

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

OCPP İLE HABERLEŞEN ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU
YÖNETİM SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ İÇİN ÇOKLU PLATFORM MOBİL
UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS

Onur DOĞAN

KASIM - 2025

GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

**OCPP İLE HABERLEŞEN ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU
YÖNETİM SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ İÇİN ÇOKLU PLATFORM MOBİL
UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ**

**DEVELOPMENT OF A MULTI PLATFORM MOBILE APPLICATION TO
CONTROL CHARGING STATION MANAGEMENT SYSTEMS
COMMUNICATING VIA OCPP**

YÜKSEK LİSANS

Onur DOĞAN

**KASIM - 2025
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

**OCPP İLE HABERLEŞEN ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU
YÖNETİM SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ İÇİN ÇOKLU PLATFORM MOBİL
UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ**

**DEVELOPMENT OF A MULTI PLATFORM MOBILE APPLICATION TO
CONTROL CHARGING STATION MANAGEMENT SYSTEMS
COMMUNICATING VIA OCPP**

YÜKSEK LİSANS

Onur DOĞAN

Danışman: Doç. Dr. Nazlı SEYHAN

**KASIM - 2025
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**OCPD ile Haberleşen Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Yönetim Sistemlerinin Kontrolü için Çoklu Platform Mobil Uygulamasının Geliştirilmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

21/11/2025

Onur DOĞAN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli katkılarını esirgemeyen danışmanlarım Doç. Dr. Nazlı SEYHAN ve Dr. Öğr. Üyesi Samet TONYALI'ya, akademik yönlendirmeleri ve yapıcı eleştirileri için teşekkür ederim.

Tez kapsamında geliştirilen yazılımın tasarım, geliştirme ve test süreçlerinde teknik katkılarıyla önemli destek sağlayan Cemil ÖZDEN ve Melike DOĞAN'a ayrıca teşekkür ederim.

Ayrıca çalışma sürecinde her zaman yanımda olan ve desteğini hissettiren sevgili eşim Funda'ya, kızlarım Nalı Tanem ve Naz Sadem'e sabırları ve manevi destekleri için minnettarlığımı sunarım.

Onur DOĞAN
KASIM – 2025

ÖZET

Elektrikli araçların yaygınlaşması, sürdürülebilir enerji politikaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum, elektrikli araç şarj altyapısının etkin bir şekilde yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Çalışmada, farklı marka ve modellerdeki şarj istasyonlarının yönetiminde birlikte çalışabilirliği sağlayan OCPP (Open Charge Point Protocol) protokolü esas alınmıştır. Tezin amacı, OCPP ile haberleşen elektrikli araç şarj istasyonlarının yönetimini sağlamak üzere, Android ve iOS platformlarını destekleyen çoklu platform mobil uygulamasının geliştirilmesidir.

Uygulama, kullanıcıların şarj işlemlerini başlatabilmesi, durdurabilmesi, ödeme yapabilmesi, şarj durumunu takip edebilmesi ve istasyon konumlarını görüntüleyebilmesi gibi işlevler sunmaktadır. Ayrıca rezervasyon yapma, geçmiş işlemlere erişim ve anlık bildirimler gibi kullanıcı deneyimini artıran özellikler geliştirilmiştir. Operatörler için ise bakım ve arıza yönetimi, enerji tüketim takibi ve kullanıcı istatistikleri gibi fonksiyonlar sağlanmıştır.

Yöntem olarak, çoklu platform geliştirme teknolojileri ve OCPP protokolüne uygun entegrasyon yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada hem kullanıcı deneyimi hem de maliyet etkinliği ön planda tutulmuş, veri güvenliği için şifreleme ve güvenli bağlantı çözümleri uygulanmıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen mobil uygulama; kullanıcıların şarj hizmetlerine erişimini kolaylaştıran, operatörlerin yönetim süreçlerini verimli hale getiren ve elektrikli araç şarj altyapısının sürdürülebilirliğine katkıda bulunan kullanışlı ve yenilikçi bir çözüm sunan bir uygulama geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç, Mobil uygulama, OCPP, Şarj istasyonu, Yönetim sistemi

SUMMARY

The widespread use of electric vehicles has great importance in terms of sustainable energy policies. This situation makes the effective management of electric vehicle charging infrastructure necessary. In this study, the Open Charge Point Protocol (OCPP), which enables interoperability among charging stations of different brands and models, has been adopted as the basis. The aim of the thesis is to develop a cross-platform mobile application that supports both Android and iOS, designed for the management of charging stations communicating via OCPP.

The developed application allows users to start and stop charging sessions, make payments, monitor charging status, and view the location of charging stations. In addition, it provides advanced features such as making reservations, accessing past charging records, and receiving instant notifications to improve user experience. For operators, the system offers functions such as maintenance and fault management, monitoring of energy consumption, and evaluation of user statistics.

As a method, cross-platform development technologies and integration techniques compatible with the OCPP protocol were applied. Both user experience and cost efficiency were prioritized, and security measures such as encryption and secure connection methods were implemented to ensure data protection.

In conclusion, the developed mobile application constitutes an innovative and functional solution that facilitates user access to charging services, enhances operational efficiency for service providers, and supports the sustainable development of electric vehicle charging infrastructures.

Keywords: Electric vehicle, Mobile application, OCPP, Charging station, Management system

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Mobil Uygulama ile Şarj İstasyonu Yönetimi	1
1.2. Elektrikli Araçlar ve Şarj İstasyonlarının Önemi.....	3
1.3. Şarj İstasyon Yönetimi ve Zorlukları.....	3
1.4. OCPP Protokolünün Önemi	4
1.5. OCPP Protokolünün Gelişim Süreci	4
1.6. OCPP Kullanmanın Faydaları.....	5
1.7. Mobil Uygulama ve Şarj İstasyonu Yönetimi.....	5
1.8. Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Gelişmeler.....	6
1.9. Problem Tanımı ve Önerilen Çözüm	6
1.10. Tezin Organizasyonu	7
2. LİTERATÜR VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	8
2.1. Elektrikli Araç Şarj Alt Yapısı.....	8
2.2. Şarj İstasyonu Yönetim Sistemleri.....	12
2.3. OCPP ve Diğer Haberleşme Protokolleri.....	13
2.4. Mobil Tabanlı Şarj Yönetim Uygulamaları	15
2.5. Literatürdeki Boşluk ve Önerilen Uygulama Tasarımı	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Kullanılan Yazılım Teknolojileri	19
3.2. Teknolojilerin Tercih Nedenleri.....	20
3.3. Sistem Mimarisi ve Uygulama Tasarımı.....	22
3.4. Projenin Geliştirilme Aşamaları.....	23
3.4.1. İhtiyaç Analizi ve Tasarım	23

3.4.2. Windows Servis	25
3.4.3. Web Servis	26
3.4.4. EPDK Web Servis Entegrasyonu.....	27
3.4.5. OCPP Servisi ve Şarj İşlem Akışı.....	28
3.4.6. Son Kullanıcı Mobil Uygulaması;	31
3.4.7. Arka Ofis Uygulaması;	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Mobil Uygulama Bulguları ve Tartışma	34
4.2. Arka Ofis (Yönetim Paneli) Bulguları ve Tartışma	56
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	61
5.1. Çalışmanın Genel Sonuçları.....	63
5.2. Akademik Katkıları	63
5.3. Sektörel Katkıları	64
5.4. Güvenlik ve Veri Koruma.....	65
5.5. Geleceğe Yönelik Öneriler.....	66
5.6. Genel Değerlendirme	67
KAYNAKÇA.....	69
ÖZ GEÇMİŞ	71

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Şarj hizmeti piyasasında lisanslı işletmeci sayılarının yıllara göre dağılımı (EPDK, 2025)	9
Tablo 2. Trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı TÜİK 2004-2024	9
Tablo 3. 2025 Nisan–Eylül dönemi şarj istasyonu kullanım verileri.....	61
Tablo 4. Mevcut çözümler ile önerilen sistemin özet karşılaştırması	68



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Şarj İstasyonu Yönetim Sisteminin Genel Uygulama Mimarisi.....	23
Şekil 2. İhtiyaç Analizi ve Tasarım.....	24
Şekil 3. Windows Servis Mimari	26
Şekil 4. Web Servis Mimarisi	27
Şekil 5. EPDK Servis Mimarisi	28
Şekil 6. OCPP Merkezi Topolojisi.....	29
Şekil 7. OCPP 1.6 Servis Mimarisinde Şarj Başlatma ve Bitirme Mesaj Akışı	31
Şekil 8. Mobil uygulama giriş ekranı	34
Şekil 9. OTP (tek seferlik parola) doğrulama ekranı	35
Şekil 10. Kullanıcı kayıt ekranı.....	36
Şekil 11. Sözleşme görüntüleme ve onaylama.....	37
Şekil 12. Harita üzerinde şarj istasyonlarının gösterimi ve uyarı bildirimleri	38
Şekil 13. Şarj istasyonu filtreleme ekranı	39
Şekil 14. Şarj istasyonu arama ekranı	40
Şekil 15. İstasyon detay ekranı ve hizmetler sekmesi.....	41
Şekil 16. İstasyon detay ekranında lokasyon paylaşımı ve harita entegrasyonu.....	42
Şekil 17. Şarj işlemi öncesinde soket bağlantısının kontrol edilmesi	43
Şekil 18. Şarj işlemi başarısız olduğunda hata bildirimi ekranı.....	44
Şekil 19. İşlem geçmişi ekranı	45
Şekil 20. İşlem detayı ekranı	46
Şekil 21. Bildirimler ekranı.....	47
Şekil 22. QR kod okuma ekranı	48
Şekil 23. Profil ekranı	49
Şekil 24. Hesap bilgileri ekranı.....	50
Şekil 25. Ödeme bilgileri ekranı	51
Şekil 26. Fatura bilgilerim ve fatura bilgisi ekleme ekranları.....	52
Şekil 27. Araçlarım ve yeni araç bilgisi ekranı	53
Şekil 28. Ücretler ekranı	54
Şekil 29. Ayarlar ekranı	55
Şekil 30. Yönetim paneli mevcut şarj istasyonu listesi.....	57
Şekil 31. Yönetim paneli şarj cihazı yönetim ekranı	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: Amper (akım)
AC	: Alternatif Akım
AMQP	: Gelişmiş Mesaj Kuyruğu Protokolü
API	: Uygulama Programlama Arayüzü
C#	: Microsoft tarafından .NET teknolojisi için geliştirilen modern bir programlama dilidir.
CCS2	: Birleşik Şarj Sistemi Tip 2 – DC hızlı şarj (IEC 62196-3)
CSMS	: Şarj İstasyonu Yönetim Sistemi (merkezi/arka ofis yazılımı)
DC	: Doğru Akım
DC-CCS	: Doğru akım hızlı şarj (CCS)
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EV	: Elektrikli Araç
GİB	: Gelir İdaresi Başkanlığı
HTTPS	: Güvenli Hypertext Transfer Protocol
JSON	: JavaScript Object Notation (veri biçimi)
JWT	: JSON Web Belirteci
KVKK	: Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
kW	: Kilowatt (güç)
kWh	: Kilowatt-saat (enerji)
.NET	: Microsoft uygulama geliştirme platformu
Next.js	: React tabanlı web çatısı
OCPP	: Açık Şarj Noktası Protokolü
OTP	: Tek Kullanımlık Parola (SMS OTP)
PostgreSQL	: Açık kaynak ilişkisel veritabanı yönetim sistemi
RabbitMQ	: Mesaj kuyruğu/yönlendirici (message broker)
React Native	: Çoklu platform mobil uygulama çatısı
REST	: HTTP tabanlı servis mimarisi
SSG	: Statik Site Üretimi (Static Site Generation)
SSR	: Sunucu Tarafı Oluşturma (Server-Side Rendering)
TL/kWh	: Kilowatt-saat başına Türk Lirası birim fiyatı
TLS/SSL	: Aktarım Katmanı Güvenliği / Güvenli Yuva Katmanı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

Type 2 : AC konnektör standardı (IEC 62196-2)
% : Yüzde (oransal değer)



1. GİRİŞ

Elektrikli araçlar (electric vehicle – EV) sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik eden ve çevre dostu teknolojiler arasında hızla yükselen bir trend haline gelmiştir. Bu araçlar, fosil yakıtların yerini alarak karbon salınımını azaltmayı ve küresel enerji politikalarının çevresel hedeflerine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, şarj altyapısının geliştirilmesi ve yönetimi de büyük bir önem kazanmıştır. Bu tez kapsamında açık şarj noktası protokolü (Open Charge Point Protocol – OCPP Open Charge Alliance (2025) ile haberleşen elektrikli araç şarj istasyonlarının yönetimi amacıyla çoklu platform mobil uygulamasının geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan teknolojiler, bu teknolojilerin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar ve önerilen çözüm incelenecektir.

1.1 Mobil Uygulama ile Şarj İstasyonu Yönetimi

Elektrikli araçların artan kullanım oranı ile birlikte, şarj altyapısının verimli yönetilmesi, sektördeki başarıyı doğrudan etkileyen kritik faktörlerden biri haline gelmiştir. Şarj istasyonlarının etkin bir şekilde yönetilmesi ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi, teknolojinin sunduğu imkanlarla mümkün hale gelmektedir. Bu bağlamda, mobil uygulamalar, şarj istasyonu yönetiminin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Şarj istasyonu işletmecileri, kullanıcılarına hizmet sunarken, aynı zamanda istasyonları da etkin bir şekilde yönetebilmek için mobil uygulama çözümlerini kullanmaktadır.

Mobil uygulamalar, kullanıcıların şarj istasyonlarına kolay erişimini sağlamakla birlikte, aynı zamanda şarj istasyonları ile merkezi yönetim sistemleri arasındaki iletişimi de güçlendirmektedir. Kullanıcılar, bu uygulamalar üzerinden şarj işlemlerini başlatabilir, aracın şarj durumunu izleyebilir, ödeme işlemlerini gerçekleştirebilir ve şarj istasyonunun bulunduğu konum bilgilerini alabilirler. Uygulamalar, kullanıcıların araçlarına en uygun şarj noktalarını tespit etmelerine olanak tanır, ayrıca yolculukları sırasında şarj ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla alternatif istasyonlara yönlendirebilir.

Şarj istasyonlarının verimli bir şekilde yönetilmesi için, şarj ağlarını oluşturan her bir istasyonun durumu, kullanıcı bilgileri, ödeme verileri ve sistemdeki arıza gibi durumların takibi gerekmektedir. Bu tür verilerin toplanması ve yönetilmesi için de mobil uygulamalar kritik rol oynamaktadır. Uygulama üzerinden şarj istasyonunun durumu hakkında anlık bildirimler yapılabilir, olası arızalar veya bakım gereksinimleri hakkında kullanıcılar bilgilendirilebilir. Böylece, kullanıcılar şarj istasyonlarını kullanmadan önce

herhangi bir aksaklık olup olmadığını öğrenebilir ve alternatif bir istasyon tercih edebilirler.

Mobil uygulamaların sunduğu bir diğer önemli özellik, kullanıcı dostu bir arayüz aracılığıyla ödeme süreçlerinin yönetilmesidir. Şarj hizmeti alırken, kullanıcıların kredi kartı veya diğer ödeme yöntemleriyle hızlı ve güvenli ödeme yapabilmesi sağlanır. Ayrıca, uygulamalar üzerinden geçmiş fatura verilerine ulaşılabilir, ödeme geçmiş görüntülenebilir ve kullanıcılar finansal işlemlerini kolaylıkla takip edebilir. Bu süreç, hem kullanıcılar hem de şarj istasyonu işletmecileri için büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

Kullanıcıların farklı şarj istasyonlarını kullanmak istediklerinde karşılaştıkları bir diğer zorluk ise her bir şarj operatörü için ayrı bir mobil uygulama kullanma gerekliliğidir. Bu durum, kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyebilir ve şarj hizmetlerinden yararlanmayı zorlaştırabilir. Ancak, gelişen teknoloji ile birlikte bu sorunu aşmak adına, farklı şarj operatörleri arasında bir entegrasyon sağlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çeşitli şarj istasyonu yönetim yazılımlarının ve mobil uygulamaların birbiriyle uyumlu çalışabilmesi, kullanıcıların tek bir platform üzerinden tüm şarj işlemlerini yapabilmelerine olanak tanıyacaktır.

Şarj istasyonlarının güvenli bir şekilde yönetilmesi, mobil uygulamaların önemini artıran kritik bir faktördür. Elektrikli araç kullanıcılarının kişisel verileri ve ödeme bilgileri, şarj istasyonları ile merkezi sistem arasında mobil uygulamalar aracılığıyla iletilmektedir. Bu nedenle, uygulamaların güçlü güvenlik önlemleriyle donatılması gerekmektedir. Kullanıcı bilgileri, şarj istasyonu verileri ve ödeme bilgileri gibi hassas verilerin korunması, uygulamanın tasarımında öncelikli olarak ele alınmalıdır. Şarj istasyonlarının İnternet üzerinden çalışması ve merkezi sunucularla bağlantı kurması, siber saldırılara karşı güçlü güvenlik önlemlerinin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda uygulamalar, şifreleme yöntemleri ve güvenli bağlantılar (TLS/SSL gibi) teknolojilerle korunmalıdır. Ayrıca OCPP protokolü bağlamında yapılan akademik çalışmalar, karşılıklı kimlik doğrulama, güvenli yazılım güncellemeleri ve saldırılara karşı dayanıklı iletişim mekanizmalarının gerekliliğini vurgulamaktadır (Garofalaki vd., 2022). Benzer şekilde, Open Charge Alliance tarafından yayımlanan OCPP 1.6 Security Whitepaper (3rd edition), protokolün güvenlik mimarisi için önerilen güncel yaklaşımları ve en iyi uygulamaları ortaya koymaktadır (Open Charge Alliance, 2022).

Sonuç olarak, mobil uygulamalar, şarj istasyonu yönetiminde önemli bir araç haline gelmiştir. Bu uygulamalar, hem kullanıcıların şarj hizmetlerinden daha kolay ve verimli bir şekilde yararlanabilmesini sağlarken, hem de şarj istasyonu işletmecilerinin istasyonlarını etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır. Kullanım kolaylığını

sağlamak, sistem entegrasyonlarını kolaylaştırmak ve güvenliği artırmak adına mobil uygulamaların önemi giderek artmaktadır. Bu bağlamda, şarj istasyonları ve mobil uygulamalar arasındaki entegrasyonun güçlendirilmesi, gelecekteki elektrikli araç altyapısının sürdürülebilirliği için kritik bir rol oynamaktadır.

1.2 Elektrikli Araçlar ve Şarj İstasyonlarının Önemi

Elektrikli araçların son yıllardaki yükselişi dünya genelinde çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunma amacını taşıyan önemli bir teknolojik gelişme olarak kabul edilmektedir. Elektrikli araçlar, içten yanmalı motorlu araçların neden olduğu sera gazı emisyonlarını büyük ölçüde azaltmakta ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaktadır. Karbon ayak izini düşürme hedefi ile elektrikli araçlar, temiz enerji kaynakları ile birleştiğinde çevresel sorunların çözümüne yönelik büyük bir potansiyel taşımaktadır.

Ancak, elektrikli araçların yaygınlaşabilmesi için gerekli olan altyapı, özellikle şarj istasyonları kritik bir rol oynamaktadır. Şarj istasyonları, elektrikli araç kullanıcılarının enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmesi ve uzun mesafeli yolculuklar yapabilmesi açısından zorunludur. Geniş bir şarj istasyonu ağı, elektrikli araç sahiplerinin günlük yaşamlarında araçlarını daha rahat bir şekilde kullanabilmelerine olanak tanır. Bununla birlikte, hızlı şarj teknolojilerinin gelişimi ve şarj süresinin kısaltılması gibi yenilikler, elektrikli araçların günlük kullanımı üzerinde olumlu etkilerinin olması beklenmektedir.

1.3 Şarj İstasyon Yönetimi ve Zorlukları

Elektrikli araç şarj istasyonlarının yönetimi, giderek karmaşıklaşan bir süreç haline gelmektedir. Bu süreçte karşılaşılan başlıca zorlukları şu şekilde sıralayabiliriz:

Çoklu şarj cihazlarının entegrasyonu: Farklı üreticilere ait şarj cihazlarının aynı yönetim platformu altında birleştirilmesi, birlikte çalışabilirlik açısından önemli bir zorluktur. Bu süreç, OCPP gibi standartlar ile desteklenmektedir.

Kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi: Şarj işlemleri sırasında kullanıcıların yaşadığı deneyim, sistemin başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Kullanıcıların şarj istasyonlarına kolay erişim sağlayabilmesi, hızlı şarj hizmetlerinden faydalanabilmesi ve sorunsuz ödeme yapabilmesi istasyon yönetiminde dikkat edilmesi gereken unsurlardır.

Bakım ve arıza yönetimi: Şarj istasyonlarının sürekli olarak hizmet verebilmesi için düzenli bakım ve olası arızalara karşı hızlı müdahale gereklidir. Özellikle uzaktan yönetim ile sorunların tespit edilmesi ve müdahale edilmesi getirmektedir.

Güvenlik ve siber tehditler: Şarj istasyonlarının internete bağlı sistemler olması, siber güvenlik açısından riskleri beraberinde getirir. Kullanıcıların kişisel ve finansal verilerinin korunması şarj istasyonu operatörleri için bir başka önemli zorluktur.

Bu zorluklar, merkezi yönetim sistemleri ve standart protokoller kullanılarak hafifletilebilir.

1.4 OCPP Protokolünün Önemi

OCPP, EV şarj istasyonlarının yönetim ve kontrolünde kullanılan, açık bir iletişim protokolüdür. Bu protokol, şarj istasyonları ile merkezi bir yönetim sisteminin, şarj istasyonu yönetim sisteminin (charging station management system - CSMS), uyumlu çalışmasını sağlayan ortak bir dil oluşturarak farklı üreticiler tarafından geliştirilen cihazların ve yazılımların sorunsuz bir şekilde iletişim kurmasını sağlar.

1.5 OCPP Protokolünün Gelişim Süreci

OCPP, elektrikli araç şarj istasyonlarının bir yönetim sistemi ile iletişim kurmasına imkan tanıyan açık kaynaklı bir protokoldür. Bu protokol, farklı şarj istasyonlarının uyumlu çalışabilmesi için standart bir yapı sunar. OCPP, 2009 yılında Hollanda merkezli ElaadNL tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. İlk sürümü olan OCPP 1.2, 2010 yılında yayımlanmıştır ve şarj istasyonlarının merkezi bir yönetim sistemi ile temel iletişim ihtiyaçlarını karşılamaktadır (ElaadNL, 2009).

Daha sonra OCPP 1.5 ve OCPP 1.6 gibi sürümlerle geliştirilmiştir. OCPP 1.6 sürümü, özellikle güvenlik önlemlerini ve JSON formatında veri aktarımını içerir ve günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Open Charge Alliance, 2020). En son sürüm olan OCPP 2.0 ve güncellemesi OCPP 2.0.1 ise veri güvenliği, enerji yönetimi ve performans izleme gibi gelişmiş özellikler sunmaktadır (Open Charge Alliance, 2020).

OCPP'nin en önemli faydası, farklı marka ve modeldeki şarj istasyonlarının birbiriyle uyumlu çalışabilmesini sağlayarak elektrikli araç şarj altyapısının evrensel bir standarda sahip olmasını mümkün kılmasıdır. Bu standartlaşma sayesinde, elektrikli araç şarj sistemleri arasında birlikte çalışabilirlik sağlanarak daha verimli bir altyapı kurulmaktadır (Salles vd., 2021).

Ayrıca, OCPP'nin açık kaynak olması, sürekli gelişim ve güncellemeler ile kullanıcı ihtiyaçlarına ve teknolojik yeniliklere uyum sağlamasını kolaylaştırmaktadır (Open Charge Alliance, 2020).

1.6 OCPP Kullanmanın Faydaları

OCPP protokolü, elektrikli araç şarj altyapısının gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Öncelikle, uyumluluk açısından farklı üreticilerin şarj istasyonları ile merkezi yönetim sistemleri arasında ortak bir iletişim zemini oluşturarak, operatörlerin çeşitli marka ve modeldeki cihazları tek bir platform üzerinden yönetebilmesine imkân tanımaktadır (Salles vd., 2021).

Bir diğer önemli avantajı maliyet tasarrufu sağlamasıdır. Tek bir protokolün kullanılması, altyapıda farklı yazılımların geliştirilmesi ve sürdürülmesi zorunluluğunu ortadan kaldırmakta, bu sayede hem geliştirme hem de işletme maliyetleri azalmaktadır (Salles vd., 2021).

Güvenlik boyutunda, özellikle OCPP 2.0 ve üzeri sürümler, kullanıcı kimlik doğrulaması ve veri şifreleme gibi ek güvenlik mekanizmaları sunarak veri bütünlüğünü ve gizliliğini artırmaktadır (Open Charge Alliance, 2020). Ayrıca, esneklik ve geleceğe uyum kapasitesiyle de dikkat çekmektedir. Örneğin OCPP 2.0.1 sürümü, enerji yönetimi gibi gelecekte ortaya çıkabilecek ihtiyaçlara cevap verebilecek gelişmiş özellikler içermektedir (Open Charge Alliance, 2020).

Son olarak, protokolün sunduğu uzaktan yönetim imkânı sayesinde şarj istasyonlarının performansı gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte, arızalara hızlı müdahale edilebilmekte ve operasyonel verimlilik artırılabilir (Open Charge Alliance, 2020).

Sonuç olarak, OCPP protokolü; uyumluluk, maliyet tasarrufu, güvenlik, esneklik ve uzaktan yönetim gibi özellikleriyle, elektrikli araç şarj istasyonlarının güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir altyapı üzerinde işletilmesine katkı sağlamaktadır.

