

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**AKILLI ŞEHİRLER İÇİN MERKEZİ OTO PARK YÖNETİM SİSTEMİ TASARIMI VE
UYGULAMASI**

Mohammed Sufyan MOHAMMED

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKILLI ŞEHİRLER İÇİN MERKEZİ OTOYARK YÖNETİM SİSTEMİ
TASARIMI VE UYGULAMASI**

MOHAMMED SUFYAN MOHAMMED

ELEKTRİK VE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2020

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Mohammed Sufyan MOHAMMED tarafından hazırlanan “Akıllı Şehirler İçin Merkezi Otopark Yönetim Sistemi Tasarımı Ve Uygulaması” adlı tez çalışması .../.../2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Seda ÜSTÜN ERCAN

Elektrik-Elektronik-Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan

Üye

Üye

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2020

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.



Ocak 2020

Mohammed Sufyan MOHAMMED

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKILLI ŞEHİRLER İÇİN MERKEZİ OTOPARK YÖNETİM SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Mohammed Sufyan MOHAMMED

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Seda ÜSTÜN ERCAN

Son zamanlarda, akıllı şehirler ve kaynakların verimli bir şekilde nasıl kullanılacağı konusunda önemli araştırmalar yapılmıştır. Otopark alanı özellikle çoğu büyük şehirde azdır ve park etme işlemini koordine etmek için akıllı sistemler gerekmektedir. Bu tezde, kalabalık alanlarda boş bir park yeri bulma sorununu çözmek için merkezi bir otopark yönetim sisteminin prototipi önerilmiştir. Önerilen sistem, nesnelerin interneti ve zigbee teknolojisi kullanılarak tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu sistemin temel özelliği, sürücünün kısa mesaj servisi veya interneti kullanarak boş park yerlerine bakabilmesi ve dilediğinde ayırabilmesidir. Blynk uygulaması, sürücülerin internet üzerinden park yerlerinin durumunu öğrenmesi için bir grafik kullanıcı ara yüzü olarak tasarlanmıştır. Buna ek olarak, bu sistem, otoparkın dolması durumunda sürücülerin rezervasyon talebinde bulunmasını sağlar ve boş bir park yeri bulunduğunda sürücüler otomatik olarak bilgilendirir. Bu sistemin işleyişini düzenlemek için iki farklı yöntem önerilmiştir. Bu yöntemlerin amacı, otopark sistemin sürücüler ve park yöneticileri için daha kullanışlı bir duruma getirmektir. Bu sistem ayrıca sürücüler için rehber bir özellik taşımaktadır. Böylece sürücüler, tercihlerine göre otopark girişine, çıkışına veya yaya çıkışına göre en yakın boş park yerine yönlendirir.

Ocak 2020, 81 sayfa

Anahtar kelimeler: Akıllı şehir, otopark sistemi, GSM, NodeMCU, XBee, Blynk.

ABSTRACT

Master's Thesis

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A CENTRAL CAR PARKING MANAGEMENT SYSTEM FOR SMART CITY

Mohammed Sufyan MOHAMMED

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Electrical and Electronics Engineering
Supervisor: Assistant. Prof. Dr. Seda ÜSTÜN ERCAN

Recently, there has been significant research focus on smart cities and how to use resources efficiently. Parking space, in particular, is scarce in most metropolitan areas and intelligent systems are required to coordinate parking. This thesis proposes a prototype of a central car parking management system to solve the problem of finding a vacant parking space in crowded areas. The proposed system was designed and implemented according to two different approaches. The first approach is based on internet of things technology while the second approach is based on zigbee technology. The key feature of this system is that the driver could look for, reserve vacant parking spaces remotely using short message service or by using the internet at the same time. Blynk application was designed as a graphic user interface that enables drivers to recognize the status of parking spaces. In addition, this system enables the drivers to reserve in advance in case the car parking was full, and would be notified automatically when a vacant parking space became available. Two different methods were suggested to organize the operations of this system. The motivation of these methods is to increase the benefits of parking system for the drivers and parking managers. This system includes guidance module; this module would guide the drivers to the nearest vacant parking space within the car parking according to the driver preferences. The nearest parking space is relative to the entrance, exit and pedestrian exit of the car parking.

January 2020, 81 pages

Key words: Smart city, parking system, GSM, NodeMCU, XBee, Blynk.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması boyunca verdiği destek, rehberlik ve yardım önerileri için danışmanım Seda ÜSTÜN ERCAN'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, bu çalışma sırasında maddi, manevi destekleriyle daima yanımda olan babama, bana verdiği destek ve gösterdiği anlayışıyla sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim. Son olarak, sayısız yardımları için arkadaşım Rakan BASHIR'a da teşekkür ediyorum.

Ocak 2020, Samsun

Mohammed Sufyan MOHAMMED

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kaynak Özetleri	2
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Akıllı Şehir Tanımı	7
2.2. Akıllı Şehir Önemi.....	8
2.3. Akıllı Şehir Sağlama Teknolojileri	9
2.3.1. Nesnelerin interneti	9
2.3.2. Bulut bilişim.....	10
2.3.3. Kablosuz sensör ağı	11
2.3.4. Zigbee	12
2.4. Akıllı Şehir Bileşenleri	12
2.5. Akıllı Otopark Sistemi	13
2.5.1. Akıllı otopark sistem kategorileri	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Mikrodenetleyici	16
3.1.2. Haberleşme modülü	17
3.1.3. Nesne algılama sensörü.....	20
3.1.4. Servo motor.....	22
3.1.5. LCD ekran.....	22
3.2. Tasarım ve Uygulama	23
3.3. Yöntem.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	70

KISALTMALAR

AOS	Akıllı otopark sistemi
GSM	Global System for Mobile Communications (Küresel Mobil İletişim Sistemi)
GUI	Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
LCD	Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
SMO	Serial Monitor Output
SMS	Short Message Service (Kısa Mesaj Servisi)
WSN	Wireless Sensor Network (Kablosuz Sensör Ağı)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Arduino Mega	16
Şekil 3.2. Arduino yazılımı	17
Şekil 3.3. NodeMCU.....	18
Şekil 3.4. Blynk yazılımı	18
Şekil 3.5. GSM.....	19
Şekil 3.6. XBee	19
Şekil 3.7. XCTU yazılımı	20
Şekil 3.8. Kızılötesi sensör.....	21
Şekil 3.9. Servo motor	22
Şekil 3.10. LCD (16×2)	22
Şekil 3.11. Tasarlanan baz istasyonunun şeması	23
Şekil 3.12. Tasarlanmış otopark modülü A'nın şeması	24
Şekil 3.13. Tasarlanan otopark modülü B'nin şeması	25
Şekil 3.14. Tasarlanmış Blynk uygulaması.....	25
Şekil 3.15. Park yerlerinin durumu için SMS talebi	26
Şekil 3.16. Bekleme listesine giriş için SMS (a) otopark A (b) otopark B	26
Şekil 3.17. Boş park yeri ayırmak için SMS (a) otopark A (b) otopark B.....	27
Şekil 3.18. Otoparkların durumunu öğrenme sürecinin akış şeması	28
Şekil 3.19. İlk yönteme bağlı olarak A otoparkındaki rezervasyon işleminin akış şeması.....	30
Şekil 3.20. İlk yönteme bağlı olarak sürücülerin çağırılma sürecinin akış şeması	32
Şekil 3.21. İkinci yönteme bağlı olarak A otoparkındaki rezervasyon işleminin akış şeması.....	34
Şekil 3.22. İkinci yönteme bağlı olarak sürücülerin çağırılma sürecinin akış şeması	36
Şekil 3.23. Rehberlik sürecinin önerilen yaklaşımı	37
Şekil 4.1. Önerilen sistem	38
Şekil 4.2. Baz istasyonunun SMO'su	39
Şekil 4.3. A Otoparkı SMO'su	39
Şekil 4.4. B otoparkı SMO'su	39
Şekil 4.5. İlk modda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	40
Şekil 4.6. İlk modda baz istasyonunun SMO'su	40
Şekil 4.7. Araç algılama durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	42
Şekil 4.8. Otoparkların bilgilerinin değişmesi durumunda baz istasyonunun SMO'su ...	44
Şekil 4.9. Otopark modülleri boş olduğunda “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su	45
Şekil 4.10. Otopark modülleri boş olmadığında “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su	46

Şekil 4.11. Otopark modülleri dolu olduğunda “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su	46
Şekil 4.12. Blynk uygulaması ve otopark modülleri (a) boş (b) yarı dolu (c) dolu olduğunda	47
Şekil 4.13. A otoparkında rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su	48
Şekil 4.14. A otoparkında rezervasyon yapılması durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	49
Şekil 4.15. B otoparkında rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su	50
Şekil 4.16. B otoparkında rezervasyon yapılması durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	51
Şekil 4.17. Rezervasyonun iptal edilmesi halinde (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	52
Şekil 4.18. Rezervasyonun iptal edilmesi durumunda baz istasyonunun SMO'su	52
Şekil 4.19. Otopark A ve otopark B'de rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su (a) ilk kez (b) ikinci kez	54
Şekil 4.20. İki rezervasyon talebi alan (a) otopark A SMO'su (b) otopark B SMO'su ...	55
Şekil 4.21. Üçüncü kez otopark A ve otopark B'de rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su	56
Şekil 4.22. Üçüncü kez rezervasyon talebi alan (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su	56
Şekil 4.23. Girişte rezervasyonlu araç tespiti durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otopark SMO'su	57
Şekil 4.24. Rezervasyona rağmen güncellenen otopark modül bilgilerini gösteren baz istasyonunun SMO'su	58
Şekil 4.25. Bekleme listesine eklenme talebi alan baz istasyonunun SMO'su	59
Şekil 4.26. Bekleme listesine eklenme talebi alan B otoparkı SMO'su	59
Şekil 4.27. Bekleme listesinden sürücünün çağrılma durumunda B otoparkı SMO'su ...	60
Şekil 4.28. Sürücünün bekleme listesinden çağrılma durumunda baz istasyonunun SMO'su	61
Şekil 4.29. Rezervasyon onaylı bir talep alan baz istasyonunun SMO'su	61
Şekil 4.30. Rezervasyon onaylı bir talep alan B otoparkı SMO'su	62

1. GİRİŞ

Akıllı şehir yaşam kalitesini, hizmet verimliliğini artırmak ve insanların ihtiyaçlarını karşılamak için bilgi ve iletişim teknolojisini kullanmaktadır. Zorlukların üstesinden gelmek ve şehrin karşı karşıya olduğu fırsatları kavramak için, tüm önemli şehir aktörlerinin çoklu bilgi ve iletişim teknolojisini, kablosuz sensör ağını, nesnelerin interneti ve bulut çözümlerini güvenli bir şekilde entegre etmesi gerekmektedir. Akıllı şehir kurmanın amacı, tüm farklı şehir sistemlerini, insanları, kuruluşları, tesisleri ve altyapıları tek tek verimli bir şekilde çalıştırmaktır. Akıllı şehirler, okullar, kütüphaneler, hastaneler, ulaşım sistemleri, enerji santralleri, su şebekeleri, atık yönetimi ve diğer toplum hizmetleri gibi bir şehrin varlıklarını yönetmektedir. Bu şehrin varlıklarında, akıllı ulaşım sistemlerinin önemli parçaları olan otopark sistemleri, akıllı bir şehrin yeniliklerini ve büyümesini kolaylaştıran temel uygulamalardır. Ekonomi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte, birçok ülkedeki araba sayısı her geçen yıl artmaktadır. Nüfus ve araba sayısındaki artış nedeniyle, trafik sıkışıklığı ve boş otopark yeri bulma sorunu, son yıllarda özellikle trafiğin yoğun olduğu saatlerde şehirlerin karşılaştığı en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Otopark yeri bulmanın ortak yöntemi manueldir, yani sürücü bireysel olarak sokakta boş otopark alanını şans ve deneyimi yoluyla bulur, otopark durumu hakkında önceden bilgisi olmadan arama yapmaktadır. Bu işlem gereksiz yere uzun zaman ve çaba gerektirir, sürücülerin ruh halini etkiler, çevreyi kirletir, sokaklardaki araç sayısını artırır ve dolayısıyla trafik sıkışıklığının artmasına neden olur. Bu sadece otopark yeri arayan sürücüler için sorunlara neden olmakla kalmaz, aynı zamanda trafik sıkışıklığı nedeniyle diğer sürücüler için yakıt tüketimine ve zaman kaybına da neden olur. Ayrıca, sürücü trafik yoğunluğu yüksek olan bir şehirde araç kullanıyorsa, otopark yeri ararken trafiğe olan konsantre azalmakta ve dolayısıyla kaza olma olasılığı artmaktadır. Bu durumlar akıllı şehirler için, park yeri arama sürelerini, trafik sıkışıklığını, yakıt tüketimini ve trafik kazalarını azaltacak şekilde otopark sistemlerinin verimliliğini artıran eylemler gerçekleştirme fırsatı olarak görülebilir.

1.1. Kaynak Özetleri

Son yıllarda, park sorunlarının çözülmesini amaçlayan birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu, park yeri araması yapan sürücülerin belirli bir coğrafi alanda boş bir otopark yeri ayırmasını sağlayan sistemler tasarlamaya odaklanılmıştır. Örneğin:

(Meenaloshini vd, 2019)'da sürücülerin akıllı telefonlarını kullanarak bir android uygulaması aracılığıyla boş park yerlerini tanımasını sağlayan bir otopark sistemi sunmaktadır. Bu sistemde park yerlerinin durumunu tespit etmek için kızılötesi sensörler kullanılmıştır. Bu sistem, sürücülerin yalnızca istenen konumdan belirli bir mesafe içindeyken boş konumu seçmesine izin vermez, ayrıca sürücüler araçlarını park etmek için gereken toplam süreyi yazmak zorundadır. Burada maksimum süre 5 saati aşamaz.

(Somani vd, 2018)'de sürücüler için boş bir park yeri aramaktan bu yeri ayırmaya kadar bir otopark sistemi ve bir uygulaması tasarlamıştır. Bu sistemde, internete bağlantı sağlamak için NodeMCU modülünü kullanılırken park yerleri durumunu tespit etmek için kızılötesi sensörleri kullanılmıştır. Bu sistemde, sürücü bilgilerini girerek kullanıcı kimliği, park yerinin numarası vb. gibi boş bir park yeri ayrılabilir. Ayrıca, sürücüler istedikleri rezervasyonun saatini ve tarihini (giriş ve çıkış) belirtmelidir.

(Thangam vd, 2018)'de otopark alanındaki araçların varlığını tespit edebilen bir otopark sistemi tasarlamak için Raspberry pi modülü ve Raspberry pi3 kamera kullanılmıştır. Bu sistemde, sürücünün bir uygulamayı kullanarak istenen konumda boş bir park yeri bulmasına ve ayırmasına izin verilmiştir. Bu sistemin rezervasyon tamamlandıktan sonra bir zaman sınırı vardır (15 dakika), eğer sürücü belirtilen süre sınırları içinde gelmediyse, rezervasyon iptal edilecektir.

(Mahendra vd, 2017)'de nesnelerin interneti teknolojisine dayanan bir otopark sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, sürücülerin kayıt işlemini yaptıktan sonra bir uygulama kullanarak park yerlerinin durumuna erişmelerini sağlamaktadır. Sürücüler, gerekli bilgileri (ad, cep telefonu numarası, e-posta, adres, kart bilgileri, araç plakası, vb.) girerek kayıt olmaktadır. Bu sistem 3 park yeri için tasarlanmış ve kızılötesi sensörleri ve Raspberry pi modülü kullanılarak uygulanmıştır.

(Karthi ve Harris, 2016)'de bulut teknolojisine dayalı bir uygulama ve otopark sistemi önerilmiştir. Bu önerilen uygulama önceliklerine göre ayrılmış iki tür müşteri vardır. Normal müşteriler: Müşteri uygulamada bir hesap oluşturmazsa, yalnızca park yerlerinin durumunu görebilir, ancak rezervasyon yapamaz. Özel müşteriler: Müşteri uygulamada bir hesap oluştursa, o zaman park yerlerinin durumunu görebilir, rezervasyon yapabilir ve rezervasyonu iptal edebilir. Hesap oluşturma, müşterinin telefon numarası, e-posta vb. gibi gerekli bilgilerini girmeyi içerir.

(Patil ve Sakore, 2014)'de android platformuna dayalı bir otopark sistemi gösterilmiştir. Bu sistemde, sürücü bir hesap oluşturduktan sonra uygulamayı kullanarak park yerleri durumunu alabilir. Ancak, sürücünün sadece bir park yeri ayırmasına izin verilir.

(Babu ve Jyothsna, 2018)'de sürücülerin akıllı telefonlarını internet üzerinden kullanarak park yerlerinin durumunu tanımasını sağlayan bir otopark sistemi önermiştir. Bu sistem kızılötesi sensörleri, NodeMCU modülü ve Blynk uygulaması kullanılarak uygulanmıştır. Bu uygulamada, park yerlerinin boş olup olmadığını kontrol etmek için her park yerine dağıtılan dört kızılötesi sensörü kullanılmıştır. Ardından NodeMCU, kızılötesi sensörlerinden tüm verileri toplar ve buluttaki Blynk sunucusuna iletir.

(Mangwani, 2018)'de sürücülerin boş park yerlerini web hizmeti üzerinden uzaktan bulmalarını sağlayan bir otopark sistemi önerilmiştir. Bu sistem, her yere kızılötesi sensörü yerleştirerek her park yerinin durumunu tespit edebilir. Sonra, NodeMCU modülü algılanan verileri merkezi sunucuya yükler. Sürücüler herhangi bir web tarayıcısını kullanarak herhangi bir yerden park yerinin durumunu kontrol edebilir. Sürücüler ayrıca bu sunucuda profillerini oluşturarak boş bir park yeri ayırtabilirler.

(Nikam vd, 2017)'de görüntü işleme yöntemi kullanılarak park yerlerini bulma ve algılama amaçlamaktadır. Park yerinin görüntüleri kameraların yardımıyla alınır ve MATLAB kullanılarak işlenir. Sürücülere park yerlerinin kullanılabilirliğini göstermek için internet üzerinden bir android uygulaması kullanılmıştır.

(Grodi vd, 2016)'da XBee modüllerine dayanan bir otopark sistemi sunulmuştur. Bu sistemde, her park yeri bir arduino mikrodenetleyici tarafından kontrol edilen SRF05 sensörü ile donatılmıştır. SRF05 sensörleri park yerini algılamak için kullanılmıştır ve

sonuçlar XBee mod  lleri kullanılarak uzak veritabanına iletilmiştir. Bu bilgilere daha sonra web sitesi hizmeti aracılığıyla kullanıcılar tarafından erişilmektedir.

(Hans vd, 2015)’de otopark hizmetlerinde nesnelerin interneti ve bulut teknolojilerini kullanma kavramını tanıtılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada bir uygulama tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bu akıllı uygulamayı indireren ve kayıt olarak m şteriler, boş park yerlerini uzaktan bulabilir ve rezervasyon yapabilirler. Bu sistem, s ş c şn şn hesabına aynı anda birden fazla araba eklemesine izin vermektedir.

(Shiyao vd, 2014)’de park sorununu  şmeye çalışan bir otopark sisteminin tasarımı ve uygulaması ortaya konmuştur. Bu sistemin ana kısmı, basınç sens ş  bilgilerini bir koordinat ş mod şl ş aracılığıyla kişisel bilgisayara g şnderen ve daha sonra veritabanını g şncelleyen kablosuz zigbee ağ sens şr nden oluşur. Uygulama katmanı internet  zerinden otopark bilgilerini alabilir ve park yeri almak isteyen kişilere kolaylık sağlamak için web servisin kullanabilmektedir.

(Chaudhary ve Kapoor, 2015)’de internete ihtiyaç duymadan park yerlerinin durumunu tespit edebilen bir otopark sistemi  nerilmiştir. Bu sistemde, s ş c şler boş park yerleri bulmak ve ayırmak için bir kısa mesaj servisi (SMS) g şndermelidir. Sistem doğru komutla bir SMS aldığında, ayırmak istedikleri s şe boyunca s ş c şlerin yanıtını verir. S ş c şler, park yeri için “Başlangıç Zamanı” ve “Bitiş Zamanı” biçiminde bir SMS ile yanıt vermelidir. S ş c şler istedikleri zamana cevap verir vermez, sistem zamanlayıcıyı başlatacak ve s ş c şlerin gelişini bekleyecektir. S ş c şler kaydettikleri zamandan  nce gelmezlerse, kaydettikleri park yerinin s resi dolmaktadır.

(Osman vd, 2014)’de bir otopark sistemi tasarlamak için sens ş d ğ mleri ve k resel mobil iletişim sistemi (GSM) teknolojisi kullanılmıştır. Bu sistem, s ş c şlerin internete bağlanmaya gerek kalmadan SMS servisi aracılığıyla boş park yerini bulmasını, ayırmasını sağmaktadır. Ancak, s ş c şler bu sistemi kullanabilmek için  n kayıt işlemi yapmak zorundadır.

(Sushma vd, 2013)’de s ş c şlerin sadece SMS g şndererek boş park yeri ayırmalarını sağlayan bir otopark sistemi geliştirilmiştir. Ancak s ş c şler, sanki s ş c ş arabayı 30, 60, 90 veya 120 dakika boyunca park etmek istiyormuş gibi park yerine park etmek istedikleri s reyi içermesi gereken bir SMS g şndermelidir.

(Dharmareddy vd, 2013)'de görüntü işleme ve GSM teknolojisine dayanan bir otopark sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, araçların varlığını algılamak için bir web kamerası ve mikrodenetleyici kartı kullanmakta ve internet üzerinden boş park yerlerinin sayısını göstermektedir. Ayrıca boş park yeri sayısını içeren bir SMS göndererek sürücüye rezervasyon hizmeti vermektedir.

