

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKILLI ŞEBEKELERDE ELEKTRİKLİ ARAÇ
ŞARJ İSTASYONLARININ BLOKZİNCİR DESTEKLİ
YÖNETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulkadir YELMAN

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ

MAYIS 2022

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI ŞEBEKELERDE ELEKTRİKLİ ARAÇ
ŞARJ İSTASYONLARININ BLOKZİNCİR DESTEKLİ
YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulkadir YELMAN
(36193615063)

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ

MAYIS 2022

TEŐEKKÖR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemedenden her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ'a, bu çalışmamda bana maddi manevi desteklerini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Davut HANBAY'a, bu çalışmanın ortaya çıkmasında beraberce çalıştığımız Sayın Arř. Gör. Mehmet Fatih ÖZDEMİR'e

Çalışmalarımnda ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince benden her türlü desteklerini esirgemeyen babama,anneme, kardeşime ve sevgili eşime

teőekkör ederim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Akıllı Şebekelerde Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Blokszincir Destekli Yönetimi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Abdulkadir YELMAN



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	4
1.2 Tezin Organizasyon Yapısı.....	5
2. AKILLI ŞEBEKELER	6
2.1 Akıllı Şebeke Nedir?.....	7
2.1.1 Akıllı şebekelerin tarihçesi	8
2.1.2 Akıllı şebekenin geleneksel şebeke ile karşılaştırılması	8
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	10
3.1 Güneş Enerjisi.....	10
3.2 Rüzgar Enerjisi	11
3.3 Biyokütle Enerjisi	11
3.4 Joetermal Enerji	12
3.5 Hidroelektrik Enerji	13
3.6 Hidrojen Enerjisi.....	13
3.7 Dalga Enerjisi	14
4. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR.....	15
4.1 Elektrikli Araçlar ve Tarihçesi.....	15
4.2 Elektrikli Araç Çeşitleri ve Çalışma Prensipleri.....	17
4.3 Elektrikli Araçlar İçin Batarya Teknolojisi	19
4.3.1 Kurşun-asit piller (Pb-asit)	20
4.3.2 Nikel-kadmiyum (NiCd) piller	21
4.3.3 Nikel-metal-hidrür (NiMH) piller	22
4.3.4 Lityum-iyon (Li-ion) piller	22
4.3.5 Lityum-iyon polimer (LiPo) piller.....	23
4.3.6 Sodyum-nikel-klorür (NaNiCl) piller	24
4.4 Elektrikli Araç Şarj İstasyonları ve Protokoller.....	25
5. BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ.....	28
5.1 Blokzincir Teknolojisi Nedir?	28
5.2 Blokzincir Teknolojisine Derinlemesine Bakış	28
5.2.1 Blokzincir teknolojisinin blok yapısı.....	29
5.2.2 Blokzincir çeşitleri.....	32
5.2.2.1 Herkese açık (Public) blokzincir.....	32
5.2.2.2 Özel (Private) blokzincir.....	33
5.2.2.3 İzin gerektiren (Permissioned) blokzincir.....	33
5.2.3 Blokzincir'in Şifrelenmesi.....	34
5.2.3.1 Açık anahtar ve özel anahtar.....	34
5.3 Blokzincir Platformları	35
5.3.1 Bitcoin platformu.....	35

5.3.2 Ethereum Platformu.....	35
5.3.3 HyperLedger	36
5.3.4 Ripple	36
6. AKILLI ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU UYGULAMASI	38
6.1 Yönetim Paneli	39
6.2 Ana Ekranlar	39
6.2.1 Üyelik oluşturma ve listeleme ekranı	40
6.3 Kullanıcı Ekranları.....	42
6.3.1 Araç ekranları	42
6.3.2 Şarj istasyonu ekranları	43
6.3.3 Araç içi bildirim görüntüleme ve rezervasyon ekranları	44
6.3.4 Blokzincir ekranı	47
7. UYGULAMA SONUÇLARI	48
8. SONUÇ....	53
8.1 Öneriler	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 : Geleneksel şebeke ile akıllı şebekenin karşılaştırılması	8
Çizelge 4.1 : Elektrikli araçlar için kullanılabilir bataryaların karşılaştırılması[37]	24
Çizelge 4.2 : Protokollere göre elektriksel büyüklükler [50]	25



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Örnek bir elektrik şebekesi şeması [14]	6
Şekil 2.2: Elektriğin yolculuğu	7
Şekil 3.2: Tarımsal sulama amaçlı kurulan bir güneş enerjili tesis	11
Şekil 3.3: Kömürcüoda biyogaz santrali	12
Şekil 3.4: Kızıldere-3 jeotermal enerji santrali ünite 2	12
Şekil 3.5: Keban hidroelektrik santrali	13
Şekil 3.6: Çanakkale-Bozcaada hidrojen enerjisi tesisi	14
Şekil 3.7: Dalga enerjisi türbinleri[26]	14
Şekil 4.1: Londra elektrikli taksi şirketi tarafından kullanıma sunulan elektrikli taksi [28].....	16
Şekil 4.2: İlk Tesla Roadster [29]	16
Şekil 4.3: Türkiye'nin ürettiği yerli elektrikli araç TOGG [30].....	17
Şekil 4.4: TEA örneği Tesla Model S [33]	17
Şekil 4.5 :Tam elektrik motoru çalışma prensibi [34]	18
Şekil 4.6: Elektrikli araçların yapısı [37]	19
Şekil 4.7 : Kurşun-Asit pil örneği [39]	21
Şekil 4.8: Nikel-kadmiyum pil örneği [41]	21
Şekil 4.9: Nikel-metal-hidrür (NiMH) pil örneği [43].....	22
Şekil 4.10: Elektrikli araçta lityum iyon pil kullanımı [45].....	23
Şekil 4.11: LiPo batarya örneği [47]	24
Şekil 4.12: CHAdeMO tipi şarj soketi [51]	27
Şekil 4.13: CCS (Sol) ve IEC tipi (sağ) şarj soketi [52]	27
Şekil 5.1: Verinin değişimsel yolculuğu [53]	29
Şekil 5.2: Başlangıç (Genesis) bloğu [57]	30
Şekil 5.3: Blokzincir örneği [57].....	31
Şekil 5.4: Veri değişikliği yapılmış blokzincir örneği [57]	31
Şekil 5.5: Dağıtık defter blokzincir [57]	32
Şekil 5.6: Blokzincir türleri.....	33
Şekil 5.7: Şifreleme süreci [60].....	34
Şekil 5.8: Bitcoin resmi logo [61]	35
Şekil 5.9: Ethereum resmi logo [63]	36
Şekil 5.10: Hyperledger resmi logo [64].....	36
Şekil 5.11: Ripple resmi logo [65]	37
Şekil 6.1: Uygulama algoritması.....	38
Şekil 6.2: Yönetici paneli.....	39
Şekil 6.3: Uygulama ana ekranı	40
Şekil 6.4: Üyelik oluşturma ekranı	40
Şekil 6.5: Üye giriş ekranı.....	41
Şekil 6.6: Sisteme kayıtlı araç listesi	42
Şekil 6.7: Araç harita ekranı.....	43
Şekil 6.8: Sisteme kayıtlı şarj istasyonları	43
Şekil 6.9: Şarj istasyonu harita ekranı.....	44
Şekil 6.10: Araç içi bildirimi görüntüleme	45
Şekil 6.11: Araç içi bildirim ekranı.....	45
Şekil 6.12: QR kod ekranı.....	46
Şekil 6.13: Araç şarj dolum ekranı.....	46
Şekil 6.14: Blokzincir ekranı.....	47

Şekil 7.1: Şarj istasyonu ekleme	48
Şekil 7.2: Şarj istasyonu soket tipleri ve fiyat ekleme	49
Şekil 7.3: Araç ekleme	49
Şekil 7.4: Şarj istasyonuna yakın araçların listesi	50
Şekil 7.5: Kaydedilen araç ekranı	50
Şekil 7.6: Rezervasyon için oluşturulan QR kod	51
Şekil 7.7: Araca yakın şarj istasyonları.....	51
Şekil 7.8: Blokzincir verileri	52



SEMBOLLER VE KISALTMALAR

QR	: Quick Response
P2P	: Peer to Peer
ERGEG	: European Regulators Group for Electricity and Gas
W	: Güç sembolü
DA	: Doğru akım
AA	: Alternatif akım
HES	: Hidroelektrik santrali
TOGG	: Türkiye'nin otomobil girişimi grubu
HEA	: Hibrit elektrikli araç
TEA	: Tam elektrikli araç
SHA256	: Secure hash algorithm
API	: Application programming interface
SDK	: Software development kit

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKILLI ŞEBEKELERDE ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARININ BLOKZİNCİR DESTEKLİ YÖNETİMİ

Abdulkadir Yelman

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

60+VIII sayfa

2022

Danışman: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ

Günümüzde akıllı şebekelerin önemi gittikçe artmaktadır. Akıllı şebekeler geleneksel şebekelerden farklı olarak uzaktan izleme, uzaktan arıza tespiti ve müdahale, yenilenebilir enerjilerin şebekeye daha aktif dahil olmaları gibi özelliklere sahiptir. Tüm bunlar yapılırken verilerin güvenliğinin sağlanması ve doğru bilgiye erişimin şeffaf bir şekilde olması beklenmektedir. Bu verilerin güvenliği günümüzün en popüler teknolojilerinden olan blokzincir teknolojisiyle sağlanabilir. Blokzincir teknolojisi sadece verilerin güvenliğini sağlamakla kalmaz bir merkeze bağlı kalmadan özerk bir çalışma alanı da sunar. Kişiden kişiye enerji ticareti, mikro şebekelerin kendi arasında enerji alışverişi gibi uygulamalardan söz edilebilir. Tüm bunlarla beraber artık yeni bir konu olarak elektrikli araçlar son zamanda adından çok fazla söz ettirmeye başlamıştır. Artan petrol fiyatları, sera gazı etkisi, iklim anlaşmaları gibi etkenler elektrikli araçlara olan dönüşün hızlanmasına sebebiyet vermektedir. Elektrikli araçlardan söz ederken en büyük ihtiyacın şarj istasyonları olması ve bu şarj istasyonlarının gerekli enerjiyi en uygun fiyata yenilenebilir enerji kaynaklarından üreterek kullanmaları olması beklenmektedir.

Bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklı şebekeye bağımlı elektrikli araç şarj istasyonu özelinde web tabanlı bir uygulama simülasyonu geliştirilmiştir. Bu uygulamada sisteme kayıt olan yenilenebilir enerji kaynaklı üretim yapan ve şebekeye bağımlı (hibrit) bir şarj istasyonunun ürettiği enerjiyi depolamadan son kullanıcıya ulaştırması hedeflenmiştir. Sisteme kayıtlı ve belirtilen lokasyon aralığında bulunan araçlara uygun fiyatlı enerji sağlanması planlanmıştır. Araçların şarj geçmişleri blokzincire kaydedilmiş şeffaf ve doğru bilgi sunulmaya çalışılmıştır. Uygulama web tabanlı, python dili ile yazılmış ve django web çatısı kullanılmıştır.

Yapılan tez çalışmasının sonucunda web tabanlı ve blokzincir destekli bir simülasyon ortamı oluşturulmuş ve senaryolar üstünde uygulaması gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Akıllı Şebekeler, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Elektrikli Araçlar, Şarj İstasyonları

ABSTRACT

Master Thesis

BLOCKCHAIN SUPPORTED ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS MANAGEMENT IN SMART GRIDS

Abdulkadir Yelman

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Electrical and Electronics Engineering
60+VIII pages

2022

Supervisor: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ

Today, the importance of smart grids are increasing. Smart grids, unlike traditional grids, have features such as remote monitoring, remote fault detection and intervention, inclusion of renewable energies in a more active grid. While all these are being done, it is expected that the security of data and access to correct information will be transparent. The security of this data can be provided with blockchain technology, which is one of the most popular technologies of today. Blockchain technology not only ensures the security of data, but also offers an autonomous workspace without being connected to a center. Applications such as per-to-per energy trading, energy exchange between micro-grids can be mentioned. Along with all this, electric vehicles, as a new topic, have been mentioned a lot lately. Factors such as rising oil prices, greenhouse gas effects, and climate agreements are causing the return to electric vehicles to quickly. When talking about electric vehicles, the biggest need will be charging stations and these charging stations are expected to produce the necessary energy from renewable energy sources at the most affordable price.

In this thesis, a web-based application simulation is developed for a grid-connected electric vehicle charging station based on renewable energy. In this application, it is aimed that a grid-dependent (hybrid) charging station, registered in the system, produces from renewable energy sources and delivers the energy it produces to the end user without storage. It is planned to provide affordable energy to vehicles registered in the system and within the determined location range. By recording the charging histories of the vehicles on the blockchain, transparent and accurate information was tried to be presented. The application is web-based, written in python and uses the django web framework.

As a result of the thesis study, a web-based and blockchain supported simulation environment was created and its application on scenarios was demonstrated.

Keywords: Blockchain, Smart Grids, Renewable Energy Resources, Electric Vehicles, Charging Stations

1. GİRİŞ

Akıllı şebekeler kavramı günümüzde adından sıkça bahsedilen bir konu olmuştur. Akıllı şebekeler ile elektrik alt yapısı gelişeceğinden, kayıp-kaçaklarda dengelenecektir. Ayrıca akıllı şebekelerin uzaktan izlenebilme ve arızaya müdahale imkanları ile bize kesintisiz enerji sağlayabilecektir. Bunlarla birlikte akıllı şebekelerin kendi kendine yetebilme, iş gücünü azaltma ve kullanıcılara kaliteli enerji sağlama gibi faydaları teknolojik gelişmelerin bu alana yönelmesini sağlamıştır [1].

Akıllı şebeke teknolojisinin gittikçe gelişmesi beraberinde yenilenebilir enerji kaynaklarından daha etkin bir şekilde faydalanmayı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları doğa dostu ve verimlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sera gazı salınımını çok azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde kaynağa olan erişimin fosil yakıtlara nisbetle daha kolay olması ve kurulum maliyetlerinin de aynı şekilde fosil yakıtlı tesislere göre uygun olmasından dolayı daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kaynağı yaratıcı tarafından evrene konulmuştur. Bu kaynaklar evren var olduğu müddetçe devam edecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etmek için kaynağa yakın olmak ve kaynaktan doğrudan beslenmek en verimli üretim yöntemidir.

Akıllı şebekeler ve yenilenebilir enerjiler üzerine çalışmalar hızla devam ederken elektrikli araçlar, dünya gündemine daha çok girmeye başlamıştır. Elektrikli araçların yaygınlaşması ile akıllı şebekelere olan ihtiyacın daha da artacağı ön görülmektedir. Elektrikli araçların kısa süre içerisinde fosil yakıtlı araçların yerini alması beklenmektedir. Elektrikli araçların gelişmesinde en büyük etkenlerden birisi pil teknolojilerinin gelişmesidir. Pil teknolojileri geliştikçe daha uzun menzillerde elektrikli araçların kullanımı sağlanacaktır. Bunların yanında şarj istasyonu ağının genişlemesi ve araç şarj etmenin daha kolay olmaya başlaması elektrikli araçlara olan yönelimi daha çok artırmaktadır. Elektrikli araçların hareketini sağlayan elektrik motorları tahrik gücünü elektrikten almaktadır. Fosil kaynaklı içten yanmalı motorlar gibi çok fazla bakım gerektirmez. Hem çevreye olumlu etkilerinin olması hem de fosil kaynakların hızla tükenmesi sebebiyle elektrikli araçlar şuan devletlerin en çok yatırım yaptığı alanlardan biridir. Elektrik üretiminin yenilenebilir enerji

kaynaklarından sağlanmasıyla birlikte sıfır emisyon hedefine daha da hızla yaklaşılmaktadır. Elektrikli araçları en uygun, en verimli şarj etmenin yolu yenilenebilir enerji kaynaklı üretim yapan şarj istasyonlarının kurulmasıdır. Özellikle güneş ve rüzgar enerjisiyle üretim yapan şarj istasyonları bize en uygun, en temiz ve en sağlıklı enerji kaynağı olacaktır.

Tüm bunlar gelişirken yeni bir teknoloji olan blokzincir teknolojisi gündeme gelmektedir. 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan makale ile çağ açan bu teknoloji 2009 yılında bitcoin ile hayatımıza girmiş [2]. Başlarda sadece kripto paralar ile anılan blokzincir teknolojisi zamanla hayatın hemen her alanında katma değerli çözümlere dönük modellemelere başlanmıştır. Blokzincir adem-i merkeziyetçilik, güvenlik protokolleri, akıllı sözleşmeleri ve güvenli şifrelemeler gibi üstün özellikleri nedeniyle uygulanacak alanlarda ilginin artmasına sebebiyet vermiştir. Akıllı şebekeler de bu alanlardan biridir. Akıllı şebekelere blokzincir uygulamaları gün geçtikçe farklı çalışmalar ile karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir vasıtasıyla artık merkeze bağlı olmadan kişiden kişiye enerji ticareti, verilerin şeffaf olarak tutulması, gerektiğinde sorgulanması ve değiştirilememesi gibi olgular ortaya çıkmıştır.

Akıllı şebekelerin vazgeçilmez bir parçası olan yenilenebilir enerji kaynakları, elektrikli araçlar ve şarj istasyonları blokzincir aracılığıyla entegre olarak çalışmalıdır. Bunun sebebi yenilenebilir enerji kaynakları üretim yapar ve bunu en yüksek fiyattan satmak ister. Bunu şebekeye satmak yerine son kullanıcıya ulaştırmak aradaki araçlara ödenen masrafları ortadan kaldıracaktır. Ayrıca depolama maliyetlerini de azaltarak üretilen yerde hemen tüketim yapılması masrafları azaltmaktadır. Bunlarla birlikte elektrikli araçlar en uygun enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yapan şarj istasyonlarından alabilir. Tüm bunları yaparken aracı bir kurum olmadan blokzincir platformlarından yararlanılabilir. Bu sayede anlık olarak yapılan enerji üretimi depolanmadan direkt olarak araçlara satılır.

Elektrikli araçların en önemli bileşeni olan pillerin ömrü önümüzdeki yıllarda büyük bir sorun oluşturacaktır. Düzgün kullanılmayan piller çok kısa süre içerisinde verimliliklerini kaybederler. Bundan dolayı satın alınacak özellikle ikinci el araçların pil ömrü hakkında doğru ve şeffaf bilgiye ihtiyaç vardır. Bu da teknolojinin en güzel olgularından biri olan blokzincir teknolojisi ile mümkün olabilir. Blokzincir teknolojisi bu verileri oluşturulan bloklarda güvenli ve doğru bir şekilde tutar.

Literatürde blokzincir ve akıllı şebekeler üzerinde uygulanabilecek veya uygulanmış bazı çalışmalar incelenmiştir.