1.7 Mobil Uygulama ve Şarj İstasyonu Yönetimi

Mobil uygulamalar, elektrikli araç kullanıcıları ve şarj istasyonu operatörleri için büyük kolaylıklar sunmaktadır. Şarj işlemlerinin mobil uygulamalar üzerinden yönetilebilmesi, kullanıcı deneyimini önemli ölçüde iyileştirmekte ve şarj altyapısının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bir mobil uygulama ile sağlanabilecek başlıca avantajlar şunlardır:

Gerçek zamanlı bilgi: Kullanıcılar, mobil uygulamalar üzerinden en yakın şarj istasyonlarını, doluluk durumunu ve şarj süresini öğrenebilirler.

Uzaktan kontrol: Kullanıcılar, mobil uygulama aracılığıyla şarj işlemini başlatabilir veya durdurabilir, fatura bilgilerine erişebilir, ödeme yapabilir ve şarj durumunu izleyebilirler.

Rezervasyon sistemi: Mobil uygulamalar, kullanıcıların belirli bir şarj istasyonunu önceden rezerve etmelerine olanak tanıyarak, uzun bekleme sürelerini azaltır.

Veri analitiği: Operatörler, mobil uygulama ile kullanıcı alışkanlıklarını ve şarj istasyonlarının performansını izleyebilir ve bu verileri analiz ederek iyileştirmeler yapabilir.

Mobil uygulamalar, elektrikli araç şarj altyapısının yönetiminde önemli bir araç haline gelmiş olup, şarj işlemlerinin daha verimli ve kullanıcı dostu olmasını sağlar.

1.8 Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Gelişmeler

Gelecekte, elektrikli araçların ve şarj altyapısının daha da gelişmesi beklenmektedir. Kablosuz şarj teknolojileri, ultra hızlı şarj istasyonları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının şarj altyapısına entegrasyonu gibi yenilikler, sektördeki en büyük beklentiler arasındadır.

Elektrikli araç şarj sistemlerinin yaygınlaşması, enerji sektöründe köklü değişikliklere neden olacak ve karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik küresel hedeflere katkıda bulunacaktır.

1.9 Problem Tanımı ve Önerilen Çözüm

Elektrikli araçların (EV) dünya çapında yaygınlaşmasıyla, bu araçların şarj altyapısının etkili bir şekilde yönetilmesi gerekliliği de artmaktadır. Ancak mevcut sistemler, yüksek maliyetli kurulumlar ve sınırlı entegrasyon yetenekleri nedeniyle genellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için erişilebilir değildir. Ayrıca, kullanıcı deneyimini iyileştirme odaklı çözümlerin eksikliği, kullanıcıların şarj istasyonlarını verimli bir şekilde kullanmalarını engellemektedir. Bu durum, hem altyapı sağlayıcıları hem de son kullanıcılar açısından çeşitli sorunlar doğurmaktadır.

Bu çalışmanın temel hedefleri dört ana başlık altında toplanabilir.

Teknolojik hedefler kapsamında, OCPP protokolüne uygun bir altyapı kurularak farklı marka ve modeldeki şarj istasyonlarının tek bir platform üzerinden yönetilmesi amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra, Android ve iOS işletim sistemlerinde çalışabilecek çoklu platform desteğine sahip mobil uygulamaların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, gerçek zamanlı izleme ve kontrol özelliklerinin entegre edilmesiyle şarj istasyonu yönetiminde şeffaflık sağlanması öngörülmektedir.

Kullanıcı deneyimine yönelik hedefler doğrultusunda, kullanıcıların istasyonları kolaylıkla bulabilmeleri, rezervasyon yapabilmeleri ve ödeme süreçlerini sorunsuz bir şekilde tamamlayabilmeleri için kullanıcı dostu bir arayüz tasarlanması planlanmaktadır.

Ek olarak, kullanıcıların şarj işlemlerini ve geçmiş aktivitelerini takip edebilecekleri bir kullanıcı paneli geliştirilerek sistemin işlevselliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Maliyet ve verimlilik açısından hedefler, mevcut ticari çözümlere kıyasla daha düşük maliyetli bir sistem tasarlanmasını içermektedir. Böylece, küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu teknolojiye faydalanması mümkün olacaktır. Ayrıca, enerji tüketimi ve şarj istasyonu kullanım oranlarının optimize edilmesine yönelik analiz araçlarının sisteme entegre edilmesiyle verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır.

Son olarak, araştırma hedefleri kapsamında, OCPP protokolünün mevcut teknolojik altyapılara entegrasyonu sırasında karşılaşılan zorlukların belirlenmesi ve analiz edilmesi öngörülmektedir. Bununla birlikte, kullanıcıların elektrikli araç şarj istasyonlarıyla etkileşimlerine yönelik bir ihtiyaç analizi yapılarak, elde edilen bulgular doğrultusunda yazılım özelliklerinin şekillendirilmesi planlanmaktadır.

1.10 Tezin Organizasyonu

Bu tez beş ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde, elektrikli araçlar ve şarj istasyonlarına ilişkin genel bilgiler verilerek araştırmanın temel çerçevesi çizilmektedir. Yazın özetinde, elektrikli araç şarj altyapısı, OCPP protokolü ve ilgili teknolojiler üzerine yapılmış çalışmalar değerlendirilmekte, mevcut literatürün güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmaktadır. Materyal ve yöntem bölümünde, çoklu platform mobil uygulamasının geliştirilmesi süreci ile OCPP protokolüyle entegrasyon için kullanılan yöntem ve araçlar ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Bulgular ve tartışma bölümünde, geliştirilen uygulamanın performansı incelenmekte ve şarj istasyonu yönetimine getirdiği çözümler tartışılmaktadır. Son olarak, sonuç ve öneriler bölümünde, araştırmadan elde edilen bulgular özetlenmekte ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

2. LİTERATÜR VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde literatür, genelden özele doğru; önce elektrikli araç şarj altyapısı ve şarj istasyonu yönetim sistemleri, ardından OCPP tabanlı haberleşme protokolü ve mobil şarj yönetim uygulamaları ele alınmakta, son kısımda ise literatürdeki boşluk ve önerilen yazılım mimarisi tartışılmaktadır.

2.1 Elektrikli Araç Şarj Alt Yapısı

Elektrikli araçların (EV) dünya genelinde yaygınlaşma eğilimi, pek çok ülkede şarj altyapısının hızla gelişmesine neden olmuştur. İpek (2022) yılında yapmış olduğu çalışmada, elektrikli araç kullanımının yaygınlaşma potansiyelinin açıkça görülmesiyle birlikte Türkiye’de şarj istasyonu noktalarının ve buna bağlı olarak şarj istasyonu işletmecilerinin sayısında önemli bir artış yaşandığını belirtmiştir. Bu durum, Türkiye’nin sürdürülebilir ulaşım ve enerji dönüşümü hedefleri doğrultusunda kritik bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 1. Şarj hizmeti piyasasında lisanslı işletmeci sayılarının yıllara göre dağılımı (EPDK, 2025) verilerine göre, 2022 yılında şarj ağı işletmeciliği lisansına sahip firma sayısı 77 iken, bu sayı 2023 yılında 93’e yükselmiştir. 2024 yılında 36 yeni lisans verilmiş, 2025 yılı itibarıyla ise 8 işletme daha lisans almıştır. Böylelikle 2022–2025 döneminde toplam 214 işletme şarj ağı işletmeciliği lisansı almıştır. Aynı dönemde 36 işletmenin lisansının sonlandırıldığı da dikkate alındığında, sektörün hızlı bir büyüme süreci yaşamakla birlikte finansal sürdürülebilirlik ve rekabet baskısı nedeniyle belirli oranlarda elenmenin de gerçekleştiği görülmektedir.

Sonuç olarak, EPDK’nın güncel verileri değerlendirildiğinde, Türkiye’de elektrikli araç şarj altyapısının gelişiminin ivme kazandığı açıkça görülmektedir. Lisanslı işletmeci sayısındaki artış, sektördeki dinamizmin bir göstergesi olurken, lisans iptalleri ise sektörün olgunlaşma sürecinde karşılaşılan yapısal zorluklara işaret etmektedir. Bu tablo, hem teknolojik gelişmeler hem de piyasa dinamikleri açısından geleceğe yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Tablo 1. Şarj hizmeti piyasasında lisanslı işletmeci sayılarının yıllara göre dağılımı (EPDK, 2025)

Lisans Durumu	2022	2023	2024	2025	Toplam
Sonlandırıldı	9	21	6		36
Yürürlükte	68	72	30	8	178
Toplam	77	93	36	8	214

Tablo 2’de TÜİK tarafından sağlanan verilerini incelediğimizde ülkemizde elektrikli ve hibrit araç kullanıcı sayısının son yıllarda arttığı görülmektedir. Bu da önümüzdeki yıllarda sektöre daha fazla yatırımcının ve elektrikli araç kullanıcısının dahil olacağını göstermektedir.

Tablo 2. Trafîğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı TÜİK 2004-2024

Yıl	Toplam		Benzin+Dizel+LPG		Hibrit		Elektrik		Bilinmeyen	
Year	Total	(%)			Hybrid	(%)	Electric	(%)	Unknown	(%)
2004	5.400.440	100	5.108.196	94.6%	-	-	-	-	292.244	5.4
2005	5.772.745	100	5.537.045	95.9%	-	-	-	-	235.700	4.1
2006	6.140.992	100	5.945.182	96.8%	-	-	-	-	195.810	3.2
2007	6.472.156	100	6.305.045	97.4%	-	-	-	-	167.111	2.6
2008	6.796.624	100	6.694.151	98.5%	-	-	-	-	102.473	1.5
2009	7.093.964	100	7.011.146	98.8%	-	-	-	-	82.818	1.2
2010	7.544.862	100	7.473.629	99.1%	-	-	-	-	71.233	0.9
2011	8.113.111	100	8.051.451	99.2%	23	0	24	0	61.613	0.8
2012	8.648.875	100	8.599.565	99.4%	53	0	175	0	49.082	0.6
2013	9.283.923	100	9.238.155	99.5%	83	0	353	0	45.332	0.5
2014	9.857.915	100	9.814.693	99.6%	113	0	412	0	42.697	0.4
2015	10.589.337	100	10.545.715	99.6%	324	0	565	0	42.733	0.4
2016	11.317.998	100	11.275.147	99.6%	517	0	643	0	41.691	0.4
2017	12.035.978	100	11.993.554	99.6%	925	0	760	0	40.739	0.3
2018	12.398.190	100	12.354.008	99.6%	4.415	0	952	0	38.815	0.3
2019	12.503.049	100	12.451.438	99.6%	13.877	0.1	1.176	0	36.558	0.3
2020	13.099.041	100	13.026.268	99.4%	33.690	0.3	2.797	0	36.286	0.3
2021	13.706.065	100	13.577.250	99.1%	86.682	0.6	6.267	0	35.866	0.3
2022	14.269.352	100	14.084.543	98.7%	134.662	0.9	14.552	0,1	35.595	0.2
2023	15.221.134	100	14.883.378	97.8%	222.328	1.5	80.043	0,5	35.385	0.2

Tablo 2.'nin devamı

2024	16.232.458	100	15.622.115	96.2%	391.296	2.4	183.776	1,1	35.271	0.2
------	------------	-----	------------	-------	---------	-----	---------	-----	--------	-----

Şarj istasyon lisansına sahibi firmalar kurmuş oldukları şarj istasyonlarının yönetim işlemlerini yapabilmeleri için şarj istasyonu yönetim sistemi kurmaktadır. Ayrıca müşterilerinin şarj hizmeti alabilmeleri için mobil uygulamalarını hizmete açmaktadır. Kullanıcılar tarafında ise süreç, hizmet almak istediği şarj operatörü firmasının mobil uygulamasını kurmak, kişisel bilgileri ile kayıt olarak kendisine üyelik almak, hizmet sonrası faturalandırma işlemleri için üyelik işlemleri sonrasında araç, fatura ve ödeme işlemleri için kredi kartı bilgilerini tanımlaması gerekmektedir. Elektrikli araç kullanıcıları, şehirler arası seyahatlerinde veya şehir içi güzergâhlarında şarj hizmeti almak istediklerinde, daha önce hizmet aldıkları firmanın istasyonu bulunmuyorsa farklı bir firmaya yönelmek zorunda kalmaktadır. Ancak bu durumda, ilgili firmanın mobil uygulamasını indirmek, yeni üyelik oluşturmak ve araç, fatura ile ödeme bilgilerini yeniden tanımlamak gerekmektedir. Bu süreç, kullanıcı açısından tekrarlayan bir işlem yükü oluşturmaktadır.

Karapınar ve Daldaban (2022) göre, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan en büyük sorunlardan biri, araçların şarj edilmesiyle ilgili yaşanan zorluklardır. Elektrikli araçlar için genel olarak üç farklı şarj yöntemi bulunmaktadır: kablolu şarj, kablosuz şarj ve batarya değiştirme. Kablolu şarj ise kendi içinde AC ve DC şarj istasyonları olmak üzere ikiye ayrılır. AC şarj istasyonları, şehir şebekesinden alınan alternatif akımı aracın içerisindeki dönüştürücü ile doğru akıma çevirirken, DC şarj istasyonları bu dönüşümü dışarıda yaparak araca doğrudan doğru akım sağlamaktadır. Bu nedenle DC şarj istasyonları daha hızlı şarj imkânı sunmaktadır. Kablolu şarj yönteminde ev tipi şarj (Seviye 1), standart şarj (Seviye 2) ve hızlı şarj (Seviye 3) olmak üzere üç farklı seviye vardır. Şarj süreleri, kullanılan yönteme ve istasyon tipine bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Günümüzde hızlı şarj teknolojileri gelişmekte olup, kablolu şarj istasyonlarının yönetimi ve kontrolünün sağlanması ve kullanıcı deneyimini artırmada mobil uygulamaların önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Mumcu (2019) tarafından yapılan çalışma, elektrikli araçların şarj ihtiyaçlarının karşılanması için yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamaktadır. Özellikle güneş enerjisiyle çalışan şarj istasyonu ağlarının kurulmasının çevresel etkileri minimize etmek açısından büyük önem taşıdığı belirtilmektedir. Elektrikli araçların CO₂ emisyonlarının tamamen ortadan kaldırılabilmesi için, bu araçlarda kullanılan elektriğin de yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Türkiye'de uygun lokasyonlarda güneş enerjisi tabanlı yeşil şarj istasyonları kurmak üzere Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak kriterlere göre bölgesel değerlendirmeler yapılmış ve sonuç olarak çevre dostu enerji üretimi ile elektrikli araç kullanımının daha sürdürülebilir hale geleceği ortaya konmuştur.

Çiçek (2023) tarafından yapılan çalışmada, elektrikli araç kullanımının çevre dostu ve sürdürülebilir ulaşım çözümleri açısından önemine dikkat çekilerek, elektrikli araçların yaygınlaşmasının önündeki temel engellerden biri olarak yeterli ve etkin şarj altyapısının eksikliği vurgulanmaktadır. Özellikle şehir merkezlerinde bulunan kapalı otoparkların, erişilebilirlik açısından elektrikli araç şarj istasyonlarına dönüştürülmesi önerilmiştir. Çalışmada, Gümüşhane 15 Temmuz Katlı Otoparkının bir yıllık araç giriş-çıkış verileri değerlendirilmiş ve farklı şarj senaryoları için kuyruk teorisi kullanılarak analizler yapılmıştır. AC ve DC tipi şarj istasyonları için optimum istasyon sayısı belirlenmiş, bekleme süreleri ve maliyet optimizasyonları hesaplanarak uygun çözümler sunulmuştur. Sonuç olarak, otoparklarda uygulanacak etkin şarj altyapılarının elektrikli araçların kullanımını artırmada kritik rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Arslan (2024) yapmış olduğu çalışmada elektrikli araç şarj sistemlerinde kullanılan iletişim protokolü olan Açık Şarj Noktası Protokolü (OCPP) üzerine odaklanmıştır. OCPP, farklı üreticilerin geliştirdiği şarj istasyonlarının merkezi bir yönetim sistemi ile etkili bir şekilde iletişim kurabilmesini sağlayan bir uygulama protokolü olarak geliştirilmiştir. Bu protokol, şarj istasyonlarının farklı yazılımlar ve cihazlarla entegrasyonunu kolaylaştırarak, geliştirme maliyetlerini azaltmakta ve sistemler arasındaki etkileşimi güçlendirmektedir. Şarj istasyonu yönetim sistemini kendi içerisinde arka plan işlemleri ve kullanıcı işlemleri olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirebiliriz.

Yapılan incelemelerde, elektrikli araç şarj altyapısına yönelik birçok önemli konunun ele alındığı, ancak şarj istasyonu yönetim sistemleri için hem mobil uygulama geliştirme süreçlerinin hem de arka uç (backend) yazılım mimarisinin bütüncül olarak detaylandırılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda, gerçekleştirilecek olan bu tez çalışmasında, elektrikli araç şarj istasyonu yönetimi için kullanıcı deneyimini iyileştirecek mobil uygulama geliştirme sürecinin yanı sıra, OCPP protokolü ile haberleşen backend servisleri, veri tabanı yönetimi ve sistemin güvenilir şekilde işletilmesine yönelik iş akışları da kapsamlı bir biçimde ele alınacaktır.

Çalışmada, yalnızca kullanıcıların şarj istasyonlarıyla etkileşimlerini kolaylaştıracak mobil arayüzlerin tasarlanması değil, aynı zamanda arka planda çalışan servislerin performans, güvenlik ve ölçeklenebilirlik açısından geliştirilmesi

hedeflenmektedir. Böylece literatürde sıklıkla tartışılan altyapı yönetimi, enerji kaynakları, şarj yöntemleri ve iletişim protokolleri gibi temel konular da dikkate alınarak, hem kullanıcı deneyimini hem de sistemsal verimliliği ön plana çıkaran özgün ve kapsamlı bir çalışma ortaya konulacaktır.

2.2 Şarj İstasyonu Yönetim Sistemleri

Literatürde elektrikli araç şarj altyapısı ile ilgili çalışmalar çoğunlukla istasyon konumlandırma, enerji yönetimi, şebeke entegrasyonu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi konulara odaklanmaktadır. Buna karşın şarj istasyonu yönetim sistemleri (Charging Station Management System – CSMS) tarafında, hem istasyonların teknik izlenebilirliğini hem de faturalandırma, kullanıcı yönetimi ve entegrasyon süreçlerini bir arada ele alan bütüncül çözümlerin sınırlı olduğu görülmektedir. Şarj ağı işletmecilerinin farklı marka ve modeldeki istasyonları aynı arka ofis yazılımı altında toplamak zorunda olması; çoklu cihaz entegrasyonu, uzaktan izleme, arıza yönetimi ve yasal raporlama süreçlerini karmaşık bir hâle getirmektedir. Mevcut çalışmalarda çoğunlukla ya yalnızca enerji tarafı (yenilenebilir kaynak kullanımı, yük dengeleme vb.) ya da yalnızca fiziksel altyapı (istasyon tipleri, otopark çözümleri vb.) ele alınmakta; şarj istasyonu yönetim sistemlerinin mimari açıdan nasıl tasarlandığı ve bu mimarinin mobil uygulamalarla nasıl bütünleştirildiği daha sınırlı düzeyde incelenmektedir.

CSMS; genel olarak, şarj istasyonlarından gelen anlık durum bilgilerini toplama, şarj oturumlarını başlatma/durdurma, ölçüm verilerini kayıt altına alma, fiyatlandırma ve faturalandırma işlemlerini yürütme, kullanıcı kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreçlerini yönetme gibi kritik işlevleri yerine getiren merkezi bir yazılım bileşeni olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler; istasyonların çevrim içi/çevrim dışı durumlarının takibi, arıza ve uyarı kodlarının izlenmesi, uzaktan yeniden başlatma ve yapılandırma gibi operasyonel görevlerin yanı sıra, şarj seanslarından elde edilen verilerin işlenerek raporlanması ve iş zekâsı uygulamalarına girdi sağlaması açısından da önem taşımaktadır. Bazı çalışmalarda CSMS, yalnızca istasyon yönetimiyle sınırlı bir arka ofis modülü olarak ele alınmakta; müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), faturalandırma/billing, ödeme sistemleri ve regülasyon odaklı raporlama bileşenleriyle entegrasyonu ikincil planda bırakılmaktadır. Oysa gerçek hayat senaryolarında şarj ağı işletmecileri, bütün bu bileşenleri tek bir kurumsal yazılım çatısı altında kullanmak zorunda kalmaktadır.

Literatürde önerilen birçok sistemde, CSMS mimarisi çoğunlukla genel hatlarıyla “istemci–sunucu” veya “bulut tabanlı yönetim paneli” şeklinde tanımlanmakta; katmanlı

mimari, mikro servis yaklaşımı, mesaj kuyrukları ve çok kiracılı (multi-tenant) yapı gibi modern yazılım tasarım ilkelerinin şarj istasyonu yönetim sistemlerine nasıl uyarlandığı ayrıntılı biçimde tartışılmamaktadır. Ayrıca, CSMS ile ulusal/uluslararası regülasyon kurumları (örneğin enerji piyasası düzenleyici otoriteler, vergi idareleri vb.) arasındaki veri paylaşımının nasıl kurgulandığı, mevzuata uyum için gerekli veri modeli ve entegrasyon süreçlerinin yazılım mimarisine nasıl yansıtıldığı da çoğu çalışmada ikincil düzeyde ele alınmaktadır. Bu durum, özellikle Türkiye gibi şarj ağı işletmeciliğinin lisanslı olduğu ve EPDK ile GİB gibi kurumlara düzenli veri iletimini zorunlu kılan ülkelerde, CSMS tasarımını salt teknik bir istasyon yönetim problemi olmaktan çıkarıp aynı zamanda bir mevzuat uyumu ve kurumsal bütünleşme problemi hâline getirmektedir.

Son olarak, ticari olarak sunulan birçok CSMS çözümünün kapalı kaynaklı ve üreticiye bağımlı olması, literatürde bu sistemlerin iç mimarilerinin ayrıntılı biçimde incelenmesini daha da güçleştirmektedir. Açık kaynaklı veya akademik çalışmalar kapsamında geliştirilen örnekler ise çoğu zaman sınırlı sayıda istasyon ve sınırlı fonksiyon seti üzerinde kurgulanmakta; ölçeklenebilirlik, yüksek erişilebilirlik, kayıt (log) yönetimi, güvenlik ve performans gibi konular deneysel düzeyde yeterince değerlendirilmemektedir. Bu tez çalışmasında ele alınan yaklaşım, CSMS'i yalnızca şarj istasyonlarıyla OCPP üzerinden haberleşen bir bileşen olarak değil; mobil uygulama, arka ofis, mesaj kuyruk altyapısı, veritabanı tasarımı ve ulusal regülasyon entegrasyonları ile birlikte bütüncül bir mimari içerisinde konumlandırmayı hedefleyerek söz konusu literatür boşluğunu gidermeye yönelik bir çerçeve sunmaktadır.

2.3 OCPP ve Diğer Haberleşme Protokolleri

Şarj istasyonu yönetim sistemlerinde birlikte çalışabilirliğin (interoperability) sağlanmasında OCPP (Open Charge Point Protocol), literatürde ve sektörel uygulamalarda öne çıkan temel protokol konumundadır. OCPP, farklı üreticilere ait şarj istasyonlarının ortak bir mesajlaşma dili kullanarak merkezi yönetim sistemleri (CSMS) ile iletişim kurmasına imkân vermekte; böylelikle üreticiye bağımlı, kapalı ve dikey entegre çözümlerin doğurduğu entegrasyon, bakım ve lisans maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Protokol; istasyonun çevrim içi/çevrim dışı durumu, soketlerin kullanılabilirliği, şarj oturumlarının başlatılması ve sonlandırılması, ölçüm verilerinin aktarılması, hata ve uyarı kodlarının bildirilmesi gibi çekirdek işlevler için standartlaştırılmış mesaj tipleri sunmakta ve bu sayede farklı marka ve modellerin aynı CSMS altında yönetilebilmesine olanak tanımaktadır.

OCPP'nin 1.5, 1.6, 2.0 ve 2.0.1 gibi farklı sürümleri, protokolün zaman içinde hem teknik hem de işlevsel olarak olgunlaştığını göstermektedir. İlk sürümler daha çok temel uzaktan kontrol ve durum izleme fonksiyonlarına odaklanırken, özellikle 1.6 ve sonrasında akıllı şarj (smart charging), güvenlik (TLS, sertifika yönetimi), uzaktan yazılım güncelleme, yetkilendirme mekanizmaları ve ayrıntılı ölçüm veri modeli gibi gelişmiş özellikler önem kazanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalar, OCPP'nin mesaj yapısını, veri modelini ve güvenlik bileşenlerini ayrıntılı biçimde tartışmakta; protokolün akıllı şebeke sistemlerine entegrasyonu, yük dengeleme stratejileri ve talep tarafı yönetimi senaryolarında nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. Ancak bu çalışmaların önemli bir kısmı, OCPP'yi daha çok teknik bir haberleşme standardı olarak ele almakta; OCPP tabanlı bir CSMS mimarisinin mobil uygulama, arka ofis, faturalandırma ve regülasyon entegrasyonları ile birlikte uçtan uca nasıl tasarlanacağı konusunu ikincil planda bırakmaktadır.

OCPP, şarj istasyonu ile merkezi sistem arasındaki haberleşme protokolü olmakla birlikte, tek başına şarj ekosistemindeki tüm iletişim ihtiyaçlarını karşılamamaktadır. Örneğin IEC 61851 daha çok araç ile şarj istasyonu arasındaki fiziksel ve elektriksel sinyalleşmeyi tanımlarken, ISO 15118 araç ile istasyon arasındaki yüksek seviyeli haberleşmeyi, sertifika tabanlı kimlik doğrulamayı ve “plug&charge” gibi gelişmiş senaryoları ele almaktadır. Buna ek olarak, farklı şarj ağı işletmecileri arasında dolaşım (roaming) ve veri paylaşımı için OCPI (Open Charge Point Interface) gibi protokoller kullanılmaktadır. Dolayısıyla OCPP, istasyon–merkezi sistem ekseninde çekirdek haberleşmeyi sağlayan bir protokol olarak konumlanırken; diğer standartlar daha çok araç–istasyon iletişimi veya ağlar arası entegrasyon gibi tamamlayıcı alanları kapsamaktadır. Bu durum, şarj istasyonu yönetim yazılımlarında çok katmanlı ve çok protokollü bir mimari tasarım ihtiyacını beraberinde getirmektedir.