Sürücüleri otoparkın içindeki boş yerlere yönlendirmek için birçok başka sistem tasarlanmıştır. Örneğin:

(Sabbea vd, 2018)'de sürücünün bluetooth teknolojisi ile kablosuz bağlantı yaptıktan sonra otopark alanına girmesine veya çıkmasına izin veren bir uygulama yapılmıştır. Otoparka giren sürücü, otoparktaki boş park yeri hakkında bilgi içeren bir SMS alacaktır.

(Natarajan ve Ghosh, 2018)'de tasarlanan otopark sistemi, sürücüler ve otopark alanı arasında bir arayüz sağlayan bir ekran içerir. Bu ekranda, yeşil renk park yerinin boş olduğunu gösterirken, kırmızı renk dolu olduğunu gösterir. Bu ekranı tasarlamak için labview yazılımı veya grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) kullanılmıştır.

(Nandyal vd, 2017)'de sürücülerin boş park yerlerini hızlı ve kolay bir şekilde bulmalarına yardımcı olan bir otopark sistemi gösterilmiştir. Bu sistem, otoparktaki araçların varlığını tespit etmek için bir ultrasonik sensör kullanmakta ve algılanan araç yoksa yeşil ışık yayan diyot (LED) ve belirli park yerinde araçların dolması durumunda kırmızı LED yanmaktadır. LED, her park yerinin üstüne monte edilmiştir.

(Mutlara vd, 2017)'de düşük maliyetli bir kablosuz otopark sisteminin tasarımı ve uygulaması sunulmuştur. Bu sistemde boş park yerlerini tespit etmek için ultrasonik sensörler kullanılmakta ve sürücülere görsel bilgileri görüntülemek için bir dizi LED kullanılmaktadır. Bu sistemdeki fark, algılanan verilerin NodeMCU kartı kullanılarak kablosuz olarak ana kontrol ünitesinde güncellenebilmesidir.

(Daur vd, 2016)'de radyo frekanslı tanımla teknolojisine dayalı bir otopark sistemi önerilmiştir. Radyo frekanslı tanımla kartı, otomobilin plakasını, sahibinin adını, cep telefonu numarasını, vb. gibi bilgileri saklamak için yapılmıştır. Araç otoparkına girerken, radyo frekanslı tanımla kartı, giriş kapısına yerleştirilen radyo frekanslı tanımla kart okuyucusuyla taranır. Sistem daha sonra boş park yerlerini tahsis eder ve sürücüyü SMS servisi aracılığıyla bilgilendirir.

(Kamble ve Dehankar, 2015)'de önerilen otopark sistemi, sürücülerin otopark girişine yerleştirilen büyük bir ekran ünitesi aracılığıyla otopark durumunu kolayca tanımalarını sağlar. Bu ekran ünitesi, otopark içindeki toplam kullanılabilir park yeri sayısını gösterecektir. Tüm park yerleri dolduğunda, “kullanılabilir yer yok, park yeri boşalana kadar lütfen bekleyin” mesajını gösterecektir.

(Jeffrey vd, 2012)'de kablosuz algılayıcı ağlar kullanan bir otopark sisteminin uygulanmasını açıklanmıştır. Bu sistemin işlemleri şöyledir: Sürücüler otopark girişine vardıklarında, cep telefonu numaralarını girmek zorundadırlar. Daha sonra, giriş zamanı ve boş park yerinin numarası sürücünün cep telefonuna SMS yoluyla gönderilecektir.

Bu tezde merkezi bir otopark yönetim sistemi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Önerilen sistem, belirli bir coğrafi alanda bulunan otoparkların dolu veya boş olma durumunu tespit edebilmektedir. Önerilen bu sistemin diğer çalışmalardan olan farkları aşağıdaki noktalarda özetlenmiştir:

- Önerilen sistem internet kapsama alanı olmayan alanlarda çalışmaktadır. Bu, yeni sistemin tasarımında zigbee teknolojisinin kullanılmasıyla başarılmıştır.
- Bu sistem, sürücülerin SMS ile veya istedikleri taktirde internet ile otoparktaki boş yerleri görmelerini sağlamaktadır.
- Sürücünün rezervasyon yapabilmesi için ön kayıt işlemi yapması gerekmemektedir. Ayrıca otoparktan ayrılış saatini belirtmek zorunda değildir.
- Bu sistem sürücünün aynı anda birden fazla park yeri ayırmasını sağlamaktadır.
- Sürücünün rezerve edebilmesi için sistemden belirli bir mesafede olması gerekmez.
- Otopark doluyken, sürücü bekleme listesinde listelenir ve listedeki sürücü sırasına göre boş park yeri olduğunda otomatik olarak bilgilendirilir.
- Bu sistem, sürücüyü aynı zamanda araba giriş-çıkışı ve yaya çıkışına göre en yakın boş alana yönlendirmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Akıllı Şehir Tanımı

Son birkaç yılda, yazılım ve donanım tasarımlarının ilerlemesi nedeniyle çoklu bilgi ve iletişim teknolojisinde muazzam bir büyüme olmuştur. Çoklu bilgi ve iletişim teknolojisinin çeşitli şehir faaliyetleri için farklı şekillerde kullanılması şehir işlevlerinin etkinliğini artırmıştır. Bu şehirler “dijital şehir”, “esnek şehir”, “elektronik şehir”, “bilgi şehri”, “kablolu şehir” ve “akıllı şehir” gibi kategorilerle sınıflandırılmıştır. Akıllı şehir, şehirler için kullanılan diğer etiketleri kapsadığı için kullanılan kategoriler arasındaki en kapsamlı kavramdır (Albino vd, 2015).

Akademisyenler arasında akıllı şehir kavramının tutarlı ve açık bir tanımı hala mevcut değildir. Basitleştirilmiş bir açıklamada akıllı şehir, faaliyetlerini nüfusunun yararına iletirmek için çoklu bilgi ve iletişim teknolojisinin yardımıyla hizmetlerin ve geleneksel ağların daha verimli, sürdürülebilir ve esnek hale getirildiği bir yerdir. Başka bir deyişle, akıllı şehir, şehrin ortak akıllılığından yararlanmak için sosyal altyapıyı, fiziksel altyapıyı, iş altyapısını ve bilgi teknolojisi altyapısını birbirine bağlayan bir şehirdir. Akıllı şehirlerde, dijital bilgi teknolojileri, kaynakların daha iyi kullanılması ve çevreye daha az etkisi ile en iyi kamu hizmetlerine dönüşmektedir. Bir başka kapsamlı ve biçimsel tanım şöyledir: akıllı şehir yaşam kalitesini, insanların ihtiyaç duyduğu hizmetlerin verimliliğini artırmayı ve karşılaştıkları çeşitli karmaşık sorunlara uygun çözümler bulmayı amaçlamaktadır (Alshahadeh, 2018).

Genel olarak, uluslararası standardizasyon örgütü gibi kuruluşlar tarafından oluşturulan standartlar, verimlilik, güvenlik ve kalite sağlarken, şehirlerin gelişimini yönlendirmek için evrensel olarak anlaşılan özellikler sağlar. Elektrik ve elektronik mühendisleri enstitüsü ayrıca akıllı sağlık, akıllı şebekeler, akıllı ulaşım ve otopark sistemleri de dahil olmak üzere akıllı şehirlerin farklı bileşenleri için standartlar geliştirmiştir. Akıllı kentin inşasında ve geliştirilmesinde standartlar önemli rol oynayabilir ayrıca akıllı şehirlerin işlevsel ve teknik performansının izlenmesi için gerekli gereksinimleri sağlayabilir. Standartlar, kaynak yönetimi, iş uygulamaları ve diğer akıllı şehirler faaliyetleri gibi farklı faktörleri göz önünde bulundurur (Mohanty vd, 2016).

2.2. Akıllı Şehir Önemi

Günümüzde kentleşme, tarım alanlarının çoğu kentsel alanlara dönüştürüldüğü için önemli bir konudur. Aynı zamanda artan kentleşme, elektrik, iletişim, ulaşım ve diğer hizmetler de dahil olmak üzere altyapıya artan ihtiyaç anlamına gelmektedir. Tüm bu hizmetler, insanların hayatını kolay ve uygulanabilir kılmak için şehir insanlarına kısa sürede etkili bir şekilde sunulmalıdır. Günümüz şehirlerinde, bu altyapılar artık çağdaş sakinlerin yaşam standartlarını karşılamamaktadır. İnsanların yaşam kalitesini iyileştirmek ve şehirlerin karşılaştığı sorunları çözmek için kullanılan eski yöntemleri takip etmek uygun değildir ve pahalıdır. Böylece kentin şeklini gözden geçirmek, sakinlerin temel gereksinimlerini karşılamak için zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir. Akıllı şehirlerin oluşturulması, nüfus artışı ve hızlı kentleşmeden kaynaklanan sorunları hafifletmek için normal bir stratejidir.

Ayrıca, yüksek nüfus yoğunluğu ve ekonomik ilerleme, kaynak tüketimini arttırmakta bu da sınırlı kaynakları azaltmakta ve fiyatlarını arttırmaktadır. Bu sorun nüfus artışına paralel olarak artmaktadır. Buna ek olarak, nüfus arttığında olumsuz etkiler de artar ve kentsel alanlarda birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Sorunlar arasında hava kirliliği, su kıtlığı, enerji kıtlığı, trafik sıkışıklığı, yoksul mahalleler vb. yer almaktadır. Bu nedenle, dünya kaynakları sınırlı olduğundan nüfusun artmasıyla akıllı şehirlere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Abid, 2014).

Öte yandan, şehirlerdeki verimlilik büyük ölçüde ulaşım sistemlerinin verimliliğine bağlıdır. Ulaşım sorunları bugün kentlerin karşı karşıya kaldığı temel sorunlardan biridir. En önemli ulaşım sorunları genellikle şehir merkezlerinde görülür ve ulaşım sistemleri hareketlilik gereksinimlerini karşılayamadığında ortaya çıkar. Ayrıca, kentsel bölgelerde havaalanları, limanlar ve otopark gibi ana ulaşım pivotları vardır ve bunlar da başka problemler yaratır. Kentsel ulaşımın göze çarpan başlıca sorunları arasında trafik sıkışıklığı ve otopark sorunları bulunmaktadır. Trafik sıkışıklığı, büyük kentsel alanlarda en yaygın ulaşım sorunlarından biridir. Motorlu ulaşımın yaygınlığı ve ulaşım altyapısı talebini artıran özel araçların kullanımı ile ilgilidir. Ancak, ulaşım altyapısının sağlanması genellikle trafiğin büyümesine ayak uyduramaz. Ayrıca, trafik sıkışıklığı ve boş otopark

arayışı ile ilgilidir, bu da daha fazla gecikmeye yol açar ve yerel trafiği zayıflatır. Böylece tüm bu durumlar akıllı şehirler kavramını zorunlu kılmaktadır (Karadağ, 2013).

2.3. Akıllı Şehir Sağlama Teknolojileri

Akıllı şehrin konuşlandırılması, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve kablosuz sensör ağı gibi birçok olanak sağlayan teknolojiyle ilişkilidir. Bu üç teknoloji akıllı şehrin genel yapısında önemli bir rol oynamaktadır.

2.3.1. Nesnelerin interneti

Akıllı şehir uygulamasının temeli nesnelerin interneti (IoT)'dir. Başka bir deyişle, IoT akıllı şehirlerin teknik omurgasıdır, bu tür şehirleri üç temel özelliğe sahip olmaları gerektiğinden uygulanabilir hale getirebilir: Akıllı şehirlerdeki IoT çerçevesi, akıllı telefonlar, akıllı sensörler, akıllı cihazlar, vb, kullanılarak temsil edilebilir (Zanella vd, 2014).

IoT teknolojisi 1999 yılında üretildi ve son zamanlarda akıllı telefon cihazlarının, gömülü sistemlerin, iletişim teknolojilerinin, veri analitiklerinin ve bulut bilişimin büyümesi nedeniyle pratik dünyayla daha alakalı bir hale geldi. IoT, mevcut normal internetin bir uzantısıdır. İnternetin ana terminalleri ve sunuculardır, her türlü yazılımı çalıştırmalar ve başka herhangi bir donanım yoktur. İnternet, veri veya bilgi işleme, kişisel bilgisayar ve ağ arasında aktarmadan başka bir şey değildir. IoT'nin temel bileşenleri sadece kişisel bilgisayar ve sunucular değil, aynı zamanda terminaller olarak temsil edilebilen gömülü sistemler ve çeşitli sensörlerdir. İşlevsel ağ oluşturmak için her türlü ayrı nesneyi birlikte çalışacak şekilde bağlayabilir ve yapılandırabilir (Gokhale vd, 2018).

Genel olarak, bir IoT platformu oluşturmak için beş ana özellik sunulmalıdır. Bunlar: Sensörler veya gömülü sistemler, ağ geçidi modülü, iletişim ağı, yazılım veya bulut hizmeti, son uygulamadır (Mengdi, 2016). IoT'nin akıllı endüstri, akıllı ulaşım, sağlık hizmetleri ve diğer farklı alanlarda çeşitli uygulamaları olmasına rağmen, aynı mimariye sahip olmalarının ortak bir yanı vardır. IoT mimarisi algılama katmanı, ağ katmanı ve uygulama katmanı olmak üzere üç katman içermektedir (Burhan vd, 2018). Tüm katmanlar her iki yönde de iletişim kurabilir. Algılama katmanı IoT'nin temel ve öz

katmanıdır, insanların gözleri gibi çalışır. Nesneleri tanımlama ve onlardan bilgi toplama sorumluluğu vardır. Bilgi toplamak için nesnelere bağlı birçok sensör türü vardır. Sensörler uygulama gereksinimlerine göre seçilir. Bu sensörler tarafından toplanan bilgiler konum, havadaki değişiklikler, ortam, hareket, titreşim hakkında olabilir. Ağ katmanı taşıma katmanı olarak da bilinir. Algılama katmanı ile uygulama katmanı arasında bir köprü görevi görür. Fiziksel nesnelerden toplanan bilgileri belirli bir aralıktaki sensörler aracılığıyla taşır ve iletir. Ayrıca akıllı nesneleri, ağ geçidi cihazlarını ve ağları birbirine bağlama sorumluluğunu da üstlenir. Ayrıca, bu katman veri depolama, ağ yönetimi ve diğer farklı işlevlere sahiptir. Mevcut mobil ağa ve internet ağına bağlıdır. Bu ağlara bağlantıyı sağlamak için farklı erişim ekipmanları kullanılır. Bulut bilgi işlem platformu, büyük bilgi veya verileri depolayabildiğinden ve analiz edebildiğinden ağ katmanının ana kısmı olacaktır. Uygulama katmanı, bu katmana “işleme katmanı” da denir. Bu katman IoT teknolojisini kullanan veya IoT'nin dağıttığı tüm uygulamaları tanımlar. IoT uygulamaları akıllı evler, akıllı otopark, akıllı sağlık vb olabilir. Uygulamalara hizmet sağlama sorumluluğu vardır. Hizmetler, sensörler tarafından toplanan bilgilere bağlı olduğundan hizmetler her uygulama için değişiklik gösterebilir. Bu katmanın ana işlevi, veri işleme problemini ve insan ve makine arasındaki etkileşimi çözmektir. Ağ katmanından gelen verileri işler ve her türlü bilgi veya veri sistemine gönderir. Sonunda, veriler akıllı bir uygulama veya belirli bir cihaz aracılığıyla insanlarla etkileşime girmektedir.

2.3.2. Bulut bilişim

Artan IoT kullanıcısı, büyük verileri işlemek için yalnızca bilgisayarları veya sunucuları kullanmamıza izin vermemektedir. IoT teknolojisinin istikrarlı bir şekilde yayılmasına yardımcı olan bulut bilişimin rolü gelmektedir. Bulut bilişim terimi, genellikle diyagramlarda ve akış şemalarında internete atıfta bulunan bulut sembolünden esinlenmiştir. Bulut bilişim, internet üzerinden hizmet sunmayı içeren her şeyi ifade eden kapsamlı bir kavramdır. Bulut bilişim, internet üzerinden yapılan bir hizmet gibidir ve kullanıcıların sensör düğümünden verileri analiz etmesine ve depolamasına yardımcı olmaktadır. Her zaman ve her yerde iletişim sağlamayı amaçlamaktadır (Babu vd, 2018). Bulut bilişim, internet ve normal bilişim teknolojisinin bir kombinasyonudur. Çok sayıda

dağıtılmış bilgisayarda bilgi işlem dağıtımını yapmaktadır. Büyük bulutun boyutu nedeniyle veri işleme hızı daha yüksektir. Ayrıca, herhangi bir sunucuda veya yerel bilgisayarda ek yer kaplamaz. Bulutun konumu gerekli değildir, sanallaştırılmış bir hizmettir, kullanıcılar herhangi bir yerden erişebilir. Kullanıcıların ihtiyaç duyduğu tek şey bir dizüstü bilgisayar veya bir akıllı telefondur. Bunlar ile daha sonra bulut tarafından istenen verileri elde etmelerini sağlamaktadır. Bulut bilgi işlem genellikle ağ katmanında belirtilir, bulut, kullanıcıların daha fazla bilgi depolamasına yardımcı olabilir. Ancak, bulut bilişim hem ağ katmanını hem de uygulama katmanını birbirine bağlamaktadır (Kaur ve Maheshwari, 2016).

2.3.3. Kablosuz sensör ağı

Kablosuz sensör ağı (WSN)'nin temel fikri, sensör katmanını ve ağ katmanını IoT'ye bağlamaktır. WSN, izlenen bir alandan toplanan bilgileri iletebilen bir aygıtlar ağı olarak tanımlanabilir. Veriler birden fazla düğüm üzerinden iletilir ve bir ağ geçidi ile internet gibi diğer ağlara bağlanabilir. Genellikle ses, basınç, sıcaklık, hareket gibi fiziksel veya çevresel koşulları izlemek ve verileri ağ üzerinden ilgili kuruma aktarmak için kullanılır. Sensör düğümü bir olay keşfeder ve veri toplar. Ardından, sensör düğümleri birbirleriyle kablosuz olarak bir yönde iletişim kuracaktır. Sonunda, baz istasyonu algılanan verileri en yakın sensör düğümünden alır. WSN'nin temel yapısı budur (Garcia vd, 2018).

WSN, bir dizi küçük sensör düğümünden oluşur, her bir düğüm, işlem birimi, algılama birimi, iletişim birimi ve güç kaynağı birimini içerir. İşlemci birimi sensör düğümlerinin çekirdeğidir. Tüm düğümü kontrol etmek, görev atamak, zamanlamak, veri entegre etmek, aktarmak vb. sorumludur. Bazı durumlarda, belirli sayıda ölçümü kaydetmesini sağlayan bir bellek derecesine sahip olabilir. Sensör birimleri, veri toplama ve iletme işlevlerine sahip küçük cihazlardır. Sensörler, fiziksel ve dijital dünyaların birbirine bağlanmasına izin vererek gerçek zamanlı bilgi toplama ve işleme olanağı sunar. Sensörlerin amacı, tüm verileri toplamak ve işlemci birimi tarafından anlaşılacak bir elektrik sinyaline dönüştürmektir. Sensörler, vücut sensörleri, araç sensörleri, çevre sensörleri, ev cihazı sensörleri vb, gibi amaçlarına göre sınıflandırılır. İletişim ünitesi, tüm sensör düğümleri ve baz istasyonu arasında iletişim sağlamak veya veri aktarmak için kullanılır (Sharma vd, 2013).

2.3.4. Zigbee

Cihazlar arasında veri iletimini sağlamak ve IoT'nin oluşturulmasında farklı gereksinimlerle karşılaşmak için şu anda kullanılan bir dizi kablosuz iletişim protokolü bulunmaktadır. Bazen ürün tasarımcılarının bollukları nedeniyle doğru protokolü seçmeleri zordur, ancak IoT uygulamasının kapsamına karar verildikten sonra uygun protokolü seçmek daha kolay hale gelir. Bununla birlikte, hangi protokolün daha iyi olduğunu tanımlayan bir standart yoktur, ancak her zaman IoT'ye sığacak bir protokol vardır (Farahani, 2008).

Zigbee, IEEE 802.15.4 standardını kullanan popüler bir ağ iletişim protokolüdür. Zigbee ittifakı tarafından geliştirilmiştir. Düşük maliyetli, geliştirme ve devreye alma kolaylığı, çok düşük güç tüketimi, çok sayıda düğüm desteği, sağlam güvenlik ve yüksek veri güvenilirliği gibi birçok özelliğe sahiptir, ayrıca hata toleransı, kendi kendini iyileştirme ve kendi kendine yönlendirme özelliklerine sahiptir. diğer kablosuz teknolojilere kıyasla kullanılacak en iyilerden biridir. Noktadan noktaya, noktadan çok noktaya kadar destekler ve ayrıca meş ağı topolojisini destekler. Meş ağın temel amacı, bağlantılardan biri başarısız olursa tüm ağı felç etmez ve diğer düğümler kesintisiz iletişim kurmaktadır. Digi uluslararası şirketi, zigbee protokolüne dayanan digimesh adı verilen alternatif bir ağ protokolü sunmaktadır. Digimesh ayrıca düşük güç tüketimi, sağlamlık, yüksek güvenlik, basitlik, gibi birçok özelliğe sahiptir. Ayrıca, digimesh, zigbee'den çok daha uzun menzil ve daha fazla veri hızı seçeneği sunan alt frekans platformlarında kullanılabilir.

2.4. Akıllı Şehir Bileşenleri

Dünyadaki akıllı şehir gereksinimleri, bileşenleri ve özellikleri bakımından oldukça çeşitlidir. Akıllı şehir bileşenleri ve özellikleri aşağıdakileri içerir: Ekonomi, insanlar, yaşam, çevre, ulaşım, altyapı, hizmetler, sürdürülebilirlik, akıllılık, farklı akıllı şehirler, odaklarına bağlı olarak bu akıllı bileşenlerin farklı düzeylerine sahiptir. Bir şehrin akıllı olarak etiketlenecek tüm bileşenlerine sahip olması gerekmez. Çeşitli akıllı bileşenlerin herhangi bir kombinasyonu şehirleri akıllı hale getirebilir. Akıllı bileşenlerin sayısı maliyete ve mevcut teknolojiye bağlıdır (Hassan, 2016).