“Blockchain Technology for Smart Grids: Decentralized NIST Conceptual Model” adlı çalışmada akıllı şebeke alanında NIST kavramsal modelinin blokzincir teknolojisinin adem-i merkeziyetçilik, güven ve teşvik özellikleriyle analizi yapılmış ve tamamı merkezi olmayan blokzincir tabanlı akıllı şebeke modeli üzerindeki bulguları ifade edilmiştir [3].

“Towards the Application of Blockchain technology for Smart Grids in Kazakhstan” adlı çalışmada blokzincir teknolojisinin çeşitli uygulama senaryoları ele alınmıştır. Blokzincir teknolojisinin akıllı sözleşme özelliği kullanılarak üçüncü şahıslar dahil edilmeden enerji ticareti yapılabilmesi ile ilgili bir model geliştirilmiştir. Ayrıca merkezi olmayan makineler arasında yapılacak etkileşim şeması gösterilmiştir. Jade adlı bir platform kullanılmıştır. Jade ile müzayede tabanlı bir enerji ticareti platformu kurulmuş ve gerçekleştirilen ticaret blokzincirde saklanmıştır [4].

“Blockchain for Future Smart Grid: A Comprehensive Survey” adlı çalışmada akıllı şebekelerde blokzincir teknolojisinin uygulanması hakkında detaylı bir araştırma yapılmıştır. Klasik akıllı şebeke ile blokzincir tabanlı akıllı şebekelerin karşılaştırılması yapılarak güvenlik sorunları ele alınmış ve bununla alakalı literatür taraması yapılmıştır. Bu güvenlik probleminin gelecekteki durumu tartışılmıştır [5].

“Methods for Flexible Management of Blockchain-Based Cryptocurrencies in Electricity Markets and Smart Grids” adlı çalışmada blokzincir teknolojisinin günümüz şebekelerine ve geleceğin akıllı şebeke sistemlerinde dijital kripto para birimlerinin verimli kullanılması için öneriler sunulmuştur. Kripto para birimlerinin kullanılmasıyla akıllı şebekelerin performansının iyileştirilmesi için bazı öneriler bulunmakta ve gelecekte yapılabilecek çalışmalardan bahsedilmektedir [6].

“Secure Electricity Trading and Incentive Contract Model for Electric Vehicle Based on Energy Blockchain” adlı çalışmada yazarlar elektrikli araçların verilerinin güvenliğini sağlama, izlenebilir enerji verilerinin şifrelenmesini enerji blokzinciri adıyla yapabildiklerini ortaya koymaktadırlar. Akıllı sözleşmeler, ödül mekanizması gibi blokzincirin özelliklerinden faydalanan elektrikli araçların şebekeye katılmalarını kolaylaştırmıştır [7].

“Blockchain Enabled Electric Vehicle Charging Infrastructure” adlı çalışmada elektrikli araçlar ve şarj istasyonları arasında blokzincir tabanlı bir model sunulmuştur. Uzaktan rezervasyon gibi tüm işlemler akıllı sözleşmelere kaydolur [8].

“Blockchain Based Trading Platform for Electric Vehicle Charging in Smart Cities” adlı çalışmada akıllı şehirlerdeki elektrikli araçlar için blokzincir tabanlı bir enerji ticareti mimarisi sunulmuştur. Yerel yenilenebilir enerjili şarj istasyonlarının halka açık şarj hizmeti verebilmelerinin önünü açma hedeflenmiştir. Ethereum ağı üzerinden enerji ticareti yapılabileceğinden ve akıllı sözleşmelerin kullanıldığı bir platformdan bahsedilmiştir [9].

“Blockchain-Based Energy Trading in Electric-Vehicle-Enabled Microgrids” adlı çalışmada yenilenebilir enerji ile üretim yapıp tüketen yani üretken tüketici (prosumer) olan elektrikli araçların tüketicilerle enerji ticareti yapabilmesi için bir model önerilmiştir. Elektrikli araçların geçici depolama yaparak acil ihtiyaç durumlarında hastaneler gibi yerlere enerji verebilmelerinin yapılabilmesini sağlayacak blokzincir tabanlı model önerilmiştir [10].

“Akıllı Şebekeler ve Blokzincir Uygulamaları” adlı çalışmada blokzincir ile kişiden kişiye enerji ticaretinin mümkün olduğu, blokzincirin elektrikli araçlarda olan uygulamaları, yeşil enerji sertifikalarında blokzincir teknolojisinin etkisi gibi konulardan bahsedilmiştir [11].

“Blockchain and Web-Based electric vehicle charging station application design” adlı çalışmada yenilenebilir enerji kaynağıyla üretim yapan elektrikli araç şarj istasyonlarının yakın lokasyondaki araçların şarj durumlarını kontrol ederek onlara uygun fiyatlı şarj imkânı sağlayabilecek web tabanlı bir uygulama önerilmiştir [12].

“A secure energy trading system for electric vehicles in smart communities using blockchain” adlı çalışmada araç türü, talep zamanı ve coğrafi konumlar kullanılarak dinamik ve talebe dayalı fiyatlandırma politikası önerilmiştir. Yönetim algoritması için blokzincir teknolojisinin konsensüs mekanizması kullanılmıştır [13].

Bu tez çalışmasında, daha önce yapılan tüm bu çalışmalar ışığında elektrikli araçlar, akıllı şebekeler, yenilenebilir enerjiler ve blokzincir teknolojisi birleştirilerek web tabanlı bir simülasyon uygulaması geliştirilmiştir. Yapılan tez çalışmasında ise bu uygulama detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca web tabanlı olarak geliştirilen bu uygulama ileride mobil uygulama ile daha işlevsel hale getirilebilir.

1.1 Tezin Amacı

Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretim yapan bir şarj istasyonunun anlık olarak ürettiği enerjinin depolanmadan satılması beklenmektedir. Üretilen enerjinin araçların

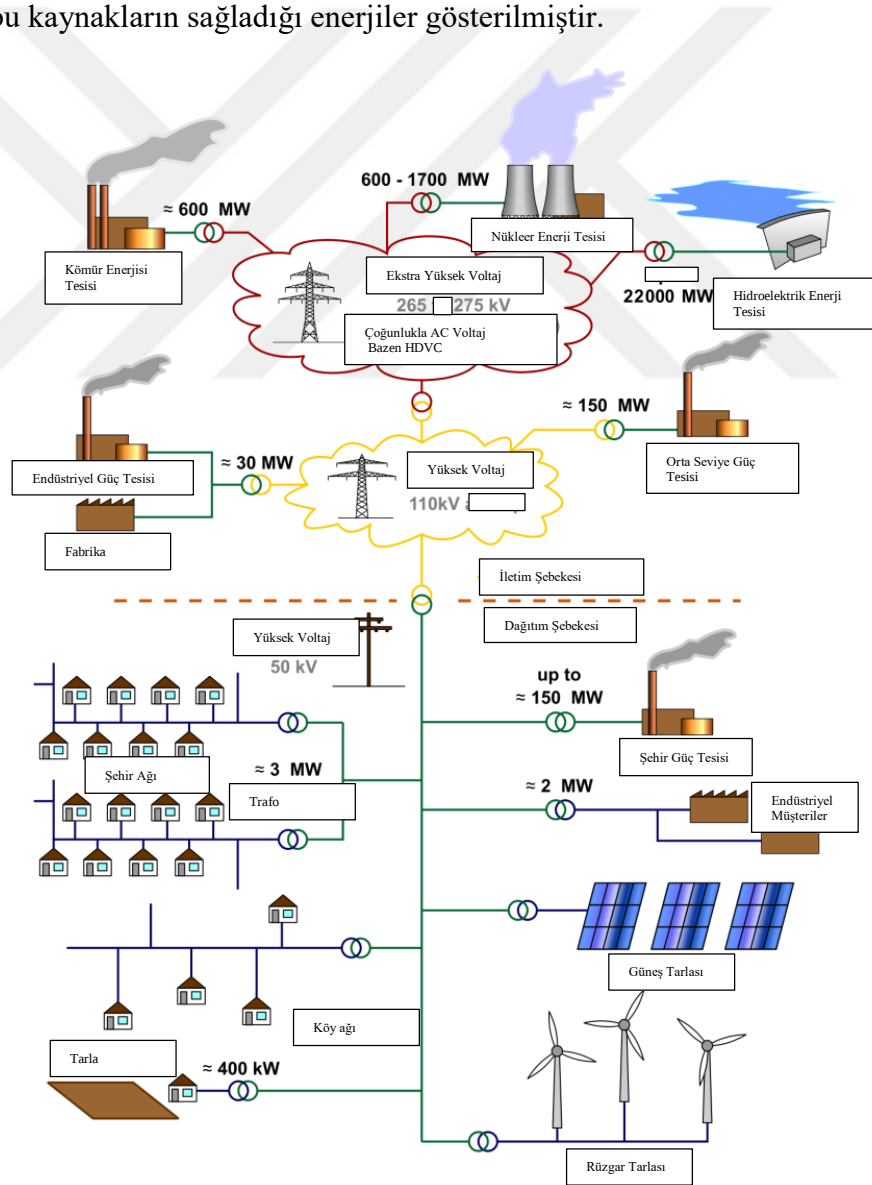
bataryalarında enerji kaynağı olarak kullanılabilmesi için şarj istasyonunun belirleyeceği alanda tarama işlemi yapılacaktır. Belirlenen alana giren ve belirli şarj seviyesi altında şarj yüzdesi bulunan elektrikli araçlara, yine şarj istasyonunun belirlediği iskonto oranı ile araçlara bildirim gönderilecektir. Araç içi bilgi ekranında bu bildirim görünecek ve kullanıcının onayına sunulacaktır. Eğer kullanıcı teklifi onaylarsa QR kod oluşacak ve 15 dakikalık bir rezervasyon oluşturulacaktır. Araç istasyona gelip şarj istasyonuna oluşturulan QR kodu okutacak ve şarj işlemi başlayacaktır. Şarj bitiminde ödeme yapılıp çıkılacaktır. Araca ait şarj verileri, ne zaman dolum yapıldığı, kaç defa dolum yapıldığı, ne kadar ödeme yapıldığı, hangi şarj istasyonları kullanıldığı blokzincirde tutulacaktır. Araç ileriki tarihlerde satılmak istendiğinde ise veriler şeffaf bir şekilde gözükecek ve pil ömrü hakkında doğru bilgiyi alıcıya sunabilecektir.

1.2 Tezin Organizasyon Yapısı

Bu tez çalışmasının 2. bölümünde akıllı şebekeler ve kavramlarından bahsedilmiştir. 3. bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu incelenmiş ve tesisleri hakkında bilgi verilmiştir. 4 bölümde ise elektrikli araçlar ve tarihçesinden bahsedilmiştir. Ayrıca elektrikli araç çeşitleri, çalışma prensipleri ve araçlarda kullanılabilecek batarya çeşitleri incelenmiştir. Bununla birlikte elektrikli araç şarj istasyonları ve şarj protokolleri anlatılmıştır. Bölüm 5'te ise blokzincir teknolojisinin ne olduğu ve teknolojik alt yapısı derinlemesine incelenmiştir. Bölümün sonunda ise blokzincirin platformları anlatılmıştır. Bölüm 6'da ise akıllı elektrikli araç şarj istasyonu uygulaması anlatılmıştır. Detaylı olarak simülasyon uygulamasının tanıtımı yapılmıştır. Bölüm 7'de, bölüm 6'da tanıtımı yapılan simülasyon uygulaması bir senaryo üzerinde uygulanmış ve uygulamanın sonuçlarından bahsedilmiştir. Tez çalışmasının son bölümü olan 8. Bölümde ise gelecekte bu çalışmanın ileriki aşamalarında neler yapılabileceği, uygulamada yapılmayan ama yapılması önerilen olgulardan bahsedilmiştir.

2. AKILLI ŞEBEKELER

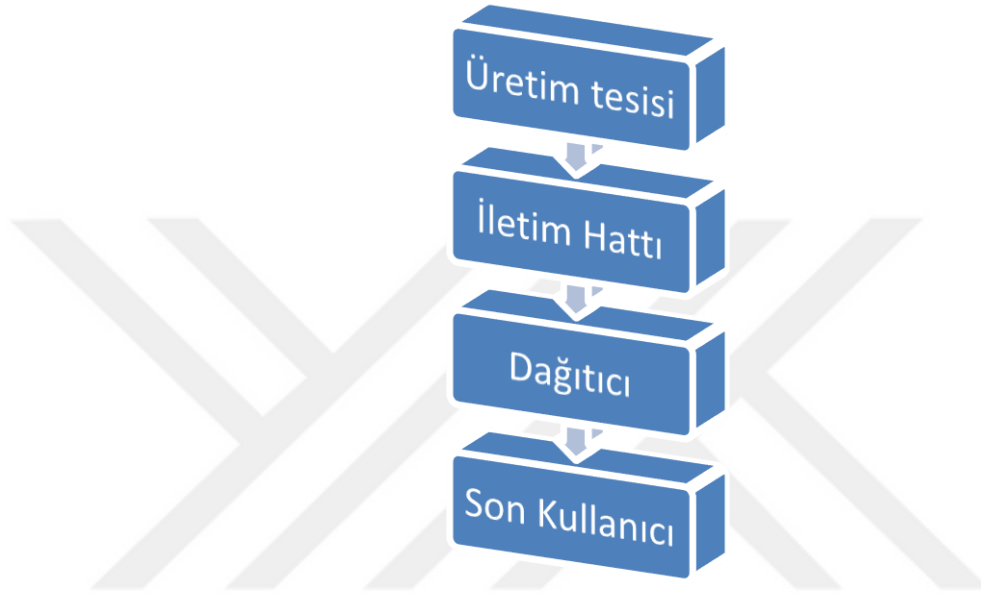
Elektrik enerjisinin üretim sahasından kullanım sahalarına iletim ve dağıtımını sağlayan altyapıya elektrik şebekesi denir. Elektrik üretimi yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklardan yapılır. Üretim tesisleri genelde yerleşim yerlerinden uzakta kurulur. Ekonomik açıdan fazla enerji elde etmek için tesisler büyük ölçekli kurulur. Eğer tesis yenilenemez enerji kaynaklarından üretim yapıyorsa tesise yakıt ikmali yapılır. Ancak tesis yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak üretim yapıyorsa tesisler kaynağın en verimli kullanıldığı alana inşa edilir. Bu tesislerden üretilen enerji yüksek gerilim seviyelerinde iletilir. Kullanım yerlerine ulaşan elektrik enerjisi kullanılabilir gerilim seviyesine düşürülüp kullanım alanlarına dağıtılır. Şekil 2.1 de örnek elektrik şebekesine enerji sağlayan farklı kaynaklar ve bu kaynakların sağladığı enerjiler gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Örnek bir elektrik şebekesi şeması [14]

2.1 Akıllı Şebeke Nedir?

Elektrik enerjisi hayatın vazgeçilmez bir olgusudur. Elektrik enerjisinin üretiminden, dağıtımına ve tüketilmesine kadarki döngü artık mevcut teknolojik gelişmelere göre yeniden düzenlenmelidir. Geleneksel şebeke sistemine göre elektrik enerjisi büyük santrallerde üretilir. Üretilen enerji iletim hatlarıyla dağıtım noktalarına gelir ve son tüketiciye ulaştırılır. Burada tek yönlü bir şebeke anlayışı vardır.



Şekil 2.2: Elektrik enerjisinin yolculuğu

Elektrik enerjisinin depolama maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı üretilen enerjinin son kullanıcıya hızlı ve verimli şekilde anlık olarak iletilmesi gerekmektedir. Bu gereklilik enerjinin de yönünü teknolojinin imkanlarından faydalanmaya çevirmiştir. Teknolojinin kullanımı yoğunlaştıkça kendi kendine yönetilmeye ve optimize edilmeye doğru gitmektedir. Teknolojinin bu seyrinde ise akıllı kavramı bizi karşılamaktadır. Elektrik enerjisinin de akıllı kavramıyla buluşması akıllı şebekeleri meydana çıkarmıştır.

Akıllı şebekeler; üretilen elektrik enerjisinin iletimini ve dağıtımını en hızlı ve optimize edilmiş şekilde son kullanıcılara ulaştırılmasını sağlar. Geleneksel şebekeyle modern yani akıllı şebekeler karşılaştırıldığında modern şebekelerin merkezi olmayan dağıtık bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Modern şebeke büyük güç kaynaklarından bağımsız olabilme ve üretken tüketicilerin şebekeye dahil olabilme olanaklarına sahiptir [15]. Üretken tüketiciler (prosumers) genelde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi sağlarlar. Sağladıkları enerjinin bir kısmı öz tüketim olarak kullanıldıktan sonra ihtiyaç fazlası şebekeye aktarılır. Geleneksel şebekede de bu şuan mümkündür ancak

şebekeye katılımların sürekli olarak artması beklenmektedir. Bu da akıllı şebekenin gerekliliğini ortaya koyar. Bunların yanında elektrikli araçların da şebekeye üretken tüketici olarak dahil olması beklenmektedir. Elektrikli araçlar depoladıkları enerjinin bir kısmını şebekeye geri vererek gelir elde edilmesini sağlar. Tüm bunlar akıllı şebekenin vazgeçilmez olduğunu gösterir.

2.1.1 Akıllı şebekelerin tarihçesi

Akıllı şebeke kavramı ilk olarak 2001 yılında Wired Magazine’de yayınlanan bir makaleyle ortaya çıkmıştır. Makaleye göre gelecekteki şebekelerin tek merkezden beslenmeyeceği, dağıtık yapıda olabileceği, esnek fiyatlandırmaya sahip olabileceği ve dışarıdan şebekeye üretken tüketicilerin katılabileceği ifade edilmiştir [16].

Avrupa Enerji Düzenleyiciler Kurulu (ERGEG) 2009 yılındaki raporunda “Akıllı şebeke iletim ve dağıtım şebekelerinin modernizasyonun bir şemsiye altında toplandığı bir terimdir.” ifadesini kullanmıştır [17].

Aslında akıllı şebekeler elektriğin keşfinden bugüne kadar beklenen ve araştırılan bir olgudur. Çünkü elektrik enerjisi günlük yaşamın devamı için zaruri duruma gelmiştir. Sürekli olarak arz talep arttığından dolayı bu enerji daima kontrol altında tutulmalı ve tüketicilere sağlıklı ulaştırılmalıdır. Bunun yanında artık tüketicilerin de dağıtıcılardan ve üreticilerden bağımsızlaşması ve kendi enerjilerini üretilen fazlasını şebekeye aktarması sağlanmalıdır. Tüm bunların ışığında akıllı şebeke kavramı tarih boyunca beklenmiştir ve daha da ileri gitmesi muhtemeldir.