Bu tez kapsamında OCPP, yalnızca şarj istasyonu ile CSMS arasındaki mesaj trafiğini tanımlayan teknik bir standart olarak değil, aynı zamanda tüm sistem mimarisini şekillendiren temel tasarım girdisi olarak değerlendirilmiştir. Önerilen mimaride OCPP mesajlarını yöneten OCPP API bileşeni, son kullanıcı ve yönetim arayüzlerinden gelen işlevsel talepleri karşılayan Arka Ofis Api'den ayrıştırılmış; böylece bir yandan istasyon tarafındaki gerçek zamanlı haberleşme yükü izole edilmiş, diğer yandan mobil/web katmanı ile istasyon katmanı arasında net bir sorumluluk sınırı oluşturulmuştur. OCPP üzerinden gelen tüm olay ve log verilerinin merkezi veritabanına kaydedilmesi ve bu verilerin mesaj kuyruğu (RabbitMQ) aracılığıyla fatura, bildirim, EPDK bildirimi ve

ödeme gibi alt süreçlere yönlendirilmesi, protokolün yalnızca iletişim katmanında değil, aynı zamanda iş süreci tasarımı da belirleyici bir rol üstlenmesini sağlamaktadır.

Sonuç olarak, literatürde OCPP çoğu zaman protokol düzeyinde, mesaj tipleri ve güvenlik özellikleri bağlamında incelenirken; bu tez çalışması OCPP'yi, şarj istasyonu yönetim yazılımının katmanlı mimarisinin merkezinde konumlandırarak değerlendirmektedir. Bu yaklaşım, OCPP tabanlı bir sistemin mobil uygulama, arka ofis, mesajlaşma altyapısı ve regülasyon entegrasyonları ile nasıl entegre edilebileceğine dair uygulamalı ve mimari bir çerçeve sunmakta; böylece hem yazılım mimarisi literatürüne hem de elektrikli araç şarj sistemleri alanına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2.4 Mobil Tabanlı Şarj Yönetim Uygulamaları

Mobil uygulamalar, elektrikli araç şarj ekosisteminde hem son kullanıcı hem de şarj ağı işletmecisi perspektifinden kritik bir bileşen hâline gelmiştir. Son kullanıcı düzeyinde mobil uygulama; şarj istasyonlarının konum, uygunluk ve fiyat bilgilerinin görüntülenmesi, rota planlama süreçlerine entegre edilmesi, şarj oturumlarının başlatılması ve sonlandırılması, ödeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve geçmiş işlemlerin izlenmesi gibi temel işlevlerin ana arayüzünü oluşturmaktadır. İşletmeci açısından bakıldığında ise mobil ve web tabanlı arayüzler, istasyonların anlık durumlarının izlenmesi, kullanıcı taleplerinin yönetilmesi, kampanya ve fiyatlandırma politikalarının uygulanması, arıza ve bakım bildirimlerinin takibi gibi operasyonel süreçlerin önemli bir parçasıdır. Dolayısıyla mobil uygulamalar, şarj istasyonu yönetim sistemlerinde yalnızca “ek bir bileşen” değil, kullanıcı ile sistem arasındaki temel etkileşim noktası olarak stratejik bir konumdadır.

Literatürde, kullanıcıların en yakın istasyonu bulma, şarj seansını başlatma/durdurma, ödeme yapma ve geçmiş işlemlerini görüntüleme gibi işlevleri destekleyen çeşitli mobil uygulama örnekleri bulunmaktadır. Ancak bu uygulamaların önemli bir kısmı belirli bir şarj ağı işletmecisine veya araç üreticisine özgü, kapalı kutu yapıda tasarlanmış; farklı operatörler arasında dolaşımı (roaming) ya da birden fazla ağı tek bir arayüz üzerinden yönetilmesini sınırlı düzeyde desteklemiştir. Bu durum, kullanıcıların her operatör için ayrı bir uygulama kullanmak zorunda kalmasına, dolayısıyla parçalı ve dağınık bir kullanıcı deneyimi ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aynı şekilde, işletmeciler açısından da mobil uygulama çoğu zaman yalnızca temel istasyon listesi ve oturum başlatma fonksiyonları ile sınırlı kalmakta; faturalandırma, mevzuata uyum, gelişmiş raporlama ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi süreçlere entegrasyon zayıf kalmaktadır.

Bir diğer sınırlılık, mobil uygulama bileşeninin birçok çalışmada şarj altyapısının yalnızca “ön yüzü” olarak görülmesi ve arka planda yer alan teknik bileşenlerle (OCPP tabanlı CSMS, veritabanı mimarisi, mesaj kuyrukları, ödeme ve regülasyon entegrasyonları vb.) ilişkilerinin yeterince ayrıntılı biçimde ele alınmamasıdır. Pek çok mimari tasarımda mobil uygulama ile sunucu tarafı arasındaki iletişim, basit REST çağrıları üzerinden soyutlanmakta; bu çağrılarının gerisinde şarj oturumlarının OCPP mesajları ile nasıl yönetildiği, bu mesajların veritabanı ve iş süreçlerine nasıl yansıtıldığı ve EPDK ile GİB gibi kurumlara giden veriyi nasıl beslediği ayrıntılandırılmamaktadır. Oysa gerçek hayatta mobil uygulamanın sunduğu her bir fonksiyon (örneğin “şarj başlat” düğmesi), arka planda bir dizi OCPP mesajı, ödeme ön kontrolü, log kaydı, kuyruk işlemi ve olası EPDK bildirimi gibi birbirine bağlı süreçleri tetiklemektedir.

Teknik açıdan bakıldığında, son yıllarda çoklu platform (cross-platform) mobil geliştirme yaklaşımlarının (React Native, Flutter vb.) yaygınlaşması, şarj istasyonu yönetim uygulamalarında da tek bir kod tabanı ile hem Android hem de iOS için uygulama geliştirme olanağı sunmaktadır. Bu durum, hem geliştirme maliyetlerini azaltmakta hem de yeni özelliklerin her iki platformda eş zamanlı olarak devreye alınmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak literatürdeki çalışmaların bir kısmı hâlâ yerel (native) geliştirme örnekleri üzerinden ilerlemekte; çoklu platform yaklaşımlarının, OCPP tabanlı arka ofis sistemleri ve regülasyon entegrasyonlarıyla birlikte ele alındığı kapsamlı mimari örnekler sınırlı kalmaktadır.

Ayrıca mobil uygulamaların kullanıcı deneyimi (UX) boyutu da şarj istasyonu yönetimi bağlamında ayrı bir tartışma alanıdır. İstasyon yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde gerçek zamanlı durum bilgisinin güncellenmesi, kullanıcıya bekleme süresi veya tahmini bitiş süresi gibi bilgilerin sunulması, fatura ve ödeme bilgilerinin anlaşılır biçimde aktarılması, hatalı oturumlar veya başarısız ödemeler için kullanıcıya açıklayıcı geri bildirim verilmesi gibi unsurlar, hem kullanıcı memnuniyetini hem de sistemin güvenilirlik algısını doğrudan etkilemektedir. Buna rağmen, literatürdeki birçok çalışma mobil arayüzleri yalnızca birkaç ekran görüntüsü ile tanıtmakta; bu arayüzlerin tasarım kararlarını, geri plan mimarisiyle etkileşimini ve kullanıcı geri bildirimlerine göre evrimini ayrıntılı biçimde tartışmamaktadır.

Bu tez kapsamında geliştirilen mobil uygulama, söz konusu sınırları aşmayı hedefleyen bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Uygulama, çoklu platform desteğine sahip (Android/iOS), OCPP ile haberleşen bir CSMS’e bağlanmakta; EPDK ve GİB entegrasyonlarını içeren arka ofis mimarisiyle doğrudan bütünleşik olarak çalışmaktadır. Böylelikle literatürde genellikle ayrı ayrı ele alınan mobil uygulama tasarımı, OCPP

tabanlı iletişim ve mevzuat entegrasyonları, bu çalışmada tek bir uygulama tasarımının bileşenleri olarak bütüncül bir mimari içerisinde bir araya getirilmiştir. Bu yönüyle tez, mobil tabanlı şarj istasyonu yönetim uygulamalarına ilişkin literatüre hem mimari hem de işlevsel açıdan detaylandırılmış, saha deneyimiyle desteklenmiş bir örnek katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2.5 Literatürdeki Boşluk ve Önerilen Uygulama Tasarımı

Yapılan literatür taraması sonucunda, elektrikli araç şarj altyapısına ilişkin çalışmaların önemli bir bölümünün enerji yönetimi, şarj stratejileri, şebeke entegrasyonu veya istasyon konumlandırma problemlerine odaklandığı; buna karşılık OCPP tabanlı şarj istasyonu yönetim sistemlerinde mobil uygulama + arka ofis + yasal entegrasyon + mesajlaşma altyapısı bileşenlerini bütüncül bir yazılım mimarisi içinde ele alan çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Pek çok çalışma, şarj altyapısına ya enerji sistemleri perspektifinden (yük dengeleme, yenilenebilir enerji entegrasyonu, talep tarafı yönetimi vb.) ya da fiziksel planlama perspektifinden (istasyon yerleşimi, kapasite planlaması, park alanı tasarımı vb.) yaklaşmakta; şarj istasyonu yönetim yazılımlarının gerçek bir şarj ağı işletmecisinin operasyonel, finansal ve mevzuat odaklı gereksinimlerini karşılayacak biçimde nasıl tasarlanması gerektiği daha sınırlı düzeyde tartışılmaktadır.

OCPP'ye odaklanan çalışmalarda ise protokolün mesaj yapısı, güvenlik özellikleri, sürümler arası farklar ve akıllı şebeke entegrasyonundaki rolü ayrıntılı biçimde incelenmekle birlikte, bu protokolün çok katmanlı bir CSMS mimarisinin neresine ve nasıl konumlandırılacağı, mobil uygulama ve arka ofis bileşenleriyle hangi tasarım ilkeleri çerçevesinde bütünleştirileceği çoğu zaman ikincil planda kalmaktadır. Bir diğer ifadeyle, literatürde OCPP çoğunlukla “şarj istasyonu ile merkezi sistem arasındaki iletişim standardı” olarak ele alınmakta; bu iletişim standardının mesaj kuyruğu altyapıları, veritabanı tasarımı, faturalandırma modülleri, EPDK ve GİB entegrasyonları gibi alt sistemleri içeren geniş bir yazılım mimarisinin parçası hâline nasıl getirileceği, uygulamalı ve mimari ölçekte yeterince ortaya konmamaktadır.

Mobil uygulama odaklı çalışmalarda da benzer bir parçalanmışlık göze çarpmaktadır. Kullanıcıların en yakın istasyonu bulabilmesi, şarj oturumlarını başlatıp durdurabilmesi, ödeme yapabilmesi ve geçmiş işlemleri görüntüleyebilmesi gibi fonksiyonlar çoğu zaman belirli bir operatöre özgü, kapalı çözümler üzerinden sunulmakta; bu uygulamaların arkasında yer alan OCPP tabanlı CSMS, veritabanı mimarisi, regülasyon entegrasyonları ve mesajlaşma altyapıları genellikle

detaylandırılmamaktadır. Dolayısıyla kullanıcıya sunulan fonksiyonlarla arka planda yürütülen teknik ve hukuki süreçler arasında net bir ilişki ortaya konamamakta; mobil uygulama tasarımı, sistem mimarisinin bütünsel bir unsuru olmaktan ziyade, çoğunlukla yüzeysel bir ön yüz bileşeni olarak bırakılmaktadır.

Bu tez çalışmasında önerilen uygulama tasarımı, söz konusu literatür boşluğunu doldurmayı amaçlayan bütünlük bir mimari yaklaşım sunmaktadır. Önerilen tasarımda, OCPP ile haberleşen şarj istasyonu yönetim sistemi; çoklu platform desteğine sahip bir mobil uygulama, web tabanlı yönetim paneli, Arka Ofis Api ve OCPP API'den oluşan uygulama sunucusu katmanı, RabbitMQ tabanlı mesajlaşma altyapısı, Windows Servis ile yürütülen arka plan iş süreçleri ve PostgreSQL üzerinde kurgulanan veritabanı mimarisi ile tek bir sistem çatısı altında birleştirilmiştir. Buna ek olarak, EPDK veri bildirimleri ve GİB e-fatura/e-arşiv süreçleri, ödeme kuruluşu API'leri ve Firebase bildirim servisi gibi dış sistem entegrasyonları da mimarinin ayrılmaz bir parçası olarak tasarıma dâhil edilmiş; böylece hem teknik hem de mevzuat odaklı gereksinimler aynı mimari model içinde karşılanmaya çalışılmıştır.

Bu yaklaşım, literatürde çoğunlukla ayrı ayrı ele alınan üç temel alanı (i) OCPP tabanlı şarj istasyonu yönetimi, (ii) mobil/tabanlı kullanıcı arayüzleri ve (iii) ulusal regülasyonlara uyumlu arka ofis ve entegrasyon süreçleri—tek bir uygulama tasarımı altında bir araya getirerek özgün bir katkı sunmaktadır. Başka bir deyişle, bu tezde geliştirilen model, şarj istasyonu yönetim sistemlerini yalnızca teknik bir iletişim problemi olarak değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimi, kurumsal süreçler ve mevzuat uyumu boyutlarını birlikte içeren, çok katmanlı bir yazılım tasarımı problemi olarak ele almaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem akademik literatürdeki kavramsal boşluğun giderilmesine hem de sektörde kullanılabilecek, pratikte uygulanabilir bir referans mimarinin ortaya konmasına yönelik bir adım olarak değerlendirilebilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, tez kapsamında geliştirilen OCPP ile haberleşen EV şarj istasyonu yönetim sistemi için kullanılan yazılım teknolojileri ve bu teknolojilerin neden tercih edildiği detaylı olarak açıklanacaktır. Aynı zamanda, şarj başlatma, bitirme ve cihazı yeniden başlatma işlemlerine yönelik iş akış diyagramları çizilerek, uygulamanın işleyişi görsel olarak da sunulacaktır.

3.1 Kullanılan Yazılım Teknolojileri

Bu proje, modern yazılım geliştirme süreçlerine uygun olarak birden fazla teknolojinin entegre şekilde kullanılmasıyla geliştirilmiştir. Kullanılan yazılım teknolojileri şunlardır:

C# (C Sharp): Microsoft tarafından geliştirilmiş, nesne yönelimli (OOP) bir programlama dilidir. Gelişmiş yapı ve performans özellikleri sayesinde büyük çaplı projelerde sıklıkla tercih edilmektedir. C# dilinin kullanılması, proje boyunca sağlam bir kod altyapısı ve ölçeklenebilirlik sağlamıştır.

Web ve Windows Servisleri (EPDK, GİB, OCPP): Web servisleri, farklı platformlar arasında veri alışverişini sağlayan sistemlerdir. Bu projede, yasal mevzuatlar gereği Türkiye’de enerji sektörünü düzenleyen EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) ve GİB (Gelir İdaresi Başkanlığı) gibi kurumlarla yapılan entegrasyonlar, ödeme işlemleri ve faturalandırma süreçlerini yönetmek için web servisleri kullanılmıştır. Ayrıca, OCPP ile şarj istasyonları arasındaki haberleşme sağlanmaktadır. Web servislerinin kullanımı, sistemin farklı platformlarla sorunsuz entegrasyonunu mümkün kılarak, iş süreçlerini hızlandırmıştır.

PostgreSQL: Açık kaynaklı, nesne-ilişkisel bir veritabanı yönetim sistemidir. Karmaşık sorgular, JSON desteği ve genişletilebilirlik özellikleriyle modern yazılımlarda öne çıkar (PostgreSQL Global Development Group, 2025).

React Native: Meta (Facebook) tarafından geliştirilen, tek kod tabanıyla Android ve iOS için mobil uygulama geliştirmeye olanak tanıyan bir yazılım çatısıdır. Yerel bileşenlere erişim imkânı ile performanslı ve kullanıcı dostu mobil uygulamalar sağlar (Meta, 2025).

Next.js: React tabanlı modern bir web framework’tür. Sunucu tarafı render (SSR), statik site üretimi (SSG) ve API entegrasyonlarını destekler. SEO dostu ve ölçeklenebilir web uygulamaları geliştirmek için uygundur (Vercel, 2025).

RabbitMQ: Açık kaynaklı bir mesaj aracısıdır (message broker). AMQP protokolü başta olmak üzere farklı protokollerle çalışır. Gerçek zamanlı veri iletimi, işlem kuyrukları ve mikroservis entegrasyonlarında güvenilir bir altyapı sunar (RabbitMQ, 2025).

3.2 Teknolojilerin Tercih Nedenleri

Her bir teknoloji, proje gereksinimlerine uygun olarak dikkatlice seçilmiştir. Her teknolojinin kullanım gerekçeleri:

C#: Bu çalışmada arka uç (backend) servislerin ve mobil uygulamanın bağlanacağı API'lerin geliştirilmesinde C# dili tercih edilmiştir. C#'ın güçlü nesne yönelimli yapısı, şarj istasyonu yönetim sistemi gibi karmaşık ve modüler yazılımlarda kodun yeniden kullanılabilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, .NET Core/ASP.NET Core çatısı altında C# kullanılarak geliştirilen RESTful API'ler, mobil istemciler (Android/iOS) ile güvenli ve yüksek performanslı iletişim kurulmasını sağlamaktadır.

C# dili, asenkron programlama desteği (async/await), kapsamlı hata yönetim mekanizmaları ve güvenlik açısından sağladığı JWT tabanlı kimlik doğrulama, rol tabanlı erişim denetimi gibi özelliklerle, API güvenliğini de desteklemektedir. Bunun yanı sıra, Microsoft tarafından sürekli geliştirilen ve açık kaynak olarak yayımlanan .NET ekosistemi, bulut tabanlı ölçeklenebilir API geliştirme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Microsoft, 2025; ECMA International, 2023). Bu nedenlerle C#, mobil uygulamanın ihtiyaç duyduğu API'lerin geliştirilmesinde güvenilir ve performanslı bir tercih olmuştur.

Web Servisleri: Web servislerinin kullanımı, projede hem şarj istasyonu yönetiminde hem de faturalandırma ve ödeme işlemlerinde farklı sistemlerle entegrasyonu sağlar. OCPP, şarj istasyonlarının birlikte çalışabilirliğini ve uzaktan yönetimini sağlayarak operasyonel süreçleri kolaylaştırır. Aynı zamanda, EPDK ve GİB ile entegrasyonlar, projede yasal düzenlemelere uygun bir şekilde faturalandırma ve veri raporlama süreçlerinin yürütülmesini sağlar.

PostgreSQL: PostgreSQL, açık kaynaklı yapısı sayesinde lisans maliyeti gerektirmeyen bir veritabanı yönetim sistemi sunar. Bu yönüyle özellikle başlangıç aşamasındaki girişimler ve maliyet hassasiyeti olan projeler için önemli bir avantaj sağlamaktadır.

React Native: Mobil uygulamanın hem Android hem iOS cihazlarda tek kod tabanı üzerinden çalıştırılmasına olanak vermesi ve ayrıca herhangi bir lisans maliyeti olmaması nedeni ile tercih edilmiştir. Native kullanıcı arayüzü bileşenleri ile çalışması sayesinde,

mobil cihazlarda daha gerçekçi ve platforma özgü bir deneyim sunar. Bu yapı, uygulamanın yalnızca akıcı ve hızlı olmasını değil, aynı zamanda Android ve iOS ortamlarında kullanıcılara alışkın oldukları doğal görünüm ve etkileşimleri sağlamasını mümkün kılar.

Mobil uygulama geliştirme sürecinde Flutter yerine React Native'in tercih edilmesinin başlıca nedeni, mevcut yazılım ekosistemi ve geliştirme gereksinimleriyle daha uyumlu bir yapı sunmasıdır. React Native, JavaScript/TypeScript tabanlı olması sayesinde, proje kapsamında kullanılan web teknolojileri (örneğin Next.js) ile ortak bir teknoloji yığını oluşturmuştur. Bu durum, geliştirici ekibin aynı dil ve benzer kütüphanelerle hem web hem de mobil tarafında çalışabilmesine imkân vermiştir. Ayrıca React Native, native bileşenleri doğrudan kullanabilme kapasitesi sayesinde, Android ve iOS işletim sistemlerinde kullanıcıların alışkın oldukları görsel ve etkileşimsel deneyimi sunmada güçlü bir avantaj sağlamaktadır. Flutter, güçlü performans ve zengin widget kütüphanesi sunmasına rağmen, öğrenme eğrisinin daha dik olması ve mevcut sistemlerle entegrasyonda ek uyarlamalar gerektirmesi nedeniyle tercih edilmemiştir. Bu bağlamda, React Native'in daha geniş geliştirici topluluğu, hazır kütüphane desteği ve mevcut yazılım mimarisi ile uyumu, projede daha stratejik bir seçim olmasını sağlamıştır (Meta, 2025; Sönmez ve Aksoy, 2023).

Next.js: Next.js, açık kaynaklı olması ve lisans maliyeti gerektirmemesi nedeniyle tercih edilmiştir. Bu durum, hem geliştirme sürecinde maliyet avantajı sağlamış hem de yazılım çatısı sağladığı sunucu tarafı görüntüleme (SSR) ve statik site üretimi (SSG) özellikleriyle performansın artırılmasına katkıda bulunmuştur (Vercel, 2025). Ayrıca React tabanlı yapısı sayesinde esnek bir kodlama imkânı sunmakta, geliştiricilerin kolay ve hızlı şekilde özelleştirilmiş çözümler üretmesine olanak vermektedir. Bu yapı, kullanıcıya hızlı erişim ve modern bir arayüz deneyimi sağlamaktadır.

RabbitMQ: RabbitMQ, şarj işlemleri sırasında eşzamanlı olarak gerçekleşen ödeme, faturalandırma ve günlüklenme gibi mesajların güvenilir bir şekilde kuyruğa alınması ve işlenmesi için tercih edilmiştir. Dağıtık mimaride asenkron iletişim sağlayarak sistemin kararlılığını artırmaktadır. Geleneksel yöntemlerde, standart Windows servisleri verileri sürekli olarak veritabanından okuyarak kontrol etmek zorunda kalmaktadır. RabbitMQ sayesinde ise bu işlemler, açılan iş sıraları (queue) üzerinden yönetilmekte; hata durumunda mesajlar tekrar kuyruğa yönlendirilerek güvenli bir şekilde işlenmektedir. Böylece sistemin verimliliği artmakta ve veritabanına gereksiz sorgu yükü bindirilmemektedir.

3.3 Sistem Mimarisi ve Uygulama Tasarımı

Bu tez kapsamında önerilen sistem mimarisi, katmanlı ve modüler bir yapıda tasarlanmıştır. Mimari, temel olarak dört ana katmandan oluşmaktadır:

- (i) kullanıcı arayüzü katmanı (mobil uygulama ve web tabanlı yönetim paneli),
- (ii) uygulama sunucusu katmanı (Mobil uygulama ve Arka Ofis Api ve Ocpp Api),
- (iii) mesajlaşma ve arka plan işlem katmanı (RabbitMQ ve Windows Servis) ve
- (iv) veri ve entegrasyon katmanı (PostgreSQL veritabanı ve dış sistem entegrasyonları).

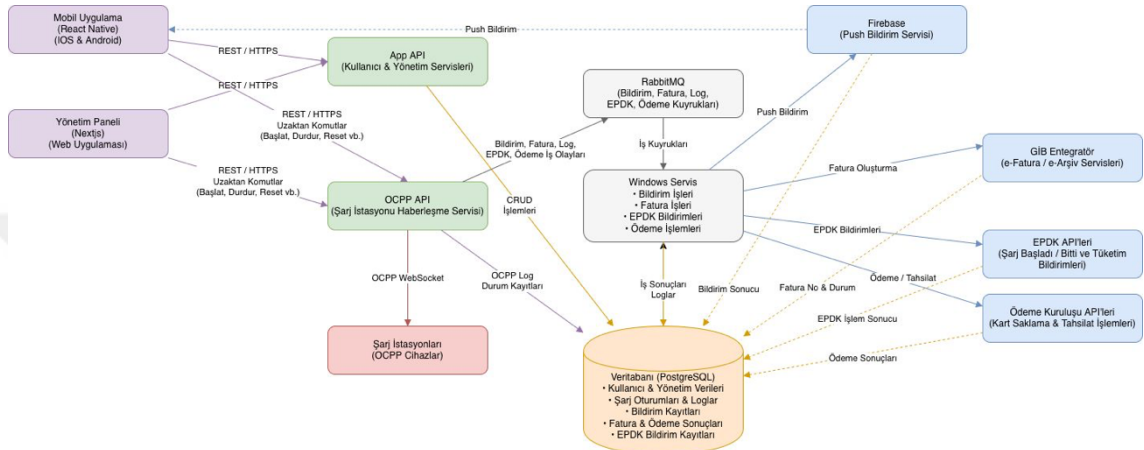
Bu yapı sayesinde kullanıcı etkileşimi, iş kuralları, asenkron iş süreçleri ve veri saklama bileşenleri birbirinden ayrılmakta; ölçeklenebilir, bakımı kolay ve genişletilebilir bir mimari elde edilmektedir.

Kullanıcı arayüzü katmanında, React Native tabanlı son kullanıcı mobil uygulaması ile web tabanlı yönetim paneli yer almaktadır. Mobil uygulama, kullanıcıların şarj istasyonlarını harita üzerinden görüntülemeleri, şarj işlemlerini yönetmeleri, ödeme ve fatura bilgilerine erişimleri için tasarlanmış olup Android ve iOS işletim sistemlerinde tek bir kod tabanıyla çalışmaktadır. Yönetim paneli ise şarj ağı işletmecilerinin istasyon yönetimi, kullanıcı takibi, fiyatlandırma ve raporlama süreçlerini kontrol edebilecekleri web tabanlı bir arayüz sunmaktadır.

