodesk Navisworks ile yapıya ait 4D ve 5D modelin oluşturulmasında ilk adım Revitte oluşturulan yapı modelinin aktarılmasıdır (Şekil 3.14.). Revit yazılımından nwc. uzantısıyla dışarı aktarılan yapı modeli Navisworks de home → append yolu izlenerek içeri aktarılır.



Şekil 3.14. Yapı modelinin Navisworks ara yüzünde görünümü (Yazar,2023)

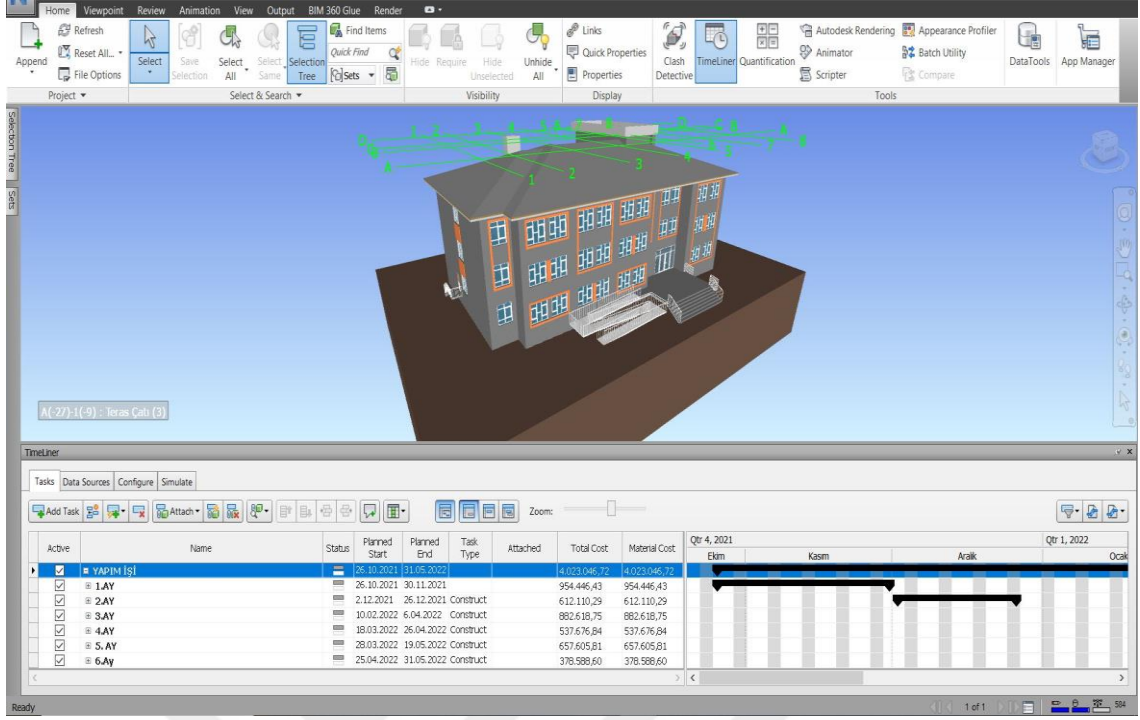
Mevcut proje verileri incelendiğinde her iş grubunun (temel grubu, duvar işleri, çatı işleri, kaplamalar grubu, doğramalar vb.) ne kadar sürede tamamlanacağı hakkında bilgiler mevcuttur.

Ancak her bir iş kaleminin ne zaman başlayıp ne zaman bittiğine dair bilgiler mevcut değildir. Bu sebeple mevcut iş programı ve aylık yapılan işler listesi referans alınarak her iş kaleminin tahmini başlangıç ve bitiş tarihleri belirlenmiştir. Tarihlerin belirlenmesinde her iş kaleminin aylık hakedişine bakılarak aylık yapılan iş miktarı hesaplanmış ve hesaplanan miktarın ne kadar sürede bitirilebileceği tahmin edilmiştir. Ayrıca ‘timeliner →task type’ sütunundan yapı elemanlarının görev tipleri (yapım (constuct), yıkım (demolish), geçici (temporary) veya var olan (existing to)) belirlenmiştir (Şekil 3.15).



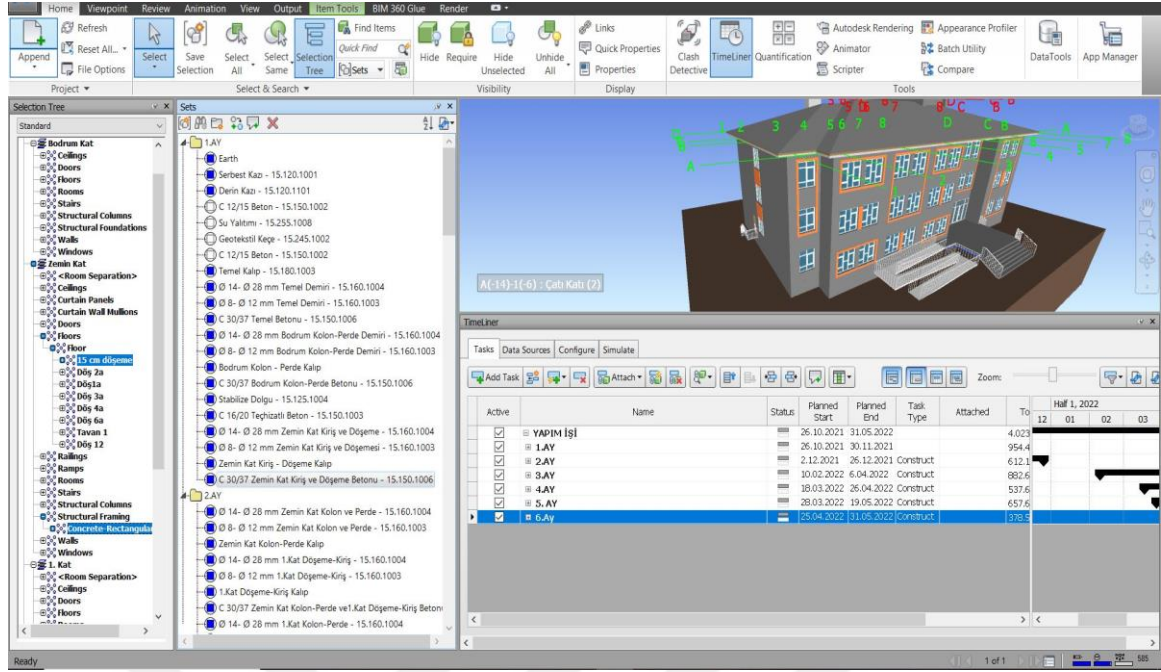
Şekil 3.15. Süre ve maliyet bilgilerinin girilmesi (Yazar,2023)

Şekil 3.15. de görüldüğü gibi yapım süreci boyunca her ay yapılan işler ve maliyetleri detaylı olarak girilerek iş programı, gantt diyagramı üzerinde gösterilmiştir. Yapılan işlerin maliyet değerleri ‘material cost’ sütununa manuel olarak aktarılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce Revitte girilen malzeme birim fiyatlarının Navisworkste görülebileceği ve maliyet değerlerinin otomatik olarak alınabileceği öngörülmüştür. Ancak malzeme birim fiyatları, yapı elemanları seçildiğine ‘properties’ penceresi altında malzemeye ait özellikler arasında görülememiştir. Bu durum maliyet değerlerinin, Revitte oluşturulan metraj tablolarından manuel olarak alınarak işlenmesine sebep olmuştur. Modelin yazılımlar arasında aktarılmasında oluşan bu veri kaybı yazılımsal bir eksiklik olarak değerlendirilmiştir. Tüm maliyet değerlerinin girilmesiyle, her aya ait yapılmış olan harcama ve toplam yapı yaklaşık maliyeti yazılım tarafından hesaplanmıştır (Şekil 3.16). Hesaplanan her aya ait harcama ve yapı yaklaşık maliyeti, bir sonraki aşamada, seçilmiş olan dijital varlıklarla karşılaştırılmak için kullanılacaktır.



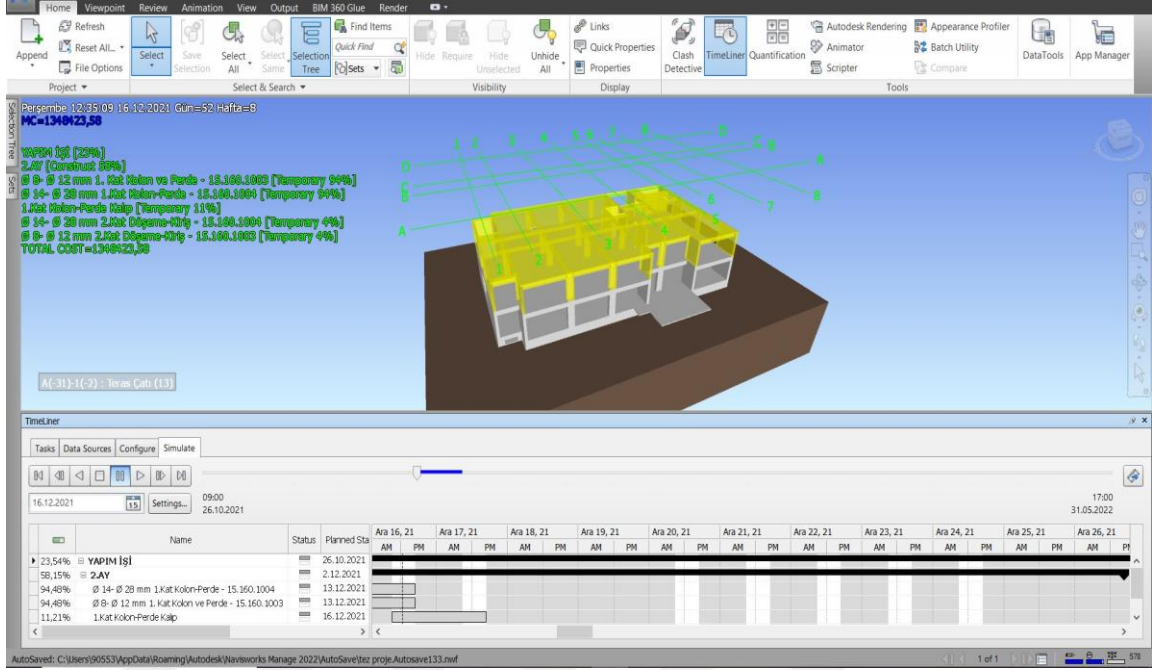
Şekil 3.16. Yapı yaklaşık maliyetinin Navisworks'te hesaplanması (Yazar,2023)

Bir sonraki aşamada mevcut modeldeki yapı elemanları ile görevlerin eşleştirilmesi için veri setleri oluşturulmuştur. Timeliner altındaki tüm görevler seçilip 'export to set' yapılarak 'sets' penceresine aktarılmıştır. Görevler ile model elemanlarının eşleştirilmesi, bu elemanların canlandırılmasıyla simülasyonun oluşturulması için gereklidir. 'Selection Tree' penceresinden modelde bulunan yapı elemanları seçilerek 'sets' penceresi altındaki görevlere atanmıştır (Şekil 3.17.). İlk adımda işlem tek seferde otomatik olarak yapılmışken ikinci adımda işlem tek tek ve manuel olarak yapılmıştır.



Şekil 3.17. Yapı elemanlarıyla görev setlerinin eşleştirilmesi (Yazar,2023)

Son aşamada, model elemanlarıyla görevlerin eşleştirilmesiyle yapım simülasyonu oluşturulmuştur. Simülasyonda yapım süreci boyunca yapılan her imalat, imalatın hangi tarihte yapıldığı, maliyeti, yapım sürecinin tamamlanma yüzdesi, imalatın tamamlanma yüzdesi gibi gerekli tüm veriler gösterilebilmektedir. Simülasyona ait belirli bir zaman diliminden alınan görüntü aşağıdaki gibidir (Şekil 3.18.)



