



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AKILLI ŞEHİRLERDE ENGELSİZ AKILLI  
ULAŞIM

Fırat HAKVERDİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak - 2021  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fırat HAKVERDİ tarafından hazırlanan “**AKILLI ŞEHİRLERDE ENGELSİZ AKILLI ULAŞIM**” adlı tez çalışması 20/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Sait Ali UYMAZ

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Halime ERGÜN

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN  
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından 201331003 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

Fırat HAKVERDİ

Tarih: 20/01/2020

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### AKILLI ŞEHİRLERDE ENGELSİZ AKILLI ULAŞIM

**Fırat HAKVERDİ**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN**

**2021, 60 Sayfa**

**Jüri**

**Dr. Öğr. Üyesi Sait Ali UYMAZ**

**Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN**

**Dr. Öğr. Üyesi Halime ERGÜN**

Sunduğu yaşam standartları göz önüne alındığında büyük şehirlerin nüfusları gün geçtikçe artmaktadır. Şehir nüfusuyla doğru orantılı olarak da trafik sorunu ortaya çıkmakta ve insanların ulaşımında geçirdiği süre fazlaşmaktadır. Tüm bu olumsuzluklara ek olarak ulaşım sağlamak isteyen bireyin fiziksel bir engelle sahip olması düşünüldüğünde sorun içinden çıkılmaz bir hal almaktadır. Teknik olarak incelendiğinde hemen her şehirde ulaşım amaçlı kullanılan araçların çoğunda engelli bireyler için çeşitli donatılar bulunsada bu donatılara sahip olmayan araçlar da bulunmaktadır. Ayrıca araçlarda görevli personelin engelli bireye yönelik sorumluluğunu yerine getirmedeği ya da araçların duraklara tam kapasite yanaştığı durumlar da söz konusudur. Ortaya çıkan bu sorunlara gelişen teknolojiler yardımıyla çözüm bulunabilir. Öyle ki teknolojiye ilerlemeler makinelerin çevrelerini algılamalarına, birbirleri ile iletişimde bulunmalarına ve elde ettikleri bilgiler ışığında harekete geçmelerine olanak tanımaktadır. Bu tez çalışmasında engelli bireylerin şehir içi ulaşımında yaşadığı sorunlar ele alınmış ve bu sorunları gidermek adına NFC kart ve IoT teknolojilerini kullanan akıllı bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama ile durak, ulaşım aracı, ulaşım koordinatlarından sorumlu birimler ve engelli bireyler arasındaki iletişimi internet üzerinden sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Bu sisteme göre engelli birey ulaşım sağlamak istediği durağa geldiğinde kendisi için özel olarak tanımlanmış NFC kartını duraklarda bulunan iletişim altyapısına okutarak buldukları konumu ve kullanmak istediği ulaşım hattı hakkındaki bilgileri ulaşımdan sorumlu birimlere internet aracılığı ile bildirir. Ulaşımdan sorumlu birimler duraklardaki engelli bireylere ait bilgileri aldıktan sonra hali hazırda kullanılan ulaşım seferinde çeşitli düzenlemelere giderek engelli birey için gerekli ulaşım aracını sefere çıkarır. Uygulama ile engelli bireylerin ulaşımında yaşadığı sorunlara çözüm getirilirken aynı zamanda onların ulaşım kapsamındaki sosyal hayattan koparılmasının önüne geçilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Şehirler, Akıllı Ulaşım, Engelsiz Ulaşım, Nesnelerin İnterneti

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

## **BARRIER-FREE SMART TRANSPORTATION IN SMART CITIES**

**Firat HAKVERDI**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF PHILOSOPHY  
IN MECHATRONIC ENGINEERING**

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Yusuf UZUN**

**2021, 60 Pages**

**Jury**

**Asst. Prof. Dr. Sait Ali UYMAZ**

**Asst. Prof. Dr. Yusuf UZUN**

**Asst. Prof. Dr. Halime ERGÜN**

Considering the living standards they offer, the population of big cities are increasing day by day. In direct proportion to the increasing city population, the traffic problem arises and the time people spend in transportation increases. In addition to all these negativities, the problem becomes intractable when the individual who wants to provide transportation has a physical disability. When examined technically, although most of the vehicles used for transportation purposes in almost every city have various equipment for disabled individuals, there are also vehicles that do not have these equipment. In addition, there are cases where the personnel on duty in the vehicles do not fulfill their responsibilities towards the disabled person or the vehicles approach the stops at full capacity. These problems can be solved with the help of developing technologies. Such advances in technology allow machines to perceive their environment, communicate with each other and act in the light of the information they obtain. In this thesis, the problems experienced by disabled individuals in urban transportation were discussed and a smart application that uses NFC card and IoT technologies was developed to solve these problems. With the application, a system has been developed that enables communication between stops, transportation vehicles, units responsible for transportation coordination and persons with disabilities over the internet. According to this system, when the disabled person comes to the station he wants to provide transportation, he / she has the NFC card specially defined for him / her scanned to the communication infrastructure at the stations and informs the units responsible for transportation via the internet, the information about their location and the transportation line they want to use. After the units responsible for transportation receive the information about the disabled individuals at the stops, they make various arrangements in the transportation expedition that is currently used and take the necessary transportation means for the disabled person on the expedition. With the application, while solving the problems experienced by disabled individuals in transportation, it is prevented that they are disconnected from social life within the scope of transportation.

**Keywords:** Barrier-free Transportation, Internet of Things, Smart Cities, Smart Transportation

## ÖNSÖZ

Buradayım. Haberi olmasa da evrenin, bir parçasıyım Güneş'in, merkezindeyim Ay'ın. Sonsuza kadar devam eden uçsuz bucaksız bir deryanın içinde, o derya için zerre bile olamayacak kadar küçük bir noktada, evet evet işte burada, Dünya'dayım. Hırslarımla, azmimle, anlayışım, kararlılığım, inadım, nefsimle, başarımla, başarısızlığım, üzüntülerimle, takılıp düşmelerimle, kalkıp yeniden devam etmelerimle, mantığım, en çok da duygularım, en çok duygularım... Benden haberi olmadan evrenin, babamın ve annemin oğlu, kardeşlerimin abisi, sekiz kişilik ailemin bir ferdi, hayaller kurduğum kişinin hayaller kurduğu kişi olarak buradayım. Adresim gayet açık, Dünya'dayım işte, dünyanın haberi olmadan, buradayım.

Ayrılanlar olmadı mı aramızdan? Oldu elbet! Nereye gittiler, biliyor musun? Hayır! Ben biliyor muyum? Hayır! Kim biliyor peki? Bilmiyorum! Onların hatırası anısına burada değil miyiz oysaki? Kendileri başaramadı belki, sığınamadılar dünyaya, istediler ama mümkün olmadı istekleri, onlar da izler bıraktılar buraya, kendinden sonra gelenlere. Şair de diyor hani "insan insanın boşluğudur". Öyle tabi... Her insan bir öncekinin boşluğudur. Birisi tamamlayamazsa kendi boşluğunu, ister ki kendinden olan tamamlasın. Kendinden olan çabalar sonra boşluk tamamlansın diye. Dedim ya buradayım diye, en çok da boşlukları tamamlamak için buradayım. Tamamlıyorum da... Peki, bir gün ayrılacak mıyım buradan benden sonra gelene bir boşluk bırakarak? Bilmiyorum, ancak ayrılısam bile yine burada olacağım, tıpkı benden önce ayrılanların burada olduğu gibi.

Tez çalışmamın oluşumunda emeğini ve desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN hocama, başta halam olmak üzere maddi ve manevi bakımdan yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmamı 20 senedir yanımda olamayan anneme ithaf ediyorum.

Fırat HAKVERDİ  
KONYA-2021

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. AKILLI ŞEHİRLER KAPSAMINDA KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>4</b>
2.1. Akıllı Toplum .....	7
2.2. Akıllı Tarım .....	8
2.3. Akıllı Sağlık.....	9
2.4. Akıllı Enerji .....	10
2.5. Akıllı Ulaşım.....	11
2.5.1. Geleneksel ve Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Engelli Bireylerin Yeri .....	15
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>18</b>
3.1. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan Materyaller.....	18
3.1.1. Raspberry Pi 4 Model B.....	18
3.1.2. Yakın Alan İletişim Kartı (NFC Kart).....	21
3.1.3. RC-522 RFID Kart Okuyucu .....	22
3.1.4. LCD Ekran .....	23
3.1.5. Numerik Klavye.....	23
3.1.6. Microsoft Visual Studio.....	24
3.1.7. ThingSpeak Bulut Veri Tabanı .....	25
3.2. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan Yöntem .....	26
3.2.1. Duraklar İçin Geliştirilen “Engelsiz Durak” Altyapısı .....	28
3.2.2. Otobüsler İçin Geliştirilen “Engelsiz Otobüs” Altyapısı.....	31
3.2.3. Hareket Amirlikleri İçin Geliştirilen Akıllı Engelli Takip Programı .....	35
3.2.4. Sistemin ThingSpeak Üzerinden Çalışması.....	40
<b>4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>41</b>
4.1. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Uygulaması ve Sonuçlar.....	43
4.2. Tartışma .....	51

<b>5. ÖNERİLER .....</b>	<b>53</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>60</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$N_f$	: Tesis Sayısı
$N_p$	: Şehir Nüfusu
$R_p$	: Yıllık Nüfus Artış Oranı
$D$	: Yıldaki Gün Sayısı
$N_c$	: Saat Başına Şehir Hizmetlerinden Faydalanan Kişi Sayısı
$H$	: Bir Gündeki Saat Sayısı

### Kısaltmalar

AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
GPS:	: Küresel Konumlama Sistemleri (Global Positioning System)
HEM	: Ev Enerji Yönetimi (Home Energy Management)
ICTs	: Bilgi ve İletişim teknolojileri (Information and Communication Technologies)
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
LCD	: Sıvı Kristalli Ekran (Liquid Cristal Display)
MHh	: Megahertz
NFC	: Yakın Alan İletişimi (Near Field Comminucation)
RAM:	: Rastgele Erişimli Bellek (Random Access Memory)
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
wi-fi	: Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Akıllı Şehir Mimarisinin Genel Bileşenleri.....	5
Şekil 3.1. Raspberry Pi Model 4 B .....	19
Şekil 3.2. Raspberry Pi 4 Model B Çeşitli Pin ve Konektör Yapıları .....	20
Şekil 3.3. Raspbian İşletim Sistemi Ekran Görüntüsü .....	20
Şekil 3.4. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan NFC Kart..	22
Şekil 3.5. RC-522 RFID Kart Okuyucu Entegre Devresi .....	22
Şekil 3.6. LCD Ekran .....	23
Şekil 3.7. Numerik Klavye .....	24
Şekil 3.8. Microsoft Visual Studio Programı .....	24
Şekil 3.9. ThingSpeak Bulut Veri Tabanı Ekran Görüntüsü .....	25
Şekil 3.10. Engelsiz Durak Altyapısının Devre Şeması .....	28
Şekil 3.11. Engelsiz Durak Altyapısı .....	29
Şekil 3.12. Engelsiz Durak Sisteminin Yazılım Akış Şeması .....	31
Şekil 3.13. Engelsiz Otobüs Altyapısının Devre Şeması .....	32
Şekil 3.14. Engelsiz Otobüs Altyapısı .....	32
Şekil 3.15. Engelsiz Otobüs Sisteminin Yazılım Akış Şeması .....	34
Şekil 3.16. Akıllı Engelli Takip Programı .....	35
Şekil 3.17. Akıllı Engelli Takip Programının Engelsiz Durak Kısmı .....	36
Şekil 3.18. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Durak Kısmı Kod Akış Şeması..	37
Şekil 3.19. Akıllı Engelli Takip Programının Engelsiz Otobüs Kısmı.....	38
Şekil 3.20. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Otobüs Kısmı Kod Akış Şeması	39
Şekil 3.21. Sistemin ThingSpeak Üzerinden Çalışması .....	40
Şekil 4.1. EGO 383 No'lu Otobüs Hattı ve 30238 No'lu Durak.....	42

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Akıllı Şehir Kavramının Literatürdeki Yeri .....	4
<b>Çizelge 3.1.</b> Raspberry Pi 4 Model B Teknik Özellikleri .....	19
<b>Çizelge 3.2.</b> Engelsiz Durak Sisteminin Sözde Kodu .....	30
<b>Çizelge 3.3.</b> Engelsiz Otobüs Sisteminin Sözde Kodu .....	34
<b>Çizelge 3.4.</b> Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Durak Kısmı Sözde Kodu .....	37
<b>Çizelge 3.5.</b> Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Otobüs Kısmı Sözde Kodu .....	39
<b>Çizelge 4.1.</b> NFC Kartlar ve Tanımlanan Örnek Bilgiler .....	43
<b>Çizelge 4.2.</b> Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminin Çalışması .....	44

## 1. GİRİŞ

Büyükşehirlerde yaşayan insan sayısı kırsal kesimdeki yaşam standartlarının olumsuzluğu nedeniyle günden güne artmaktadır. Gerek aynı ülke içinde gerekse de farklı ülkelerde yaşayan insanların olanakları daha iyi olan ülke şehirlerine göç etmesi zaten kalabalık olan şehir nüfusunun daha da çoğalmasına neden olmaktadır. Artan kent nüfusu ile birlikte kamu hizmetlerine talep de artmaktadır (Köseoğlu ve Demirci, 2018). Bu talepler;

- Şehir insanının ihtiyacı olan su, elektrik, doğalgaz sistemlerinin iletim ve dağıtımları ile kanalizasyon sistemleri gibi alt ve üstyapı sistemlerinin koordine edilmesi,
- Şehir içi toplu taşıma ve ulaşım hizmetlerine olan ihtiyaca yönelik gerekli makine teçhizatın sağlanması ile bu makine teçhizat sistemlerinin bakım ve onarımlarının yapılması,
- Şehirde yapılacak olan inşaatlar için imar izin belgelerinin düzenlenmesi ve çevre düzenlemesi yönetmeliğinin yürütülmesi,
- Şehre ait ekonomik uygulamaların düzenli bir şekilde yapılması,
- Kültür merkezleri, camiler, spor salonları, tiyatro salonları gibi sosyal etkinliklerin düzenlenebileceği alanların inşası, bakım, onarım ve temizlik hizmetlerinin yapılması,
- Zabıta, itfaiye, sokak ve cadde temizliği ile çöplerin toplanmasına yönelik hizmetlerin yürütülmesi,
- Şehirde eğitim gören öğrencilere yönelik kütüphane ve yurt binalarının yapılması ile hem sivil halkın hem de öğrencilerin ihtiyaç duyabileceği maddi desteğin sağlanması

şeklinde sıralanabilir.

Şehirde sorunsuz bir yerel yönetim anlayışının benimsenebilmesi ve yerel yöneticilerin kent halkının taleplerine zamanında çözümler üretebilmesi için şehirdeki iletişim sistemlerinin hem hızlı hem de güvenilir olmasına gerek duyulur. Burada halkla iletişimi sağlayan personelin de görevini ne derece doğru yaptığı önemli hususlardandır. Bahsi geçen taleplere olan ihtiyacın karşılanma süresi kent nüfusunun yoğunluğuyla doğru orantılı olacak şekilde artmaktadır.

Sanayi devriminden bu yana artan makineleşme kentin ihtiyacı olan sistemlere de çözümler üretmiştir. Bu kapsamda çevre temizlik makineleri, alt ve üstyapı çalışmalarında kullanılan asfalt makineleri, mikserler, kamyon ve kepçe gibi ağır iş makineleri, çöp toplama araçları, ilaçlama makineleri; ulaşım ihtiyacının karşılanmasına yönelik hafif raylı sistemler, teleferikler, otobüsler gibi çok çeşitli makine teçhizatlar üretilmiştir. Üretilen makine teçhizat sistemleri ile yerel yönetim kent halkının ihtiyacına en kısa sürede cevap oluşturmak istesede günümüzde bu istek nüfus yoğunluğu nedeniyle olumsuz anlamda etkilenmektedir.

Yerel yönetim sorumlularının şehir yönetimindeki performansı günümüzde sadece şehrin sahip olduğu makine teçhizat kaynaklarıyla değil, aynı zamanda bilgi iletişiminin ve sosyal altyapının (insan ve sosyal sermaye) mevcudiyetine ve kalitesine de bağlıdır. Yerel yönetimlerin sosyal altyapı ve bilgi iletişim teknolojilerine yaptığı yatırım kentsel rekabeti de ortaya çıkarmakta ve yapılan yatırımların büyüklüğü bu rekabette belirleyici rol oynamaktadır. Gerek kent halkının ihtiyaçlarına kısa sürede cevap verebilmek gerekse de kent yönetimleri arasında rekabetçi bir yönetim anlayışı oluşturmak amacıyla "akıllı şehir" kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı Şehir kent halkının taleplerine karşı kent yönetiminin Bilgi ve İletişim Teknolojilerini (ICTs) kullandığı stratejik bir araç olarak son 30 yıldır çerçevesini genişletmektedir (Caragliu, 2011).

Nesnelerin İnterneti kavramının ortaya atılmasından sonra "Akıllı" diye nitelendirilen makinelerin sayısında ve teknolojik donatılarındaki ivmelenme her geçen gün artmaktadır. Öyle ki internet ile birlikte birbiriyle iletişimini daha kolay sağlayan makineler kablo karmaşasından kurtularak kendinden çok daha uzakta bulunan başka makineler ile kablosuz olarak haberleşme imkânı bulmuştur. Bu iletişim günümüzde sık kullanılan sosyal medya araçlarına benzetilebilir. Bu benzetimde makineler bireylere, makinelerin iletişim kurduğu internet ağları da sosyal medyaya işaret eder. İnsanlar sosyal medya aracılığı ile görsel veya yazılı bilgileri internet sayesinde birbirlerinden toplayabilir ve değerlendirebilir. Aynı şekilde makineler de ihtiyaç duyduğu bilgiye bir başka makineden veya bilgilerin depolanış olduğu bir bulut sisteminden internet aracılığı ile erişebilir, elde ettiği bilgileri kendi hafızasında derleyerek harekete geçebilir.

Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Teknolojilerin gelişimi sadece makineler arasındaki iletişimi kolaylaştırmamış aynı zamanda bireylerin kendi aralarındaki iletişimi de

hızlandırmıştır. Bu kapsamda yerel yönetimlerin Akıllı Şehir Teknolojilerine olan ilgileri ve yatırımları da günden güne artmaktadır. Çünkü Akıllı Şehir Sistemleri hem kentteki mevcut altyapıya entegre edilen sistemler olması nedeniyle daha düşük maliyetli olmakta hem de sunduğu hızlı iletişim ağıyla kent yönetiminin halkla olan diyalogunu arttırarak talepleri zamanında karşılamasına olanak tanımaktadır. Akıllı teknolojiler ile donatılmış bir şehirde kent halkı yerel yönetimden sorumlu kişiler ve servis sağlayıcıları ile gerek ulaşım konusunda gerekse de kenti ilgilendiren diğer konular hakkında doğru bilgiye zamanında ve hızlı bir şekilde ulaşabilirler (Khansari, 2014).

Büyükşehirlerde yaşayan ve günden güne artan insan sayısı kent yönetiminin sunduğu hizmet ve bu hizmetlere olan ulaşılabilirliği daha koordineli kılmaya zorlamaktadır. Özellikle toplu ulaşım konusunda kent halkının yaşadığı sıkıntılar yönetim performansını olumsuz yönde etkilemekle birlikte insanların trafikte geçirdiği zamanı da arttırmaktadır. Toplu ulaşımdaki yetersizlik ve düzensizlikler sağlıklı bireyler için büyük bir sorun teşkil ederken bireyin fiziksel engelli olduğu durumlar düşünüldüğünde bahsi geçen yetersizlik ve düzensizliklerin engelli ulaşımında büyük sorunlara neden olacağı açıktır. Tez çalışması kapsamında geliştirilen Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması engelli bireylerin ulaşım konusunda yaşadığı aksaklıkları en aza indirmeyi amaçlayan bir sistem olarak uygulamaya konmuştur. Uygulama kent yönetimi tarafından hali hazırda kullanılan ulaşım altyapısına entegre edilebilecek şekilde geliştirilmiş ve engelli bireylerin ulaşım ihtiyacını sosyal hayattan kopmadan gidermesine imkan tanımıştır.

## 2. AKILLI ŞEHİRLER KAPSAMINDA KAYNAK ARAŞTIRMASI

Şehirde yaşayan insanlara sunulan ve hâlihazırda var olan sosyal hizmetler ile elektrik, su, doğalgaz dağıtım hizmetleri, toplu taşıma hizmetleri, çevre temizlik ve düzenleme hizmetleri ve kent yönetimiyle ilgili bürokratik hizmetlerin altyapılarını birbirine bağlamak ve daha ulaşılabilir kılmak adına var olan altyapıya entegre edilen elektronik haberleşme ve sensör ağından oluşan sistemlerin bütünü Akıllı Şehir kavramını ortaya çıkarır. Burada akıllı sistemleri oluşturan elektronik devreler ve bu devrelerle uyumlu şekilde çalışan sensörlerin var olan şehir altyapısına entegre edilmesi Akıllı Şehir için olmazsa olmaz bir niteliklerdir. Akıllı Şehir kavramının literatürdeki yeri oldukça geniş kapsamlı olmakla birlikte en belirgin özellikleri taşıyan tanımlar ve tanımların sahiplerine Çizelge 2.1.'de yer verilmiştir.

**Çizelge 2.1. Akıllı Şehir Kavramının Literatürdeki Yeri**

Açıklama Sahibi ve Yılı	Akıllı Şehir Kavramı
Arrowsmith, 2014	Bilgi, iletişim ve teknoloji sistemlerini kullanarak şehrin en az 3 farklı işlevsel bölgesini birbirine bağlayan ve hâlihazırda pilot uygulamaya sahip olan şehirlerdir.
Bouk and Kim, 2017	Yerel yönetim ve bağlı olduğu kurumların şehir halkına sunduğu hizmetleri daha kolay ve daha ulaşılabilir olması adına çok farklı iletişim sistemlerini kendisine entegre eden şehirlerdir.
Hall and Bowerman, 2000	Şehirde var olan bütün altyapı koşullarını bir araya getiren ve birbirine bağlayan sistemlere sahip şehirlerdir.
Hartley, 2005	Kent halkının zekâsını ve iş görme yetisini arttırmak amacıyla kentin alt ve üstyapı varlıklarını farklı farklı yöntemler kullanarak birbirine bağlayan şehir.
Harmon and Bhide, 2015	İnovasyon ekosistemleri olarak adlandırılacak ve gelişime açık şehir paydaşlarını bir araya getiren şehirler akıllı şehirler olarak nitelendirilebilir.
Harrison and Donnelly, 2011	Karmaşık bilgi sistemlerini kendi kentsel altyapı, bina, ulaşım, su ve elektrik dağıtımını ile kamu hizmetlerini birbirine bağlamak ve bu hizmetlerin tamamını bütünleştirmek için kullanan şehir.
Schaffers and Pallot, 2011	Şehir yatırımlarına, geleneksel ve modern iletişim altyapısına yatırım yapıldığında, şehir yönetiminin akıllıca yönettiği doğal kaynaklar ile sürdürülebilir ekonomik büyümeyi ve yüksek kalitede bir yaşamı besleyen bir şehir "akıllı" olarak adlandırılabilir.
Su and Li, 2011	Kentteki yerel yönetim, eğitim, kamu güvenliği, sağlık, kültür, emlak ve ulaşım gibi hizmetleri akıllı teknolojiler yardımıyla birbirine bağlayan şehirler akıllı şehirlerdir.
Toppeta, 2010	Kentin bürokratik işlemlerini hızlandırmak amacıyla kente yenilikçi çözümler getirmeyi hedefleyen ve bu hedefler doğrultusunda Nesnelerin İnterneti ve bilişim teknolojilerinden faydalanan şehirlerdir.