Uygulama sunucusu katmanında yer alan Arka Ofis Api, hem mobil uygulamadan hem de yönetim panelinden gelen istekleri karşılayan, kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreçlerini yöneten ve iş kurallarını uygulayan merkezi bileşendir. OCPP API ise şarj istasyonlarının OCPP protokolü üzerinden CSMS ile haberleşmesini sağlayan servis olarak konumlandırılmıştır. Bu iki bileşen, C# ve .NET Core teknolojileri kullanılarak geliştirilmiş olup, REST tabanlı web servisleri aracılığıyla istemcilerle ve diğer arka ofis bileşenleriyle iletişim kurmaktadır.

Mesajlaşma ve arka plan işlem katmanında RabbitMQ ve Windows Servis yer almaktadır. Şarj oturumlarına ilişkin ödeme, faturalandırma, bildirim ve EPDK veri bildirimleri gibi zamanlanmış veya asenkron yürütülmesi gereken işlemler, Arka Ofis Api ve OCPP API tarafından doğrudan gerçekleştirilmek yerine mesaj kuyruğu üzerinden Windows Servisi'ne iletilmektedir. Bu sayede hem ön uç ve API katmanlarının yanıt süreleri kısaltılmakta hem de yoğun yük altında sistemin kararlılığı artırılmaktadır. Windows Servisi, kuyruğa düşen işleri sırasıyla işleyerek GİB entegratörü, EPDK web servisleri, ödeme kuruluşu API'leri ve Firebase gibi dış sistemlerle haberleşmekte; elde edilen sonuçları PostgreSQL veritabanına kaydetmektedir.

Veri ve entegrasyon katmanı ise PostgreSQL üzerinde tasarlanan veritabanı yapısı ile EPDK, GİB ve ödeme kuruluşlarına ait web servislerini kapsamaktadır. Veritabanı; kullanıcı bilgileri, şarj oturumları, cihaz logları, fatura kayıtları, ödeme sonuçları ve EPDK'ya iletilen bildirimlerin saklandığı merkezi yapı olarak kurgulanmıştır. Bu katman, hem hukuki yükümlülüklerin yerine getirilmesini sağlayan regülasyon verilerini hem de işletmecinin operasyonel ve analitik kararlarını destekleyen veri yapısını içermektedir.



Şekil 1. Şarj İstasyonu Yönetim Sisteminin Genel Uygulama Mimarisi

3.4 Projenin Geliştirilme Aşamaları

Bu aşamada tez çalışması kapsamında geliştirilecek olan mobil uygulamanın geliştirme yaşam döngüsü açıklanacaktır.

3.4.1 İhtiyaç Analizi ve Tasarım

Şarj istasyonu yönetim sistemi için yazılım geliştirme süreci, beş temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, kullanıcı ihtiyaçları analiz edilmiştir. Bu kapsamda, şarj istasyonlarının uygulama üzerinden bulunması, kullanıcı tanımlama, şarj başlatma ve bitirme ve ödeme yönetimi oluşturma işlemleri gibi işlevler ele alınmıştır. Ayrıca, kullanıcı alışkanlıklarının incelenmesi yoluyla sistemin işlevselliğini geliştirecek altyapı ve yazılım iyileştirmeleri planlanmıştır.

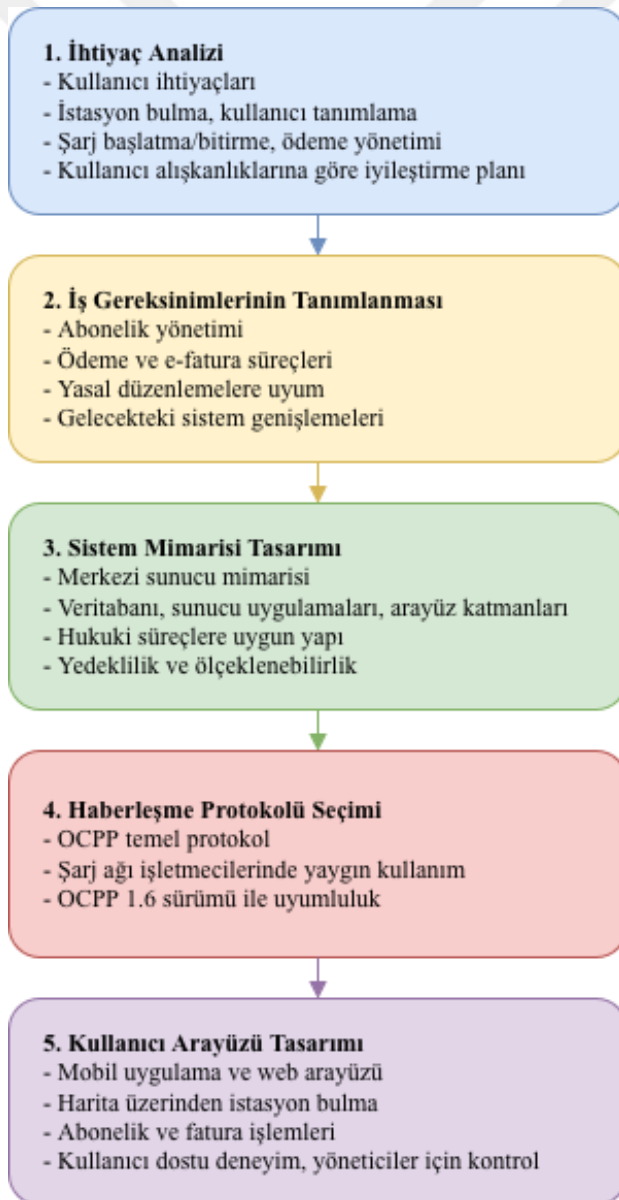
İkinci aşamada, iş gereksinimleri tanımlanmıştır. Abonelik yönetimi, ödeme ve e-fatura süreçlerine ilişkin veriler, yasal düzenlemeler çerçevesinde önceliklendirilmiş ve gelecekteki sistem genişlemelerine yönelik ihtiyaçlar belirlenmiştir.

Üçüncü aşama, sistem mimarisi tasarımını kapsamaktadır. Bu aşamada, hukuki süreçler dikkate alınarak merkezi sunucu mimarisi geliştirilmiş; veritabanı yönetimi, sunucu uygulamaları ve arayüz katmanları gibi modüller tanımlanmıştır. Yedeklilik ve

ölçeklenebilirlik ilkeleri göz önünde bulundurularak sürdürülebilir bir mimari yapı tasarlanmıştır.

Dördüncü aşamada, haberleşme protokolü seçimi gerçekleştirilmiştir. Şarj istasyonu işletmecilerinin yaygın biçimde kullandığı OCPP (Open Charge Point Protocol) temel protokol olarak belirlenmiş, piyasada yer alan OCPP 1.6 sürümü sistemle uyumlu olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Son aşamada ise kullanıcı arayüzü tasarımı yapılmıştır. Mobil uygulama ve web tabanlı arayüzler geliştirilerek, kullanıcıların şarj istasyonlarını harita üzerinden kolaylıkla bulmaları, aboneliklerini yönetmeleri ve fatura işlemlerini gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Böylece kullanıcı dostu bir deneyim sunulurken, sistem yöneticilerinin de operasyonel süreçleri etkin şekilde kontrol etmesi mümkün hale getirilmiştir.



Şekil 2. İhtiyaç Analizi ve Tasarım

3.4.2 Windows Servis

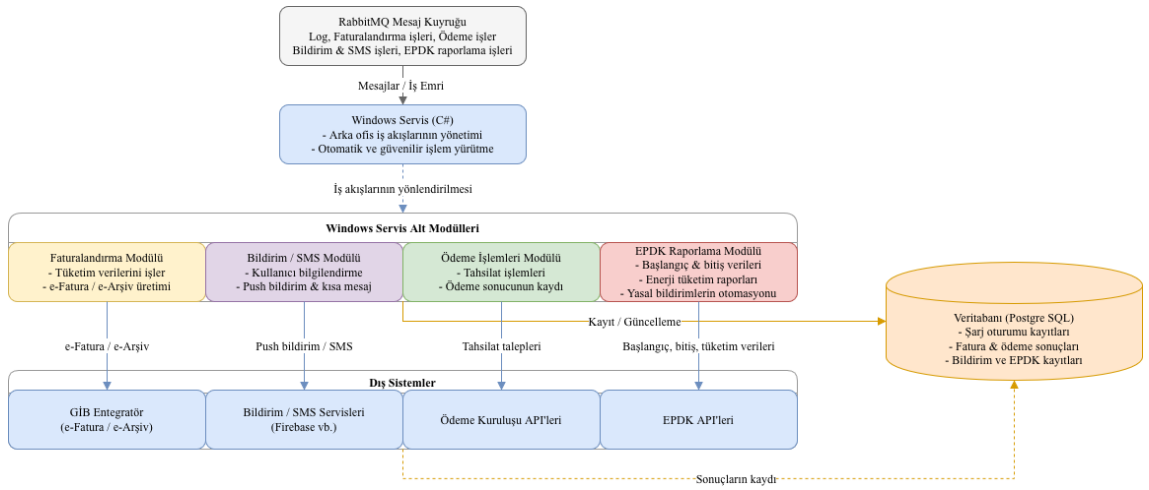
Elektrikli araç şarj istasyonlarının yalnızca sahadaki cihaz yönetimini değil, aynı zamanda arka planda yürütülmesi gereken kurumsal süreçleri de desteklemesi gerekmektedir. Bu bağlamda, çalışmada geliştirilen Windows Servisi, şarj oturumlarının tamamlanmasının ardından devreye giren arka ofis işlemlerini yönetmek amacıyla tasarlanmıştır. Servis doğrudan şarj başlatma veya durdurma fonksiyonlarını gerçekleştirmemekte, bunun yerine bu işlemlerden sonra tetiklenen kritik iş akışlarını organize etmektedir.

Servis, öncelikle faturalandırma ve ödeme süreçlerini yönetmekte; şarj oturumuna ilişkin tüketim verilerini işleyerek e-fatura ve e-arşiv belgelerinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, kullanıcıya yönelik bildirim ve kısa mesaj iletimi gerçekleştirilerek şarj seansına dair bilgilendirme yapılmaktadır. Önemli bir diğer işlevi ise, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenen düzenlemeler kapsamında, şarj oturumlarına ilişkin başlangıç, bitiş ve enerji tüketim verilerinin raporlanmasıdır. Böylelikle, yasal gerekliliklerin yerine getirilmesi otomatik ve hatasız bir şekilde sağlanmaktadır.

Sistemin performanslı ve güvenilir çalışabilmesi için servis, RabbitMQ mesaj kuyruğu altyapısını kullanmaktadır. Şarj istasyonlarından elde edilen veriler öncelikle kuyruğa alınmakta, ardından sırasıyla faturalandırma, ödeme, kullanıcı bilgilendirme ve regülasyon raporlaması gibi farklı modüllere yönlendirilmektedir. Bu yapı, yoğun işlem trafiğinin güvenli, ölçeklenebilir ve kesintisiz bir biçimde yönetilmesine imkân tanımaktadır.

Teknolojik açıdan servis, C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiş olup, arka ofis işlemlerinin yönetimini destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Servis, şarj oturumlarına ilişkin faturalandırma, ödeme, bildirim, SMS gönderimi ve EPDK veri raporlaması gibi süreçlerin otomatik ve güvenilir bir biçimde yürütülmesini sağlamaktadır.

Sonuç olarak geliştirilen Windows Servisi, şarj oturumlarının ardından gerçekleşen tüm kurumsal iş akışlarını yöneterek, işletmeler için operasyonel verimlilik ve yasal uyumluluk sağlamaktadır. Servisin RabbitMQ tabanlı mimarisi sayesinde, yüksek hacimli veri trafiği güvenli bir şekilde işlenebilmekte; kullanıcı deneyimi, finansal süreçler ve regülasyon yükümlülükleri arasında bütüncül bir denge oluşturulmaktadır.



Şekil 3. Windows Servis Mimari

3.4.3 Web Servis

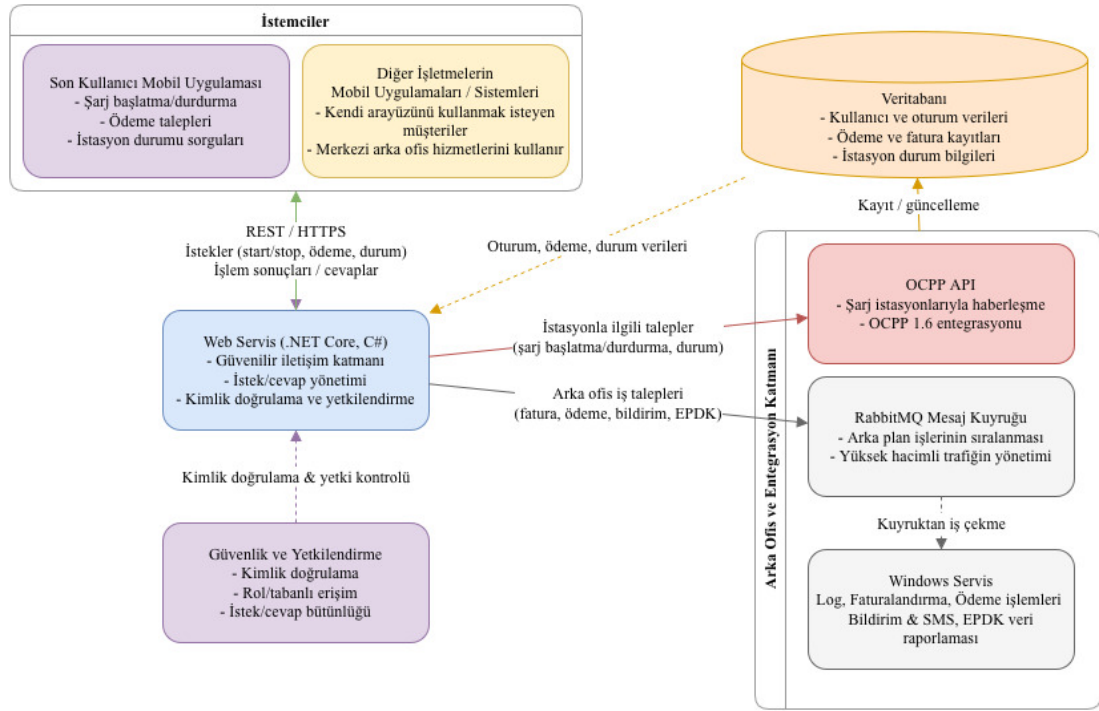
Geliştirilen web servis, son kullanıcı mobil uygulaması ile arka ofis yazılımı arasında güvenilir bir iletişim katmanı oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır. Servis, mobil uygulama üzerinden gelen şarj başlatma, durdurma, ödeme ve istasyon durumuna ilişkin taleplerin alınmasını, işlenmesi ve bu talepler sonucunda üretilen cevapların tekrar uygulama tarafına geri döndürülmesini sağlamaktadır. Böylelikle kullanıcı, cihazla ilgili tüm işlemleri tek bir kanal üzerinden kesintisiz biçimde gerçekleştirebilmektedir.

Ayrıca sistem, yalnızca geliştirilen mobil uygulama için değil, kendi mobil uygulamasını kullanmaya devam etmek isteyen fakat şarj istasyonlarının arka ofis süreçlerinde bu yazılımı tercih eden işletmeler için de kullanılabilir bir yapıda geliştirilmiştir. Bu durum, çözümün çoklu müşteri senaryolarına uyum sağlamasına ve farklı işletmelerin kendi sistemlerini koruyarak merkezi arka ofis hizmetlerinden faydalanabilmesine olanak tanımaktadır.

Teknolojik açıdan web servis, C# dili ve .NET Core platformu kullanılarak geliştirilmiş, şarj istasyonlarıyla haberleşmede sektör standardı haline gelen OCPP protokolü temel alınmıştır. Özellikle OCPP 1.6 sürümünün entegrasyonu önceliklendirilmiş, böylece piyasada yaygın olarak kullanılan istasyonlarla uyumluluk sağlanmıştır. Web servis, istek-cevap mekanizması üzerine kurgulanmış olup, mobil uygulama ve arka ofis tarafından gönderilen taleplerin Windows Servisi üzerinden işlenmesi ve güvenli bir şekilde geri bildirilmesi esasına dayanmaktadır.

Son olarak, güvenlik ve yetkilendirme süreçleri entegrasyonun ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmıştır. İstek ve cevapların bütünlüğünün korunması, kullanıcı kimlik doğrulama ve yetkilendirme adımlarının uygulanmasıyla yalnızca yetkili kullanıcıların sisteme erişimi sağlanmış ve veri güvenliği garanti altına alınmıştır. Bu sayede geliştirilen

web servis, hem kullanıcı deneyimini hem de arka ofis yönetim süreçlerini destekleyen güvenilir, ölçeklenebilir ve sürdürülebilir bir çözüm ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Web Servis Mimarisi

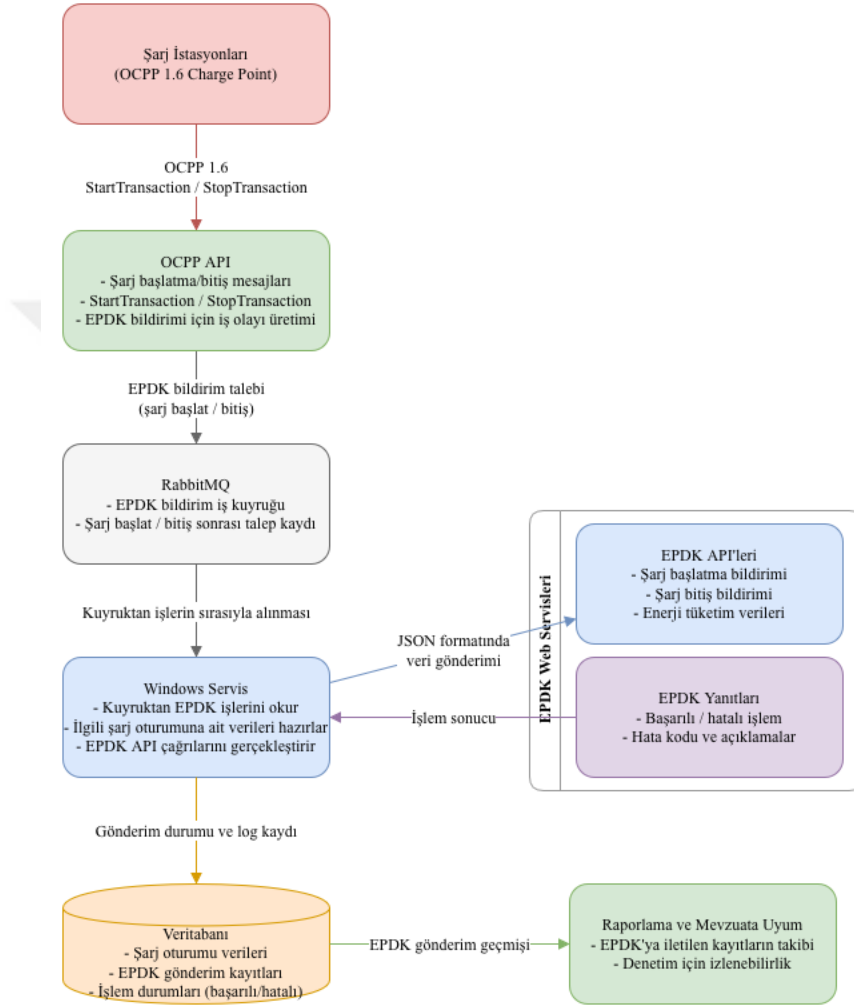
3.4.4 EPDK Web Servis Entegrasyonu

Elektrikli Araç (EV) şarj ağı işletmecilerinin, sahip oldukları şarj istasyonlarının güncel durum verilerini Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından sağlanan web servislerine düzenli olarak iletmeleri yasal bir zorunluluktur. Bu doğrultuda, geliştirilen sistemde EPDK Web Servis Entegrasyonu önemli bir bileşen olarak ele alınmıştır. Entegrasyon süreci, şarj istasyonlarının kullanım ve durum bilgilerinin toplanarak uygun formatlarda hazırlanmasını ve EPDK'nın belirlediği standartlara uygun biçimde ilgili servislere gönderilmesini kapsamaktadır.

Teknolojik açıdan entegrasyon, C# dili ve .NET Core platformu kullanılarak geliştirilmiştir. Bu tercih, hem mevcut sistem mimarisiyle uyumluluk hem de uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlamaktadır. Veri toplama aşamasında, şarj istasyonlarının çalışma durumu, enerji tüketimi ve kullanıcı işlemleri gibi bilgiler düzenli aralıklarla kaydedilmiş, ardından EPDK'nın teknik gerekliliklerine uygun olacak biçimde dönüştürülmüştür. Hazırlanan bu veriler, EPDK'nın web servislerine güvenli iletişim protokolleri aracılığıyla aktarılmıştır.

Sürecin devamında, entegrasyon işlemleri sürekli olarak izlenmiş ve gönderilen verilerin doğruluğu test edilmiştir. Bu kapsamda gerçekleştirilen test süreçleri, yalnızca

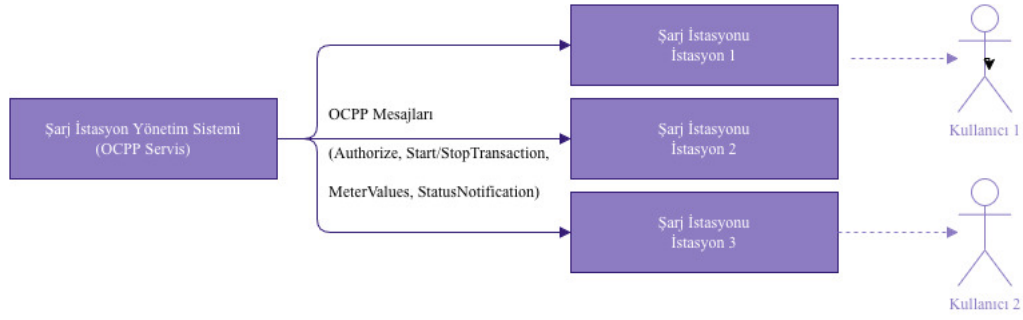
entegrasyonun teknik olarak başarıyla tamamlandığını değil, aynı zamanda EPDK tarafından belirlenen kriterlerin de karşılandığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, geliştirilen entegrasyon modülü hem mevzuata uyum sağlamış hem de şarj istasyonları işletmecileri için raporlama ve denetim süreçlerini kolaylaştıran güvenilir bir çözüm sunmuştur.



Şekil 5. EPDK Servis Mimarisi

3.4.5 OCPP Servisi ve Şarj İşlem Akışı

Şekil 6 gösterildiği üzere OCPP servisi, elektrikli araç şarj istasyonları ile merkezi yönetim yazılımı arasında iki yönlü ve standartlaştırılmış bir iletişim katmanı sağlamaktadır. OCPP 1.6 sürümü, şarj oturumlarının başlatılması, izlenmesi ve sonlandırılması için gerekli olan BootNotification, Heartbeat, Authorize, StartTransaction, MeterValues ve StopTransaction gibi mesaj tiplerini tanımlayarak istasyonların uzaktan yönetilebilirliğini ve birlikte çalışabilirliğini sağlamaktadır.



Şekil 6. OCPP Merkezi Topolojisi

OCPP mimarisinde, şarj istasyonu ağ üzerindeki istemci bileşeni (Charge Point), merkezi sisteme güvenli bir bağlantı üzerinden (WebSocket tabanlı OCPP-J veya SOAP tabanlı OCPP-S) bağlanmakta ve tüm protokol mesajları bu bağlantı üzerinden iletilmektedir. Bağlantının ilk safhasında istasyon, BootNotification mesajı göndererek kendisini merkeze tanıtır; merkez tarafından gönderilen BootNotification.conf ile istasyonun kabul durumu ve Heartbeat periyodu belirlenir. Bu sayede, şarj istasyonunun çevrimiçi durumu ve konfigürasyonu merkezi sistem tarafından sürekli olarak izlenebilir hale gelmektedir.