Şekil 3.18. Yapı elemanlarıyla görev setlerinin eşleştirilmesi (Yazar,2023)

Bu bölümde Autodesk Revit yazılımıyla yapının sanal ortamda inşası gerçekleştirilmiş ve metraj tabloları çıkarılmıştır. Oluşturulan sanal model Autodesk Naviswork yazılımına aktarılarak süre ve maliyet planlamaları yapılmıştır. Yapım sürecinin animasyonu da bu yazılımda gerçekleştirilmiştir. Eğer istenirse Revit yazılımında olduğu gibi Navisworks yazılımında da yapıya ait gerekli metrajlar çıkarılabilmektedir. Aynı şekilde iş programı da xml. Formatında aktarılabilmektedir. Çalışma kapsamında bir sonraki bölümde, bu bölümde elde edilen veriler ile dijital varlıklar arasında karşılaştırma yapılacaktır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, önceki bölümlerde elde edilen veriler aracılığıyla çalışmanın ana amacı olan standart ödeme birimleri ile dijital varlıkların karşılaştırması yapılacaktır. Bu bağlamda Yapı bilgi modelleme yazılımlarından olan Revit ve Navisworks kullanılacak verileri elde etmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Maliyetlerin Navisworks'e girilmesiyle elde edilen yapı yaklaşık maliyeti ve aylık hakedişler Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Aylık hakedişler ve yapı yaklaşık maliyeti

Aylar	Hakediş Tutarı
1.Ay	954.446,43 TL
2.Ay	612.110,29 TL
3.Ay	882.618,75 TL
4.Ay	537.676,84 TL
5.Ay	657.605,81 TL
6.Ay	378.588,60 TL
Yapı Yaklaşık Maliyeti	4.023.046,72 TL

Karşılaştırma aşamasında kullanılmak için seçilen dijital varlıkların oldukça değişken değerlere sahip olması sebebiyle hangi tarihlerdeki değerlerinin alınacağı önemlidir. Bu nedenle Elazığ Çevre, Şehircilik ve İklim Müdürlüğü'nden alınan proje verileri incelendiğinde her ay yapılan hakediş dosyalarından hakedişlerin yapıldığı tarihler alınarak tablo haline getirilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Hakediş Tarihleri

Hakediş Numarası	Hakediş Tarihi
1.Hakediş	30.11.2021
2. Hakediş	05.01.2022
3. Hakediş	10.03.2022
4. Hakediş	04.04.2022
5. Hakediş	05.05.2022
6. Hakediş	30.05.2022

Verilerin karşılaştırılmasında kullanılan dijital varlıklar şunlardır: bitcoin, ethereum (eth), ripple (xrp), tether (usdt), cardano (ada), polygon (matic), binance coin (bnb), solana (sol), dogecoin (doge), avalanche (avax). Bu dijital varlıklar kullanıcıların tercih etme oranı ve piyasada ki popülaritesi araştırılarak belirlenmiştir. Seçilen dijital varlıkların belirtilen hakediş tarihlerindeki değerleri bulunmuştur (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Dijital varlıkların hakediş tarihlerinde ki değerleri.(URL-32)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2021	05.01.2022	10.03.2022	04.04.2022	05.05.2022	30.05.2022
Bitcoin	759.499 ₺	610.500 ₺	589.358 ₺	689.444 ₺	551.170 ₺	517.100 ₺
Ethereum (Eth)	61.441 ₺	49.624 ₺	39.023 ₺	51.867 ₺	41.434 ₺	32.685 ₺
Ripple (Xrp)	13,239 ₺	11,253 ₺	11,025 ₺	12,189 ₺	9,033 ₺	6,844 ₺
Tether (Usdt)	13,27 ₺	14,02 ₺	14,97 ₺	14,74 ₺	15,08 ₺	16,35 ₺
Cardano (Ada)	20,60 ₺	17,25 ₺	12,06 ₺	17,88 ₺	11,89 ₺	9,31 ₺
Polygon (Matic)	23,679 ₺	30,541 ₺	21,486 ₺	24,285 ₺	16,052 ₺	10,747 ₺
Binance Coin(Bnb)	8258 ₺	6645 ₺	5569 ₺	6599 ₺	5706 ₺	5262 ₺
Solana(Sol)	2765 ₺	2163,3 ₺	1240,4 ₺	1946,4 ₺	1274,9 ₺	772,50 ₺
Dogecoin(Doge)	2,847 ₺	2,229 ₺	1,749 ₺	2,189 ₺	1,932 ₺	1,438 ₺
Avalanche(Avax)	1597,2 ₺	1365,1 ₺	1106,4 ₺	1416,7 ₺	889,7 ₺	453 ₺

Her bir aydaki hakediş tutarı, dijital varlığın hakediş yapılan tarihte ki değerine bölünerek hakediş yapılan aya ait dijital varlık cinsinden hakediş tutarı bulunmuştur. Bulunan değerler çalışmanın amacına ulaşmak açısından yeterli olmadığı için bir sonraki adımda yapı yaklaşık maliyetinin, sözleşme bitiş tarihine göre değeri hesaplanmıştır. Bunun sebebi ülke ekonomisinde yaşanan enflasyon farkları sonucunda paranın değer kaybetmesidir. Ayrıca Yüksek Fen Kurulu tarafından yayınlanan inşaat maliyet endeksleri (Tablo 4.4.) ile güncelliğini kaybetmiş yapı yaklaşık maliyetleri tekrardan hesaplanmaktadır. Bu bağlamda hesaplanan yapı yaklaşık maliyeti inşaat maliyet endekslerine göre tekrardan hesaplanarak sözleşme bitiş tarihindeki değeri hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. İnşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2021	05.01.2022	10.03.2022	04.04.2022	05.05.2022	30.05.2022
İnşaat Maliyet Endeksi	348,46	464,6	538,26	571,22	593,87	593,87

Güncel Yaklaşık Maliyet

$$\begin{aligned} &= 1. Hakediş \times \frac{1. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \\ &+ 2. Hakediş \times \frac{2. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \\ &+ 3. Hakediş \times \frac{3. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \\ &+ 4. Hakediş \times \frac{4. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \\ &+ 5. Hakediş \times \frac{5. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \\ &+ 6. Hakediş \times \frac{6. Hakediş Ay Endeksi}{Son Hakediş Endeksi} \end{aligned}$$

Hesaplamanın yapılması için oluşturulan denklem yukarıdaki gibidir. 4.023.046,72 TL olan yapı yaklaşık maliyetinin sözleşme bitiş tarihindeki tutarı 3.392.236,939 TL olarak hesaplanmıştır. Yapı yaklaşık maliyetinde % 15,68 değer kaybı olduğu görülmektedir. Diğer dijital varlıklarla ödemelerin yapıldığı düşünüldüğünde oluşacak değer kaybı ve kâr – zarar durumunu inceleyebilmek adına her dijital varlıkla yapılan toplam hakediş miktarları, dijital varlığın sözleşme bitiş tarihindeki TL parite değeri ile çarpılarak toplam hakedişin sözleşme bitiş tarihindeki değeri hesaplanmıştır. Bir sonraki aşamada 4.023.046,72 TL olan yapı yaklaşık maliyeti ile dijital varlıklar türünden hesaplanan yapı yaklaşık maliyetinin sözleşme bitiş tarihindeki değeri oranlanarak kâr - zarar durumu hesaplanmıştır. Son aşamada ise hesaplanan kâr – zarar yüzdeleri, Türk lirasının kâr – zarar yüzdesine oranlanarak, hakediş ödemelerinin dijital varlıklar ile yapıldığı düşünüldüğünde oluşacak kâr – zarar oranları hesaplanmıştır.

Araştırma kapsamını genişletmek ve daha doğru sonuçlar elde edebilmek adına, 2021 – 2022 yılları içerisindeki verilere göre yapılan hesaplamalara ek olarak 2022 – 2023, 2020 – 2021, 2019 – 2020, 2018 – 2019, 2017 – 2018 yıllarına ait veriler temel alınarak kâr – zarar yüzdeleri de hesaplanmıştır. 2021 – 2022 dönemi için yapılan tüm işlemler diğer dönemler içinde yapılarak tablolar oluşturulmuştur.

Şekil 4.1’ de 2021 – 2022 dönemine ait yapılan tüm hesaplamalar verilmiştir. Eksi ile ifade edilen yüzdeler hakedişlerin dijital varlıklarla yapıldığında oluşan zararı ifade etmektedir.

2021 - 2022	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2021	1.AY	₺ 954.446,430	1,26	15,53	72.093,54	71.925,13	46.332,35	40.307,72	115,58	345,19	335.246,38	597,57
	5.01.2022	2.AY	₺ 612.110,290	1,01	12,33	54.395,30	43.659,79	35.484,65	20.042,25	92,12	282,95	274.612,06	448,40
	10.03.2022	3.AY	₺ 882.618,750	1,50	22,62	80.056,12	58.959,17	73.185,63	41.078,78	158,49	711,56	504.641,94	797,74
	4.04.2022	4.AY	₺ 537.676,840	0,78	10,37	44.111,64	36.477,40	30.071,41	22.140,29	81,48	276,24	245.626,70	379,53
	5.05.2022	5.AY	₺ 657.605,810	1,19	15,87	72.800,38	43.607,81	55.307,47	40.967,22	115,25	515,81	340.375,68	739,13
	30.05.2022	6.AY	₺ 378.588,600	0,73	11,58	55.316,86	23.155,27	40.664,73	35.227,38	71,95	490,08	263.274,41	835,74
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	6,47	88,31	378.773,85	277.784,56	281.046,25	199.763,63	634,86	2621,83	1.963.777,16	3798,11
	30.05.2022	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.392.236,939	₺ 3.358.115,654	₺ 2.886.340,337	₺ 2.592.328,220	₺ 4.541.777,610	₺ 2.616.540,558	₺ 2.146.859,722	₺ 3.340.614,783	₺ 2.025.366,930	₺ 2.823.911,558	₺ 1.720.543,751
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-15,68%	-16,53%	-28,25%	-35,56%	12,89%	-34,96%	-46,64%	-16,96%	-49,66%	-29,81%	-57,23%
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	-0,85%	-12,57%	-19,88%	28,57%	-19,28%	-30,96%	-1,28%	-33,98%	-14,13%	-41,55%

Şekil 4.1. Hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

Tablo 4.5.’ de dijital varlıkları 2022 – 2023 yıllarında aynı hakediş tarihlerindeki TL pariteleri verilmiştir. Tablo 4.6. da 2022 – 2023 yıllarının kasım, ocak, mart, nisan, mayıs aylarındaki inşaat endeksleri verilmiştir. Şekil 4.2. de ise 2022 – 2023 yıllarına ait elde edilen veriler ile hakedişlerin belirlenen yıllardaki kâr – zarar yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.5. Dijital varlıkların 2022 – 2023 döneminde ki değerleri(URL-34)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2022	05.01.2023	10.03.2023	04.04.2023	05.05.2023	30.05.2023
Bitcoin	324.625 ₺	398.050 ₺	393.905 ₺	553.390 ₺	612.673 ₺	584.947 ₺
Ethereum (Eth)	24.489 ₺	23.755 ₺	27.871 ₺	36.757 ₺	41.393 ₺	40.142 ₺
Ripple (Xrp)	7,717₺	6,415 ₺	7,226 ₺	9,875 ₺	9,69 ₺	10,996 ₺
Tether (Usdt)	21,12 ₺	20,76 ₺	19,64 ₺	19,55 ₺	18,99 ₺	18,91 ₺
Cardano (Ada)	6,03₺	5,10 ₺	6,14 ₺	7,66 ₺	8,18 ₺	7,98 ₺
Polygon (Matic)	17,683 ₺	14,965 ₺	20,680 ₺	22,387 ₺	20,725 ₺	19,027 ₺
Binance Coin(Bnb)	5685 ₺	4871 ₺	5421 ₺	6105 ₺	6781 ₺	6576 ₺
Solana(Sol)	267,9 ₺	254,9 ₺	355,7 ₺	410,9 ₺	473 ₺	448,7 ₺
Dogecoin(Doge)	2,018 ₺	1,358 ₺	1,284 ₺	1,868 ₺	1,667 ₺	1,526 ₺
Avalanche(Avax)	248,6 ₺	222,9 ₺	289,6 ₺	346,7 ₺	361 ₺	305 ₺

Tablo 4.6. 2022 – 2023 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2022	05.01.2023	10.03.2023	04.04.2023	05.05.2023	30.05.2023
İnşaat Maliyet Endeksi	709,02	829,42	864,96	873,91	878,63	878,63

2022 - 2023	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2022	1.AY	₺ 954.446,430	2,94	38,97	123.681,02	50.473,11	158.282,99	53.975,37	167,89	3.562,70	472.966,52	3.839,29
	5.01.2023	2.AY	₺ 612.110,290	1,54	25,77	95.418,60	32.233,30	120.021,63	40.902,79	125,66	2.401,37	450.743,95	2.746,12
	10.03.2023	3.AY	₺ 882.618,750	2,24	31,67	122.144,86	45.146,74	143.748,98	42.679,82	158,49	2.481,36	687.397,78	3.047,72
	4.04.2023	4.AY	₺ 537.676,840	0,97	14,63	54.448,29	27.376,62	70.192,80	24.017,37	88,07	1.308,53	287.835,57	1.550,84
	5.05.2023	5.AY	₺ 657.605,810	1,07	15,89	67.864,38	31.676,58	80.391,91	31.730,08	96,98	1.390,29	394.484,59	1.821,62
	30.05.2023	6.AY	₺ 378.588,600	0,65	9,43	34.429,67	17.925,60	47.442,18	19.897,44	57,57	843,75	248.092,14	1.241,27
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	9,41	136,36	497.986,80	204.831,94	620.080,49	213.202,87	694,66	11.988,00	2.541.520,54	14.246,86
	30.05.2023	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.787.897,864	₺ 5.504.805,022	₺ 5.473.607,684	₺ 5.475.862,894	₺ 4.326.050,553	₺ 4.948.242,273	₺ 4.056.610,982	₺ 4.568.091,395	₺ 5.379.013,444	₺ 3.878.360,350	₺ 4.345.292,801
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-5,85%	36,83%	36,06%	36,11%	7,53%	23,00%	0,83%	13,55%	33,70%	-3,60%	8,01%
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	42,68%	41,90%	41,96%	13,38%	28,84%	6,68%	19,39%	39,55%	2,25%	13,86%

Şekil 4.2. 2022 – 2023 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

Tablo 4.7.’ de dijital varlıkları 2020 – 2021 yıllarında aynı hakediş tarihlerindeki TL pariteleri verilmiştir. Tablo 4.8. da ise 2020 – 2021 yıllarının kasım, ocak, mart, nisan, mayıs aylarındaki inşaat endeksleri verilmiştir. Şekil 4.3. de ise 2020 – 2021 yıllarına ait elde edilen veriler ile hakedişlerin belirlenen yıllardaki kâr – zarar yüzdeleri hesaplanmıştır. Verilerin elde edildiği borsa, borsada TR paritesinin ne zamandan beri işlem gördüğü ve dijital varlıkların piyasaya giriş tarihleri esas alındığında ADA, MATIC ve SOL’ a ait veri bulunamamıştır. Bu sebeple değerlendirmeye tabi alınan tarihlerde, belirtilen dijital varlıklar üzerinden hesaplama yapılamamıştır.