Çizelge 2.1.'deki Akıllı Şehir tanımlarından yola çıkarak şehrin akıllı olarak nitelendirilebilmesi için vatandaşlarına belli başlı hizmetler sunması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu hizmetler şehirden şehire farklılık gösterebilir fakat bir şehrin Akıllı Şehir olarak nitelendirilebilmesi için muhakkak taşıması gereken bazı parametreler vardır. Bahsi geçen parametreler maddeler halinde incelenirse;

- Kent halkına sağlanan hizmetlerde ulaşılabilirlik en üst seviyede tutulmalı,
  - Şehirde yaşayan kimse dilediği zaman kentle ilgili dilediği veriye kolay yoldan ulaşabilmeli,
  - Geleneksel Şehirleri Akıllı Şehirlere dönüştürürken kullanılacak sistemler muhakkak var olan sisteme entegre sistemler olmalı, altyapı sil baştan değiştirilmemeli,
  - İletişim aracı olarak Nesnelerin İnterneti kullanılmalı
- şeklinde bir liste oluşturulabilir.

Akıllı Şehir Sistemlerinde “akıllılık” kavramı şehre ait çeşitli alanlarda ortaya çıkabilir. Bu alanların gerek tümünün gerekse de birkaçının varlığı kenti Akıllı Şehir olarak nitelendirmek için yeterli olacaktır. Bu ilgi alanı kentten kente farklılık gösterebilir. Örneğin bir akıllı şehir sadece atık yönetim sistemlerini bünyesinde barındırırken bir diğer akıllı şehir ise hem akıllı ulaşım uygulamalarını hem de akıllı şebeke yönetim sistemlerini barındırabilir. Şekil 2.1.'de Akıllı Şehir mimarisinin genel bileşenleri görülmektedir. Bu bileşenlerin tümünden ilerleyen başlıklarda kısaca bahsedilecektir fakat Akıllı Ulaşım Sistemleri bu tezin konusu olduğu için bahsi geçen sistem diğer sistemlere göre daha ayrıntılı şekilde ele alınacaktır.



Şekil 2.1. Akıllı Şehir Mimarisinin Genel Bileşenleri

Akıllı Şehir sistemlerinin altyapısı fiziksel sistemler ile Bilgi ve İletişim Teknolojilerini (ICTs) içerir. Kentteki alt ve üstyapılar, binalar, demiryolları, elektrik-sudoğalgaz hatları ise kentin fiziksel sistem öğeleridir. Fiziksel sistemler tipik olarak akıllı şehirlerin akıllı olmayan birleşenleridir. ICTs altyapısı akıllı şehirlerin diğer tüm bileşenlerini birbirine bağlayan temel akıllı bileşendir ve esasen akıllı şehirlerin sinir sistemi görevini görür (Mohanty and Choppali, 2016). Şehir nüfusunun bir fonksiyonu olarak ihtiyaç duyulan şehir tesisi sayısı şu şekilde hesaplanabilir;

$$N_f = N_p \left( \frac{R_p}{D \cdot N_c \cdot H} \right)$$

Burada  $N_f$  tesis sayısı,  $N_p$  şehir nüfusu,  $R_p$  yıllık nüfus artış oranı,  $D$  yıldaki gün sayısı,  $N_c$  saat başına şehir sistemlerinden faydalanan kişi sayısı ve  $H$  gündeki saat sayısıdır (Mohanty and Choppali, 2016). Formülden de görüleceği üzere şehir nüfusu arttıkça kent halkının ihtiyaç duyduğu tesis sayısı artacak ve sonuç olarak da bu tesislere erişim ihtiyaçları da artacaktır. Tüm bu koordineli artış şehrin daha yönetilebilir ve kent halkının yerel yönetime daha ulaşılabilir olma arzusunu artıracaktır. Bu arzu Akıllı Şehir Sistemleri kullanılarak daha teknolojik ve daha akılcı şekilde giderilebilir.

Calderoni ve ekibinin Şehir Çekirdeği adını verdiği bir sistemde şehirde kullanılan aydınlatma sistemlerinden, toplanma alanlarındaki yoğunluğa, trafik sıklığından toplu alanlarda bulunan bireylerin güvenliğine kadar birçok bilgi sensörler aracılığı ile toplanmış ve elde edilen bu bilgiler Nesnelerin İnterneti yardımıyla bir bulut sistemine aktarılmıştır. Daha sonra bulut sistemindeki veri işlenerek daha yönetilebilir ve daha güvenli bir şehir yapısına ulaşılmak istenmiştir (Calderoni and Maio, 2014).

Dünya ülkelerinin büyük şehirlerinde yaşayan bireylerin hemen hemen hepsi nüfus yoğunluğunun hızlı artışı nedeniyle yaşadıkları kentlerin yeniden inşa edilmesini, daha yaşanabilir, ucuz ve daha ulaşılabilir bir kent anlayışıyla şehirlerinin yönetilmesini ve yerel yöneticilerin kent için yatırımlarını bu doğrultuda gerçekleştirmelerini istemektedir (Harmon and Castro-Leon, 2015). Bu istek karşısında şehri sil baştan inşa etmek, şehrin alt ve üstyapı unsurlarını tamamen değiştirmek hem şehir hem de şehrin bağlı olduğu ülke ekonomisine oldukça büyük külfet anlamına gelmektedir. Kent halkının ihtiyaç duyduğu hizmetlere erişim bu bakımdan incelendiğinde hem şehir ve ülke

ekonomisine daha az maliyet getiren hem de halkın talep ettiği hizmete kısa yoldan erişebilmesini sağlayan Akıllı Şehir Sistemlerine yatırım doğru bir karar olacaktır. Akıllı Şehir Sistemleri şehrin var olan alt ve üstyapı sistemlerine entegre edilebilen sistemlerdir. Bu sistemler elektrik-su-doğalgaz dağıtımından çevre düzenlemesine, trafik sıkışıklığından toplu ulaşıma kadar birçok noktada kent halkının sorunlarına çözüm olabilir. Akıllı Şehirler incelendiğinde bu sistemlerinin kent halkına sunabileceği birçok avantaj olmasına rağmen en gözde olan yatırımların trafik sıkışıklığı ve şehir içi toplu taşıma sistemlerine yönelik yatırımlar olduğu görülmektedir.

2. Bölüm’de Akıllı Şehirlerin temel yapısına dair literatür taraması yapılmış, Akıllı Şehir Sistemleri’nin temel bileşenleri 5 grupta toplanmış, bu gruplardan Akıllı Toplum, Akıllı Tarım, Akıllı Sağlık, Akıllı Enerji ve Akıllı Ulaşım sistemlerine dair literatür ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Akıllı Ulaşım Sistemleri bu tezin konusu olduğundan Akıllı Toplum, Akıllı Tarım, Akıllı Sağlık ve Akıllı Enerji başlıklarına nazaran Akıllı Ulaşım konusuna dair çok daha ayrıntılı incelemelere yer verilmiştir.

## **2.1. Akıllı Toplum**

Akıllı Toplum hareketi kent halkının refah düzeyini ve kent yönetimine karşı duyduğu memnuniyeti arttırmayı amaçlar. Bu bağlamda şehirde bulunun ofisler, okullar, iş yerleri, evler, depolar ve fabrika binaları gibi yapıların ihtiyaç duyduğu elektrik-su-doğalgaz hizmetleri ile atık su giderleri elektronik kartlar, sensörler ve bu ikili ile koordineli çalışan bir yazılım programı ile birbirine bağlanır (Silva and Khan, 2018). Bu kapsamda binalarda yaşayan insanların ihtiyaç duyduğu elektrik-doğalgaz enerjisi ve kullandıkları su miktarı ile kullanılan sulardan arda kalan atık suların miktarı incelenerek enerji yönetimi bakımından tasarruf edilmeye çalışılır.

Akıllı Toplum hareketi “yeşil binalar” oluşturularak bu binalarda yaşayan insanların karbon ayak izlerini azaltmaya yönelik bir harekettir (Eichholtz and Kok, 2010). Burada en önemli faktör akıllı binaların veriye dayalı karar verme yetenekleridir. Çünkü sensörlerden elde edilen veriler doğrultusunda alınan kararlar doğrudan enerji yönetimine etki etmekte ve insanların enerji kullanımını optimize etmeyi hedeflemektedir. Örneğin akıllı bir ev konut halkının yaşam standartlarını yükseltmek

için ev gereçlerini, hanenin enerji tüketimini, aydınlatma kontrolünü, hane güvenliğini ve ev halkı için gerekli çok daha fazla ilgiyi kontrol eder (Khan and Silva, 2017).

Modern dünyanın Akıllı Şehirlerinde atık yönetimi kent ve ülke halkı için önemli bir katılım değeridir. Günden güne artan sanayileşme ve sanayileşmenin artması nedeniyle de atık üretimi katlanarak artmaktadır. Akıllı Toplum hareketi kapsamında değerlendirilen Akıllı Atık Yönetimi kent halkı tarafından, şehirde verilen hizmetler ve fabrikalar ile özel ofisler tarafından üretilen atıkları etkin bir şekilde yönetir. Akıllı Atık Yönetimi atıkların toplanması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi hususunda karar verici sistemler olarak önemli rol oynar (Neirotti and Marco, 2014). Yanlış yürütülen atık yönetimi ve atıkların bertaraf işlemleri insan sağlığı ve çevre kirliliği bakımından akıllı şehirlerin sürdürülebilirliği için olumsuz yönde etkili rol oynar (Rathi, 2006). Bu bakımdan değerlendirildiğinde Akıllı Atık Yönetim Sistemleri Akıllı Kentler için vazgeçilmez sistemlerdir.

## 2.2. Akıllı Tarım

Tarım insan yaşamının en temel ihtiyacı olan beslenme için hammadde kaynağı olmasından dolayı önemli bir faktördür. Buna ek olarak önce şehir sonra ülke ekonomisinin büyümesinde ve gelişmesinde hayati öneme sahiptir (Gondchawar and Kawitkar, 2016). Ancak tarımda yanlış sulama şehrin su varlığının azalmasına, nehir-akarsu yataklarının kurumasına ve öngörülmeyen kuraklık senaryolarının oluşmasına neden olur. Bu durumda suyun uygun ve tasarruflu şekilde kullanılması ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (Nandurkar and Thool, 2014). Buna ek olarak yanlış mahsul ekimi de topraktan alınabilecek en yüksek verimi olumsuz yönde etkilemektedir.

Nesnelerin İnterneti sayesinde var olan kablosuz sensör ağlarındaki teknolojik gelişmeler hassas tarım uygulamalarında da kullanılabilir (Devi and Kumari, 2013). Makine görmesi ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak geliştirilecek olan tarımda akıllılık hareketiyle doğru toprağa doğru mahsul ekilmesi ile nitelikli ve verimli gıdaların üretilmesi ve böylece de üretim sırasında ortaya çıkan maliyetin en aza indirilmesi sağlanabilir (Mahajan and Das, 2015). Akıllı Tarım Sistemleri'ne yapılacak doğru yatırımlar ile hem suyun daha verimli kullanılması hem de elde edilecek mahsulün daha verimli olması mümkündür. Daha az maliyetle daha verimli mahsullerin elde edilmesi de

şehir ve ülke ekonomilerinin kalkınması ile yanlış sulama sonucunda ortaya çıkabilecek kuraklık sorununun çözümü anlamına gelmektedir.

### 2.3. Akıllı Sağlık

Nüfusun aşırı hızlı artışı ve sağlık personeli sayısının yetersizliği modern dünyadaki sağlık hizmetlerinin sekteye uğraması sorununu ortaya çıkarır. Bu sorunun neticesinde de geleneksel tıp uygulamaları dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu sağlık hizmetleri taleplerini karşılamada eksik kalır. Geleneksel tıp uygulamaları bu bakımdan değerlendirildiğinde modası geçmiş ve yetersiz kabul edilebilir (Silva and Khan, 2018). Nüfusa oranla sağlık hizmeti veren ekip sayısının yetersiz kalışı yanlış tanı ve reçeteleme riskini arttırmakta, buna ek olarak da 2020 yılında yaşanan COVID-19 salgını gibi dünya genelinde yaşanabilecek bir salgın ve bulaşıcı hastalık durumunda sağlık hizmetlerini yetersiz bırakabilmektedir. Bu sorunlara Akıllı Sağlık Hizmetleri doğru tanı ve reçeteleme konusu ile hasta takip sistemlerini kolaylaştırması bakımından çözüm olabilir.

Geleneksel tıbbi uygulamalara entegre edilebilen tıbbi sensörler, giyilebilir cihazlar, acil servis takip sistemleri ve bu sistemler ile ICTs arasındaki bağlantı Akıllı Sağlık Hizmetleri olarak bilinir. Modern sağlık hizmetleri hasta taleplerini zamanında ve doğru şekilde karşılamak, hizmet kalitesini arttırmak ve daha erişilebilir bir sağlık sistemi oluşturmak için sensör ağları, ICTs bağlantıları, bulut bilişim sistemleri ve akıllı telefonlarla uyumlu giyilebilir teknolojileri kullanır (Demirkan, 2013). Bu kapsamda biyomedikal cihazları Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanı ile izleyen (Catarinucci and Donno, 2015), tıbbi verileri mobil ve bulut destekli olarak bir araya getiren (Demirkan, 2013) ve mobil destekli uygulamalar ile insanlara tıbbi olarak yol gösteren (Solonas and Patsakis, 2014) uygulamalar önerilmiştir.

Akıllı Sağlık Sistemleri hastaların tıbbi verilerini genellikle Nesnelerin İnterneti aracılığı ile bir bulut ortamında toplayarak sağlık personelinin hasta hakkındaki tıbbi verilere kolay yoldan ulaşmasını sağlamakta ve bunun sonucunda da tanı koyma ve reçetelendirme işlemlerini daha kolay hale getirmektedir. Ayrıca merkezi olarak yönetilen elektronik sağlık kayıtları hasta hakkındaki güncel sağlık verilerine gerçek zamanlı olarak ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Bu sayede iyileştirilmiş sağlık hizmetlerini içinde barındıran Akıllı Sağlık Sistemleri kent halkının yaşam kalitesin

arttırmakta, refah seviyesini olabildiğince yükseltmekte ve sağlık hizmetlerine erişimini daha kolay hale getirmektedir.

## 2.4. Akıllı Enerji

İnsan yaşamı için beslenme ve barınma ihtiyacı ne kadar önemliyse enerji ihtiyacı da bir o kadar önemlidir. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından elde edilen enerji hayatın her alanında bir şekilde kullanılmaktadır. Fosil yakıtlardan elde edilen yenilenemez enerji kaynaklarının aksine güneş, rüzgar ve jeotermal kaynaklardan elde edilen enerji kullanılmakla tükenmez. Son on yıllarda uzmanlar farkındalığı arttırmak ve enerji tüketimini en verimli şekilde kullanmak adına farklı farklı enerji kavramlarını ortaya atarak enerji kullanımını bu yönde teşvik etmişlerdir. Bu kavramlardan yeşil enerji kavramı çevreye minimum zararlı etki ile enerji tüketimini amaçlamaktadır (Midilli, Dinçer and Ay, 2006). Sürdürülebilir enerji ise yenilenemez enerji kaynaklarını bir şekilde hem mevcut neslin hem de gelecek nesillerin kullanımı için sunmayı hedefler (Chu and Majumdar, 2012). Bu iki enerji kavramını ve bu kavramların amaçlarını birleştirerek daha kapsamlı bir enerji kullanımını hedefleyen Akıllı Enerji ise bütünsel bir yaklaşımı benimsediği için daha ilgi çekicidir (Lund, 2014). Başka bir söyleyişle akıllı enerji kavramı hem yenilenemez enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre hassasiyetini en üst seviyede gözetir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını daha akılcı ve verimli kullanabilmek adına birçok çalışma yapılmıştır. Kanchev ve ekibi tarafından geliştirilmiş olan foto-voltaik jeneratörler ve bu jeneratörlerin depolama birimlerini içeren bir enerji yönetim sistemi binalara yerleştirilerek yenilenebilir enerjinin bina içi kullanımı hedeflenmiştir (Kanches, Lu and Colas, 2011). Güneş enerjisi ile birlikte rüzgâr enerjisini de kullanan benzer bir mimarinin ev içi kullanımını öngören başka bir çalışma da Han ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (Han, Choi and Lee, 2014). Yenilenebilir enerji kaynaklarının bina içi kullanımına entegrasyonunun yanı sıra enerji yönetimini sağlamak amacıyla önerilen akıllı sistemler de bulunmaktadır. Son ve arkadaşları enerji tüketimini optimize etmek ve cihazların kullandığı enerji düzeyini akıllı bir şekilde kontrol etmek için Ev Enerji Yönetimi (HEM) isimli bir sistem önermiştir (Son, Moon and Kim, 2010).

Nüfus yoğunluğunun etkisiyle ihtiyaç duyulan enerji miktarı günden güne artmaktadır. Şehir bazında kullanılan Akıllı Enerji Yönetim Sistemleri ihtiyaç duyulan enerjinin daha akılcı ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlarken ekonomik anlamda da tasarrufun önünü açmaktadır. Tüm bunlara ek olarak Akıllı Enerji Yönetim Sistemleri şehrin karbon ayak izini düşürmede ve çevrenin daha az kirlenmesinde de oldukça önemli bir rol oynamaktadır.

## 2.5. Akıllı Ulaşım

Raylı sistem teknolojileri, havalı lastikli karayolu araçları ve deniz yolu ulaşımında kullanılan araçlar uzun yıllardır şehir içi taşımacılıkta kullanılmaktadır. Geleneksel taşıma araçları olarak bilinen bu araçlar şehir içindeki ulaşımı oldukça kolay kılmaktadır (Mohanty and Choppali, 2016). Ancak özellikle ülkelerin mega kentlerindeki nüfus yoğunluğunun giderek artması geleneksel ulaşım sistemlerini yetersiz bırakmakta ve nüfus yoğunluğu ile doğru orantılı artan araç sayısı trafik sorununu ortaya çıkarmaktadır. Artan araç yoğunluğu dünya üzerindeki zararlı egzoz emisyon gazlarının artmasına ve sera gazı etkisinin oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca trafik yoğunluğu insanların ulaşımında geçirdiği süreyi de arttırmaktadır (Uzun ve Hakverdi, 2019).

1980'li yılların başlarında trafik yoğunluğuna çözüm arayışları genellikle radyo frekanslarını kullanan uygulamalarla başlamıştır (Maimaris, 2016). Günümüzde ise trafik sıkışıklığına elektronik kartlar ve sensör uygulamaları ile daha akılcı ve akıcı sistemler olan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) ile çözüm aranmaktadır. AUS kentteki trafik yoğunluğuna çözüm arayışı için geliştirilen ve genellikle internet aracılığı ile veri aktarabilen elektronik kart sistemleri, bu kart sistemleri ile uyumlu şekilde çalışabilen sensörleri ve her iki sistem arasında iletişim görevi gören yazılımları içinde barındırır. AUS şehirdeki mevcut trafik ağı yapısı ve altyapıyı değiştirmeden trafik yoğunluğunun önüne geçmek, trafikteki araçların hedeflerine en kısa yoldan ulaşmasını sağlayarak insanların trafikte geçirdiği zamanı azaltmak amacı güden entegre sistemlerdir.

Günümüz Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin birçoğu coğrafi konum işaretçilerini içeren navigasyon sistemleri ile IoT uygulamalarını içinde barındırır. Bu sayede gerek trafik gerekse de ulaşım aracının konumuna göre çeşitli verileri toplar, elde ettiği verileri analiz eder ve araç kullanıcılarına yön gösterir (Arasteh, 2016). AUS sistemleri araçların hızı,

konumu ve trafikteki yoğunluk gibi verileri kendi süzgecinden geçirerek sistemi kullanan kişilere çeşitli faydalar sağlamayı hedefler. Bu faydalar;

- Engelli, yaşlı, hamile ve buna benzer dezavantajı bulunan kişileri toplu ulaşımına dâhil ederek hem toplu taşıma kullanan kimselerin hem de dezavantajlı durumu olanların ulaşım ihtiyacını en kısa sürede gidermek,
- Trafiğe katılan araç sayısını azaltarak olası kaza durumlarında yaralanma ve ölüm riskini en aza indirmek,
- Daha yönetilebilir bir ulaşım sistemi kılmak,
- Ulaşım konusundaki belirsizlikleri ve ani yoğunlukları daha planlı, daha hızlı ve daha ucuz yöntemlerle sonuca ulaştırmak

şeklinde sıralanabilir.

AUS trafik hakkındaki belirli verileri sensörler aracılığı ile toplayarak bu veriler üzerine yorum yapan, trafik akışını iyileştiren ve ulaşım ihtiyacı duyan bütün bireylere avantajlar sunan sistemlerdir. Bu sistemler yol gösterici olabilmek için trafik hakkındaki çeşitli verilere ihtiyaç duyar. Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin ihtiyaç duyduğu veriler;

- Araçların ve yayaların konumu, hızı ve hareketliliği,
- Yol ve hava koşulları gibi çevresel bilgiler,
- Araç türü bilgisi (otobüs, kamyon, tren, otomobil vb.),
- Sürücü davranış bilgileri

şeklinde (Engelbrecht and Booyesen, 2015).

1969 yılında Amerika'da kullanılan Elektronik Rota Kılavuzlama Sistemi, 1973 yılında Japonya'da kullanılan Kapsamlı Otomobil Yönetim Sistemi ve son olarak da 1974 yılında Almanya'da Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi adlarıyla bilinen uygulamalar Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin ilk ve temel örnekleri olarak kabul edilebilir (Tokuyama, 1996). Adı geçen sistemler şehirlerin kalabalık yollarındaki trafik akışı hakkındaki bilgiyi bir radyo yayını üzerinden araç sürücülerine vermek üzerine kurulmuş sistemlerdir. Günümüzde internet bağlantısını, Küresel Konumlama Sistemleri'ni (GPS) ve bulut verileri iletişim aracı olarak kullanan Akıllı Ulaşım Sistemleri ile radyo frekanslarını kullanan ilk sistemler karşılaştırıldığında radyo frekanslarını kullanan sistemlerin ilkel ve basit sistemler olduğu görülmektedir.

Şehirlerdeki aşırı nüfus artışı karşısında gerek trafiğe katılan özel araç sayısı gerekse de ulaşım ihtiyacını şehirdeki toplu taşıma ile gerçekleştirecek olan insanlara hizmet veren otobüs, tren, tramvay ve teleferik gibi araçların sayısı da artmaktadır. Bahsi geçen araçların sayısındaki artış da trafik yoğunluğuna neden olmaktadır. 1900'lü yılların ortalarından itibaren artan trafik sıkışıklığına çözüm arayışları başlamıştır. Günümüzde bu arayışlar elektronik sensörler ve IoT tabanlı sistemler kullanılarak daha akılcı ve yenilikçi sistemler şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Alam ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada trafik yoğunluğu yollara yerleştirilen sensörler ile giderilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda çeşitli sensörler ile araç sayısına bağlı trafik yoğunluğu algılanmış ve sürücüler uyarılarak farklı yollara yönlendirme yapılmıştır (Alam and Fonseca, 2016)

Yapılan diğer bir çalışmada şehirde oluşabilecek acil bir durum karşısında trafik sıkışıklığı yaratan toplu taşıma otobüslerinin güzergâhlarını değiştiren bir sistem önerilmiştir. Sisteme göre kentte herhangi acil durum söz konusu olduğunda toplu taşıma otobüslerinin rotaları acil durum bölgesinden uzakta olacak şekilde değiştirilir. Böylelikle hem ambulans, itfaiye ve polis ekiplerinin acil durum bölgesine ulaşması kolaylaştırılır hem de kentteki toplu taşıma hizmetleri aksatılmamış olur (Khan and Khaddaj, 2016).