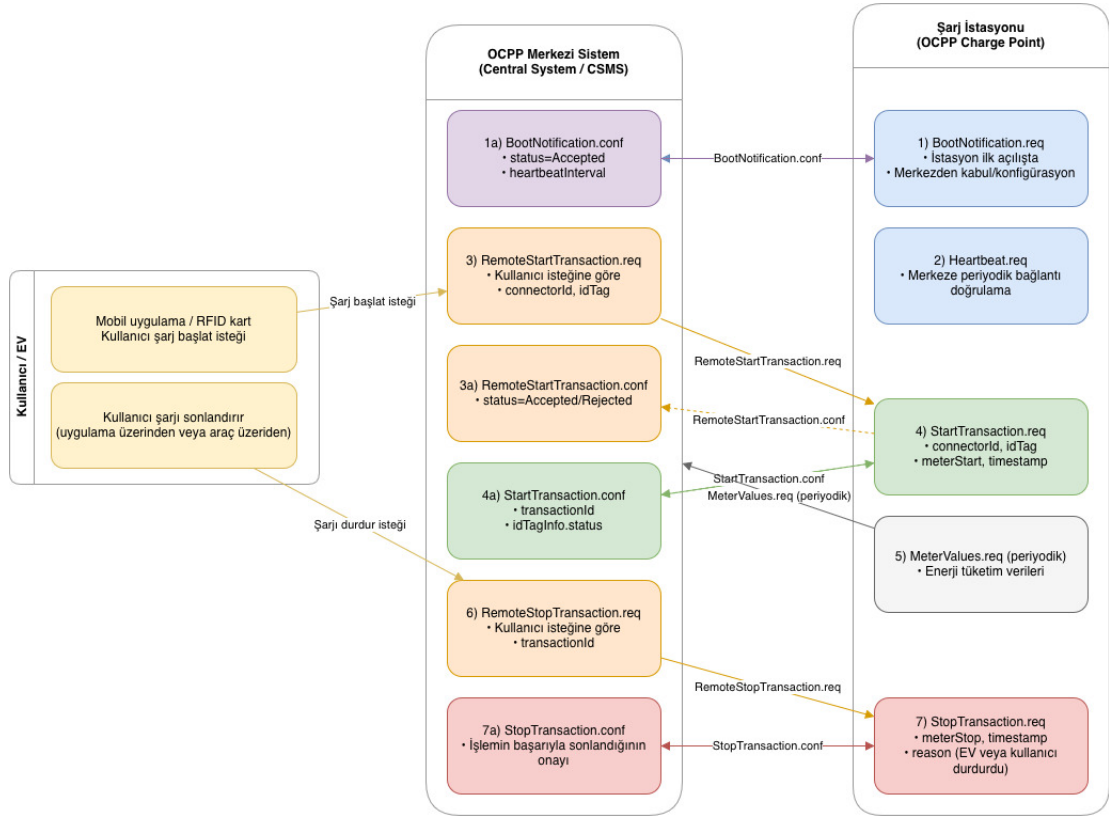
Şarj oturumu başlatma sürecinde, öncelikle kullanıcının mobil uygulama veya RFID kart gibi bir kimlik doğrulama aracı ile yetkilendirilmesi gerekmektedir. Yetkilendirme başarılı olduktan sonra, kullanıcı şarj başlatma talebini uygulama üzerinden iletebilmekte; merkezi sistem bu talep doğrultusunda ilgili istasyona RemoteStartTransaction.req mesajı göndermektedir. İstasyon, bu isteği değerlendirdikten sonra RemoteStartTransaction.conf ile sonucu bildirir ve gerekli önkoşullar (araç bağlantısı, konnektör uygunluğu, izinli kimlik bilgisi vb.) sağlandığında, StartTransaction.req mesajı ile işlem başlatıldığını merkeze bildirir. StartTransaction mesajı içerisinde; kullanılan konnektör numarası (connectorId), kullanıcı kimliği (idTag), başlangıç sayaç değeri (meterStart) ve zaman damgası (timestamp) yer almakta, merkezi sistem de StartTransaction.conf ile işlem için benzersiz bir transactionId atamaktadır.

Şarj oturumu devam ederken istasyon, enerji tüketimini ve anlık durumunu merkezi sisteme iletmek amacıyla periyodik veya saat hizalı MeterValues.req mesajları üretmektedir. Bu mesajlar, OCPP’de “transaction-related messages” olarak tanımlanan ve StartTransaction ile StopTransaction arasında kronolojik sıra ile iletilmesi gereken mesaj grubunun bir parçasıdır. OCPP 1.6 spesifikasyonu, bu mesajların çevrimdışı senaryolarda da kuyruklanarak bağlantı yeniden sağlandığında sırayla gönderilmesini zorunlu kılmaktadır; böylece enerji tüketim kayıtlarının bütünlüğü korunmakta ve geriye dönük faturalandırma süreçleri desteklenmektedir.

Şarj oturumunun sonlandırılması iki farklı biçimde gerçekleşebilmektedir. Birinci durumda, kullanıcı mobil uygulama üzerinden veya istasyon arayüzü ile şarjı durdurur; merkezi sistem bu talebe karşılık ilgili istasyona RemoteStopTransaction.req mesajını iletir. İkinci durumda ise kullanıcı doğrudan kabloyu çıkararak veya aracın şarjı tamamlayarak işlemi sonlandırır; bu durumda şarj istasyonu işlemi yerel olarak bitirir. Her iki senaryoda da istasyon, oturum sonunda StopTransaction.req mesajını göndererek son sayaç değeri (meterStop), işlemin bitiş zamanını ve gerekirse “reason” alanı ile bitiş sebebini (örneğin: Local, EVDisconnected, DeAuthorized vb.) merkeze raporlar. Merkezi sistem, StopTransaction.conf ile mesajın başarıyla işlendiğini onaylar ve ilgili işlem, faturalandırma ve raporlama süreçleri için tamamlanmış bir kayıt haline gelir.

OCPP spesifikasyonunda işlem (transaction) kavramı, enerji transfer dönemleriyle ilişkili olarak tanımlanmaktadır. Bir transaction, tüm şarj oturumunu temsil ederken; bu oturum içerisinde bir veya birden fazla Enerji Transfer Periyodu (EnergyTransferPeriod) meydana gelebilmekte, bu periyotlar EVSE veya araç tarafından başlatılan askıya alma (suspense) durumları ile birbirinden ayrılabilir. StartTransaction–StopTransaction aralığında gönderilen MeterValues ve durum bildirimleri, merkezi sistemin bu periyotları geriye dönük olarak çıkarmasına imkân tanımaktadır. Bu yapı, geliştirilen sistemde hem dinamik tarife uygulamalarını hem de ayrıntılı enerji tüketim analizlerini mümkün kılarak, şarj istasyonu yönetim yazılımının işlevselliğini artırmaktadır.

Bu bağlamda OCPP Servisi, cihazların sunucu ile bağlantısını yalnızca temel komut alışverişi düzeyinde değil, aynı zamanda işlem bütünlüğü, zaman damgalı veri iletimi ve regülasyonlara uygun geriye dönük raporlama ihtiyaçlarını da karşılayacak biçimde kurgulanmıştır. Tez kapsamında geliştirilen mimaride, OCPP 1.6 protokolü; mobil uygulama, arka ofis yazılımları ve regülasyon entegrasyonları (örneğin EPDK bildirimi ve faturalandırma alt sistemleri) ile bütünleşik bir yapı içerisinde ele alınmış ve şarj başlatma–bitirme süreçlerinin hem kullanıcı deneyimi hem de kurumsal gereksinimler açısından güvenilir, izlenebilir ve genişletilebilir şekilde yönetilmesi sağlanmıştır.



Şekil 7. OCPP 1.6 Servis Mimarisinde Şarj Başlatma ve Bitirme Mesaj Akışı

3.4.6 Son Kullanıcı Mobil Uygulaması;

Bu çalışmada geliştirilen sistemin en görünür bileşeni, elektrikli araç kullanıcılarına yönelik olarak tasarlanan mobil uygulamadır. Uygulama, kullanıcıların şarj istasyonlarını harita üzerinde görüntülemesine, uygun istasyonlara yönelik rota planlaması yapmasına ve şarj işlemlerini kolaylıkla yönetmesine imkân tanıyacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarım sürecinde kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınarak, şarj başlatma, durdurma, ödeme yönetimi, abonelik işlemleri ve e-fatura görüntüleme gibi işlevler öncelikli olarak ele alınmıştır.

Mobil uygulama, React Native teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir. Bu tercih, tek bir kod tabanı üzerinden hem Android hem de iOS cihazlarda doğal kullanıcı deneyimi sunabilme imkânı sağlamaktadır. Uygulamanın veri yönetiminde ise PostgreSQL tercih edilmiş, bu sayede ölçeklenebilir, güvenilir ve yüksek performanslı bir veritabanı altyapısı oluşturulmuştur. Kullanıcıların sisteme erişimi için kimlik doğrulama ve yetkilendirme mekanizmaları tasarlanmış; OTP (tek kullanımlık şifre) tabanlı doğrulama yöntemi uygulanarak güvenli giriş sağlanmıştır.

Fonksiyonel açıdan uygulama, kullanıcıların mevcut konumları doğrultusunda en yakın şarj istasyonlarını görüntüleyebilmesini, mesafe, tip ve doluluk bilgilerine erişebilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca navigasyon ve rota yönlendirme özellikleri

ile kullanıcıların hızlı ve verimli biçimde şarj hizmetine ulaşması desteklenmiştir. Uygulama, abonelik işlemlerinin uzaktan yönetilmesine imkân tanımakta; kullanıcılar kendi kullanım haklarını tanımlayabilmekte ve bu kapsamda şarj hizmetlerine erişebilmektedir.

Faturalandırma ve ödeme modülü, şarj işlemlerine ait e-Faturaların görüntülenmesine, ödeme yöntemlerinin yönetilmesine ve geçmiş işlemler hakkında detaylı bilgilere ulaşılmasına olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, kullanıcıların şarj istatistikleri ve kullanım geçmişine ilişkin analizler sunularak, bireysel şarj alışkanlıklarının daha iyi anlaşılması sağlanmaktadır.

Son olarak, uygulama kapsamında geliştirilen geri bildirim ve inceleme modülü, kullanıcıların hizmet kalitesi hakkındaki görüşlerini paylaşmasına imkân tanımaktadır. Bu sayede hem diğer kullanıcıların deneyimlerinden faydalanması sağlanmakta hem de işletmecilerin hizmet kalitesini artırmasına yönelik veriler elde edilmektedir.

3.4.7 Arka Ofis Uygulaması;

Elektrikli Araç (EV) Şarj Ağı firmalarının kullanması öngörülen arka ofis uygulamasının web tabanlı geliştirilmesi planlanmaktadır. Lisans sahibi yetkili işletmelerin mevzuatlara ve yasal düzenlemelere uygun şekilde faaliyet gösterebilmesi için arka ofis yazılım sistemleri kritik bir rol üstlenmektedir. Bu sistemler; şarj istasyonlarına ilişkin operasyonel süreçlerin yönetimini, müşteri ilişkilerinin takibini, finansal işlemleri ve mevzuata uygun raporlamaları kapsayan bütüncül bir yazılım arayüzü sunmaktadır. Çalışmada geliştirilen arka ofis uygulaması, web tabanlı bir yapıda tasarlanmış olup, yetkili işletmelerin bünyelerindeki tüm şarj istasyonlarını merkezi olarak yönetebilmesine imkân tanımaktadır.

Arka ofis sistemi, birden fazla fonksiyonel modül içermektedir. şarj istasyonlarının enerji tüketimi, anlık enerji talepleri, toplam şarj süreleri ve benzeri performans göstergeleri kayıt altına alınmış ve ilişkisel veri tabanında PostgreSQL Global Development Group, 2025 depolanmıştır. Müşteri ilişkileri yönetimi modülünde, kullanıcıların kişisel, üyelik ve araç bilgileri ile faturalandırma ve ödeme süreçleri kayıt altına alınmış; geçmiş şarj işlemleri üzerinden kullanıcı davranışları analiz edilerek müşteri odaklı hizmetlerin geliştirilmesine katkı sağlanmıştır.

Şarj istasyonu yönetimi bileşeni sayesinde istasyonların aktiflik durumu, enerji kapasiteleri, doluluk oranları ve lokasyon bazlı performansları izlenebilmiş; yöneticiler web tabanlı uygulama üzerinden uzaktan erişim sağlayarak açma, kapama ve sıfırlama gibi işlemleri gerçekleştirebilmiştir. Arıza ve bakım yönetimi fonksiyonu ise olası teknik

sorunların ve bakım ihtiyaçlarının sisteme anında raporlanmasını sağlamış, ilgili teknik ekiplerin planlanması ve müdahale süreçlerinin etkin şekilde organize edilmesine imkân tanımıştır.

Sistemin bir diğer işlevi olan raporlama ve analitik işlemler, kullanıcı talepleri, istasyon kullanımları ve finansal hareketlerin analiz edilmesine dayalı olarak hem işletme yöneticileri hem de denetleyici kurumlara yönelik periyodik raporlar üretmiştir.

Web tabanlı arka ofis yazılımı yalnızca müşteri ilişkileri ve faturalandırma süreçlerinin etkin yönetimini değil, aynı zamanda şarj cihazlarının geliştirilmesi planlanan web servis entegrasyonu üzerinden uzaktan kontrol edilmesini de mümkün kılmıştır.

Sürecin başlangıcında, geliştirilecek yazılım için ön şablon tasarımları hazırlanmış, kullanıcı ihtiyaçları ve sektörel gereksinimler doğrultusunda temel işlevler belirlenmiştir. Teknoloji tercihleri aşamasında ise, kullanıcı arayüzünün web tabanlı geliştirilmesi için Next.js tercih edilmiş, arka uç geliştirmeleri C# .NET Core ile gerçekleştirilmiş ve mevcut yapıdaki PostgreSQL veritabanı kullanılmıştır.

Uygulamanın güvenlik altyapısı kapsamında, çalışanların sisteme girişlerinde kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreçleri uygulanmış, böylelikle kullanıcı rolleri çerçevesinde kontrollü erişim sağlanmıştır. Sistem, şarj istasyonlarına ait coğrafi konum, bağlı cihaz sayısı, kapasite bilgileri ve müşteri verilerini kayıt altına alarak merkezi bir veri yönetimi sunmuştur. Bunun yanı sıra, müşteri abonelikleri, kullanım geçmişi ve ödeme bilgileri gibi veriler de bu aşamada entegre edilmiştir.

Faturalandırma süreçleri, şarj istasyonlarının kullanımına bağlı olarak otomatik biçimde yürütülmüş; e-Fatura oluşturma, gönderme ve ödeme takibi sistemin ayrılmaz bir parçası olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, geliştirilen web servis entegrasyonu sayesinde şarj istasyonlarının güncel durumları, yazılım güncellemeleri, kullanılabilirlik raporları ve gerektiğinde uzaktan müdahaleler arka ofis üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen arka ofis uygulaması, işletmeler için operasyonel verimlilik sağlamış, mevzuata uyumluluğu desteklemiş ve müşteri memnuniyetini artıracak bir dijital yönetim platformu ortaya koymuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Mobil Uygulama Bulguları ve Tartışma

00:40   23

Merhaba !
Hoş Geldiniz

Telefon numaranızı giriniz

+90 

Telefonunuza bir onay kodu gönderebilmemiz için numaranızı girmeniz gerekir.

Devam Et

Üye olmadan devam et

Şekil 8. Mobil uygulama giriş ekranı

Şekil 8’de verilen görsel kullanıcıların sisteme erişimini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Ekranda “Hoş Geldiniz” başlığı altında telefon numarasının girileceği bir alan bulunmaktadır. Kullanıcı, ülke kodu seçici (+90 vb.) ve metin kutusu aracılığıyla telefon numarasını girmekte, ardından “Devam Et” butonuna basarak doğrulama sürecini başlatmaktadır. Bu doğrulama işlemi, mobil uygulamalarda yaygın olarak kullanılan SMS OTP (Tek Seferlik Şifre) yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Böylece hem güvenlik hem de kimlik doğrulama süreci basitleştirilmiştir. Bununla birlikte, ekranda sunulan

“Üye olmadan devam et” seçeneği, kullanıcıların hızlı biçimde uygulamayı incelemesine ve sınırlı fonksiyonlarla devam etmesine imkân tanımaktadır

00:44

Telefonu Doğrula

Güvenlik kodunuz +90 gönderildi

OTP Güvenlik kodunu giriniz

9 6 0

01:17

Doğrula

1 2 3
ABC DEF

4 5 6
GHI JKL MNO

7 8 9
PQRS TUV WXYZ

0

Şekil 9. OTP (tek seferlik parola) doğrulama ekranı

Mobil uygulamanın ikinci adımı, Şekil 9’de belirtildiği üzere kullanıcı kimliğinin doğrulanmasına yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu ekranda, kullanıcının cep telefonuna kısa mesaj ile gönderilen OTP (Tek Seferlik Parola) kodunu girmesi beklenmektedir. Kullanıcıya dört haneli giriş kutuları sunulmakta, ayrıca doğrulama işlemini başlatmak için “Doğrula” butonu yer almaktadır. Bunun yanı sıra, ekranda kodun geçerlilik süresini gösteren bir sayaç bulunmakta ve sürenin dolması durumunda kullanıcıya yeni bir kod talep etme imkânı tanınmaktadır. Bu doğrulama adımı, hesap güvenliğinin sağlanması ve yetkisiz erişimlerin engellenmesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir.

00:47   22

 Kayıt Oluştur

☒ T.C Vatandaşı Değilim

Ad
Test

Soyad
Hesabı

Mail Adresi
odogan@benimteknolojim.com

İl
GÜMÜŞHANE

İlçe
MERKEZ

Araç Marka

Plaka

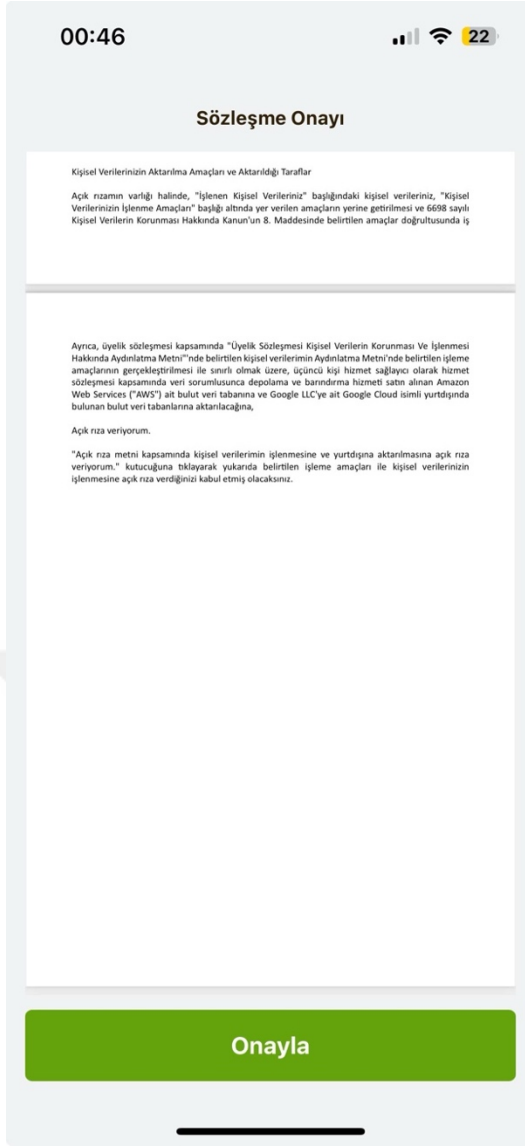
☐ Üyelik sözleşmesi'ni okudum ve kabul ediyorum

☐ KVKK ve Açık Rıza Metnini okudum ve kabul ediyorum

Kayıt Oluştur

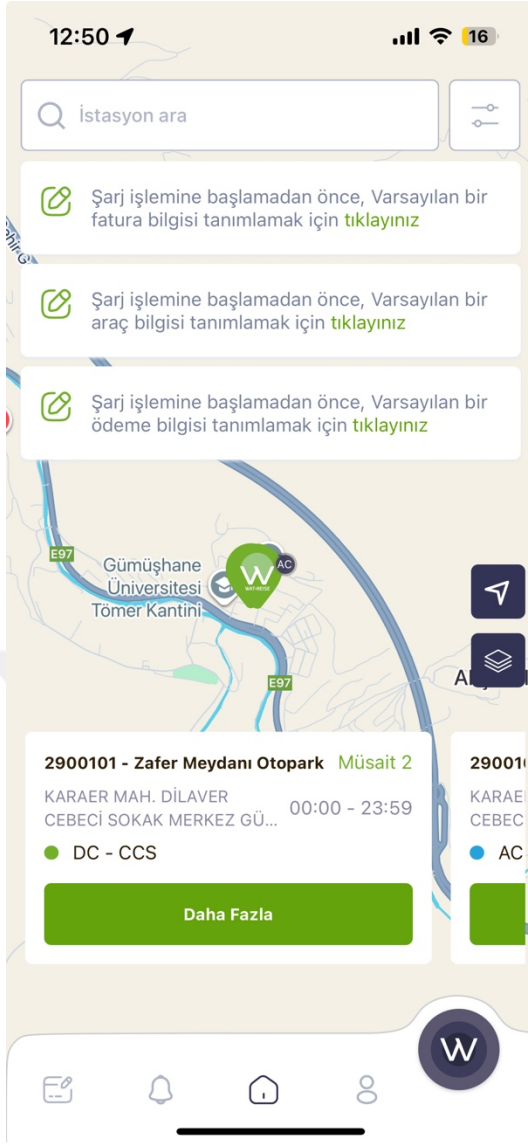
Şekil 10. Kullanıcı kayıt ekranı

Şekil 10'te görüldüğü üzere kullanıcı kayıt ekranında temel kimlik, adres ve elektrikli araçlara özgü marka ile plaka bilgileri için alanlar yer alır. Ayrıca, “Üyelik Sözleşmesi’ni okudum ve kabul ediyorum” ile “KVKK ve Açık Rıza Metnini okudum ve kabul ediyorum” seçenekleri kullanıcıların yasal metinlere onay verilebilmesi için Şekil 11. Sözleşme görüntüleme ve onaylama ekranına yönlendirme sağlanmaktadır. “Kayıt Oluştur” butonuna basıldığında, girilen bilgilerin doğruluğu kontrol edilmekte ve doğrulamanın ardından kullanıcıya özel hesap aktif hâle gelmektedir. Bu ekran, kimlik doğrulama ve faturalandırma süreçlerinin güvenilir şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır.



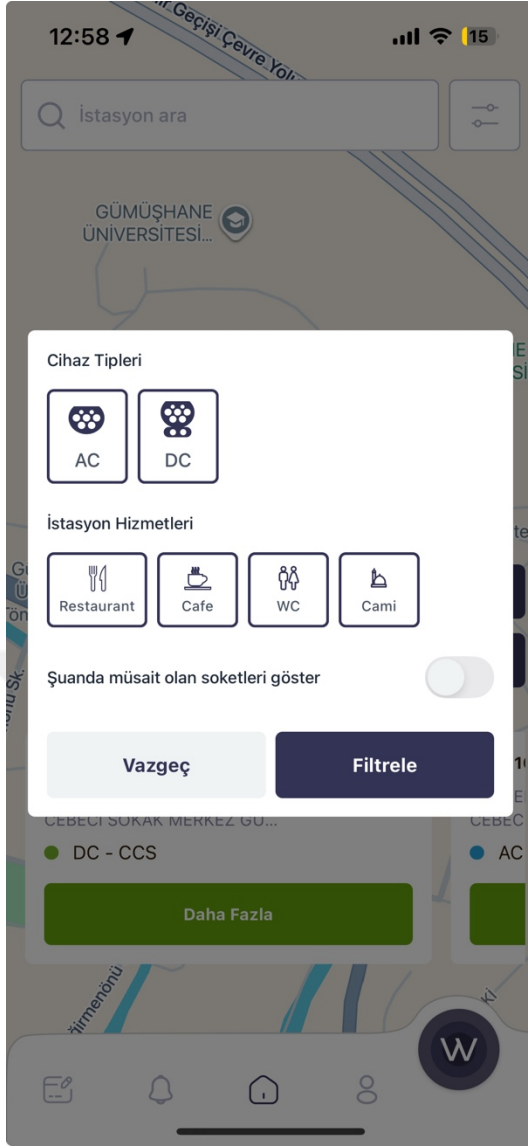
Şekil 11. Sözleşme görüntüleme ve onaylama

Şekil 11’te gösterildiği üzere, sözleşme onay ekranında kullanıcıya Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında açık rıza metni ve üyelik sözleşmesine ilişkin maddeler sunulmaktadır. Bu ekran, hukuki gerekliliklerin yerine getirilmesi ve kullanıcı haklarının korunması açısından kritik bir işlev üstlenmektedir. Kullanıcı, sözleşme hükümlerini ve kişisel verilerin işlenmesine dair metni inceleyerek “Onayla” butonuna basmak suretiyle onay vermektedir. Böylece, uygulamanın yasal mevzuata uygun biçimde hizmet sunması ve kullanıcı verilerinin hukuki çerçevede işlenmesi sağlanmaktadır.



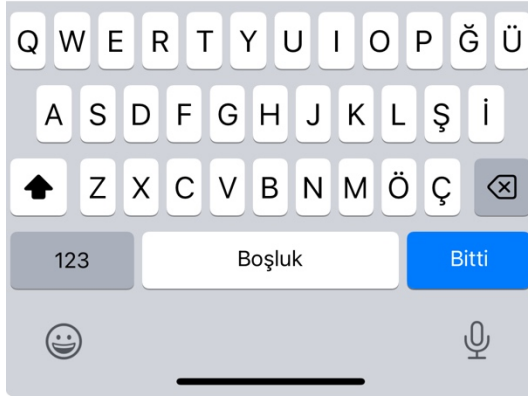
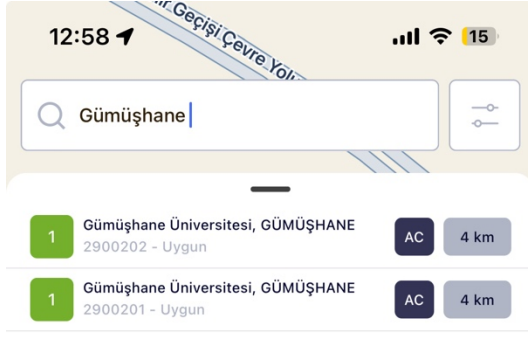
Şekil 12. Harita üzerinde şarj istasyonlarının gösterimi ve uyarı bildirimleri

Şekil 12’te gösterildiği üzere, uygulamaya ilk kez giriş yapan kullanıcıların hizmet alabilmesi için gerekli olan temel bilgilerin kontrolü yapılmakta ve eksiklik durumunda kullanıcıya uyarı bildirimi sunulmaktadır. Bu doğrulama süreci, fatura, araç ve ödeme bilgilerinin eksiksiz şekilde tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca uygulama, harita üzerinde şarj istasyonlarının konumlarını ikonlar aracılığıyla göstermekte; alt bölümde ise kullanıcıya en yakın beş istasyona ilişkin bilgiler listelenmektedir. Bu yapı, kullanıcı deneyimini artırmakta ve hızlı erişim imkânı sağlamaktadır.