Tablo 4.7. Dijital varlıkların 2020 – 2021 döneminde ki değerleri(URL-34)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2020	05.01.2021	10.03.2021	04.04.2021	05.05.2021	30.05.2021
Bitcoin	152.267 ₺	250.294 ₺	421.719 ₺	479.715 ₺	470.975 ₺	308.582 ₺
Ethereum (Eth)	4760 ₺	8100 ₺	13.550 ₺	17.117 ₺	28.907 ₺	20.649 ₺
Ripple (Xrp)	5,159 ₺	1,661 ₺	3,448 ₺	5,234 ₺	13,229 ₺	7,834 ₺
Tether (Usdt)	7,73 ₺	7,38 ₺	7,55 ₺	8,25 ₺	8,20 ₺	8,65 ₺
Cardano (Ada)	-	-	-	-	-	-
Polygon (Matic)	-	-	-	-	-	-
Binance Coin(Bnb)	230 ₺	308 ₺	2100 ₺	2876 ₺	5338 ₺	2819 ₺
Solana(Sol)	-	-	-	-	-	-
Dogecoin(Doge)	-	-	0,422 ₺	0,474 ₺	5,364 ₺	2,611 ₺
Avalanche(Avax)	28,7 ₺	31,4 ₺	223,8 ₺	240,4 ₺	288,9 ₺	142,8 ₺

Tablo 4.8. 2020 – 2021 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2020	05.01.2021	10.03.2021	04.04.2021	05.05.2021	30.05.2021
İnşaat Maliyet Endeksi	234,07	258,24	267,03	276,48	288,67	288,67

2020 - 2021	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2020	1.AY	₺ 954.446,430	6,27	200,51	185.006,09	71.925,13	Verilere ulaşamadı	Verilere ulaşamadı	4149,77	Verilere ulaşamadı	0,00	33.255,97
	5.01.2021	2.AY	₺ 612.110,290	2,45	75,57	368.519,14	43.659,79			1987,37		0,00	19.493,96
	10.03.2021	3.AY	₺ 882.618,750	2,09	65,14	255.979,92	58.959,17			420,29		2.091.513,63	3.943,78
	4.04.2021	4.AY	₺ 537.676,840	1,12	31,41	102.727,71	36.477,40			186,95		1.134.339,32	2.236,59
	5.05.2021	5.AY	₺ 657.605,810	1,40	22,75	49.709,41	43.607,81			123,19		122.596,16	2.276,24
	30.05.2021	6.AY	₺ 378.588,600	1,23	18,33	48.326,35	23.155,27			134,30		144.997,55	2.651,18
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	14,55	413,72	1.010.268,62	277.784,56			7001,88		3.493.446,66	63.857,73
	30.05.2021	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.689.124,104	₺ 4.490.074,979	₺ 8.542.829,880	₺ 7.914.444,345	₺ 2.402.836,473			₺ 19.738.294,085		₺ 9.121.389,231	₺ 9.118.883,616
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-8,30%	11,61%	112,35%	96,73%	-40,27%			390,63%		126,73%	126,67%
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	19,91%	120,65%	105,03%	-31,97%			398,93%		135,03%	134,97%

Şekil 4.3. 2020 – 2021 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

Tablo 4.9.’ de dijital varlıkları 2019 – 2020 yıllarında aynı hakediş tarihlerindeki TL pariteleri verilmiştir. Tablo 4.10. da ise 2019 – 2020 yıllarının kasım, ocak, mart, nisan, mayıs aylarındaki inşaat endeksleri verilmiştir. Şekil 4.4. de ise 2018 – 2019 yıllarına ait elde edilen veriler ile hakedişlerin belirlenen yıllardaki kâr – zarar yüzdeleri hesaplanmıştır. Verilerin elde edildiği borsa, borsada TR paritesinin ne zamandan beri işlem gördüğü ve dijital varlıkların piyasaya giriş tarihleri esas alındığında BTC, ETH, XRP ve USDT haricindeki dijital varlıklara ait veri bulunamamıştır. Bu sebeple değerlendirmeye tabi alınan tarihlerde, belirtilen dijital varlıklar üzerinden hesaplama yapılamamıştır.

Tablo 4.9. Dijital varlıkların 2019 – 2020 döneminde ki değerleri(URL-34)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2019	05.01.2020	10.03.2020	04.04.2020	05.05.2020	30.05.2020
Bitcoin	43.816 ₺	43.815 ₺	48.950 ₺	45.650 ₺	63.895 ₺	65.360 ₺
Ethereum (Eth)	878 ₺	808 ₺	1247 ₺	961 ₺	1455 ₺	1640 ₺
Ripple (Xrp)	1,3 ₺	1,16 ₺	1,316 ₺	1,209 ₺	1,539 ₺	1,395 ₺
Tether (Usdt)	5,8 ₺	5,97 ₺	6,2 ₺	6,671 ₺	7,102 ₺	6,765 ₺
Cardano (Ada)	-	-	-	-	-	-
Polygon (Matic)	-	-	-	-	-	-
Binance Coin(Bnb)	-	-	-	-	-	-
Solana(Sol)	-	-	-	-	-	-
Dogecoin(Doge)	-	-	-	-	-	-
Avalanche(Avax)	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.10. 2019 – 2020 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2019	05.01.2020	10.03.2020	04.04.2020	05.05.2020	30.05.2020
İnşaat Maliyet Endeksi	190,32	202,04	202,34	204,08	206,85	206,85

2019 - 2020	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2020	1.AY	₺ 954.446,430	21,78	1087,07	734.189,56	164.559,73	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı
	5.01.2021	2.AY	₺ 612.110,290	13,97	757,56	527.681,28	102.531,04						
	10.03.2021	3.AY	₺ 882.618,750	18,03	707,79	670.682,94	142.357,86						
	4.04.2021	4.AY	₺ 537.676,840	11,78	559,50	444.728,57	80.599,14						
	5.05.2021	5.AY	₺ 657.605,810	10,29	451,96	427.294,22	92.594,45						
	30.05.2021	6.AY	₺ 378.588,600	5,79	230,85	271.389,68	55.962,84						
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	81,64	3794,73	3.075.966,26	638.605,06						
	30.05.2021	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.906.096,150	₺ 5.336.207,173	₺ 6.223.359,606	₺ 4.290.972,928	₺ 4.320.163,214						
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-2,91%	32,64%	54,69%	6,66%	7,39%						
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	35,55%	57,60%	9,57%	10,29%						

Şekil 4.4. 2019 – 2020 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

Tablo 4.11.’ de dijital varlıkları 2018 – 2019 yıllarında aynı hakediş tarihlerindeki TL pariteleri verilmiştir. Tablo 4.12. da 2018 – 2019 yıllarının kasım, ocak, mart, nisan, mayıs aylarındaki inşaat endeksleri verilmiştir. Şekil 4.5. de ise 2018 – 2019 yıllarına ait elde edilen veriler ile hakedişlerin belirlenen yıllardaki kâr – zarar yüzdeleri hesaplanmıştır. Verilerin elde edildiği borsa, borsada TR paritesinin ne zamandan beri işlem gördüğü ve dijital varlıkların piyasaya giriş tarihleri esas alındığında BTC, ETH ve XRP haricindeki dijital varlıklara ait veri bulunamamıştır. Bu sebeple değerlendirmeye tabi alınan tarihlerde, belirtilen dijital varlıklar üzerinden hesaplama yapılamamıştır.

Tablo 4.11. Dijital varlıkların 2018 – 2019 döneminde ki değerleri(URL-34)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2018	05.01.2019	10.03.2019	04.04.2019	05.05.2019	30.05.2019
Bitcoin	20.938 ₺	20.570 ₺	21.288 ₺	27.277 ₺	34.240 ₺	50.400 ₺
Ethereum (Eth)	597 ₺	834 ₺	738 ₺	878 ₺	970 ₺	1555 ₺
Ripple (Xrp)	1,91 ₺	1,91 ₺	1,71 ₺	1,85 ₺	1,78 ₺	2,55 ₺
Tether (Usdt)	-	-	-	-	-	-
Cardano (Ada)	-	-	-	-	-	-
Polygon (Matic)	-	-	-	-	-	-
Binance Coin(Bnb)	-	-	-	-	-	-
Solana(Sol)	-	-	-	-	-	-
Dogecoin(Doge)	-	-	-	-	-	-
Avalanche(Avax)	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.12. 2018 – 2019 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2018	05.01.2019	10.03.2019	04.04.2019	05.05.2019	30.05.2019
İnşaat Maliyet Endeksi	176,85	184,83	189,25	192,27	195,51	195,51

2018 - 2019	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2020	1.AY	₺ 954.446,430	45,58	1598,74	499.710,17	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı
	5.01.2021	2.AY	₺ 612.110,290	29,76	733,95	320.476,59							
	10.03.2021	3.AY	₺ 882.618,750	41,46	1195,96	516.151,32							
	4.04.2021	4.AY	₺ 537.676,840	19,71	612,39	290.636,13							
	5.05.2021	5.AY	₺ 657.605,810	19,21	677,94	369.441,47							
	30.05.2021	6.AY	₺ 378.588,600	7,51	243,47	148.466,12							
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	163,23	5062,44	2.144.881,79							
	30.05.2021	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.861.343,612	₺ 8.226.886,934	₺ 7.872.095,706	₺ 5.469.448,574							
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-4,02%	104,49%	95,67%	35,95%							
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	108,51%	99,69%	39,97%							

Şekil 4.5. 2018 – 2019 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

Tablo 4.13.' de dijital varlıkları 2017 – 2018 yıllarında aynı hakediş tarihlerindeki TL pariteleri verilmiştir. Tablo 4.14. da 2017 – 2018 yıllarının kasım, ocak, mart, nisan, mayıs aylarındaki inşaat endeksleri verilmiştir. Şekil 4.6. de ise 2017 – 2018 yıllarına ait elde edilen veriler ile hakedişlerin belirlenen yıllardaki kâr – zarar yüzdeleri hesaplanmıştır. Verilerin elde edildiği borsa, borsada TR paritesinin ne zamandan beri işlem gördüğü ve dijital varlıkların piyasaya giriş tarihleri esas alındığında BTC ve ETH haricindeki dijital varlıklara ait veri bulunamamıştır. Bu sebeple değerlendirmeye tabi alınan tarihlerde, belirtilen dijital varlıklar üzerinden hesaplama yapılamamıştır.