Akıllı Ulaşım, akıllı şehirlerin ana bileşenlerinden biridir. Akıllı ulaşım inşa etmek, temiz bir şehir, sessiz bir ortam oluşturmak ve yollardan bireysel araçları azaltmak için çalışmak anlamına gelmektedir. Akıllı ulaşım, artan megakentlerin neden olduğu sorunlarla yüzleşmede kritik bir çözümdür. Dahası, akıllı şehirlerde, ulaşımdan en iyi şekilde yararlanmayı ve şehir içindeki trafik performansını en üst düzeye çıkarmayı, enerji tasarrufu yapmayı ve karbon emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir. Akıllı ulaşım şu özelliklere sahip olmalıdır: Akıllı otopark, filo yönetimi, trafik yönetimi, topluluk bisikleti, elektrikli araç altyapısı, akıllı taksi, vb (Anthopoulos, 2017).

2.5. Akıllı Otopark Sistemi

Otopark sistemleri genellikle trafik miktarını azaltmada önemli etkisi olan şehirlerde ve kalabalık yerlerde bulunur. Genellikle alışveriş merkezleri, spor stadyumları, okullar ve benzeri mekanlarda bulunurlar. Park etme, bir aracı otoparktaki bir yere veya yolun bırakılabileceği bir yere taşıma işlemidir. Park yeri, bir aracın park edilebileceği belirli bir arazi alanıdır. Otopark sistemi, araç parkını etkin bir şekilde yönetmek amacıyla geliştirilmiştir. Akıllı otopark sistemi (AOS), park yerlerini etkili bir şekilde yönetmek ve sürücülerin boş park yerlerini bulmalarına ve zaman ve yakıt tüketmeye gerek kalmadan bulmalarına izin vermek için çok sayıda teknoloji ve metodoloji kullanan bir sistemdir.

AOS'dan otopark yöneticileri, araç sahipleri ve yaşadığımız çevre faydalanmaktadır. Otopark operatörüne bakarken, AOS'den toplanan bilgilerden park yerlerinin durumu kolayca tahmin edilebilir. Buna ek olarak, otopark fiyatı da kurumun karını artırmak için elde edilen bilgilere bağlı olabilmektedir. AOS ile havadaki kirlilik seviyesi azalarak, daha temiz bir çevre sağlanmaktadır. Başka bir deyişle, araçları boş park yerlerine yönlendirmenin akıllı bir yolunu kullanarak, araçların kullanılacağı süre miktar azalır. Böylece kullanılan yakıt ve atmosfere yayılan zararlı gaz miktarı azalacak ve bu da havadaki kirliliğin azalmasına yol açacaktır. Araç sahiplerine bakarken, AOS'den de yararlanırlar, çünkü sistem otomatik olarak araç seyahat miktarını doğrudan azaltan ve arama ve rezervasyon işlemlerini kolaylaştıran boş park yerlerini gösterir. Ayrıca, AOS tarafından sağlanan bilgi veya verilerle, araç sürücüleri dolu otoparktan kaçınabilir ve boş yerleri kolayca ve zahmetsizce bulabilir. AOS'nin diğer bazı avantajları güvenlik ve

emniyet sağlamasıdır. Dahası, boş bir park yeri ararken sürüş tehlikeli olabilir çünkü sürücüler konsantrasyonlarını boş yeri bulmak harcarlar ve böylece yola odaklanamazlar. Böylece, boş park yerine kısa sürede ulaşmak, sürücüler için kolaylık sağlar, aynı zamanda güvenliği artıran ve trafik kazalarının sayısını azaltan hayal kırıklığını ve gerginliği ortadan kaldırır.

2.5.1. Akıllı otopark sistem kategorileri

Otopark olanaklarıyla ilgili birçok konuyu ele almak için farklı teknolojiler kullanan ve çeşitli işlevleri yerine getiren birçok AOS türü vardır.

Algılama tabanlı AOS: Algılama tabanlı AOS'nin tespiti veya izlenmesi, birkaç otopark içerebilecek belirli bir coğrafi bölgenin tamamını izlemek veya sadece belirli bir otoparkı izlemek için iki farklı açıdan uygulanabilir. Bu sistem, sürücülerin etraflarında boş park yerleri bulmalarını sağlar. Dört farklı bölüme ayrılabilir: Bilgi yayma mekanizması, bilgi toplama mekanizması, bir baz istasyonu (veya bir kontrol merkezi) ve iletişim ağları. Algılama tabanlı AOS genellikle sürücülerin boş bir otoparkı ararken kullanılacak yolları sağlamak için değişken mesaj işaretlerini kullanır, ayrıca sürücüler akıllı telefonlarını kullanarak park yerlerinin durumunu uzaktan kontrol edebilirler.

Yönlendirme tabanlı AOS: Yönlendirme tabanlı AOS işlevselliği, algılama tabanlı AOS ile benzerdir. Ancak aralarındaki fark yönlendirme tabanlı AOS'nin sürücülerin otopark içindeki boş park yerlerine yönlendirilmesine odaklanmasıdır. Bu tip sistemlerde, aracın varlığını algılamak için giriş, çıkış ve münferit park yerlerine farklı sensörler monte edilir. Bu sistem, sürücülerin boş park yerlerine yönlendirmek için farklı teknikler kullanır. Bazı tiplerde, otoparktaki her yerin tepesine yerleştirilmiş sensörlere bağlı LED'ler kullanılır. Herhangi bir araç algılanmazsa yeşil yanar ve park yeri doluysa kırmızı yanar. Diğer tipler, sürücülerin bir GUI yardımıyla bir ekran kartı kullanarak otoparktaki boş park yerlerine yönlendirir.

Rezervasyon tabanlı AOS: Rezervasyon tabanlı bir AOS kullanılmasının sebebi, sürücülerin park yeri bulmakta zorlanmalarıdır. Bu otopark sistemi, sürücülerin otopark içinde bir park yeri olup olmadığını sorgulamalarını sağlar. Ayrıca, sürücüler, otoparka

ulaştıklarında herhangi bir park sorunu yaşamadıklarından emin olmak için boş park yerleri ayırabilirler. Bu sistem sürücülerin boş park yerlerini telefon görüşmesi, SMS gönderme ve interneti kullanma gibi farklı şekillerde ayırmalarını sağlar.

Sayaç tabanlı AOS: Bu tür otopark sistemlerinde, otoparka giren ve çıkan araç sayısını saymak için otoparka giriş ve çıkışta sensörler yerleştirilir. Böylece, bu sistem, otopark girişinde bulunan sensör aracılığıyla her seferinde tespit edilen araç sayısını sistemin belleğinde kayıtlı toplam park yeri sayısından çıkararak boş park yerlerinin sayısını hesaplar. Bu sistem genellikle otopark durumunu göstermek için bir ekran veya sıvı kristal ekran (LCD) kullanır.

Görüntü işleme tabanlı AOS: Bu otopark sistemi, aracın ve park yerlerinin görüntülerini kaydetmek için çeşitli kameralar kullanır. Bir araç giriş kapısına geldiğinde, kamera araç plakası numarasını bir fotoğrafını çeker ve ardından otomatik olarak sistem veritabanına kaydeder. Araç çıkış kapısına geldiğinde, kamera tekrar plaka numarasının bir fotoğraf çeker ve sistemden siler. Böylece sistem otoparkın durumunu günceller.

Kablolu tabanlı AOS: Bu tip, her park yerinde, bilgilerini veya sinyallerini baz istasyonuna veya ana sunucuya aktarmak için farklı kablolarla bağlı çeşitli sensörler kullanır.

Kablosuz tabanlı AOS: Bu otopark sistemi kablolu tabanlı AOS'ye benzer, ancak tek fark bu sistemde ünitelerin kablosuz iletişim kurmasıdır. Böyle bir otopark sisteminin yararı, sistemi daha esnek hale getiren bakım ve kurulum maliyetini en aza indirmesidir. Bu sistemde, park yerlerini algılamak için çeşitli sensörler kullanılır ve sonuçlar kablosuz iletişim modülleri kullanılarak baz istasyonuna kablosuz olarak gönderilebilir.

Güvenlik tabanlı AOS: Bu tür bir sistemi tasarlayanın amacı, otopark alanındaki ani olayları izleyebilen ve sürücülerin günlük aktivitelerini takip ederken araçlarını güvenli bir şekilde bırakmalarını sağlayan bir sistem sağlamaktır. Acil bir durum veya olağandışı bir olay olması durumunda, bu sistem sürücülerini otomatik olarak uyarır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Mikrodenetleyici

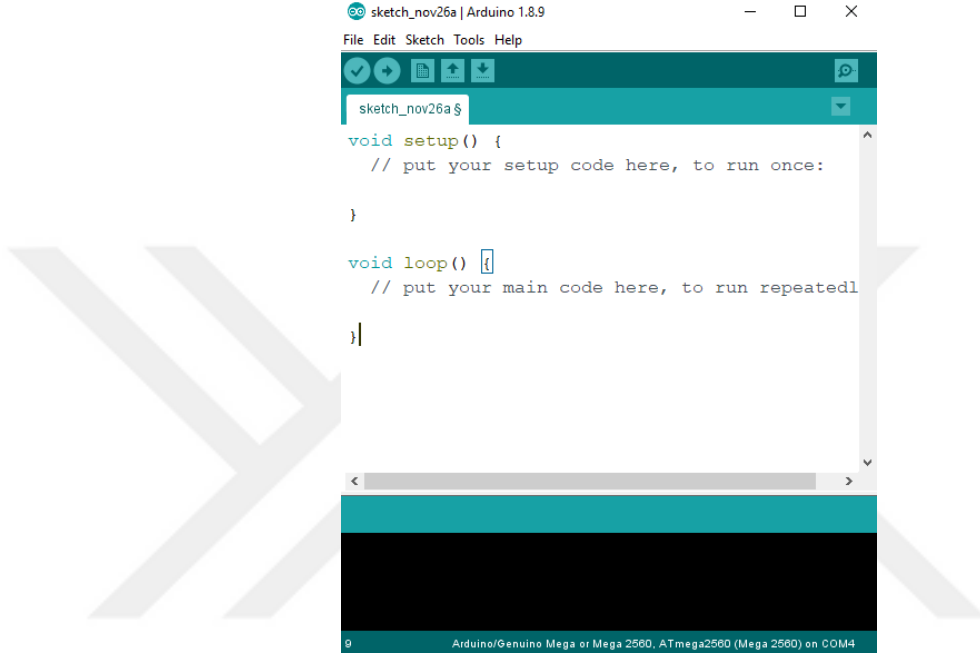
Şekil 3.1'de gösterilen arduino mega 2560 modülü, ATmega2560'a dayanan bir mikrodenetleyicidir. Daha fazla giriş/çıkış hattı, daha fazla çizim belleği ve daha fazla RAM gerektiren projeler için tasarlanmıştır. Arduino mega, 54 dijital giriş/çıkış pini ve farklı genişletme kartlarını ve diğer devreleri arabirimlemek için kullanılan 16 analog giriş/çıkış pimi, 4 UART donanım seri portu, 16 MHz kristal osilatör, USB bağlantısı vardır. Güç girişi ve sıfırlama düğmesi USB bağlantısı veya AC-DC adaptörü veya pil gibi harici bir güç kaynağı ile çalıştırılabilir. Açık kaynaklı arduino yazılımı, arduino mega mikrodenetleyiciyi programlamak için kullanılır ve kod yazmayı ve panoya yüklemeyi kolaylaştırır (Altabatabaie ve Abdulameer 2019).



Şekil 3.1. Arduino Mega

Arduino entegre geliştirme ortamı, kodu her türlü arduino modülüne yazmak ve derlemek için kullanılan açık kaynaklı bir yazılımdır (Shah ve Chaudhari 2017). Bu ortam hem C hem de C++ dillerini destekler ve MAC, Windows, Linux gibi işletim sistemleri için kolayca kullanılabilir. Arduino ortamı temel olarak gerekli kodu yazmak için kullanılan düzenleyiciyi ve kodu verilen mikrodenetleyici modüllerini derlemek ve yüklemek için kullanılan derleyiciyi içerir. Mesaj alanı, kaydederken ve dışa aktarırken geri bildirim sağlar. Ayrıca, tam hata mesajları ve diğer bilgiler de dahil olmak üzere arduino yazılımı tarafından metin çıktısını görüntüler. Arduino yazılımının sağ üst köşesinde, sonucun izlenebileceği yapılandırılmış kart ve seri bağlantı noktası

görüntülenir. Araç çubuğu düğmeleri, Şekil 3.2'de gösterildiği gibi programları doğrulamamıza ve yüklememize, çizimler oluşturmamıza, açmamıza, kaydetmemize ve seri monitörü açmamıza olanak tanır.



Şekil 3.2. Arduino yazılımı

3.1.2. Haberleşme modülü

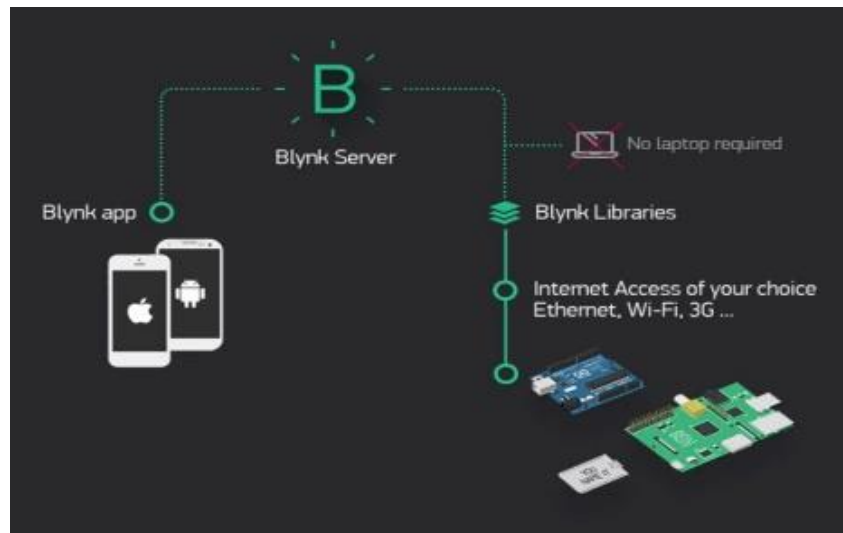
Bu tezde, aşağıda açıklandığı gibi üç farklı haberleşme modülü kullanılmıştır:

a) NodeMCU: NodeMCU, Şekil 3.3'te gösterilmiştir ve IoT uygulamaları için kullanılmaktadır. NodeMCU, bir mikrodnetleyicinin yanı sıra wi-fi içerir. Mikrodnetleyici, bir programı yüklemek için kullanılabilecek 3Mb ROM'a sahiptir. ESP8266, mevcut bir mikrodnetleyici projesine seri bağlantı yoluyla wi-fi işlevselliği eklemek için uygun düşük maliyetli bir wi-fi modülüdür (Anjari ve Budi 2017).



Şekil 3.3. NodeMCU

Şekil 3.4'te gösterilen Blynk, NodeMCU'yu internet üzerinden kontrol etmek için kullanılan ios veya android cihazlar için bir IoT platformudur. Bu uygulama, belirli modül uygun adresi derleyerek ve sağlayarak bir GUI oluşturmak için kullanılmaktadır. Donanımı uzaktan kontrol edebilir, sensör verilerini görüntüleyebilir, veri depolayabilir ve daha birçok şey yapabilir. Blynk platformunda Blynk uygulaması, Blynk sunucusu ve Blynk kütüphaneleri olmak üzere üç ana bileşen vardır. Blynk uygulaması sağlanan çeşitli araçları kullanarak projeler için şaşırtıcı arayüzler oluşturmanıza olanak sağlar. Akıllı telefon ve donanım arasındaki tüm iletişimden Blynk sunucusu sorumludur. Açık kaynaklıdır, binlerce cihazı kolayca işleyebilir ve Blynk bulutunu kullanır. Blynk kütüphaneleri, tüm popüler donanım platformları için sunucu ile iletişim sağlar ve gelen ve giden tüm komutları işler (Media vd, 2018).



Şekil 3.4. Blynk yazılımı

b) GSM: Şekil 3.5'te gösterilen GSM modülü, çok sayıda elektronik projeye entegre edilebilen bir çip veya devredir. Arduino GSM kalkanı, bir arduino kartının sesli arama yapmasını, almasını, SMS mesajları göndermesini ve almasını sağlar. GSM kütüphanesi ve komutlarını kullanarak kartla iletişim kurmak mümkündür. Hücresel şebekeyle arayüz oluşturmak için, kartta şebeke operatörü tarafından sağlanan bir SIM kart gerekmektedir. Kartın 700mA ile 1000mA arasında harici bir güç kaynağı ile çalıştırılması önerilmektedir. USB, modülün yoğun kullanımda olması için gerekli akımı sağlayamadığından, GSM kalkanının bir USB bağlantısından çalıştırılması önerilmez (Kiruthikamani vd, 2017).



Şekil 3.5. GSM

c) XBee: XBee, digi uluslararası şirketi tarafından Şekil 3.6'de gösterildiği gibi üretilen zigbee iletişim protokolünü taşıyan donanımdır. Genellikle kablosuz iletişimde verici ve alıcı olarak kullanılır. XBee yıllarca ucuz pillerle çalışma yeteneğine sahiptir. XBee modülleri, farklı aralıkları kapsamalarını sağlayan farklı anten türlerine sahiptir. 100 metreden yaklaşık 30 kilometreye kadar farklı mesafeler iletebilir. XBee modülünü arduino mikrodenetleyicisine bağlamak için XBee kalkanı kullanılmalıdır (Ahmed vd, 2016).



Şekil 3.6. XBee

Şekil 3.7'de gösterilen XCTU, kullanımı kolay bir grafik arayüz üzerinden XBee modülleriyle etkileşim kurmak için tasarlanmış ücretsiz bir çoklu platform uygulamasıdır. XCTU, bir geliştiricinin XBee modüllerini kolayca ve hızlı bir şekilde kurmak, yapılandırmak ve test etmek için ihtiyaç duyduğu tüm araçları içerir (Sulaiman vd, 2013).



Şekil 3.7. XCTU yazılımı

3.1.3. Nesne algılama sensörü

Literatürde temassız mesafe ölçümleri ve nesne tespiti için çeşitli mekanizmalar önerilmiş ve geliştirilmiştir (Paulet vd, 2016). Bu teknolojilerden biri ultrasonik algılama teknolojisidir. Ultrasonik sensörler, basitlikleri ve uygun fiyatları nedeniyle son zamanlarda popüler ölçüm araçları haline gelmiştir. Ultrasonik sensör yankı konum prensibi kullanılarak çalışmaktadır. Ultrasonik dalganın darbesi, belirli bir alanda ultrasonik sensör tarafından oluşturulmakta ve iletilmekte ve yolunda herhangi bir nesne varsa yansıtılmaktadır. Gönderilen ve alınan darbe arasındaki zaman farkını hesaplanarak, tespit edilen nesneye olan mesafe hesaplanabilmektedir. Etkili bir ölçüm, dalgaların hedeflerden ultrasonik sensöre yansımaya bağlıdır. Rüzgar hızı, rastgele sesler ve sıcaklık değişimi gibi yansımayı etkileyen çeşitli faktörler vardır. Ultrasonik teknolojinin doğruluğu, yayılma ortamındaki ses hızının değerine bağlıdır ve beklenmedik değişiklikler sonucu etkilemektedir. Havadaki ses hızı 15 ° C'de yaklaşık 340 m/s'dir ve sıcaklık ile değişmektedir. Hız (V), sıcaklığın (C) bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanabilir :

$$V = 340 + 0.6 (\text{sıcaklık} - 15) \quad (1)$$

Ölçülen mesafeler kısaysa ses sinyalinin ortamdan geçiş süresi sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenmez. Bu durumda, ses sinyalinin T zamanında katettiği mesafe şu şekilde hesaplanır:

$$D = V * T \quad (2)$$

Ultrasonik sensör, nesnelere olan mesafeyi ölçmek için ses sinyali yollar. Gönderilen ses sinyali bir nesneye çarptığında, nesne yüzeyinden sensöre geri yansır. Sinyalin çıkış yüzeyinden çıkmasıyla, giriş yüzeyine ulaşması arasında geçen süre ölçülerek nesnenin mesafesi hesaplanır.

$$\text{Mesafe} = (\text{yüksek seviye zaman} \times \text{ses hızı (340m/s)}) / 2 \quad (3)$$

Öte yandan, kızılötesi veya optik sensörler iyi doğruluk gösterir, ancak zayıf mesafe ölçüm alanı. TCRT5000, ışığın yoğunluğuna göre çalışan bir kızılötesi sensör ünitesidir. Işığın yoğunluğundaki değişiklikler dedektörler tarafından belirlenir. Paketinde hem fototransistör hem de kızılötesi LED bulunur. LED, kızılötesi sinyal oluşturmak için kullanılabilen iki pimli katoda ve anoda sahiptir. Benzer şekilde, fototransistör ayrıca yansıtılan kızılötesi sinyali okumak için kullanılabilen iki pim yayıcı ve toplayıcı içerir. Şekil 3.8'de gösterilen bu sensör, bir nesnenin veya önündeki herhangi bir yansıtıcı yüzeyin yakınlığını keşfetmek için idealdir (Utpala vd, 2019).



Şekil 3.8. Kızılötesi sensör

3.1.4. Servo motor

Şekil 3.9'da gösterilen servo motor SG90, yüksek çıkış enerjisine sahip küçük, hafif bir elektrikli cihazdır. Servo motor yaklaşık 180 derece dönebilir (her yönde 90 derece) ve diğer standart motorlar gibi çalışır, ancak daha küçüktür. Nesneleri büyük bir doğrulukla döndürebilir veya itebilir (Sudha vd, 2016).