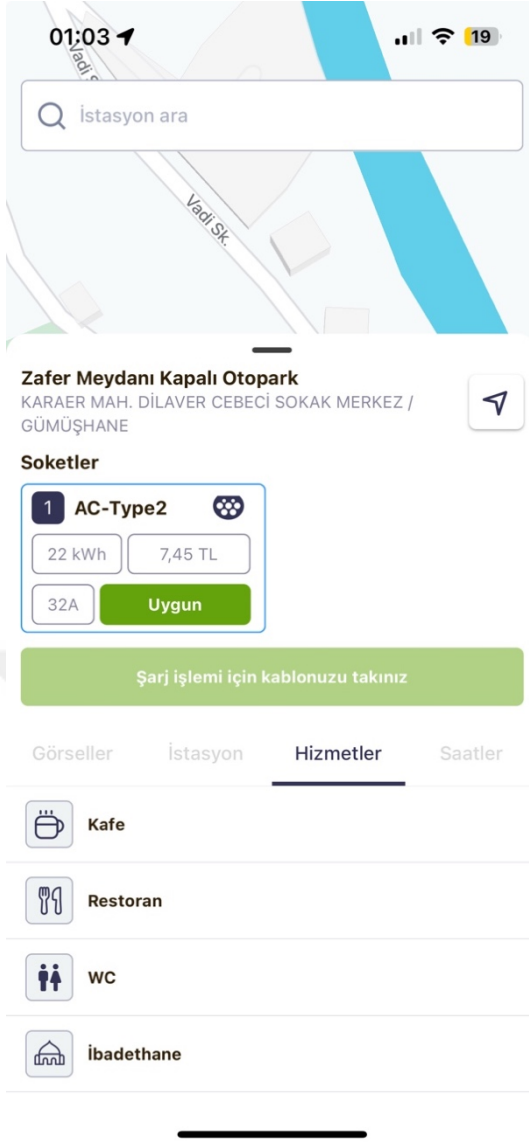
Şekil 13. Şarj istasyonu filtreleme ekranı

Şekil 13’da gösterildiği üzere, filtreleme ekranı kullanıcıların şarj istasyonlarını belirli kriterlere göre seçebilmesine imkân tanımaktadır. Ekranda öncelikle cihaz tipleri (AC ve DC) yer almakta, böylece kullanıcı ihtiyaç duyduğu şarj standardına uygun istasyonları filtreleyebilmektedir. Bunun yanında, istasyonların sunduğu ek hizmetler (restoran, kafe, WC, cami vb.) de ayrı bir bölümde listelenmekte ve kullanıcı tercihiine göre seçilebilmektedir. Ayrıca, “Şu anda müsait olan soketleri göster” seçeneği sayesinde yalnızca kullanılabilir durumda olan şarj noktalarının görüntülenmesi mümkün olmaktadır. Bu özellik, kullanıcı deneyimini geliştirmekte ve hızlı karar verme sürecine katkı sağlamaktadır.



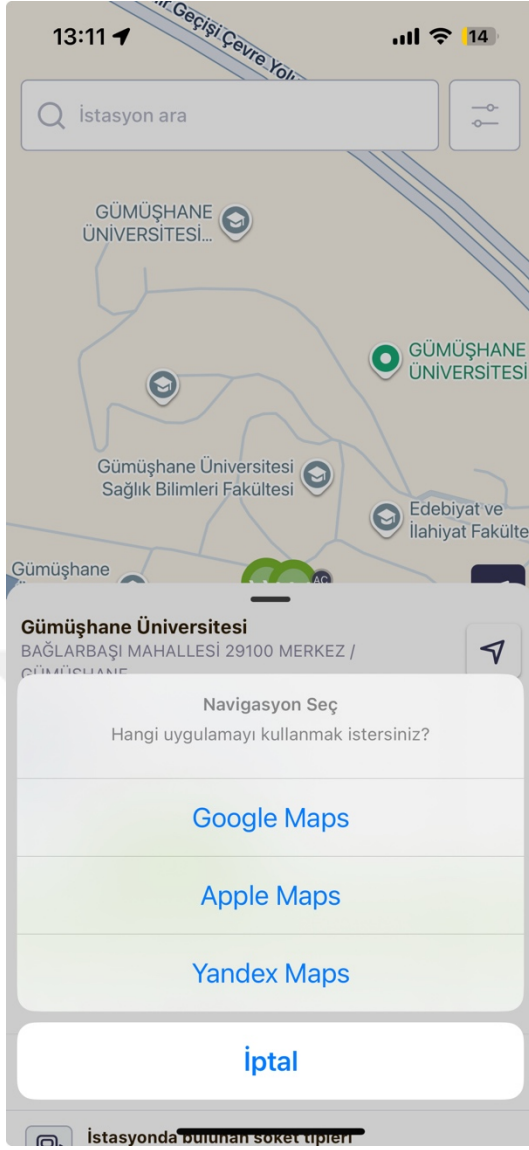
Şekil 14. Şarj istasyonu arama ekranı

Şekil 14’de gösterildiği üzere, uygulama içerisinde şarj istasyonu arama fonksiyonu bulunmaktadır. Kullanıcı arama alanına il, istasyon adı ve istasyon kodu ile arama yaparak istasyon bilgilerini listeleyebilmektedir. Listede istasyonun adı, konumu, uygunluk durumu, desteklenen cihaz tipi (örneğin AC) ve mesafesi (kilometre cinsinden) açıkça belirtilmektedir. Bu özellik, kullanıcıların ihtiyaçlarına en uygun şarj istasyonunu hızlı bir şekilde bulmalarına imkân tanımakta ve özellikle yoğun şehir içi kullanımda erişilebilirliği artırmaktadır.



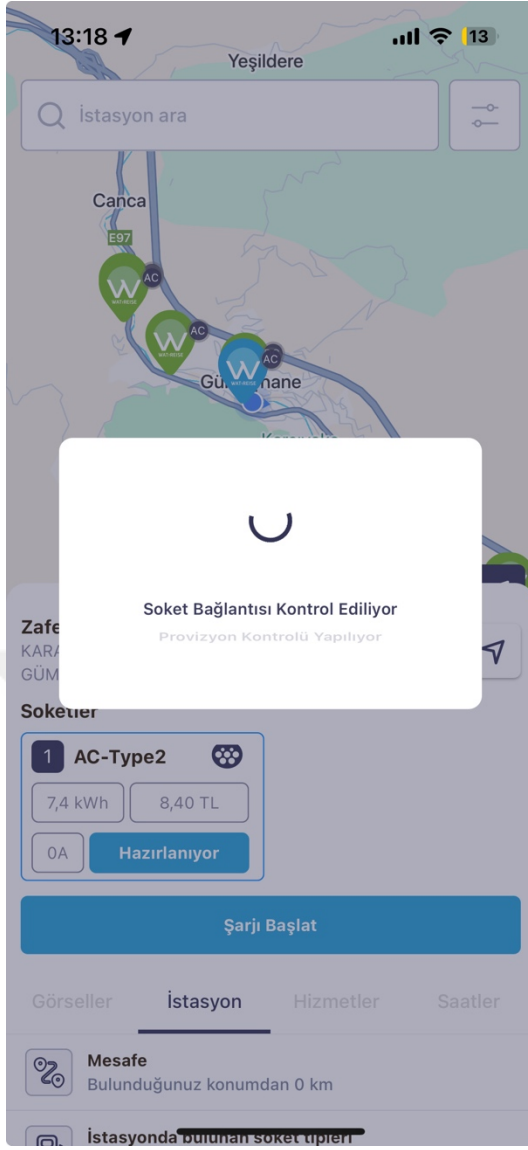
Şekil 15. İstasyon detay ekranı ve hizmetler sekmesi

Şekil 15’de gösterildiği üzere, istasyon detay ekranı kullanıcıya seçilen şarj istasyonuna ilişkin ayrıntılı bilgileri sunmaktadır. Ekranda istasyonun adı, adresi ve konumu ile soket türü (AC-Type2, DC-CCS), güç (kW), akım (A) değerleri ve fiyat bilgileri yer almaktadır. Ayrıca, soketin anlık müsaitlik durumu “Uygun” veya “Kullanımda” ifadeleriyle belirtilmekte, bu sayede kullanıcılar işlem öncesinde durum değerlendirmesi yapabilmektedir. Ekranda yer alan “Şarj işlemi için kablonuzu takınız” yönlendirmesi, kullanıcıya işlem basamaklarını hatırlatan bilgilendirici bir mesaj niteliği taşımaktadır. Bunun yanında, istasyona ait görseller, istasyon detayları, istasyonda alabileceği hizmetler (örneğin kafe, restoran, tuvalet, ibadethane vb.) ve çalışma saatleri sekmeler aracılığıyla kullanıcıların lokasyon tercih etmelerine yardımcı olmaktadır.

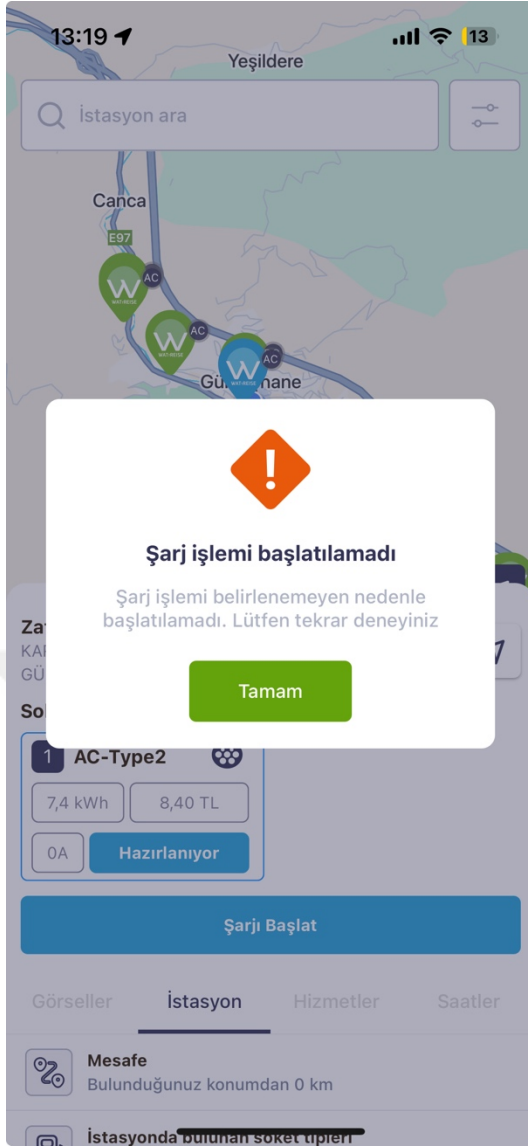


Şekil 16. İstasyon detay ekranında lokasyon paylaşımı ve harita entegrasyonu

Şekil 16’da gösterildiği üzere, istasyon detay ekranında yer alan lokasyon butonu aracılığıyla, kullanıcının mobil cihazında yüklü olan harita uygulamaları (Google Maps, Apple Maps, Yandex Maps vb.) otomatik olarak tespit edilmekte ve kullanıcıya seçim imkânı sunulmaktadır. Kullanıcı tercih ettiği uygulamayı seçtiğinde, ilgili şarj istasyonunun konum bilgisi seçilen harita uygulamasına aktarılmakta ve böylece kullanıcıya daha kolay ve doğru bir rota tarifi sağlanmaktadır. Bu özellik, uygulamanın kullanıcı deneyimini geliştirmesinin yanı sıra, pratik erişim ve yönlendirme açısından da işlevsel katkı sunmaktadır.



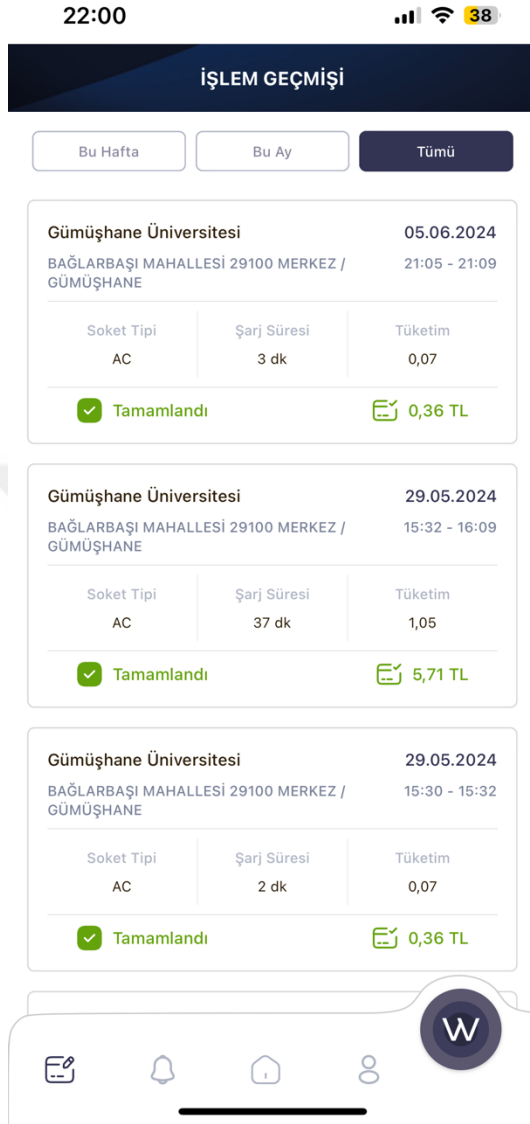
Şekil 17. Şarj işlemi öncesinde soket bağlantısının kontrol edilmesi



Şekil 18. Şarj işlemi başarısız olduğunda hata bildirimi ekranı

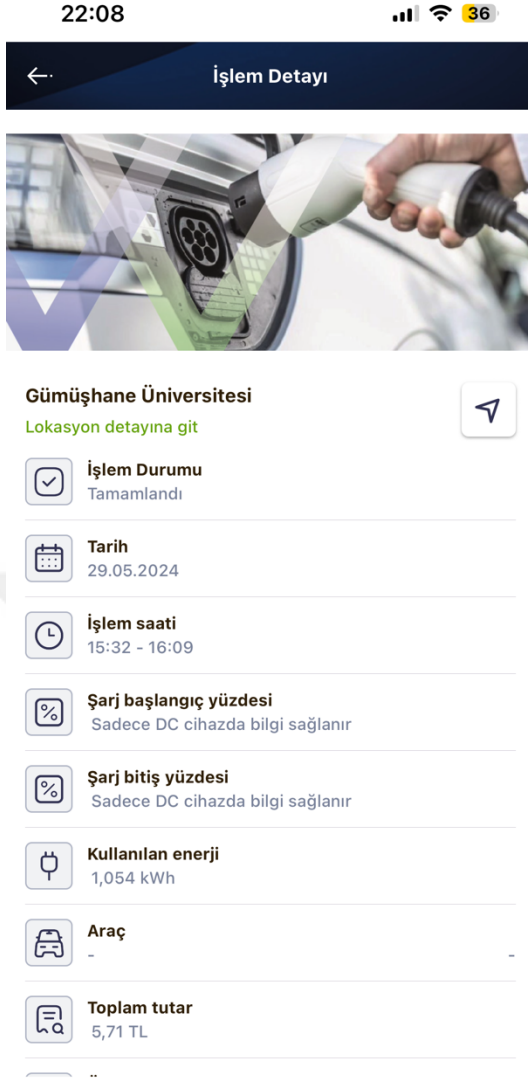
Şekil 17 ve Şekil 18’de gösterildiği üzere, şarj süreci soket bağlantısının kontrol edilmesi ile başlamaktadır. Kullanıcı soketi taktıktan sonra sistem otomatik olarak bağlantı ve provizyon kontrollerini gerçekleştirmekte, arayüzde ise “Şarj işlemi için kablonuzu takınız” uyarısı ve ilgili ikon renk değişikliği ile kullanıcının bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. Kullanıcı “Şarjı Başlat” seçeneğini onayladığında, sistem gerekli teknik kontrolleri sıralı biçimde yerine getirmektedir. İşlem başarılı olduğunda kullanıcı anlık tüketim ekranına yönlendirilerek şarj süreci başlatılmaktadır. Ancak bağlantı veya provizyon kontrolünde hata tespit edilmesi durumunda, ekrana “Şarj işlemi başlatılamadı” uyarısı gelmekte ve kullanıcıya yeniden deneme imkânı sunulmaktadır. Bunun yanında, geçmiş dönemden ödenmemiş bir bakiye bulunması hâlinde sistem şarj sürecini başlatmamakta, kullanıcıyı ödeme işlemlerini tamamlaması için geçmiş işlemler ekranına yönlendirmektedir. Bu yapı hem kullanıcı güvenliğini artırmakta hem de

faturalandırma ve ödeme süreçlerinin kesintisiz ve düzenli biçimde yönetilmesine katkı sağlamaktadır.



Şekil 19. İşlem geçmişi ekranı

Şekil 19’da gösterildiği üzere, işlem geçmişi ekranı kullanıcıların gerçekleştirdikleri şarj işlemlerine ilişkin ayrıntılı verileri sunmaktadır. Ekranda her işlem için istasyon adı ve adresi, tarih, başlangıç ve bitiş saatleri, soket tipi, şarj süresi, tüketim miktarı ve işlem ücretinin ödenip ödenmediği bilgileri listelenmektedir. Her bir ödeme durumu başarılı olanlar için yeşil renk ve olmayanlar için kırmızı renk ile kullanıcıya görsel doğrulama sağlanmaktadır. Ödemesi başarısız olan işlemler için kayıtlı kredi kartından müşteri ödemesini yapabilmektedir. Bu ekran, kullanıcıların geçmiş işlemlerini takip etmelerine, tüketim ve maliyetlerini analiz etmelerine olanak tanımakta ve şeffaflık açısından önemli bir işlev üstlenmektedir.



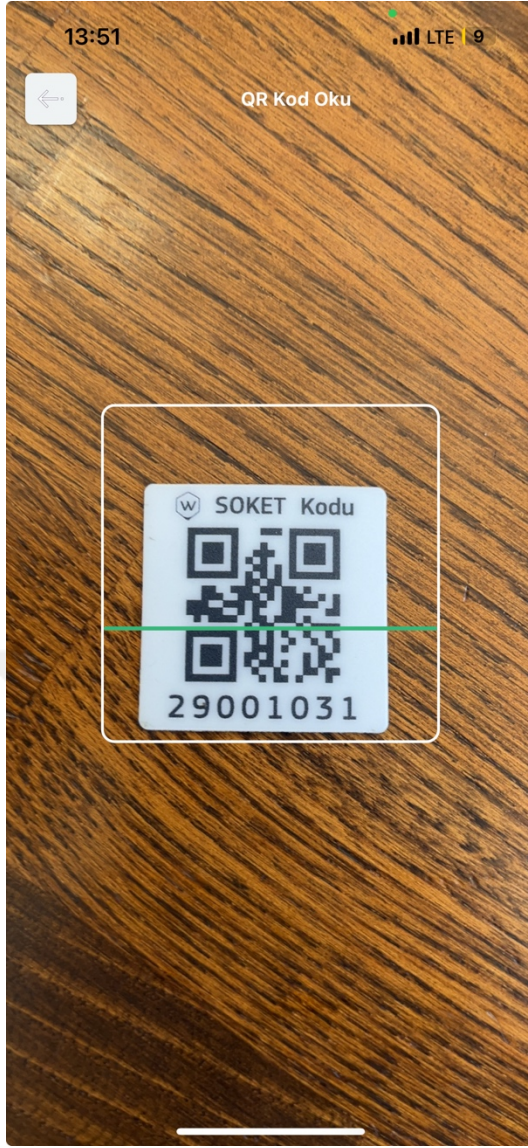
Şekil 20. İşlem detayı ekranı

Şekil 20’de gösterildiği üzere, işlem detayı ekranı kullanıcıya geçmiş şarj seansına ilişkin ayrıntılı bilgileri sunmaktadır. Bu ekranda işlem durumu, tarih, başlangıç ve bitiş saatleri, kullanılan enerji miktarı, toplam tutar gibi veriler ayrıntılı biçimde listelenmektedir. Ayrıca şarj başlangıç ve bitiş yüzdeleri (DC cihazlarda) de bu ekranda görüntülenebilmektedir. Kullanıcı, geçmiş bir işlemi seçtiğinde yalnızca tüketim ve maliyet bilgilerini görmekle kalmamakta, aynı zamanda fatura bilgilerini tekrar talep ederek kendisine iletilmesini de sağlayabilmektedir. Bu özellik, hem kullanıcıların geçmiş tüketimlerini ve maliyetlerini analiz etmesine hem de gerektiğinde finansal belgelerine kolayca erişmesine olanak tanımaktadır.



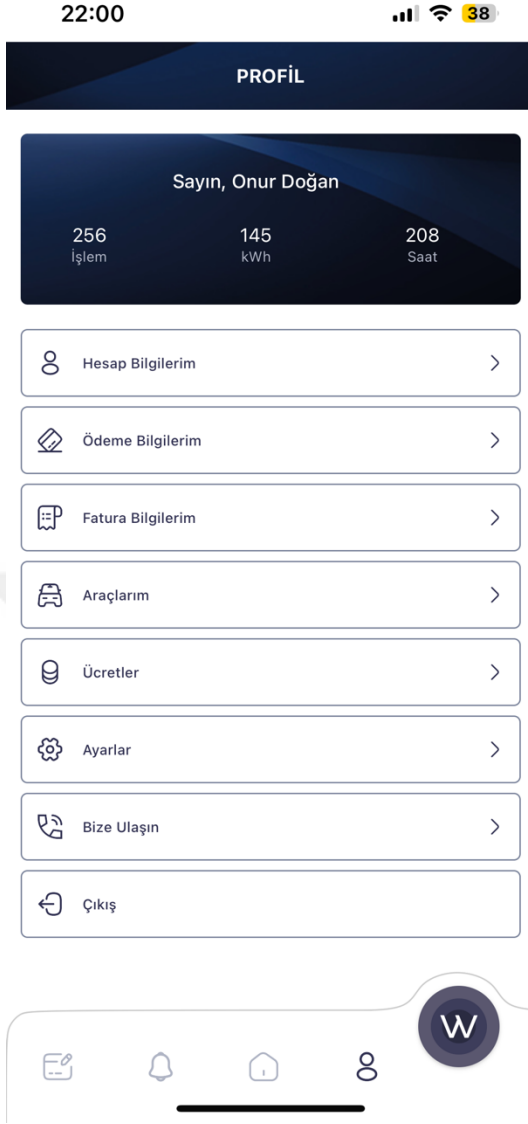
Şekil 21. Bildirimler ekranı

Şekil 21’te gösterildiği üzere, bildirimler ekranı kullanıcıya sistem tarafından üretilen bilgilendirme mesajlarını sunmaktadır. Ekranda, her bildirimin tarih ve saat bilgisi yer almakta; “Şarj işlemi başladı”, “Şarj işleminiz tamamlandı” gibi işlem sürecine dair anlık bilgilendirmeler kullanıcıya iletilmektedir. Ayrıca, hizmet alanının verimli kullanılabilmesi amacıyla, şarj işlemi tamamlanan kullanıcıların araçlarını istasyondan çekmeleri yönünde hatırlatmalar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, olağan dışı durumlar (örneğin elektrik kesintisi nedeniyle şarj işleminin sonlandırılması) da bu ekran üzerinden kullanıcıya iletilmektedir. Bu yapı, kullanıcıların hem işlem takibini kolaylaştırmakta hem de hizmetin kesintisiz ve düzenli şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır.



Şekil 22. QR kod okuma ekranı

Şekil 22’te gösterildiği üzere, uygulama içerisinde yer alan QR Kod Okuma özelliği, kullanıcıların şarj istasyonlarındaki soketlere ait karekodları tarayarak doğrudan ilgili soketin detay bilgilerine erişmesini sağlamaktadır. Bu özellik, el ile giriş ihtiyacını ortadan kaldırarak işlem süresini kısaltmakta ve hatalı giriş olasılığını en aza indirmektedir. QR kodun başarıyla taranmasının ardından sistem, kullanıcıyı Şekil 15’de Şekil 15’de gösterilen soket detay ekranına yönlendirmekte ve burada şarj işleminin başlatılabilmesi için gerekli yönlendirmeler sunulmaktadır.



Şekil 23. Profil ekranı

Şekil 23’da gösterildiği üzere, uygulamanın Profil ekranı kullanıcıya ait kişisel ve işlem bazlı verilerin merkezi olarak görüntülenmesini sağlamaktadır. Ekranın üst kısmında, kullanıcının adıyla birlikte toplam işlem sayısı, tüketilen enerji miktarı (kWh) ve şarjda geçirilen toplam süre (saat) yer almaktadır. Bu özet bilgiler, kullanıcının uygulama içerisindeki kullanım alışkanlıklarını ve enerji tüketim profilini görselleştirmektedir.

Alt kısımda yer alan menü seçenekleri ise hesap bilgileri, ödeme bilgileri, fatura bilgileri, araç bilgileri, ücretler, ayarlar ve iletişim kanalları gibi kritik işlemlere hızlı erişim imkânı sunmaktadır. Böylelikle kullanıcı, kimlik ve ödeme bilgilerini yönetebilir, faturalandırma süreçlerini takip edebilir ve araç bilgilerini güncelleyebilir. Ayrıca, şarj

işlemi sırasında oluşabilecek sorunlar için uygulama üzerinden “Bize Ulaşın” seçeneği de sağlanmıştır.

Bu ekran, kullanıcı deneyimini merkezileştiren bir yapıda tasarlanmış olup hem veri bütünlüğü hem de işlevsellik açısından sistemin sürdürülebilir kullanımına katkı sunmaktadır.