2.1.2 Akıllı şebekenin geleneksel şebeke ile karşılaştırılması

Geleneksel şebeke ile akıllı şebekenin çok yönlü olarak özelliklerinin karşılaştırılması Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1: Geleneksel şebeke ile akıllı şebekenin karşılaştırılması

Özellik	Geleneksel Şebeke	Akıllı Şebeke
Haberleşme	Yok, bazı durumlarda tek yönlü, genelde anlık değil	İki yönlü ve anlık
Bakım ve İşletme	Manuel Ekipmanlar ile	Uzaktan kontrol ve bakım

Üretim	Merkezi ve büyük santraller	Merkezi ve büyük santrallerin yanında üretken tüketiciler
Güç Akış Kontrolü	Limitli	Ayrıntılı, otomatik
Güvenirlilik	Enerji kesintisi, arızalara maruz kalma	Enerji kesintisi önleme, Otomatik kontrol, anında müdahale
Arıza Sonrası Onarım	Manuel, fiziki olarak	Otomatik onarım veya otomasyon üzerinden anlık onarım



3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji üretimini doğada bulunan kaynaklardan elde eden ve tükenmeyen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynağı denir.

Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, hidrojen enerjisi, dalga enerjisidir.

Bu enerji kaynakları kullanılarak elektrik üretimi çok daha temiz ve güvenilir olarak yapılır. İleriki bölümlerde bahsedilecek olan elektrikli araçların şarj edilmesi olayı için kurulacak şarj istasyonlarının bu kaynaklardan yararlanılarak kurulması hem üreticiler hemde tüketiciler açısından daha verimli olacaktır.

3.1 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi Dünya üzerinde yenilenebilir enerjinin temel kaynağıdır [18]. Güneş enerjisi güneşin içerisinde oluşan füzyon olayları sonucu ortaya çıkan ışıma enerjisidir. Güneş $3,9 \times 10^{26}$ W güç ile dünyadaki tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde bir enerjidir [19]. Güneş enerjisi Dünya'ya ulaşır ısı, ışık ve enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjisi kurulumu ve kullanımının kolaylığı ayrıca çevreye olumsuz etkilerinin olmaması sebebiyle tercih edilen bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Güneş enerjisinin en yaygın kullanımlarından biri güneş pillerinden elektrik üretimidir. Güneş pillerinde farklı türde maddeler kullanılır ancak şu an silisyum elementi en çok kullanılan malzemedir.

Fotovoltaik güneş pillerindeki temel ilke fotovoltaik dönüşümdür. Bu dönüşümün iki evresi vardır. Birinci evre de pozitif-negatif akım taşıyıcıları olan yük gruplarının oluşturulması, ikinci evrede ise grupların bir elektrik alanla birbirlerinden ayrılmasıdır. Pozitif negatif yük taşıyıcı grubu oluşturulurken n-tipi ve p-tipi yarı iletken yan yana getirilir. Bu grupta yapısal olarak oluşturulmuş elektriksel alan mevcuttur. Bütün enerji dönüşümleri bu alanda meydana gelir. Bu gruptaki elektronlara, güneşten gelen fotonlar enerjisini gruptaki elektronlara verir ve bu alanda bulunan elektriksel alanla pozitif ve negatif yükler birbirinden ayrılır. Bu şekilde devrede DA gerilim üretilmiş olur. Burada üretilen DA gerilim akülerde depolanabilmekte veya DA/AA invertörler üzerinden şebekeye aktarılabilmektedir [19].

Güneş enerjisinin en çok kullanıldığı alanlardan birisi de tarımsal sulamadır. Tarımsal sulamada, sulama pompalarının enerji ihtiyacı güneş panellerinden karşılanabilmektedir. Amortisman süresinin kısa olması, verimliliğinin yüksek ve güneş panellerin ömrünün uzun olmasından kaynaklı olarak çok talep görmektedir.



Şekil 3.2: Tarımsal sulama amaçlı kurulan bir güneş enerjili tesis

3.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr doğada var olan bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi belirli bölgelerde yoğun ve az yoğun şekildedir. Rüzgâr'ın yoğun olduğu bölgelerde rüzgârın kinetik enerjisinden yararlanılarak rüzgâr santralleri vasıtasıyla elektrik enerjisi elde edilir. Karada, denizde bu rüzgâr santralleri kurulabilir.

Rüzgâr türbinlerine ulaşan rüzgâr kanatları çevirerek mekanik enerji açığa çıkarır. Elde edilen bu düşük güçlü enerji dişli kutusu vasıtasıyla yüksek generatör seviyesine çıkarılır. Eğer generatörün kutup sayıları yüksek ise dişli kutusuna ihtiyaç kalmayabilir. Yüksek hıza sahip olan mekanik enerji generatör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Daha sonra transformatörler ve iletim hatları vasıtasıyla şebekeye verilir [20].

3.3 Biyokütle Enerjisi

Biyokütle genel olarak yakın zamanda yaşamış ve fosilleşmemiş canlılardan geriye kalan biyolojik atıkların genel adıdır [21]. Biyokütleyle örnek olarak bitki artıkları verilebileceği gibi hayvansal ve endüstriyel atıklar da örnek olarak gösterilebilir. Biyokütle yakıtlarının katı veya sıvı hale dönüştürülerek yakılması sonucunda açığa çıkan enerji biyokütle enerjisi olarak adlandırılır. Bu biyokütle enerjisi vasıtasıyla elektrik enerjisi

üretilmektedir. Biyokütle enerjisinin yaygın bir şekilde kullanılması çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli bir role sahip olduğu gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki yerinin artırılmasında da önemli bir yeri vardır.



Şekil 3.3: Kömürcüoda biyogaz santrali

3.4 Jeotermal Enerji

Jeotermal , Jeo=Yer ve Termal=Isı sözcüklerinin birleşiminden oluşmuştur. Yerin içerisinde akan sıcaklığın gücü 42 milyon megavattır. Yeraltında sıcak olarak bulunan sular bulundukları ortamda yüksek basınç altındadır. Jeotermal suların bir bölümü yer kabuğunun ince kısımlarından yer yüzüne çıktığı gibi sondajlar vasıtasıyla da çıkarılmaktadır [22]. Bu sıcak sular termal tesislerde elektrik üretimi amaçlı kullanımının yanında ısınma, havuz ısıtma, seraların ısıtılması gibi alanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 3.4: Kızıldere-3 jeotermal enerji santrali ünite 2

3.5 Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik enerjinin asıl amacı elektrik üretimidir ancak bunun yanında tarımsal sulama, içme suyu, su ürünleri, balıkçılık, spor aktiviteleri gibi alanlarda da kullanılır. Genel olarak akarsulara kurulan HES'lerde üretim belirli bir yükseklikte potansiyel enerjiye sahip olarak ulaştırılan suyun daha düşük seviyede bulunan türbinlere cebri borular veya tüneller vasıtasıyla türbin çarklarına bırakılmasıyla düşük hız yüksek momentle türbinlerin döndürülmesi sonucu elektrik enerjisi üretilmesiyle olur. Üretilen elektrik enerji nakil hatlarıyla kullanılmak üzere şehir şebekelerine gönderilir [23]



Şekil 3.5: Keban hidroelektrik santrali

3.6 Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, bir proton ve bir elektrondan oluşan ve dünyada en yaygın olarak bulunan elementtir. Hidrojen kararsız yapısından ötürü dünya üzerinde serbest formda bulunmamakta, farklı bileşiklerin içinde yer almaktadır. Örnek olarak, su molekülü iki hidrojen atomu ve bir oksijen atomundan oluşmaktadır. Hidrokarbon olarak bilinen petrol türevi organik bileşiklerin içerisinde de değişik sayılarda hidrojen atomları bulunmaktadır [24].

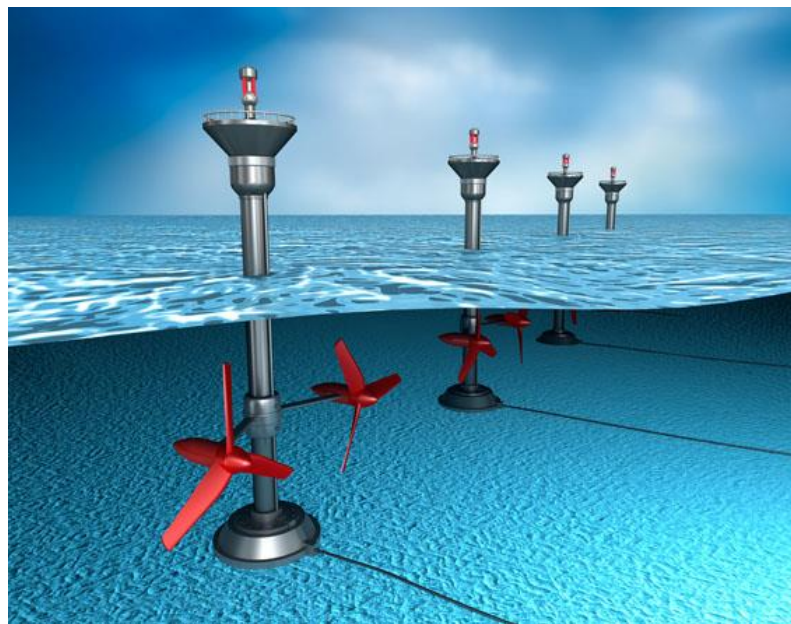
Hidrojen enerjisi ise hidrojenin saf halde ayrışmasının bir sonucu olarak moleküllerinde salınan kimyasal bir enerjidir. Bu enerji, çeşitli yöntemlerle ısı ve elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılabilir [24].



Şekil 3.6:Çanakkale-Bozcaada hidrojen enerjisi tesisi

3.7 Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi deniz veya okyanus üzerinde rüzgârın etkisiyle oluşan dalgaların hareketinden ortaya çıkan enerji türüdür. Deniz veya okyanus dalgalarından enerji üretimi ise dalga enerjisi üretim türbinlerinin deniz üzerine inşa edilmesiyle elde edilebilir. Bu türbinler dalgaların yüzey hareketlerinden veya basınçlarından faydalanılarak enerji üretir. Dalga enerjisi gayet temiz bir enerjidir ve çevreye olumsuz bir etkisi yoktur. Birçok ülkenin deniz ve okyanuslara kıyısı olması göz önüne alındığında fazlasıyla faydalanılabilecek enerji kaynağıdır [25].



Şekil 3.7: Dalga enerjisi türbinleri[26]

4. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

4.1 Elektrikli Araçlar ve Tarihçesi

Son zamanlarda fosil yakıtların hızla tükenmesi, kaynağa ulaşmada siyasi güçlükler ve çevre kirliliğinin artmasından dolayı devletler elektrikli araç kullanımının artırılmasını teşvik etmeye başlamıştır. Elektrikli araç denildiğinde elektrik motoruyla tahrik edilen ve hareket sağlanan araç akla gelmektedir. Elektrikli araçların motor verimliliğinin fazla olması, az parçası olduğu için düşük bakım ihtiyacı gibi etkenler elektrikli araçların kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bugün teknolojinin hızlı gelişmesiyle birlikte çok gündemde olan elektrikli araçların tarihi aslında 1800’lü yıllara dayanmaktadır. 1800’lü yılların son çeyreğinde birçok elektrikli araç yollara çıkmıştır. Menzillerin kısa olmasından dolayı araçlar çok yaygınlaşmamıştır. 1897 yılına gelindiğinde ilk rejeneratif fren mekanizması geliştirilmiş ve elektrikli araçlara uygulanarak menzilleri artırılmıştır. Bundan dolayı 1900-1912 yıllarında elektrikli araçların en parlak dönemi olmuştur denilebilir. Buna rağmen Amerika yollarındaki elektrikli araç sayısı, içten yanmalı motorlu araçların 1/3’üne ancak ulaşabilmiştir. 1909 yılında Ford firması tarafından seri üretimine geçilen içten yanmalı motorlu araçlar elektrikli araçlar için sonun başlangıcı olmuştur. İçten yanmalı motorlu araçların uzun menzillere gidebilmesinden dolayı yeni yollar yapılmış, menziller uzamıştır. Uzun menzillerinin olması, pil teknolojilerinin gelişmemiş olması ve elektrikli araçların yüksek hızlara çıkamamasından dolayı elektrikli araçların gelişimi durmuştur. 1960’lı yıllardan 1970’li yılların ortasına kadar karayollarında elektrikli araçların varlığı unutulmuştur. 1970’li yıllarda oluşan petrol krizi sonrası elektrikli araçlar tekrar gündeme gelmiştir. 1980’li yıllara gelindiğinde hükümetler elektrikli araçlarla ilgili çalışmalarına hız vermiştir. 1990 yılında gelişen batarya teknolojisi sonrası Toyota firması ilk hibrid araç olan Prius adlı modelini 1997 yılında üretmiştir. Kullanıcıların birçok beklentisine cevap vermiştir. 2003 yılına gelindiğinde Tesla Motors adlı bir firma kurulmuş 2006 yılında üretimini yaptığı ve 2008 yılında piyasaya sürdüğü tam elektrikli aracı olan Roadster elektrikli araç teknolojisinin hızlanmasına sebep olmuştur. Yüksek maliyetine rağmen çok yüksek satış oranlarına ulaşmıştır. Son 10 yılda ise hemen hemen her markanın bir elektrikli modeli bulunmaktadır [27]. Türkiye özelinde ise TOGG adıyla 2018 haziran ayında bir firma kurulmuş olup 29 Aralık 2019 yılında Gebze Bilişim Vadisinde tam elektrikli araç tanıtımları yapılmıştır. 2022 yılı son çeyreğinde seri üretime başlanması ve 2023 yılında piyasaya sürülmesi beklenmektedir.



Şekil 4.1: Londra elektrikli taksi şirketi tarafından kullanıma sunulan elektrikli taksi [28]



Şekil 4.2: İlk Tesla Roadster [29]



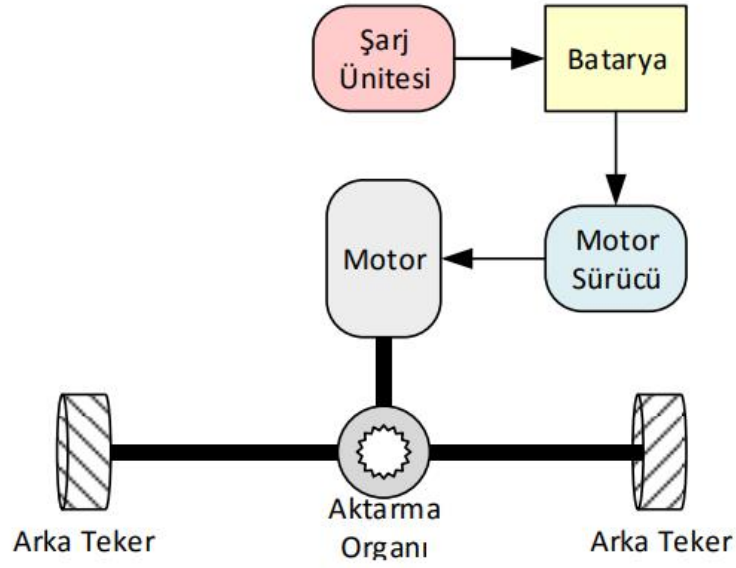
Şekil 4.3: Türkiye'nin ürettiği yerli elektrikli araç TOGG [30]

4.2 Elektrikli Araç Çeşitleri ve Çalışma Prensipleri

Elektrikli araç çeşitleri tam elektrikli araçlar (TEA) ve hibrid elektrikli araçlar (HEA) olarak iki başlık altında incelenebilir [31]. Bunlardan ilki tam elektrikli araçlardır. Tam elektrikli araçlar (TEA) depolanan veya üretilerek kullanıma sunulan elektriği motorun tahrikinde tam olarak kullanırlar. Şekil 4.5 te gösterildiği gibi elektrik motorunun dönmesi için gerekli elektrik enerjisi elektrikli araçlarda genelde bataryalardan depolanan enerjiden sağlanır. TEA'larda bulunan bataryalar şarj edilebilir bataryalardır. Gaz pedalı vasıtasıyla motora gidecek elektrik gücü ayarlanır [32]. Gaz pedalına tam basılması durumunda maksimum momentle elektrik motoru dönmeye başlar. Şekil 4.4'te bir TEA örneği verilmiştir.



Şekil 4.4: TEA örneği Tesla Model S [33]



Şekil 4.5 : Tam elektrik motoru çalışma prensibi [34]

Hibrid sözlükte melez anlamına gelmektedir. Hibrid motorlu elektrikli araçlar (HEA) içten yanmalı motor ve elektrikli motorun bir arada bulunduğu araçlar olmasından dolayı hibrid adını almıştır. HEA'ların amacı kısa mesafelerde, dur-kalk pozisyonlarında elektrikli motor yardımıyla aracın içten yanmalı motora bağlı kalarak yüksek yakıt tüketmesini engellemektir. Bu durumlarda araç olabildiğince elektrikli motoru kullanır. Yüksek hızlara çıkıldığında ise elektrikli motor yerini benzinli motora bırakır. Bazı model hibrid araçlarda fren yapıldıkça aküler yeniden şarj edilir. Bu sayede yakıt tüketimi azaltılmış olur.

HEA'lar kendi aralarında dört başlıkta incelenir. Bunlar;

- Seri Hibrid,
- Paralel Hibrid,
- Seri-Paralel Hibrid,
- Kompleks Hibrid'dir [31].

Seri hibrid elektrikli bir araçta, aracın tekerleklerini harekete geçiren elektrik motoru gereken enerjiyi ya aküden veya içten yanmalı motora dahil edilmiş bir generatörden ya da eş zamanlı olarak her ikisinden alır [35].

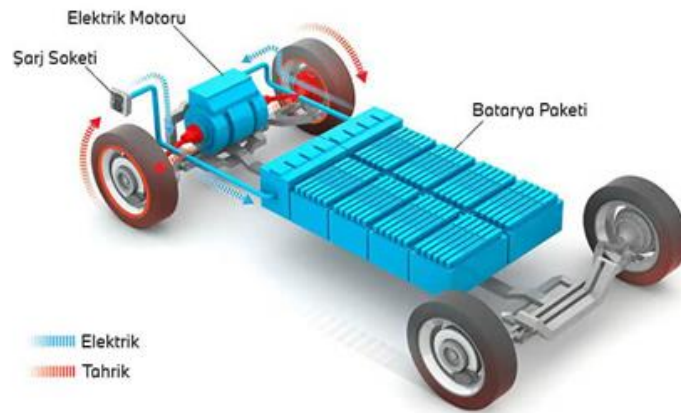
Parelel hibrid elektrikli bir araçta ise aracın hareketi elektrikli motorla veya içten yanmalı motorla ayrı ayrı sağlanabilir [31].

Seri-paralel hibrid ise paralel hibrid ve seri hibritin özellikliklerini birlikte barındırır. Hareket içten yanmalı motorla veya elektrikli motorla ayrı ayrı olabileceği gibi aynı anda da olabilir. Bu türde ek olarak jeneratör yardımıyla üretilen elektrik enerjisi bataryayı doldurur ve elektrikli motora güç verir [31].