Tablo 4.13. Dijital varlıkların 2017 – 2018 döneminde ki değerleri(URL-34)

Dijital / Tarih Varlıklar	30.11.2017	05.01.2018	10.03.2018	04.04.2018	05.05.2018	30.05.2018
Bitcoin	43.490 ₺	64.450 ₺	34.700 ₺	27.711 ₺	40.493 ₺	33.470 ₺
Ethereum (Eth)	1925 ₺	3728 ₺	2675 ₺	1542 ₺	3340 ₺	2540 ₺
Ripple (Xrp)	-	-	-	-	-	-
Tether (Usdt)	-	-	-	-	-	-
Cardano (Ada)	-	-	-	-	-	-
Polygon (Matic)	-	-	-	-	-	-
Binance Coin(Bnb)	-	-	-	-	-	-
Solana(Sol)	-	-	-	-	-	-
Dogecoin(Doge)	-	-	-	-	-	-
Avalanche(Avax)	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.14. 2017 – 2018 dönemi inşaat maliyet endeksleri(URL-33)

Tarih	30.11.2017	05.01.2018	10.03.2018	04.04.2018	05.05.2018	30.05.2018
İnşaat Maliyet Endeksi	136,09	144,92	149,08	152,1	156,58	156,58

2017 - 2018	TARİH		TÜRK LİRASI	BİTCOİN	ETHEREUM (ETH)	RİPPLE (XRP)	TETHER (USDT)	CARDANO (ADA)	POLYGON (MATIC)	BINANCE COİN (BNB)	SOLANA (SOL)	DOGECOİN (DOGE)	AVALANCHE (AVAX)
	30.11.2020	1.AY	₺ 954.446,430	21,95	495,82	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı	Verilere ulaşılamadı
	5.01.2021	2.AY	₺ 612.110,290	9,50	164,19								
	10.03.2021	3.AY	₺ 882.618,750	25,44	329,95								
	4.04.2021	4.AY	₺ 537.676,840	19,40	348,69								
	5.05.2021	5.AY	₺ 657.605,810	16,24	196,89								
	30.05.2021	6.AY	₺ 378.588,600	11,31	149,05								
		TOPLAM	₺ 4.023.046,720	103,83	1684,59								
	30.05.2021	PARANIN SÖZLEŞME BİTİŞ TARİHİ DEĞERİ	₺ 3.794.906,177	₺ 3.475.316,142	₺ 4.278.849,702								
		KAR / ZARAR YÜZDESİ	-5,67%	-13,61%	6,36%								
		TÜRK LİRASINA GÖRE KAR/ZARAR YÜZDESİ	0,00%	-7,94%	12,03%								

Şekil 4.6. 2017 – 2018 yıllarında hakedişlerin dijital varlıklar üzerinden hesaplanmasıyla oluşan kâr – zarar yüzdeleri (Yazar, 2023)

5. SONUÇLAR

Blok zincir teknolojisi, temeli 1991 yılına dayanan, 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan makalede tanıtılan ve kripto paraların alt yapısını oluşturan bir teknolojidir. Dağıtık ağ yapısına dayalı, kullanıcılarına üst düzey güvenlik sunan, şeffaf ve açık bir zincir yapısına sahiptir. Sahip olduğu özellikler sayesinde birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Kripto paralar, kimlik tanıma sistemleri, enerji sektörü, akıllı sözleşmeler, finans sektörü, tedarik zinciri uygulamaları, sağlık sektörü blok zincir teknolojisinin kullanıldığı alanlardan bazılarıdır.

Blok zincir teknolojisinin inşaat sektöründeki kullanımı ise başlangıç seviyesinde olduğu söylenebilir. Akıllı sözleşmeler, akıllı şehirler, tedarik zinciri yönetimi, BIM, atık yönetimi, gayrimenkul yönetimi, enerji yönetimi, sürdürülebilirlik ve tesis yönetimi blok zincirin inşaat sektöründeki uygulama alanlarıdır. Bu alanlarda yapılan incelemeler ve çalışmalar hala teorik seviyede devam etmektedir.

Blok zincir teknolojisinin en büyük uygulama alanı olan kripto paralar 2008 yılında Nakamoto'nun yayınladığı makale ile duyurulmuş ve piyasaya sürülmüştür. İlk kripto para olan Bitcoin den sonra, Bitcoine alternatif olarak ve bitcoinin olumsuz veya eksik kalan yönlerini tamamlamak adına çıkarılmış binlerce altcoin mevcuttur.

Tez çalışması kapsamında blok zincir teknolojisi ve dijital varlıklar üzerine kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Uygulama aşamasında seçilen kamu projesinin, YBM araçlarından olan Revit ile sanal inşası gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada Revit'in Türk inşaat sektörünün çalışma sistemini karşılayamayan bir yanı tespit edilmiştir. Malzemelere ait birim fiyatların otomatik olarak alınabileceği bir sistem mevcut değildir. Yapı malzemesi birim fiyatlarının ve poz numaralarının girilmesi tamamen manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Bu durum sürecin oldukça uzamasına sebep olmuştur. Yapı bilgi modellemesinin ve araçlarının gelecekte daha fazla kullanılacağı göz önünde bulundurulduğunda, Türk inşaat sektörüyle adaptasyonunu arttırmak ve kullanımını kolaylaştırmak amacıyla veri girişini daha otomatize edebilecek bir sistemin gerekli olduğu düşünülmektedir. Oluşturulan yapı modeli Navisworks yazılımına aktararak süre ve maliyet planlamaları yapılmıştır. Yapıya ait verilerin elde edilmesi amacıyla kullanılan bu programlar, yapının gerçek dünyada yapımından önce sanal ortamda inşasının yapılmasını sağlayarak, yapım aşamasında oluşabilecek birçok sorunun önceden tespit edilmesine çözümüne olanak tanımaktadır.

Elde edilen veriler ile 6 aylık yapım sürecindeki her aya ait hakediş miktarı hesaplanmıştır. Aylık hakediş değerleri seçilen on dijital varlık üzerinden ayrı ayrı hesaplanarak, inşaat sözleşmelerinin yapımında dijital varlıkların kullanımın mümkün olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha net sonuçlara ulaşabilmek amacıyla altı yıllık bir zaman dilimi içerisinde değerlendirmeler yapılmıştır.

4. bölüm olan Bulgular ve Tartışma başlığı altında elde edilen verilere göre,

- 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %15,68 değer kaybı yaşamıştır. TL'ye göre 2021 – 2022 tarihlerinde TL'ye göre, Bitcoin de %0,85, Ethereum da %12,57, Ripple da %19,88, Cardano da %19,28, Polygon da %30,96, Binance Coin de %1,28, Solana da %33,98, Dogecoin de %14,13 ve Avalange da %41,55 kripto para birimlerinde kayıp, Tether de %28,57 kazanç olduğu görülmüştür.
- Hesaplamalar 30.11.2022 – 30.05.2023 tarihleri arasında yapıldığında, 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %5,85 değer kaybı yaşamıştır. 2022 – 2023 tarihlerinde TL'ye göre, tüm kripto para birimlerinde kazanç olduğu görülmüştür. Bitcoin de %42,68, Ethereum da %41,90, Ripple da %41,96, Tether de %13,38, Cardano da %28,84, Polygon da %6,68, Binance Coin de %19,39, Solana da %39,55, Dogecoin de %2,25 ve Avalange da %13,86 kazanç olduğu görülmüştür.
- 30.11.2020 – 30.05.2021 tarihleri arasında, 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %8,30 değer kaybı yaşamıştır. 2020 – 2021 tarihlerinde TL'ye göre, Tether de %31,97 kayıp, Bitcoin de %19,91, Ethereum da %120,65, Ripple da %105,03, Binance Coin de %398,93, Dogecoin de %135,03 ve Avalange da %134,97 kazanç olduğu görülmüştür. Cardano, Polygon ve Solana kripto para birimlerinin TR pariteleri bu tarih aralıklarında mevcut olmadığı için değerlendirme yapılamamıştır.
- 30.11.2019 – 30.05.2020 tarihleri arasında, 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %2,91 değer kaybı yaşamıştır. 2019 – 2020 tarihlerinde TL'ye göre, Bitcoin de %35,55, Ethereum da %57,60, Ripple da %9,57, Tether de %10,29 kazanç olduğu görülmüştür. Cardano, Polygon, Binance Coin, Dogecoin, Avalange ve Solana kripto para birimlerinin TR pariteleri bu tarih aralıklarında mevcut olmadığı için değerlendirme yapılamamıştır.
- 30.11.2018 – 30.05.2019 tarihleri arasında, 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %4,02 değer kaybı yaşamıştır. 2018 – 2019 tarihlerinde TL'ye göre, Bitcoin de %108,51, Ethereum da %99,69, Ripple da %39,97 kazanç olduğu görülmüştür. Tether, Cardano, Polygon, Binance Coin, Dogecoin, Avalange ve Solana kripto para birimlerinin TR pariteleri bu tarih aralıklarında mevcut olmadığı için değerlendirme yapılamamıştır.
- 30.11.2018 – 30.05.2019 tarihleri arasında, 4.023.046,720 TL olan yapı yaklaşık maliyeti, sözleşme bitiminde %5,67 değer kaybı yaşamıştır. 2017 – 2018 tarihlerinde TL'ye göre, Bitcoin de %7,94 kayıp, Ethereum da %12,03 kazanç olduğu görülmüştür. Ripple, Tether, Cardano, Polygon, Binance Coin, Dogecoin Avalange

ve Solana kripto para birimlerinin TR pariteleri bu tarih aralıklarında mevcut olmadığı için değerlendirme yapılamamıştır.

Elde edilen veriler Tablo 5.1. ve Tablo 5.2’de birleştirilmiştir.

Tablo 5.1. TL ve dijital varlıkların cinsinden hesaplanan yapı yaklaşık maliyetinin Türk Lirasına göre kar – zarar oranları (Yazar, 2024)

	2017 - 2018	2018 - 2019	2019 - 2020	2020 - 2021	2021 - 2022	2022 - 2023
TÜRK LİRASI	-5,67%	-4,02%	-2,91%	-8,30%	-15,68%	-5,85%
BİTCOİN	-7,94%	108,51%	35,55%	19,91%	-0,85%	42,68%
ETHEREUM (ETH)	12,03%	99,69%	57,60%	120,65%	-12,57%	41,90%
RİPPLE (XRP)	-	39,97%	9,57%	105,03%	-19,88%	41,96%
TETHER (USDT)	-	-	10,29%	-31,97%	28,57%	13,38%
CARDANO (ADA)	-	-	-	-	-19,28%	28,84%
POLYGON (MATIC)	-	-	-	-	-30,96%	6,68%
BINANCE COİN (BNB)	-	-	-	398,93%	-1,28%	19,39%
SOLANA (SOL)	-	-	-	-	-33,98%	39,55%
DOGECOİN (DOGE)	-	-	-	135,03%	-14,13%	2,25%
AVALANCHE (AVAX)	-	-	-	134,97%	-41,55%	13,86%

Tablo 5.2. TL ve dijital varlıkların cinsinden hesaplanan yapı yaklaşık maliyetinin Türk Lirasına göre kar – zarar miktarları (Yazar, 2024)

	2017 - 2018	2018 - 2019	2019 - 2020	2020 - 2021	2021 - 2022	2022 - 2023
TÜRK LİRASI	-228.140,54	-161.703,11	-116.950,57	-333.922,62	-630.809,78	-235.148,86
BİTCOİN	-319.590,04	4.365.543,32	1.430.111,02	800.950,88	-34.121,29	1.716.907,16
ETHEREUM (ETH)	483.943,53	4.010.752,09	2.317.263,46	4.853.705,78	-471.775,32	1.685.709,82
RİPPLE (XRP)	-	1.608.104,96	384.876,78	4.225.320,24	-799.908,72	1.687.965,03
TETHER (USDT)	-	-	414.067,06	-1.286.287,63	1.149.540,67	538.152,69
CARDANO (ADA)	-	-	-	-	-775.696,38	1.160.344,41
POLYGON (MATIC)	-	-	-	-	-1.245.377,22	268.713,12
BINANCE COİN (BNB)	-	-	-	16.049.169,98	-51.622,16	780.193,53
SOLANA (SOL)	-	-	-	-	-1.366.870,01	1.591.115,58
DOGECOİN (DOGE)	-	-	-	5.432.265,13	-568.325,38	90.462,49
AVALANCHE (AVAX)	-	-	-	5.429.759,51	-1.671.693,19	557.394,94

Elde edilen sonuçlara göre, blok zincir teknolojisinin kripto para alanında inşaat sektöründe yer edinebilmesi için henüz erken aşamada oluşu tespit edilmiştir. İnşaat sözleşmelerinde ve nakit akışında kripto paraların kullanımının yakın gelecekte mümkün görülmemesinin sebepleri aşağıda sıralanmıştır:

- Regülasyonun olmaması,
- Vergi işlemlerinin olmaması,
- Kripto paralar üzerine yasal bir düzenleme olmaması,
- Fiyat dalgalanmalarının oldukça geniş aralıklarda gerçekleşmesi.