22:03

← Hesap Bilgilerim

T.C. Kimlik No
11111111111

Ad
Onur

Soyad
Doğan

Mail Adresi
odogan@benimteknolojim.com

Doğum Tarihi

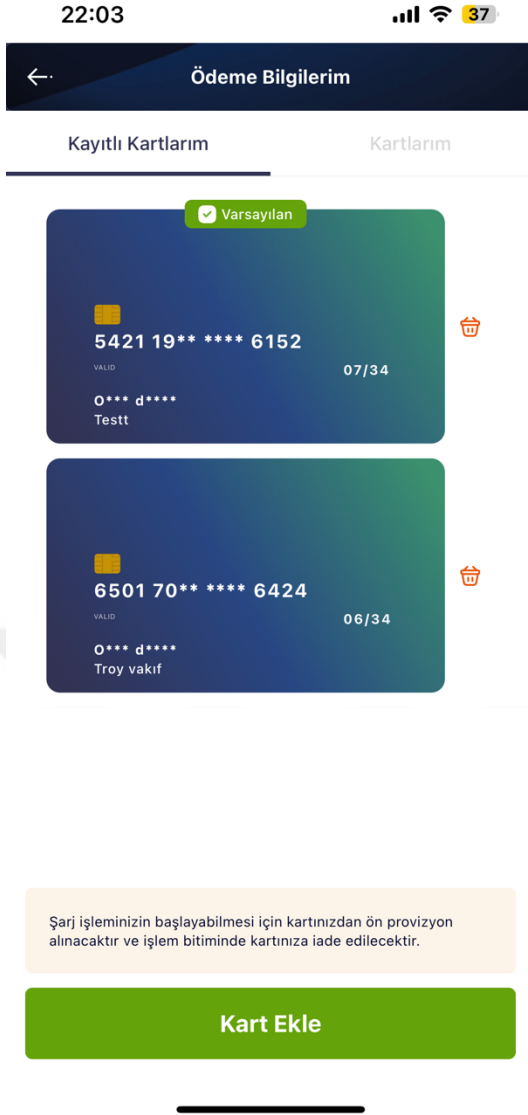
Cinsiyet
Erkek Kadın

Güncelle

Şekil 24. Hesap bilgileri ekranı

Şekil 24’de gösterildiği üzere, Hesap Bilgilerim ekranı kullanıcıya ait hesap bilgilerini güncelleyebileceği bir arayüz sunmaktadır. Ekranda, T.C. Kimlik Numarası, ad-soyad, e-posta adresi, doğum tarihi ve cinsiyet bilgisi gibi temel kişisel verilerin girilebildiği alanlar yer almaktadır. Bu bilgiler, kullanıcı doğrulaması açısından kritik öneme sahiptir.

Alt kısımda yer alan “Güncelle” butonu, kullanıcıya girilen bilgileri değiştirme ve sistemde kayıtlı verileri güncelleme imkânı tanımaktadır. Bu yapı hem kullanıcı deneyimini artırmakta hem de veri güncelliğini sağlayarak sistemin doğruluk ve güvenilirliğine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 25. Ödeme bilgileri ekranı

Şekil 25’de görüldüğü üzere, kullanıcıların sisteme kayıtlı banka veya kredi kartlarını yönetebileceği bir arayüz sunulmaktadır. Bu ekranda, varsayılan olarak belirlenmiş ödeme kartı açıkça işaretlenmekte ve kullanıcıya dilerse farklı bir kartı varsayılan olarak seçme imkânı verilmektedir. Ayrıca, yeni kart ekleme ya da mevcut kartı silme gibi işlemler de aynı ekran üzerinden gerçekleştirilebilmektedir.

Kartlarım alanında ise kullanıcıların şarj operatöründen temin ettikleri kart bilgilerine erişebilmektedir. Bu kart, fiziksel şarj istasyonlarında bulunan kart okuyucular aracılığıyla doğrulama amacıyla kullanılmakta ve böylece şarj işleminin başlatılması ya da sonlandırılması mümkün olmaktadır.

Ödeme altyapısı, güvenli işlem süreçlerini desteklemek amacıyla ön provizyon mekanizması ile çalışmaktadır. Şarj işlemi başlamadan önce kullanıcının kartından belirli bir provizyon alınmakta, işlem tamamlandığında çekilen tutar karta iade edilerek hizmet

alınan tutar kadar çekim yapılması için servise iş açılmaktadır. Bu uygulama hem kullanıcıya şeffaflık sağlamakta hem de olası yetkisiz işlem risklerini azaltmaktadır. Böylece sistem, güvenlik, işlevsellik ve kullanıcı deneyimi açısından bütüncül bir çözüm sunmaktadır.

Şekil 26. Fatura bilgilerim ve fatura bilgisi ekleme ekranları

Şekil 26’da gösterildiği üzere, uygulama içerisinde kullanıcıların fatura bilgilerinin yönetimine yönelik kapsamlı bir yapı sunulmaktadır. “Fatura Bilgilerim” ekranında kullanıcıya ait kayıtlı fatura bilgileri listelenmekte olup, bu bilgiler arasında ad-soyad/unvan, vergi dairesi, vergi numarası veya T.C. kimlik numarası gibi temel tanımlayıcı bilgiler yer almaktadır. Kullanıcı mevcut kayıtlı bilgilerini güncelleyebilmekte, varsayılan fatura kaydı atayabilmekte veya dilediğinde kaydı sistemden silebilmektedir.

“Fatura Bilgisi Ekle” ekranı ise hem bireysel hem de kurumsal kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bireysel kullanıcılar için isim, T.C. kimlik numarası ve adres bilgileri yeterli olurken; kurumsal kullanıcılar için unvan, vergi numarası, vergi dairesi, il/ilçe, adres ve iletişim bilgileri gibi detaylı alanlar sunulmaktadır. Bu sayede, kullanıcılar farklı kullanım senaryolarına göre (kişisel veya şirket kullanımı gibi) birden fazla fatura kaydı oluşturabilmektedir.

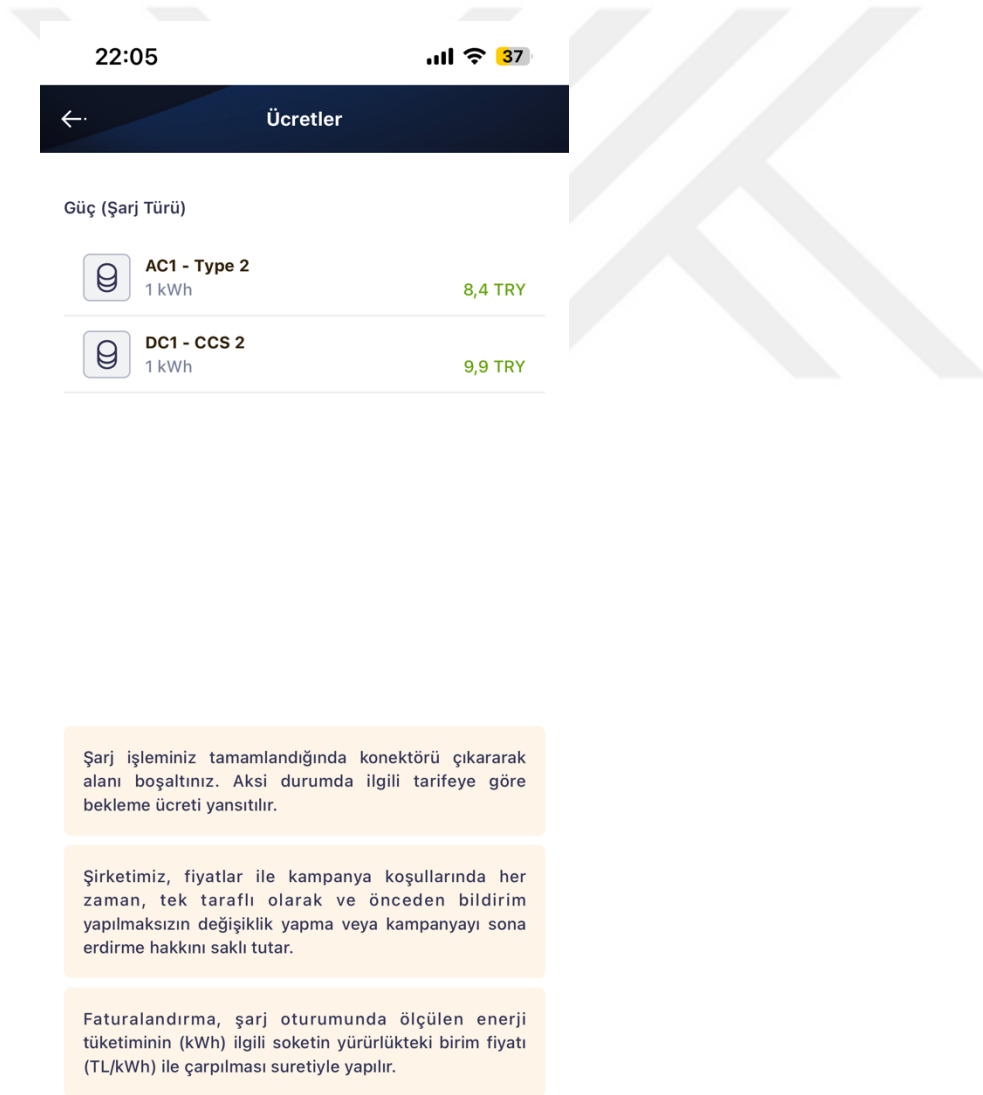
Bu yapı sayesinde sistem, her şarj işlemi sonrası otomatik faturalandırma sürecini desteklemekte, el ile fatura düzenleme ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Böylece hem vergisel uyumluluk sağlanmakta hem de mali denetim süreçleri kolaylaştırılmaktadır. Ayrıca, kullanıcıların kurumsal ve bireysel ihtiyaçlarına yönelik esneklik sunulması, uygulamanın işlevselliğini ve kullanıcı deneyimini artırmaktadır.

The image displays two side-by-side mobile app screens. The left screen, titled 'Araçlarım', shows a car card for 'VOLKSWAGEN ID B...' with a 'Varsayılan' (Default) status. The right screen, titled 'Yeni Araç Bilgisi', features three input fields for 'Marka', 'Model', and 'Plaka'. At the bottom of both screens are two buttons: 'Araç Ekle' (Add Vehicle) and 'Kaydet' (Save).

Şekil 27. Araçlarım ve yeni araç bilgisi ekranı

Şekil 27’de gösterildiği üzere uygulama, kullanıcıların elektrikli araç bilgilerini sistem üzerinde kaydedebilmesine ve yönetebilmesine olanak tanımaktadır. “Araçlarım” bölümünde kullanıcıya ait mevcut araçlar marka, model ve plaka bilgileriyle listelenmekte, ayrıca kullanıcı isterse kayıtlı aracı silebilmekte veya varsayılan olarak atayabilmektedir. Varsayılan olarak belirlenen araç, şarj işlemlerinde otomatik olarak eşleştirilmekte ve bu sayede kullanıcıya ek işlem gerektirmeden hızlı bir kullanım olanağı sunmaktadır.

“Yeni Araç Bilgisi” ekranı üzerinden ise marka, model ve plaka alanları doldurularak yeni bir araç kaydı yapılabilir. Bu özellik, birden fazla araca sahip kullanıcıların tek kullanıcı hesabından tüm araçlarına şarj alabilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 28. Ücretler ekranı

Şekil 28’de gösterildiği üzere, uygulama kullanıcıya şarj işlemlerine ilişkin tarife bilgilerini şeffaf bir şekilde sunmaktadır. Bu ekranda, farklı şarj türlerine (örneğin AC-Type2 ve DC-CCS2) ait birim enerji fiyatları (TL/kWh) görüntülenmektedir. Kullanıcı, şarj oturumunu başlatmadan önce hangi şarj tipini tercih edeceğini ve buna bağlı olarak ödeyeceği yaklaşık maliyeti öngörebilmektedir.

Bununla birlikte, şarj operatörü şirketin fiyatlar ve kampanya koşullarında önceden bildirim yapılmaksızın tek taraflı değişiklik yapma veya kampanyaları sonlandırma hakkını saklı tuttuğu da açıkça belirtilmiştir.

Faturalandırma işlemi ise, şarj oturumu sırasında ölçülen enerji tüketiminin (kWh), ilgili soket için geçerli olan birim fiyat (TL/kWh) ile çarpılması suretiyle gerçekleştirilmektedir. Bu yapı, kullanıcıya hem önceden maliyet tahmini yapabilme imkânı sunmakta hem de şeffaf bir ücretlendirme mekanizması oluşturmaktadır.



Şekil 29 Ayarlar ekranı

Şekil 29’de sunulan Ayarlar ekranı, kullanıcıların uygulama ile etkileşimlerini özelleştirmelerine ve kişisel veriler üzerinde kontrol sağlamalarına imkân tanımaktadır. Bu ekran kapsamında üç temel işlev öne çıkmaktadır:

Bildirimler: Kullanıcılar, şarj işlemleri, kampanyalar veya sistemden gelen bilgilendirmelere dair anlık bildirimleri açıp kapatabilmektedir. Bu özellik, kullanıcının bilgiye erişim tercihlerini düzenlemesine olanak tanıyarak kişiselleştirilmiş bir deneyim sağlamaktadır.

Uygulama İzinleri: Konum, kamera ve bildirim gibi işlevsel izinlerin yönetilmesi bu bölümde gerçekleştirilmektedir. Böylelikle kullanıcılar, hangi verilerin uygulama tarafından kullanılabilceğini doğrudan belirleyebilmekte, bu durum ise hem veri güvenliği hem de kullanıcı mahremiyetinin korunması açısından kritik önem arz etmektedir.

Hesabımı Sil: Bu seçenek, kullanıcının talep etmesi halinde hesabını kalıcı olarak silmesine olanak tanımaktadır. Bu işlev, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) gibi yasal düzenlemelerle uyumlu olarak, bireylerin kişisel verileri üzerinde tasarruf hakkını kullanabilmelerini mümkün kılmaktadır.

Sonuç olarak, Ayarlar ekranı, yalnızca uygulama işlevselliğinin kişiselleştirilmesini değil, aynı zamanda yasal gerekliliklerin yerine getirilmesini de desteklemektedir.

4.2 Arka Ofis (Yönetim Paneli) Bulguları ve Tartışma

Arka ofis uygulaması, elektrikli araç şarj altyapısının sürdürülebilir, güvenilir ve kullanıcı odaklı bir şekilde yönetilebilmesi için kritik bir yönetim platformu işlevi görmektedir. Bu sistem yalnızca cihazların uzaktan izlenmesi ve kontrolünü değil, aynı zamanda kullanıcı davranışlarının, finansal süreçlerin ve yasal yükümlülüklerin bütüncül bir çerçevede yönetilmesini de sağlamaktadır. Aşağıda uygulamanın menü yapısı makul seviyede açıklanmıştır.

Kullanıcılar:

Bu modül, sistemde kayıtlı tüm kullanıcıların yönetimini mümkün kılmaktadır. Kullanıcıların kişisel bilgileri, işlem geçmişleri, bakiye durumları ve yetkilendirme düzeyleri burada detaylı olarak görüntülenebilmekte, gerektiğinde yeni kullanıcı tanımlamaları yapılabilmektedir. Bu sayede sistem yöneticileri kullanıcı davranışlarını analiz ederek hem hizmet kalitesini artırmakta hem de güvenlik risklerini minimize etmektedir.

Şarj Cihazları:

İstasyonlara bağlı cihazların merkezi olarak görüntülediği bu bölümde, cihaz kodu, marka, model, seri numarası, yazılım sürümü ve konnektör durumu gibi teknik parametreler izlenebilmektedir. Ayrıca, cihazların uzaktan yönetimine yönelik işlevler (konnektör açma, cihazı yeniden başlatma, aygıt yazılımı güncelleme vb.) sayesinde saha müdahalesine gerek kalmadan sorun çözümü sağlanmaktadır. Bu yapı, bakım maliyetlerini düşürürken hizmet sürekliliğini artırmaktadır.

CIHAZ KODU	BAĞLI İSTASYON ADI	MARKA	MODEL	SERİ NUMARASI	FIRMWARE	KONNEKTÖR	kWh
2900201	Gümüşhane Üniversitesi	AUTEL	MAXI W22-ES-4G-L-M-DG	AE*****0E	V1.51.00	🟢	22 kWh
2900202	Gümüşhane Üniversitesi	AUTEL	MAXI W22-ES-4G-L-M-DG	AE*****3K	V1.51.00	🟡	22 kWh

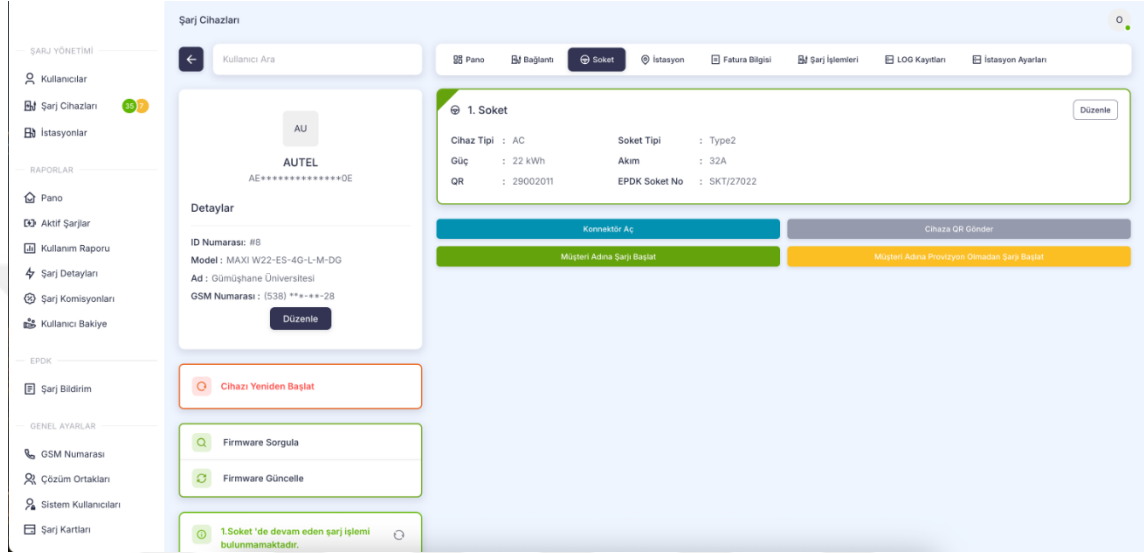
Şekil 30. Yönetim paneli mevcut şarj istasyonu listesi

Şekil 30’te gösterilen şarj cihazlarını listeleme ekranı, sistem yöneticilerinin şarj altyapısını merkezi olarak takip edebilmesine ve yönetebilmesine imkân tanımaktadır. Bu ekranda, her bir şarj cihazına ilişkin cihaz kodu, bağlı bulunduğu istasyon adı, marka ve model bilgileri, seri numarası, aygıt yazılımı sürümü, konnektör tipi ve cihazın sağladığı güç kapasitesi (kWh) gibi kritik bilgiler listelenmektedir.

Arayüzde yer alan arama ve filtreleme alanı, yöneticilerin belirli cihazlara hızlı biçimde erişmesini kolaylaştırırken; “Yeni Şarj Cihazı Ekle” seçeneği, sisteme yeni cihazların tanımlanmasını mümkün kılmaktadır. Bunun yanı sıra, cihazların durumlarının renkli ikonlarla (örneğin yeşil: müsait, sarı: kullanımda) görselleştirilmesi, operasyonel kontrolün sezgisel biçimde sağlanmasına katkı sunmaktadır.

Bu yapı sayesinde, şarj hizmet sağlayıcıları cihazların anlık durumlarını izleyebilmekte, aygıt yazılımı sürümlerini takip ederek güncelleme gerekliliklerini belirleyebilmekte ve kapasite planlamasını daha verimli biçimde gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla, Şarj Cihazları ekranı hem operasyonel sürdürülebilirliğin sağlanması hem de kullanıcıya kesintisiz hizmet sunulması açısından kritik bir yönetim aracıdır.

Şekil 31’te görüldüğü üzere, liste üzerinden cihaz detaylarına erişim sağlanabilmektedir. Cihaz yönetim arayüzü üzerinden uzaktan yeniden başlatma, yazılım güncelleme, konnektör açma, QR kod güncelleme ve müşteri adına şarj başlatma gibi işlemler gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca aynı ekranlardan cihazın bağlı olduğu istasyon bilgilerine, satın alma ve fatura kayıtlarına, cihazın OCPP üzerinden gönderdiği günlüklere erişim imkânı bulunmakta ve bu veriler üzerinde yönetim işlemleri yapılabilmektedir.



Şekil 31. Yönetim paneli şarj cihazı yönetim ekranı

Geliştirilen sistem, elektrikli araç şarj hizmeti sunan işletmelerin operasyonel süreçlerini bütüncül bir şekilde yönetebilmesini sağlamak amacıyla modüler bir yapıda tasarlanmıştır. Bu modüller hem teknik işleyişin hem de yasal zorunlulukların yerine getirilmesini mümkün kılmakta, aynı zamanda kullanıcı deneyimi ve finansal sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunmaktadır.

İstasyon Yönetimi modülü, tüm şarj istasyonlarının coğrafi konum, bağlı cihaz sayısı, mevcut kapasite ve çalışma durumlarının tek ekranda görüntülenmesini sağlamaktadır. Bu sayede yoğun kullanım bölgeleri belirlenebilmekte, kapasite planlamaları yapılabilmekte ve şebeke yönetimi açısından karar destek süreçleri güçlenmektedir.

Raporlama ve Pano bileşenleri, sistemin genel performansının izlenmesine yönelik işlevler sunmaktadır. Yönetim paneli (pano), cihazların ve kullanıcıların genel performans göstergelerini özetlemekte, yöneticilere operasyonel durumun hızlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca, aktif şarj oturumları gerçek zamanlı olarak takip edilmekte; kullanıcı bilgileri, cihaz numarası, soket tipi, tüketim

miktarı ve oturum süresi gibi veriler izlenerek yöneticilerin gerektiğinde müdahalede bulunabilmeleri sağlanmaktadır.

Kullanım raporları aracılığıyla farklı zaman dilimlerindeki şarj işlemleri analiz edilmekte, kullanıcı yoğunlukları, tüketim desenleri ve maliyet eğilimleri değerlendirilmektedir. Bu raporlar, uzun vadeli kapasite artışı planlamaları ve fiyatlandırma stratejilerinin belirlenmesi için veri temelli bir karar desteği sunmaktadır. Ayrıca, her bir şarj oturumuna ilişkin ayrıntılı bilgilere erişim sağlayan şarj detayları modülü, kullanıcı şikâyetlerinin çözümünde ve ödeme uyumsuzluklarının giderilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Finansal yönetim modülleri, işletme gelir ve giderlerinin şeffaf biçimde takip edilmesine katkı sağlamaktadır. Şarj komisyonları bölümü, işletmeci ile çözüm ortakları arasındaki gelir paylaşımı süreçlerini düzenlerken; kullanıcı bakiye ekranı, kullanıcı hesaplarının bakiyelerini, yükleme geçmişlerini ve borç durumlarını izlenebilir hale getirmektedir. Ayrıca bu ekran, kullanıcıların harcama limitlerinin kontrol edilmesine de imkân tanıyarak finansal güvenliği desteklemektedir.

Regülasyon ve uyum açısından geliştirilen modüller de sistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. EPDK bildirimleri modülü, elektrikli araç şarj hizmeti sunan işletmelerin yasal olarak yapmakla yükümlü oldukları raporlamaları otomatikleştirmektedir. Bu kapsamda şarj oturumları, tüketim miktarları ve fiyatlandırma bilgileri içeren raporlar düzenli olarak oluşturulmakta, manuel işlemten kaynaklanabilecek hata riski en aza indirilmektedir.

Genel ayarlar kısmı, sistem kullanıcılarının ve erişim haklarının yönetilmesine yönelik bileşenleri içermektedir. Burada, yöneticiler, operatörler ve teknik destek personeli gibi farklı rollere sahip kullanıcıların yetkileri tanımlanmakta ve bilgi güvenliği sağlanmaktadır. Ayrıca, şarj kartlarının yönetimi fiziksel kartların merkezi kimlik doğrulamasıyla yürütülmekte, bu da sahtecilik risklerini azaltmaktadır. Tarifelendirme modülü ise enerji tüketim bedelleri, bekleme ücretleri ve kampanyaların tanımlanmasına olanak tanımakta, gerektiğinde dinamik fiyatlandırma uygulanabilmektedir.

Sistemin bir diğer önemli bileşeni partner yönetimi modülüdür. Bu modül, iş ortaklarının kendi operasyonlarını bağımsız olarak yönetmelerine imkân tanımaktadır. Partnere özel pano, performans göstergelerinin özetini sunarken; şarj cihazları, elektrik tarifeleri, kullanım raporları ve şarj işlemleri gibi detaylı alt modüller iş ortağına operasyonel şeffaflık sağlamaktadır. Ayrıca partner firmaya ait kurumsal bilgiler (ünvan, vergi numarası, iletişim bilgileri vb.) bu modül üzerinden yönetilebilmekte, güvenlik ayarları ise hesap erişimlerinin kontrolünü sağlamaktadır.

Sonuç olarak, sistemin modüler yapısı sayesinde hem işletmeci hem de iş ortakları, şarj hizmetlerine ilişkin teknik, finansal ve yasal süreçleri merkezi bir platform üzerinden etkin biçimde yönetebilmektedir. Bu durum, elektrikli araç şarj altyapısının güvenilir, şeffaf ve sürdürülebilir bir yapıda işletilmesine önemli katkılar sunmaktadır.

Tez kapsamında geliştirilen yazılımın ticari bir ürün haline getirilmiş olması nedeniyle, arka ofis yönetim yazılımına ilişkin görsellerin ve ayrıntılı teknik bilgilerin paylaşımı sınırlı düzeyde tutulmuştur. Bu tercih hem fikri mülkiyet haklarının korunması hem de ürünün ticarileşme sürecinde rekabet avantajının sürdürülebilmesi açısından gerekli görülmüştür. Bununla birlikte, çalışmanın bilimsel niteliğini desteklemek amacıyla, yazılımın temel işlevsel özellikleri ve sistemin genel çalışma prensipleri tezde sunulmuştur. Detaylı görsel ve açıklamalardan ziyade, sistemin kavramsal erevesi, işlevsel yapısı ve kullanıcı deneyimine katkıları üzerinde durulmuştur. Böylece hem akademik şeffaflık sağlanmış hem de ticarileşme sürecinin gerektirdiği bilgi güvenliği gözetilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, elektrikli araç şarj istasyonlarının yönetiminde kullanılan OCPP (Open Charge Point Protocol) tabanlı haberleşme altyapısı üzerinde çalışan, Android ve iOS işletim sistemleriyle uyumlu React Native ile çoklu platform mobil uygulama geliştirilmiştir. Uygulama, şarj başlatma, bitirme, yeniden başlatma gibi temel işlevlerin yanı sıra; istasyonların anlık durumlarının izlenmesi, işlem geçmişlerinin görüntülenmesi, faturalandırma süreçlerinin yönetilmesi ve kullanıcı dostu bir arayüz üzerinden çeşitli yönetim işlemlerinin gerçekleştirilmesini mümkün kılmıştır.