Şekil 3.9. Servo motor

3.1.5. LCD ekran

Alfasayısal LCD ekran elektronik bir ekran modülüdür ve çeşitli uygulamalarda ve gömülü projelerde yaygın olarak kullanılır. Alfasayısal olması alfabe ve sayılar görüntüleyebileceği anlamına gelir. Bu modülde 16 sütun ve 2 satır vardır, yani satır başına 16 karakter görüntüleyebilir ve bu tür 2 satır vardır. 8×1 , 8×2 , 10×2 , 16×1 vb, gibi birçok kombinasyon mevcuttur. En çok kullanılanı Şekil 3.10'da gösterilen 16×2 modülüdür. Bu modüller yedi segment ve diğer çok segmentli LED'lerde tercih edilir çünkü LCD'ler ucuz fiyatlı, kolayca kullanılabilir ve programlanabilirdir. Ayrıca özel karakterler, animasyonlar vb. görüntüleme konusunda herhangi bir sınırlamaları yoktur (Chikhale vd, 2017).

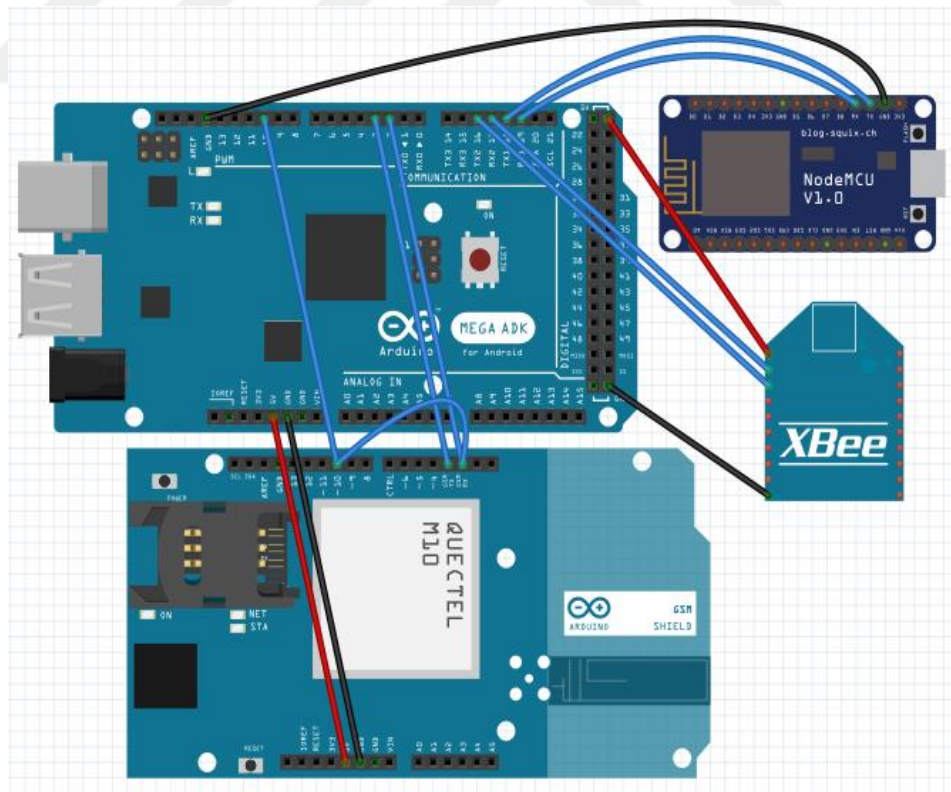


Şekil 3.10. LCD (16x2)

3.2. Tasarım ve Uygulama

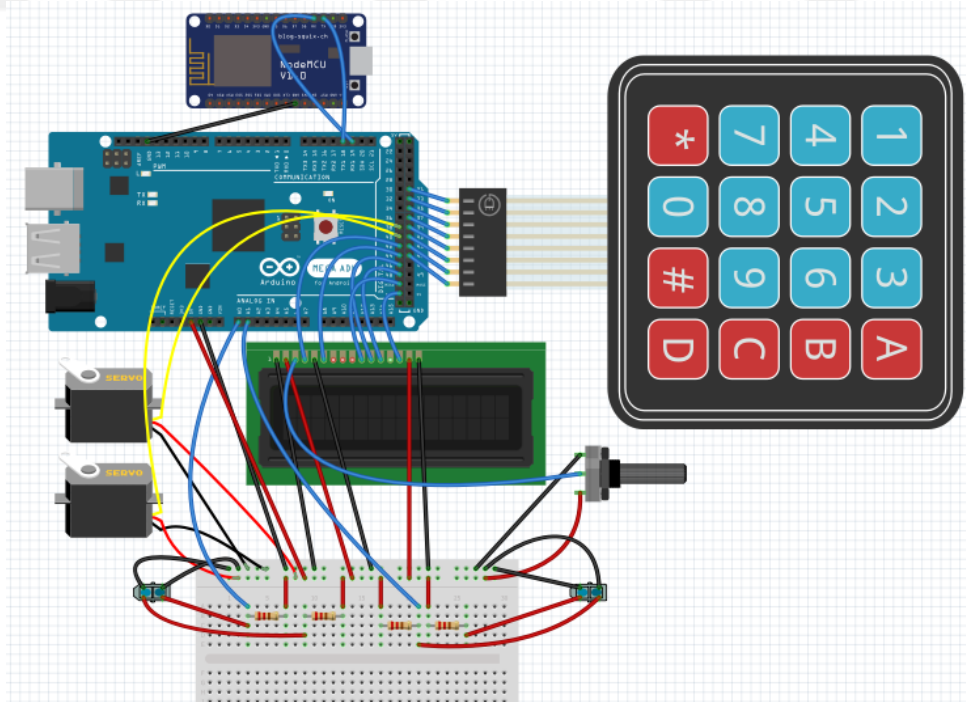
Önerilen otopark yönetim sistemi bir baz istasyonu ve otopark modüllerinden oluşmaktadır:

Baz istasyonu, otopark modülleri verilerini kaydeden ve genel sistemi kontrol eden merkezi bir düğüm görevi görür. Arduino mega mikrodnetleyici, GSM modülü, NodeMCU modülü ve XBee modülünden oluşur. Sistem, arduino mega mikrodnetleyicisinin kullanımı ile tamamen otomatiktir. GSM modülü, sürücülere SMS göndermek ve onlardan SMS almak için kullanılır. XBee modülü kablosuz iletişim alıcı-vericisi olarak kullanılır. NodeMCU tüm otopark modülleri bilgilerini toplar ve bulut veya Blynk sunucusuna yükler. Önerilen baz istasyonunun şeması Şekil 3.11'de gösterilmektedir.

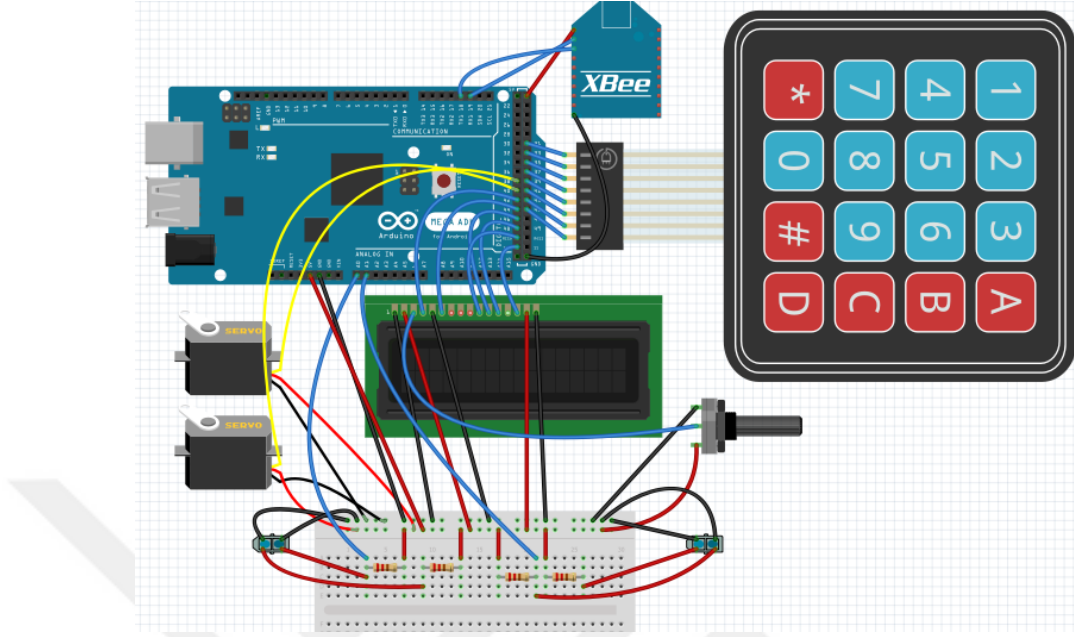


Şekil 3.11. Tasarlanan baz istasyonunun şeması

Otopark modülü, o bölgedeki araçların varlığını tespit etmek ve durumu baz istasyonuna sürekli olarak bildirmek için her otoparkta bulunur. Her otopark modülünde arduino mega mikrodenetleyici, kızılötesi sensörleri, servo motor, LCD, matris tuş takımı ve bir bariyer kapısı bulunur. Arduino mega, tüm otopark modülü işlemlerini kontrol etmek için kullanılır. Kızılötesi sensörleri, otopark giriş ve çıkışındaki araçların varlığını tespit etmek ve otopark içindeki her park yerinin durumunu algılamak için kullanılır. LCD, otopark içindeki toplam dolu olan park yeri sayısını görüntülemek için kullanılır. Bariyer kapıları çalıştırmak için servo motorlar kullanılır. Matris tuş takımı şifreleri girmek için kullanılır. Otopark modülleri, bilgilerini baz istasyonuna göndermek için iki türe ayrılmıştır. Birincisi NodeMCU modülü kullanarak baz istasyonuna iletirken, diğeri iletim için XBee modüllerini kullanır. Böylece, otopark modüllerinin durumu sürekli olarak baz istasyonuna güncellenir. NodeMCU modülünü içeren otopark A otoparkı ile ve XBee modülünü içeren otopark B otoparkı ile belirtilmektedir. Önerilen otopark modüllerinin şeması Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'te gösterilmektedir.



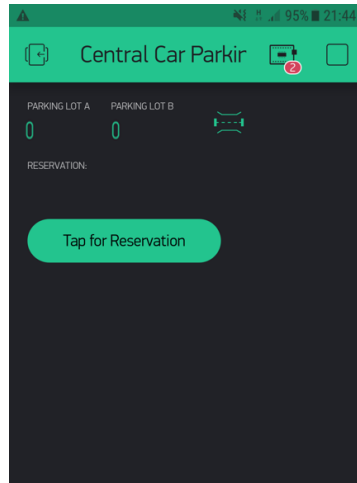
Şekil 3.12. Tasarlanmış otopark modülü A'nın şeması



Şekil 3.13. Tasarlanan otopark modülü B'nin şeması

3.3. Yöntem

Önerilen sistem, sürücülerin park yerleri durumunu internet üzerinden veya SMS servisini kullanarak kolayca tanınmasını sağlar. Blynk uygulamasının android ve ios sürümü, park yerlerinin kullanılabilirlik durumunu kontrol etmeyi kolaylaştırmak için kullanılmıştır. Blynk uygulamasında elde edilen tasarlanmış grafiksel kullanıcı arayüzünün ekran görüntüsü Şekil 3.14'te gösterilmektedir.



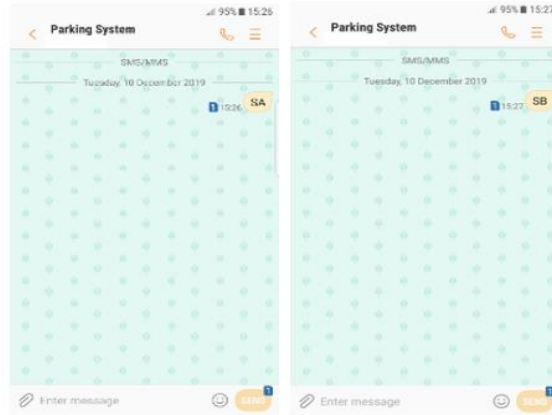
Şekil 3.14. Tasarlanmış Blynk uygulaması

Diğer tarafta, sürücü SMS servisini kullanarak park yerlerinin durumunu önceden tanımak istediğinde, baz istasyonunda bulunan GSM modülüne bir SMS göndermek zorundadır. Burada sürücünün, Şekil 3.15'te gösterildiği gibi “otopark” yazarak SMS gönderdiği varsayılmıştır.



Şekil 3.15. Park yerlerinin durumu için SMS talebi

Sistem sürücüden "otopark" ifadesini içeren bir SMS aldığı anda, otopark modüllerinde boşluk olup olmadığını kontrol etmeye başlar. Boş park yeri bulunmadığı takdirde, sürücüye tüm park yerlerinin dolu olduğunu bildiren bir SMS gönderilir ve bekleme listesine girebilmek için sürücünün başka bir SMS göndermesi gerekir. Şekil 3.16'da gösterildiği gibi sürücünün A otoparkındaki bekleme listesinde yer almak için "SA" ifadesini içeren bir SMS göndermesi ve B otoparkındaki bekleme listesinde yer almak için ise sürücünün "SB" ifadesi ile SMS göndermesi gerektiğini varsayılmıştır.



(a)

(b)

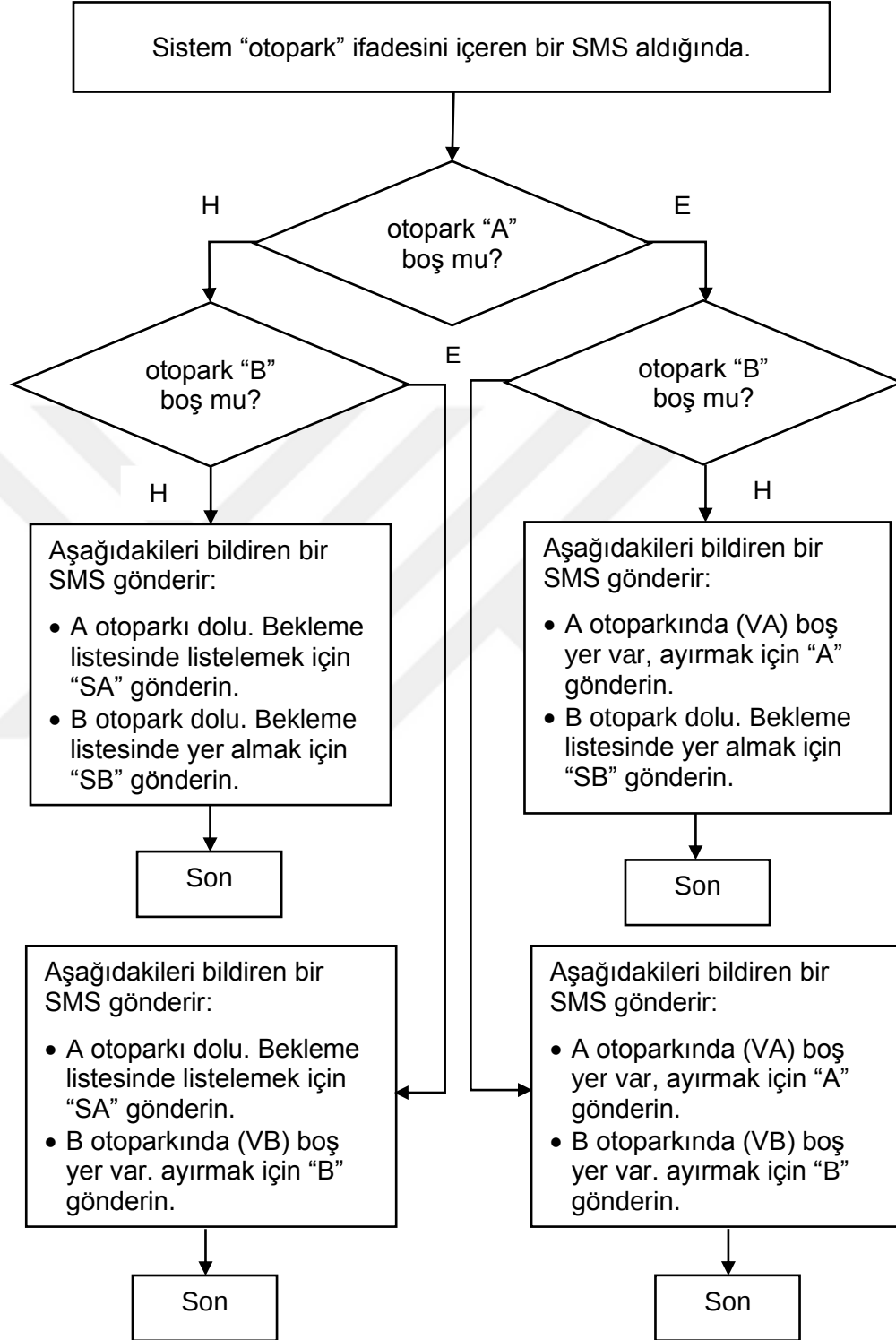
Şekil 3.16. Bekleme listesine giriş için SMS (a) otopark A (b) otopark B

Her otoparkta boş bir park yeri olması durumunda, sürücü, her bir otoparktaki toplam boş park yeri sayısını ve “tüm otopark modülleri boş” ifadesini içeren bir SMS almaktadır. Burada, A otoparkı içindeki boş park yerlerinin toplam sayısının (VA) ve B otoparkı içindeki boş park yerlerinin toplam sayısının (VB) olduğu varsayılmıştır. Sürücü Şekil 3.17’de gösterildiği gibi, A otoparkında bir yer ayırmak için "A" ifadesi içeren bir SMS ve B otoparkında bir yer ayırmak için, "B" ifadesiyle SMS göndermesi gerekmektedir.



Şekil 3.17. Boş park yeri ayırmak için SMS (a) otopark A (b) otopark B

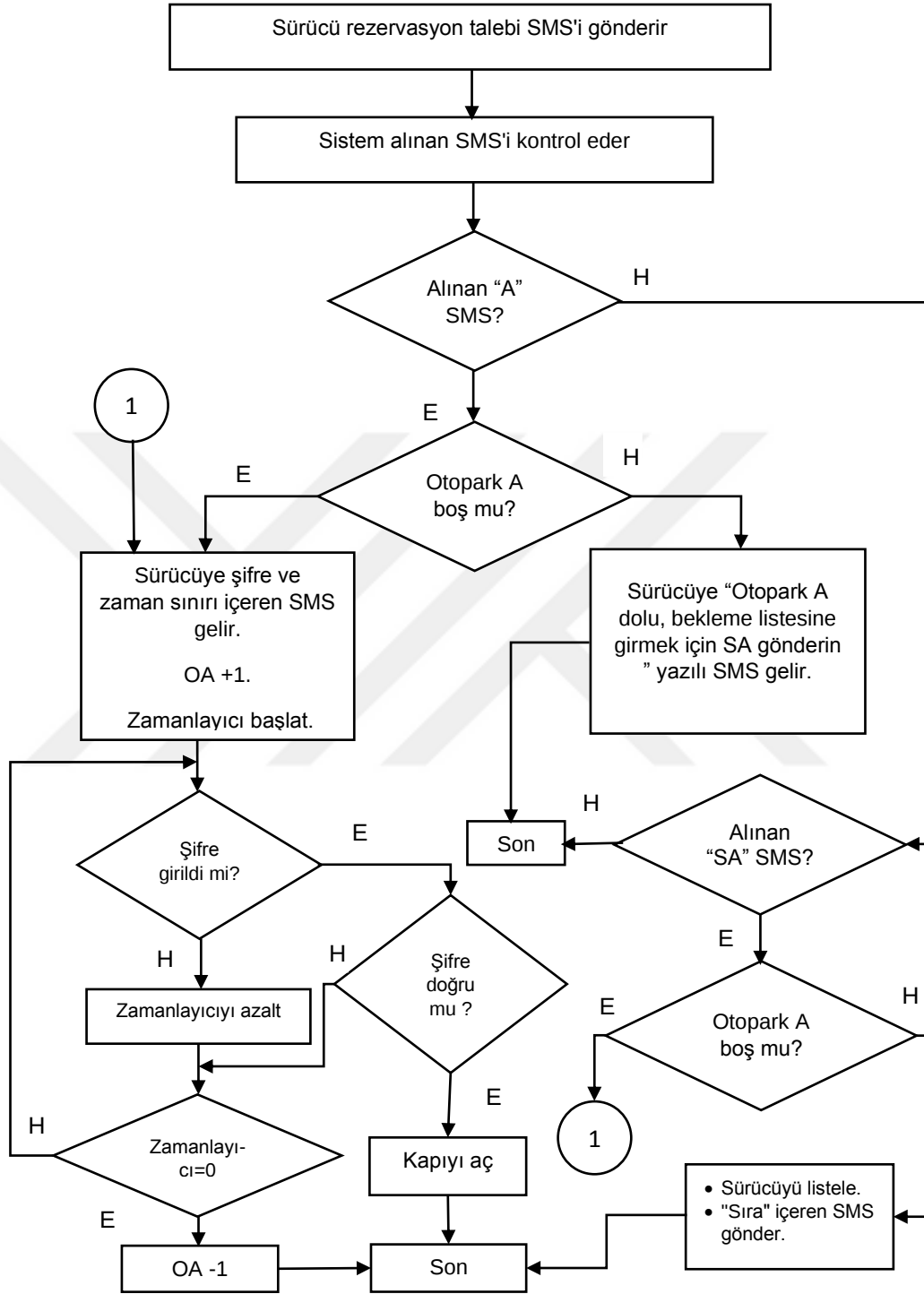
Otopark modüllerinden biri boşken diğeri dolu olduğunda, sürücü ayrıca hangi otoparkın boş ve hangisi dolu olduğunu bildiren bir SMS alacaktır. Ardından, sürücü boş otopark modülünde park yeri ayırma veya dolu olan otoparktaki bekleme listesine eklenme hakkına sahiptir. Otoparkların durumunu talep etme işleminin akış şeması Şekil 3.18'de gösterilmektedir.