Son olarak kompleks hibritte ise sistem yapı olarak seri-paralel HEA'lara benzemesine rağmen temel farklılığı; her iki motorun aracı tahrik etme işleminde birlikte kullanılabilmesi ve içten yanmalı motorun jeneratör yardımıyla bataryayı şarj etmesidir [31].

4.3 Elektrikli Araçlar İçin Batarya Teknolojisi

Piller diğer adıyla bataryalar elektrikli araçların temel elemanlarından biridir. Bataryalı elektrikli araçlar dahili bir enerji kaynağına sahiptir. Bu enerji kaynağı elektrik motorunun tahrik edilmesini sağlar. Bu bataryalar tam elektrikli araçların sıfır emisyonu sağlama avantajı sağlar. Trafikte tam elektrikli araç kullanmanın avantajı içten yanmalı motorlara kıyasla, sıfır hızda maksimum moment üreterek daha verimli sürüş sağlar. Ayrıca aracın gürültü yaymasını engeller. Bu özellikler bu tür araçların şehirlerde kullanılmasını avantajlı hale getirir. Ancak bunların yanında üretim maliyetlerinin fazla olması, uzun şarj süreleri veya şarj istasyonlarına ihtiyaç ve sessiz hareketten dolayı kazaların meydana gelmesi gibi dezavantajlara sahiptir [36]. Elektrikli araçların yapısı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6: Elektrikli araçların yapısı [37]

Elektrikli araç batarya tipleri;

- Kurşun Asit (Pb-asit) piller
- Nikel-Kadmiyum (NiCd) piller
- Nikel-Metal-Hidrür (NiMH) piller
- Lityum-İyon(Li-ion) piller
- Lityum-İyon Polimer piller
- Sodyum-Nikel-Klorür (NaNiCl) piller olarak sınıflandırılabilir [36].

Elektrikli araçlar için en önemli argumanlardan birisi olan bataryaların özellikleri ve çeşitlerinin yanı sıra batarya kullanımının ömrüne olan etkisi de bir o kadar önemlidir.

Blozincir teknolojisi vasıtasıyla araçların batarya geçmişleri şeffaf bir şekilde öğrenilir ve pil ömrü hakkında gerçekçi tahminlerde bulunulabilir.

4.3.1 Kurşun-asit piller (Pb-asit)

Kurşun-asit piller şarj edilebilen piller arasında en eski ve en çok kullanılan pil teknolojisidir. Temel formda, negatif elektrotta kurşun içerir, pozitif elektrotta kurşun dioksit ve elektrik yalıtım tabakası bulunur. Deşarj için sulandırılmış sülfürik asit sülfat iyonları sağlar. [38] Uygun maliyetlerle üretimi yapılabilir. Bundan dolayı elektrikli araçları donatmak amaçlı kullanılabilir ancak çevrim ömrü az olduğundan verimi düşüktür. Kurşun-asit pile bir örnek şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 : Kurşun-Asit pil örneği [39]

4.3.2 Nikel-kadmiyum (NiCd) piller

En eski şarj edilebilir pil türlerinden biri olan NiCd piller şarjlı durumdayken pozitif elektrotta nikel hidroksit oluşur, negatif elektrot ise kadmiyumdan ibarettir. Potasyum hidroksit elektrolit maddesi olarak kullanılır [40]. Tüm piller arasında en çok döngüye sahip olan pillerdir. En büyük dezavantajı canlı ve çevre sağlığına zararlı olan kadmiyum metalinin kullanılmasıdır [36]. Ayrıca alkali mangan ve lityum pillere nazaran daha düşük kapasiteli enerjiye sahip olmaları dezavantajlarından biridir [40]. Avrupa Birliği bu pillerin kullanımını sınırlandırmaktadır [36]. Bu pillerin örnekleri Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8: Nikel-kadmiyum pil örneği [41]

4.3.3 Nikel-metal-hidrür (NiMH) piller

Bu batarya tipinde elektrot olarak nikel bileşikleri ve diğer metal bileşikleri kullanılır. NiMH bataryaların elektroliti potasyum hidroksittir. NiCd tipi bataryalara göre darbelere daha dayanıklıdır ve enerji yoğunluğu daha yüksektir. NiMH bataryalar kullanıldıkça verimliliklerini kaybeder ve bu verim kaybı geri döndürülemez. NiCd tipi bataryalar gibi ağır metaller içermezler. Elektrolitleri batarya kutusunun içinde sıvı değil, katı halde bulunur. Batarya kutusu kırılrsa bile sadece birkaç damlacık sızabilir [42]. NiMH bataryalar daha düşük depolama kapasitesine sahiptirler ve tam şarjda kendi kendine yüksek deşarj katsayısına sahiptir [36]. İlk hibrit araçlarda kullanılmıştır. Bu batarya tiplerinin günümüzde kullanılan hali Şekil 4.9’da örneklendirilmiştir.



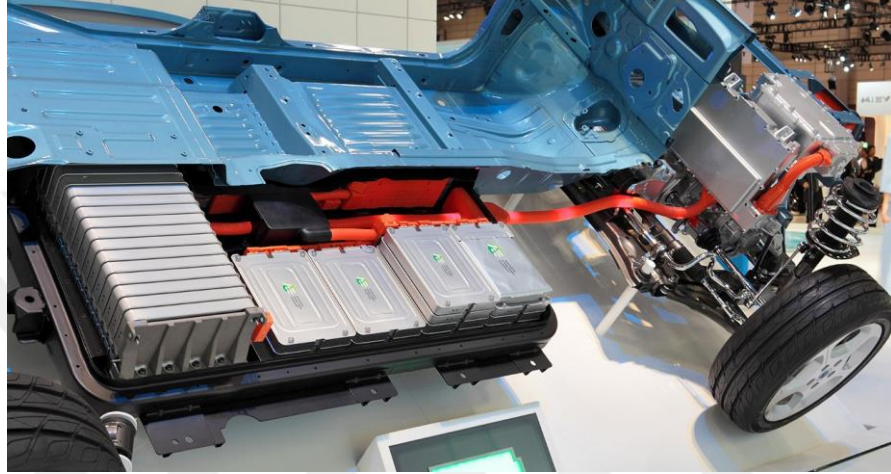
Şekil 4.9: Nikel-metal-hidrür (NiMH) pil örneği [43]

4.3.4 Lityum-iyon (Li-ion) piller

Bu batarya tipi diğer tekrar şarj edilebilen pillerde olduğu gibi anot, katot ve elektrolit olarak üç ana bileşenden oluşmaktadır. Katot pozitif elektrot olarak, anot da negatif elektrot olarak görev almaktadır. Pozitif elektrotlar genel olarak tünel yada tabakalı yapılara sahip olan metal oksitlerden (LiMOx) oluşurlar. Negatif elektrot malzemelerin yapısı tabakalıdır.

Bunların yapıları sayesinde pilin şarj ve deşarjı sırasında Li iyonları karşılıklı olarak yer değiştirebilir [44].

Bu pil büyük güçteki enerjileri depo edebilir. Ancak bu pillerin dezavantajı yüksek maliyetli oluşu, aşırı ısınma potansiyeli ve sınırlı yaşam döngüsüdür [36]. Hızlı şarj edildiğinde kısa sürede %80 seviyelerine ulaşırlar. Bu piller yeni nesil elektrikli araçlarda çokça tercih edilmektedir. Bir elektrikli aracın lityum iyon bataryalarla donatılmış hali Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Elektrikli araçta lityum iyon pil kullanımı [45]

4.3.5 Lityum-iyon polimer (LiPo) piller

LiPo batarya olarak bilinen bu bataryalar özellikle nikel temelli olanlara göre daha hafif, hemen her türlü şekilde üretilebilen, yüksek kapasiteye sahip, enerji yoğunluğu ve deşarj oranı yüksek olmak gibi avantajlara sahiptir. Çabuk delinebilme ve kısa ömürlü olması dezavantajları olarak söylenebilir [46]. Günümüzde kullanılan bir örneği Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11: LiPo batarya örneği [47]

4.3.6 Sodyum-nikel-klorür (NaNiCl) piller

Zebra pili olarak da bilinen bu pil türü 270-350 °C çalışma sıcaklığında erimiş tuzu elektrolit olarak kullanır. Yüksek depolanmış enerji yoğunluğuna sahip olma avantajını sunar [36]. Ancak düşük özgül güç, kendi kendine deşarj olabilme ve sıcaklık yönetimi dezavantajları olarak değerlendirilebilir. Elektrikli araçlar da kullanılabilir. Mendrisio-İsviçre'deki elektrikli araç fuarında elektrikli Renault Twingo marka araca monte edilerek sergilenmiştir [48]. Çizelge 4.1'de elektrikli araçlar için geliştirilmiş ve kullanılabilecek bataryaların fiziksel ve elektriksel özellikleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1 : Elektrikli araçlar için kullanılabilecek bataryaların karşılaştırılması [36]

Pil Tipi	Özgül Enerji (Wh/kg)	Enerji/Hacim katsayısı (Wh/L)	Güç/Ağırlık katsayısı (W/kg)	Kendi kendine deşarj katsayısı	Yeniden şarj döngüsü sayısı
Pb-asit	40	70	180	1	500
Ni-Cd	60	100	150	5	1350
NiMH	70	250	1000	2	1350

Li-iyon	125	270	1800	1	1000
Li-iyon polimer	200	300	3500	1	1000
Na-NiCl	125	300	1500	0	1000

4.4 Elektrikli Araç Şarj İstasyonları ve Protokoller

Elektrikli araçların motorlarının çalışması için elektrik enerjisine ihtiyacı vardır. Elektrikli araçların bu ihtiyaçları alternatif akım (AA) veya doğru akım (DA) kaynaklarından karşılanabilir. Aslında elektriğin olduğu her yerde araçlar şarj edilebilir. Şarj süreleri kaynaklara göre farklılık gösterebilir. Avrupa Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE), ABD Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), Tokyo elektrik dağıtım şirketi (TEPCO), Japon Elektrikli Araç Birliği Standartları (JEVS) ve hızlı şarj birliği (CHADEMO) gibi kurum ve kuruluşların oluşturdukları elektrik araçlar için şarj modları ve uluslararası standartları vardır. Elektrikli araçların güvenli ve hızlı şarj edilebilmeleri için şarj istasyonları bu standartlarda fiş-priz bağlantı ekipmanlarını kullanır. IEC 61851 ve 62196, SEA'nın J1772 numaralı standardı ve CHAdeMO'nun DA hızlı şarj standartları bulunmaktadır [49]. Çizelge 4.2 'de anlatılan şarj protokollerine ait elektriksel büyüklükler verilmiştir. Bunlara ek olarak bahsedilen protokollere ait soket tiplerine birkaç örnek olarak Şekil 4.12 ve Şekil 4.13 verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Protokollere göre elektriksel büyüklükler [50]

Akım Tipi	Protokol/Mod	Anma Gerilimi (V)	Maks. Akım (A)	Maks. Güç (Kw)	Faz Sayısı
AA	SAE J1772/Seviye 1	120	12	1,44	-
AA	SAE J1772/Seviye 1	120	16	1,92	-
AA	SAE J1772/Seviye 2	208-240	> 20	19,2	-
AA	SAE J1772/Seviye 2	208-240	≤ 80	19,2	-

DA	SAE J1772/Seviye 1	200-500	80	40	-
DA	SAE J1772/Seviye 2	200-500	200	100	-
AA	IEC 61851/Mod 1	≤ 250	≤ 16	-	1
AA	IEC 61851/Mod 1	≤ 480	≤ 16	-	3
AA	IEC 61851/Mod 2	≤ 250	≤ 32	-	1
AA	IEC 61851/Mod 2	≤ 480	≤ 32	-	3
AA	IEC 61851/Mod 3	≤ 250	≤ 250	-	1
AA	IEC 61851/Mod 3	≤ 480	≤ 250	-	3
DA	IEC 61851/Mod 4	≤ 1000	≤ 400	-	-
DA	CHAdeMO	500 VDC	125	62,5	-
DA	CCS	400 VDC	125	50	-



Şekil 4.12: CHAdeMO tipi şarj soketi [51]



Şekil 4.13: CCS (Sol) ve IEC tipi (sağ) şarj soketi [52]

5. BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ

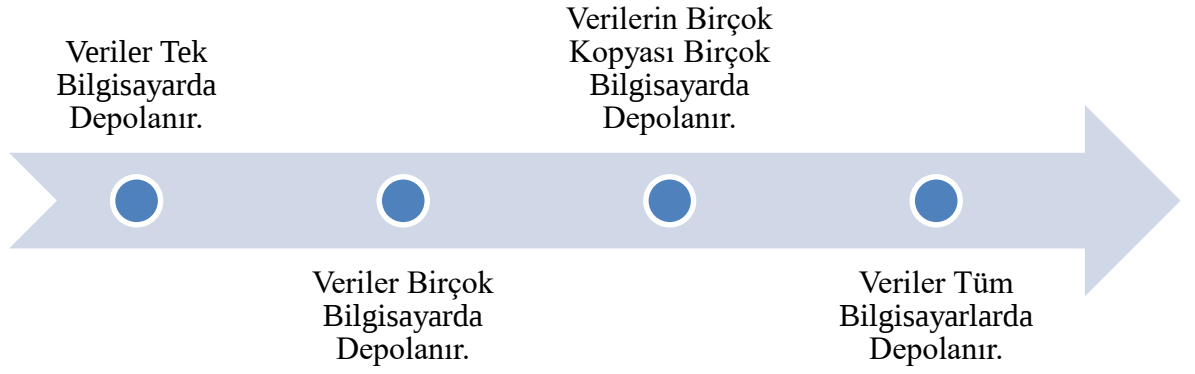
5.1 Blokzincir Teknolojisi Nedir?

Blokzincir diğer adıyla blockchain 2008 yılında ilk defa Satoshi Nakamoto adlı bir yazarın “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” adlı makalesi ile ortaya çıkmıştır [2]. Nakamoto makalesinde kişiden kişiye ticaret yapılabilceğinden ve bunun için bir merkeze bağılı olmanın gerekmediğinden bahsetmiştir. Blokzincir ademi merkeziyetçiliğı savunur. Yani bir merkezden yönetilmek yerine her birey kendi kendisinin yönetici olmasını ister. Herhangi bir ticarete veya alışverişte bir merkezin kontrolü altında olmamak ama aynı zamanda güvenliğın de sağlanması istenir. Blokzincir teknolojisi tüm bunları bizlere sunar.

Bunların yanında blokzincir teknolojisine ait temel kavramlar ve ögeler sadece Satoshi Nakamoto’nun makalesine özgü değildir [53]. Stuart Haber ve W. Scott Stornetta tarafından “How to Time-Stamp a Digital Document” adıyla 1991 yılında kaleme alınan makalede zaman damgalarıyla birlikte belgelerin kripto imzalarla nasıl kullanılabileceğinden bahsedilmiştir [54]. Ayrıca Ros Anderson tarafından 1996 yılında yayınlanan makalesine göre merkezi olmayan bir veri depolama sisteminde güncellemelerin güvenli bir şekilde tutulabileceğinden bahsedilmiştir [55]. 1998 yılına gelindiğinde ise Bruce Scheider ve John Kelsey tarafından yayınlanan makalede günlük dosyaların (log files) içindeki hassas bilgilerin güvenilmeyen makinelerde nasıl şifrelenebileceğinden bahsedilmiştir [56].

5.2 Blokzincir Teknolojisine Derinlemesine Bakış

Blokzincir teknolojisi kripto para sistemleriyle fazlaca anılsa da blokzincir aslında hayatın birçok alanında kullanılabilir. Blokzincir verinin olduğı her yerde var olabilir. Veri bilginin işlenmemiş en küçük parçasıdır [53]. Veriler işlenir, işlendikçe bilgiler ortaya çıkar. Verinin değişimsel yolculuğunda ilk başlarda veriler tek bilgisayarda toplanmıştır. Gelişen teknolojiler ile veriler artık birçok bilgisayarda depolanmaya başlamıştır. Hızlı gelişen teknoloji sayesinde artık verilerin birçok kopyası birçok bilgisayarda depolanmaya başlanmış ve sonrasında ise veriler artık tüm bilgisayarlarda depolanır. Bu yolculuk Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Verinin değişimsel yolculuğu[53]

Blokzincir'in yapısına göre veriler sonsuza dek saklanır ve değiştirilemez. Çünkü bir veri artık dünya üzerindeki tüm bilgisayarda mevcuttur en ufak bir değişiklikte tüm bilgisayarlardaki verilerin değiştirilmesi gerekir. Bu sayede güvenilir bir yapı ortaya çıkar.

5.2.1 Blokzincir teknolojisinin blok yapısı

Blokzincir adından anlaşılacağı üzere birden fazla bloğun bir araya gelerek şifrlenmesiyle ortaya çıkmaktadır. İlk blok genesis blok yani başlangıç bloğu olarak oluşturulur. Bu blok zincirimizin ilk halkasıdır. Bu blok kendisinden önce gelen bir blok olmadığı için benzersiz bloktur. Bundan sonra gelecek tüm bloklar önceki bloğun hash fonksiyonu barındırır. Bu benzersiz anahtar SHA 256 protokolüyle üretilir ve 256 bitliktir ve benzersizdir.

Şekil 5.2 de gösterilen başlangıç bloğu ilk bloktur. Başlangıç bloğu oluşturulurken bir takım matematiksel işlemlerden geçer ve belirli sayıda yapılan denemeler sonucu benzersiz bir SHA 256 bitlik bir anahtar oluşturulur. Bu uygulamada ilk dört rakamın sıfır olduğu bir benzersiz anahtar bilgisayar tarafından oluşturulmuştur. Bundan sonra gelecek her blokta ilk dört hane sıfır olana kadar işlem yapılır ve denemeler sonucu ortaya çıkan benzersiz anahtar o bloğun fonksiyonu olur. Önceki bloğun benzersiz anahtarıyla birlikte artık kendine ait benzersiz anahtarı vardır ve bloğuna kaydedilir.