Bojan ve ekibinin 2014 yılında yaptığı bir çalışmada şehir içi toplu taşıma sistemleri ele alınmıştır. Çalışmada şehir içinde ulaşım amaçlı kullanılan otobüs, tren, tramvay ve teleferik gibi araçlar GPS, sıcaklık sensörleri ve nem sensörleri ile donatılarak bu sensörlerin internet bağlantısıyla bulut sistemine veri okuma ve yazma işlemlerini yapması sağlanmıştır. Araçlarda ücret toplamak için kullanılan NFC kart sistemlerinin okutulma zamanı ve araç içine yerleştirilen sıcaklık ve nem sensörleri ile araç içi yoğunluk bilgisi ve GPS sistemi ile de aracın konumu hakkında bilgi edinilmiştir. Elde edilen veriler okunarak aracın bulunduğu hattaki yoğunluk tespit edilmiş ve buna göre ek araçlar sefere yönlendirilmiştir (Bojan and Kumar, 2014).

Kooperatif Araç Sıkışıklığı Tespiti isimli bir diğer çalışmada araçlar arasındaki iletişim konu alınmıştır. Buna göre trafiğe katılan araçlara çeşitli sensörler entegre edilerek bu sensörlerin hem birbirleri ile hem de toplu bir şekilde bulut sistemiyle iletişim

kurması sağlanmıştır. Elde edilen veriler bulanık mantık diyagramlarından geçirilerek trafik yoğunluğu hakkında sürücüye bilgi verilmiştir (Bauza and Gozávez, 2013).

CHIMERA isimli diğer bir uygulamada trafik yoğunluğu algılansa ve trafiğe katılan araçlar farklı yollara yönlendirilse bile trafiğe katılan araç sayısı yeteri kadar fazla olduğunda yönlendirilen yollarda da trafik sıkışıklığı oluşacağı ve bu sıkışıklığın çözülemez bir düğüm oluşturacağı sorunundan bahsedilmiştir. Bu sorunun çözümü ise yollarda oluşabilecek trafik yoğunluğunun, yoğunluk oluşmadan önce gerçek zamanlı olarak tahmin edilmesi sağlanarak henüz trafik sıkışıklığı olmadan araçların farklı yollara yönlendirilmesi şeklindedir (Souza and Yokoyama, 2016).

AUS kapsamında değerlendirilebilecek bir diğer çalışmada ise GPS sinyalleri temel alınmıştır. Araçlara yerleştirilen GPS sistemleri ve sürücünün ulaşmak istediği konum bilgisi bir araya getirilerek sürücünün en kısa yoldan hedefine ulaşması harita bilgisi sürekli ve gerçek zamanlı şekilde güncellenerek sağlanmıştır (Pan and Khan, 2012). Günümüzde çoğu akıllı telefonda bulunan harita uygulamaları sayesinde popülerlik kazanmış bir uygulamadır.

Yapılan diğer bir çalışmada ise hâlihazırda mevcut olan AUS sistemlerine trafik sıkışıklığı verilerini çevrede konumlanan kablosuz internet ağları yardımıyla entegre edilebilecek stratejiler geliştirilmiştir (Katiyar and Kumar, 2011).

Brennand ve ekibi şehir merkezlerindeki trafik yoğunluğunu ağaç dallarına benzer şekilde dağıtmayı öneren bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sisteme göre araçların yerel çevresi hakkındaki trafik yoğunluğu verisi kullanılarak araçların ağaç dallarına benzer şekilde trafikten çıkmaları sağlanmıştır (Brennand and Maia, 2015).

Bir başka çalışmada trafiğin gereksiz zaman kaybına yol açtığı, maddi zararlarla birlikte çevre kirliliğine de neden olduğu belirtilmiştir. Bu soruna çözüm getirmek amacıyla Radyo Frekansları ile Tanımlama (RFID) kartları kullanılmıştır. Düşük maliyetli RFID kartlar trafiğe katılan bütün araçlara entegre edilmiş ve araçların birbirine göre uzaklıkları bu kartlar yardımıyla algılanmıştır. Birkaç on metre algılama mesafesi olan bu kartlarla araçların yerel olarak sayısı belirlenmiş ve trafik yoğunluğu hakkında bilgi edinilerek araçların farklı yollara yönlendirilmesi sağlanmıştır (Al-Sakran, 2015).

Pang ve arkadaşları bulanık mantık diyagramlarını kullanan bir yapay sinir ağı sistemi geliştirmişlerdir. Bu sisteme göre bulanık mantık diyagramları yardımıyla trafik akışının ne yönde olacağı tahmin edilmiş ve araç yönlendirilmesi bu tahmin verisine göre gerçekleştirilmiştir (Pang and Zhao, 2008).

Önerilen başka bir sistemde araç sürücüsünün akıllı telefonu için yazılmış bir uygulamadan bahsedilmiştir. Bu uygulamaya sahip bir araç sürücüsü aracını park etmek istediğinde bu isteğini uygulamaya bildirir. Uygulama içerisindeki yazılım GPS sinyallerini kullanarak daha önce kendi harita verisine işlenmiş olan park alanlarına uzaklıkları belirler. Çeşitli sensörlerle donatılan park alanlarındaki boş yer durumu verisi uygulama tarafından IoT ile alınır. Sürücü elde edilen tüm bilgiler ışığında aracın park edebileceği en yakın park alanına yönlendirilir. Bu sayede park etmek isteyen araç trafikten en kısa sürede çıkar ve trafik yoğunluğu bir nebze de olsa rahatlamış olur (Sherley and Somasundareswari, 2015).

Hsu ve ekibi trafik yoğunluğu nedeniyle oluşan karbondioksit salınımlarını en aza indirmeyi amaçlayan bir Akıllı Ulaşım Sistemi önermişlerdir. Bu sisteme göre makine görmesi algoritmaları kullanılarak araçların trafikte bekleme süreleri, frenleme olayları ve trafik lambasında bekleme süreleri hakkında bilgi edinilmiş ve ekonomik bir sürüş için en kısa yolu tahmin etme girişiminde bulunmuşlardır (Hsu and Yang, 2015).

Elde edilen literatür sonucunda akıllı şehirlerde Akıllı Ulaşım Sistemleri'ne yönelik çalışmaların daha çok trafik sıkışıklığını gidermek amacıyla yapıldığı ve bu sistemlerin hemen hepsinin IoT tabanlı sistemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. IoT sistemleri hakkında bilgilere bu belgenin ilerleyen kısımlarında değinilecektir.

### **2.5.1. Geleneksel ve Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Engelli Bireylerin Yeri**

Şehir merkezlerinde bulunan sosyal alanların, işyerlerinin, kamu binalarının ve yaşanan evlerin birbirine olan uzaklığı kent halkının ulaşım ihtiyacını ortaya çıkarır. Bu ulaşım ihtiyacı bireyin kendi imkânlarıyla ya da yerel yönetimin sunduğu toplu taşıma araçlarıyla giderilebilir. Ulaşım ihtiyacını gidermek amacıyla kullanılan otobüs, metro, tramvay, teleferik gibi araçların sayıca ya da seferce azlığı insanlar açısından olumsuzlukla sonuçlanır. Bir kimsenin ulaşım aracı beklerken geçirdiği sürenin fazlalığı,

kişide sinir, stres gibi olumsuz duygulara neden olurken gereksiz zaman kaybına da neden olmaktadır. Zaman, insanlar açısından en kıymetli değerlerdendir (Hakverdi ve Uzun, 2019). Şehir içi ulaşım imkânlarının yetersizliği ve düzensizliği şehir halkı için sineye çekilemeyecek kadar önemli sorunlardan biridir (Akbulut, 2016).

Kent halkının şehir içindeki günlük işlerini sürdürebilmesi için düzenli bir ulaşım ağına ve sistemine ihtiyaç duyulur. Bu ulaşım sisteminin üstlendiği yolcu veya mal taşımacılığı ise genel olarak kent içi ulaşımı nitelendirir. Ancak kent nüfusunun, ticari yoğunluğun ve şehirdeki araç sayısının sürekli artışı ulaşım sistemlerinde yetersizliğe ve sonuç olarak da ulaşım problemlerine neden olmaktadır (Sandal ve Tıraş, 2013). Bu yetersizlik ve problemlere ek olarak ulaşım sağlamak isteyen bireyin fiziksel bir engeli olması durumunda ulaşımın bu birey için ne denli zor olacağı açıktır. Şehir içinde ulaşım amaçlı kullanılan araçlar teknik donatılar bakımından incelendiğinde bu araçların birçoğunda engelli bireyler için ayrılan bölümler bulunsa da bu bölümlerin olmadığı araçlar da yok değildir. Türkiye’deki engelli bireylerin nüfusa oranının %12,29 olduğu (Tozlu ve Mercan, 2012) düşünüldüğünde ulaşım koordinasyonunun düzenlenmesi sırasında engelli bireylerin özel durumlarının görmezden gelinmesi mümkün değildir. “Engelli Seyahati: Kolay Değil Ancak Gerçekleştirilebilir” isimli bir çalışmada engelli kimselerin ulaşımında yaşadığı sıkıntılar, bu sıkıntıların neden olduğu duygu ve düşünceler irdelenmiş ve yaşanan zorluklar gün yüzüne çıkarılmıştır. Bu zorlukların başında ise engelli bireyin sosyal hayattan uzak kalması yer almaktadır. (Blichfeldt, 2011).

Ülkemizde engelli bireylerin ulaşım ihtiyacına yönelik hizmetlerin ilk örneklerine İzmir’de rastlanmaktadır. İzmir yerel yönetimi ilk olarak engelli bireylerden alınan ulaşım hizmeti ücretini kaldırmış ve toplu ulaşımı engelli bireyler için ücretsiz hale getirmiştir. Daha sonra tamamen engelli bireylere hizmet edecek olan toplu taşıma araçları sefere konmuştur. Bu araçlar randevu sistemli çalışarak sadece engelli bireylerin ulaşım ihtiyacının giderilmesinde kullanılmıştır. İzmir’de yaşayan engelli birey ulaşım ihtiyacı olduğunu ulaşım koordinasyon merkezine daha önceden telefonla bildirerek kendine özgü ulaşım aracına ve araçta engelli bireye refakat edecek görevli hizmetine erişebilmektedir (Fırat, 2008). Buna benzer uygulamalar günümüzde kullanılsa da bu tür uygulamalar engelli bireyi sosyal hayattan koparmaktadır. Engelsiz bir yaşam adına engelli ve sağlıklı bireyler arasındaki sosyal yaşam doğru bir çevre tasarım bilinci uygulaması ile bir arada ve tam uyum içerisinde mümkündür (Çivici ve Gönen, 2015).

2015 yılında akır tarafından yapılan bir çalışmada Malatya'daki ulaşım koordinasyonunun yapılmasında engelli bireylerin de göz önünde bulundurulduğu belirtilmiştir. Çalışmaya göre Malatya'da engelli bireyler için gerekli donatıya sahip ulaşım araçlarının çoğunlukta olduğu fakat bu donatılara sahip olmayan araçlarında bulunduğuna değinilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada donatıya sahip araçların duraklara geç geldiğinden ve engelli bireylerin duraklarda oldukça uzun süreler bekleyebildiğinden de bahsedilmiştir (akır, 2015).

Diğer bir çalışmada ise IoT uygulamalarına dayanan ve akıllı telefonlar için geliştirilebilecek bir uygulamadan bahsedilmiştir. Uygulamaya göre engelli birey akıllı cihazını kullanarak ulaşım planlaması yapmakta ve uygulama üzerinden engelliler için gerekli sistemlerle donatılmış ulaşım araçlarının hareket saatlerine, araçların mevcut konumlarına ve araçların geçeceği durakların bilgisine ulaşılabilmektedir. Engelli kimse uygulamadan eriştiği bilgiler ışığında ulaşım planlamasını gerçekleştirebilmektedir (Uzun ve Serdar, 2018).

Engelli bireylerin ulaşım sorunlarını gidermek amacıyla dünya çapında da engelli taşıma sistemleri önerilmiş ve bu sistemlerden bazıları uygulamaya geçirilmiştir. Engelli ulaşım sistemlerinin büyük çoğunluğu bireylerin ulaşım planlamasını yapabileceği internet sitelerinden oluşmaktadır. İnternet siteleri genel olarak taşıma araçlarının duraklardan geçeceği saati, hattaki konumlarını ve engelli bireye yönelik donatı durumu bilgisine yer vermektedir. Almanya, İtalya ve İsve'te geliştirilen uygulamalarda engelli bireylerin ulaşıma erişebilirliğini arttırmak adına bahsi geçen internet siteleri kullanılmaktadır. Finlandiya'da ise engelli ulaşımında kullanılmak üzere tarife ve güzergah bilgisi sunan, buna ek olarak da evden eve taşımacılık imkanı sağlayan internet tabanlı ulaşım planlama sistemleri bulunmaktadır (Akbulut, 2016).

Uzun ve ekibinin 2019 yılında önerdiği bir çalışma ise Şehir içinde ulaşım sağlamak için kullanılan duraklara makine görmesi uygulamalarını kullanabilen kameraların entegre edilmesi önerilmiştir. Bu sisteme göre engelli birey durağa geldiği zaman kameralar engelli bireyin geldiğini ve bireyin ne tür bir engele sahip olduğunu algılayarak ulaşımdan sorumlu birime bilgi vermekte ve birim engelliye yönelik donatılara sahip aracı sefere çıkarmaktadır (Uzun ve Hakverdi, 2019).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında engelli bireylerin şehir içi ulaşım ihtiyacını karşılarken yaşadıkları sorunların giderilmesine yönelik düşük maliyetli, şehir içi toplu taşımada hâlihazırda kullanılan sisteme entegre edilebilecek bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama ile engelli bireylerin ulaşım ihtiyaçlarını karşılarken duraklarda bekledikleri süreyi azaltmak istenmiş ve engelli kimselerin ulaşım sağlarken umdukları desteğin karşılanması amaçlanmıştır.

#### 3.1. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan Materyaller

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sistemi uygulamasında Raspberry Pi 4 geliştirme kartıyla uyumlu çalışan Yakın Alan İletişim (NFC) kart sistemi ve Visual Studio programı yardımıyla Windows işletim sistemlerinde çalışabilen bir yazılım geliştirilmiştir. Birbirinden bağımsız şekilde çalışan bu altyapıların haberleşme düzeneği ise IoT uygulamaları yardımıyla ThingSpeak bulut veri tabanı üzerinden yapılmıştır.

##### 3.1.1. Raspberry Pi 4 Model B

Raspberry Pi maliyeti düşük, küçük boyutlu ve taşınabilir bir mini bilgisayardır. İçerisine Linux işletim sistemi tabanını kullanan Raspbian işletim sistemi kurulduğunda x86 kişisel bilgisayar sistemlerinden alınan masaüstü performansını sağlar (Raspberry Pi 4 Product Brief, 2020). Kredi kartı büyüklüğündeki Raspberry Pi geliştirme kartlarının birçok modeli bulunmaktadır. Bu çalışmada üretilen son modellerden olan Raspberry Pi 4 Model B sürümü kullanılmıştır. Bahsi geçen modelin diğer modellere göre en belirgin üstünlüğü ise üzerinde bluetooth ile çift bantlı kablosuz bağlantı alanı (wi-fi) bağlantısı sağlayan bileşenleri bulundurmasıdır.

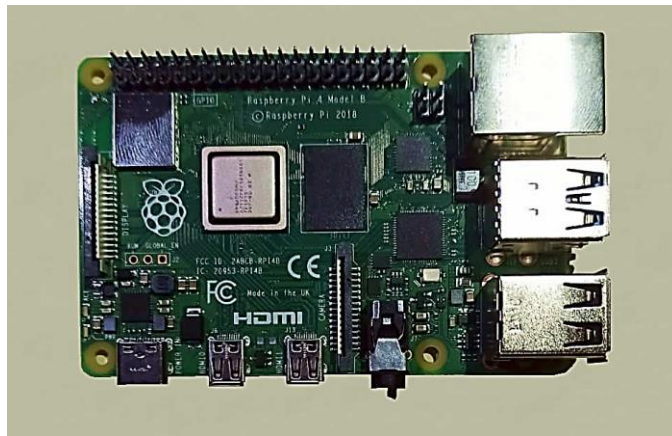
Raspberry Pi geliştirme kartları işlemci, rastgele erişimli bellek (RAM) gibi temelde bir bilgisayarın çalışması için gerekli olan bileşenlerin tamamını üzerinde bulundurur. Derli toplu yapısı ve üzerinde bulundurduğu elektronik bileşenler sayesinde akıllı ev sistemlerinde, görüntü işleme uygulamalarında, robotik projelerinde kullanılabilmesi gibi klavye, fare ve monitör donatıları eklenerek günlük işlerin yürütülebileceği mini bir bilgisayar olarak da kullanılabilir.

Raspberry Pi mini bilgisayarı için özel olarak geliştirilmiş Raspbian işletim sistemi programlama yapılabilecek çeşitli yazılımları da bünyesinde bulundurur. Görsel programlama yapmak için Scratch, daha detaylı programlar yaratabilmek içinse Phyton tabanlı programlar bahsi geçen yazılımlara örnek gösterilebilir (Zhao and Loon, 2015). Raspbian işletim sistemi ücretsiz ve açık kaynak olarak kullanılabilmesinden dolayı Raspberry Pi için eşsiz bir işletim sistemi seçeneğidir (Maksimović and Vujović, 2014).

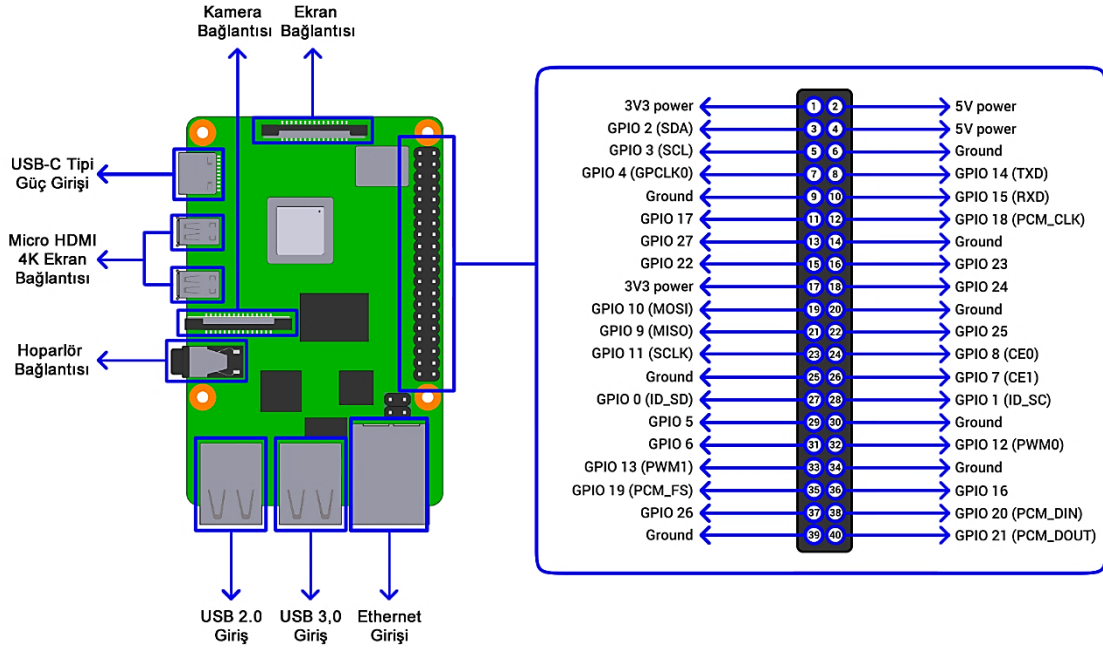
Çizelge 3.1.'de Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartına ait teknik özelliklere, Şekil 3.1.'de Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartına, Şekil 3.2.'de Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartındaki çeşitli pin ve konektör yapılarına ve Şekil 3.3.'te Raspbian İşletim Sistemi ekran görüntüsüne yer verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Raspberry Pi 4 Model B Teknik Özellikleri

<p><b>İşlemci</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Çekirdekli Cortex-A72</li> <li>* Broadcom 2711</li> <li>* 64-bit Destekli @ 1.5 GHz</li> </ul>	<p><b>RAM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 4 Gb</li> <li>* LPDDR4-32000</li> </ul>
<p><b>Bağlantı</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 2.4 GHz / 5.0 GHz - 802.11.b/g/ac Destekli Kablosuz Ağ</li> <li>* BLE Destekli 5.0 Bluetooth</li> <li>* 2 X USB 2.0 Portu</li> <li>* 2 X USB 3.0 Portu</li> </ul>	<p><b>Video ve Ses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 2 X Mikro-HDMI, 4K 60fps Destekli</li> <li>* 1 X MIPI DSI Ekran Portu</li> <li>* 1 X MIPI CSI Kamera Portu</li> <li>* 4 Kutuplu 3.5mm bağlantı üzerinden ses + kompozit video çıkışı</li> </ul>
<p><b>Multimedya</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* H.265 decode (4kp60)</li> <li>* H.264 decode (1080p60)</li> <li>* H.264 encode (1080p30)</li> <li>* OpenGL ES 1.1, 2.0, 3.0 Destekli Grafik İşlemci</li> </ul>	<p><b>Güç</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* USB-C Tipi Adaptör Girişi</li> <li>* 5V/3A</li> <li>* Poe Desteği (Ek Shield İle)</li> </ul>



**Şekil 3.1.** Raspberry Pi Model 4 B



Şekil 3.2. Raspberry Pi 4 Model B Çeşitli Pin ve Konektör Yapıları



Şekil 3.3. Raspbian İşletim Sistemi Ekran Görüntüsü

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında Raspberry Pi Model 4 B mini bilgisayarı ve bu bilgisayarla uyumlu çalışan Raspbian işletim sistemi kullanılmıştır. Sistemde kullanılan bu ikiliye çeşitli donatılar eklenerek şehir içi ulaşımda kullanılan araçlarda ve duraklarda kullanılacak sistemler geliştirilmiştir.

### 3.1.2. Yakın Alan İletişim Kartı (NFC Kart)

NFC kart sistemleri, NFC teknolojisine sahip kartlar ve okuyucuları arasında çift yönlü çalışabilen, bakiye yükleme işlemlerine ve temassız ödeme işlemlerine olanak tanıyan kablosuz teknolojiler bütünüdür (Narol, 2014).