Şekil 3.18. Otoparkların durumunu öğrenme sürecinin akış şeması

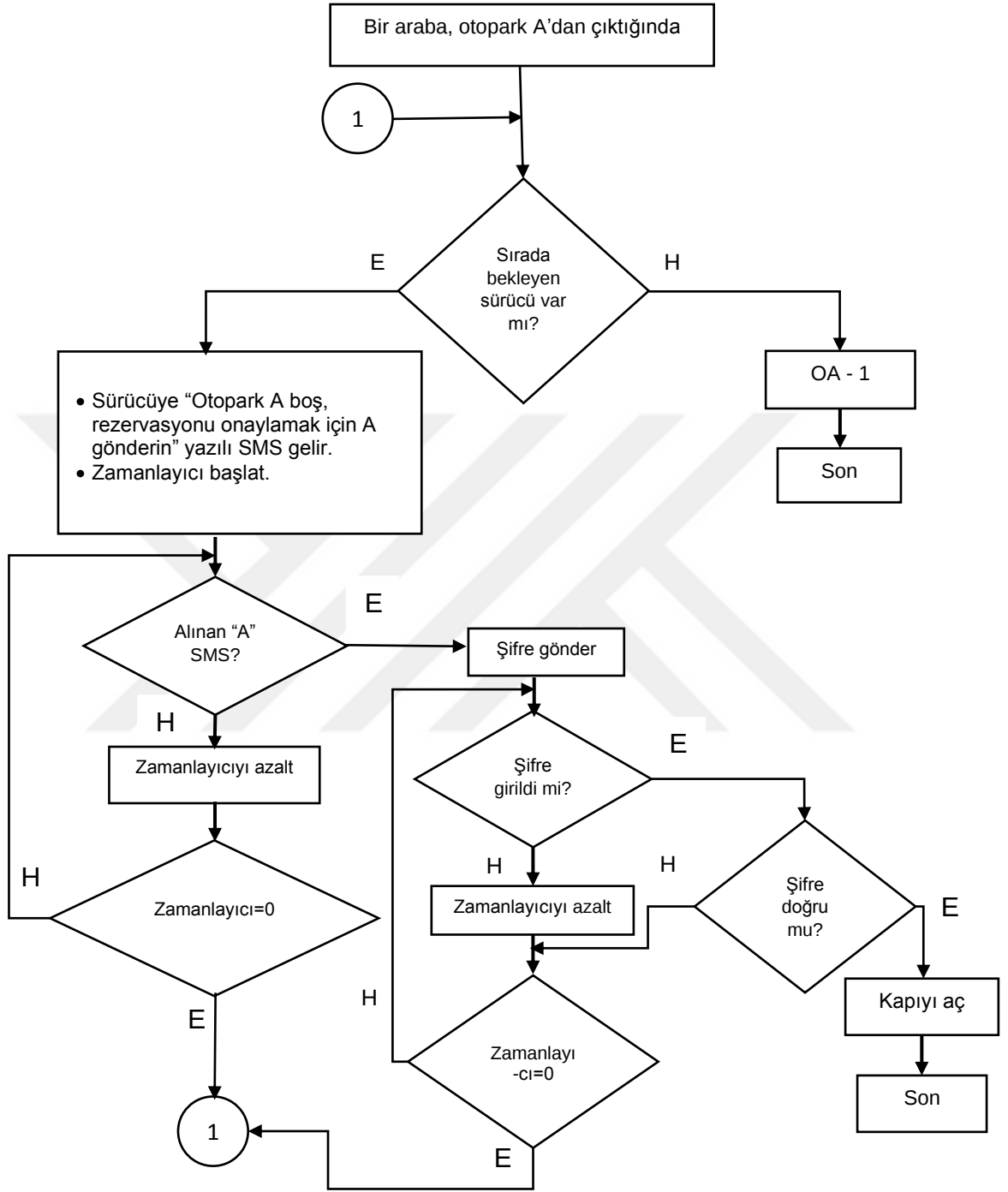
Rezervasyon sürecini düzenlemek için aşağıda açıklandığı gibi iki farklı yaklaşım önerilmiştir:

a) İlk Yöntem: Bu yöntemde önceliğin rezervasyon sürecine ait olduğunu varsayılmıştır. Bu, önerilen sistem sürücülerden bir rezervasyon talebi aldığı anda ve boş bir park yeri varsa, bu talebi herhangi bir kısıtlama olmaksızın derhal kabul edeceği anlamına gelir. Diğer tarafta, bir araba park yerinden çıktığında öncelik, başka bir şeyden bağımsız olarak bekleme listesindeki sürücüler için olacaktır. İlk yönteme bağlı olarak rezervasyon işleminin akış şeması Şekil 3.19'da gösterilmektedir. Sistem sürücülerden bir SMS aldığı anda, biçimini kontrol eder. Alınan SMS'de "A" ifadesi varsa, sistem A otoparkının boş olup olmadığını kontrol eder. Otopark A'nın boş olması durumunda, sürücü bir şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS alacaktır. Sürücü, belirtilen zaman sınırı dahilinde A otoparkına gelmelidir, aksi takdirde rezervasyon işleminin süresi dolar. Bir onay SMS'i gönderildikten sonra, sistem A otoparkı (OA) içindeki toplam dolu park yeri sayısını bir artırır ve otomatik olarak bir zamanlayıcı başlatır. Ardından, bir şifrenin girilip girilmediğini kontrol eder. Belirtilen süre içinde bir şifre girilirse, bu, sürücünün zaman sınırına ulaştığı ve park alanına girmesine izin verileceği anlamına gelir. Bir şifre girilmemişse ve zamanlayıcının süresi dolmuşsa, sistem (OA) bir azalır. A otoparkı boş değilse, sürücü "A otoparkı dolu, bekleme listesine girmek için SA gönderin" ifadesini içeren bir SMS alacaktır. Alınan SMS'de "SA" ifadesi varsa, sistem A otoparkının boş olup olmadığını kontrol eder. Otopark A'nın boş olması durumunda, sürücü bir şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS alacaktır. Ardından, sistem yukarıda belirtilen adımları tekrarlayacaktır. Otopark A'nın boş olmaması durumunda, sistem sürücüyü bekleme listesinde listeler ve bekleme listesine sürücü sırasını (sıra) içeren bir SMS gönderir. "B" veya "SB" ifadeleri içeren sürücülerden alınan SMS, sistem aynı adımları ancak burada otopark B ile tekrarlayacaktır. Sürücü başka formatlarda bir SMS gönderdiyse ("otopark" ifadesini içeren SMS hariç), bu SMS dikkate alınmayacaktır.



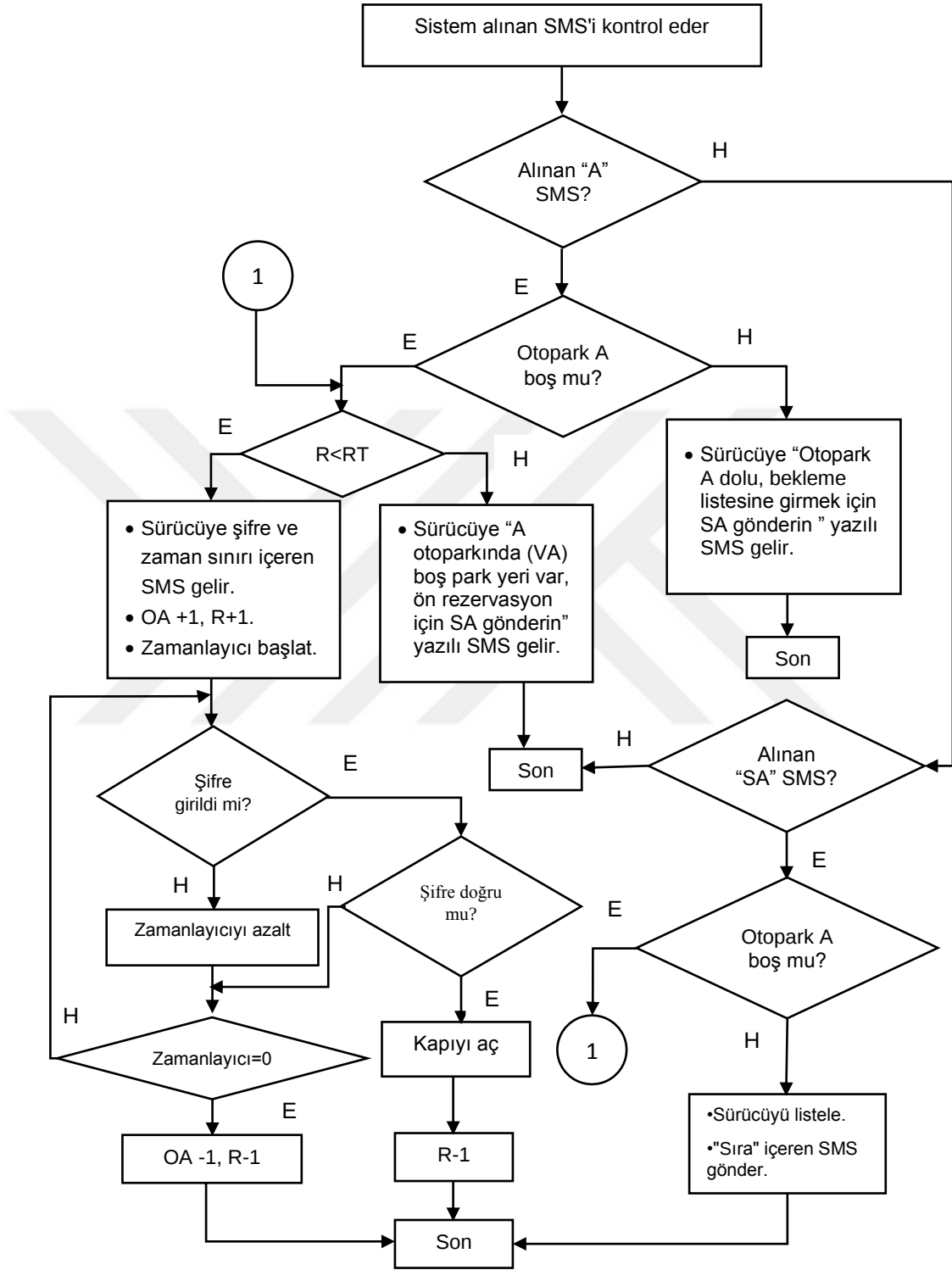
Şekil 3.19. İlk yönteme bağlı olarak A otoparkındaki rezervasyon işleminin akış şeması

Otopark A'nın çıkışında kızılötesi sensörü tarafından bir araç algılanırsa, araç çıkana kadar bariyer kapısı açılır ve kapanır. Ardından, sistem bekleme listesinde listelenen bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. İlk yaklaşıma bağlı olarak sürücüleri bekleme listesinden geri çağırma işleminin akış şeması Şekil 3.20'de gösterilmektedir. Bekleme listesinde listelenen sürücü yoksa, sistem (OA) bir azalır. Bekleme listesinde listelenen bir sürücü olması durumunda, sürücüye otoparkta A boşluğu bulunduğunu bildiren bir SMS gönderilecektir. Rezervasyon için, sürücü belirtilen süre içinde “A” ifadesi içeren bir SMS ile cevap vermelidir. Ardından, sistem bir zamanlayıcı başlatır. Sürücü yanıt vermezse, sistem zamanlayıcının süresi doluncaya kadar bekler, ardından bekleme listesinde listelenen başka bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. Başka bir sürücü varsa, sistem aynı işlemi yukarıdaki gibi tekrarlar veya sistem (OA) bir azalır. Sürücü belirtilen süre içinde "A" SMS'i göndererek cevap verirse, şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS alacaktır. Ardından, sistem bir zamanlayıcı başlatır ve şifrenin girilip girilmediğini kontrol eder. Herhangi bir şifre girilmemişse ve zamanlayıcının süresi dolmuşsa, sistem bekleme listesinde listelenen başka bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. Başka bir sürücü varsa, sistem aynı işlemi yukarıdaki gibi tekrarlar veya sistem (OA) bir azalır. Bir araba, B otoparkının çıkışında kızılötesi sensörü tarafından algılanırsa, sistem aynı adımları B otoparkı ile tekrarlar.



Şekil 3.20. İlk yönteme bağlı olarak sürücülerin çağrılma sürecinin akış şeması

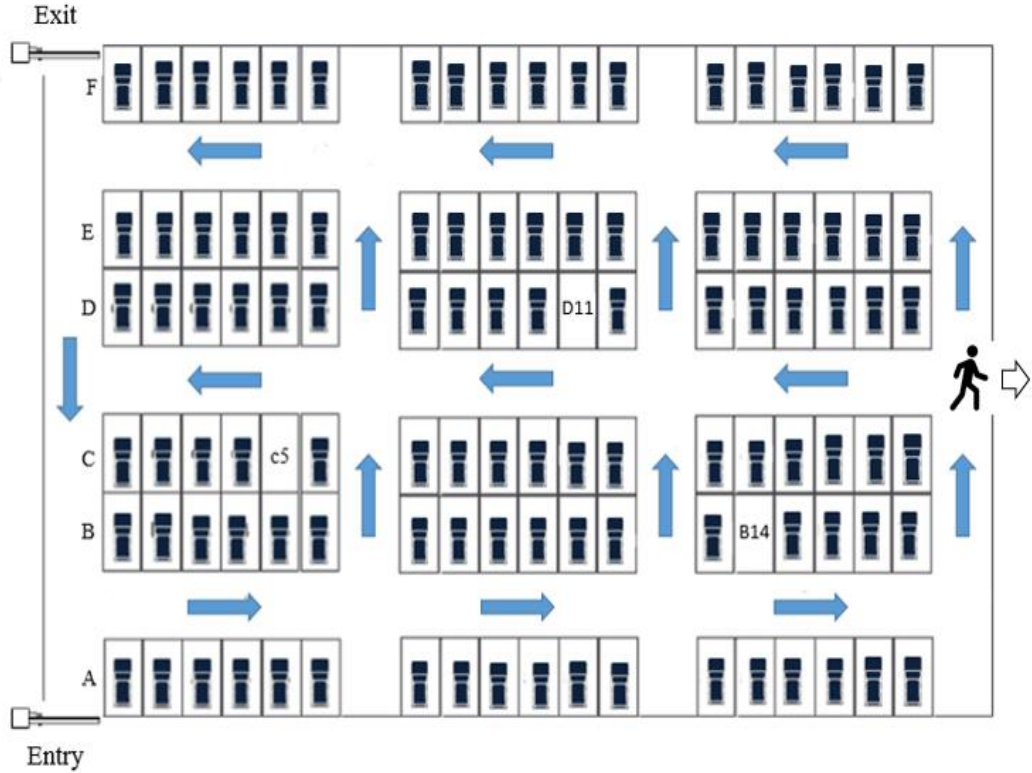
b) İkinci Yöntem: Bu yöntemde, sistemin belirli bir süre içinde belirli sayıda rezervasyon talebi alacağı varsayılmıştır. Bu, önerilen sistem sürücünden bir rezervasyon talebi aldığı anda, rezervasyon talebinin alındığı andaki toplam rezervasyon talebi sayısına bağlı olarak talebi kabul veya reddettiği anlamına gelir. Sürücüler beklemeler listesinden geri çağırma işlemine gelince, o zamanki toplam rezervasyon talebi sayısına da bağlıdır. (R) ile bir rezervasyon talebi belirlemektedir ve sistemin alabileceği toplam rezervasyon talebi sayısı (RT) 'ye eşittir. İkinci yönteme bağlı olarak rezervasyon işleminin akış şeması Şekil 3.21'de gösterilmektedir. Sistem sürücünden bir SMS aldığı anda, biçimini kontrol eder. “A” ifadesini içeren SMS alınınca, sistem A otoparkının boş olup olmadığını kontrol eder. Otopark A'nın boş olması durumunda, sistem (R)'yi kontrol eder. (R), (RT) 'den küçükse, sürücü bir şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS alacaktır. Sürücü, belirtilen süre içinde otopark A'ya ulaşmalıdır, aksi takdirde rezervasyon işlemi sona erer. Bir onay SMS'i gönderildikten sonra, sistem (OA) ve (R) değerini bir artırır ve otomatik olarak bir zamanlayıcı başlatır. Ardından, bir şifrenin girilip girilmediğini kontrol eder. Şifre girilmemişse ve zamanlayıcının süresi dolmuşsa, sistem (OA) ve (R) değerlerini bir azaltır. (R), (RT) 'ye eşitse, sürücü “A otoparkı boştur ve (VA) boş park yeri içerir, rezervasyon hizmeti şu anda kullanılamamaktadır, ön rezervasyon için SA gönder” ifadesi bulunmaktadır. A otoparkı boş değilse, sürücü “A otoparkı doludur, bekleme listesine girmek için SA gönderin” ifadesini içeren bir SMS alacaktır. Sürücünden “SA” ifadesini içeren SMS alınınca, sistem A otoparkının boş olup olmadığını tekrar kontrol eder. A otoparkının boş olması durumunda, sistem (R)'yi kontrol eder ve yukarıda belirtilen adımları tekrarlar. A otoparkının boş olmaması durumunda, sistem bu şekilde listelenir ve sürücünün bekleme listesindeki sırasını içeren bir SMS sürücüye gönderilecektir. Eğer sürücünden “B” veya “SB” ifadeleri içeren SMS alınırsa, sistem aynı adımları B otoparkı için tekrarlar.



Şekil 3.21. İkinci yonteme bağlı olarak A otoparkındaki rezervasyon işleminin akış şeması

Bir araba otoparktan çıktığında veya boş bir park yeri olduğunda, sistem bekleme listesinde listelenen bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. İkinci yaklaşıma bağlı olarak sürücüleri bekleme listesinden geri çağırma işleminin akış şeması Şekil 3.22'de gösterilmektedir. Bekleme listesinde listelenen sürücü yoksa, sistem (OA) bir azalır. Bekleme listesinde bir sürücü varsa, sistem (R)'yi kontrol eder. (R), (RT) değerinden düşükse, sürücüye, A otoparkındaki park yerinin kullanılabilirliği konusunda bilgi veren bir SMS gönderilir ve rezervasyon için "A" ifadesi içeren bir SMS ile yanıt vermesi gerekir. Ardından, sistem otomatik olarak bir zamanlayıcı başlatır. Sürücü yanıt vermezse ve zamanlayıcının süresi dolarsa, sistem (R)'yi bir azaltır ve ardından bekleme listesinde listelenen başka bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. Başka bir sürücü varsa, sistem aynı işlemi yukarıda gibi tekrarlar veya sistem (OA)'yı bir azaltır. Sürücü belirtilen süre içinde "A" SMS'i göndererek cevap verirse, şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS alacaktır. Ardından, sistem bir zamanlayıcı başlatır ve bir şifrenin girilip girilmediğini kontrol eder. Şifre girilmemişse ve zamanlayıcının süresi dolmuşsa, bu, rezervasyon işleminin iptal edildiği anlamına gelir. Sistem daha sonra (R)'yi bir azaltır ve bekleme listesinde listelenen başka bir sürücü olup olmadığını kontrol eder. Başka bir sürücü varsa, sistem aynı işlemi yukarıda gibi tekrarlar veya sistem (OA)'yı bir azaltır. Bir araba, B otoparkındaki çıkışta bir kızılötesi sensör tarafından algılanırsa, sistem aynı adımları B otoparkı için tekrarlar.

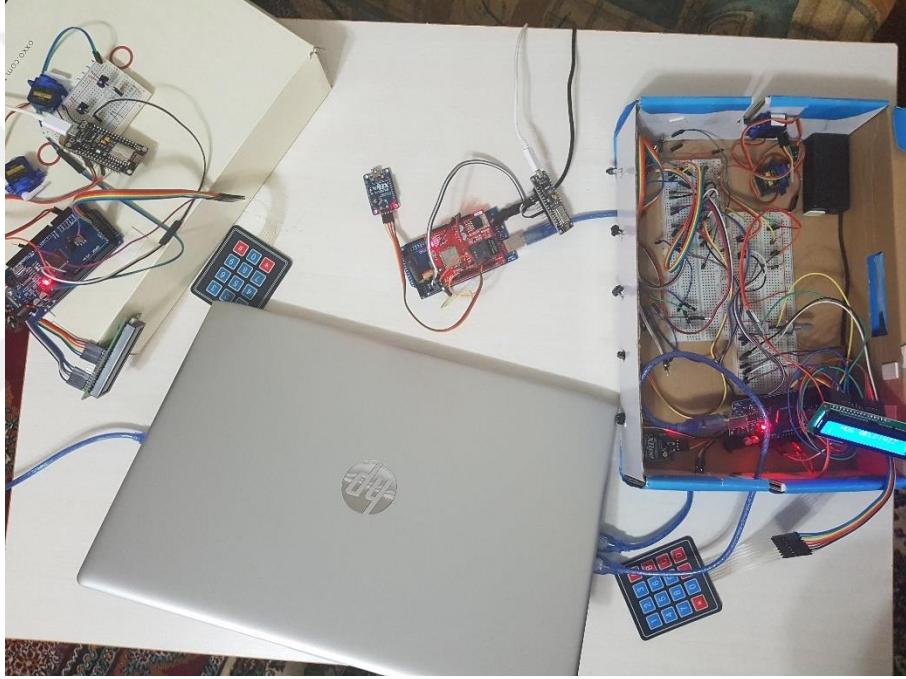
Sürücü, otoparkın girişine geldiğinde, önerilen sistem varış zamanında en yakın boş park yerini belirler ve sürücüyü LCD ekrandan bilgilendirir. En yakın park yeri, otoparkın giriş, çıkış ve yaya çıkışına göre değişir. Sürücünün aracı sistem tarafından belirtilen alandan başka bir park yerine park etmesi durumunda, sistemin çalışması etkilenmeyecek ve belirlenen park yerleri boş olarak işaretlenecektir. En yakın boş park yerlerini belirlemek için, otopark tasarımına ve park yerlerinin dağıtım tarzına bağlı bir yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşım, otopark içindeki boş park yerlerine olan minimum mesafeyi belirleyerek gerçekleştirilebilir. En az mesafeli park yeri en yakın park yeridir. Örnekleme için bir örnek sunulacaktır. Şekil 3.23'te gösterilen otopark şemasını göstermektedir, otopark girişine en yakın boş park yeri (C5) sonra (B14) sonra (D11) 'dir. Otopark çıkışına en yakın boş park yeri (D11) sonra (C5) sonra (B14) olur. Otopark yaya çıkışına en yakın boş park yeri (B14) sonra (D11) sonra (C5) olur.