Block: # 1 BLOK NUMARASI

Nonce: 17372 FONKSİYONUN AÇIĞA ÇIKMASI İÇİN YAPILAN DENEME SAYISI

Data: Abdulkadir Yelman VERİ

ÖNCEKİ BLOKTAN GELEN BENZERSİZ ANAHTARI BLOK'UN BENZERSİZ ANAHTARI

Prev: 00

Hash: 00004b696e26fe8406ddf00367a4241dca0cfe6418ebe53c53ca101125

Mine

Şekil 5.2: Başlangıç (Genesis) bloğu [57]

Şekil 5.3'te gösterildiği gibi ilk blok oluşturulduktan sonra gelen tüm bloklara veriler önceki bloğun SHA 256 benzersiz anahtarıyla kaydolur. Kendi benzersiz anahtarının ise ilk 4 hanesi sıfırdır. Bu genesis bloğunun bu şekilde bir şifre belirlemesinden dolayı olmuştur. Bundan sonra gelecek tüm bloklarda önceki benzersiz anahtar ve kendisine ait benzersiz anahtar bulunacaktır. Eğer bloğa kaydedilen herhangi bir veri değiştirilirse şekil 5.4'de gösterildiği gibi blok kırılacaktır. Her gelen veri sonraki veriye kaydedilir herhangi bir değişiklik yapılması veya teşebbüs edilmesi durumunda zincir kırılır. Ve verinin doğru olmadığı ispatlanmış olur. Zincir kırıldığından dolayı artık veriler doğrulanamaz. Tekrardan eski haline getirilmesi gerekir. Şekil 5.5'te dağıtık defter yapısı gösterilmiştir. Bu yapıda zincire katılan her verinin bir kopyası diğer zincirde bulunur. Bir manipülasyon durumunda diğer zincirlerdeki veriler karşılaştırılır ve hatanın olduğu, zincirin değiştirildiği ortaya çıkar. Değiştirilen zincir kayıt defterinden çıkarılır diğer zincirler yoluna devam eder.

Blockchain Demo

Hash

Block

Blockchain

Distributed

Tokens

Coinbase

Blockchain

Block: # 1
Nonce: 17372
Data: Abdulkadir Yelman
Prev: 00
Hash: 00004696e26fe0406cdf00367a4241dcabcfe6418ebe53c3ca1011255e20a
Mine

Block: # 2
Nonce: 85780
Data: Blokzincir Teknolojisi
Prev: 00004696e26fe0406cdf00367a4241dcabcfe6418ebe53c3ca1011255e20a
Hash: 0000468323c9cf63c1f906f5490b040450a7e044015d72f60970509c27610
Mine

Block: # 3
Nonce: 91799
Data: İsmi Üniversite
Prev: 0000468323c9cf63c1f906f5490b040450a7e044015d72f60970509c27610
Hash: 0000aa025e6f259a0224d019f45a7913a0237ac2ef839d174541eead5646a4f
Mine

Şekil 5.3: Blokzincir örneği [57]

Blockchain

Block: # 1
Nonce: 17372
Data: Abdulkadir Yelman
Prev: 00
Hash: 00004696e26fe0406cdf00367a4241dcabcfe6418ebe53c3ca1011255e20a
Mine

Block: # 2
Nonce: 85780
Data: ZİNCİR KIRILDI
Prev: 00004696e26fe0406cdf00367a4241dcabcfe6418ebe53c3ca1011255e20a
Hash: 2380b5eefc12320895f5ef10faba0d04930842c3be558f35e1d015c3bde709
Mine

Block: # 3
Nonce: 91799
Data: İsmi Üniversite
Prev: 2380b5eefc12320895f5ef10faba0d04930842c3be558f35e1d015c3bde709
Hash: 963f105c5119c72aa237080d1a5ff0eae701a3070ac3616099c595991279f0ef
Mine

Şekil 5.4: Veri değişikliği yapılmış blokzincir örneği [57]



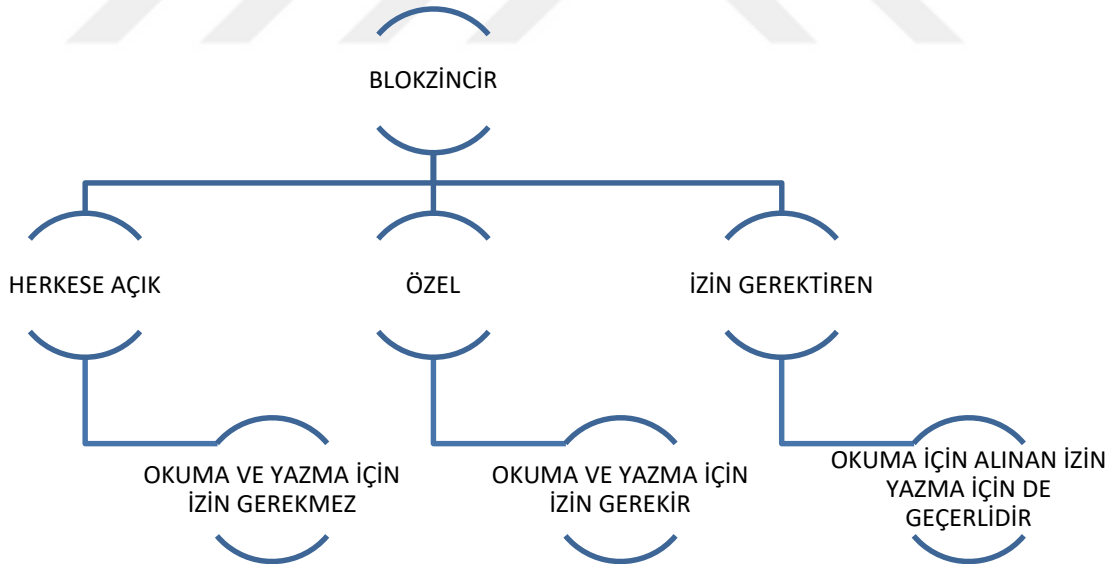
Herkese açık yapı sayesinde herkes zincire yeni bloklar ekleyebilir ve ekledikleri her blok için ödül alırlar [53].

5.2.2.2 Özel (Private) blokzincir

Eğer bir blokzincirin verilerini okumak için izin almanız gerekiyorsa ve sonrasında mutabakat yapısına uygun olmak koşuluyla ağa yeni blok eklemek için tekrar izin almak gerekiyorsa buna özel (private) blokzincir denir [53]. Blokzincirin sahibi tüm blokları görebilir ve üzerlerinde değişiklik yapma, düzenleme hakkına sahiptir [58].

5.2.2.3 İzin gerektiren (Permissioned) blokzincir

Eğer bir blokzincirin verilerini okumak için izin almanız gerekiyorsa ancak bu izinden sonra zincire dahil olmak için izin almanız gerekmiyorsa buna izin gerektiren blokzincir denir. Bu özel ve herkese açık blokzincirin karma olarak bir araya gelmesi gibi düşünülebilir [53]. Bunun en güzel örneği Ripple adlı kripto para birimidir [58]. Blokzincir'in 3 türü ve bu türe ait 3 ayrı tür daha bulunmaktadır. Bunlar Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



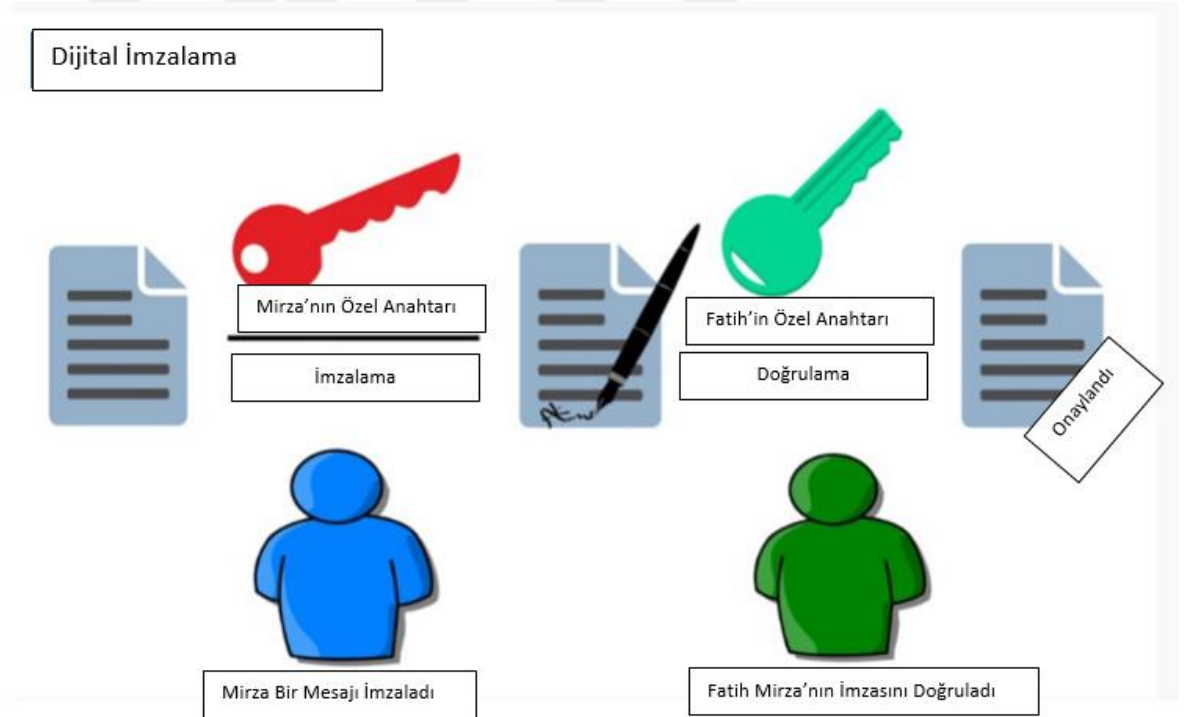
Şekil 5.6: Blokzincir türleri

5.2.3 Blokzincir'in Şifrelenmesi

Blokzincir'in yapısında bulunan SHA 256 protokolüyle şifreleme yapılır. Aslında şifrelemeler verilerin okunmasına izin veren benzersiz anahtarlardır. Oluşturulan veriye bir şifre atanır böylece sadece anahtara sahip kişiler veriyi anlamlandırabilir. Anahtarın olmadığı kimseler şifreyi anlamlandıramaz.

5.2.3.1 Açık anahtar ve özel anahtar

Açık anahtar özel bir anahtarla eşleştirilmiş bir şifreleme kodudur. Herkes açık anahtara işlem gönderebilirken bunun kilidini açmak için özel anahtara ihtiyaç vardır. İşlemleri alabilen açık anahtar bir adrestir. Açık anahtar herkesle özgürce paylaşılabilir. Açık anahtarı anlamlandırabilmek için özel anahtara ihtiyaç vardır. Özel anahtar bir şifredir ve kişiye özeldir. Ancak tek bir kişi tarafından bilinebilir. Tahmin edilmesi mümkün değildir. Unutulması durumunda kimse geri getiremez [59].



Şekil 5.7: Şifreleme süreci [60]

5.3 Blokzincir Platformları

Blokzincir teknolojisi sadece kripto paralarda kullanılmaz. Yeni nesil teknolojik gelişmeler artk blokzincir tabanlı yapılabilmektedir. Blokzincirin başka alanlara uygulanabilmesinde farklı platformlar kullanılır.

5.3.1 Bitcoin platformu

Bitcoin, blokzincir teknolojisinin ilk çıktığı platformdur. 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan makaleyle ortaya çıkmış ve 2009 yılında açık kaynak kodla kullanıma sunulmuştur. Bitcoin uçtan uca (peer to peer) para transferi mümkün kılınmıştır. Aslında bitcoin mimaridir ve bu mimariyi kullanarak alt coinler oluşturulmuştur. Açık bir mimari olduğundan dolayı erişimi herkese açıktır.



Şekil 5.8: Bitcoin resmi logo [61]

5.3.2 Ethereum Platformu

Bitcoin platformunun kripto paralar için tasarlanmış olması diğer alanlara uygulanmasının zorlaşmasına sebep olmuştur. Bitcoin üzerinden yeni özel protokoller geliştirilmeye çalışılmıştır ancak yüksek maliyetlerden dolayı ileri gidilememiştir [53]. Tam bu sırada 19 yaşında olan Vitalik Buterin adlı bir genç Ethereum adlı platformu tasarlamış ve bitcoin platformuna alternatif olarak sunmuştur [62]. Ethereum esnek yapısı sayesinde uygulama geliştiricilerin merkezi olmayan uygulamaları geliştirmesine imkan tanımıştır. Bitcoin 1.nesil blokzincir, Ethereum 2.nesil blokzincir olarak adlandırılmıştır. Ethereum'un ETH adlı kendine özgü kripto para birimi bulunmaktadır [53].



Şekil 5.9: Ethereum resmi logo [63]

5.3.3 HyperLedger

HyperLedger 2015 Aralık'ta Linux tarafından başlatılan açık kaynak kodlu bir blokzincir platformudur. Bu platform tek bir blokzincir yapmak yerine alt projelere destek vermektedir. HyperLedger'in referans mimarisinde iki ana katman vardır. HyperLedger'in kendi servis katmanı ve bu servisleri kullanıma açmak için kullandığı API (Uygulama Programlama Arayüzü) ve SDK (Yazılım Geliştirme Kiti) katmanlarıdır. HyperLedger'in servis katmanları kimlik servisleri, hizmet politikası servisleri, blokzincir servisleri ve akıllı sözleşme servisleridir [53].



Şekil 5.10: Hyperledger resmi logo [64]

5.3.4 Ripple

Ripple temel olarak blokzincir tabanlı uluslararası para gönderim platformudur. Uluslararası para gönderiminde swift gibi araçlara olan ihtiyacın ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Ripple sayesinde uluslararası para gönderimi daha ucuz, daha hızlı ve merkezi bir yönetime bağlı kalmadan yapılabilmektedir. Ripple XRP adında kendine has bir kripto para birimine sahiptir [53]. Ancak yapısı itibariyle para birimlerinden bağımsız bir

yapıya sahiptir. Ripple bir blokzincir platformudur ve bu alt yapıyı kullanarak uygulamalar geliştirilebilmektedir.



Şekil 5.11: Ripple resmi logo [65]



6. AKILLI ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU UYGULAMASI

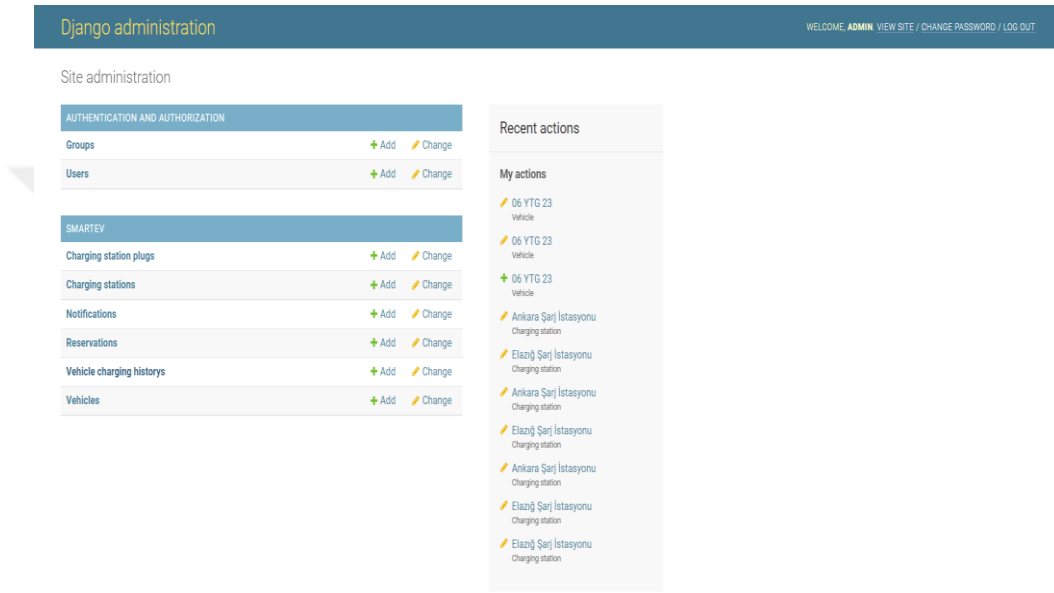
Bu bölümde yapılan uygulamanın detaylı bir şekilde tanıtımı yapılmaktadır. Uygulama içerisinde kullanılacak ekranlar gösterilecektir. Web tabanlı hazırlanan simülasyon uygulamasında phyton dili ve django web çatısı kullanılacaktır. Ayrıca SQLite’da bir database oluşturulacak ve buraya veriler girilerek simülasyon ortamı oluşturulacaktır. Oluşturulmaya çalışılan simülasyon ortamı için şarj istasyonları ve araçlar belirlenecek ve bu araçların şarj durumları gibi verileri yönetici paneli vasıtasıyla uygulamaya dahil edilecektir. Ayrıca blokzincirde tutulan veriler de son bölümde gösterilecektir. Ayrıca Şekil 6.1’de adım adım uygulamanın algoritmasından bahsedilmiştir.



Şekil 6.1: Uygulama algoritması

6.1 Yönetim Paneli

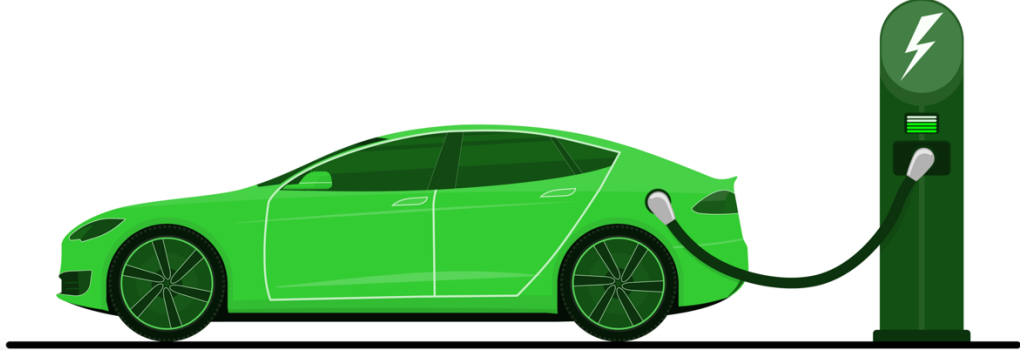
Şekil 6.2’de gösterilen sayfa, uygulamanın yönetici panelidir. Elimizde gerçek bir elektrikli araç ve gerçek bir şarj istasyonu olmadığı için veriler yönetici panelinden farazi olarak çekilecektir. Buradaki sayfadan simülasyon ortamı oluşturmak için veri girişleri yapılmaktadır. Bu sayfada ayrıca istasyon tanımlanması, istasyona ait soket tipleri buradan eklenmektedir. Ayrıca değişiklikler ve tüm veriler burada tutulmaktadır.



Şekil 6.2: Yönetici paneli

6.2 Ana Ekranlar

Bu bölümde uygulamanın ana ekranları ve bu ekranların detayları anlatılmıştır. Uygulama bizi şekil 6.3 ile karşılamaktadır. Bu ekrandan tüm menülere erişim sağlanabilir.