NFC kart sistemleri toplu ulaşımdan kredi kartlarına hatta Türkiye’de kullanılmaya başlanan yeni tip kimlik kartlarına kadar birçok alanda gerek ücret toplamak, gerek çeşitli alanlara turnikeler yardımıyla giriş/çıkış yapmak, gerek bankacılık işlemlerinde gerekse de bunlardan çok daha farklı amaçlarla kullanılabilen, temassız işlemleri radyo dalgaları yardımıyla mümkün kılan kartlardır. NFC kartlar;

- Ücret toplamak amacıyla toplu taşımada,
- Mobil ödeme sistemlerinde,
- Konum belirleme servislerinde,
- Çeşitli oyunlarda,
- Erişim güvenliği adına iki cihaz arasındaki kablosuz bağlantıda,
- Erişim kontrolünde,
- İki cihaz arasında bilgi paylaşımında

kullanılabilir (Alliance, 2011).

Akıllı sistemlerde NFC kartların kullanımı 2006 yılına dayanmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak akıllı posterler geliştirilmiştir. Sistemde elektronik bir ekrana farklı kodlara sahip NFC kartlar ile posterler yüklenmiş ve baskı imalatına ek olarak posterleri değiştirme giderlerinden tasarruf edilmiştir (Güngör, 2017).

NFC kart sistemleri kendileri için özel olarak geliştirilen ve radyo dalgaları yayan RFID okuyucular ile kullanılır. NFC kart RFID okuyucunun radyo frekansı alanına girdiğinde kendine ait etiket numarasını okuyucuya bildirir. Okuyucudan çeşitli yöntemlerle alınan kart numarası geliştirilen sistemlerde kullanılır ve genellikle bahsi geçen kartlar kişiye özel olarak tanımlanabilir. 13.56 Megahertz (MHz) frekansında etkileşime girebilen NFC kartlar engelli bireyler için kişiye özel olarak tasarlanıp Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında kullanılmıştır. Şekil 3.4.’te

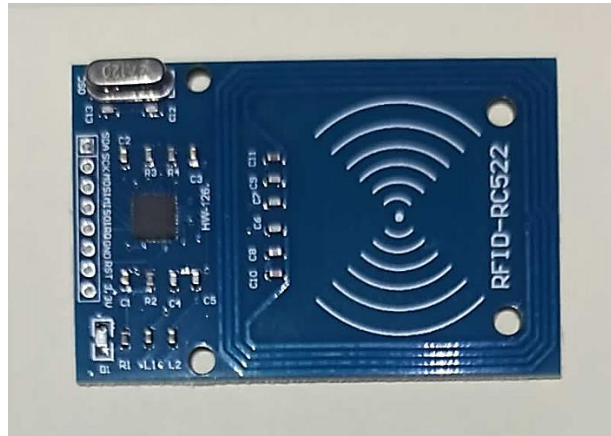
uygulamada kişiye özel olarak tanımlanan kartlardan bir örnek görülmektedir. Kart üzerinde kullanıcı ismi ve NFC kartın etiket numarası yer almaktadır.



Şekil 3.4. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan NFC Kart

### 3.1.3. RC-522 RFID Kart Okuyucu

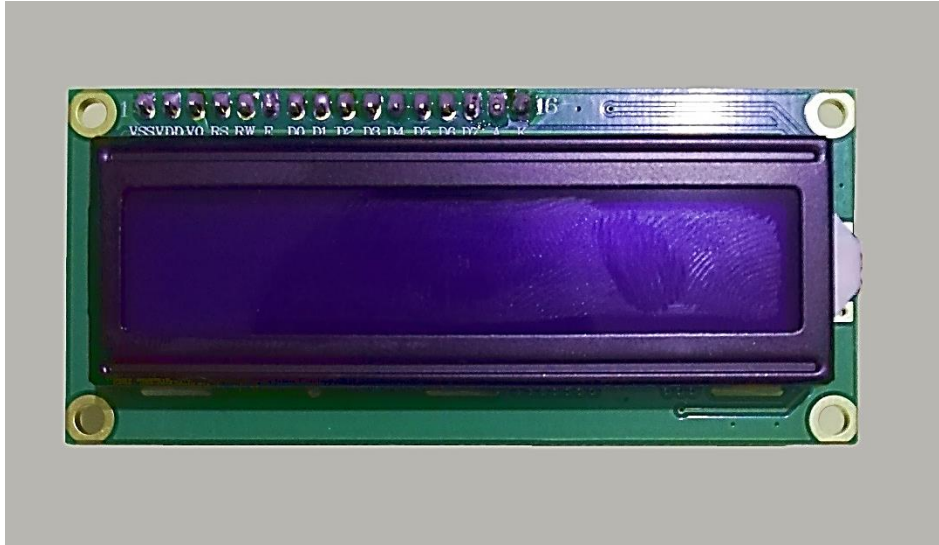
RC-522 RFID kart okuyucu yakın alan etkileşimli kartların etiketlerini okumak/yazmak için 13.56 Megahertz (MHz) frekansında çalışan entegre bir devreden ibarettir (Tan and Wu, 2018). Çoğu mikrodenetleyici platformla uyumlu çalışabildiği gibi Raspberry Pi geliştirme kartlarının farklı modelleri ile de sorunsuz bir şekilde çalışabilmektedir. Düşük güç tüketimi ve küçük boyut avantajına sahip RC-522 RFID kart okuyucu tasarlanan akıllı ulaşım sisteminde NFC kartların okunmasında kullanılmıştır. Şekil 3.5.'te RC-522 RFID kart okuyucu entegre devresi görülmektedir.



Şekil 3.5. RC-522 RFID Kart Okuyucu Entegre Devresi

### 3.1.4. LCD Ekran

Sıvı Kristalli Ekranlar (LCD) dijital bir sistemin ya da bir mikrodenetleyicilerin görüntü veya karakterleri kullanıcıya bildirmesi amacıyla tasarlanmış devrelerdir (Githa and Swastawan, 2014). LCD sıvı kristalleri dönüştürerek piksel bazlı görüntüler oluşturur. Görüntü oluşturabileceği alan bakımından çok çeşitli LCD ekranlar bulunmakla birlikte en yaygın kullanılanlardan birisi de 2 satır ve 16 sütun üzerinde görüntü oluşturabilen LCD ekranlardır. Bahsi geçen LCD ekran Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Uygulamasında hem duraklar için hem de seyahat amaçlı kullanılan araçlar için kurulan sistemler ile engelli bireyin arasındaki etkileşimi sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Şekil 3.6.'da LCD Ekran görülmektedir.



Şekil 3.6. LCD Ekran

### 3.1.5. Numerik Klavye

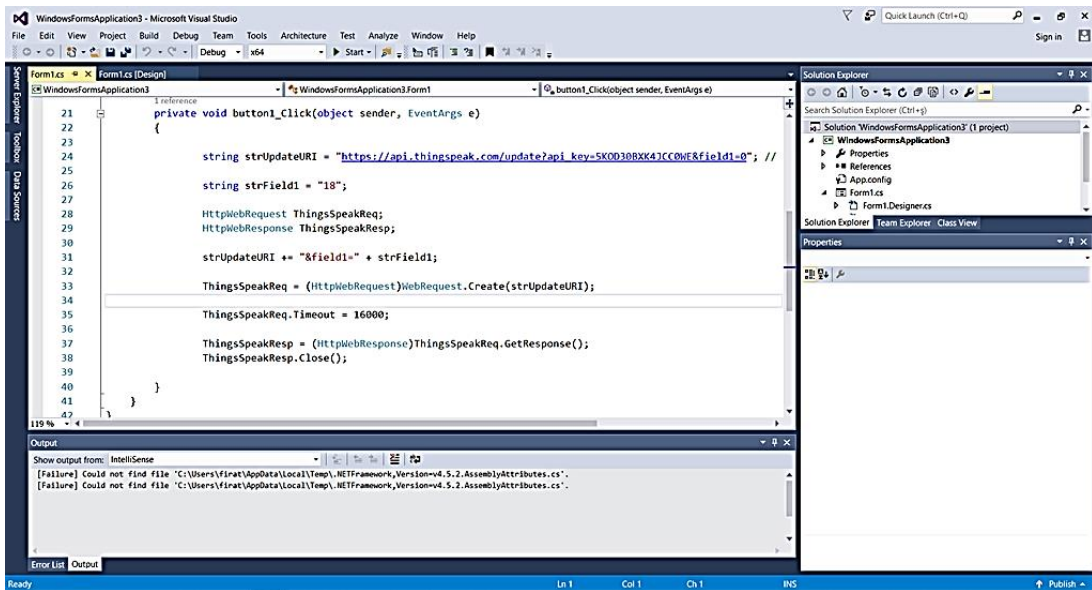
Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında bilgisayar klavyelerine benzeyen ancak üzerinde sadece numaralar, silme ve giriş tuşu bulunan klavyeler kullanılmıştır. Bu klavyeler engelli bireyin ulaşım sağlamak istediği duraktan geçen araçların hat numarasını bulut sistemine gönderebilmesi amacıyla kullanılmıştır. Şekil 3.7.'de Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım sisteminde kullanılan numerik klavyeye ait bir görüntü bulunmaktadır.



Şekil 3.7. Numerik Klavye

### 3.1.6. Microsoft Visual Studio

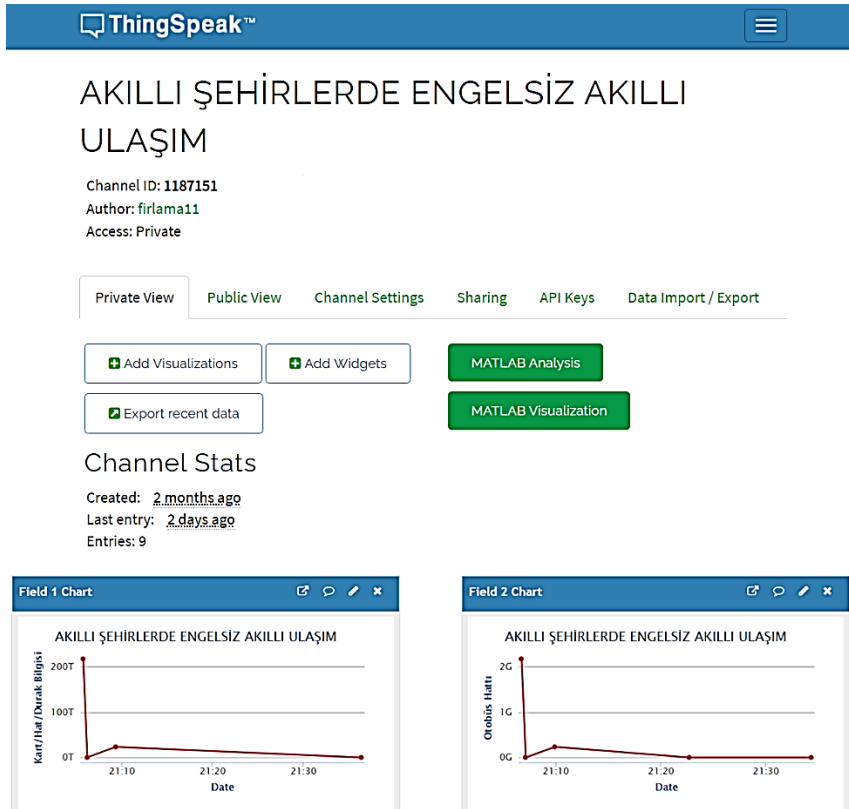
Microsoft Visual Studio programı Windows tabanlı işletim sistemlerinde görsel etkileşimli program arayüzleri oluşturmak için Microsoft firması tarafından geliştirilen bir yazılım programıdır (Wilson and Murzin, 2019). Bu tezde tasarlanan sistemde engelli bireyler kişisel kart bilgilerini, kullanmak istedikleri ulaşım araçlarının hat numaralarını ve buldukları duraklara ait durak numaralarını bir bulut ortamına aktarır. Bu aktarım sonucunda ulaşım koordinesinden sorumlu amirliklerin engelli bireylere ait bilgileri bulut ortamından otomatik olarak çekebilmesi amacıyla Microsoft Visual Studio tabanlı görsel bir bilgi işlem programı hazırlanmıştır. Şekil 3.8.'de Microsoft Visual Studio programına ait bir ekran görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 3.8. Microsoft Visual Studio Programı

### 3.1.7. ThingSpeak Bulut Veri Tabanı

ThingSpeak birçok sensör verisini internet sayfaları üzerinde grafik haline getiren açık kaynak kodlu bir bulut veri tabanı sitesidir. Birçok IoT uygulaması ile uyumlu şekilde çalışabilir (Pasha, 2016). ThingSpeak internet aracılığı ile sensör verilerinden aldığı bilgiyi kendi bulut sistemine kaydeder ve daha sonra gerek kendi platformunda kullanmak gerekse de yine internet aracılığı ile farklı platformlara göndermek amacıyla kendi bulut tabanında saklar. ThingSpeak bulut veri tabanı uzaktan erişimi mümkün kılan birçok akıllı uygulamada kullanılabilir. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı ulaşım uygulamasında bulut veri tabanı olarak kullanılan ThingSpeak duraklar, ulaşım araçları ve araçların hareket amirlikleri için tasarlanan yazılım programı arasında 15 saniyede bir veri alışverişine izin verir. Bu süre açık kaynak lisansına sahip kullanıcılar için tanımlanmıştır ancak tam erişime sahip olan kullanıcılar için veri alışveriş süresi 15 saniyeden daha kısa süreler için gerçekleştirilebilir. Bu tez için geliştirilen uygulamada 15 saniye hayati bir öneme sahip olmadığı için açık kaynak lisansı kullanılmıştır. Şekil 3.9.'da ThingSpeak bulut veri tabanı sitesinden alınan bir ekran görüntüsü bulunmaktadır (ThingSpeak, 2020).



Şekil 3.9. ThingSpeak Bulut Veri Tabanı Ekran Görüntüsü

### 3.2. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminde Kullanılan Yöntem

Akıllı ulaşım sistemleri genellikle akıllı telefonlar için geliştirilmiş mobil uygulamalara ek olarak kısa mesajlar ve internet verileri ile uyumlu bir şekilde çalışabilen çeşitli kamera ve sensör gibi çevreyi algılamaya yarayan elektronik cihazları içerisinde bulunduran ve kullanıcıya ulaşım aracı temin eden sistemler bütününden oluşmaktadır (Bélissent, 2010). Akıllı ulaşım sistemlerinin trafik ve toplu ulaşımın düzenlenmesi başta olmak üzere birçok konuda işlevselliği bulunmaktadır. Bu konu hakkındaki çalışmalar incelendiğinde trafik ve toplu ulaşımın düzenlenmesine yönelik akıllı sistemlere yapılan yatırımların çok daha gözde olduğu görülmektedir.

Şehir yaşantısının sunmuş olduğu gerek ekonomik gerekse de sosyokültürel olanaklar küçük yerleşim birimlerinden daha büyük yerleşim birimlerine göçü artırmaktadır. Artan göç dolayısıyla şehir nüfusu artmakta ve şehir içi ulaşım sıkıntıları kendini göstermektedir. Gerek kent halkının trafikte geçirdiği süre gerekse de ulaşım aracı bulma konusundaki verimsizlik ulaşımın aksamasına neden olmaktadır. Bu kapsamda şehir içi toplu ulaşımdan sorumlu birimlerin ulaşım koordinesini bir düzene sokması gerekmektedir. Kent ulaşımında kullanılan otobüs, metro, tramvay, teleferik gibi araçların sayısı ve donanım teçhizatı da akıcı bir ulaşımın sürdürülebilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Kent içinde özel aracı olmayan ya da özel aracını çeşitli nedenlerle kullanmak istemeyen bireyler ulaşım ihtiyacını karşılamak için yerel yönetimin sunmuş olduğu şehir içi toplu ulaşım araçlarına yönelmektedir. Bu yönelim iş saatlerinin başlangıç ve bitişi gibi haftanın belirli gün ve saatlerinde çok yüksek seviyeye çıkmaktadır. Büyük şehirlerde yaşayan insan sayısı arttıkça ulaşım ihtiyacının karşılanması konusundaki verimlilik araç sayısı ve teçhizata bağlı olarak azalmaktadır. Sonuç olarak insanların ulaşım ihtiyacını karşılamasında geçen süre uzamakta bu durum ise sinir, stres ve zaman kaybı gibi nedenleri açığa çıkarmaktadır. Ulaşım düzensizliğinin ve teçhizatın yetersiz olduğu ulaşım sistemlerinde insanların duraklarda beklediği süre oldukça uzun olabilmektedir. Bu uzun sürenin yanı sıra bireyin fiziksel bir engeli olması durumunda ulaşım sıkıntıları engelli birey için göz ardı edilemez bir sorun olmaktadır. Şehir içinde ulaşım sağlamak isteyen engelli bireyin kendine özel makine teçhizatlara sahip araçları bulamaması, bu tür araçları bulsa bile araçların dolu olması bireyin ulaşımında geçirdiği

süreyi oldukça arttırmaktadır. Tüm bunlara ek olarak araçta görevli personelin de engelli bireye yönelik sorumluluğunu iyi veya kötü niyetle yerine getirmemesi engelli birey için ulaşımı içinden çıkılmaz bir duruma sürüklemektedir. Ayrıca trafik yoğunluğu ve ulaşım ihtiyacının zirveye ulaştığı iş saatlerinin başlangıç ve bitiş zamanlarında ulaşım yetersizliği engelli birey için en üst düzeye çıkmaktadır. Engelli bireylerin ulaşımındaki yeri düşünüldüğünde ulaşımın onlar için ne denli büyük bir sorun teşkil ettiği açıktır. Bu soruna ek olarak beklediği ulaşım ihtiyacını karşılayamayan engelli bireyin sosyal hayata erişememesi ve insanlardan uzak bir yaşam sürmesi toplumsal sınıf farklılıklarını ortadan kaldırma düşüncesini de olumsuz etkileyecektir.

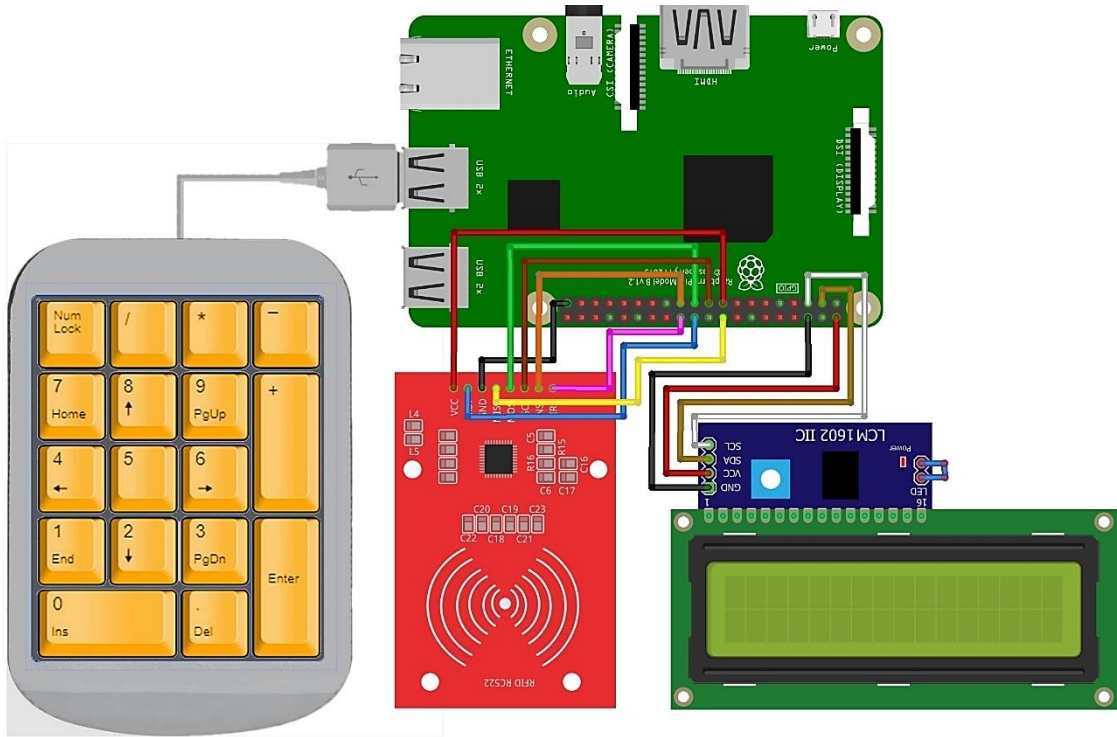
Günümüz teknolojisine sahip makineler geçmişle karşılaştığında makinelerde bir akıllılık hareketinin başladığı söylenebilir. Çeşitli elektronik devreler, sensörler ve yazılım sistemleri makinelerin çevresini algılamasına, algıladığı çevre hakkında yorum yapabilmesine ve hatta yaptığı yorum karşısında kendiliğinden harekete geçmesine olanak tanımıştır. Bu tanıma günümüz “ışıksız” diye tanımlanabilen fabrikalar örnek gösterilebilir. Otomobil için örnek verilecek olursa ışıksız fabrikalarda üretim bandı üzerinde çalışan bir dizi robot kol hammaddeyi giriş verisi olarak aldıktan sonra çeşitli yöntemlerle işleyip çıkışta sıfır model bir otomobili üretebilmektedir. Bu üretim bandında çalışan robotların tamamı gerek kablo bağlantıları gerekse de IoT servislerini kullanarak birbirlerinden haberdar olmakta, aynı geleneksel fabrikalarda olduğu gibi her bir işçinin sırayla yaptığı işi robot kollar yürütmektedir. Bu akıllı makinelerin üretim açısından değerlendirildiğinde sıfıra yakın bir hata ile çalıştığı gözlemlenebilir. İnsan eliyle üretilen bir parçanın robotlar ile üretilmesi sonucunda parçada hataya rastlantı oranı sıfıra yakındır. Bu sayede birbirinin “birebir” aynısı otomobiller veya otomobillerden farklı makineler üretilmektedir.