Ancak blok zincir teknolojisinin,

- Açık ve şeffaf bir yapıya sahip olması,
- Yapılan işlemler üzerinde her hangi kötü amaçlı bir girişimin gerçekleşmesinin neredeyse imkânsız olması,
- Güvenliğin üst düzeyde olması,
- İşlem ücretlerinin düşük olması,
- İşlem hızının yüksek olması sebebiyle inşaat sektöründe kullanımının uygun olduğu düşünülmektedir.

Özellikle blok zincir uygulamalarından biri olan akıllı sözleşmelerin, inşaat sektöründeki ödeme sistemi ve sözleşme belge yönetiminde taraflar arasındaki sorunları ortadan kaldıracığı, inşaat yapım ve süreç yönetiminde uygulamaları iyileştireceği öngörülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abd Aziz, A., Mohd Noor, N., Al Mashhour, O. (2022). The Money of The Future: A Study of The Legal Challenges Facing Cryptocurrencies. *Bild Law Journal*, 7(1), 21–33.
- Alahmad, M., Alfouder, A., Alonaizi, A., Aldhamen, M. (2023). Comparison Study of the Top 5 Leading Cryptocurrencies based on General Consensus Protocol: Bitcoin, Ethereum, Tether, XRP and Bitcoin Cash, *WSEAS Transactions on Computer Research*, 11, 26-27.
- Al-Jaroodi, J., Mohamed, N. (2019). Blockchain in industries: A survey. *IEEE Access*, Sayı:7, 36500 – 36515.
- Alpago, H. (2018). Bitcoin'den Selfcoin'e Kripto Para, *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 411 – 428.
- Aste, T., Tasca, P., & Matteo, T. D. (2017). Blockchain Technologies: foreseeable impact on industry and society. *IEEE Computer*, 50(9), 18 – 28.
- Ay, M., Adıyaman, G. (2022). Bitcoin ve Altcoinler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (47), 31 – 46.
- Aydar, M., Çetin, S.C. (2020). Blokzincir Teknolojisinin Sağlık Bilgi Sistemlerinde Kullanımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı:19, 533 – 538.
- Ballı, A. (2023). Blok Zincir Ve Kripto Varlıklar, *Nobel Bilimsel Eserler*, 206.
- Bhushan, B., Khamparia, A., Sagayam, K. M., Sharma, S.K., Ahad, M.A., Debnath, N.C. (2020). Blockchain For Smart Cities: A Review Of Architectures, İntegration Trends And Future Research Directions, *Sustainable Cities and Society*, 61, 102360. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102360>.
- Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A. K., & Roubaud, D. (2017). Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*, 23, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.02.009>
- BTK. (2020). Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumu Kripto Para Araştırma Raporu, Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi, Ankara, 6-10.
- Casino, F., Dasaklis, T.K., Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues, *Telematics and Informatics*, Sayı:36, 55 – 81.
- Ceylan, O., Işık, A.H. (2023). Blokzincir Teknolojisi Ve Uygulama Alanları, *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi* 6(1), 129 – 154.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi, Araştırma Raporu, 8-9.
- Dakhli, Z., Lafhaj, Z., Mossman, A. (2019). The Potential of Blockchain in Building Construction, *Buildings*, 9(4), 77. doi:10.3390/buildings9040077
- Di Giuda, G.M., Pattini, G., Seghezzi, E., Schievano, M., Paleari, F. (2020). The Construction Contract Execution Through the Integration of Blockchain Technology, *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, 27 – 36.
- Dilek, Ş. (2018). Blockchain Teknolojisi Ve Kripto Paralar, *Analiz Dergisi*, Sayı:231, 10.
- Dizkırıncı, A. S. ve Gökgez, A. (2018). Kripto Para Birimleri ve Türkiye'de Bitcoin Muhasebesi. *Journal of Accounting Finance and Auditing Studies*, 4 (2), 92-105.

- Doğan, Ş. (2020). Dijital Çağda Paranın Dönüşümü: Kripto Para Birimleri ve Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi: Üniversite Öğrencilerine Yönelik Bir Araştırma, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(3), 859–870.
- Dounas, T., Lombardi, D., Jabi, W. (2020). Framework for decentralised architectural design BIM and Blockchain integration, International Journal of Architectural Computing, 19(2), 157 – 173. Doi:10.1177/1478077120963376
- Duman, B., Şen, E.B. (2019). Blokzinciri Teknolojisi Bağlamında Nesnelerin İnterneti, Türkiye’de Mühendislik Alanında Yeni Yaklaşımlar, İksad Yayınevi, 29 – 64.
- Durbilmez, S.E., Türkmen, S.Y. (2019). Blockchain Teknolojisi Ve Türkiye Finans Sektöründeki Durumu, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(1), 30 – 45.
- Durmuş, S., Polat, M. Ş. (2018). Sanal Para Bitcoin, KAÜİİBFD, 9(18), 659-673.
- Elmas, B., Aydın, S. (2021). Geçmişten Günümüze Paranın Tarihi: Fiziki Paradan Kripto Paraya, Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, 253 – 264.
- Erkuş, H., Gümüş, A. (2019). Blockchain ve Kripto Paraların Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(2), 41-49.
- Eyal, I. & Sirer, E. G. (2014) “Majority is Not Enough: Bitcoin Mining Is Vulnerable.” In International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Springer Berlin Heidelberg, 436.
- Frankenfield, J.(2019). Investing Cryptocurrency Altcoin, What Is Altcoin? <https://www.investopedia.com/terms/a/altcoin.asp>. (Erişim Tarihi: 09.02.2024).
- Frankenfield, J.(2023). What Is a Merkle Root (Cryptocurrency)? How It Works in Blockchain, <https://www.investopedia.com/terms/m/merkle-root-cryptocurrency.asp> , (Erişim Tarihi: 13.02.2024).
- George, B. (2023). Başlangıç Bloku (Genesis Block): İlk Bitcoin Bloku, <https://www.coindesktrkiye.com/ogren/baslangic-blogu-genesis-block-ilk-bitcoin-blogu-3464> (Erişim Tarihi: 13.02.2024).
- Güçlü, K. (2019). Blokzincir teknolojisi ve gümrük işlemlerinde blok zincir uygulama alanlarının incelenmesi. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı.
- Gültekin, Y., Bulut, Y. (2016). Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler Ve Analizi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(3), 82-92. <https://doi.org/10.30803/adusobed.288167>.
- Günen, E. (2020). En Sade Anlatımla Blockchain Nedir, Nasıl Çalışır? , <https://tr.cointelegraph.com/news/a-simple-explanation-of-what-is-blockchain-and-how-its-works> (Erişim Tarihi: 13.02.2024).
- Günen, E. (2020). Hash Nedir? Bitcoin SHA-256 Algoritması Nasıl Çalışır? , <https://tr.cointelegraph.com/news/what-is-hash-whats-the-meaning-of-bitcoin-sha-256-algorithm> (Erişim Tarihi: 13.02.2024).
- Gürsoy, S. (2021). PARA 2 : Gelmiş, Geçmiş ve Geleceği, 22-28.
- Güven, V. ve Şahinöz, E. (2018). Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin; Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, Kronik Yayınları, 117.
- Hamledari, H., Fischer, M. (2021a). Role of Blockchain-Enabled Smart Contracts in Automating Construction Progress Payments, Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 13(1), 04520038.
- Hamledari, H., Fischer, M. (2021b). The application of blockchain-based crypto assets for integrating the physical and financial supply chains in the construction & engineering industry, Automation in Construction, 127, 103711.
- Hamma-adama, M., Salman, H., Kouider, T. (2021). Blockchain in Construction Industry : Challenges and Opportunities, International Engineering Conference and Exhibition IECE.
- Hammerstad, M. (2021). Blockchain in construction industry for improved material information, Master’s

degree thesis, Molde University College.

- Hart, J. (2022). A Brief History of Blockchain Technology, <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/history-of-blockchain/> (Erişim Tarihi: 12.02.2024)
- Hazır, U. (2021). Kripto Paraların İstatistiksel Özellikleri Ve Çoklu Fraktal Yapısı: Bitcoin, Ethereum Ve Altcoinlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, 93-94.
- Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J., Archer-Brown, C. (2019). Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms, *Business Horizons*, 62(3), 273–281. doi:10.1016/j.bushor.2019.01.002.
- İşgör, M. (2019). Kripto Para Birimi Olan Bitcoin Ve Blockchain Teknolojisinin Ortaya Çıkışı Bugüne Kadarki Gelişim Süreci İle Gelecekteki Durumu, Yüksek Lisans Tezi, Konya Gıda Ve Tarım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kanani, J., Nailwal, S., Arjun, A. (2021). Matic Whitepaper, <https://academy.bit2me.com/wp-content/uploads/2021/07/polygon-whitepaper-en.pdf>, 2-5.
- Kesebir, M., Günceler, B. (2019). Kripto Para Birimlerinin Parlak Geleceği, *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17, 617.
- Kılıç, D. (2020). Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Ve Altcoinlere İlişkin Ekonometrik Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yalova Üniversitesi, 30.
- Kiu, M.S., Chia, F.C., Wong, P.F. (2022). Exploring the potentials of blockchain application in construction industry: a systematic review, *International Journal of Construction Management*, 22(15), 2931 – 2940. DOI: 10.1080/15623599.2020.1833436 .
- Kula, Ö. (2019). Blok Zinciri Tabanlı Ödeme Ve Müşteri Sadakat Sistemi Geliştirilerek Enerji Sektörüne Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Lee, J., Long, A., Mcrae, M., Steiner, J. & Handler, S. G. (2015). “Bitcoin basics: A primer on virtual currencies”. *Business Law International*, 16(1), 24.
- Li, J., Greenwood, D., Kassem, M. (2019). Blockchain İn The Built Environment And Construction İndustry: A Systematic Review, Conceptual Models And Practical Use Cases, *Automation in Construction*, 102, 288 – 307. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.005>.
- Liu, Z., Jiang, L., Osmani, M., Demian, P. (2019). Building Information Management (BIM) and Blockchain (BC) for Sustainable Building Design Information Management Framework, *Electronics*, 8(7), 724.
- Luo, H., Das, M., Wang, J., Cheng, J.C.P. (2019). Construction Payment Automation through Smart Contract-based Blockchain Framework, 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), 1254 – 1260.
- Magaki, I., Khazraee, M., Gutierrez, L. V., & Taylor, M. B. (2016). Asic clouds: Specializing the datacenter. In 2016 ACM/IEEE 43rd Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA) (pp. 178-190). IEEE.
- Mendi, F. A. (2021) Blokzincir Uygulamaları ve Gelecek Öngörülleri. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies (AIST)*, 4 (1), 76-88.
- Mohammed, A., Almousa, A., Ghaithan, A., Hadidi, L. A. (2021). The role of blockchain in improving the processes and workflows in construction projects, *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/app11198835>
- Mukhopadhyay, U., Skjellum, A., Hambolu, O., Oakley, J., Yu, L., Brooks, R. (2016). A brief survey of Cryptocurrency systems, 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST), 745–752.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, (04.01.2024).