Şekil 6.3: Uygulama ana ekranı

6.2.1 Üyelik oluşturma ve listeleme ekranı

Şekil 6.4’te gösterilen sayfa sisteme kayıt olmak için üyelik oluşturma sayfasıdır. Araç plakası, kişi bilgileri ve giriş için gerekli diğer bilgiler girilerek üyelik oluşturulur. Üyelik yaparken aracın verilerine erişim için kullanıcıdan izin istenir. Bu izin sayesinde aracın şarj yüzdesine erişim izni ve kişisel verilere erişim izni verilmiş olur. Sadece bu izni veren kullanıcıların araçlarından şarj yüzdesi verisi alınabilir.

akilli EA

akilli EA

Şarj İstasyonları

Araçlar

Giriş

Sisteme Kayıt Olunuz

Araç Plakası

Ad

Soyad

E-Posta

Parola

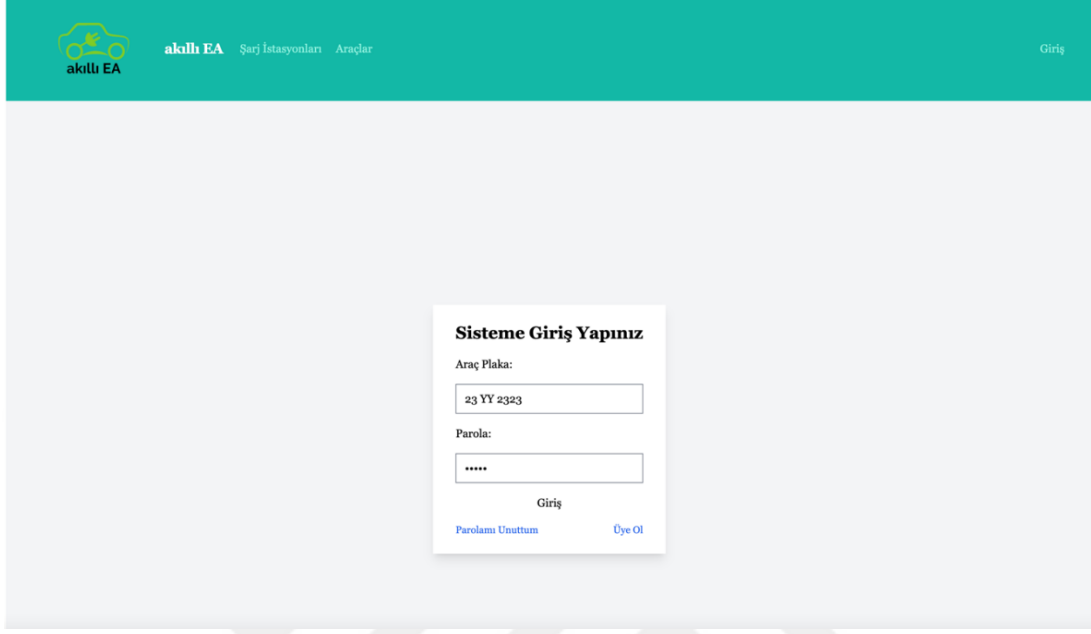
Parola

☒ Uygulamanın araç verilerine erişmesine izin veriyorum.

Kayıt Ol

Şekil 6.4: Üyelik oluşturma ekranı

Şekil 6.5’te gösterilen sayfadan daha önce üyelik sırasında oluşturulan bilgilere göre araç plakası ve parola ile giriş yapılır ve araç için oluşturulmuş ekrana gidilir.



The image shows a web application interface for 'akıllı EA'. The header is teal with the logo on the left and navigation links 'akıllı EA', 'Şarj İstasyonları', 'Araçlar', and 'Giriş' on the right. The main content area is light gray and contains a white login form titled 'Sisteme Giriş Yapınız'. The form has two input fields: 'Araç Plaka:' with the value '23 YY 2323' and 'Parola:' with masked characters '*****'. Below the fields is a 'Giriş' button and two links: 'Parolamı Unuttum' and 'Üye Ol'.

Şekil 6.5: Üye giriş ekranı

Şekil 6.6’da gösterilen sayfada sisteme daha önce kayıt yapmış araçların plakaları ve bu araçlara ait şarj yüzdeleri ve soket tipleri görüntülenir. Bu sayfayı sadece admin görebilir. Şarj istasyonu ve araç kullanıcıları göremez.

 akıllı EA Şarj İstasyonları Araçlar Giriş			
Plaka	Şarj Edilecek Soket Tipi	Şarj Yüzdesi	#
06 EL 555	Type1	30	Detay
23 YY 2323	CHAdeMO	12	Detay
34 ER 3442	CCS	32	Detay
35 EL 2323	Type2	29	Detay

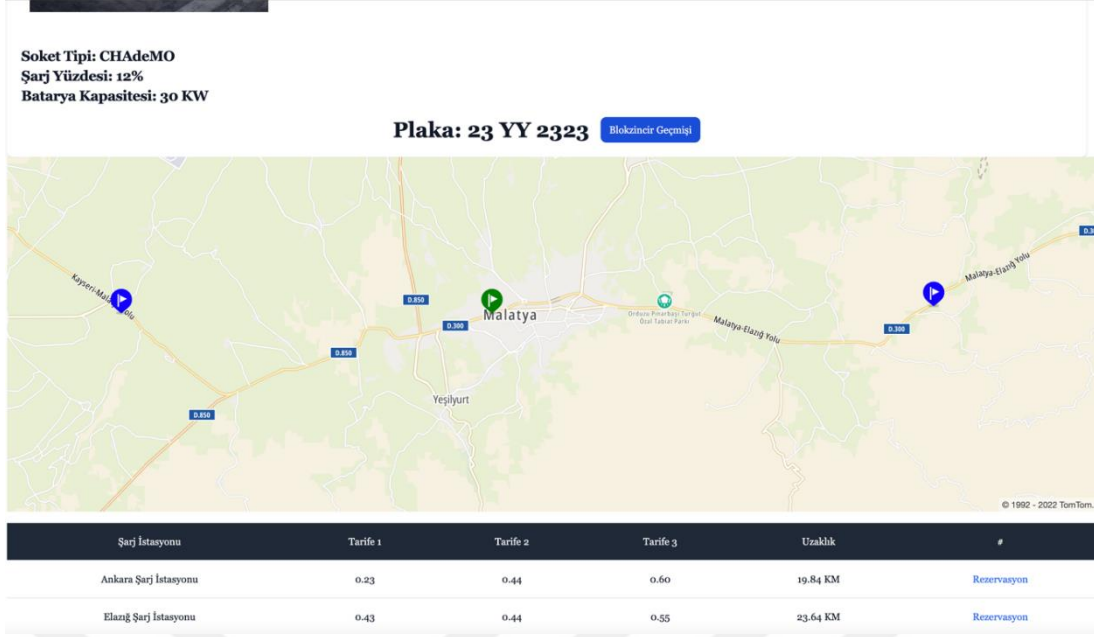
Şekil 6.6: Sisteme kayıtlı araç listesi

6.3 Kullanıcı Ekranları

Bu bölümde şarj istasyonlarının, araçların göreceği ekranlar detaylıca anlatılmıştır.

6.3.1 Araç ekranları

Şekil 6.7’de gösterilen ekran aracın göreceği ekrandır. Yeşil renkle gösterilen ikonlar elektrikli araçları temsil eder. Mavi renkle gösterilen ikonlar ise şarj istasyonlarıdır. Ayrıca araca ait soket tipi, aracın mevcuttaki şarj yüzdesi ve aracın bataryası sol üst köşede bulunmaktadır. Orta kısımda aracın plakası yazılmıştır ve yanındaki buton ile araca ait blokzincir’e ulaşılabilir. Bu sayfada aracın yakınındaki şarj istasyonları görünür. Şarj istasyonlarının uzaklıkları, fiyat listesiyle alakalı buradan bilgi edinilir. En sağda bulunan rezervasyon butonu ile ilgili şarj istasyonuna rezervasyon isteği gönderilebilir.



Şekil 6.7: Araç harita ekranı

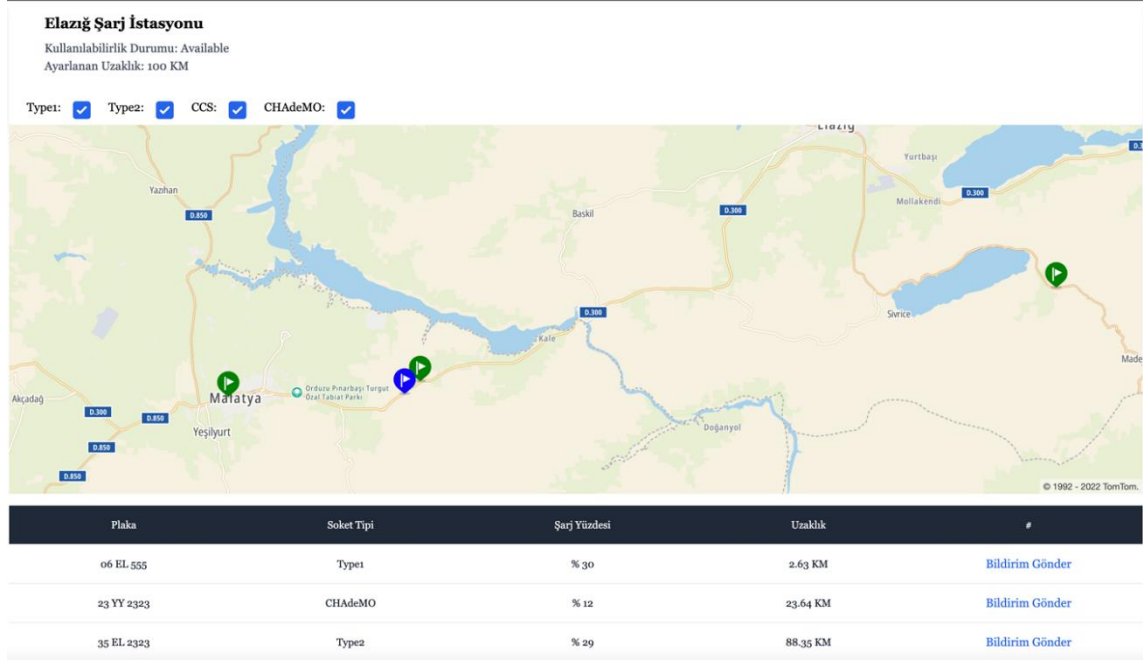
6.3.2 Şarj istasyonu ekranları

Şekil 6.8’de sisteme kayıtlı şarj istasyonları listelenir. Anlık olarak şarj istasyonunun müsaitlik durumu, konumu görünebilir. Detay butonuna basıldığında ise şarj istasyonunun göreceği sayfa açılır.

 akilli EA Şarj İstasyonları Araçlar Giriş				
İsim	Kullanılabilirlik	Enlem	Boylam	#
Ankara Şarj İstasyonu	Uygun	38.34596449365382	38.0511474609375	Detay
Elazığ Şarj İstasyonu	Uygun	38.349339175397725	38.549652099609375	Detay

Şekil 6.8: Sisteme kayıtlı şarj istasyonları

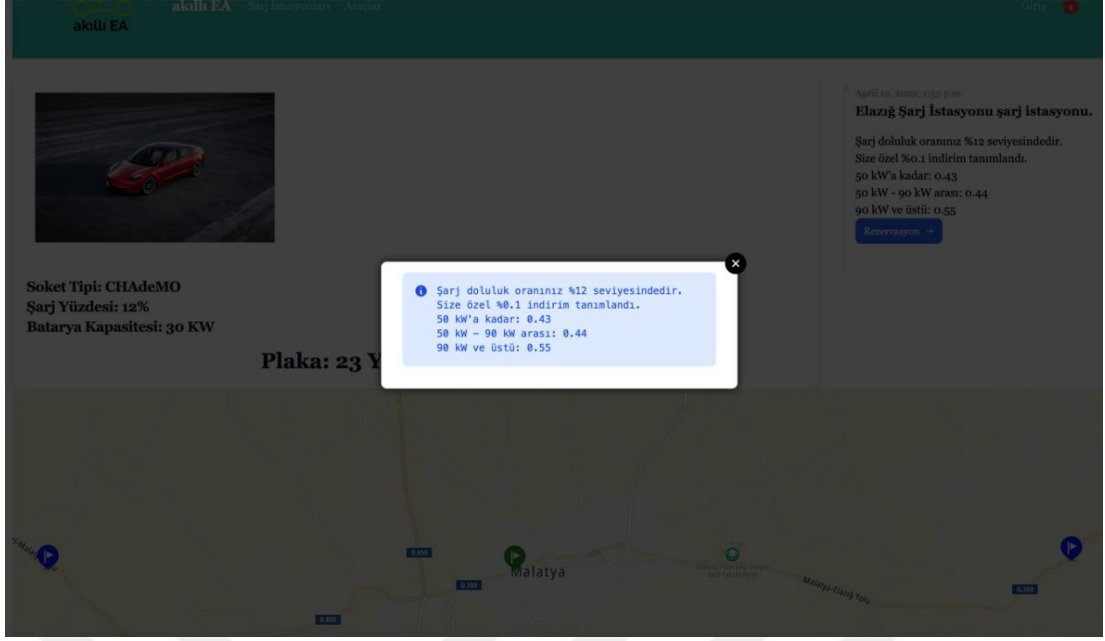
Şekil 6.9’da bulunan sayfada şarj istasyonu harita üzerinden araçları görür. Şarj istasyonu kendisinde aktif olarak boş durumda olan soket tiplerine ve aynı soket tipinde şarj oranı belirlenen şarj seviyesinin altında olan araçları görüntüleyebilir. Ayrıca bu sayfada uygun soket tipine ve belirtilen şarj yüzdesine sahip araçlar listelenir. Bunlara manuel olarak da bildirim gönderilebilir. Belirtilen şartlara ait araçlara zaten bildirim gönderilmiştir ancak manuel olarak da istenirse tekrar bildirim gönderilebilir.



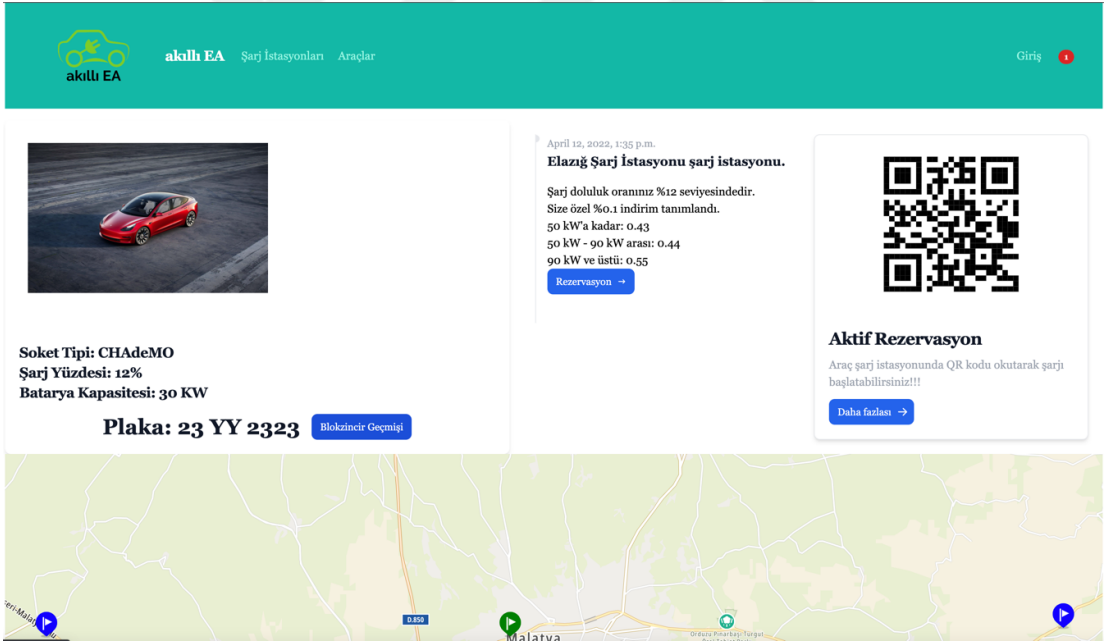
Şekil 6.9: Şarj istasyonu harita ekranı

6.3.3 Araç içi bildirim görüntüleme ve rezervasyon ekranları

Şekil 6.10 ve 6.11 araca gönderilen bildirimin gösterilmesi ekranlarıdır. Ekranın sağ üst köşesinde (şekil 6.10’da gösterildiği gibi) ve ana sayfada (şekil 6.11’de gösterildiği gibi) bildirim görünür. Bildirimde araca tanımlanan indirim oranı ve fiyat listesi gösterilir. Eğer araç bildirimi onaylar ise rezervasyon butonuna tıklar. 15 dakika süreyle rezervasyon oluşturulur. Araç 15 dk içerisinde şarj istasyonuna ulaşıp şarjı başlatmaz ise işlem iptal olur. QR kod geçersiz hale gelir.

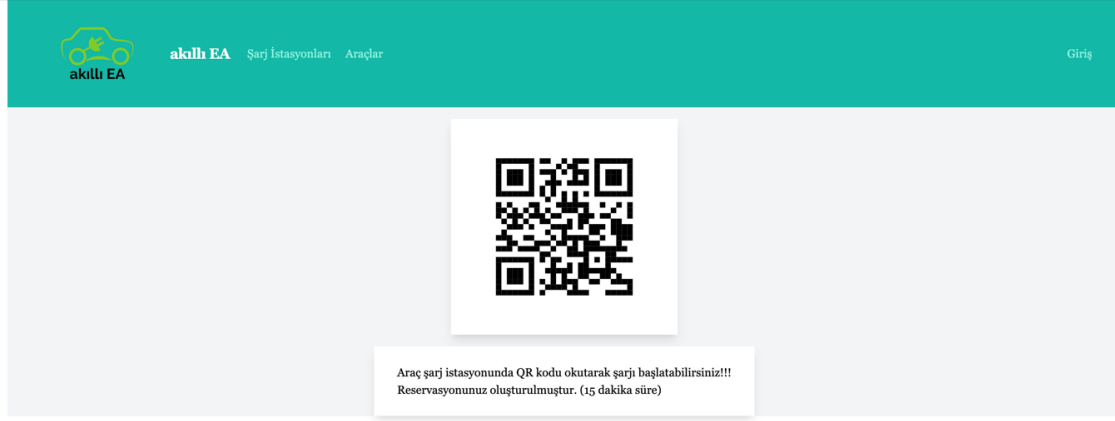


Şekil 6.10: Araç içi bildirimi görüntüleme



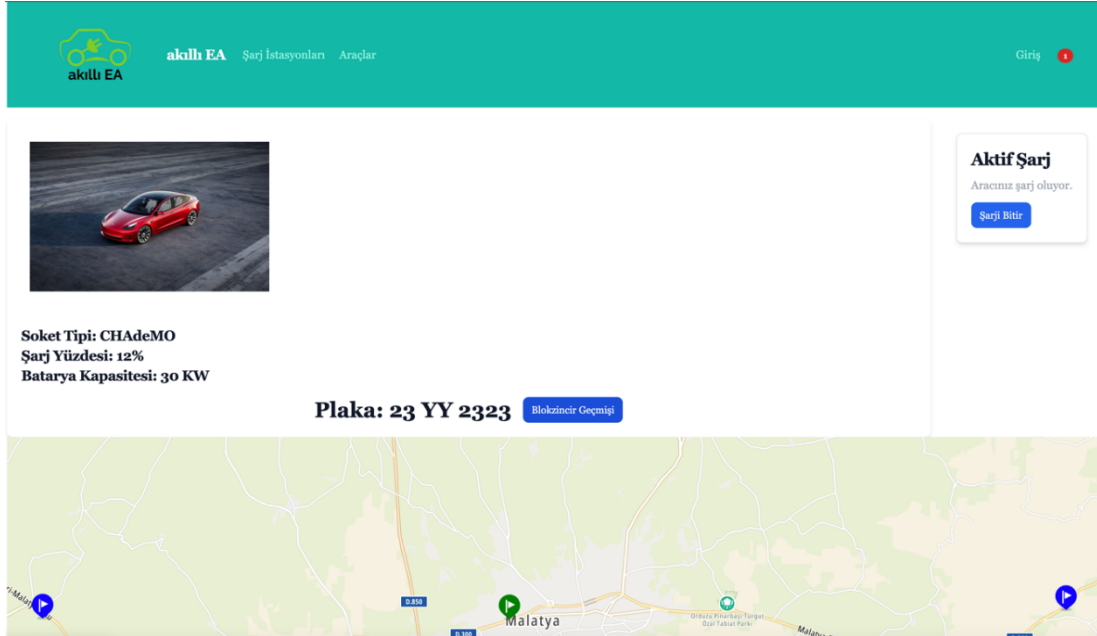
Şekil 6.11: Araç içi bildirim ekranı

Oluşturulan rezervasyona ait QR kod şekil 6.12'deki gibi görünür. Şarj istasyonuna ulaşıldığı vakit QR kod şarj istasyonu ile eşleştirilir ve şarjı başlat butonuna tıklanır.