Şekil 3.23. Rehberlik sürecinin önerilen yaklaşımı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Önerilen sistem prototipi Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Soldaki ünite NodeMCU cihazı içeren otopark A modülünü temsil eder. Bilgisayara 5 numaralı bağlantı noktası üzerinden bağlanır. Sağdaki ünite XBee cihazı içeren otopark B modülünü temsil eder. Bilgisayara bağlantı noktası 4 aracılığıyla bağlanır. Bilgisayarın arkasındaki üniteye gelince, hem NodeMCU hem de XBee modüllerini içeren baz istasyonu modülünü temsil eder. Bilgisayara, bağlantı noktası 3 aracılığıyla bağlanır.



Şekil 4.1. Önerilen sistem

Önerilen sistem üzerinde çeşitli testler ve değerlendirmeler ayrıntılı olarak yapılmıştır. Deneyisel sonuçlar seri monitörden arduino yazılımı kullanılarak gözlemlenmiştir. Baz istasyonunun seri monitör çıkışı (SMO) Şekil 4.2'de gösterilmektedir. Aşağıdakileri görüntülemek için tasarlanmıştır:

- 1) Sayı A: A otoparkındaki dolu park yeri sayısı.
- 2) Sayı B: B otoparkındaki dolu park yeri sayısı.
- 3) Toplam A ve B: A ve B otoparklarındaki toplam dolu ve ayrılmış park yeri sayısı.

- 4) Rez A ve B: A ve B otoparklarındaki toplam ayrılmış park yeri sayısı. Burada, önerilen sistemin sadece iki rezervasyon talebi alacağı varsayılmıştır.

COM3

23:24:44.854 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:24:46.158 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:24:48.725 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:24:51.967 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.2. Baz istasyonunun SMO'su

A otoparkı ve B otoparkı SMO'su Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmektedir. Aşağıdakileri gösterecek şekilde tasarlanmıştır:

- 1) Sayi: Toplam dolu park yeri sayısı. Sayi = "0" otoparkın boş olduğu ve sayi = 5 otoparkın dolu olduğu anlamına gelir.
- 2) Bekle: Bekleme listesinde listelenen sürücü sayısı.
- 3) Toplam: Dolu ve ayrılmış park yeri sayısı.
- 4) Rez: Ayrılan park yeri sayısı.
- 5) Timer1, Timer2: Rezervasyon işlemi için kullanılan zamanlayıcılar.
- 6) Gsens, Çsens: Otopark giriş ve çıkışında bulunan kızılötesi sensörlerinin değeri.

Normal değer yaklaşık **700** ila **900** arasında değişir, ancak bir araç tespit edilirse değer **200** civarında olacaktır.

COM5

23:24:51.762 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 897 ÇSens: 896
23:24:52.778 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 897 ÇSens: 896
23:24:54.424 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 896 ÇSens: 895
23:24:54.800 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 897 ÇSens: 895

Şekil 4.3. A Otoparkı SMO'su

COM4

23:24:48.673 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 796 ÇSens: 791
23:24:49.838 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 797 ÇSens: 792
23:24:50.472 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 797 ÇSens: 791
23:24:51.499 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 797 ÇSens: 792

Şekil 4.4. B otoparkı SMO'su

İlk testte, otopark modüllerinin dolu olup olmadığını keşfetme, giriş ve çıkışta araçların varlığını algılama, otoparka girişe izin verme veya vermeme gibi çeşitli otopark modülleri fonksiyonları incelenmiştir. Otopark modüllerinin baz istasyonuna bilgilerini güncelleme yeteneği test edilmiştir. İlk olarak, otopark A ve otopark B boş duruma getirilir. Bu adım sırasında otopark A'nın, otopark B'nin ve baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Şekil 4.5'den sayı değerinin sıfıra eşit olduğu görülebilir. Bu, her iki otoparkın da boş olduğu anlamına gelmektedir.

COM5

```

23:42:04.667 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 888 ÇSens: 888
23:42:05.099 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 885 ÇSens: 884
23:42:06.121 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 891 ÇSens: 890
23:42:07.139 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 892 ÇSens: 892
23:42:08.133 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 893 ÇSens: 893

```

(a)

COM4

```

23:42:06.967 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 789 ÇSens: 784
23:42:07.953 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 789 ÇSens: 784
23:42:08.959 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 790 ÇSens: 784
23:42:09.975 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 790 ÇSens: 785
23:42:12.023 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 790 ÇSens: 784

```

(b)

Şekil 4.5. İlk modda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Şekil 4.6'dan SayiA ve SayiB değerinin sıfıra eşit olduğu görülebilir. Bu, her iki otoparkın da baz istasyonu tarafından boş olarak tanındığını göstermektedir.

COM3

```

23:42:01.859 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:42:02.395 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:42:05.259 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:42:08.354 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
23:42:10.662 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

```

Şekil 4.6. İlk modda baz istasyonunun SMO'su

Daha sonra otoparklarından bir araba girme ve çıkarma işlemi birkaç kez gerçekleştirilmiştir. Bu adım sırasında otopark A'nın, otopark B'nin ve baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Şekil 4.7'den aşağıdakiler görülebilir:

- 1) Gsens ve Çsens'in değeri A ve B otoparklarında birkaç kez yaklaşık 200'e değiştirilmiştir. Bu, otopark modüllerinin giriş ve çıkışta araç varlığını başarıyla tespit ettiğini göstermektedir.
- 2) Sayı'nın değeri Gsens'in değerindeki her değişiklikten sonra bir artmakta ve Çsens'in değerindeki her değişiklikten sonra bir azalmaktadır. Bu, otopark modüllerinin araçlara girmesine veya çıkmasına izin verdiği anlamına gelmektedir.
- 3) Özellikle A otoparkındaki zaman (23: 45: 30.984) ve B otoparkındaki zaman (23: 45: 40.938), Gsens'in değerini değiştirmesine rağmen sayı değerinin sabit kaldığı görülmektedir. Bu, otopark modüllerinin girişte araç varlığını tespit ettiği, ancak otopark dolu olduğu için içeri girmelerine izin vermediği anlamına gelmektedir.

COM5

23:42:24.305 -> Sayı: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 896 ÇSens: 894

23:42:37.411 -> Sayı: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 900 ÇSens: 899

23:42:39.618 -> **Sayı: 1** Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 223** ÇSens: 897

23:42:58.572 -> Sayı: 1 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 746 ÇSens: 895

23:42:59.948 -> **Sayı: 2** Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 281** ÇSens: 894

23:43:08.685 -> Sayı: 2 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 897 ÇSens: 896

23:43:10.709 -> **Sayı: 3** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 264** ÇSens: 894

23:43:29.867 -> Sayı: 3 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 893 ÇSens: 890

23:43:31.709 -> **Sayı: 2** Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 888 **ÇSens: 281**

23:44:05.203 -> Sayı: 2 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 900 ÇSens: 898

23:44:07.269 -> **Sayı: 3** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 278** ÇSens: 897

23:44:28.398 -> Sayı: 3 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 900 ÇSens: 899

23:44:30.577 -> **Sayı: 4** Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 244** ÇSens: 897

23:45:09.054 -> Sayi: 4 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 902 ÇSens: 900
23:45:10.867 -> **Sayi: 5** Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 281** ÇSens: 898

23:45:29.948 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 901 ÇSens: 900
23:45:30.984 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 146** ÇSens: 897
23:44:31.969 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 902 ÇSens: 900

(a)

COM4

23:42:06.967 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 789 ÇSens: 784

23:42:12.989 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 783 ÇSens: 784
23:42:16.707 -> Sayi: 1 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 265** ÇSens: 783

23:42:23.247 -> Sayi: 1 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 675 ÇSens: 782
23:42:26.558 -> **Sayi: 2** Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 199** ÇSens: 782

23:42:28.087 -> Sayi: 2 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 784 ÇSens: 782
23:42:31.729 -> **Sayi: 3** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 291** ÇSens: 781

23:43:45.657 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 788 ÇSens: 640
23:43:47.019 -> **Sayi: 2** Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 788 **ÇSens: 274**

23:43:55.761 -> Sayi: 2 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 787 ÇSens: 782
23:43:59.070 -> **Sayi: 3** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 187** ÇSens: 777

23:44:51.127 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 351 ÇSens: 782
23:44:54.434 -> **Sayi: 4** Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 210** ÇSens: 782

23:45:00.219 -> Sayi: 4 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 301 ÇSens: 781
23:45:03.514 -> **Sayi: 5** Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 226** ÇSens: 780

23:45:39.759 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 783 ÇSens: 778
23:45:40.938 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 **GSens: 103** ÇSens: 775
23:45:41.513 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 783 ÇSens: 778

(b)

Şekil 4.7. Araç algılama durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Şekil 4.8'den aşağıdakiler görülebilir:

- 1) SayiA ve SayiB değerleri sifıra eşittir. Bu, her iki otoparkın da baz istasyonu tarafından boş olarak tanındığını göstermektedir.
- 2) SayiA ve SayiB değerleri sırayla ya artmakta ya da azalmaktadır. Bu, otopark modülleri bilgilerinin baz istasyonuna düzgün şekilde güncellendiğini kanıtlar. Örneğin (23:42:19.947) zamanında, SayiB değerinin sıfırdan bire değiştiğini ve Şekil 4.7'ya kıyasla, sayi'nin zamandaki (23:42:16.707) değerinin aslında arttığı görülmektedir (aynı otopark A için de geçerlidir). İki zaman arasındaki fark, otopark modülleri ile baz istasyonu arasındaki veri iletim hızına bağlıdır.

COM3

23:42:01.859 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

23:42:16.707 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

23:42:19.947 -> SayiA: 0 SayiB: 1 ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 0

23:42:20.733 -> SayiA: 0 SayiB: 1 ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 0

23:42:24.334 -> SayiA: 0 **SayiB: 2** ToplamA: 0 **ToplamB: 2** RezA: 0 RezB: 0

23:42:31.350 -> SayiA: 0 SayiB: 2 ToplamA: 0 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0

23:42:34.201 -> SayiA: 0 **SayiB: 3** ToplamA: 0 **ToplamB: 3** RezA: 0 RezB: 0

23:42:52.465 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:42:53.758 -> **SayiA: 1** SayiB: 3 **ToplamA: 1** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:04.483 -> SayiA: 1 SayiB: 3 ToplamA: 1 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:05.779 -> **SayiA: 2** SayiB: 3 **ToplamA: 2** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:22.559 -> SayiA: 2 SayiB: 3 ToplamA: 2 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:26.039 -> **SayiA: 3** SayiB: 3 **ToplamA: 3** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:39.538 -> SayiA: 3 SayiB: 3 ToplamA: 3 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:41.858 -> **SayiA: 2** SayiB: 3 **ToplamA: 2** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:48.619 -> SayiA: 2 SayiB: 3 ToplamA: 2 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:43:52.853 -> SayiA: 2 **SayiB: 2** ToplamA: 2 **ToplamB: 2** RezA: 0 RezB: 0

23:43:58.828 -> SayiA: 2 SayiB: 2 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0

23:43:02.594 -> SayiA: 2 **SayiB: 3** ToplamA: 2 **ToplamB: 3** RezA: 0 RezB: 0

23:44:19.320 -> SayiA: 2 SayiB: 3 ToplamA: 2 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0
23:44:24.156 -> SayiA: 3 SayiB: 3 **ToplamA: 3** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:44:43.781 -> SayiA: 3 SayiB: 3 ToplamA: 3 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0
23:44:48.343 -> **SayiA: 4** SayiB: 3 **ToplamA: 4** ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0

23:44:52.469 -> SayiA: 4 SayiB: 3 ToplamA: 4 ToplamB: 3 RezA: 0 RezB: 0
23:44:56.989 -> SayiA: 4 **SayiB: 4** ToplamA: 4 **ToplamB: 4** RezA: 0 RezB: 0

23:45:02.217 -> SayiA: 4 SayiB: 4 ToplamA: 4 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 0
23:45:06.400 -> SayiA: 4 **SayiB: 5** ToplamA: 4 **ToplamB: 5** RezA: 0 RezB: 0

23:45:12.904 -> SayiA: 4 SayiB: 5 ToplamA: 4 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
23:45:15.617 -> **SayiA: 5** SayiB: 5 **ToplamA: 5** ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0

23:45:30.748 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
23:45:31.017 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.8. Otoparkların bilgilerinin değişmesi durumunda baz istasyonunun SMO'su

İkinci testte, sistemin otopark modüllerinin durumuna cevap verme olasılığı test edilmiştir. Ayrıca, bu testte Blynk uygulamasının çalışması değerlendirilmiştir. Bu test sırasında izlenen adımlar aşağıda gösterilmiştir:

İlk adımda, A ve B otoparkları boş duruma getirilmektedir. Daha sonra önerilen sisteme "otopark" ifadesini içeren bir SMS gönderilmiştir. İlk adım sırasında baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Şekilden aşağıdakiler görülebilir:

- 1) SayiA ve SayiB = 0, her iki otopark modülünün de boş olduğunu gösterir.
- 2) Sistem, otopark modüllerinin durumunu isteyen bir SMS aldı.
- 3) Sistem sürücüye, her otoparkın içindeki tüm park yerlerinin boş olduğunu söyleyen bir SMS ile cevap vermektedir.
- 4) SMS'i gönderdikten sonra, sistem otopark bilgilerinin değerlerinde herhangi bir değişiklik (artış veya azalma) yapmamaktadır.

COM3

|

01:41:49.317 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:41:50.610 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

01:41:53.189 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:41:55.408 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:41:56.832 -> +9053
01:41:56.832 ->
01:41:57.010 -> **OTOPARK**
01:41:57.010 -> **OTOPARK A: '5' yer boş. OTOPARK B: '5' yer boş.**
OTOPARK A için 'A' yaz gonder, OTOPARK B için 'B'.
01:42:08.370 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:08.608 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:08.881 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:09.153 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:09.423 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:09.663 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:42:09.930 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.9. Otopark modülleri boş olduğunda “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su

İkinci adımda, iki arabayı A otoparkına ve üç arabayı B otoparkına yerleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından sisteme "otopark" ifadesini içeren başka bir SMS gönderilmiştir. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.10'da gösterilmiştir, şekilden aşağıdakiler görülebilir:

- 1) SayiA = 3 ve SayiB = 2, otopark modüllerinin boş olmadığını göstermektedir.
- 2) Sistem, otopark modüllerinin durumunu isteyen bir SMS almaktadır.
- 3) Sistem sürücüye SMS ile cevap vermekte ve ona A otoparkında 3 boş park yeri ve B otoparkında 2 boş park yeri olduğunu söylemektedir.

COM3

01:47:22.495 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:22.766 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:23.440 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:28.566 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:28.828 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:29.471 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:29.874 -> +9053
01:47:29.874 ->
01:47:30.045 -> **OTOPARK**
01:47:30.045 -> **OTOPARK A: '2' yer boş. OTOPARK B: '3' yer boş.**

OTOPARK A için 'A' yaz gonder, OTOPARK B için 'B'.

01:47:43.992 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:44.265 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:44.510 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:44.780 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:45.060 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:45.300 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0
01:47:45.580 -> SayiA: 3 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 2 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.10. Otopark modülleri boş olmadığında “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su

Son adımda, A ve B otoparkları dolu durumuna getirilir. Daha sonra önerilen sisteme "otopark" ifadesini içeren bir SMS tekrar gönderilmiştir. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Buradan aşağıdakiler görülebilir:

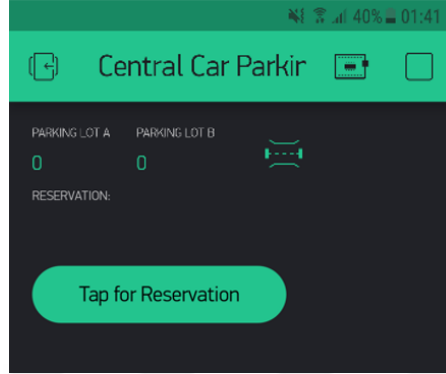
- 1) SayiA ve SayiB = 5, otopark modüllerinin dolu olduğunu göstermektedir.
- 2) Otoparkların durumu isteyen bir SMS aldıktan sonra, sistem sürücüyeye, tüm otopark modüllerinin dolu olduğunu belirten bir SMS ile cevap vermektedir.

COM3

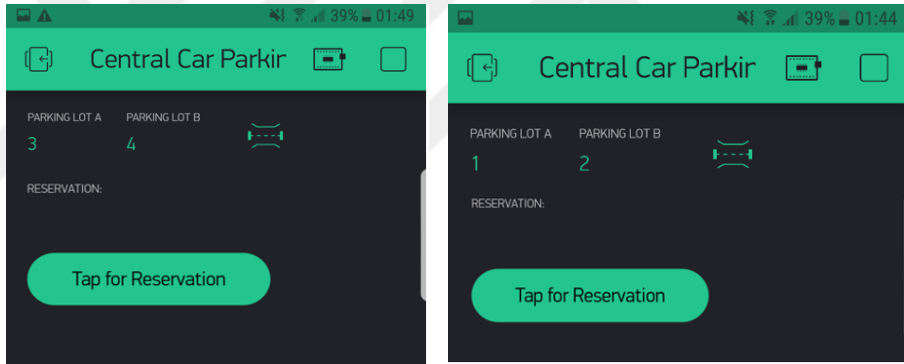
01:50:44.997 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:50:45.505 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:50:47.704 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:50:50.040 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:50:53.170 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:50:53.410 -> +9053
01:50:53.410 ->
01:50:53.600 -> **OTOPARK**
01:50:53.600 -> **OTOPARK A: '0' yer boş. OTOPARK B: '0' yer boş.**
OTOPARK A için 'A' yaz gonder, OTOPARK B için 'B'.
01:51:05.522 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:06.581 -> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:08.088-> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:08.357-> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:08.629-> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:08.902-> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:51:09.177-> SayiA: 5 SayiB: 5 ToplamA: 5 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.11. Otopark modülleri dolu olduğunda “otopark” ifadesi içeren SMS alan baz istasyonunun SMO'su

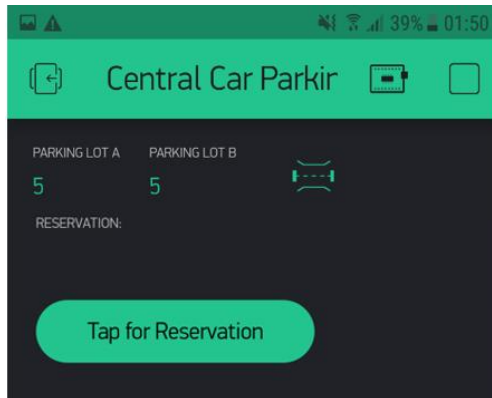
Blynk uygulaması ile elde edilen tasarlanmış sistemin sonuçlarının ekran görüntüleri Şekil 4.12'de gösterilmektedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.12. Blynk uygulaması ve otopark modülleri (a) boş (b) yarı dolu (c) dolu olduğunda

Üçüncü test, sistemin her iki otopark modülünde rezervasyon talebi alabilmesiyle ilgilidir. Başlangıçta, A ve B otoparkları boş duruma getirilmektedir. Daha sonra, önerilen sisteme "A" ifadesi içeren bir SMS gönderilmektedir. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su, otopark A ve otopark B, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te gösterilmektedir. Şekil 4.13'ten, aşağıdakiler görülebilir:

- 1) SayiA ve SayiB'nin değeri sıfıra eşittir. Bu, otopark A ve otopark B'nin baz istasyonu tarafından ilk başta boş olarak tanımlandığı anlamına gelmektedir.
- 2) Sistem "A" ifadesi içeren bir SMS almaktadır.
- 3) Sistem, şifre ve süre sınırı içeren bir SMS ile cevap vermektedir. Bu, sistemin A otoparkındaki rezervasyon talebini kabul ettiği anlamına gelmektedir.
- 4) Rezervasyon talebini kabul ettikten sonra, sistem toplamA, rezA değerini bir (0'dan 1'e) artırmaktadır.

COM3

```
01:57:24.879 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
01:57:27.303 -> +9053
01:57:27.303 ->
01:57:27.471 -> A
01:57:27.572 -> A otoparkında yeriniz 5 DK sure ile sizin için ayrilde... şifreniz: 0808.
01:57:36.547 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0
01:57:40.920 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0
01:57:41.200 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0
01:57:41.450 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0
01:57:41.695 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0
```

Şekil 4.13. A otoparkında rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su

Şekil 4.14'ten, aşağıdakiler görülebilir:

- 1) Sistem otopark A bilgilerini aşağıdaki gibi güncellemektedir: Sayi değişmeden sabit kalmakta, rez, toplam değeri bir arttırılmakta, zamanlayıcı 300'den 0'a geri saymaya başlamaktadır. Bu, A otoparkında bir park yerinin başarıyla rezerve edildiği anlamına gelmektedir.

- 2) Sistem bundan sonra zamanlayıcıyı 1'i kademeli olarak azaltmaya başlayacak ve A otoparkına bir şifre girilip girilmediğini tespit edecektir.
- 3) B otoparkı bilgilerinde herhangi bir değişiklik olmadığı not edilebilmektedir.