Geliştirilen sistemin performansını değerlendirmek amacıyla, 2025 yılı Nisan–Eylül döneminde üç farklı lokasyonda (Kamu Alanı, Kapalı Otopark, Karayolu Kenarı) yapılan kullanım analizleri incelenmiştir. Bu döneme ait cihaz sayısı, kullanım sıklığı, enerji tüketim miktarları ve başarılı/başarısız şarj işlemleri Tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo 3. 2025 Nisan–Eylül dönemi şarj istasyonu kullanım verileri

Veri Tipi	Cihaz Tipi	Kamu Alanı	Kapalı Otopark	Karayolu Kenarı
Cihaz Adeti	AC	2	2	2
	DC	0	1	1
Başarılı Şarj Adeti	AC	131	140	44
	DC	-	290	261
Tüketim Verisi (kWh)	AC	4.522	4.475	1.225
	DC		10.119	6.866
Başarılı Şarj İşlem Süresi (Dk)	AC	25.449	33.362	5.409
	DC	-	15.864	8.424
Başarısız Şarj Adeti	AC	4	26	2
	DC	-	2	87
Başarısız Şarj İşlem Süresi (Dk)	AC	4	60	1
	DC	-	1	55

Tablo 3 'teki veriler incelendiğinde; kapalı otopark lokasyonunun toplam işlem sayısı, enerji tüketimi ve işlem süresi açısından diğer lokasyonlara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, kapalı otopark alanlarının genellikle uzun süreli parklar için tercih edilmesi ve dolayısıyla kullanıcıların araçlarını tam şarj etmeye yönelik davranışlarıyla ilişkilendirilebilir.

Kamu alanlarındaki AC istasyonlarda ise toplam işlem süresinin yüksek olmasına karşın kullanım sıklığı nispeten sınırlı kalmıştır. Bu bulgu, kullanıcıların kamu alanlarında kısa süreli şarj tercih ettiğini göstermektedir. Karayolu kenarı lokasyonlarında yer alan DC istasyonlar, kısa süreli ancak yüksek güçlü şarj işlemleriyle dikkat çekmiş, böylece seyahat esnasında hızlı şarj ihtiyacına yanıt vermiştir. Bununla birlikte, bu istasyonlarda başarısız şarj oranlarının diğer alanlara kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, açık alanlardaki çevresel faktörler (hava koşulları, bağlantı zayıflığı vb.), diğer lokasyonlarda bulunan cihazlara nispeten yerli üretim DC cihazın yazılım entegrasyon sorunları veya kullanıcı etkileşim hatalarından kaynaklanabilmektedir.

Elde edilen veriler, geliştirilen sistemin hem yavaş (AC) hem de hızlı (DC) şarj altyapılarını destekleyecek şekilde başarılı biçimde çalıştığını göstermektedir. Ayrıca, bu performans verileri uygulamanın sahadaki güvenilirliğini ve ölçeklenebilirliğini doğrulamaktadır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, yalnızca teknik bir çözüm üretmekle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda hem akademik literatür hem de sektörel uygulamalar açısından önemli katkılar sunmaktadır. Akademik açıdan çalışma, literatürde genellikle altyapı, enerji yönetimi ve protokol uyumluluğu üzerine yoğunlaşan araştırmalara farklı bir boyut ekleyerek, şarj istasyonu yönetim sistemlerinde mobil uygulama geliştirme süreçlerini ayrıntılı biçimde ele almıştır. Böylelikle, mobil tabanlı yönetim sistemlerinin kullanıcı deneyimini ve operasyonel verimliliği artırmadaki rolü ortaya konulmuştur.

Sektörel açıdan ise geliştirilen sistem, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için yüksek lisans maliyetleri ve sınırlı özelleştirme seçenekleri gibi engelleri ortadan kaldıran düşük maliyetli ve ölçeklenebilir bir alternatif sunmaktadır. Bununla birlikte, sistemin Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenen yasal düzenlemelerle uyumlu olarak tasarlanması, piyasada doğrudan uygulanabilir bir model ortaya koymaktadır. Ayrıca yazılımın ticarileştirilmiş olması, çalışmanın akademik çıktısının sektörel karşılık bulduğunu göstermekte ve bu yönüyle araştırmayı yalnızca teorik bir katkıdan öteye taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasıyla geliştirilen çözüm, elektrikli araç şarj altyapısında teknik işlevselliği, kullanıcı deneyimini, yasal uyumluluğu ve sektörel uygulanabilirliği bir araya getirerek hem akademi hem de uygulama alanı açısından özgün ve değerli bir katkı sunmaktadır.

5.1 Çalışmanın Genel Sonuçları

Bu tez çalışmasının en önemli bulgusu, OCPP (Open Charge Point Protocol) protokolünün birlikte çalışabilirlik (interoperability) sağlamadaki kritik rolüdür. Farklı üreticilere ait şarj istasyonlarının tek bir merkezi sistem üzerinden yönetilebilmesi, yalnızca işletmecilerin operasyonel maliyetlerini düşürmekle kalmamış, aynı zamanda kullanıcı deneyimini de önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bu bağlamda OCPP, sektörde standartlaşma açısından temel bir unsur olarak öne çıkmıştır.

Geliştirilen mobil uygulama, kullanıcıların elektrikli araç şarj süreçlerine ilişkin ihtiyaçlarını bütüncül biçimde karşılamıştır. Kullanıcılar, istasyonların coğrafi konumlarını harita üzerinden görüntüleyebilmiş, uygun şarj noktalarına kolaylıkla erişebilmiş ve şarj başlatma, durdurma, ödeme ve anlık bildirim gibi işlemleri sorunsuz bir şekilde gerçekleştirebilmiştir. Ayrıca, geçmiş şarj işlemleri ve finansal hareketlerin uygulama üzerinden takip edilebilmesi, kullanıcıya hem şeffaflık hem de güvenilirlik sağlamıştır.

Operatörler açısından değerlendirildiğinde ise sistemin en büyük avantajı, uzaktan yönetim ve merkezi kontrol imkânıdır. Arıza tespiti, bakım planlaması, enerji tüketim analizi ve istasyon performans raporlaması gibi süreçlerin uygulama üzerinden yürütülebilmesi, şarj ağının sürdürülebilirliğine ve verimliliğine doğrudan katkı sunmuştur. Böylelikle hem işletme maliyetleri azaltılmış hem de kullanıcıya sunulan hizmet kalitesi artırılmıştır.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında geliştirilen çözüm, elektrikli araç şarj altyapısının operasyonel etkinliğini, kullanıcı deneyimini ve yönetsel verimliliğini artırarak hem akademik literatüre hem de sektörel uygulamalara somut katkılar sağlamıştır.

5.2 Akademik Katkılar

OCPP tabanlı şarj istasyonu yönetim sistemleri üzerine odaklanan literatürdeki sınırlı sayıdaki araştırmalardan biri olarak öne çıkmaktadır. Literatürde mevcut çalışmaların yanı sıra bu çalışma doğrudan mobil uygulama entegrasyonu, arka ofis süreçleri ve OCPP uyumluluğu bağlamında özgün bir katkı sunmaktadır.

Çalışmanın en önemli akademik katkılarından biri, yazılımın yalnızca kavramsal düzeyde değil, aynı zamanda uygulamalı olarak geliştirilmiş olmasıdır. Bu yaklaşım, teorik araştırmalar ile pratik sektör ihtiyaçları arasında köprü kurmakta; akademik bilginin somut bir yazılım ürünü aracılığıyla doğrulanmasını ve test edilmesini mümkün kılmaktadır. Böylelikle, çalışmanın çıktıları hem akademik literatüre katkı sağlamakta hem de sektör uygulamalarında doğrudan kullanılabilir nitelikte sonuçlar üretmektedir.

Bununla birlikte, geliştirilen sistemin ticarileştirilmiş bir ürün haline gelmesi, akademik katkıyı daha da güçlendirmektedir. Çünkü bu durum, araştırmanın yalnızca teorik bir çerçevede kalmadığını, aynı zamanda gerçek kullanıcılar ve işletmeler tarafından uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, yazılım geliştirme araştırmalarında sıkça vurgulanan “bilimsel bilginin pratik hayata aktarılabilirliği” ilkesini somut biçimde ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu tez hem ulusal literatürdeki boşluğu dolduran özgün bir araştırma ortaya koymuş, hem de akademi ile sektör arasında köprü oluşturan uygulamalı bir katkı sağlamıştır.

5.3 Sektörel Katkılar

Bu çalışma sonucunda geliştirilen elektrikli araç şarj istasyonu yönetim sistemi, sektöre hem teknik hem de ekonomik açıdan önemli katkılar sunmaktadır. Öncelikle, sistemin küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) için düşük maliyetli bir alternatif oluşturması, sektörün kapsayıcılığını artırmaktadır. Mevcut ticari çözümler yüksek lisanslama bedelleri, karmaşık entegrasyon süreçleri ve sınırlı özelleştirme seçenekleri nedeniyle özellikle KOBİ’lerin erişiminde ciddi engeller teşkil etmektedir. Geliştirilen sistem, açık kaynaklı teknolojilerin sağladığı esneklik ve maliyet avantajı sayesinde bu engelleri ortadan kaldırmakta ve yerel işletmelerin sektöre daha kolay uyum sağlayabilmesine imkân tanımaktadır. Böylece, şarj hizmetleri piyasasında rekabet ortamı güçlendirilmekte ve kullanıcıların daha uygun fiyatlı hizmetlere erişmesi sağlanmaktadır.

Bunun yanı sıra, geliştirilen çözümün Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) ve Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından belirlenen yükümlülüklerle uyumlu olması, sistemin yalnızca teknik bir altyapı sunmakla kalmayıp aynı zamanda sektörde uygulanabilir ve sürdürülebilir bir model oluşturduğunu göstermektedir. Regülasyonlara uyumun sağlanması, hem işletmecilerin yasal yükümlülüklerini yerine getirmelerini kolaylaştırmakta hem de kullanıcı güvenliği ve veri bütünlüğünü garanti altına almaktadır. Bu yönüyle sistem, Türkiye’nin enerji piyasasındaki yasal çerçeveye entegre olabilen örnek bir uygulama niteliği taşımaktadır.

Ayrıca, geliştirilen mobil uygulama ve yönetim yazılımı, ticarileştirilmiş bir ürün haline getirilmiş olup, bu durum tez kapsamında yönetim ekranları ve arka ofis modüllerinin yalnızca sınırlı düzeyde sunulmasına neden olmuştur. Bu tercih, bir yandan ürünün fikri mülkiyet haklarının korunması ve rekabet avantajının sürdürülmesi amacını taşıırken, diğer yandan akademik bağlamda sistemin genel mimarisi, işleyiş mantığı ve sektörel katkılarının ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına engel teşkil etmemiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen sistem, şarj hizmetleri piyasasında erişilebilirliği artırmakta, regülasyonlara uyumlu bir yapıyla güvenilirlik sağlamaktadır. Bununla birlikte, kullanıcı deneyimini ve operasyonel verimliliği güçlendiren bütüncül yaklaşımı sayesinde hem sektörün mevcut ihtiyaçlarına yanıt vermekte hem de sürdürülebilir enerji politikalarıyla uyumlu bir gelişim zemini oluşturmaktadır.

5.4 Güvenlik ve Veri Koruma

Çalışmanın bir diğer önemli katkısı, güvenlik odaklı mimari yaklaşımıdır. Elektrikli araç şarj istasyonları ile merkezi yönetim sistemleri arasında gerçekleşen veri akışı, kullanıcı kimlik bilgileri ve ödeme süreçleri gibi hassas verilerin korunmasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen sistemde, çok katmanlı bir güvenlik mimarisi benimsenmiş ve hem kullanıcı verilerinin hem de istasyon verilerinin bütünlüğünü sağlamak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır.

Uygulamanın kullanıcı doğrulama süreci, geleneksel parola tabanlı yöntemlerden farklı olarak, GSM numarası üzerinden OTP (tek kullanımlık parola) tabanlı kimlik doğrulama ile gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı sisteme giriş yapmak istediğinde telefon numarasını girmekte, ardından kendisine SMS yoluyla iletilen tek kullanımlık doğrulama kodunu kullanarak oturum açabilmektedir. Bu yöntem, kullanıcıların parola ezberleme zorunluluğunu ortadan kaldırmakta, parola sızıntısı gibi saldırılara karşı daha güvenli bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, OTP tabanlı doğrulama mekanizması sayesinde yalnızca kullanıcının sahip olduğu GSM hattı üzerinden sisteme erişim mümkün hale gelmiştir (Aloul vd., 2009).

Bunun yanı sıra, uygulama tarafında rol ve yetki tabanlı erişim kontrolü tasarlanmış, sistemde yer alan yöneticiler, operatörler ve partnerler için farklı seviyelerde yetkilendirme sağlanmıştır. Bu sayede hem iç tehditler hem de yetkisiz erişim girişimleri sınırlandırılmıştır. Veri tabanı seviyesinde ise, ödeme bilgilerinin ve kullanıcıya ilişkin kritik verilerin karmalama (hash) ve ek şifreleme algoritmaları ile saklanması sağlanarak, olası veri ihlallerinde bu bilgilerin okunamaz hale gelmesi güvence altına alınmıştır.

Uluslararası standartlar da göz önünde bulundurularak, sistemin güvenlik yaklaşımı Open Charge Alliance tarafından yayımlanan OCPP Security Whitepaper (2022) önerileriyle uyumlu olarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda, OCPP protokolü üzerinden gerçekleştirilen mesajlaşmaların bütünlüğü ve doğruluğu garanti altına alınmış, potansiyel siber saldırılara karşı güçlü bir altyapı oluşturulmuştur. Ayrıca, Türkiye’de Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenen veri güvenliği ve raporlama yükümlülükleri dikkate alınarak, sistemin ulusal regülasyonlara da tam uyum sağlaması mümkün kılınmıştır (EPDK, 2025).

Sonuç olarak, bu tez çalışması kapsamında geliştirilen güvenlik odaklı mimari yaklaşım, OTP tabanlı kullanıcı doğrulama, güvenli veri aktarımı, rol tabanlı erişim kontrolü ve şifreleme yöntemleri ile desteklenmiş; hem kullanıcı verilerinin gizliliğini hem de işletmelerin operasyonel verilerinin bütünlüğünü güvence altına almıştır. Böylelikle elektrikli araç şarj altyapısı için siber tehditlere karşı dayanıklı, güvenilir ve sürdürülebilir bir çözüm ortaya konulmuştur.

5.5 Geleceğe Yönelik Öneriler

Bu çalışma kapsamında geliştirilen elektrikli araç şarj istasyonu yönetim sistemi hem kullanıcı deneyimini iyileştiren hem de işletmecilere operasyonel kolaylık sağlayan kapsamlı bir yazılım altyapısı sunmaktadır. Yapılan uygulamalar sonucunda, arka ofis yönetimi, müşteri ilişkileri, raporlama ve mevzuat uyumluluğu gibi temel alanlarda yüksek seviyede işlevsellik elde edilmiştir. Sistem; şarj istasyonlarının uzaktan yönetimi, finansal süreçlerin şeffaf biçimde yürütülmesi ve EPDK’nın raporlama gerekliliklerinin yerine getirilmesi açısından etkin bir çözüm ortaya koymaktadır.

Geleceğe yönelik olarak, sistemin daha ileri düzeye taşınabilmesi için bazı geliştirme alanları bulunmaktadır. Öncelikle, yapay zekâ tabanlı analizlerin entegrasyonu, kullanıcı davranışlarının tahmin edilmesi ve istasyon yoğunluklarının öngörülmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla geçmiş dönem şarj verilerinin incelenmesi, kullanıcıların şarj alışkanlıklarının modellenmesine ve kaynakların daha verimli yönetilmesine imkân sağlayacaktır.

Bununla birlikte, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenen elektrik tarifelerinin günün saatlerine göre farklılık göstermesi, dinamik fiyatlandırma modellerinin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Yapay zekâ destekli veri analizi sayesinde şarj yoğunlukları ve tüketim desenleri incelenerek, farklı zaman dilimlerinde kullanıcıya uygun kampanyalar geliştirilebilecek ve daha uygun fiyatlı hizmet

sunulabilecektir. Bu yaklaşım hem kullanıcı memnuniyetini artıracak hem de şebeke yükünün dengelenmesine katkıda bulunacaktır.

Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu gelecekte sistemin önemli bir geliştirme alanı olarak öne çıkmaktadır. Şarj istasyonlarının güneş ve rüzgâr enerjisi gibi kaynaklarla desteklenmesi, karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlayacak ve enerji maliyetlerini düşürecektir. Bunun yanı sıra, kablosuz ve ultra hızlı şarj teknolojilerinin entegrasyonu da kullanıcı deneyimini önemli ölçüde geliştirecek ve sektörün rekabet gücünü artıracaktır.

Sonuç olarak, geliştirilen sistem yalnızca mevcut gereksinimlere yanıt vermekle kalmamakta, aynı zamanda teknolojik ilerlemeler ve enerji piyasasındaki düzenlemeler doğrultusunda geliştirilmeye açık bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, önerilen yapay zekâ tabanlı veri analizi, dinamik fiyatlandırma, yenilenebilir enerji entegrasyonu ve yeni nesil şarj teknolojilerinin desteklenmesi, sistemin uzun vadede sürdürülebilir, esnek ve kullanıcı odaklı bir çözüm olarak gelişmesine katkı sağlayacaktır.

5.6 Genel Değerlendirme

Sonuç olarak, bu tez kapsamında geliştirilen mobil uygulama ve arka ofis yazılımı, elektrikli araç kullanıcıları için kullanıcı dostu, güvenli ve erişilebilir bir çözüm sunarken; işletmeciler açısından düşük maliyetli, ölçeklenebilir ve yönetilebilir bir altyapı ortaya koymuştur. Çalışma, hem akademik bilgi birikimine katkı sağlamış hem de pratikte kullanılabilir bir model ortaya koymuştur.

Araştırma süreci boyunca elde edilen bulgular, OCPP protokolünün birlikte çalışabilirlik sağlamadaki önemini, mobil tabanlı yönetim sistemlerinin kullanıcı deneyimini iyileştirmedeki katkısını ve regülasyonlarla uyumlu yazılım mimarilerinin sektörel sürdürülebilirliği desteklemedeki rolünü ortaya koymuştur. Bu kapsamda, çalışma hem teorik bilgi ile pratik uygulama arasında köprü kurmuş hem de yazılım geliştirme araştırmalarında bilimsel bilginin doğrudan sektöre aktarılabilirliğini somut bir örnekle göstermiştir.

Geliştirilen sistemin ticarileştirilmiş bir ürün haline gelmiş olması, çalışmanın akademik çıktılarının pratikte kullanılabilirliğini ve sektörel karşılık bulduğunu göstermektedir. Bu durum, Türkiye’de elektrikli araç şarj altyapısının gelişim sürecine katkı sağlamakta ve sektörün dijital dönüşümünü desteklemektedir. Ayrıca, EPDK regülasyonlarıyla uyumlu yapısı sayesinde geliştirilen çözüm, Türkiye’de uygulanabilir bir model niteliği taşımakta; uzun vadede ise geliştirilen sistem, yapay zekâ tabanlı veri

analizi ve dinamik fiyatlandırma modelleri gibi geleceğe yönelik teknolojik ve sektörel gelişmelere uyum sağlayabilecek esnek bir altyapı potansiyeli taşımaktadır.

Aşağıda, mevcut uygulamalar ile bu tez kapsamında geliştirilen sistem, temel tasarım ve işlevsellik kriterleri bakımından özet olarak karşılaştırılmaktadır.

Tablo 4. Mevcut çözümler ile önerilen sistemin özet karşılaştırması

Özellik / Kriter	Mevcut uygulamaların çoğu	Bu tezde geliştirilen sistem
Ocpp 1.6 desteği	Kısmi / sınırlı	Tam entegrasyon
CSMS + Mobil uygulama	Genelde ayrı veya zayıf	Tam entegre mimari
EPDK entegrasyonu	Mevcut	Otomatik / Manuel Mevcut
E-fatura / e-arşiv	Mevcut	Otomatik / Manuel Mevcut
Mesaj kuyruğu (RabbitMQ)	Yaygın değil	Temel altyapı bileşeni
Windows servis ile otomasyon	Sınırlı veya yok	Arka ofis işlemleri servis
Çoklu Cihaz desteği	Çoğunlukla yok	Var
Türkiye mevzuatına uyum	Mevcut	Türkiye'ye özgü tasarım
Akademik + sektörel bütünlük	Ticari odaklı	Her iki boyut birlikte
Lisans Maliyetleri	Çoğunlukla yüksek	Lisans Esnek ve Makul

Genel olarak, bu tez çalışması hem akademik hem de sektörel düzeyde özgün ve uygulanabilir katkılar sağlamış; Türkiye’de elektrikli araç şarj altyapısının gelişim sürecine yönelik uygulanabilir bir örnek ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

- Aloul, F., Zahidi, S. ve El-Hajj, W. (2009). Two factor authentication using mobile phones. *International Journal of Mathematics and Computer Science*, 4(2), 65–80.
- Arslan, M. B. (2024). *Elektrikli araç şarj sistemlerinde iletişim protokolleri ve örnek bir uygulama* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çiçek, M. H. (2023). *Gümüşhane ili kapalı otoparkının elektrikli araç şarj istasyonuna dönüşümü* (Yüksek lisans tezi). Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- ECMA International. (2023). *ECMA-334: C# language specification*. Geneva: ECMA. 27 Eylül 2025 tarihinde <https://ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-334/> adresinden erişildi.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). *Enerji dönüşümü / şarj otomasyon sistemi işlemleri*. 27 Eylül 2025 tarihinde <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-220/enerji-donusumusarj-otomasyon-sistemi-islemleri> adresinden erişildi.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). *Şarj hizmeti piyasası yürürlükte olan/iptal edilen lisanslar*. 27 Eylül 2025 tarihinde <https://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektrikSarjAgiIsletmeci/elektrikSarjAgiIsletmeciOzetSorgula.xhtml> adresinden erişildi.
- Garofalaki, Z., Kosmanos, D., Moschoyiannis, S., Kallergis, D. ve Douligeris, C. (2022). *Electric vehicle charging: A survey on the security issues and challenges of the Open Charge Point Protocol (OCPP)* (arXiv ön baskı, arXiv:2207.01950). 27 Eylül 2025 tarihinde <https://arxiv.org/abs/2207.01950> adresinden erişildi.
- Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB). (2024). *Şarj ağı işletmecilerinin elektrik şarj hizmetlerine ilişkin bildirim teknik kılavuzu* (Sürüm 2.0, 22.03.2024). 27 Eylül 2025 tarihinde https://ynokc.gib.gov.tr/UploadedFiles/Files/ESU_Teknik_Kilavuz_Surum2-22032024.pdf adresinden erişildi.
- İpek, B. (2022). *Elektrikli araçlar, elektrikli araç şarj istasyonları ve Türkiye için gelecek dönem elektrikli araç miktarı tahmini* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Karapınar, F. ve Daldaban, F. (2022). Elektrikli araçların şarj yöntemleri ve şarj istasyon tipleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 38(3), 549–556.
- Meta. (2025). *React Native documentation*. Meta Platforms, Inc. 20 Eylül 2025 tarihinde <https://reactnative.dev> adresinden erişildi.
- Microsoft. (2025). *ASP.NET Core documentation*. 27 Eylül 2025 tarihinde <https://learn.microsoft.com/aspnet/core> adresinden erişildi.
- Mumcu, İ. (2019). *Elektrikli araçlar için güneş enerjisi ile çalışan şarj istasyonu ağı kurma* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Open Charge Alliance. (2022). *OCPP 1.6 Security Whitepaper* (3. baskı). 27 Eylül 2025 tarihinde <https://openchargealliance.org/ocpp-info-whitepapers/ocpp-1-6-security-whitepaper-3rd-edition/> adresinden erişildi.
- Open Charge Alliance. (2025). *Download OCPP – Open Charge Point Protocol documentation*. 27 Eylül 2025 tarihinde <https://openchargealliance.org/my-oca/ocpp/> adresinden erişildi.
- PostgreSQL Global Development Group. (2025). *PostgreSQL documentation*. 20 Eylül 2025 tarihinde <https://www.postgresql.org/docs> adresinden erişildi.
- RabbitMQ. (2025). *RabbitMQ documentation*. VMware, Inc. 20 Eylül 2025 tarihinde <https://www.rabbitmq.com/documentation.html> adresinden erişildi.
- Sönmez, E. ve Aksoy, M. (2023). *Mobil uygulama geliştirme çatılarının karşılaştırmalı analizi: Flutter ve React Native örneği*. *Journal of Emerging Computer Technologies*, 3(2), 45–60.
- Vercel. (2025). *Next.js documentation*. Vercel Inc. 20 Eylül 2025 tarihinde <https://nextjs.org/docs> adresinden erişildi.

ÖZGEÇMİŞ

2007 yılında Gümüşhane Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Bölümü'nden mezun oldu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Programı'ndan ön lisans derecesini, 2014 yılında ise Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü'nden lisans derecesini aldı. İngilizce bilmektedir (A1 düzeyi).

Meslek yaşamına 2009 yılında D-Smart & D-Smart İnternet bünyesinde müşteri temsilcisi olarak başladı, 2010 yılında uzman yardımcısı pozisyonuna yükseldi ve bu görevini 2014 yılına kadar sürdürdü. 2015–2019 yılları arasında Özden Bilişim firmasında yazılım geliştirici olarak görev yaptı. 2019–2022 yılları arasında Özden Yazılım A.Ş.'de Yazılım Proje Yöneticisi olarak çalıştı. 2022 yılından itibaren Trabzon Teknokent bünyesinde Benim Teknolojim Ticaret Limited Şirketi kurucusu olarak kendi yazılım şirketinde faaliyetlerini sürdürmektedir.