Şekil 6.12: QR kod ekranı

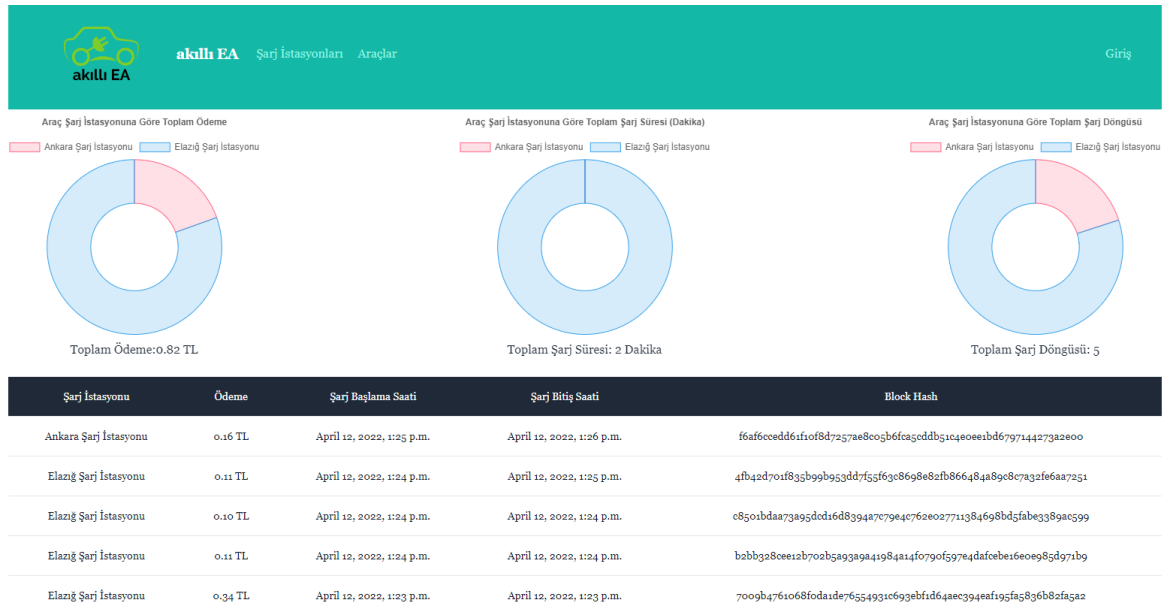
Aktif şarj Şekil 6.13'teki ekranın sağ tarafında görünür. Şarj işlemi bittiğinde şarjı bitire tıklanır ve ödeme yapılır.



Şekil 6.13: Araç şarj dolum ekranı

6.3.4 Blokzincir ekranı

Araca ait önceki şarj durumları, ödeme yapılan miktarları, hangi tarihlerde şarj edildiği Şekil 6.13’de gösterilen blokzincir geçmişi butonuna basılarak görüntülenir. Şekil 6.14’te görüldüğü gibi tüm veriler bloklara kayıt edilmiştir. Bloklarda değişiklik yapılamaz ve değiştirilemez. Sayfanın üst kısmında bulunan grafikler bize aracın şarj verilerini göstermektedir. Toplam ödeme, toplam şarj süresi ve toplam şarj döngüsü aracın ilk kullanımından şimdiye kadarki verilerini içermektedir. Araç satıldığında veya aracın pil ömrü hakkında detaylı ve doğru bilgi için bu blokzincir’e bakılabilir.

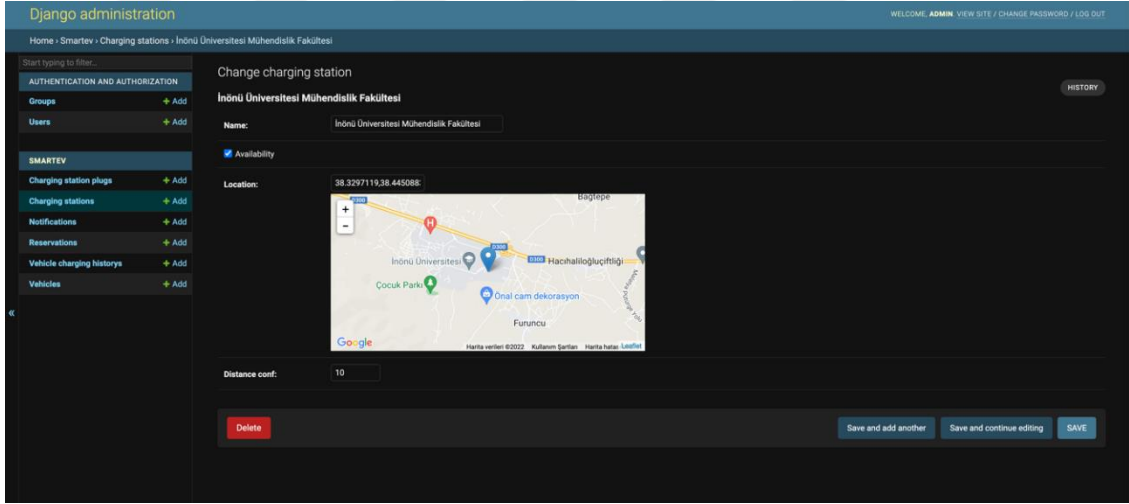


Şekil 6.14: Blokzincir ekranı

7. UYGULAMA SONUÇLARI

Bu bölümde Bölüm 6’da detaylıca tanıtımı yapılan web tabanlı uygulamanın çalışma şekli bir örnek üzerinden anlatılmıştır. Öncelikle sisteme admin üzerinden şarj istasyonu ve araç girişi yapılmıştır. Daha sonra girilen bu şarj istasyonundan belirtilen aralığa giren araca bildirim gönderilmesi, bildirimin araç tarafından olumlu değerlendirilip şarj işleminin başlatılması ve bitirilmesi ve bu verilerin blokzincir’e kaydedilmesi detaylıca ekranlar üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 7.1’de gösterilen sayfada yenilenebilir enerjiyle üretim yapan örnek bir şarj istasyonunun sisteme kaydedilmesi gösterilmiştir. Burada istasyonun adı, konum bilgisi ve taramak istediği alanın km cinsinden değeri girilerek şarj istasyonu uygulamaya eklenir.



Şekil 7.1: Şarj istasyonu ekleme

Şekilde 7.2’de gösterilen sayfada istasyona ait soket tipleri eklenir. Hangi soket tipinin belirlenen aralıklardaki birim fiyatları sisteme eklenir. Bunların yanında araçlara göndereceği iskonto oranının yüzdesi belirtilir. Soket tipine göre bildirim gönderilen araç, fiyatları buradaki değerlere göre görür.

Django administration

Home » Smartev » Charging station plugs » Add charging station plug

Start typing to filter...

AUTHENTICATION AND AUTHORIZATION

Groups + Add

Users + Add

SMARTEV

Charging station plugs + Add

Charging stations + Add

Notifications + Add

Reservations + Add

Vehicle charging historys + Add

Vehicles + Add

Add charging station plug

Charging station: İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Charging plug type: Type1

Availability: ☒

Discount: 20

First price: 0.6

Second price: 0.7

Third price: 0.9

Save and add another Save and continue editing SAVE

Şekil 7.2: Şarj istasyonu soket tipleri ve fiyat ekleme

Şekil 7.3'te gösterilen sayfada simülasyon ortamı için oluşturulan aracın kaydı gösterilmiştir. Aracın plakası, şarj durumu, soket tipi, batarya kapasitesi ve konum bilgisi girilerek araç uygulamaya kaydedilmiştir.

Django administration

Home » Smartev » Vehicles » 06 YTG 73

Start typing to filter...

AUTHENTICATION AND AUTHORIZATION

Groups + Add

Users + Add

SMARTEV

Charging station plugs + Add

Charging stations + Add

Notifications + Add

Reservations + Add

Vehicle charging historys + Add

Vehicles + Add

Change vehicle

06 YTG 73

Plate: 06 YTG 73

Fill rate: 23

Charging plug type: Type1

Charging power type: 7.4 KW

Battery capacity: 40

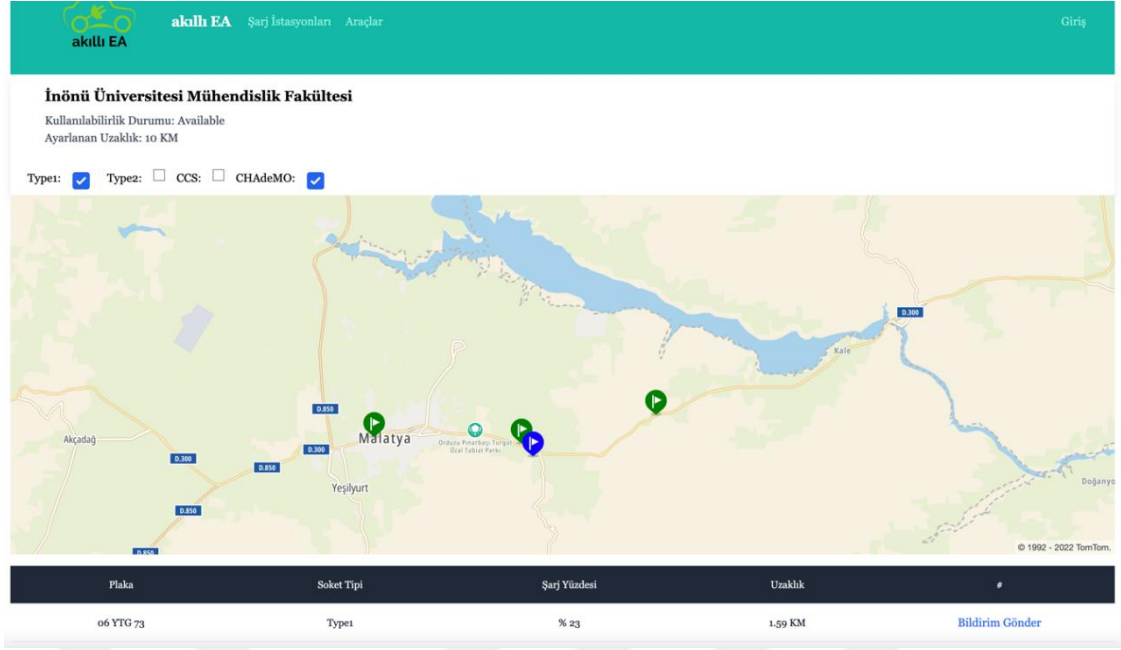
Location: 38.3404909,38.4330311

Map showing location near İnönü Üniversitesi

Delete Save and add another Save and continue editing SAVE

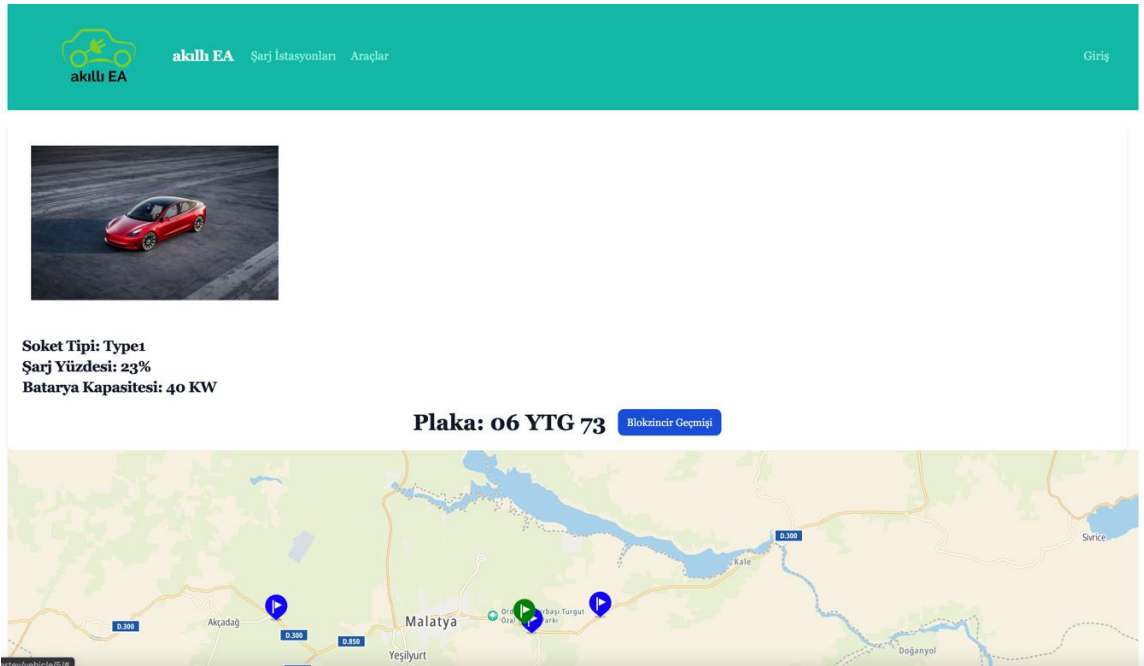
Şekil 7.3: Araç ekleme

Şekil 7.4'te gösterilen sayfada önceki adımlarda oluşturulan şarj istasyonu ve araç görülmektedir. Şarj istasyonu 8 km alan içinde ve kendisinde uygun bulunan soket tipi ve belirlemiş olduğu şarj yüzdesi altında bulunan araçlara belirlenen iskonto oranı ile otomatik olarak bildirim göndermiştir. İstenirse bildirim manuel olarak da gönderilebilir.

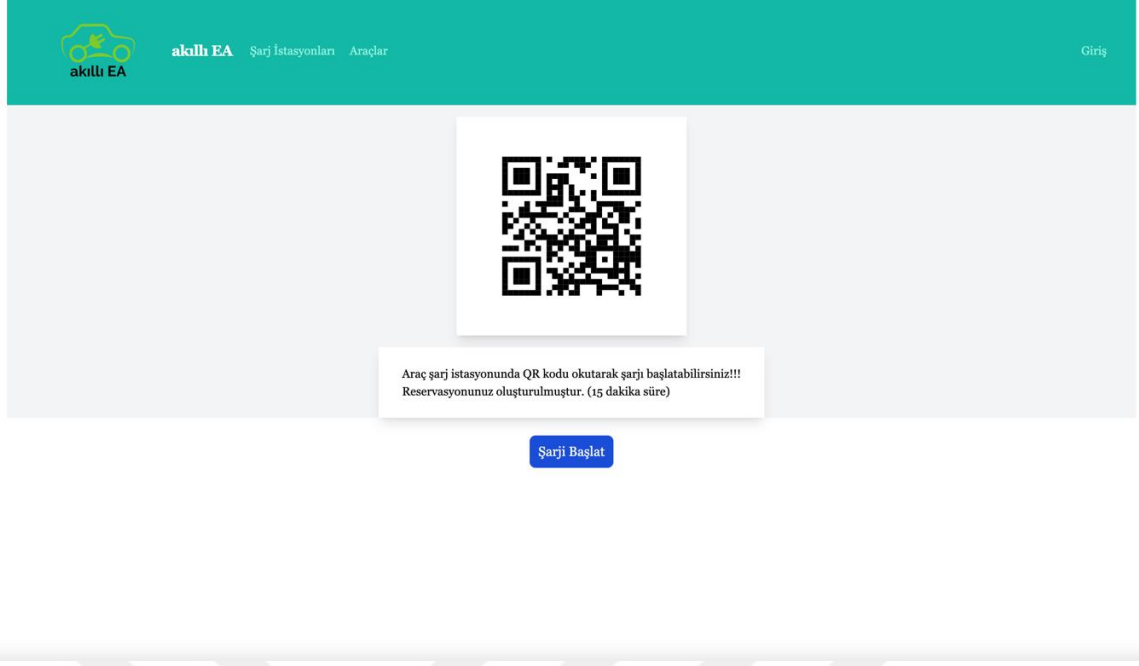


Şekil 7.4: Şarj istasyonuna yakın araçların listesi

Şekil 7.5'te sisteme kaydedilen araç gelen bildirimi ana ekranında ve sağ üst köşede görebilir. Gelen teklifleri değerlendirir ve uygun olanı seçer. Rezervasyon oluşturur. Şekil 7.6'da gösterildiği gibi bir QR kod oluşturulur. 15 dakikalık rezervasyon süresi başlar. Araç şarj istasyonuna ulaştığında şarjı başlatır. Şarj bitiminde ödeme yaparak şarj işlemini başarıyla tamamlar.