COM5

01:57:16.000 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 908 ÇSens: 908

01:57:29.125 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 907 ÇSens: 908

01:57:30.207 -> **-8808**

01:57:30.207 -> Sayi: 0 Bekle: **0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 300** Timer2: 0 GSens: 908 ÇSens: 908

01:57:31.130 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 299 Timer2: 0 GSens: 907 ÇSens: 908

01:57:32.157 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 298 Timer2: 0 GSens: 907 ÇSens: 908

01:57:33.177 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 297 Timer2: 0 GSens: 907 ÇSens: 908

01:57:34.170 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 296 Timer2: 0 GSens: 908 ÇSens: 908

01:57:35.194 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 295 Timer2: 0 GSens: 978 ÇSens: 908

01:57:36.176 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 294 Timer2: 0 GSens: 908 ÇSens: 909

(a)

COM4

01:57:12.540 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 823 ÇSens: 818

01:57:30.687 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 822 ÇSens: 817

01:57:31.680 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 823 ÇSens: 817

01:57:32.699 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 823 ÇSens: 816

01:57:33.689 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 823 ÇSens: 817

(b)

Şekil 4.14. A otoparkında rezervasyon yapılması durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Şimdi, önerilen sisteme başka bir SMS gönderilmektedir. Bu SMS'de “B” ifadesi bulunur. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su, otopark A ve otopark B, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmektedir. Şekil 4.15'ten, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) Sistem “B” ifadesi içeren bir SMS almaktadır.

- 2) Sistem, bir şifre ve süre sınırı içeren bir SMS ile cevap vererek rezervasyon talebini onaylamıştır. Ayrıca, bir onay SMS'i gönderildikten sonra sistemin otopark B bilgilerini güncellediği de not edilebilmektedir.

COM3

01:57:54.720 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0

01:58:06.838 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 0 RezA: 1 RezB: 0

01:58:07.078 -> +9053

01:58:07.078 ->

01:58:07.248 -> **B**

01:58:07.351 -> **B otoparkında yeriniz 5 DK sure ile sizin için ayrilde... şifreniz: 6638.**

01:58:20.240 -> SayiA: 0 SayiB: 0 **ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1**

Şekil 4.15. B otoparkında rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su

Şekil 4.16'dan, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) A otoparkı bilgileri sabittir, sadece zamanlayıcı geri sayım ile devam etmektedir.
- 2) Sistem, A otoparkında bir yer ayırırken attığı adımları, ancak burada B otoparkı ile gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda rez, toplam değerini birer birer artırmakta ve 300'den 0'a inen zamanlayıcı 1'i başlatmaktadır. Bu, sistemin A otoparkında ayrılmış bir park yerinin bulunmasına rağmen, B otoparkında bir park yerinin rezervasyonunu başarıyla tamamlayabildiğini kanıtlamaktadır.
- 3) Bundan sonra sistem zamanlayıcıyı 1'i kademeli olarak azaltmaya başlayacak ve B otoparkına bir şifre girilip girilmediğini tespit edecektir.

COM5

01:57:57.386 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 **Timer1: 273** Timer2: 0 GSens: 908 ÇSens: 908

01:58:07.484 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 **Timer1: 263** Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 912

01:58:08.472 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 262 Timer2: 0 GSens: 911 ÇSens: 911

01:58:09.500 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 261 Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 912

01:58:10.496 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 260 Timer2: 0 GSens: 911 ÇSens: 912

01:58:11.483 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 259 Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 911

01:58:12.510 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 258 Timer2: 0 GSens: 911 ÇSens: 912
01:58:13.510 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 257 Timer2: 0 GSens: 911 ÇSens: 912
01:58:14.529 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 256 Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 912
01:58:15.548 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 255 Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 912
01:58:16.540 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 254 Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 912
01:58:17.559 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 253 Timer2: 0 GSens: 911 ÇSens: 912

(a)

COM4

01:57:55.809 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 820 ÇSens: 815
01:58:06.190 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 820 ÇSens: 815
01:58:08.420 -> **-6638**
01:58:08.420 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 300** Timer2: 0 GSens: 822 ÇSens: 817
01:58:08.488 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 299 Timer2: 0 GSens: 818 ÇSens: 811
01:58:08.964 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 298 Timer2: 0 GSens: 822 ÇSens: 816
01:58:09.980 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 297 Timer2: 0 GSens: 821 ÇSens: 816
01:58:10.970 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 296 Timer2: 0 GSens: 821 ÇSens: 816
01:58:11.990 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 295 Timer2: 0 GSens: 822 ÇSens: 816
01:58:12.990 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 294 Timer2: 0 GSens: 823 ÇSens: 817
01:58:13.988 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 293 Timer2: 0 GSens: 824 ÇSens: 816
01:58:15.006 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 292 Timer2: 0 GSens: 822 ÇSens: 817

(b)

Şekil 4.16. B otoparkında rezervasyon yapılması durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Burada herhangi bir şifre girilmediğini ve tüm zamanlayıcılar bitinceye kadar sistemin çalışmaya devam ettiği varsayılmıştır. Bu adım sırasında otopark A, otopark B ve baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de gösterilmektedir. Şekil 4.17'den otopark A ve otopark B bilgilerinin aşağıdaki gibi güncellendiği görülebilmekte: rez ve toplam değeri bir azalmakta ve zamanlayıcı1 değeri sıfır olmaktadır. Bu, otopark modüllerinde rezervasyonun doğru şekilde iptal edildiği anlamına gelmektedir.

COM5

02:02:31.850 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 1** Timer2: 0 GSens: 912 ÇSens: 913
02:02:32.844 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0** Timer2: 0 GSens: 913 ÇSens: 912

(a)

COM4

02:02:50.900 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 19** Timer2: 0 GSens: 778 ÇSens: 773
02:02:50.980 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 18 Timer2: 0 GSens: 778 ÇSens: 772
02:02:52.004 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 17 Timer2: 0 GSens: 778 ÇSens: 773

02:03:07.261 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 2 Timer2: 0 GSens: 777 ÇSens: 772
02:03:08.104 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 1** Timer2: 0 GSens: 780 ÇSens: 774
02:03:09.140 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0** Timer2: 0 GSens: 782 ÇSens: 777

(b)

Şekil 4.17. Rezervasyonun iptal edilmesi halinde (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Şekil 4.18'den, rezervasyon işleminden önce A otoparkı ve B otoparkı bilgilerinin mevcut durumuna döndüğü gözlemlenebilmektedir.

COM3

02:02:03.854 -> SayiA: 0 SayiB: 0 **ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1**

02:02:31.333 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1
02:02:31.609 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1
02:02:37.480 -> SayiA: 0 SayiB: 0 **ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 1**
02:02:37.760 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 1

02:03:11.617 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 1
02:03:12.270 -> SayiA: 0 SayiB: 0 **ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0**
02:03:17.403 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0
02:03:17.673 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.18. Rezervasyonun iptal edilmesi durumunda baz istasyonunun SMO'su

Dördüncü test, sistemin belirli bir otopark modülündeki rezervasyon taleplerini yerine getirme yeteneğiyle ilgilidir. İlk olarak, "A" ifadesini içeren iki SMS ve "B" ifadesini içeren iki SMS belirli bir süre içinde önerilen sisteme gönderilmiştir. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su, otopark A ve otopark B için, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Şekil 4.19'dan, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) SayiA ve SayiB'nin değeri sıfıra eşittir. Bu, başlangıçta baz istasyonu tarafından boş olarak tanımlanan otopark modüllerinin olduğu anlamına gelmektedir.
- 2) Sistem, A otoparkında ve B otoparkında park yeri ayırmak için iki talep almaktadır.
- 3) Sistem, her talebi bir şifre ve bir süre içeren bir SMS ile cevaplamıştır. Bu, sistemin rezervasyon taleplerini kabul ettiği anlamına gelmektedir.
- 4) Sistem, her rezervasyon talebini kabul ettikten sonra toplamAB ve RezAB'ın değerini bir arttırmaktadır.

COM3

02:44:57.377 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

02:45:19.541 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 0 RezA: 0 RezB: 0

02:45:21.966 -> +9053

02:45:21.966 ->

02:45:22.134 -> **B**

02:45:22.233 -> **B otoparkında yeminiz 5 DK sure ile sizin için ayrili ... şifreniz: 5387**

02:45:34.208 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 **ToplamB: 1** RezA: 0 **RezB: 1**

02:45:40.156 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 0 ToplamB: 1 RezA: 0 RezB: 1

02:45:43.535 -> +9053

02:45:43.535 ->

02:45:43.708 -> **A**

02:45:43.811 -> **A otoparkında yeminiz 5 DK sure ile sizin için ayrili ... şifreniz: 4108**

02:45:52.869 -> SayiA: 0 SayiB: 0 **ToplamA: 1 ToplamB: 1** RezA: 1 RezB: 1

(a)

02:45:55.962 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1

02:46:07.997 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 1 ToplamB: 1 RezA: 1 RezB: 1

02:46:08.236 -> +9053

02:46:08.236 ->

02:46:08.411 > **A**

02:46:08.513 -> **A otoparkında yeminiz 5 DK sure ile sizin için ayrili ... şifreniz: 4067**

02:46:19.761 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 1 RezA: 2 RezB: 1

02:46:40.478 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 1 RezA: 2 RezB: 1

02:46:40.883 -> +9053

02:46:40.883 ->

02:46:41.883 -> **B**

02:46:41.157 -> **B otoparkında yeminiz 5 DK sure ile sizin için ayrili ... şifreniz: 5523**

02:46:53.351 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2

(b)

Şekil 4.19. Otopark A ve otopark B'de rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su (a) ilk kez (b) ikinci kez

Şekil 4.20'den, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) Başlangıçta, tüm değerler sıfıra eşittir (sensör değerleri hariç).
- 2) Daha sonra rez, toplam değeri sıfırdan bire değişmektedir ve son olarak 2'ye eşit olmaktadır. Önce zamanlayıcı 1, daha sonra zamanlayıcı 2, 300'den 0'a geri saymaya başlamaktadır. Bu, sistemin A ve B otoparkta iki park yeri başarıyla ayırdığı anlamına gelmektedir.
- 3) Bundan sonra sistem zamanlayıcı1 ve zamanlayıcı2'yi kademeli olarak azaltmakta ve A otoparkına ve B otoparkına bir şifre girilip girilmediğini tespit etmektedir.

02:45:44.253 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 919 ÇSens: 919

02:45:46.242 -> **-4108**

02:45:46.242 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 300** Timer2: 0 GSens: 918 ÇSens: 919

02:46:10.478 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 275 Timer2: 0 GSens: 918 ÇSens: 919

02:46:11.598 -> **-4067**

02:46:11.598 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 **Rez: 2** Timer1: 274 **Timer2: 300** GSens: 918 ÇSens: 919
02:46:12.519 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 273 Timer2: 299 GSens: 919 ÇSens: 919

(a)

COM4

02:45:20.121 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 858 ÇSens: 853
02:45:21.116 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 860 ÇSens: 853
02:45:22.133 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 0 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 860 ÇSens: 854
02:45:23.311 -> **-5387**
02:45:23.311 -> Sayi: 0 Bekle: 0 **Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 300** Timer2: 0 GSens: 858 ÇSens: 854

02:46:39.706 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 1 Rez: 1 Timer1: 224 Timer2: 0 GSens: 845 ÇSens: 838
02:46:42.215 -> **-5523**
02:46:42.25 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 **Rez: 2** Timer1: 223 **Timer2: 300** GSens: 841 ÇSens: 836
02:46:42.282 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 222 Timer2: 299 GSens: 839 ÇSens: 833

(b)

Şekil 4.20. İki rezervasyon talebi alan (a) otopark A SMO'su (b) otopark B SMO'su

Burada, biri "A" ve diğeri "B" ifadesi içeren iki SMS önerilen sisteme tekrar gönderildi. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su, otopark A ve otopark B, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Şekil 4.21'den, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) RezAB'ın değeri ikiye eşittir. Bu, A otoparkında ve B otoparkında ayrılmış iki park yeri olduğu anlamına gelmektedir.
- 2) Sistem, A otoparkında ve B otoparkında üçüncü kez rezervasyon talebi almaktadır.
- 3) RezAB = 2 nedeniyle sistem, otopark modülleri içindeki toplam kullanılabilir park yeri sayısını içeren bir SMS göndererek rezervasyon talebini reddetmektedir. Bu, sistemin tasarlandığı yaklaşıma göre çalıştığını kanıtlamaktadır.

COM3

02:46:54.129 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2

02:47:14.234 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2

02:47:14.486 -> +9053

02:47:14.486 ->
02:47:14.671 -> A
02:47:14.908 -> OTOPARK A: '3' yer boş. Rezervasyon yapılamıyor.
02:47:26.239 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2
02:47:26.521 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2

02:47:44.671 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2
02:47:44.908 -> +9053
02:47:44.908 ->
02:47:45.077 -> B
02:47:45.077 -> OTOPARK B: '3' yer boş. Rezervasyon yapılamıyor.
02:47:46.481 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2

Şekil 4.21. Üçüncü kez otopark A ve otopark B'de rezervasyon talebi alan baz istasyonunun SMO'su

Şekil 4.22'den, A otoparkı ve B otoparkı bilgilerinin sabit kaldığı ve üçüncü rezervasyon talebinin alınmasından sonra değişmediği gözlemlenebilir.

COM5

02:47:07.147 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 219 Timer2: 245 GSens: 919 ÇSens: 919

02:47:26.177 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 200 Timer2: 226 GSens: 918 ÇSens: 919
02:47:27.158 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 199 Timer2: 225 GSens: 917 ÇSens: 919
02:47:28.203 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 198 Timer2: 224 GSens: 918 ÇSens: 919

(a)

COM4

02:47:39.401 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 165 Timer2: 242 GSens: 840 ÇSens: 834

02:47:55.223 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 149 Timer2: 226 GSens: 843 ÇSens: 837
02:47:56.245 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 148 Timer2: 225 GSens: 842 ÇSens: 836
02:47:58.870 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 147 Timer2: 224 GSens: 841 ÇSens: 836
02:47:58.937 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 146 Timer2: 223 GSens: 826 ÇSens: 834
02:47:59.275 -> Sayi: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 145 Timer2: 222 GSens: 867 ÇSens: 836

(b)

Şekil 4.22. Üçüncü kez rezervasyon talebi alan (a) A otoparkı SMO'su (b) B otoparkı SMO'su

Son olarak, otoparka bir araba sokma işlemi birkaç kez gerçekleştirilmektedir. Bu adım sırasında otopark A'nın, otopark B'nin ve baz istasyonunun SMO'su Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te gösterilmektedir. Şekil 4.23'ten Gsens değerinin A otoparkında (224, 279'a) ve B otoparkında (296, 288'e) değiştiği görülmektedir. Sayı'nın değeri her değişimle bir artmaktadır. Bu, sistemin ayrılmış iki park yerine rağmen araçların otoparka girmesine izin verdiğini kanıtlamaktadır.

COM5

02:48:10.572 -> Sayı: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 156 Timer2: 182 GSens: 918 ÇSens: 919
02:48:26.484 -> Sayı: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 141 Timer2: 167 GSens: 918 ÇSens: 919
02:48:27.771 -> **Sayı: 1** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 140 Timer2: 166 **GSens: 224** ÇSens: 917
02:48:27.811 -> Sayı: 1 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 139 Timer2: 165 GSens: 918 ÇSens: 918
02:48:55.981 -> Sayı: 1 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 111 Timer2: 137 GSens: 918 ÇSens: 918
02:48:58.238 -> **Sayı: 2** Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 2 Timer1: 110 Timer2: 136 **GSens: 279** ÇSens: 917
02:48:59.341 -> Sayı: 2 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 2 Timer1: 109 Timer2: 135 GSens: 918 ÇSens: 919

(a)

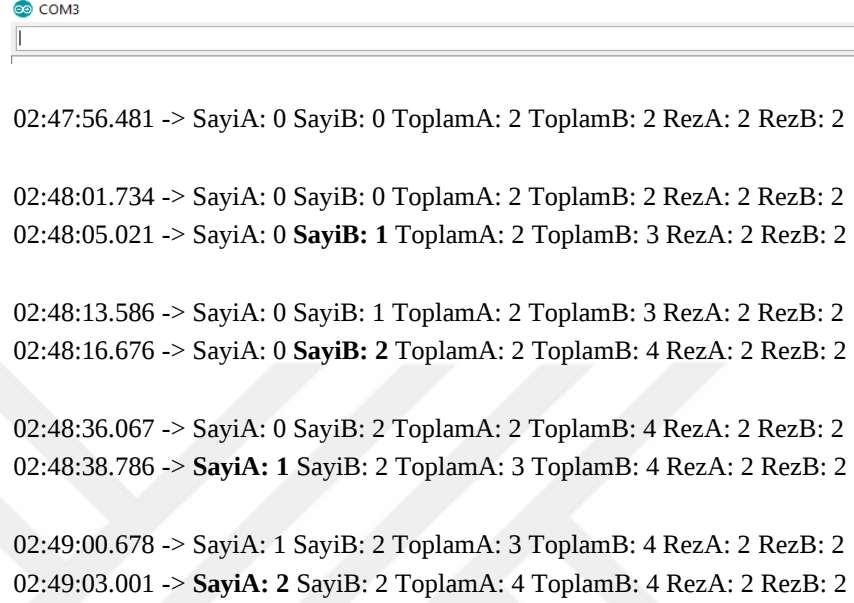
COM4

02:47:59.275 -> Sayı: 0 Bekle: 0 Toplam: 2 Rez: 2 Timer1: 145 Timer2: 222 GSens: 567 ÇSens: 836
02:48:02.649 -> **Sayı: 1** Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 144 Timer2: 221 **GSens: 296** ÇSens: 836
02:48:03.765 -> Sayı: 1 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 143 Timer2: 220 GSens: 840 ÇSens: 834
02:48:10.353 -> Sayı: 1 Bekle: 0 Toplam: 3 Rez: 2 Timer1: 134 Timer2: 211 GSens: 843 ÇSens: 837
02:48:14.251 -> **Sayı: 2** Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 2 Timer1: 133 Timer2: 210 **GSens: 288** ÇSens: 836
02:48:15.351 -> Sayı: 2 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 2 Timer1: 132 Timer2: 209 GSens: 842 ÇSens: 837

(b)

Şekil 4.23. Girişte rezervasyonlu araç tespiti durumunda (a) A otoparkı SMO'su (b) B otopark SMO'su

Şekil 4.24'ten, otopark modülleri bilgilerinin sırasıyla güncellendiği gözlemlenebilir.

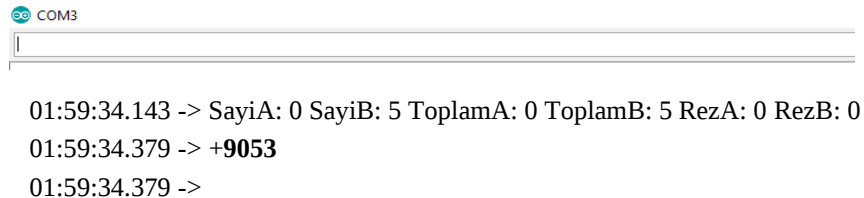


02:47:56.481 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2
02:48:01.734 -> SayiA: 0 SayiB: 0 ToplamA: 2 ToplamB: 2 RezA: 2 RezB: 2
02:48:05.021 -> SayiA: 0 SayiB: 1 ToplamA: 2 ToplamB: 3 RezA: 2 RezB: 2
02:48:13.586 -> SayiA: 0 SayiB: 1 ToplamA: 2 ToplamB: 3 RezA: 2 RezB: 2
02:48:16.676 -> SayiA: 0 SayiB: 2 ToplamA: 2 ToplamB: 4 RezA: 2 RezB: 2
02:48:36.067 -> SayiA: 0 SayiB: 2 ToplamA: 2 ToplamB: 4 RezA: 2 RezB: 2
02:48:38.786 -> SayiA: 1 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 4 RezA: 2 RezB: 2
02:49:00.678 -> SayiA: 1 SayiB: 2 ToplamA: 3 ToplamB: 4 RezA: 2 RezB: 2
02:49:03.001 -> SayiA: 2 SayiB: 2 ToplamA: 4 ToplamB: 4 RezA: 2 RezB: 2

Şekil 4.24. Rezervasyona rağmen güncellenen otopark modül bilgilerini gösteren baz istasyonunun SMO'su

Beşinci test, önerilen sistemin, otoparktaki bekleme listesindeki sürücüleri listeleyebilmesiyle ilgiliydi. Başlangıçta, B otoparkı dolu durumuna ayarlanır. Daha sonra, "SB" ifadesini içeren iki SMS, önerilen sisteme farklı zamanlarda gönderilmiştir. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su B otoparkı için, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Şekil 4.25'ten, aşağıdakiler gözlemlenebilir:

- 1) Sayı değeri 5'e eşittir, bu da otopark B'nin dolu olduğu anlamına gelmektedir.
- 2) Sistem, B otoparkındaki bekleme listesine eklemek için iki talep almaktadır.
- 3) Sistem her talebi sıra içeren bir SMS ile cevaplamaktadır.
- 4) Bu, sürücünün B otoparkındaki bekleme listesinde başarıyla listelendiği anlamına gelmektedir.



01:59:34.143 -> SayiA: 0 SayiB: 5 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:59:34.379 -> +9053
01:59:34.379 ->

01:59:34.582 -> **SB**
01:59:36.597 -> **Numaranız kaydedildi. Bekleyen Sayısı: 1. Boş yer sayısı: 0**
01:59:47.214 -> SayiA: 0 SayiB: 5 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0

01:59:56.319 -> SayiA: 0 SayiB: 5 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
01:59:56.689 -> **+9053**
01:59:56.689 ->
01:59:56.892 -> **SB**
01:59:58.877 -> **Numaranız kaydedildi. Bekleyen Sayısı: 2. Boş yer sayısı: 0**
02:00:08.037 -> SayiA: 0 SayiB: 5 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0

Şekil 4.25. Bekleme listesine eklenme talebi alan baz istasyonunun SMO'su

Şekil 4.26, aşağıdakiler görülebilir:

- 1) Sistem bekle değerini bir arttırmaktadır. Bu, sürücünün bekleme listesine eklenme işleminin doğru yapıldığı anlamına gelmektedir.