Gelişen teknolojinin sağladığı elektronik devre ve sensör entegrelerine ek olarak IoT sistemlerin de ortaya çıkması ulaşım sistemlerinde de akıllılık hareketini ortaya çıkarmıştır. Ulaşım konusunda kendini günden güne daha fazla gösteren akıllı sistemler engelli bireylerin ulaşımı konusunda onlara bekledikleri desteği sağlayabilir. Bu kapsamda engelli bireylerin ulaşım ihtiyacını giderirken yaşadığı sorunları ortadan kaldırmak ve aynı zamanda da sosyal hayattan kopmak yerine onları sosyal hayata ulaştırabilmek adına Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması tasarlanmıştır. Tasarlanan uygulamada Ankara ilinde kullanılan ulaşım sistemine entegre bir sistem

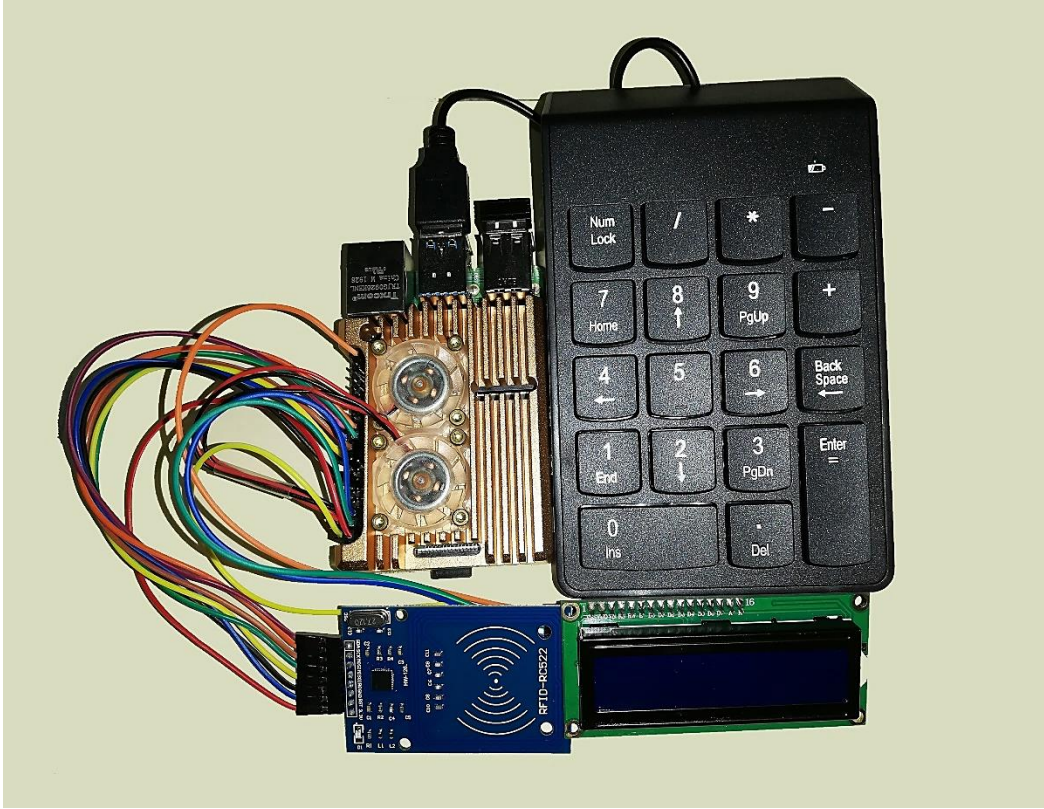
önerilmiştir. Önerilen sistemde duraklar, otobüsler ve otobüslerin hareket amirlikleri için üç farklı ortamda elektronik kart ve IoT haberleşmesine dayalı Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartı, bu geliştirme kartıyla uyumlu çalışabilen ekipmanlar ve Windows işletim sistemini kullanan bilgisayarlar kullanılmıştır. Sistemde her bir ekipman birbirinden bağımsız çalışırken kendi aralarındaki iletişim ortamı ThingSpeak bulut veri ortamı ile sağlanmıştır. Tez de ortaya konulan Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması sadece Ankara şehrine değil akıllı ulaşım altyapısı olan bütün şehirlere uygulanabilecek entegre bir engelsiz akıllı ulaşım uygulamasıdır.

### 3.2.1. Duraklar İçin Geliştirilen “Engelsiz Durak” Altyapısı

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasının alt sistemlerinden biri olan Engelsiz Durak sistemi Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartıyla birlikte uyumlu çalışabilen bir adet Rc-522 RFID kart okuyucu, bir adet I<sup>2</sup>C entegresine sahip 2 X 16 LCD ekran ve bir adet numerik klavye kullanılmıştır. Engelsiz Durak altyapısının devre şemasına ait resim Şekil 3.10.’da, Engelsiz Durak altyapısına ait resim ise Şekil 3.11.’de görülmektedir.



Şekil 3.10. Engelsiz Durak Altyapısının Devre Şeması



Şekil 3.11. Engelsiz Durak Altyapısı

Engelsiz Durak altyapısında kullanılan sistem Raspberry Pi modelleri için özel olarak geliştirilmiş Raspbian işletim sistemi kullanılarak kodlanmıştır. Sistem aşağıdaki sıralamayı takip ederek çalışmaktadır

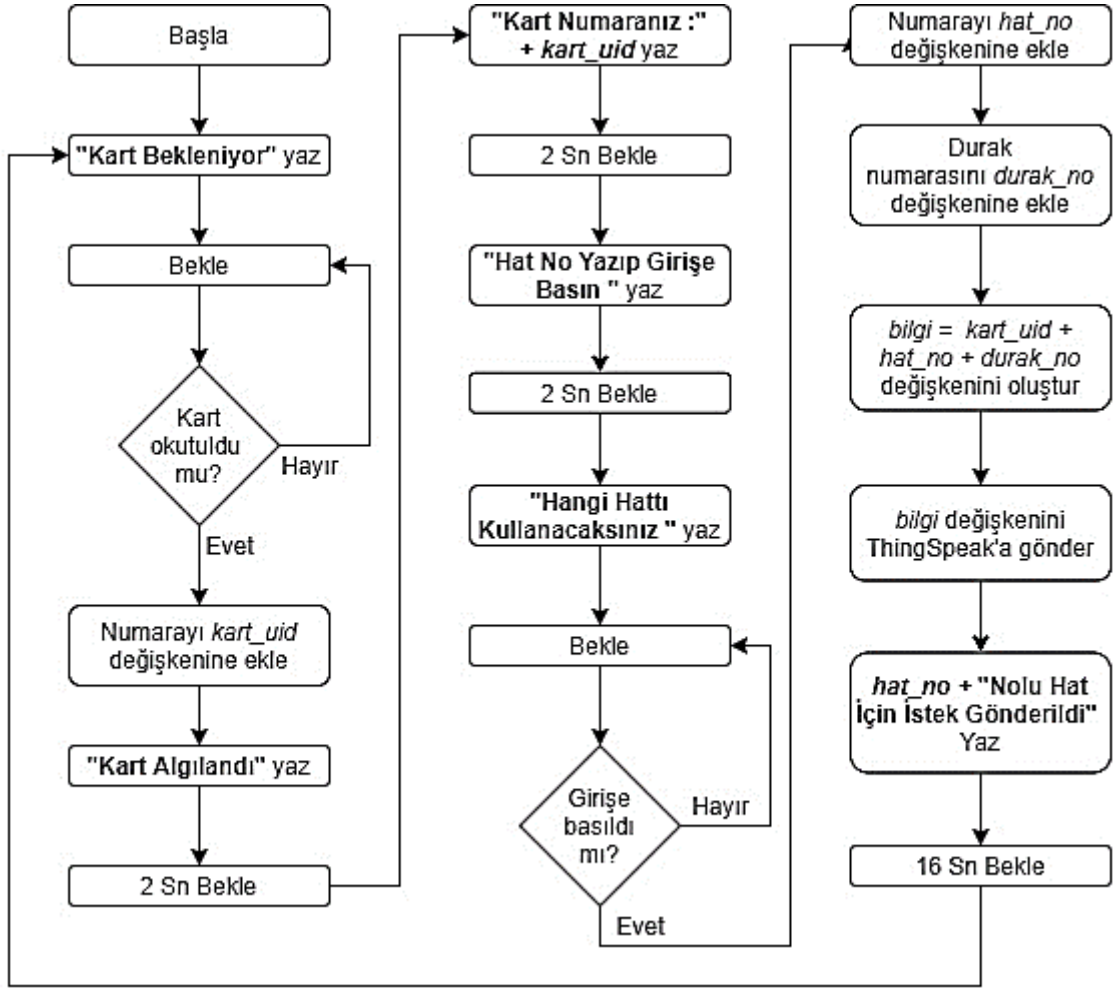
- Engelsiz Durak sistemi ekranda “kart bekleniyor” yazısı ile birlikte engelli kimsenin kendine özel NFC kartını duraktaki sisteme okutmasını bekler.
- NFC kart sisteme okutulunca ekranda “kart algılandı” yazısı belirir.
- Ardından engelli bireye ait NFC kartın numarası ekranda belirir.
- Sistem ekranında duraktan geçen hangi otobüs hattının kullanılacağını soran bir mesajı engelli bireye yöneltilir.
- Engelli birey sistemdeki numerik klavye yardımıyla kullanacağı hattı belirler ve giriş tuşuna basar.
- Sistem engelli bireyin kullanmak istediği otobüs hattı numarasıyla birlikte istek gönderildi şeklindeki mesajı LCD ekranda gösterir.
- Son olarak elde edilen kart numarası bilgisi (örneğin: 258258), kullanılmak istenen otobüs hattı bilgisi (örneğin: 383) ve durak numarası bilgisi (örneğin: 30238) peş peşe eklenerek (258258338330238) ThingSpeak bulut veri tabanına internet üzerinden gönderilir.

Engelsiz Durak sisteminin internet bağlantısı ihtiyacı Raspberry Pi kartının kendi üzerindeki ethernet kablosu veya wi-fi bağlantısı üzerinden sağlanmaktadır. İnternet bağlantısı için ek bir elektronik kart yapısı sistemin karmaşasını artırmamak ve maliyeti azaltmak için kullanılmamıştır. Buna ek olarak ThingSpeak bulut veri tabanı 15 saniyede bir veri gönderimine izin verdiği için araç isteklerinin peş peşe yapılması durumunda iki istek arasında 16 saniyelik bekleme süresi eklenmiştir.

Engelsiz Durak altyapısına ait sözde kod Çizelge 3.2.'de ve sözde koda ait akış şeması ise Şekil 3.12.'de görülmektedir.

**Çizelge 3.2.** Engelsiz Durak Sisteminin Sözde Kodu

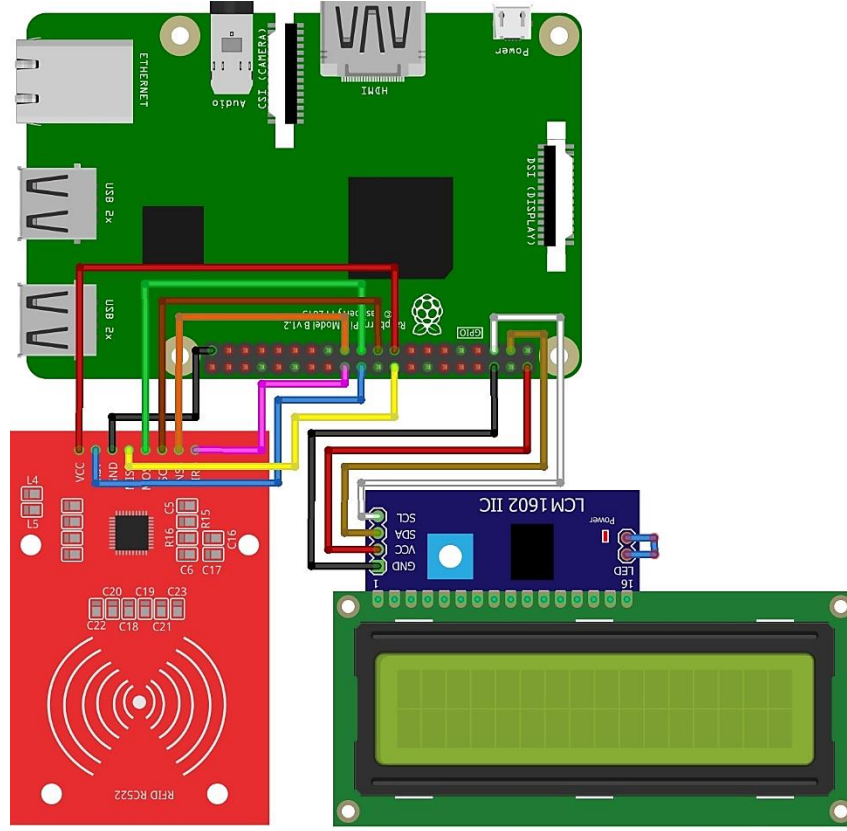
<b>1. Adım</b>	Başla
<b>2. Adım</b>	Ekrana “ <b>Kart Bekleniyor...</b> ” yaz
<b>3. Adım</b>	Eğer → Kart okutulmadıysa bekle → Kart okutulduysa 4. adıma git
<b>4. Adım</b>	Kart numarasını <i>kart_uid</i> değişkenine karakter olarak ata
<b>5. Adım</b>	Ekrana “ <b>Kart Algılandı</b> ” yaz
<b>6. Adım</b>	2 sn. bekle
<b>7. Adım</b>	Ekrana “ <b>Kart Numaranız :</b> ” metniyle birlikte <i>kart_uid</i> değişkenini yaz
<b>8. Adım</b>	2 sn. bekle
<b>9. Adım</b>	Ekrana “ <b>Hat No Yazıp Girişe Basın</b> ” yaz
<b>10. Adım</b>	2 sn. bekle
<b>11. Adım</b>	Ekrana “ <b>Hangi Hattı Kullanacaksınız</b> ” yaz
<b>12. Adım</b>	Eğer → Giriş tuşuna basılmadıysa bekle → Giriş tuşuna basıldıysa 13. adıma git
<b>13. Adım</b>	Girilen hat numarasını <i>hat_no</i> isimli değişkene karakter olarak ata
<b>14. Adım</b>	<i>durak_no</i> isimli değişkene durağa ait numarayı karakter olarak ata
<b>15. Adım</b>	<i>bilgi = kart_uid + hat_no + durak_no</i> değişkenini oluştur
<b>16. Adım</b>	<i>bilgi</i> isimli değişkeni ThingSpeak bulut veri tabanına gönder
<b>17. Adım</b>	Ekrana <i>hat_no</i> değişkeniyle birlikte “ <b>Nolu Hat İçin İstek Gönderildi</b> ” yaz
<b>18. Adım</b>	16 saniye bekle
<b>19. Adım</b>	2. Adıma git



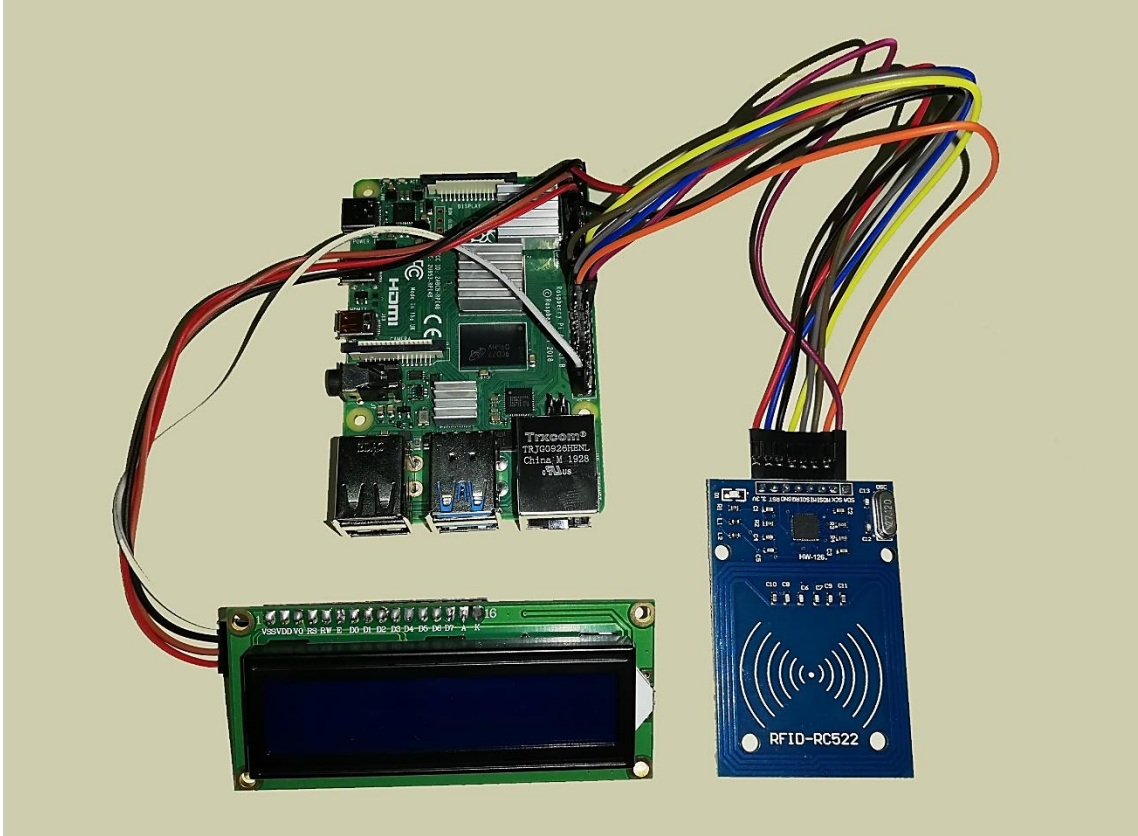
Şekil 3.12. Engelsiz Durak Sisteminin Yazılım Akış Şeması

### 3.2.2. Otobüsler İçin Geliştirilen “Engelsiz Otobüs” Altyapısı

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasının alt sistemlerinden bir diğeri olan Engelsiz Otobüs sistemi de aynı Engelsiz Durak sisteminde olduğu gibi Raspberry Pi 4 Model B geliştirme kartı ile oluşturulmuştur. Bu sistemde de Raspberry Pi ile birlikte uyumlu çalışabilen bir adet Rc-522 RFID kart okuyucu ve bir adet I<sup>2</sup>C entegresine sahip 2 X 16 LCD ekrandan oluşmaktadır. Engelsiz Otobüs sistemi Engelsiz Durak sistemine oldukça benzerdir, devre bakımından aralarındaki tek farklı nokta Engelsiz Otobüs sisteminde numerik klavyeye yer verilmemiştir. Çünkü sistem okunan kart verisi ve buna bağlı gerekli bilgileri kullanıcı tanımlı işlemlere gerek duymadan ThingSpeak bulut veri tabanına gönderebilmektedir. Engelsiz Otobüs altyapısının devre şemasına ait resim Şekil 3.13.’de, Engelsiz Otobüs altyapısına ait resim ise Şekil 3.14.’te görülmektedir.



Şekil 3.13. Engelsiz Otobüs Altyapısının Devre Şeması



Şekil 3.14. Engelsiz Otobüs Altyapısı

Engelsiz Otobüs altyapısında kullanılan sistem de aynı Engelsiz Durak sisteminde olduğu gibi Raspberry Pi modelleri için özel olarak geliştirilmiş Raspbian işletim sistemi kullanılarak kodlanmıştır. Sistem aşağıdaki sıralamayı takip ederek çalışmaktadır

- Engelsiz Otobüs sistemi ekranda “kart bekleniyor” yazısı ile birlikte engelli kimsenin kendine özel NFC kartını otobüsteki sisteme okutmasını bekler.
- NFC kart sisteme okutulunca ekranda “kart algılandı” yazısı belirir.
- Ardından engelli bireye ait NFC kartın numarası ekranda belirir.
- Sistem otobüse binen engelli bireye ekran üzerinden iyi yolculuklar diler.
- Son olarak kart numarası bilgisi (örneğin: 258258) ile otobüs hattı bilgisi (örneğin: 383) peş peşe eklenerek (2582583383) ThingSpeak bulut veri tabanına internet üzerinden gönderilir.

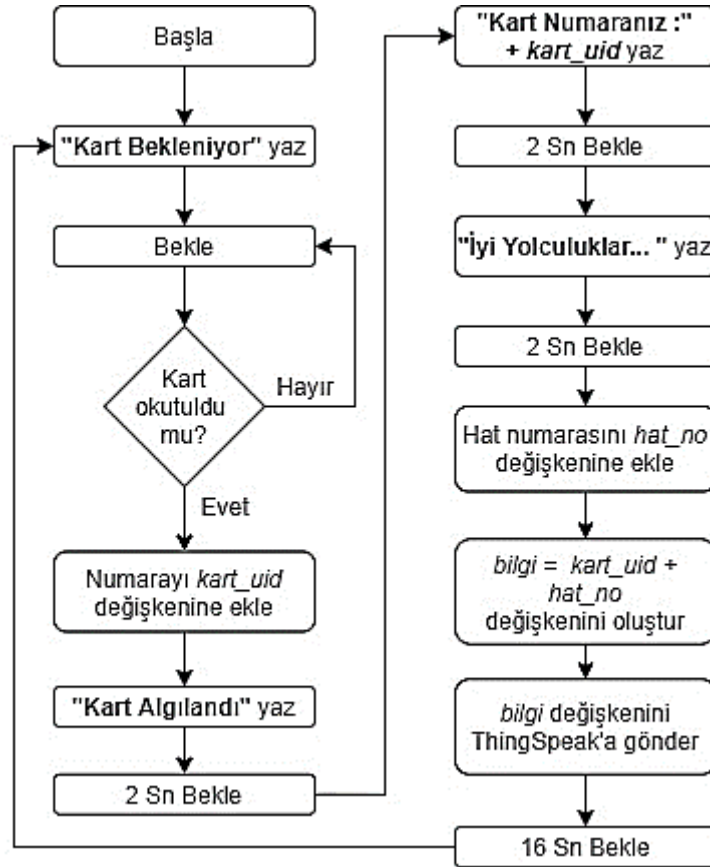
Günümüzde birçok şehirde gerek duraklara eklenen tabelalar yardımıyla gerekse de akıllı telefonlar için geliştirilmiş uygulamalar aracılığıyla ulaşım amaçlı kullanılan otobüslerin konumları, beklenen duraklara geliş süreleri, doluluk oranları gibi parametrelere internet aracılığı ile erişilebilmektedir. Otobüslerin konumlarının öğrenilmesi için mutlaka internet bağlantısına ihtiyaç duyulur. Bu da akıllı ulaşım sistemine sahip şehirlerde kullanılan otobüslerin kendi internet bağlantılarının olduğu anlamına gelir. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasının bir diğer alt sistemi olan Engelsiz Otobüs sisteminin internet bağlantısı ihtiyacı Raspberry Pi kartının kendi üzerindeki ethernet kablosu veya wi-fi bağlantısı üzerinden sağlanmaktadır. Gerekli internet bağlantısı bahsi geçen otobüslerde kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Bu sayede Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması şehir altyapısına entegre edilebilen akıllı bir sistem olarak nitelendirilebilir.

Engelsiz Otobüs altyapısı için otobüslerde hâlihazırda kullanılan internet bağlantısı kullanılacağı için bahsi geçen sisteme ek bir elektronik kart yapısı sistemin karmaşasını artırmamak ve maliyeti azaltmak adına eklenmemiştir. Ayrıca ThingSpeak 15 sn. de bir veri gönderimine izin verdiği için otobüse binen kişilerin isteklerini peş peşe yapması durumunda iki istek arasında 16 saniyelik bekleme süresi eklenmiştir.

Engelsiz Durak altyapısına ait sözde kod Çizelge 3.3.’te ve sözde koda ait akış şeması ise Şekil 3.15.’te görülmektedir.