- Nawari, N. O., Ravindran, S. (2019a). Blockchain technology and BIM process: Review and potential applications, *ITcon*, 24, 209-238.
- Nawari, N. O., Ravindran, S. (2019b). Blockchain Technologies in BIM Workflow Environment, In *Computing in Civil Engineering 2019: Visualization, Information Modeling, and Simulation*, 343-352).
- Nawari, N. O., Ravindran, S. (2019c). Blockchain and the built environment: Potentials and limitations, *Journal of Building Engineering*, 25(8), 100832. DOI: 10.1016/j.job.2019.100832.
- Ong, B., Lee, T.M., Li, G., Chuen, D.L.K. (2015). Evaluating the Potential of Alternative Cryptocurrencies, *Handbook of Digital Currency*, 81 – 135.
- Özyürek, H. (2021). Blockchain Teknolojisinin Mevcut Ve Muhtemel Kullanım Alanları. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22 (4), 31-50.
- Pattini, G., Seghezzi, E., & Di Giuda, G. M. (2021). Digitalization in construction: Blockchain applicability in the industry. *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, 8(1). [https://doi.org/10.14455/ISEC.2021.8\(1\).AAE-06](https://doi.org/10.14455/ISEC.2021.8(1).AAE-06)
- Perera, S., Nanayakkara, S., Rodrigo, M.N.N., Senaratne, S., Weinand, R. (2020). Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry?, *Journal of Industrial Information Integration*, 17, 100125. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100125>
- Reijers, W., O’Brolcháin, F., Haynes, P. (2016). Governance in Blockchain Technologies and Social Contract Theories, *Ledger*, 1, 134–151. <https://doi.org/10.5195/ledger.2016.62>.
- Scott, D.J., Broyd, T., Ma, L. (2021). Exploratory literature review of blockchain in the construction industry, *Automation in Construction*, 132, 103914.
- Sekniqi, K., Laine, D., Buttolph, S., Sirer, E.G. (2020). *Avalanche Platform*, 1-4.
- Shojaei, A., Flood, I., Moud, H.I., Hatami, M., Zhang, X. (2020). An Implementation of Smart Contracts by Integrating BIM and Blockchain, In *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2019*, 519–527.
- Suliman, H., Albarthi, W. (2022). Blockchain Technology and the Future of Construction Industry in the Arab region :Applications, Challenges, and Future Opportunities, *Engineering Research Journal*, 173, 73 – 102.
- Sümer, G. (2021). Dünyada Ve Türkiye’de Blok Zincir Teknolojisinin Gelişimi Ve Kripto Paralar, *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 191-207. doi: 10.17218/hititsbd.884250
- Syzdykova, A. (2023). Bitcoin Madenciligi ve Bitcoin’in Enerji Tüketimi, *Journal of Economics and Social Research*, 10(19), 7-8.
- Şahin, M.O. (2022). Elon Musk’ın Tweetlerinin Kripto Varlıklara Olan İlginin Artmasına Etkisi, *Türkiye Medya Akademisi Dergisi*, 2(3), 158-186.
- Şenbayram, E.A. (2019). Paranın Geldiği Uç Nokta. *Harran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3 (4), 81-82.
- Tan, D.G. (2019). Kripto Para Piyasaları: Bitcoin Ve Altcoin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, 9-10.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. ve Üstündağ, M.T. (2019). Blockchain Teknolojisi Nedir ? Ne Değildir ? : Alanyazın İncelemesi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203 – 217.
- Tanyıldızı, M. (2022). Bitcoin Fiyatları İle Borsa Endekslerinin Nedensellik Ve Eşbütünleşme Testleri İle İncelenmesi: Nyse, Ftse, Hkse Ve Bist Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 26-27.
- Tanyıldızı, A. ve Aydoğan, C. (2023). Kripto Para Kavramı Ve İlk Kripto Para Bitcoin, Ticari Bilimlerde Güncel Araştırmalar: Muhasebe Ve Finans Yazıları, Gazi Kitabevi, 221.

- Taşcı, M.F. & D. Güzel (2023), Tedarik Zinciri Şeffaflığının, Nesnelerin İnterneti ve Blokzincir Kullanımları Üzerindeki Aracı Etkisinin Performans Göstergeleri Üzerindeki Etkisi Açısından İncelenmesi, *Sosyoekonomi*, 31(58), 409-442.
- Turan, M.M. (2021). Bitcoin Alternatif Bir Para Birimi Olabilir Mi? Ekonomik Bir Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, 34-35.
- Turk, Ž., Klinc, R. (2017). Potentials of Blockchain Technology for Construction Management, *Procedia Engineering*, 196, 638–645.
- URL-1: <https://nodes.com/> (Erişim Tarihi: 13.02.2024)
- URL-2: <https://www.coinbase.com/tr/learn/crypto-basics/what-is-a-smart-contract>
- URL-3: <https://coinmarketcap.com/crypto-heatmap/> (Erişim Tarihi: 10.02.2024)
- URL-4: <https://www.bitlo.com/rehber/ethereum-nedir> (Erişim Tarihi:12.01.2024)
- URL-5: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/ethereum/> (Erişim Tarihi:13.01.2024)
- URL-6: <https://www.binance.com/tr/price/bitcoin> (Erişim Tarihi:11.01.2024)
- URL-7: <https://www.investaz.com.tr/blog/ethereum-nedir-bitcoinden-farklari-nelerdir/> (Erişim Tarihi: 13.01.2024)
- URL-8: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/xrp/> (Erişim Tarihi:13.01.2024)
- URL-9: <https://kriptotrade.com/akademi/tether-usdt-nedir> (Erişim Tarihi:14.01.2024)
- URL-10: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/tether/> (Erişim Tarihi:15.01.2024)
- URL-11: <https://www.coindesktrkiye.com/kripto-para/ADA> (Erişim Tarihi:15.01.2024)
- URL-12: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/cardano/> (Erişim Tarihi:15.01.2024)
- URL-13: <https://koinmedya.com/polygon-matic-coin-yorum-nedir-grafigi-ve-gelecegi/> (Erişim Tarihi: 22.01.2024)
- URL-14: <https://kriptomat.io/tr/kripto-paralar/polygon/polygon-nedir/> (Erişim Tarihi: 22.01.2024)
- URL-15: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/polygon/> (Erişim Tarihi: 22.01.2024)
- URL-16: <https://academy.binance.com/tr/articles/what-is-bnb> (Erişim Tarihi: 25.01.2024)
- URL-17: <https://www.bitlo.com/rehber/binance-coin-nedir> (Erişim Tarihi: 25.01.2024)
- URL-18: <https://www.rain.com/tr-tr/learn/binance-coin-bnb> (Erişim Tarihi: 25.01.2024)
- URL-19: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/bnb/> (Erişim Tarihi: 25.01.2024)
- URL-20: <https://www.bitlo.com/rehber/solana-sol-nedir> (Erişim Tarihi: 30.01.2024)
- URL-21: <https://kriptomat.io/tr/kripto-paralar/solana/solana-nedir/> (Erişim Tarihi: 30.01.2024)
- URL-22: <https://web3ogren.com/docs/solona/SOL%20Kullan%C4%B1m%20Alanlar%C4%B1> (Erişim Tarihi: 30.01.2024)
- URL-23: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/solana/> (Erişim Tarihi: 30.01.2024)
- URL-24: <https://coinmuhendisi.com/blog/dogecoin-nedir/> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-25: <https://kriptomat.io/tr/kripto-paralar/dogecoin/dogecoin-nedir/> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-26: <https://crypto.com/university/tr/what-is-dogecoin> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-27: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/dogecoin/> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-28: <https://www.bitlo.com/rehber/avalanche-nedir> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)

- URL-29: <https://crypto.com/university/tr/what-is-avax-avalanche> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-30: <https://coinmarketcap.com/tr/currencies/avalanche/> (Erişim Tarihi: 31.01.2024)
- URL-31: <https://www.autodesk.de/products/navisworks/overview?term=1YEAR&tab=subscription&plc=NAVSIM> (Erişim Tarihi:16.11.2023)
- URL-32: <https://www.reddit.com/media?url=https%3A%2F%2Fi.redd.it%2Fqyap0frecht71.jpg> (Erişim Tarihi: 08.02.2024)
- URL-33: <https://www.hakedis.org/endeksler/insaat-maliyet-endeksi-ve-degisim-orani>
- URL-34: <https://tr.tradingview.com/chart/?symbol=BINANCE%3ABTCTRY> Usta, A. ve Doğantekin, S. (2017). Blockchain 101, Bankalararası Kart Merkezi.
- Usta, A. (2018). Paranın Serüveni: Kripto Paraların Öncesi ve Sonrası. Bankalararası Kart Merkezi Genel Müdürlüğü (BKM).
- Uztuna, O. (2019). Analistler İçin Teknolojik Perspektif: Blockchain (Blok Zinciri), <https://ba-works.com/blog/analistler-icin-teknolojik-perspektif-blockchain-blok-zinciri-bolum-2/> (Erişim Tarihi: 12.02.2024)
- Ünal, G., Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 19(2), 167 – 175.
- Ünsal, E., Kocaoğlu, Ö. (2018). Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı:13, 54 – 64.
- Üzer, B. (2017). Sanal Para Birimleri. Uzmanlık Yeterlik Tezi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ödeme Sistemleri Genel Müdürlüğü, 47.
- Wong, P. F., Chia, F. C., Kiu, M. S., Lou, E. C. W. (2020). Potential integration of blockchain technology into smart sustainable city (SSC) developments: a systematic review, Smart and Sustainable Built Environment, 11(3), 559–574. Doi:10.1108/sasbe-09-2020-0140.
- Yakupoğlu, C. (2016). A Comparative Study Of Bitcoin And Alternative Cryptocurrencies, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, 84 – 96.
- Yayla, G.S. (2022). Blok Zincir Teknolojisinin Öğrenimi İçin Bir Simülasyon Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Maltepe Üniversitesi.
- Ye, Z., Yin, M., Tang, L., Jiang, H. (2018). Cup-of-Water theory: A review on the interaction of BIM, IoT and blockchain during the whole building lifecycle, Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
- Yıldırım, M. (2019). Blok Zincir Teknolojisi, Kripto Paralar ve Ülkelerin Kripto Paralara Yaklaşımları, Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(20), 265 – 277.
- Yıldız, B. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Blok Zinciri Teknolojisi Ve Akıllı Sözleşmeler, Filiz Kitabevi:İstanbul.
- Zhao, J. L., Fan, S., Yan, J. (2016). Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue, Financial Innovation, 2(28). DOI10.1186/s40854-016-0049-2
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., Wang, H. (2018). Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey, International Journal of Web and Grid Services, 14, 352–375.

EKLER

Ek- 1: ELAZIĞ ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜNDEN TEMİN EDİLEN PROJE VERİLERİ

İŞ PROGRAMI				İŞ BAŞLAMA 26.10.2021		AYLAR YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK		2021 - Eylül	2021 - Ekim	2021 - Kasım	2021 - Aralık	2022 - Ocak	2022 - Şubat	2022 - Mart	2022 - Nisan	2022 - Mayıs	2022 - Haziran	
Kısım	Proje ve İşin Tanımı	İşin Tanımı	İşin Tanımı	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	YATIRIM SÜRESİ 2021 OCAK	
1	İmarat Tebliği Projesi	İmarat Tebliği Projesi	İmarat Tebliği Projesi															
2	İmarat Çizimi	İmarat Çizimi	İmarat Çizimi															
3	İmarat Projesi	İmarat Projesi	İmarat Projesi															
4	İmarat Projesi	İmarat Projesi	İmarat Projesi															
1	A- TEMEL GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1101 15.120.1102 15.120.1103	A	41.512,38	0,7904												
2				B														
3				C														
2	B- ELEVASYON	DOĞUŞU İÇİRE	15.120.1204 15.120.1205	A	1.310,00	0,0250												
3				B														
4				C														
3	C- DÜŞÜRME VE KALAR GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1301 15.120.1302 15.120.1303	A	346.251,80	7,5276												
4				B														
5				C														
4	D- ÇALIŞILMA VE TEZGİNE	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1401 15.120.1402 15.120.1403	A	125.760,45	2,3945												
5				B														
6				C														
5	E- KALAMALAR GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1501 15.120.1502 15.120.1503	A	248.214,30	4,7272												
6				B														
7				C														
6	F- DÜŞÜRME VE KALAR GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1601 15.120.1602 15.120.1603	A	553.308,55	10,5333												
7				B														
8				C														
7	G- MÜTERİRE KALAR GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1701 15.120.1702 15.120.1703	A	891.460,50	12,4047												
8				B														
9				C														
8	H- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1801 15.120.1802 15.120.1803	A	337.314,20	6,4226												
9				B														
10				C														
9	I- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.1901 15.120.1902 15.120.1903	A	197.564,91	3,1905												
10				B														
11				C														
10	J- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2001 15.120.2002 15.120.2003	A	147.421,20	2,7118												
11				B														
12				C														
11	K- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2101 15.120.2102 15.120.2103	A	436.461,07	8,3203												
12				B														
13				C														
12	L- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2201 15.120.2202 15.120.2203	A	471.760,74	8,0197												
13				B														
14				C														
13	M- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2301 15.120.2302 15.120.2303	A	386.874,09	7,0389												
14				B														
15				C														
14	N- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2401 15.120.2402 15.120.2403	A	151.451,73	2,8837												
15				B														
16				C														
15	O- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2501 15.120.2502 15.120.2503	A	148.522,15	2,8279												
16				B														
17				C														
16	P- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2601 15.120.2602 15.120.2603	A	64.108,42	1,2019												
17				B														
18				C														
17	Q- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2701 15.120.2702 15.120.2703	A	18.388,19	0,3457												
18				B														
19				C														
18	R- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2801 15.120.2802 15.120.2803	A	535.884,90	10,2020												
19				B														
20				C														
19	S- TESİSAT GRUBU	KIRKCI SÖĞÜMÜ	15.120.2901 15.120.2902 15.120.2903	A	391.711,75	7,4583												
20				B														
21				C														
TOPLAM					6.282.000,00	100,0000	Aylık Toplam	13.537,43	320.756,11	1.241.006,48			1.182.347,87	876.910,50	900.367,05	620.774,70		
							Kümülatif Toplam Yüzde	% 0,2135	% 5,1875	% 19,7502			% 15,1659	% 14,0291	% 14,3333	% 12,5102		
							Kümülatif Toplam Yüzde	% 0,2638	% 6,3706	% 30,0000			% 45,1657	% 59,1948	% 73,5281	% 86,0383		