COM4

01:59:47.014 -> Sayi: 5 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 886 ÇSens: 877
01:59:50.272 -> Sayi: 5 **Bekle: 1** Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 874

02:00:11.174 -> Sayi: 5 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 875
02:00:14.818 -> Sayi: 5 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 875
02:00:14.897 -> Sayi: 5 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 882 ÇSens: 873

Şekil 4.26. Bekleme listesine eklenme talebi alan B otoparkı SMO'su

Daha sonra, B otoparkından bir araba çıkarma işlemi iki kez gerçekleştirildi. Bu adım sırasında otopark B'nin SMO'su ve baz istasyonu Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'de gösterilmektedir. Şekil 4.27'den Çsens'in B otoparkındaki değerinin değiştiği görülebilir (254, 219'a). Rez değeri bir arttı ve zamanlayıcı sayılmaya başladı.

COM4

02:00:21.576 -> Sayi: 5 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 874
02:00:23.457 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 880 **ÇSens: 254**

02:00:23.537 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 885 ÇSens: 875
02:00:24.274 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 875
02:00:25.288 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 0 Timer1: 0 Timer2: 0 GSens: 885 ÇSens: 875
02:00:26.438 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 **Rez: 1 Timer1: 60** Timer2: 0 GSens: 883 ÇSens: 874
02:00:27.294 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 59 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 874
02:00:28.311 -> Sayi: 4 Bekle: 2 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 58 Timer2: 0 GSens: 885 ÇSens: 874

02:00:46.257 -> Sayi: 4 **Bekle: 1** Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 41 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 874
02:00:47.596 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 40 Timer2: 0 GSens: 879 **ÇSens: 219**
02:00:47.664 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 39 Timer2: 0 GSens: 884 ÇSens: 874
02:00:48.441 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 38 Timer2: 0 GSens: 885 ÇSens: 874
02:00:49.459 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 1 Timer1: 37 Timer2: 0 GSens: 886 ÇSens: 875
02:00:50.620 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 **Rez: 2 Timer1: 36 Timer2: 60** GSens: 884 ÇSens: 873
02:00:51.464 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 35 Timer2: 59 GSens: 885 ÇSens: 875
02:00:52.479 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 34 Timer2: 58 GSens: 884 ÇSens: 874
02:00:53.497 -> Sayi: 3 Bekle: 1 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 33 Timer2: 57 GSens: 884 ÇSens: 874

Şekil 4.27. Bekleme listesinden sürücünün çağrılma durumunda B otoparkı SMO'su

Şekil 4.28'den, sistemin sürücüye B otoparkında park yeri bulunduğunu bir SMS ile bildirdiği görülmektedir.

COM3

02:00:22.688 -> SayiA: 0 SayiB: 5 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 0
02:00:25.320 -> **OTOPARK B: '0' yer boş. OTOPARK B 'ye rezervasyon yapmak için 'B' yaz gonder. (1 DK icinde).**
02:00:34.778 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 **RezB: 1**
02:00:36.048 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:36.327 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:36.576 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:36.847 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:37.095 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:37.377 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:38.300 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:43.607 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:44.867 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:45.136 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:47.358 -> SayiA: 0 SayiB: 4 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:00:49.523 -> **OTOPARK B: '0' yer boş. OTOPARK B 'ye rezervasyon yapmak için 'B' yaz gonder. (1 DK icinde).**
02:00:58.961 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 **RezB: 2**

02:01:00.255 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:00.526 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:00.762 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:01.036 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:01.307 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:01.568 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2
02:01:04.707 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 2

Şekil 4.28. Sürücünün bekleme listesinden çağrılma durumunda baz istasyonunun SMO'su

Burada sürücülerden birinin "A" ifadesi içeren bir SMS gönderdiğini ve diğerinin cevap vermediğini varsayılmıştır. Bu adım sırasında baz istasyonunun SMO'su ve otopark B, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da gösterilmektedir. Şekil 4.29'dan, sistemin "B" ifadesini içeren bir onay SMS'i aldığı görülebilir. Sistem, şifre ve zaman sınırı içeren bir SMS ile cevap vermektedir.

COM3

02:01:23.336 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 5 RezA: 0 RezB: 1
02:01:26.783 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:30.149 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:30.419 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:31.196 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:33.506 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:35.712 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:38.030 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:41.143 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:41.412 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:45.414 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1
02:01:45.653 -> **+9053**
02:01:45.653 ->
02:01:45.823 -> **B**
02:01:45.958 -> **B otoparkında yeriniz 5 DK sure ile sizin için ayrılde... şifreniz: 6638**
02:01:56.148 -> SayiA: 0 SayiB: 3 ToplamA: 0 ToplamB: 4 RezA: 0 RezB: 1

Şekil 4.29. Rezervasyon onaylı bir talep alan baz istasyonunun SMO'su

Şekil 4.30'dan, aşağıdakiler görülebilir:

- 1) Zamanlayıcı1 bittikten sonra sistem rez, toplam değerini bir azaltmaktadır.
- 2) Sistem, rezervasyon için yeni bir zamanlayıcı başlatmaktadır.



```
COM4
02:01:23.713 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 3 Timer2: 27 GSens: 885 ÇSens: 875
02:01:24.707 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 2 Timer2: 26 GSens: 883 ÇSens: 875
02:01:25.717 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 5 Rez: 2 Timer1: 1 Timer2: 25 GSens: 885 ÇSens: 876
02:01:26.729 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 24 GSens: 886 ÇSens: 875
02:01:27.743 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 23 GSens: 884 ÇSens: 876

02:01:43.888 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 7 GSens: 884 ÇSens: 875
02:01:44.838 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 6 GSens: 886 ÇSens: 875
02:01:45.859 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 5 GSens: 886 ÇSens: 876
02:01:47.007 -> -6638
02:01:47.007 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 300 GSens: 885 ÇSens: 876
02:01:47.882 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 299 GSens: 886 ÇSens: 876
02:01:48.863 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 298 GSens: 885 ÇSens: 876
02:01:49.897 -> Sayi: 3 Bekle: 0 Toplam: 4 Rez: 1 Timer1: 0 Timer2: 297 GSens: 885 ÇSens: 875
```

Şekil 4.30. Rezervasyon onaylı bir talep alan B otoparkı SMO'su

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tezde mevcut kentlerin karşılaştığı zorluklar ile akıllı şehir konusu ve faydaları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Buna ek olarak, akıllı şehrin ana bileşenlerinden biri olan otopark sistemlerinin türleri, işlevleri, zorlukları ve yararları yoğun bir şekilde tartışılmıştır. Ayrıca bu tezde, otopark problemlerini azaltmak için mevcut ve önerilen otopark sistemlerinden bazıları literatür bölümünde sunulmuştur.

Bu tezde, yeni ve mevcut otopark sistemlerinin bir uzantısı ve tamamlayıcısı olarak kabul edilebilecek bir dizi tasarım ve öneri sunulmuştur. Bu tasarım ve önerilerin amacı, park etme sorunlarını azaltmak ve sürücüler tarafından boş park yerleri bulma ve ayırma işlemini kolaylaştırmaktır. Tasarımlar açısından, IoT ve zigbee teknolojilerine bağlı olarak merkezi bir otopark sistemi için iki farklı tasarım sunulmuştur. Buna ek olarak, bu sistem, sürücülerin otoparkındaki boş park yerleri hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlarken, verimli ve ucuz bir rehberlik hizmeti sunan bir yönlendirme modülü tasarlayarak geliştirilmiştir.

IoT teknolojisinin kullanımı, uzak coğrafi mesafelerde sistem birimleri arasındaki iletişimi gerçekleştirmemizi sağlamıştır. Bu, NodeMCU ve Blynk olmak üzere iki önemli bileşenin kullanılmasıyla başarılmıştır. NodeMCU kullanımı, düşük maliyetli, wi-fi ağı için entegre destek, azaltılmış kart boyutu, düşük enerji tüketimi, programlamayı destekleyen birçok kütüphane vb. gibi birçok fayda sağlamıştır. Blynk ise, android ve ios sistemlerinde karmaşık olmayan bir şekilde çalışan bir mobil uygulama tasarlamamızı sağlamıştır.

Öte yandan, zigbee teknolojisini kullanarak, belirli bir coğrafi bölgedeki farklı sistem birimleri arasında internete ihtiyaç duymadan iletişim sağlanabilmiştir. Bu, XBee modüllerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sistem düğümleri arasında algılanan verilerin iletimi için XBee modülünün kullanılması, sisteme düşük maliyetli ve düşük güç tüketimi gibi avantajlar sunmaktadır. Ayrıca diğer iletişim teknolojilerine kıyasla daha geniş bir mesafede haberleşme yapılmasına imkan sağlamaktadır. Bu zigbee protokolüne ve XBee modülüne ek olarak, ortaya çıkan ihtiyaçlara göre daha da

geliştirilebilen veya değiştirilebilen farklı konumlarda birkaç düğümün uygulanmasına izin vermektedir. Bu tezde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Sürücü, Blynk uygulamasını internet üzerinden kullanarak veya internete ihtiyaç duymadan SMS yoluyla boş park yerleri bulabilmektedir. Sürücünün rezervasyon yapabilmek için bir ön kayıt işlemi yapması gerekmemektedir ve ayrıca otoparktan kalkış saatinden bahsetmek zorunda değildir. Sürücünün rezervasyon yapılabilmesi için sistemden belirli bir mesafede olması gerekmez. Sürücü aynı anda birden fazla park yeri ayırabilmektedir. Buradan boş park yerlerini bulma ve ayırma işlemini her zaman ve her koşulda kolay bir süreç haline getirildiği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, otopark doluyken, sıra alarak otoparka girmek için tezde iki yöntem geliştirilmiştir. İlk yöntemde sistem, otoparkta bir boş yer olduğu sürece rezervasyon taleplerini almaktadır. Bu yöntem, sürücüler açısından faydalıdır, çünkü boş park yeri olduğu sürece, sürücüler rezervasyon yapabilirler. Öte yandan, rezervasyon sürecinin sürücü için herhangi bir maliyeti olmaması otopark yöneticileri açısından verimsiz olmaktadır. Bundan dolayı tüm park yerlerinin rezervasyon ile dolmasının önüne geçmek için ikinci bir yöntem önerilmiştir. Burada sistem belirli bir süre boyunca belirli sayıda rezervasyon talebi almaktadır. Böylece sistem için ayrılan rezervasyon talebi sayısı dolunca, yalnızca otopark gelen sürücüler için park etme işlemine izin verilmektedir.

Tezde tüm tasarım ve öneriler başarıyla uygulanmış, test edilmiş ve farklı senaryolarda uygulanmış, doğru ve beklenen sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar, kullanılan malzemelerin farklı zaman dilimlerinde ve koşullarında doğru çalıştığını kanıtlamıştır. GSM teknolojisinin tasarım ve işletme sırasında IoT teknolojisiyle birleştirilebileceği de gösterilmiştir. Ek olarak, zigbee teknolojisinin bu gibi amaçlarla da kullanılabileceği doğrulanmıştır.

Son olarak, akıllı otopark sisteminin başarılı bir şekilde uygulanmasıyla, trafik sıkışıklığı ile ilişkili boşa giden zaman ve boşa harcanan yakıtle ilişkili maliyetler önemli ölçüde azaltılacaktır.

Bu çalışmanın devamında, geniş ve kapsamlı özelliklere sahip bir mobil uygulama tasarlanarak önerilen sistem geliştirilebilir. Ayrıca bu sistem, sürücüleri en yakın boş otoparka yönlendirmek için haritalar kullanılarak da desteklenebilir.



KAYNAKLAR

- Abid, M. T. 2014. Assessment of Smart City Approach: Its Tools and Components. Master's Thesis, Eastern Mediterranean University, 96, North Cyprus.
- Ahmed, A., Kolo, J., Olaniyi, M. and Oyetoro, S. 2016. Developing Smart Car Parking System Using Wireless Sensor Networks. 2nd International Conference on Computing Research and Innovations, 7-9 September, Ibadan, Nigeria.
- Albino, V., Berardi, U. and Dangelico, R. M. 2015. Smart Cities: Definitions Dimensions Performance and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22:1, 3–21.
- Alshahadeh, T. 2018. Smart Cities, Smarter Management Developing A Smart Framework for Smart City Projects Management in Europe. Master's Thesis, Istanbul Aydin University, 170, Turkey.
- Altatabaie, K. F. and Abdulameer, S. D. 2019. Applying arduino for controlling car parking system. *Applied Computer Science*, 15:2, 53–62.
- Anjari, L. and Budi, A. H. S. 2017. The Development of Smart Parking System based on NodeMCU 1.0 using the Internet of Things. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 16-17 November, Bandung, Indonesia.
- Anthopoulos, L. G. 2017. The rise of the smart city. In *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick*, 5-45, Springer, Cham.
- Babu, T. A. and Jyothsna, K.S.R.S. 2018. Iot Based Smart Vehicle And Smart Parking System. *International Journal of Electrical Engineering & Technology (IJEET)*, 9:3, 121–136.
- Babu, V. S. K., Athuluri, M. and Nidumolu, V. 2018. Android based real time advance security for parking system in IoT. *International Journal of Engineering & Technology*, 24:5, 1–5.
- Burhan, M., Rehman, R. A., Khan, B. and Kim, B. 2018. IoT Elements, Layered Architectures and Security Issues: A Comprehensive Survey. *Licensee MDPI*, 1: 38.
- Chaudhary, S. and Kapoor, M. 2015. Design and Implementation of Reservation of Parking Spaces Using RFID and GSM technology. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 3:3, 188–191.
- Chikhale, V., Gharat, R., Gogate, S. and Amireddy, R. 2017. Smart Car Parking Using Arduino Microcontroller. *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)*, 3:6, 28–31.
- Daur, V., Bhandari, P., Jain, L. and Nalini, N. 2016. Smart Car Parking System. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 6: 5, 225–227.
- Dharmareddy, P., RajeshwarRao, A. and Ahmed, S. M. 2013. An Intelligent Parking Guidance and Information System by using image processing technique.

International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2:10, 4044–4048.

- Farahani, S. 2008. ZigBee Wireless Networks and Transceivers. United States of America, 978-0-7506-8393-7.
- Garcia, L., Jimenez, J. M., Taha, M. and Lloret, J. 2018. Wireless Technologies for IoT in Smart Cities. *Network Protocols and Algorithms*, 10:1, 23–64.
- Gokhale, P., Bhat, O. and Bhat, S. 2018. Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5:1, 41–44.
- Grodi, R., Rawat, D. B. and Rios-Gutierrez, F. 2016. Smart parking: Parking occupancy monitoring and visualization system for smart cities. South east Conference, 30 March-3 April, Norfolk, USA.
- Hans, V., Sethi, P. S. and Kinra, J. 2015. An Approach to IoT based Car Parking and Reservation system on Cloud. 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT), 8-10 October, Noida, India.
- Hassan, S. A. 2016. Smart City Service Monitoring and Waste Collection. Master's Thesis, Near East University, 116, Nicosia.
- Jeffrey, J., Patil, R. G., Narahari, S. K. K., Didagi, Y., Bapat, J. and Das, D. 2012. Smart Parking System using Wireless Sensor Networks. The Sixth International Conference on Sensor Technologies and Applications, 4 April, India.
- Kamble, A. A. and Dehankar, A. V. 2015. Automated Car Parking Indicator System. *International Journal of Science Technology & Engineering*, 2:4, 80–85.
- Karadağ, T. 2013. An Evaluation of The Smart City Approach. Master's Thesis, Middle East Technical University, 90, Turkey.
- Karthi, M. and Harris, P. 2016. Smart Parking with Reservation in Cloud Based Environment. IEEE International Conference on Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM), 19-21 October, Bangalore, India.
- Kaur, M. J. and Maheshwari, P. 2016. Building smart cities applications using IoT and cloud-based architectures. International Conference on Industrial Informatics and Computer Systems (CIICS), 13-15 March, India.
- Kiruthikamani, G., Abinayaa, B., Saranya, B., Devi, P. and Gayathri, R. 2017. Smart Vehicle Safety System Using Arduino. *International Journal of Trend in Research and Development*, 3:6, 804–807.
- Mahendra, B. M., Sonali, S., Bhat, N., Raju, and Raghu, T. 2017. IoT Based Sensor Enabled Smart Car Parking for Advanced Driver Assistance System. 2nd IEEE International Conference On Recent Trends in Electronics Information & Communication Technology (RTEICT), 19-20 May, Bangalore, India.
- Mangwani, P. 2018. Smart Parking System Based on Internet of Things. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13:12, 10281–10285.
- Media, E., Syufrijal, and Rif'an, M. 2018. Internet of Things (IoT): Blynk Framework for Smart Home. 3rd International Conference on Technical and Vocational Education and Training , 19–21 October, Jakarta, Indonesia.

- Meenaloshini, M., Ilakkiya, J., Sharmila, P., Malar, J. C. S. and Nithyasri, S. 2019. Smart Car Parking System in Smart Cities using IR. 3rd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT), 21-22 February, Chennai, India.
- Mengdi, W. 2016. Wireless Communication Technologies in Internet of Things (Iot). Master Thesis, University of Vaasa, 57, Finland.
- Mohanty, S. P., Choppali, U. and Kougianos, E. 2016. Everything You Wanted To Know About Smart Cities. <https://www.researchgate.net/publication/306046857>.
- Mutiara, G. A., Agung, A. A. G. and Handayani, R. 2017. Low cost wireless parking module design and implementation. 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA), 26-27 October, Lombok, Indonesia.
- Nandyal, S., Sultana, S. and Anjum, S. 2017. Smart Car Parking System using Arduino UNO. *International Journal of Computer Applications*, 169:1, 13–16.
- Natarajan, P. B. and Ghosh, S. K. 2018. Design and Implementation of Smart Car Parking System Using Lab View. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 120:6, 329–338.
- Nikam, A., Patil, P., Shinde, S. and Toppo, S. 2017. Smart Parking System for Locating Vacant Parking Slots. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 6:4, 495–499.
- Osman, A. M., Ali, S., Shah, A. H., Nataraj, C. 2014. Integrated Secure Vehicle Reservation and Parking Management System using GSM and Short Messaging Service (SMS). Proceedings of the International Conference on Electrical, Electronics, Computer Engineering and their Applications, 44-48, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Patil, M. and Sakore, R. 2014. Smart Parking System Based On Reservation. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 2:6, 21–26.
- Paulet, M. V., Salceanu, A., and Neacsu, O. M. 2016. Ultrasonic radar. International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE), IEEE, 20-22 October, Iasi, Romania.
- Sabbea, M. O. B., Irfan, M., AlTamimi, S. K., Saeed, S. M., AlMawgani, A. H. M. and Alghamdi, H. 2018. Design and Development of a Smart Parking System. *Journal of Automation and Control Engineering*, 6:2, 66–69.
- Shah, K. and Chaudhari, P. 2017. Arduino Based Smart Parking System. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4: 1, 882–884.
- Sharma, D., Verma, S. and Sharma, K. 2013. Network topologies in wireless sensor networks: A review. *International Journal of Electronics & Communication Technology*, 4:3, 93–97.
- Sharma, S., Kumar, D. and Kishore, K. 2013. Wireless Sensor Networks- A Review on Topologies and Node Architecture. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 1:2, 19–25.

- Shiyao, C., Ming, W., Chen, L. and Na, R. 2014. The Research and Implement of the Intelligent Parking Reservation Management System Based on ZigBee Technology. Sixth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, 10-11 January, Zhangjiajie, China.
- Somani, A., Periwal, S., Patel, K. and Gaikwad, P. 2018. Cross Platform Smart Reservation Based Parking System. International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET), 5-5 January, Mumbai, India.
- Sudha, V. S., Raj, V. D., Sekhar, K. R. and Harika, P. 2016. Gsm Based Auto Secured Car Parking System. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, 1:9, 474–477.
- Sulaiman, H. A. B., Afif, M. F. B. M., Othman, M. A. B., Misran, M. H. B. and Said, M. A. B. M. 2013. Wireless based Smart Parking System using Zigbee. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, 5: 4, 3282–3300.
- Sushma, K., Babu, P. R. and Reddy, J. N. 2013. Reservation based vehicle parking system using GSM and RFID technology. *International Journal of Engineering Research and Applications* 3:5, 495–498.
- Thangam, E. C., Mohan, M., Ganesh, J. and Sukesh, C. V. 2018. Internet of Things based Smart Parking Reservation System using Raspberry-pi. *International Journal of Applied Engineering*, 13:8, 5759–5765.
- Utpala, K. N. S. S. S. S., Kumar, N. S., Praneetha, K., Sruthi, D.H. and Varma, K.S. A. 2019. Authenticated IoT Based Online Smart Parking System with Cloud. *Pramana Research Journal*, 9:4, 197–204.
- Zanella, A., Bui, N., ACastellani, A., Vangelista, L. and Zorzi, M. 2014. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1:1, 22 - 32.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve soyadı : Mohammed Sufyan MOHAMMED

Doğum Yeri : Irak

Doğum Tarihi : 03.10.1986

Medeni Hal : Evli

Ana dil : Arapça

Yabancı Diller : Türkçe ve İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Alsharqiya Lisesi, Irak

Lisans : Musul Üniversitesi, bilgisayar Mühendisliği, Irak

Yayınlar:

MOHAMMED, M.S. and Ustun Ercan, S. “Safety Based Smart Parking Guidance System Using GSM and Zigbee”. 2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), IEEE, 11-13 October, Ankara, Turkey.