Çizelge 3.3. Engelsiz Otobüs Sisteminin Sözde Kodu

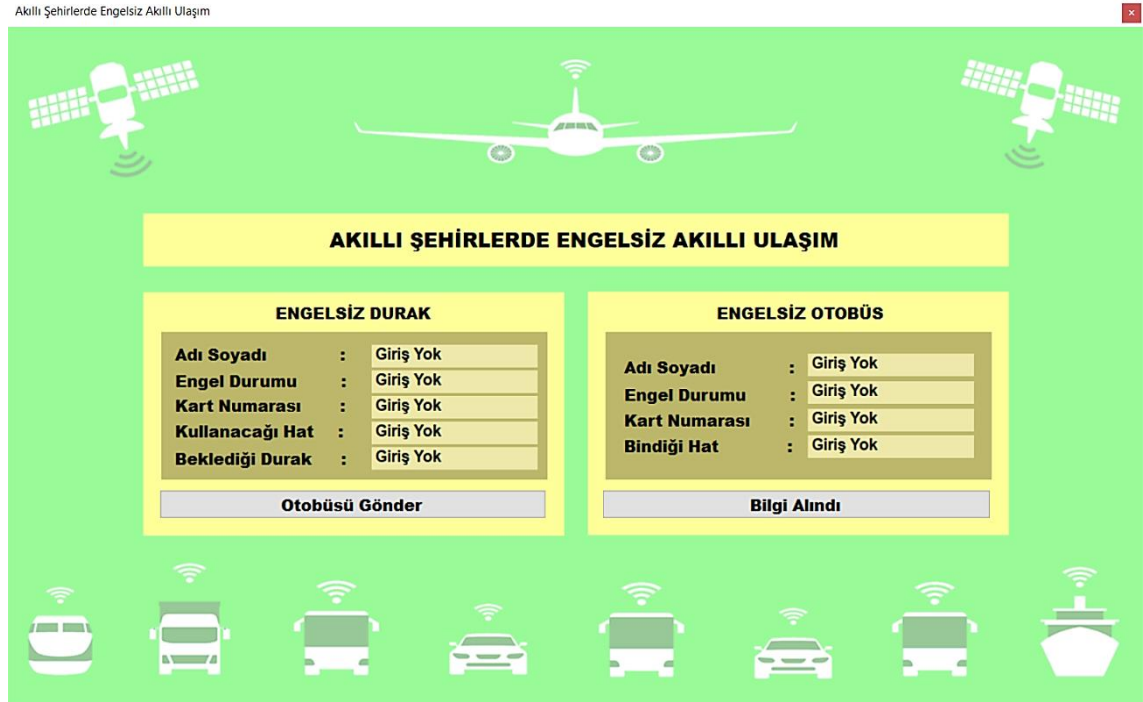
1. Adım	Başla
2. Adım	Ekrana “ <b>Kart Bekleniyor...</b> ” yaz
3. Adım	Eğer → Kart okutulmadıysa bekle → Kart okutulduysa 4. adıma git
4. Adım	Kart numarasını <i>kart_uid</i> değişkenine karakter olarak ata
5. Adım	Ekrana “ <b>Kart Algılandı</b> ” yaz
6. Adım	2 sn. bekle
7. Adım	Ekrana “ <b>Kart Numaranız :</b> ” metniyle birlikte <i>kart_uid</i> değişkenini yaz
8. Adım	2 sn. bekle
9. Adım	Ekrana “ <b>İyi Yolculuklar...</b> ” yaz
10. Adım	2 sn. bekle
11. Adım	<i>hat_no</i> isimli değişkene hatta ait numarayı karakter olarak ata
12. Adım	<i>bilgi = kart_uid + hat_no</i> değişkenini oluştur
13. Adım	<i>bilgi</i> isimli değişkeni ThingSpeak bulut veri tabanına gönder
14. Adım	16 saniye bekle
15. Adım	2. Adıma git



Şekil 3.15. Engelsiz Otobüs Sisteminin Yazılım Akış Şeması

### 3.2.3. Hareket Amirlikleri İçin Geliştirilen Akıllı Engelli Takip Programı

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında engelli bireylerin durak ve otobüslerdeki mevcudiyeti Microsoft Visual Studio programı ile geliştirilen Akıllı Engelli Takip Programı ile takip edilmektedir. Program yazımında C# dili kullanılmıştır. Şekil 3.16.'da Akıllı Engelli Takip programına ait ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.16. Akıllı Engelli Takip Programı

Program Engelsiz Durak ve Engelsiz Otobüs altyapılarıyla uyum içerisinde çalışabilmek üzere tasarlanmıştır. Şekil 3.16.'dan da görüleceği üzere ara yüz tasarımında her iki altyapı için ayrı olmak üzere iki farklı alan kullanılmıştır. Bu iki alan aynı program içerisinde birbirinden bağımsız olarak çalışabilmektedir.

#### 3.2.3.1 Akıllı Engelli Takip Programı – Engelsiz Durak Bölümü

Programın Engelsiz Durak kısmı ThingSpeak bulut veri tabanından IoT yardımıyla aldığı bilgileri program kullanıcılarına yansıtan kısımdır. Engelli bireye ait ad, soyad, engel durumu, NFC kart numarası, engelli bireyin kullanmak istediği otobüs hattı numarası ve engelli bireyin bulunduğu durak numarası bilgilerini bünyesinde barındırır. Engelli bireyin durağa gelmesiyle birlikte program bir sinyal sesi vasıtasıyla kullanıcıya

bilgi verecek şekilde tasarlanmıştır. Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Durak kısmı şu sıra ile çalışmaktadır;

- Program ilk açıldığında ilgili alanlarda “Giriş Yok” ibaresi yer alır.
- Engelli bireyin Engelsiz Duraklarda bilgi girişi sağlanması üzerine bireye ait tanımlı özellikler programın ilgili kısmında gösterilir.
- Program kullanıcıya sesli bir uyarı ile durakta engelli bireyin bulunduğu bilgisini verir. Uyarı sesi “Otobüsü Gönder” isimli butona basılana kadar devam eder.
- Ulaşımdan sorumlu amirlik gerekli ulaşım aracını yönlendirdikten sonra “Otobüsü Gönder” isimli butona basar ve bilgi parametrelerini başa döndürür.
- Her 16 saniyede bir duraklardaki engelli mevcudiyeti ThingSpeak bulut veri tabanı üzerinden kontrol edilir.

ThingSpeak bulut veri tabanının açık kaynak kodlu kısmı 15 saniyede bir giriş veya çıkış bilgisi sağlanması nedeniyle Programın Engelsiz Durak bölümü her 16 saniyede bir güncelleme işlemini gerçekleştirmektedir. 16 saniye hayati bir öneme sahip olmadığı için bahsi geçen süre göz ardı edilebilir.

Şekil 3.17.’de Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Durak bölümüne ait bir ekran görüntüsü, Çizelge 3.4.’te bölüme ait programın sözde kodu ve Şekil 3.18.’de ise sözde koda ait akış şeması yer almaktadır.

**ENGELSİZ DURAK**

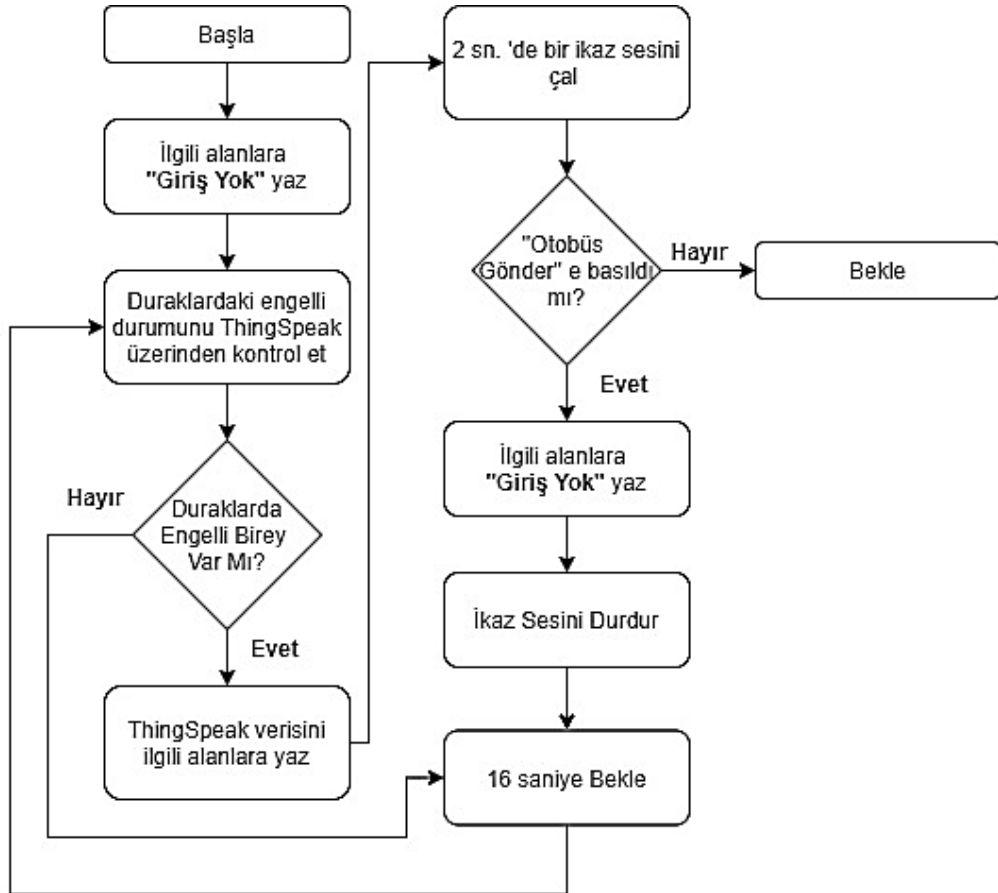
<b>Adı Soyadı</b>	:	Giriş Yok
<b>Engel Durumu</b>	:	Giriş Yok
<b>Kart Numarası</b>	:	Giriş Yok
<b>Kullanacağı Hat</b>	:	Giriş Yok
<b>Beklediği Durak</b>	:	Giriş Yok

**Otobüsü Gönder**

Şekil 3.17. Akıllı Engelli Takip Programının Engelsiz Durak Kısmı

Çizelge 3.4. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Durak Kısmı Sözde Kodu

1. Adım	Başla
2. Adım	Ekrandaki bilgileri “Giriş Yok” şeklinde güncelle
3. Adım	ThingSpeak Bulut Veri Tabanından Engelsiz Duraklardaki engelli mevcudiyeti hakkında bilgi al
4. Adım	Eğer → Engelli yoksa 10. adıma git → Engelli varsa 5. adıma git
5. Adım	Bulut veri tabanından aldığın bilgileri ilgili alanlara yaz
6. Adım	Duraklarda engelli birey olduğunu belirten ikaz sesini 2 saniyede bir çal
7. Adım	“Otobüsü Gönder” butonuna basıldı mı kontrol et
8. Adım	Eğer → Butona basılmadıysa bekle → Butona basıldıysa 9. adıma git
9. Adım	İlgili alanları “Giriş Yok” şeklinde güncelle
10. Adım	İkaz sesini durdur
10. Adım	16 sn. bekle
11. Adım	3. adıma git



Şekil 3.18. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Durak Kısmı Kod Akış Şeması

### 3.2.3.2 Akıllı Engelli Takip Programı – Engelsiz Otobüs Bölümü

Programın Engelsiz Otobüs kısmı ThingSpeak bulut veri tabanından IoT yardımıyla aldığı bilgileri program kullanıcılarına yansıtan kısımdır. Engelli bireye ait ad, soyad, engel durumu, NFC kart numarasıyla birlikte engelli bireyin bindiği otobüsün hat numarası bilgilerini bünyesinde barındırır. Engelli bireyin otobüse binmesiyle “Bilgiler Alındı” butonuna basılana kadar bilgiler ekranda gösterilir. Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Otobüs kısmı şu sıra ile çalışmaktadır;

- Program ilk açıldığında ilgili alanlarda “Giriş Yok” ibaresi yer alır.
- Engelli bireyin Engelsiz Otobüs sistemine NFC kartını okuttuğu anda bireye ait tanımlı özellikler programın ilgili kısmında gösterilir.
- Ulaşımdan sorumlu amirlik gerekli bilgileri aldıktan sonra “Bilgiler Alındı” isimli butona basar ve bilgi parametrelerini başa döndürür.
- Her 16 saniyede bir durum ThingSpeak üzerinden kontrol edilir.

ThingSpeak bulut veri tabanının açık kaynak kodlu kısmı 15 saniyede bir giriş veya çıkış bilgisi sağladığından Programın Engelsiz Otobüs bölümü her 16 saniyede bir güncelleme işlemini gerçekleştirmektedir. 16 saniye hayati bir öneme sahip olmadığı için bahsi geçen süre göz ardı edilebilir.

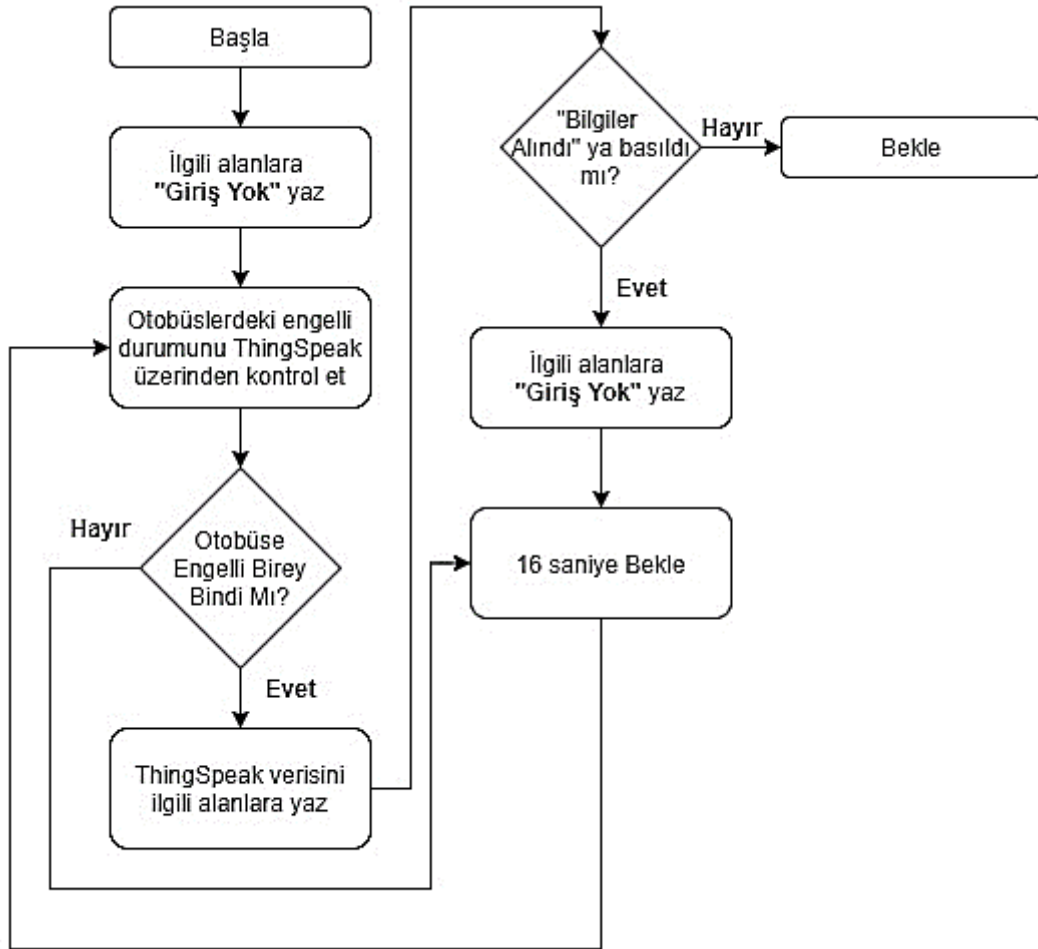
Şekil 3.19.’da Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Otobüs bölümüne ait bir ekran görüntüsü, Çizelge 3.5.’te bölüme ait programın sözde kodu ve Şekil 3.20.’de ise sözde koda ait akış şeması yer almaktadır.



Şekil 3.19. Akıllı Engelli Takip Programının Engelsiz Otobüs Kısmı

Çizelge 3.5. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Otobüs Kısmı Sözde Kodu

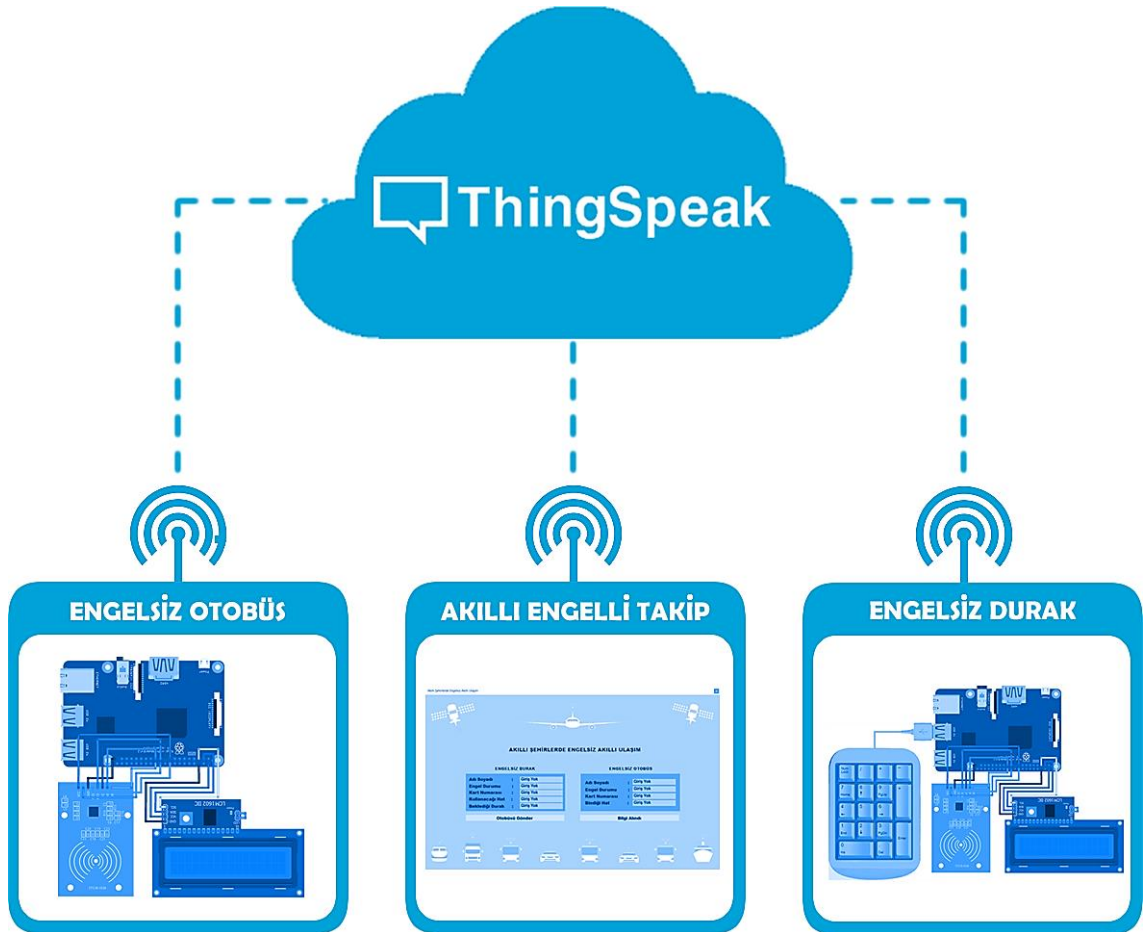
1. Adım	Başla
2. Adım	Ekrandaki bilgileri “Giriş Yok” şeklinde güncelle
3. Adım	ThingSpeak Bulut Veri Tabanından Engelsiz Otobüslerdeki engelli mevcudiyeti hakkında bilgi al
4. Adım	Eğer → Engelli yoksa 9. adıma git → Engelli varsa 5. adıma git
5. Adım	Bulut veri tabanından aldığın bilgileri ilgili alanlara yaz
6. Adım	“Bilgiler Alındı” butonuna basıldı mı kontrol et
7. Adım	Eğer → Butona basılmadıysa bekle → Butona basıldıysa 8. adıma git
8. Adım	İlgili alanları “Giriş Yok” şeklinde güncelle
9. Adım	16 sn. bekle
10. Adım	3. adıma git



Şekil 3.20. Akıllı Engelli Takip Programı - Engelsiz Otobüs Kısmı Kod Akış Şeması

### 3.2.4. Sistemin ThingSpeak Üzerinden Çalışması

Engelsiz Durak, Engelsiz Otobüs ve Akıllı Engelli Takip Programı veri alışverişi için ThingSpeak bulut veri tabanını kullanır. Engelsiz Durak altyapısı durakta bulunan engelli birey mevcudiyetini NFC kartlar yardımıyla kontrol ederek ThingSpeak bulut veri tabanına IoT sistemleri yardımıyla aktarır. Engelsiz Otobüs altyapısı ise Engelsiz Durak altyapısına benzer mantıkla engelli bireyin otobüse binip binmediği bilgisini kontrol ederek bilgileri bulut veri tabanına aktarır. Akıllı Engelli Takip Programı ise buluta aktarılan verileri IoT sistemleri ile çekerek ulaşım koordinesinden sorumlu birimlere gerekli bilgileri sunar. Anlatılan sistemler internet bağlantısının olduğu her yerde birbirlerinden bağımsız bir şekilde veri aktarımını gerçekleştirebilir. Şekil 3.21.'de her üç sistemin ThingSpeak bulut veri tabanı ile ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Sistemin ThingSpeak Üzerinden Çalışması

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

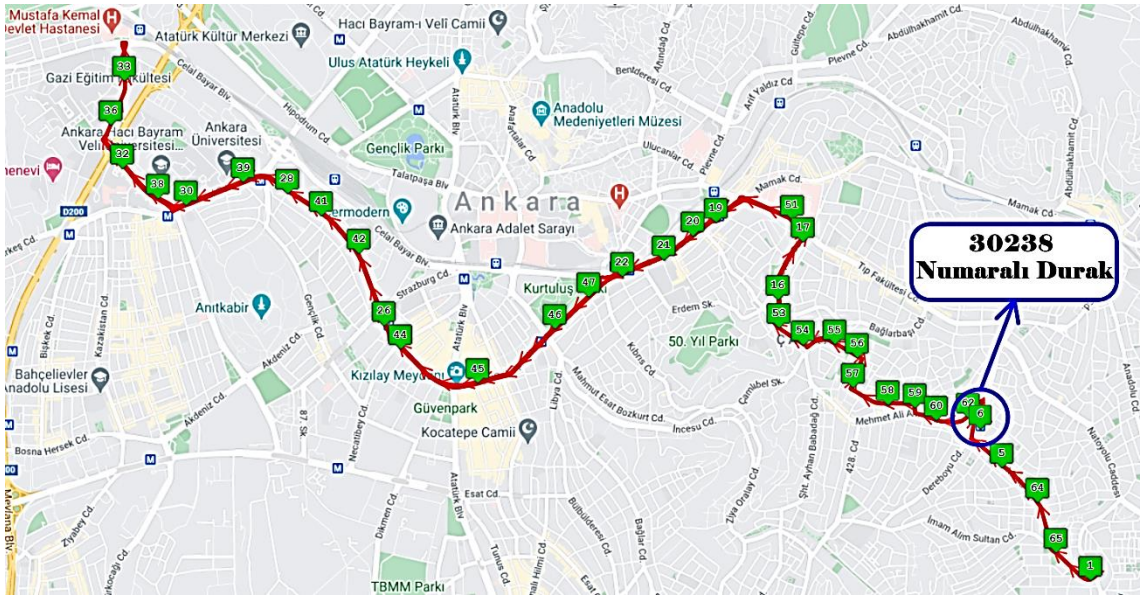
Küresel çaptaki ülkelerin gelişmiş şehirlerindeki nüfus yoğunluğunu birçok farklı nedenden dolayı günden güne artmaktadır. Artan nüfus yoğunluğu kentin çoğu alanında olumsuzluklar yaratmaktadır. Gerek özel araçlarla gerekse de toplu taşıma ile sağlanmak istenen kent içi ulaşım ihtiyacında yaşanan aksaklıklar bu olumsuzluklardan biridir. Artan insan sayısı ile doğru orantılı olarak ulaşım sağlamak isteyen insan sayısı, trafiğe katılan araç sayısı ve trafikte geçirilen zaman da artmaktadır. Bu durum kent içi ulaşımdan sorumlu birimlerin işlerini belirli bir düzen içerisinde yürütmesini mecbur kılmaktadır. Gerek özel araçla gerekse de kent içi toplu taşıma ile sağlanacak ulaşımda geçirilen süre kent halkı için büyük önem arz etmektedir. Bahsi geçen sürenin uzunluğu yerel yönetimin ulaşımda takındığı tavır ile doğrudan ilişkilidir. Ulaşımında güncel ve yenilikçi sistemleri kullanan yerel yönetimler trafik süresini gözle görülür biçimde düşürebilmektedir.