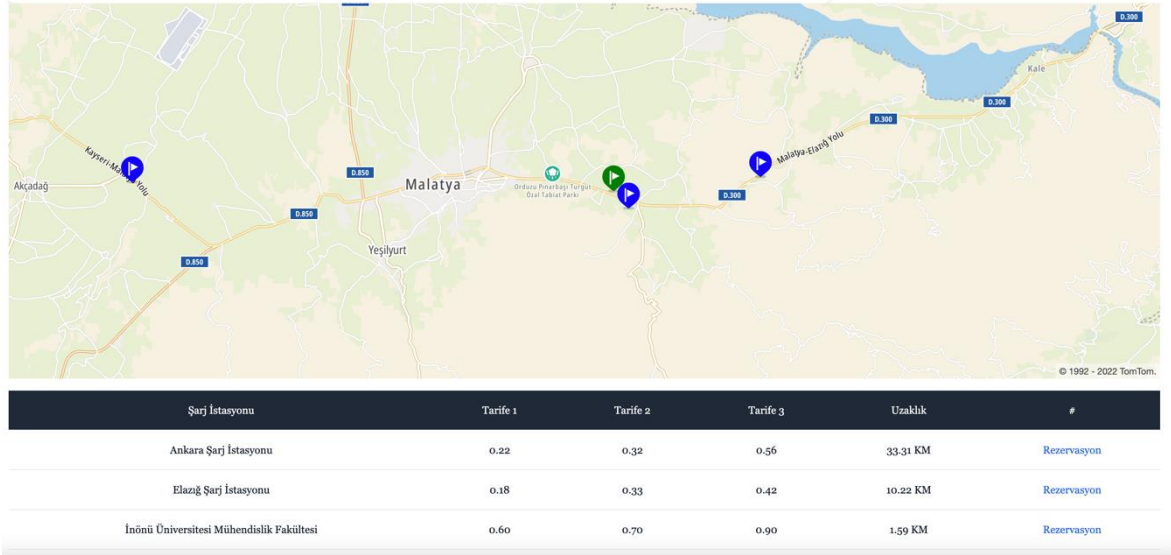


Şekil 7.5: Kaydedilen araç ekranı



Şekil 7.6: Rezervasyon için oluşturulan QR kod

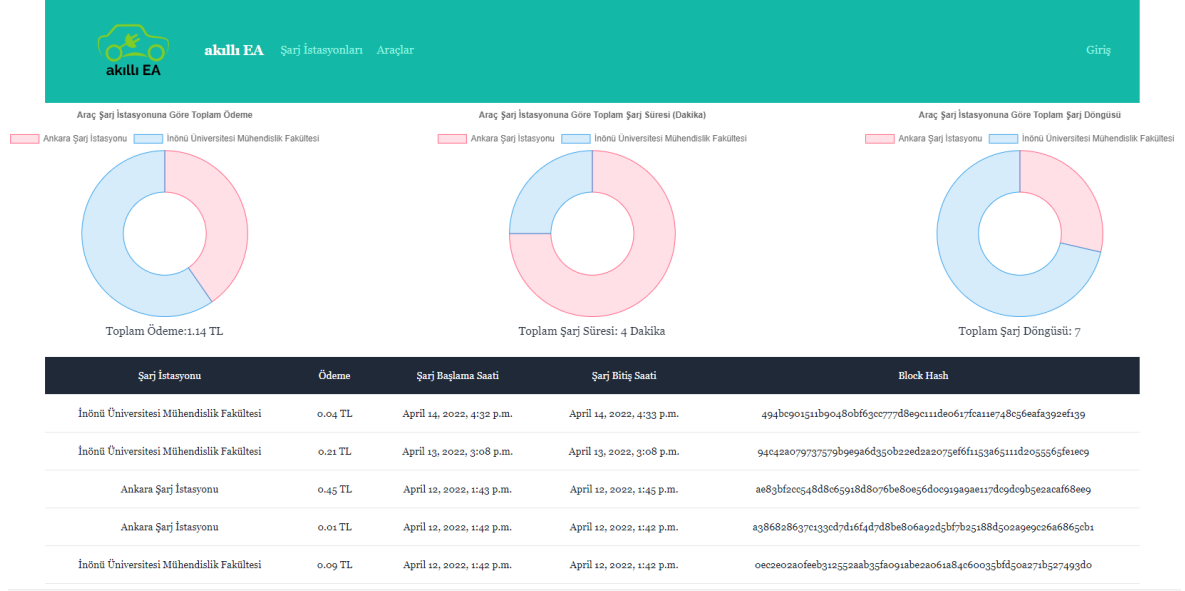
Bunlara ek olarak şekil 7.7’de gösterildiği gibi aracın etrafında bulunan, birim fiyatları ve uzaklıkları gösterilen şarj istasyonlarına rezervasyon isteği gönderebilir



Şekil 7.7: Araca yakın şarj istasyonları

Son olarak şekil 7.8 gösterildiği gibi araca ait şarj verileri blokzincire kaydedilir. Daha sonralarda aracın satılması durumunda veya pil ömrünün daha gerçekçi verilerle doğrulanabilmesi adına buradaki verilerden ve grafiklerden yararlanılır. Bu verilerin

blokzincire kaydedilmesi olası bir şekilde verilerin değiştirilmesinin önüne geçer ve verilerin doğruluğunu kesinleştirir.



Şekil 7.8: Blokzincir verileri

8. SONUÇ

Bu tez çalışmasının sonucu olarak yenilenebilir enerji kaynağıyla üretim yapan şebeke destekli bir şarj istasyonunun anlık ürettiği enerjiyi depolamadan elektrikli araçlara aktarabilmesi için web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama sayesinde elektrikli araçların uygun fiyatla enerji satın almalarına imkân tanınır. Ayrıca yenilenebilir enerjili şarj istasyonlarının ürettiği enerjiyi depolama yapmadan direkt olarak araca satılmasıyla enerji verimliliği sağlanmış olunur. Bunların yanında ise aracın şarj verileri blokzincire kayıt edilir ve aracın pil ömrü hakkında doğru bilgilere ulaşılmasına olanak tanır.

8.1 Öneriler

Bu çalışmanın ileriki aşamalarında ;

- Uygulama mobil ortama çekilerek daha işlevsel olması sağlanabilir.
- Uygulamanın çok daha işlevsel olması için gerçek verilerden faydalanılabilir.
- Blokzincir teknolojisinden daha etkin faydalanmak için şarj istasyonları ile araçlar arasındaki şarj rezervasyonları sırasında blokzincirin akıllı sözleşmeleri kullanılabilir.
- Araçlardan diğer araçlara enerji satışı blokzincir vasıtasıyla yapılabilir.
- Şarj sonrası ödemelerde kripto para yöntemi dahil edilebilir.
- Şarj işlemleri sonucu puan kazanma ve bu puanları sonraki şarj işlemlerinde kullanabilme imkânı tanınabilir.
- Hibrit olarak düşünülen şarj istasyonunun şebekeden aldığı elektrik enerjisini farklı tedarikçilerden alması sağlanarak daha uygun fiyatlandırma yapılabilir.
- Tedarikçilerden alınan elektrik enerjisinin verilerinin ve anlaşmalarının blokzincire dahil edilmesi sağlanabilir.
- Akıllı şebekelerin parçası olan otomatik sayaç okuma işlemlerinde veri enjeksiyonunun korunması blokzincir ile yapılabilir.

- İndirimli fiyatlandırmalar müşteri lehine anlık olarak güncellenip müşteriye yansılabilir.
- Bunlarla birlikte literatürde karşımıza çıkan yeni uygulamalar da bu çalışmaya eklenerek daha da kullanılabilir hâle getirilebilir.



KAYNAKLAR

- [1] R. Bayindir, I. Colak, G. Fulli, And K. Demirtas, “Smart Grid Technologies And Applications,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, Vol. 66, Pp. 499–516, 2016, Doi: 10.1016/J.Rser.2016.08.002.
- [2] S. Nakamoto, “Bitcoin : A Peer-To-Peer Electronic Cash System,” Pp. 1–9.
- [3] A. Aderibole, A. Aljarwan, M. Habib, And U. R. Rehman, “Blockchain Technology For Smart Grids : Decentralized Nist Conceptual Model,” Vol. 8, Pp. 43177–43190, 2020.
- [4] D. Orazgaliyev, Y. Lukpanov, I. A. Ukaegbu, And H. S. V. S. Kumar, “Towards The Application Of Blockchain Technology For Smart Grids İn Kazakhstan,” Pp. 273–278, 2019.
- [5] M. B. Mollah *Et Al.*, “Blockchain For Future Smart Grid : A Comprehensive Survey,” Vol. 8, No. 1, Pp. 18–43, 2021.
- [6] M. Ghorbanian, S. H. Dolatabadi, P. Siano, S. Member, N. D. Hatziargyriou, And L. Fellow, “Methods For Flexible Management Of İn Electricity Markets And Smart Grids,” Vol. 11, No. 5, Pp. 4227–4235, 2020.
- [7] X. Chen And X. Zhang, “Secure Electricity Trading And Incentive Contract Model For Electric Vehicle Based On Energy Blockchain,” *Ieee Access*, Vol. 7, Pp. 178763–178778, 2020, Doi: 10.1109/Access.2019.2958122.
- [8] S. Sharma, “Blockchain Enabled Electric Vehicle Charging Infrastructure,” Pp. 975–979, 2020.
- [9] N. Lasla, M. Al-Ammari, And M. Abdallah, “Blockchain Based Trading Platform For Electric Vehicle Charging İn Smart Cities,” Vol. 1, No. May, 2020, Doi: 10.1109/Ojits.2020.3004870.
- [10] I. A. Umoren, “Blockchain-Based Energy Trading İn Microgrids,” Pp. 66–71.
- [11] Yelman, Abdulkadir And A. Kaygusuz, “Akıllı Şebekeler Ve Blokzincir Uygulamaları,” İn *Akıllı Dönüşüme Yolculuk*, P. D. S. Birgün, P. D. K. G. Gülen, D. D. A. Kulaklı, And D. Y. Şahin, Eds. İstanbul: Tuğçe Beldek - Serkan Mutlu, 2021, Pp. 102–111.
- [12] A. Yelman, A. Kaygusuz, And M. F. Ozdemir, “Blockchain And Web-Based

Electric Vehicle Charging Station Application Design,” *2nd Adv. Eng. Days – 16 March 2022 – Mersin, Türkiye*, No. March, 2022.

- [13] O. Samuel, N. Javaid, A. Almogren, M. U. Javed, U. Qasim, And A. Radwan, “A Secure Energy Trading System For Electric Vehicles İn Smart Communities Using Blockchain,” *Sustain. Cities Soc.*, Vol. 79, No. January, P. 103678, 2022, Doi: 10.1016/J.ScS.2022.103678.
- [14] Mbizon, “Electricity Grid Schematic English.” <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9676556>.
- [15] C. Keleş, “Akıllı Şebekelerde Yenilenebilir Enerji Üretimine Sahip Akıllı Evlerin Enerji Ve Yük Yönetimi,” İnönü Üniversitesi, 2017.
- [16] İlter Şahin Aktaş, “Akıllı Şebekelerde Risk Analizi,” Gazi Üniversitesi, 2020.
- [17] Ergeg, “Position Paper On Smart Grids - An Ergeg Public Consultation Paper,” No. December, Pp. 1–54, 2009.
- [18] E. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, And K. H. Kim, “Solar Energy: Potential And Future Prospects,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, Vol. 82, No. September 2016, Pp. 894–900, 2018, Doi: 10.1016/J.Rser.2017.09.094.
- [19] T.C Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Güneş.” <https://enerji.gov.tr/Eigm-Yenilenebilir-Enerji-Kaynaklar-Gunes>.
- [20] H. T. İ. O. Ğ. Lu, “Dem İ Rok 3,” No. December, 2019.
- [21] Wikipedia, “No Title.” <https://tr.wikipedia.org/wiki/Biyokütle>.
- [22] H. Eyido, “Ayd İ N-Denizli Jeotermal Ku Ş A Ğı Nda Jeotermal Enerji Üretimi Ve Tetiklenmi Ş Depremsellik İ Li Ş Kisi,” No. August 2018, 2020.
- [23] M. Ş. E. İ. Ö. F. K. İ. O. Ğ. Lu, And G. İ. R. İş, “Hidroelektrik Santrallerin Türkiye ’ Deki Geli Ş İmi Ve Kahramanmara Ş Bölgesi Örnek Çal I Ş Mas I Investigation Of The Hydropower Plants İn Turkey : A Case Study On Kahramanmaras,” Vol. 14, No. 2, Pp. 19–26, 2011.
- [24] “Hidrojen Erjisi Bilgilendirme Notu | Mayıs 2021,” 2021.
- [25] E. Ajans, Y. E. Dezavantajlar, And G. Energy, “Dalga Enerjisinde Yeni Çözümler,” Pp. 6–8, 2020.
- [26] “Dalga Enerjisi,” [Online]. Available: <https://argevetasarim.com/dalga-enerjisi->

Nedir/.

- [27] E. İkli, O. Ller, İ. N. Dünü, And B. V. E. Geleceği, “Elektr İKli Otomobi Ller İN Dünü, Bugünü Ve Geleceği,” 2020.
- [28] Electrobat, “Electric Vehicles News,” [Online]. Available: <https://Tr.Man-Trailer.Com/4226045-London-Taxi-History-Brands>.
- [29] The Car Spy, “Tesla Roadster; Cc By 2.0.” <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18041164>.
- [30] Togg, “Togg,” [Online]. Available: <https://www.togg.com.tr/>.
- [31] Sümeyye Çarkıt, “Elektrikli Araç Tahrik Sistemleri İçin Akı Anahtarlmalı Motor Tasarımı,” Erciyes Üniversitesi, 2020.
- [32] M. Yılmaz, “" Geçmştten Günümüze Otomobl Teknolojler ",” 2003.
- [33] Tesla, “Tesla.” <https://www.tesla.com/models>.
- [34] Y. Gürbüz And A. A. Kulaksız, “Elektrikli Araçlar İle Klasik İçten Yanmalı Motorlu Araçların Çeşitli Yönlerden Karşılaştırılması Comparison Of Conventional Internal-Combustion Engine Vehicle And Electric Vehicles İn Various Aspects,” Vol. 6, No. 2016, Pp. 117–125, 2020.
- [35] Hamdi Uçarol, “Karma Elektrikli Araç,” İstanbul Teknik Üniversitesi, 2003.
- [36] S. Manzetti And F. Mariasiu, “Electric Vehicle Battery Technologies : From Present State To Future Systems,” Vol. 51, Pp. 1004–1012, 2015, Doi: 10.1016/J.Rser.2015.07.010.
- [37] Bmw, “Elektrikli Otomobil Türleri.” <https://www.bmw.com.tr/tr/topics/fascination-bmw/bmw-İ-Ve-E-Mobilite/elektrikli-otomobil-turleri.html>.
- [38] E. Depolama, E. E. Depolama, K. E. Depolama, And M. E. Depolama, “Enerj İ Depolama Yöntemler İ,” Vol. 4, No. 2, Pp. 17–29, 2012.
- [39] “Dudinyúl - Yükleyenin Kendi Çalışması, Cc By-Sa 3.0,.” <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26574404>.
- [40] E. Özduğan, “Atık Nikel Kadmiyum Pillerin Geri Kazanımına Yönelik Proses Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi,” İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010.

- [41] “Cc By-Sa 3.0,” [Online]. Available:
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=58403>.
- [42] “Otokitap.Net.” <https://otomobilternolaji.blogspot.com/2020/03/nimh-batarya-pil-nedir-ozellikleri.html>.
- [43] “Ashley Pomeroy - Yükleynen Kendi Çalışması, Cc By-Sa 4.0.”
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39657222>.
- [44] D. Polat, “L İ Tyum İ Yon P İ L,” Pp. 42–48.
- [45] “Elektrikli Araç Aküsü.” https://stringfixer.com/tr/traction_battery.
- [46] A. Gelen And E. Tüfekcioğlu, “Lityum-Polimer Piller İçin Şarj Ve Dengeleyici Devre Tasarımı,” Vol. 13, No. 2, Pp. 839–846, 2020, Doi: 10.18185/Erzifbed.615816.
- [47] “Kristoferb At En.Wikipedia, Cc By-Sa 3.0.” .
- [48] Ö. F. Özcan, T. Karadağ, M. Altuğ, And Ö. F. Özgüven, “Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pil Kimyasallarının Özellikleri Ve Üstün Yönlerinin Kıyaslanması Üzerine Bir Derleme Çalışması A Review Study On The Characteristics And Advantages Of Battery Chemicals Used İn Electric Vehicles,” Vol. 8, No. 2, Pp. 276–298, 2021.
- [49] B. Yağcıtekin, “Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Tasarımı Ve Akıllı Şarj Sisteminin Geliştirilmesi,Doktora Tezi,” Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [50] Ö. Polat, K. Yumak, M. S. Sezgin, G. Yumurtacı, And Ö. Gül, “Elektrikli Araç Ve Şarj İstasyonlarının Türkiye’deki Güncel Durumu.”
- [51] “By Musashi1600 - Own Work, Cc By 3.0 Us.”
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18939265>.
- [52] “By Paul Sladen - Own Work, Cc0.” .
- [53] A. Usta And S. Doğantekin, *Blockchain 101*. .
- [54] S. Haber And W. S. Stornetta, “How To Time-Stamp A Digital Document,” Pp. 437–455, 1991.
- [55] R. J. Anderson, “The Eternity Service.”
- [56] B. Schneier And J. Kelsey, “Cryptographic Support For Secure Logs On Untrusted

Machines Cryptographic Support For Secure Logs On Untrusted Machines,” 1998.

- [57] “Blockchain Demo.” <https://Andersbrownworth.Com/Blockchain/Blockchain>.
- [58] “Public, Private, Permissioned Blockchains Compared.”
<https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>.
- [59] “What Are Public And Private Keys?”
<https://www.gemini.com/cryptopedia/public-private-keys-cryptography#section-public-and-private-keys-control-your-crypto>.
- [60] “Blockchain Public / Private Key Cryptography In A Nutshell.”
<https://medium.com/coinmonks/blockchain-public-private-key-cryptography-in-a-nutshell-b7776e475e7c>.
- [61] “Bitboy - Bitcoin Forums, Kamu Malı.” .
- [62] A. V. Buterin, “Ethereum Whitepaper,” Pp. 1–32.
- [63] “Gitr0n1n - Yükleyenin Kendi Çalışması, Kamu Malı.”
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=87492216>.
- [64] “No Title.” <https://www.hyperledger.org/>.
- [65] “Ripple - <https://ripple.com/>, Kamu Malı.” .

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Abdulkadir YELMAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- 2019- halen DGH ARGE YAZILIM DANIŞMANLIK ENERJİ EĞT. TİC. LTD.ŞTİ İşletme Müdürü/ Elektrik-Elektronik Mühendisi

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR

- **Yelman, Abdulkadir and Kaygusuz, Asim**, “Akıllı Şebekeler ve Blokzincir Uygulamaları,” in *Akıllı Dönüşüme Yolculuk*, İstanbul,Türkiye- 2021, pp. 102–111.
- **Yelman, Abdulkadir, Kaygusuz, Asim and Ozdemir, M. Fatih**, “Blockchain and Web-Based electric vehicle charging station application design,” *2nd Adv. Eng. Days – 16 March 2022 – Mersin, Türkiye*, no. March, 2022.
- **Yelman, Abdulkadir and Kaygusuz, Asim**, “Akıllı Şebekeler ve Blokzincir Uygulamaları Özet,” in *Yöner / Mu’2021 Bildiri Özetleri Kitabı*, İstanbul,Türkiye- 2021, pp. 86–87.