YER TESLİM TARİHİ 26/ 10 / 2021

ÇALIŞILMAYAN DÖNEM 20.12.2021-10.02.2022

İŞ BİTİM TARİHİ 16/ 05 / 2022

HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 1

Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08

HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 2

Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08
05.01.2022	2	1.591.970,10	932.135,54	659.834,56	0,00	659.834,56		224.758,39	884.592,95

HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 3

Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08
31.12.2021	2	1.591.970,10	932.135,54	659.834,56	0,00	659.834,56		224.758,39	884.592,95
10.02.2022	3	2.391.092,79	1.591.970,10	799.122,69	0,00	799.122,69		454.871,82	1.253.994,51

HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 4

Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08
31.12.2021	2	1.591.970,10	932.135,54	659.834,56	0,00	659.834,56		224.758,39	884.592,95
10.02.2022	3	2.360.383,21	1.591.970,10	768.413,11	0,00	768.413,11		437.391,49	1.205.804,60
04.03.2022	4	3.216.826,54	2.360.383,21	856.443,33	0,00	856.443,33		714.388,42	1.570.831,75

HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 5

Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08
31.12.2021	2	1.591.970,10	932.135,54	659.834,56	0,00	659.834,56		224.758,39	884.592,95
10.02.2022	3	2.360.383,21	1.591.970,10	768.413,11	0,00	768.413,11		437.391,49	1.205.804,60
04.04.2022	4	3.216.826,54	2.360.383,21	856.443,33	0,00	856.443,33		714.388,42	1.570.831,75
05.05.2022	5	4.028.458,38	3.216.826,54	811.631,84	0,00	811.631,84		609.467,27	1.421.099,11

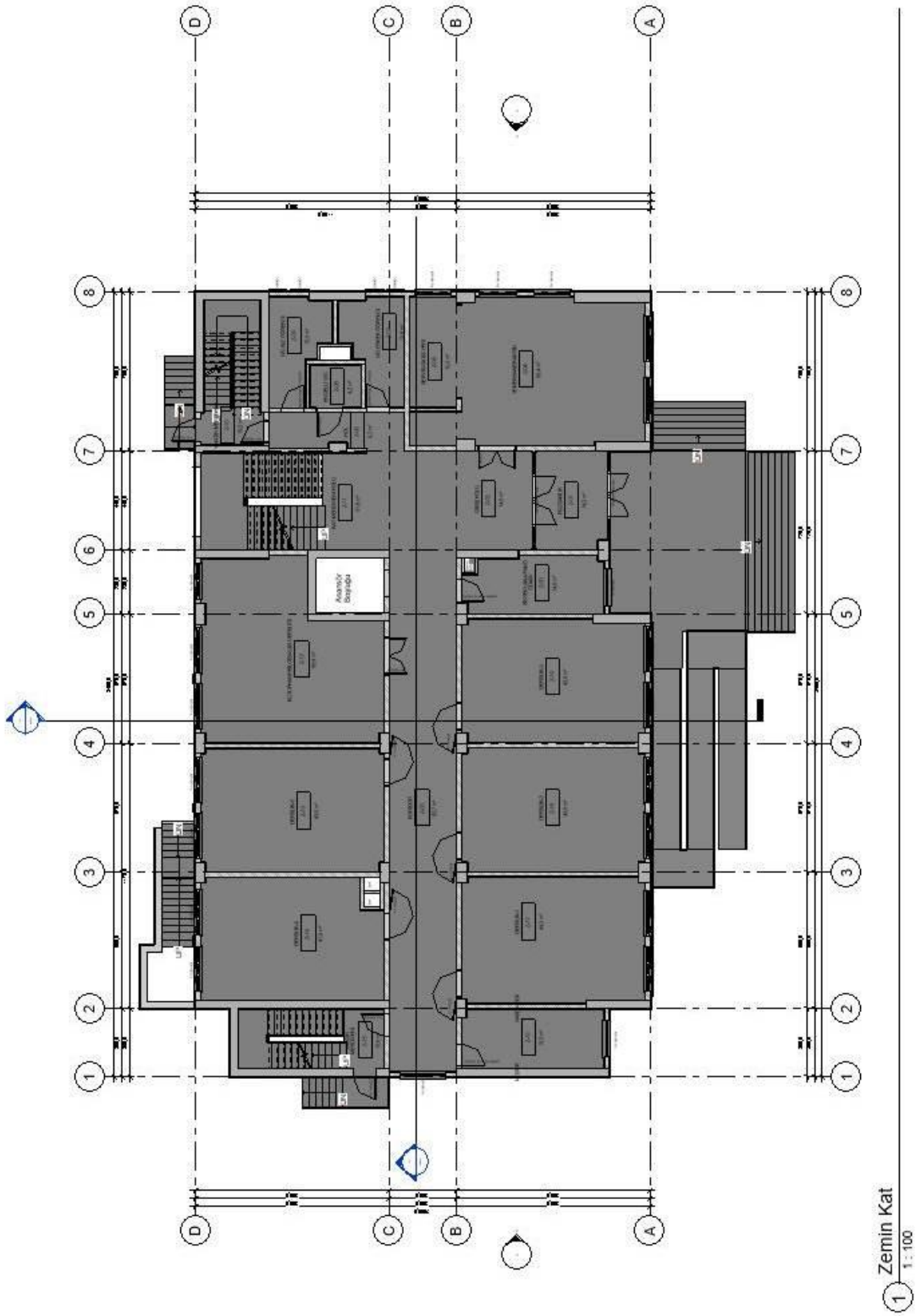
HAKEDİŞLERİN ÖZETİ

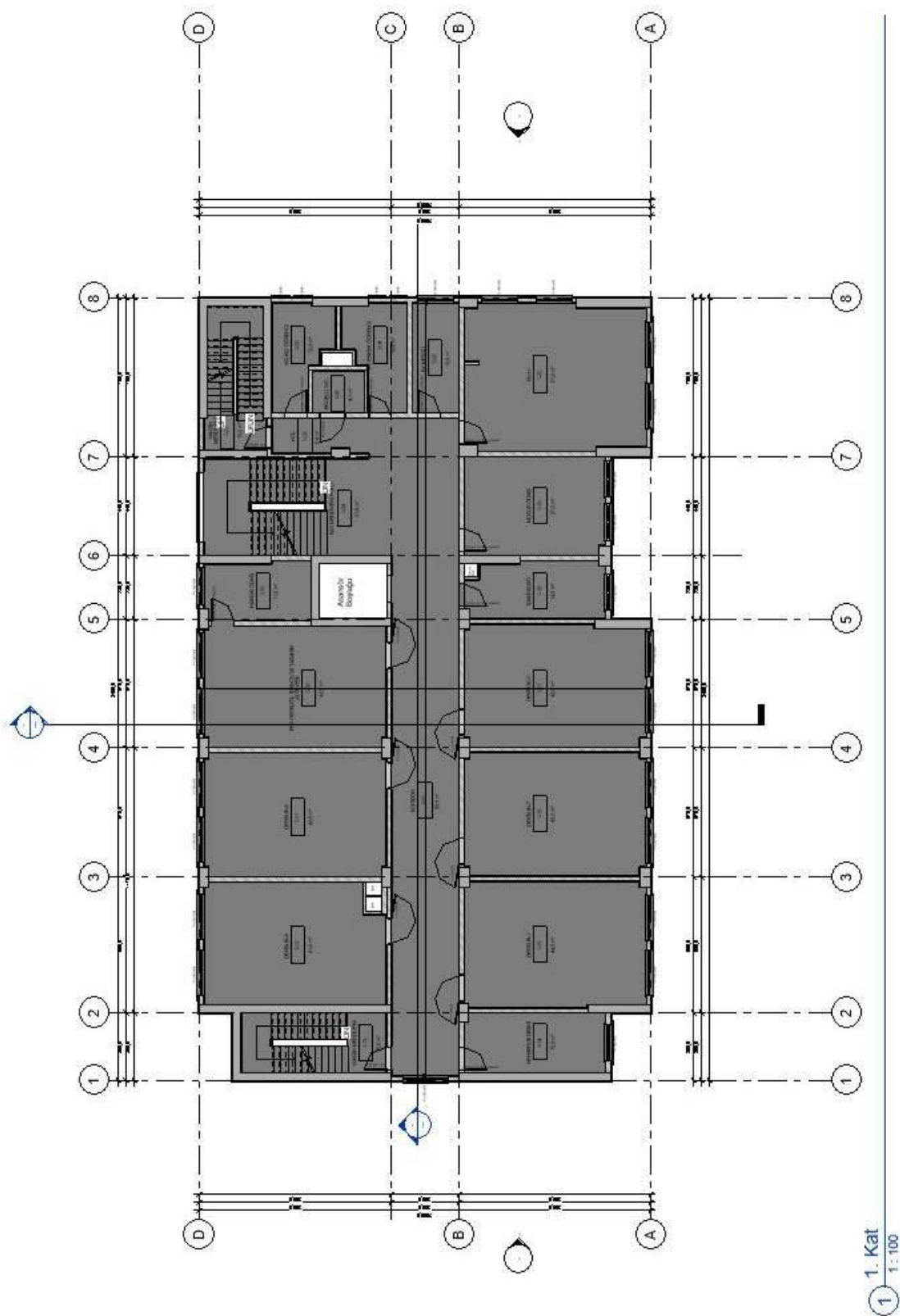
İşin Adı: Keban İlçesi 16 Derslikli Musa Coşkun Ortaokulu Yapımı İş

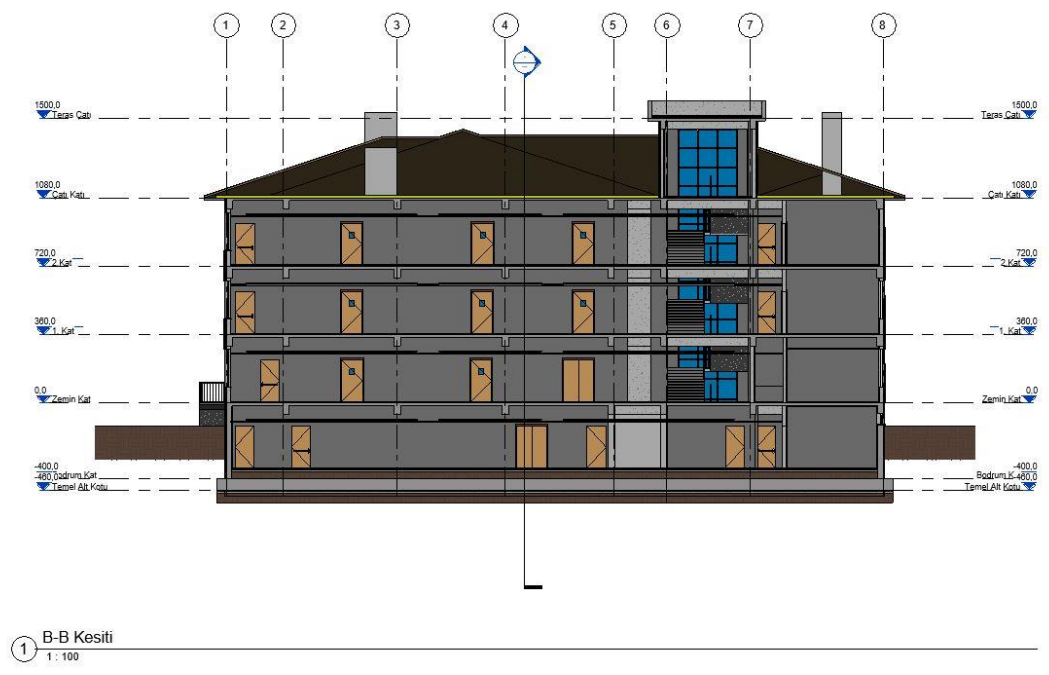
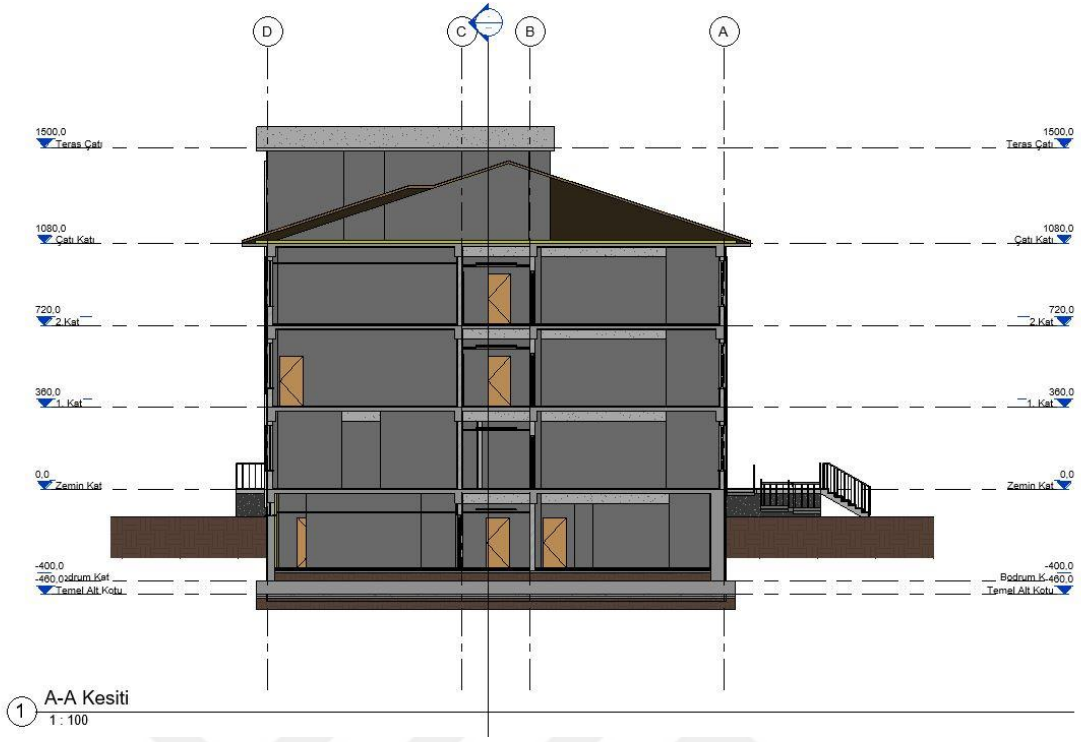
Sayfa 1 / 1
Hakediş No: 6