Kent içi toplu taşıma hizmetleri genellikle yerel yönetimlerden sorumlu birimler tarafından koordine edilmektedir. Kent içi ulaşımda kullanılan araçların sayı ve teçhizat bakımından yeterliliği insanların ulaşımda geçirdiği süreyi olumlu veya olumsuz etkilemektedir. Bahsi geçen sürenin uzunluğu toplumun tüm kesimleri için oldukça önemliken buna ek olarak ulaşım sağlamak isteyen kişinin fiziksel bir engelle sahip olduğu düşünüldüğünde engelli birey için ulaşımın çok zor ve zahmetli olacağı açıktır.

Fiziksel engelli bir kimsenin ulaşım ihtiyacını karşılamada yaşadığı bazı zorluklar dile getirilebilir. Bu zorlukların en başında engelli birey için özel olarak üretilmiş donatılara sahip olmayan ulaşım araçları yer almaktadır. Birey ulaşımını toplu taşıma ile karşılamak istese bile gerekli donatıya sahip olmayan araçlar nedeniyle ihtiyacını karşılayamayabilir. Donatı sahibi araçların ulaşımda kullanılması engelli bireyin ulaşımı açısından tek başına yeterli bir vasıta olarak görülmemelidir. Çünkü bahsi geçen araç duraklara dolu gelebilir veyahut engelli birey araca binmek için gerek duyduğu yardımı araçta görevli personel tarafından bulamayabilir. Tüm bu olumsuzluk göz önüne alındığında engelli bireyin ulaşım ihtiyacını toplu taşıma ile kolay yoldan karşılayamadığı kanaatine varılabilir. Bu tezin konusu olan Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması engelli bireyin ulaşımda yaşadığı zorlukları gidermek amacı güden, şehir içi ulaşım araçlarını engelli bireyin bulunduğu duraklara en kısa yoldan ulaştırmayı hedefleyen bir sistem olarak geliştirilmiştir.

Üzerlerinde taşıdığı GPS ve IoT donatıları sayesinde Ankara’da toplu taşıma amaçlı kullanılan otobüslerin takibi akıllı telefonlar için geliştirilen uygulamalar ile yapılabilmektedir. Bahsi geçen otobüs takip sistemleri ülkemizde sadece Ankara’da değil Türkiye’nin diğer birçok ilinde de benzer şekilde kullanılmaktadır. Otobüslerin konum takibi Ankara’da kullanılan sistem gibi akıllı telefon uygulamaları aracılığı ile yapılabilirken, duraklara yerleştirilen ekranlar aracılığıyla da yapılabilir. Örnek verilecek olursa anlatılan ikinci sistem Konya’da kullanılmaktadır. Her iki sistem içinde otobüslerde IoT ve GPS donatılarının olması zorunludur. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması Ankara’da kullanılan toplu taşıma sistemi örnek alınarak geliştirilmiştir fakat uygulamaya konmamıştır. Uygulama sadece Ankara için değil ülkemizde otobüs takibinin yapılabildiği diğer şehirlerde de kolaylıkla kullanılabilir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması Ankara’da 383 hat numaralı Akdere – Peyamisafa – 15 Temmuz Kızılay Milli İrade Meydanı – Beşevler – DDY hattında çalışan bir otobüs ve bu otobüsün uğradığı 30238 durak numaralı Dereboyu Cd. 4 isimli durak için geliştirilmiştir. Bahsi geçen otobüs güzergahı üzerinde toplamda 66 adet durak bulunmaktadır. Ankara’da ulaşımdan sorumlu EGO Genel Müdürlüğü internet sitesi üzerinden alınan 383 No’lu hattın güzergah bilgisine Şekil 4.1’de yer verilmiştir (EGO Şehirçi Ulaşım Bilgi Sistemi, 2020).



Şekil 4.1. EGO 383 No’lu Otobüs Hattı ve 30238 No’lu Durak

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında 7 adet NFC kart kullanılmıştır. Bu kartların etiket numaralarına bireylerin çeşitli bilgileri tanımlanmıştır. Tanımlama işlemi rastgele yapılmıştır ve gerçek kişiler ile bir ilgisi bulunmamaktadır. Şekil 3.4.'te örnek resmi görülen NFC kartların etiket numaraları ve bu etiketlere tanımlanan çeşitli bilgilere Çizelge 4.1.'de yer verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** NFC Kartlar ve Tanımlanan Örnek Bilgiler

<b>NFC Kart Etiketi</b>	<b>Adı Soyadı</b>	<b>Engel Durumu</b>
943	Atacan Filiz	Fiziksel Engelli
1154	Yener Eğri	Görme Engelli
4156	Cemal Kiriş	Fiziksel Engelli
86121	Nafiz Taşkın	Fiziksel Engelli
233601	Sunay Dil	Görme Engelli
891811	Hale Okur	Zihinsel Engelli
2172261	İnci Kuru	İşitme Engelli

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım sisteminin kullanılacağı şehirlerde bireylere ait engel tanımları çok daha geniş bir şekilde oluşturulabilir. Örneğin belirli bir yaşın üzerinde kimseler ya da hamile kadınlar sisteme dahil edilmek istendiğinde NFC kart numaralarında ki engel durumu bilgisi isteğe uygun olarak düzenlenebilir. Buna ek olarak kişilere ait cep telefonu, kimlik numarası gibi bilgiler de NFC kartlar üzerine tanımlanarak bahsi geçen bilgilerin hareket amirliklerinde kullanılacak olan Akıllı Engelli Takip Programına gönderilmesi sağlanabilir. Bu konudaki değişkenler yerel yönetimden sorumlu kişilerin sağlamak istediği desteğe göre şekillendirilebilir.

#### **4.1. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Uygulaması ve Sonuçlar**

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım sistemi kent içi toplu ulaşımda engelli bireylerin yaşadıkları sıkıntıları ortadan kaldırmak, ulaşım konusunda bireylerin bekledikleri ihtiyaca yönelik cevabın en hızlı ve kolay yoldan verilmesini sağlamak, böylece de engelli kimselerin ulaşım ihtiyaçlarını karşılarken trafikte ve duraklarda geçirdikleri süreleri en aza indirmek amacıyla geliştirilmiştir. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması şehir içi toplu taşımada kullanılan otobüslerin internet üzerinden takip edilebildiği şehirlerde şehrin mevcut ulaşım sistemine entegre edilebilir

düzyededir. Ankara ili bahsi geçen otobüs takip sistemlerini şehir içi ulaşımında hâlihazırda kullanmaktadır. Bu yüzden Ankara’da ulaşım için kullanılan 383 hat numaralı bir otobüs ve otobüs güzergahı üzerinde bulunan 30238 numaralı durak bu tezin konusu olan Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasının hayata geçirilmesinde pilot bölge olarak seçilmiştir. Bu bilgiler ışığında uygulamanın çalışması Ankara örneği kullanılarak Çizelge 4.2. üzerinden adım adım açıklanmış ve bu açıklamalar resimlerle desteklenmiştir.

**Çizelge 4.2.** Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım Sisteminin Çalışması

Resimler	Adımlar
	<p><b>Adım 1:</b> Engelsiz Durak altyapısı 383 hat numaralı otobüsün uğradığı 30238 numaralı durağa yerleştirilir. Engelsiz Durak altyapısının ihtiyaç duyduğu internet ve elektrik bağlantıları yapıldıktan sonra sistem şekilde görüldüğü gibi NFC kartların okutulmasını bekler.</p>
	<p><b>Adım 2:</b> Engelsiz Otobüs altyapısı 383 hattında çalışan herhangi otobüse entegre edilir. Engelsiz Otobüs altyapısının ihtiyaç duyduğu internet ve elektrik bağlantıları yapıldıktan sonra sistem şekilde görüldüğü gibi NFC kartların okutulmasını bekler.</p>

Adım 3: Windows işletim sistemine sahip bir bilgisayara Akıllı Engelli Takip programı yüklenir. Bilgisayarın internet bağlantısı yapıldıktan sonra program çalıştırılır. Program açıldığında şekilden de görüleceği üzere engelli bireyin kartını Engelsiz Durak ya da Engelsiz Otobüs altyapısına okutmasını bekler. Bundan sonraki adımlarda programın Engelsiz Durak ve Engelsiz Otobüs bölümleri ayrı resimler üzerinden ele alınacaktır. Ancak her iki bölüm program üzerinde eş zamanlı çalışmaktadır.

Adım 4: Engelli birey 30238 numaralı durağa geldiğinde kendisine özel olarak tanımlanmış NFC kartını Engelsiz Durak sistemine okutur. Sistem kartı algıladığı anda ekran üzerinde "**Kart Algılandı**" mesajını verir. Bu mesaj alındıktan sonra kartın okutulmasının devamına gerek yoktur.

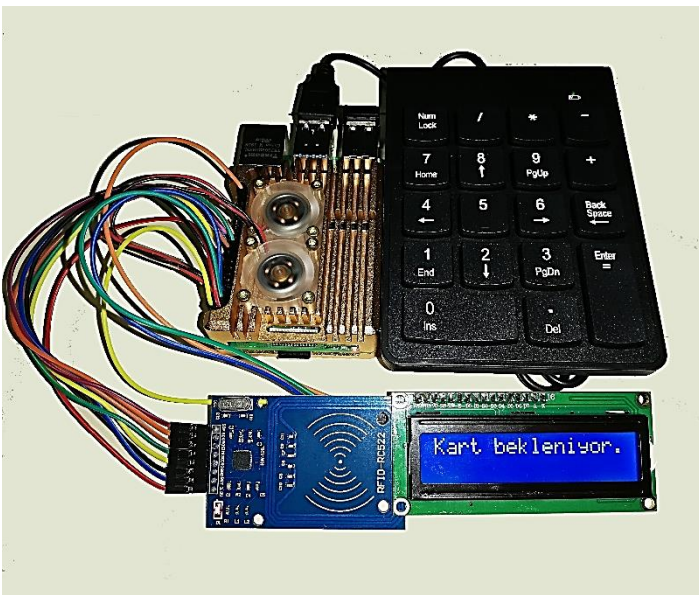
Adım 5: Engelsiz Durak sistemi ekranda "**Kart Numaranız :**" mesajıyla birlikte okutulan NFC kartın etiket numarasını üzerinde gösterir.



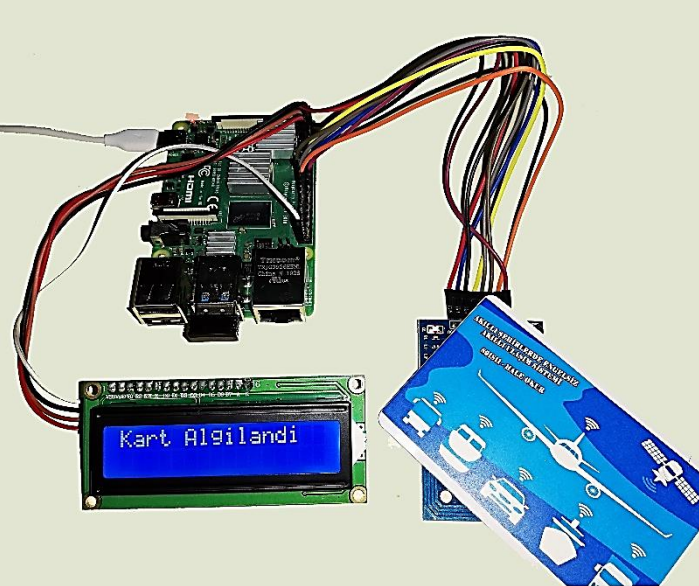
**Adım 6:** Engelsiz Durak sistemi ekranda “*Hat No Yazıp Girişe Basın*” mesajını gösterir. Engelli birey bu adımda sistemde bulunan numerik klavye yardımıyla duraktan geçen ve kullanmak istediği otobüs hattı numarasını tuşlayarak (örneğin: 383) giriş (enter) tuşuna basar.

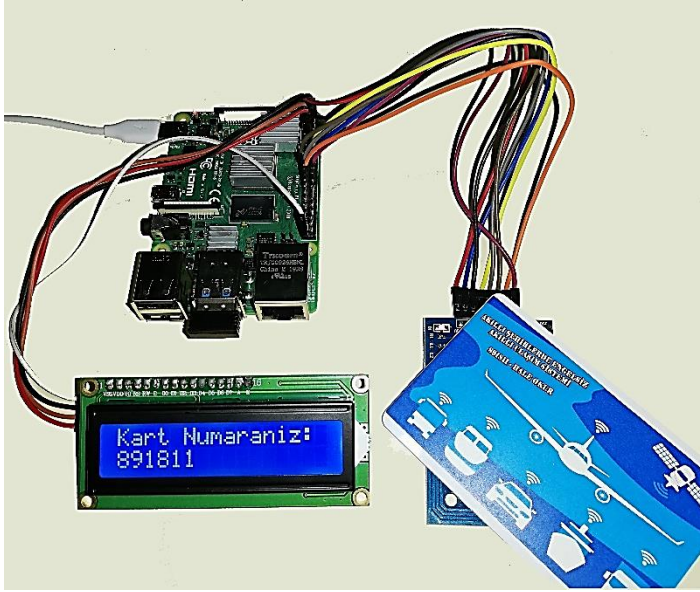


**Adım 7:** Engelsiz Durak sistemi ekranda girilen hat numarası ile birlikte (Adım 6’ da 383 girildi) “*383 İçin İstek Gönderildi*” mesajını gösterir. Sistem elde ettiği verileri ThingSpeak bulut veri tabanına internet üzerinden gönderir.

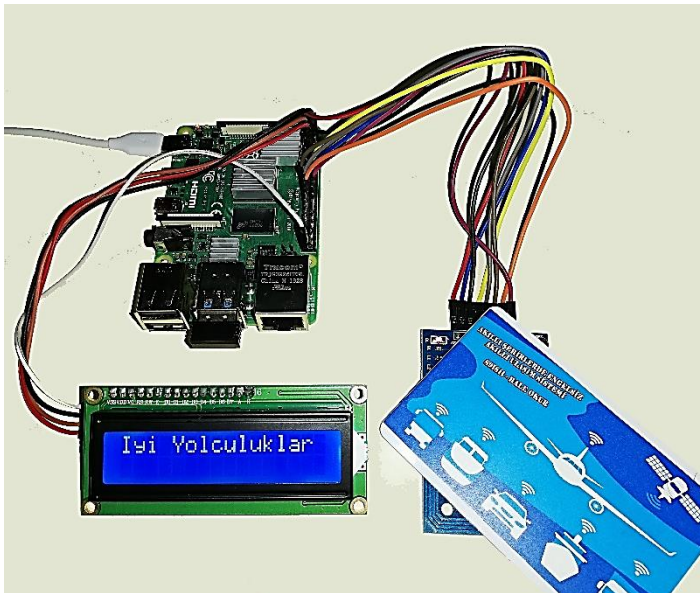


**Adım 8:** Engelsiz Durak sistemi bilgileri bulut veri tabanına gönderdikten sonra yeni bir kartın okutulmasını “*Kart Bekleniyor*” mesajı ile bekler.

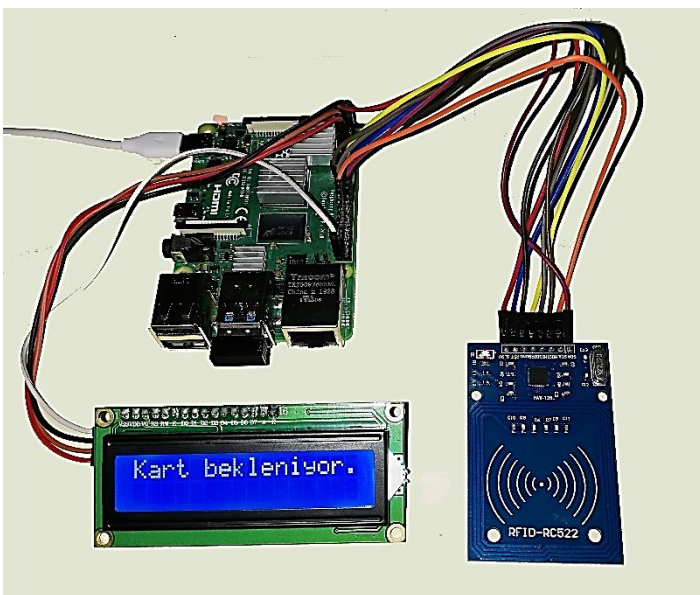
<div style="text-align: center;"><b>ENGELSİZ DURAK</b></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Adı Soyadı</b></td> <td>: Hale Okur</td> </tr> <tr> <td><b>Engel Durumu</b></td> <td>: Zihinsel Engelli</td> </tr> <tr> <td><b>Kart Numarası</b></td> <td>: 891811</td> </tr> <tr> <td><b>Kullanacağı Hat</b></td> <td>: 383</td> </tr> <tr> <td><b>Beklediği Durak</b></td> <td>: 30238</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Otobüsü Gönder</b></div>	<b>Adı Soyadı</b>	: Hale Okur	<b>Engel Durumu</b>	: Zihinsel Engelli	<b>Kart Numarası</b>	: 891811	<b>Kullanacağı Hat</b>	: 383	<b>Beklediği Durak</b>	: 30238	<p><b>Adım 9:</b> Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Durak kısmı her 16 saniyede bir ThingSpeak bulut veri tabanı üzerinden duraklar üzerinden bilgi girişi olup olmadığını kontrol eder. Bilgi girişinin olduğu anda ilgili alanlarda engelli bireye ait verileri gösterir ve otobüslerin ilk hareketinden sorumlu kimseyi uyarmak adına her iki saniyede bir uyarı sesi çıkarır.</p>
<b>Adı Soyadı</b>	: Hale Okur										
<b>Engel Durumu</b>	: Zihinsel Engelli										
<b>Kart Numarası</b>	: 891811										
<b>Kullanacağı Hat</b>	: 383										
<b>Beklediği Durak</b>	: 30238										
<div style="text-align: center;"><b>ENGELSİZ DURAK</b></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Adı Soyadı</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Engel Durumu</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Kart Numarası</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Kullanacağı Hat</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Beklediği Durak</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Otobüsü Gönder</b></div>	<b>Adı Soyadı</b>	: Giriş Yok	<b>Engel Durumu</b>	: Giriş Yok	<b>Kart Numarası</b>	: Giriş Yok	<b>Kullanacağı Hat</b>	: Giriş Yok	<b>Beklediği Durak</b>	: Giriş Yok	<p><b>Adım 10:</b> Otobüs hareket amirliği gerekli hatta çalışacak otobüsü sefere çıkarır. Sefere çıkarılan otobüsün güzergahı amirlik tarafından engelli bireyin bulunduğu durak konumuna göre ayarlanabilir. Örneğin 66 adet durağa uğrayan 383 numaralı otobüs hattı için engelli birey 15. durakta ise otobüsün daha erken ulaşması adına güzergahtaki ilk 15 duraktan sadece birkaçına uğrayabilir. Amirlik otobüsü sefere çıkardıktan sonra programda <b>“Otobüsü Gönder”</b> butonuna basarak hem ikaz sesini durdurur hem de programı eski haline çevirerek yeni veri girişini takip eder.</p>
<b>Adı Soyadı</b>	: Giriş Yok										
<b>Engel Durumu</b>	: Giriş Yok										
<b>Kart Numarası</b>	: Giriş Yok										
<b>Kullanacağı Hat</b>	: Giriş Yok										
<b>Beklediği Durak</b>	: Giriş Yok										
	<p><b>Adım 11:</b> Engelsiz Otobüs altyapısına sahip otobüs engelli bireyin bulunduğu durağa gelir. Birey otobüse bindikten sonra NFC kartını sisteme okutur. Sistem <b>“Kart Algılandı”</b> mesajını verir. Bu mesaj alındıktan sonra kartın okutulmasının devamına gerek yoktur.</p>										



**Adım 12:** Engelsiz Otobüs altyapısı “*Kart Numaranız :*” mesajıyla birlikte okutulan NFC kartın etiket numarasını ekran üzerinde gösterir.



**Adım 13:** Engelsiz Otobüs altyapısı “*İyi Yolculuklar*” mesajını ekranda gösterir ve elde ettiği verileri ThingSpeak bulut veri tabanına internet üzerinden gönderir.



**Adım 14:** Engelsiz Durak sistemi bilgileri bulut veri tabanına gönderdikten sonra yeni bir kartın okutulmasını “*Kart Bekleniyor*” mesajı ile bekler.

<p style="text-align: center;"><b>ENGELSİZ OTOBÜS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>Adı Soyadı</b></td> <td>: Hale Okur</td> </tr> <tr> <td><b>Engel Durumu</b></td> <td>: Zihinsel Engelli</td> </tr> <tr> <td><b>Kart Numarası</b></td> <td>: 891811</td> </tr> <tr> <td><b>Bindiği Hat</b></td> <td>: 383</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"><b>Bilgi Alındı</b></p>	<b>Adı Soyadı</b>	: Hale Okur	<b>Engel Durumu</b>	: Zihinsel Engelli	<b>Kart Numarası</b>	: 891811	<b>Bindiği Hat</b>	: 383	<p><b>Adım 15:</b> Akıllı Engelli Takip programının Engelsiz Otobüs kısmı her 16 saniyede bir ThingSpeak bulut veri tabanı üzerinden otobüse binen engelli birey tarafından bilgi girişi olup olmadığını kontrol eder. Bilgi girişinin olduğu anda ilgili alanlarda engelli bireye ait verileri gösterir.</p>
<b>Adı Soyadı</b>	: Hale Okur								
<b>Engel Durumu</b>	: Zihinsel Engelli								
<b>Kart Numarası</b>	: 891811								
<b>Bindiği Hat</b>	: 383								
<p style="text-align: center;"><b>ENGELSİZ OTOBÜS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>Adı Soyadı</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Engel Durumu</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Kart Numarası</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> <tr> <td><b>Bindiği Hat</b></td> <td>: Giriş Yok</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"><b>Bilgi Alındı</b></p>	<b>Adı Soyadı</b>	: Giriş Yok	<b>Engel Durumu</b>	: Giriş Yok	<b>Kart Numarası</b>	: Giriş Yok	<b>Bindiği Hat</b>	: Giriş Yok	<p><b>Adım 16:</b> Otobüs hareket amirliği engelli bireyin otobüslere binip binmediği bilgisine eriştikten sonra “Bilgi Alındı” butonuna basarak hem engelli bireyin otobüse binip binmediğinin takibini yapar hem de programı eski haline çevirerek yeni veri girişini takip eder.</p>
<b>Adı Soyadı</b>	: Giriş Yok								
<b>Engel Durumu</b>	: Giriş Yok								
<b>Kart Numarası</b>	: Giriş Yok								
<b>Bindiği Hat</b>	: Giriş Yok								
<p><b>Adım 17:</b> Sistem kısır bir döngü içerisinde bahsedildiği biçimde çalışmasına devam eder.</p>									

Akıllı Engelli Takip Programı, Engelsiz Durak altyapısı ve Engelsiz Otobüs altyapısı ThingSpeak bulut veri tabanı üzerinden haberleşme sağlamaktadır. Bu haberleşme sırasında ThingSpeak bulut veri tabanının açık kaynak kısmı 15 saniyede bir veri işlenmesine izin vermektedir. Daha kısa süreli tepkimelere ulaşabilmek için bulut veri tabanının ücretli erişim seçeneği kullanılabilir. 15 saniyelik bir gecikme hayatı bir soruna yol açmayacağından Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında ThingSpeak bulut veri tabanının açık kaynaklı erişim seçeneği kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında dünya üzerinde kullanılan akıllı ulaşım sistemleri ile bu sistemlerin engelli ulaşımı bakımından eksiklikleri dile getirilmiş, hem ülkemizde hem de dünyada engelli ulaşımında kullanılan toplu taşıma hizmetleri incelenmiştir. Engelli ulaşımında hali hazırda kullanılan ve önerilen çeşitli yöntem ve uygulamaların engelli bireylerin şehir içi ulaşımında karşılaştığı sorunlar neticesinde ortaya çıkan ihtiyaçlarına

tam olarak cevap veremediği, sistemlerin eksik kalan yanlarının olduğu görülmüş ve bu ihtiyaca cevap niteliği taşıyan Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması geliştirilmiştir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması engelli bireylerin kent içi ulaşımını konu alan ve ulaşım konusunda engelliye avantajlar sağlayan bir uygulamadır. Engelli bireylerin toplu ulaşımı kullanırken yaşadığı çeşitli sorunlar;

- Engelliler için üretilmiş makine teçhizat sistemlerine sahip olmayan ulaşım araçlarının ulaşım ağına katılması ve bu nedenler engellinin ulaşımından mahrum kalması,
- Engelli bireyin bulunduğu durakların tespitinin yapılamaması,
- Engelli bireylerin ulaşım aracında görevli personelden beklediği desteği bulamaması,
- Gerekli makine teçhizata sahip araçlar ulaşım ağında bulunsa bile engellinin beklediği duraklara özellikle de mesai giriş ve çıkış saatlerinde duraklara dolu yanaşması,
- Araçların duraklara zamanında gelmemesi

şeklinde sıralanabilir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasında ulaşım amaçlı kullanılan duraklara entegre edilecek Engelsiz Durak altyapısı, benzer şekilde ulaşım araçlarında kullanılacak olan Engelsiz Otobüs altyapısı ve son olarak da ulaşım koordinesinden sorumlu birimlerde kullanılacak olan Akıllı Engelli Takip altyapısı geliştirilmiştir. Duraklara yerleştirilecek olan Engelsiz Durak altyapısı sayesinde engelli bireyler kendileri için özel olarak tanımlanmış NFC kartları sisteme okutarak buldukları durak konumu ile ulaşım sağlamak istedikleri hat numarasını internet üzerinden ulaşım koordinesinden sorumlu birimlere bildir. Bu sayede engelli bireyin bulunduğu durak ile kullanmak istediği ulaşım güzergahı bilgisi Akıllı Engelli Takip Programı aracılığı ile elde edilir. Elde edilen bilgiler ışığında hareket amirlikleri engelli bireyler için gerekli makine teçhizat donatısına sahip ulaşım araçlarını ve engelli ulaşımı konusunda görev bilinci olan personeli sefere çıkarır. Ulaşım aracı engelli bireyin bulunduğu durağa geldiğinde birey NFC kartını Engelsiz Otobüs altyapısına okutarak araçta görevli personel tarafından gerekli desteği aldığı bilgisini Akıllı Engelli Takip Programı

aracılığıyla hareket amirliğine bildirir. Böylelikle engelli bireyin ulaşım aracına bindiği ve araçta görevli personel tarafından gerekli ilgiyi gördüğü takip edilir ve neticede sıralanan sorunlara çözüm getirilmiş olur.

## 4.2. Tartışma

Bu tez çalışmasında Akıllı Şehirlerin genel özellikleri nitelendirilerek alt başlıklardan Akıllı Ulaşım Sistemleri detaylı şekilde taranmış, engelli bireylerin şehir içi ulaşımında yaşadığı sorunlar ve bu sorunlara çözüm getiren Akıllı Ulaşım Sistemleri incelenmiştir. Adı geçen sistemlere ait yazın bilgisine kısa kısa değinilmiş hem ülkemizde hem de dünya çapında kullanılan Akıllı Ulaşım Sistemleri ve bu sistemlerin engelli bireylere yönelik altyapıları hakkında bilgiler sunulmuştur. Engelli bireylerin ulaşım konusunda beklediği desteği kolay yoldan bulamadığı sonucuna varılarak bu tezin konusu olan Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması geliştirilmiştir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması engelli bireylerin şehir içi ulaşımında harcadığı zamanı en aza indirmeyi ve engelli kimselerin ulaşım konusunda beklediği desteği sağlamayı hedefleyen bir uygulamadır. Uygulamanın altyapıları Raspberry Pi Model 4 B mini bilgisayarları ve Windows işletim sistemi kullanan bir ana bilgisayarı içermektedir. Uygulamada engelli birey bulunduğu durağı kendisine özel olarak tanımlanmış kişisel NFC kart sayesinde Engelsiz Durak altyapılarını kullanarak ulaşım araçlarının koordine amirliklerine bildirir. Ulaşımdan sorumlu birimler engelli bireyin bulunduğu durak bilgisini, kullanmak istediği güzergah bilgisini ve engel durumunu göz önüne alarak gerekli donatılara ve personel desteğine sahip ulaşım aracını sefere çıkarır. Sefere çıkan yeni aracın uğrayacağı duraklar ulaşımdan sorumlu birimler tarafından eksiltilecek ve sonuç olarak engelli bireyin ulaşım araçlarını beklerken geçirdiği süre azalacaktır. Buna ek olarak ulaşım araçlarının duraklara dolu yanaşma riski de ortadan kalkarak engelli kimsenin ulaşım aracında yer bulamama sorununun önüne geçilecektir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması uygulanacağı şehirdeki ulaşım altyapısında entegre bir sistem olarak geliştirilmiştir. Bu özelliği ile uygulama "Akıllılık" kavramını üstlenmeyi hak etmektedir. Bu tezde Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması Ankara'da kullanılan 30238 durak numaralı ve 383 hat

numaralı otobüse entegre edilebilecek bir sistem olarak geliştirilmiştir. Uygulama sadece Ankara ile sınırlı kalmayıp şehir içi ulaşımda ulaşım araçlarının internet üzerinden takibinin yapılabildiği şehirlerde de kolaylıkla kullanılabilir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması maliyet açısından da incelendiğinde NFC kart teknolojisini kullandığından dolayı ucuz ve kurulumu kolay bir sistemdir. Çeşitli şehirlerde engelli bireylerin ulaşımı konusunda geliştirilen akıllı sistemler bireylere bilgisayar, internet veya akıllı telefon kullanma zorunluluğu getirir. Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması ise bu zorunluluğu getiren uygulamaların aksine bireylerde akıllı telefon kullanma zorunluluğu getirmez, basit ulaşım kartları sayesinde çalışır ve kullanması kolay bir uygulamadır.

Bu tezin konusu olan Akıllı Şehirlerde Engeliz Akıllı Ulaşım uygulaması ile engelli bireylerin ulaşımda yaşadığı sıkıntılara Akıllı bir çözüm getirilmiş ve bundan sonraki süreçte engelli ulaşımında kullanılmak üzere geliştirilecek olan sistemlere yön göstermek amaçlanmıştır.

## 5. ÖNERİLER

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulamasının kullanılacağı şehirlerde engelli bireylerin ulaşımı konusunda ulaşım koordinesi yapılırken aşağıdaki hususların da göz önünde bulundurulmasında fayda vardır.

- Şehir içi ulaşım amaçlı kullanılan araçların hepsinin engelli bireylere yönelik donatılara sahip olma zorunluluğunu ortadan kaldıran sistem sayesinde araçların tamamı sıradan engelli düzenekleriyle değil sadece birkaçı çok daha gelişmiş düzeneklerle donatılabilir. Bu sayede hem engelli ulaşımında seyahat verimliliği artar hem de büyük bir maliyet yükünden kaçınılabilir.
- Engelli bir vatandaşa hizmet edecek olan araçlar sefere çıkarılacağı zaman araçtaki görevli personel sayısı durakta bekleyen bireyin engel durumuna göre arttırılabilir. Örneğin fiziksel engele sahip bir bireyin ulaşım aracına binerken beklediği desteği kendisine sağlayabilmek adına bu konuda eğitim görmüş personeller araç içinde görevlendirilebilir.

Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması sadece fiziksel engele sahip bireyler için değil aynı zamanda belli bir yaşın üzerinde ulaşım sağlamak isteyen yolcular içinde kapsam olarak genişletilebilir. Ayrıca engel tanımı hamile kadınları da kapsayacak şekilde güncellenebilir ve uygulama çok daha geniş kitlelere hitap edebilir.

Büyük şehirlerdeki kent içi ulaşım aksaklıkları sadece engelli bireyleri değil tüm kent halkını mağdur duruma sokabilir. Bu kapsamda Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım uygulaması bu tezde anlatılan mantığa benzer bir mantıkla genişletilerek duraklarda bekleyen kişi sayısına göre seferler düzenlenebilir. Hatta duraklardaki insan yoğunluğu NFC kartlar yardımıyla değil yapay zekâya sahip kameralar yardımıyla algılanarak belirlenebilir. Tüm bunlara ek olarak duraklarda yaşanan yoğunluk sorunu ulaşımdan sorumlu birimleri ortadan kaldırarak bulanık mantık algoritmalarıyla sefere çıkarılan ulaşım araçları sayesinde çözülebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Akbulut, F., 2016, Kentsel Ulaşım Hizmetlerinin Planlanması Ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 336-355.
- Akıllı Şehirlerde Engelsiz Akıllı Ulaşım – ThingSpeak IoT, 2020, [https://thingspeak.com/channels/1187151/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/1187151/private_show) [Erişim Tarihi: 17 Aralık 2020].
- Alam, M., Ferreira, J. and Fonseca, J., 2016, Introduction to intelligent transportation systems, *In Intelligent Transportation Systems* (pp, 1-17), Springer, Cham.
- Alliance, S. C., 2011, The mobile payments and NFC landscape: A US perspective, *Smart Card Alliance*, 1-53.
- Al Sakran, H. O., 2015, Intelligent traffic information system based on integration of Internet of Things and Agent technology, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 6(2), 37-43.
- Arasteh, H., Hosseinneshad, V., Loia, V., Tommasetti, A., Troisi, O., Shafie-Khah, M. and Siano, P., 2016, Iot-based smart cities: a survey, *In 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)* (pp, 1-6), IEEE.
- Arrowsmith, L., 2014, Smart Cities: Business Models, Technologies, and Existing Projects, *Information Technology Service research report*, IHS Technology.
- Bauza, R. and Gozávez, J., 2013, Traffic congestion detection in large-scale scenarios using vehicle-to-vehicle communications, *Journal of Network and Computer Applications*, 36(5), 1295-1307.
- Bélissent, J., 2010, Getting clever about smart cities: New opportunities require new business models, Cambridge, Massachusetts, USA, 193, 244-77.
- Blichfeldt, B. S. and Nicolaisen, J., 2011, Disabled travel: not easy, but doable, *Current issues in tourism*, 14(1), 79-102.
- Bojan, T. M., Kumar, U. R. and Bojan, V. M., 2014, An internet of things based intelligent transportation system, *In 2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety* (pp, 174-179), IEEE.
- Bouk, S. H., Ahmed, S. H., Kim, D. and Song, H., 2017, Named-data-networking-based ITS for smart cities, *IEEE Communications Magazine*, 55(1), 105-111.
- Brennan, C. A., de Souza, A. M., Maia, G., Boukerche, A., Ramos, H., Loureiro, A. A. and Villas, L. A., 2015, An intelligent transportation system for detection and control of congested roads in urban centers, *In 2015 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC)* (pp, 663-668), IEEE.

- Calderoni, L., Maio, D. and Rovis, S., 2014, Deploying a network of smart cameras for traffic monitoring on a “city kernel”, *Expert Systems with Applications*, 41(2), 502-507.
- Caragliu, A., Del Bo, C. and Nijkamp, P., 2011, Smart cities in Europe, *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Catarinucci, L., De Donno, D., Mainetti, L., Palano, L., Patrono, L., Stefanizzi, M. and Tarricone, L., 2015, An IoT-Aware architecture for smart healthcare systems, *IEEE Internet Things J* 2 (6): 515–526.
- Chu, S. and Majumdar, A., 2012, Opportunities and challenges for a sustainable energy future, *nature*, 488(7411), 294-303.
- Çakır Sümer, G., 2015, " Engelsiz Şehir" Kavramı Açısından Malatya, *Journal Of Management and Economics*, 22(1).
- Çivici, T. ve Gönen, D., 2015, Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesinin Bedensel Engelli Öğrencilerin Sosyal Alanlara Ulaşabilirliğinin Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 639-646.
- Demirkan, H., 2013, A smart healthcare systems framework, *It Professional*, 15(5), 38-45.
- Devi, D. V. V. and Kumari, G. M., 2013, Real-time automation and monitoring system for modernized agriculture, *International Journal of Review and Research in Applied Sciences and Engineering (IJRRASE) Vol3*, (1), 7-12.
- EGO Şehir içi Ulaşım Bilgi Sistemi, 2020, <http://map.ego.gov.tr:8080/ego/index.aspx#> [Erişim Tarihi: 23 Aralık 2020].
- Eichholtz, P., Kok, N. and Quigley, J. M., 2010, Doing well by doing good? Green office buildings, *American Economic Review*, 100(5), 2492-2509.
- Engelbrecht, J., Booysen, M. J., van Rooyen, G. J. and Bruwer, F. J., 2015, Survey of smartphone-based sensing in vehicles for intelligent transportation system applications, *IET Intelligent Transport Systems*, 9(10), 924-935.
- Fırat, S., 2008, Belediyelerin engellilere dönük sosyal hizmet projeleri, *Toplum ve Sosyal Hizmet*, 19(1), 89-100.
- Githa, D. P. and Swastawan, W. E., 2014, Sistem pengaman parkir dengan visualisasi jarak menggunakan sensor ping dan LCD, *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 3(1), 10-14.
- Gondchawar, N. and Kawitkar, R. S., 2016, IoT based smart agriculture, *International Journal of advanced research in Computer and Communication Engineering*, 5(6), 838-842.

- Güngör, A., 2017, *Akıllı şehir otopark sistemlerinde NFC kartların ödeme aracı olarak kullanılması ve güvenlik alt yapısı; İspark ve İstanbul Kart örneği* (Master's thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi).
- Hakverdi, F. ve Uzun, Ö. Ü. Y., 2019, Engelsiz Akıllı Ulaşım Uygulaması, *Engelsiz Bilişim 2019*, 32.
- Hall, R. E., Bowerman, B., Braverman, J., Taylor, J., Todosow, H. and Von Wimmersperg, U., 2000, *The vision of a smart city*, Brookhaven National Lab., Upton, NY (US).
- Han, J., Choi, C. S., Park, W. K., Lee, I. and Kim, S. H., 2014, Smart home energy management system including renewable energy based on ZigBee and PLC, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 60(2), 198-202.
- Hartley, J., 2005, Innovation in governance and public services: Past and present, *Public money and management*, 25(1), 27-34.
- Harmon, R. R., Castro-Leon, E. G. and Bhide, S., 2015, Smart cities and the Internet of Things, In *2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 485-494), IEEE.
- Harrison, C. and Donnelly, I. A., 2011, A theory of smart cities, In *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK* (Vol, 55, No, 1).
- Hsu, C. Y., Yang, C. S., Yu, L. C., Lin, C. F., Yao, H. H., Chen, D. Y. and Chang, P. C., 2015, Development of a cloud-based service framework for energy conservation in a sustainable intelligent transportation system, *International Journal of Production Economics*, 164, 454-461.
- Katiyar, V., Kumar, P. and Chand, N., 2011, An intelligent transportation systems architecture using wireless sensor networks, *International Journal of Computer Applications*, 14(2), 22-26
- Khan, M., Silva, B. N., Jung, C. and Han, K., 2017, A context-Aware Smart Home Control System based on ZigBee Sensor Network, *Ksii Transactions on Internet and Information Systems*, 11(2).
- Khan, N. A., Brujic-Okretic, V. and Khaddaj, S., 2016, Intelligent integration framework for smart transport system, In *2016 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)* (pp, 76-79), IEEE.
- Kanchev, H., Lu, D., Colas, F., Lazarov, V. and Francois, B., 2011, Energy management and operational planning of a microgrid with a PV-based active generator for smart grid applications, *IEEE transactions on industrial electronics*, 58(10), 4583-4592.
- Khansari, N., Mostashari, A. and Mansouri, M., 2014, Impacting sustainable behavior and planning in smart city, *International journal of sustainable land Use and Urban planning*, 1(2).

- Köseoğlu, Ö. ve Demirci, Y., 2018, Akıllı Şehirler Ve Yerel Sorunların Çözümünde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı, *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 40-57.
- Lund, H., 2014, Renewable energy systems: a smart energy systems approach to the choice and modeling of 100% renewable solutions, *Academic Press*.
- Mahajan, S., Das, A. and Sardana, H., K., 2015, Image acquisition techniques for assessment of legume quality. *Trends in Food Science & Technology*, 42(2), 116-133.
- Maimaris, A. and Papageorgiou, G., 2016 A review of intelligent transportation systems from a communications technology perspective, *In 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp, 54-59), IEEE.
- Maksimović, M., Vujović, V., Davidović, N., Milošević, V. and Perišić, B., 2014, Raspberry Pi as Internet of things hardware: performances and constraints, *design issues*, 3(8).
- Midilli, A., Dincer, I. and Ay, M., 2006, Green energy strategies for sustainable development, *Energy policy*, 34(18), 3623-3633.
- Mohanty, S. P., Choppali, U. and Koungianos, E., 2016, Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone, *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 60-70.
- Nandurkar, S. R., Thool, V. R. and Thool, R. C., 2014, Design and development of precision agriculture system using wireless sensor network, *In 2014 First International Conference on Automation, Control, Energy and Systems (ACES)* (pp, 1-6), IEEE.
- Narol, T., 2014, NFC teknolojisinin toplu ulaşımda uygulanması, Doctoral dissertation, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G. and Scorrano, F., 2014, Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts, *Cities*, 38, 25-36.
- Pan, J., Khan, M. A., Popa, I. S., Zeitouni, K. and Borcea, C., 2012, Proactive vehicle re-routing strategies for congestion avoidance, *In 2012 IEEE 8th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems* (pp, 265-272), IEEE.
- Raspberry Pi 4 Product Brief, 2020, <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-4-Product-Brief.pdf> [Erişim Tarihi: 09 Aralık 2020].
- Rathi, S., 2006, Alternative approaches for better municipal solid waste management in Mumbai, India, *Waste management*, 26(10), 1192-1200.
- Pang, M. B., and Zhao, X. P., 2008, Traffic flow prediction of chaos time series by using subtractive clustering for fuzzy neural network modeling, *In 2008 Second*

*International Symposium on Intelligent Information Technology Application* (Vol. 1, pp. 23-27), IEEE.

- Pasha, S., 2016, ThingSpeak based sensing and monitoring system for IoT with Matlab Analysis, *International Journal of New Technology and Research*, 2(6).
- Sandal, E. K., ve Tıraş, M., 2013, Adana’da Ulaşım Problemlerinin Şehir Coğrafyası Açısından Değerlendirilmesi, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17(28), 125-140.
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M. and Oliveira, A., 2011, Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation, *In The future internet assembly* (pp, 431-446), Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sherly, J. and Somasundareswari, D., 2015, Internet of things based smart transportation systems, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(7), 1207-1210.
- Silva, B. N., Khan, M. and Han, K., 2018, Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities, *Sustainable Cities and Society*, 38, 697-713.
- Solanas, A., Patsakis, C., Conti, M., Vlachos, I. S., Ramos, V., Falcone, F. and Martinez-Balleste, A., 2014, Smart health: a context-aware health paradigm within smart cities, *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 74-81.
- Son, Y. S., Pulkkinen, T., Moon, K. D. and Kim, C., 2010, Home energy management system based on power line communication, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 56(3), 1380-1386.
- Souza, A. M., Yokoyama, R. S., Maia, G., Loureiro, A. and Villas, L., 2016, Real-time path planning to prevent traffic jam through an intelligent transportation system, *In 2016 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC)* (pp, 726-731), IEEE.
- Su, K., Li, J. and Fu, H., 2011, Smart city and the applications, *In 2011 international conference on electronics, communications and control (ICECC)* (pp, 1028-1031), IEEE.
- Tan, P., Wu, H., Li, P. and Xu, H., 2018, Teaching management system with applications of RFID and IoT technology, *Education Sciences*, 8(1), 26.
- Tokuyama, H., 1996, Intelligent transportation systems in Japan., *Public Roads*, 60(2).
- Toppeta, D., 2010, The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities, *The Innovation Knowledge Foundation Think*.
- Tozlu, E., Mercan, Ş. O. ve Atay, L., 2012, Çanakkale’nin engelli turizmüne ilişkin durumunun belirlenmesine ve planlanmasına yönelik bir çalışma, *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-16.

- Uzun, Y., ve Hakverdi, F., 2019, Akıllı Şehirlerde Şehir İçi Ulaşımına Yönelik Çalışmaların İncelenmesi, *The International Aluminium-Themed Engineering And Natural Sciences Conference*, Konya
- Uzun, Y., Serdar, H., Ergün, H. ve Arıkan, H., 2018, Engelsiz Akıllı Şehirler Üzerine Genel Bir Araştırma.
- Wilson, N. and Murzin, D., 2019, Visual design of programs in Microsoft Visual Studio Environment, *Достижения и перспективы инноваций и технологий. Керчь: ФГБОУ ВО, Керченский государственный морской технологический университет*, 160-166.
- Zhao, C. W., Jegatheesan, J. and Loon, S. C., 2015, Exploring iot application using raspberry pi, *International Journal of Computer Networks and Applications*, 2(1), 27-34.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Fırat HAKVERDİ  
**Uyruğu** : Türkiye Cumhuriyeti  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Yenimahalle / 12.04.1995  
**Telefon** : 05442603183  
**e-mail** : firat.hakverdi.fh@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Ankara Anadolu Ticaret Meslek Lisesi, Altındağ, Ankara	2013
Üniversite	: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	2017
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya	-

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017-2018	Cumhuriyet Teknokent	Mekatronik Mühendisi
2018-2019	Yılmaz Tekin Mühendislik	Mekatronik Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

Mekatronik ve Robotik Sistemler  
 3D Tasarım ve Modelleme  
 Otomotiv Sistemleri  
 Akıllı Şehir Sistemleri

### YABANCI DİLLER

İngilizce

### YAYINLAR

Hakverdi, F., ve Uzun, Y., 2019, Engelsiz Akıllı Ulaşım Uygulaması, *Engelsiz Bilişim 2019*, 32.

Uzun, Y., ve Hakverdi, F., 2019, Akıllı Şehirlerde Şehir İçi Ulaşımına Yönelik Çalışmaların İncelenmesi, *The International Aluminium-Themed Engineering And Natural Sciences Conference*, Seydişehir, Konya

Uzun, Y., ve Hakverdi, F., 2019, Engelliler İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri, *The International Aluminium-Themed Engineering And Natural Sciences Conference*, Seydişehir, Konya

Hakverdi, F., Uzun, Y. 2019,. Engelliler İçin Akıllı Şehir İçi Ulaşım Uygulaması. Uluslararası Engelsiz Bilisim 2019 Kongresi, Maltepe, İstanbul