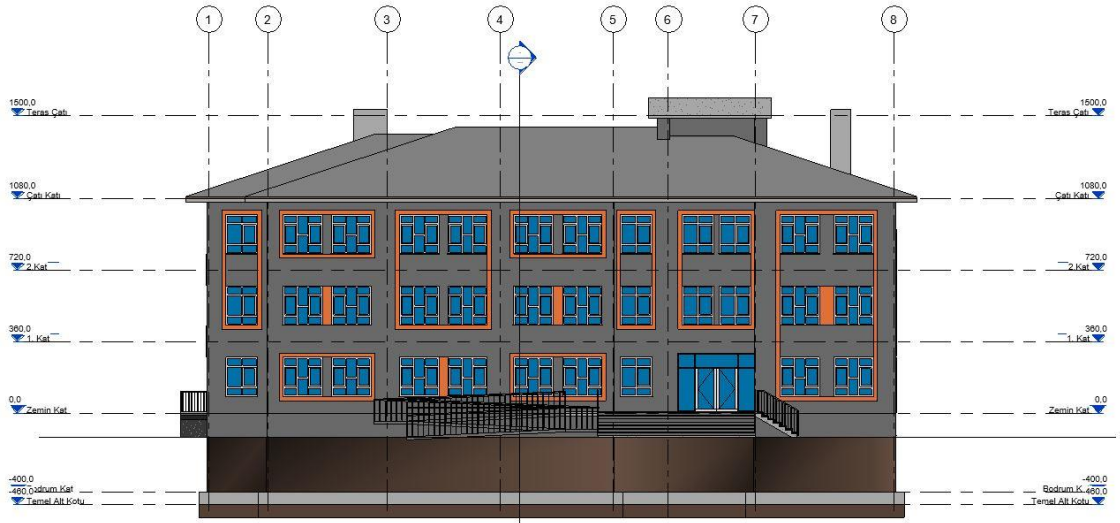
Hakediş Tarihi	Hakediş No	Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Bir Önceki Hakediş Tutarı (Kümülatif)	Uygulama Ayları Hakediş Tutarı	Avans Kesintisi	Uygulama Ayları Fiyat Farkına Esas Tutar An=c-d	Dönem Fiyat Farkı Katsayısı	Dönem Fiyat Farkı Tutarı	Toplam Hakediş Tutarı
		(a)	(b)	c=a-b	(d)		Bx(Pn-1)	F=AnxBx(Pn-1)	c + F
30.11.2021	1	932.135,54	0,00	932.135,54	0,00	932.135,54		130.878,54	1.063.014,08
05.01.2022	2	1.591.970,10	932.135,54	659.834,56	0,00	659.834,56		224.758,39	884.592,95
10.03.2022	3	2.360.383,21	1.591.970,10	768.413,11	0,00	768.413,11		437.391,49	1.205.804,60
04.04.2022	4	3.216.826,54	2.360.383,21	856.443,33	0,00	856.443,33		714.388,42	1.570.831,75
05.05.2022	5	4.028.458,38	3.216.826,54	811.631,84	0,00	811.631,84		609.467,27	1.421.099,11
30.05.2022	6	5.349.170,64	4.028.458,38	1.320.712,26	0,00	1.320.712,26		1.982.425,25	3.303.137,51

EK- 2: AUTODESK REVİTTE OLUŞTURULAN PROJE VERİLERİ

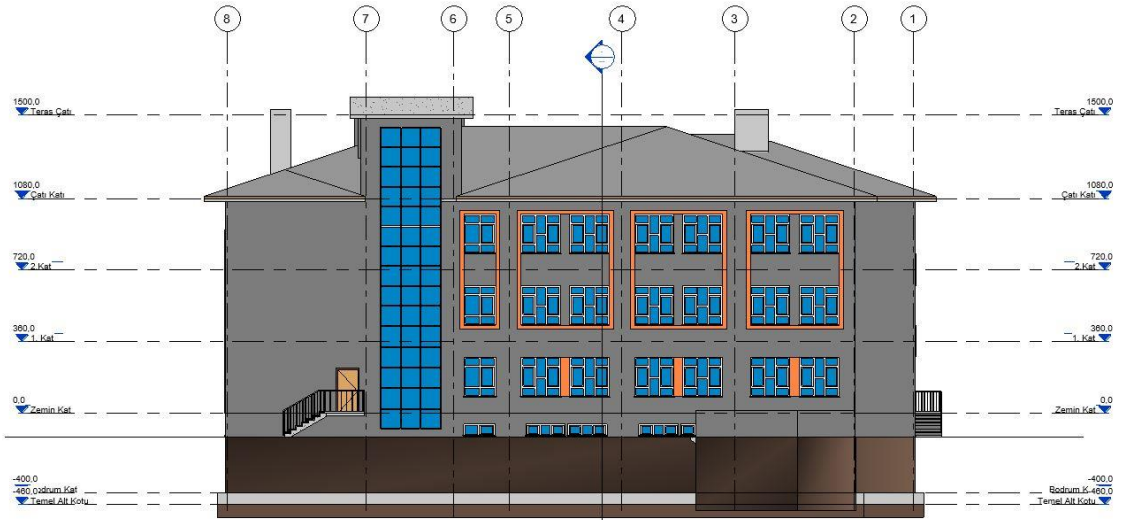




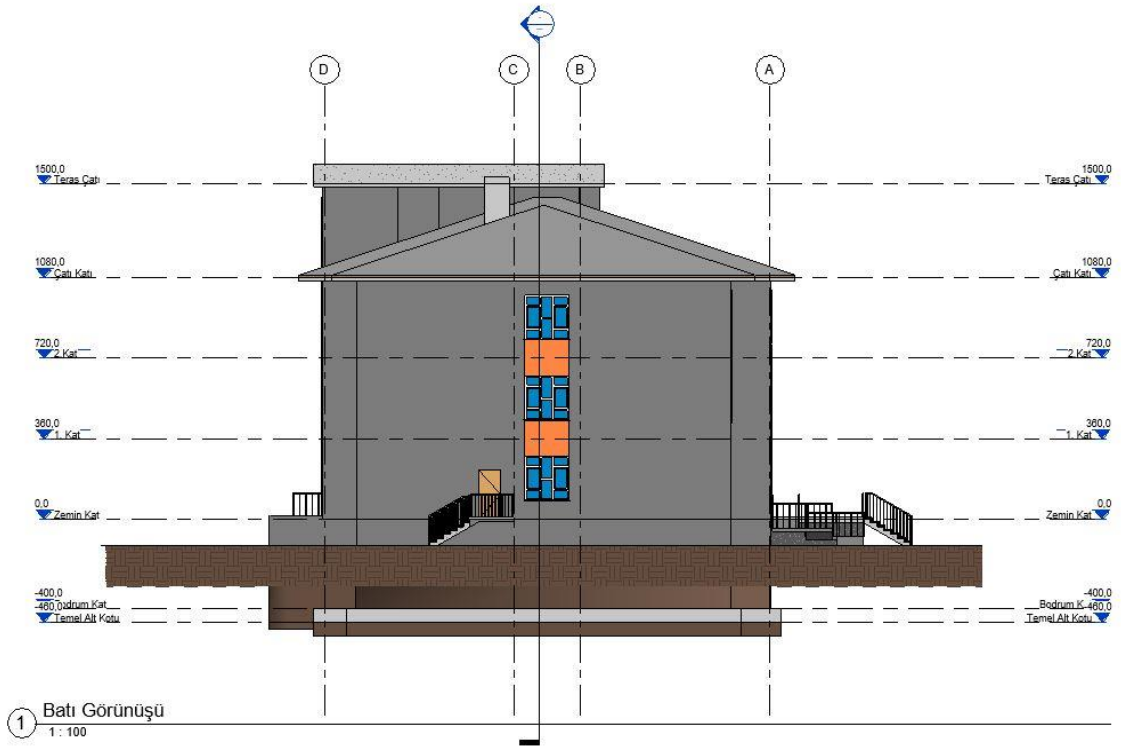
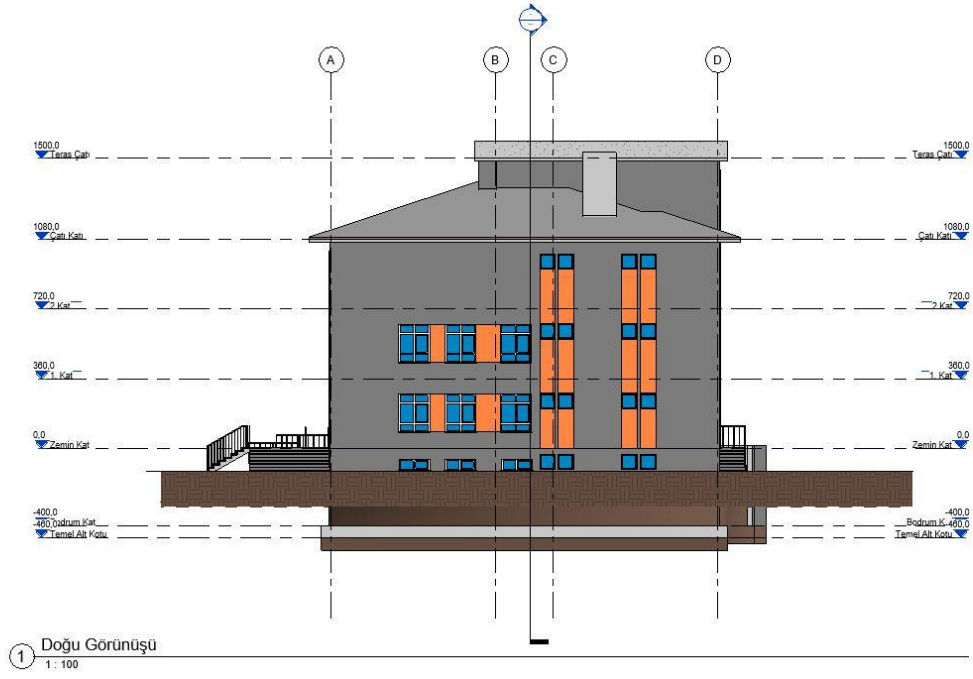




① Güney Görünüşü
1:100



① Kuzey Görünüşü
1:100



ÖZGEÇMİŞ

Gökçe DAĞTEKE

[illegible]

AKADEMİK FAALİYETLER

Projeler:

1. İnşaat Sektörü Ve Blockchain Teknolojisi Entegrasyonu: Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Süreç Ve Maliyet Analizlerinin(4D ve 5D) Dijital Varlıklar Üzerinden İncelenmesi. (ULUSAL) Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi. - Bursiyer
2. Makine Öğrenmesi ve Simülasyon Tabanlı, İklim Değişikliğine Yönelik Kentsel Bina Enerji Modellemesi (KBEM) İçin Araç Geliştirilmesi. (ULUSAL) TÜBİTAK PROJESİ – Bursiyer.
3. 6 Şubat Kahramanmaraş Türkiye Depremi Sonrası Deprem Bölgesinde Yapılacak Yeni Konutların Enerji Etkin Cephe Tasarım Parametrelerine Göre Optimizasyonunu Sağlayacak Bir Model Önerisi, (ULUSAL) TÜBİTAK PROJESİ – Bursiyer.