

**KATLI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEK
ZAMANLI ÜÇ BOYUTLU NAVİGASYON SİSTEMİ
UYGULAMASI**



BERNA YENİGÜN

**KATLI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEK ZAMANLI ÜÇ BOYUTLU
NAVİGASYON SİSTEMİ UYGULAMASI**

Berna YENİGÜN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Haziran 2019

Berna YENİGÜN tarafından hazırlanan “KATLI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEK ZAMANLI ÜÇ BOYUTLU NAVİGASYON SİSTEMİ UYGULAMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAŞ
Tez Danışmanı, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı



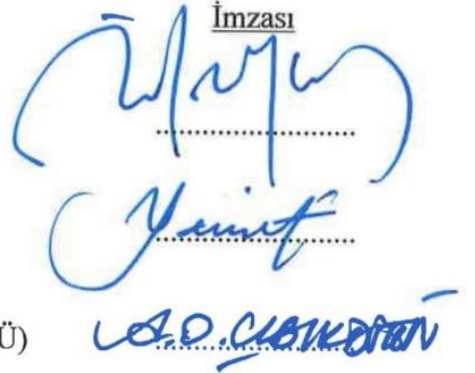
Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 12/06/2019

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan : Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAŞ (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yasin ORTAKCI (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÇIBIKDİKEN (NEÜ)

İmzası


...../...../2019

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.





“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Berna YENİGÜN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KATLI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEK ZAMANLI ÜÇ BOYUTLU NAVİGASYON SİSTEMİ UYGULAMASI

Berna YENİGÜN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAS

Haziran 2019, 79 sayfa

Günümüzde ekonomik gelişme ve nüfusun artmasıyla beraber trafikteki araç sayısı gün geçtikçe çoğalmaktadır. Bu artış ile beraber trafikte bazı sorunlar meydana gelmektedir. Otopark sorunu, trafikte meydana gelen bu sorunlardan önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Gelişen ekonomi ile birlikte büyük şehirlerde gittikçe yaygınlaşan alışveriş merkezleri, iş merkezleri, havaalanları, hastaneler vb. gibi yapılarda yer alan yetersiz sayıdaki otoparklar, sürücülerin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Ayrıca var olan otoparkların kullanışsızlığı da sürücülerin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu olumsuzlukların minimum düzeyde olması için sürücülere yol gösterecek bir kapalı ve katlı otopark sisteminin geliştirilmesi planlanmıştır. Bu çalışmadaki amaç araç kullanıcılarının kapalı otopark içindeki konumuna en uygun park yerine minimum sürede yönlendirilmesidir.

Planlanan bu projede aynı zamanda boş park alanı aranırken kaybedilen zamanın ve harcanan yakıt miktarının, araçların ortaya çıkardığı gürültü ve hava kirliliğinin ve sürücünün boş park alanı ararken meydana gelen stresin en aza inmesi beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler : Kablosuz sensor ağı, ultrasonik sensor, RFID, navigasyon, CBS.

Bilim Kodu : 924.1.026



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

REAL-TIME 3D NAVIGATION SYSTEM IMPLEMENTATION FOR MULTI STOREY CAR PARK

Berna YENİGÜN

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer Engineering

Thesis Advisor:

Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAŞ

June 2019, 79 pages

Today, the number of vehicles in traffic is increasing day by day due to economic development and population increase. With this increase some problems occur in traffic. The parking lot problem is a significant part of these problems in traffic. Shopping malls, business centers, airports, hospitals, etc. buildings in large cities have insufficient number of car parks and these car parks do not meet the drivers' expectations. In addition, the uselessness of the existing parking lots affects the drivers negatively. It is planned to develop an indoor and multi-storey car park system that will guide the drivers in order to minimize these problems. The aim of this study is to orient the vehicle users in the parking lot in minimum time in the most suitable parking position. The planned project is also expected to minimize the amount of time lost and the amount of fuel consumed, the air and noise pollution produced by the vehicles and the stress caused by the driver when searching for empty parking space.

Key Word : Wireless sensor network, ultrasonic sensor, RFID, navigation, GIS.
Science Code : 924.1.026



TEŞEKKÜR

Tez alışmamın yrtlmesi esnasında bilgi ve tecrbelerini benden esirgemeyen, bana her daim destek olan ve yol gösteren değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAŞ'a, sonsuz teőekkr ve saygılarımı sunarım.

alıştığım süre boyunca yardımını esirgemeyen değerli hocam Öğr. Gör. Emrullah DEMİRAL'a teőekkürlerimi sunarım.

Bu alışma, KB-BAP-16/1-YL-141 nolu proje kapsamında Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Karabük niversitesi'ne teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteklerini hep üzerimde hissettiğim aileme ve eşim Okan Yenigün'e, ayrıca motive kaynağım olan kızım Alisa Nil YENİGÜN'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. PROBLEMİN TANIMI.....	1
1.2. ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI.....	1
1.3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	2
1.4. METODOLOJİ.....	8
BÖLÜM 2	10
ÇALIŞMADA KULLANILAN TEKNOLOJİLER.....	10
2.1. NAVİGASYON SİSTEMLERİ	10
2.1.1. Navigasyon Sistemlerinin Temel Bileşenleri	11
2.1.2. CBS’de Ağ Analizleri.....	12
2.1.2.1. Ağdaki Yayılmanın Tahmin Edilmesi	14
2.1.2.2. İki Nokta Arasındaki En İyi Yolun Tespit Edilmesi.....	14
2.1.2.3. Merkezi Konumunun ya da Etki Alanının Tespit Edilmesi.....	18
2.1.2.4. En İyi Dağıtım Yollarının Belirlenmesi.....	20
2.2. ARDUINO MİKRODENETLEYİCİSİ	21
2.2.1. Arduino UNO Geliştirme Kartı	23
2.2.2. ESP8266 Wifi Modülü	25

	<u>Sayfa</u>
2.3. KAPALI MEKANLARDA KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ	26
2.3.1. RFID Sistemleri	28
2.3.1.1. RFID Modülü RC522	29
2.4. SENSÖRLER	30
2.4.1. Sensör Çeşitleri	30
2.4.1.1. Giriş Büyüklüklerine Göre Sensörler	30
2.4.1.2. Çıkış Büyüklüklerine Göre Sensörler	31
2.4.1.3. Beslenme İhtiyaçlarına Göre Sensörler	31
2.4.2. HC-SR04 Ultrasonik Sensör	32
BÖLÜM 3	34
UYGULAMA: COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YAKLAŞIMIYLA TASARLANMIŞ KAPALI OTOYOL KURULUMLARINA YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN NAVİGASYON UYGULAMASI	34
3.1. SUNUCUNUN, DEVRELERİN KURULMASI VE BU DEVRELERİN PROGRAMLANMASI	36
3.1.1. Sunucunun Kurulumu ve Gerekli Yazılımlar	37
3.1.2. Kablosuz Sensör Devresinin Arduino ile Kurulumu	39
3.1.3. Kablosuz RFID Devresinin Arduino ile Kurulumu	44
3.1.4. SQL ve Access Veritabanları Bağlantısı	48
3.2. 3B BİNA, 3B TOPOLOJİK YOL AĞI MODELLERİNİN VE KONUMSAL VERİTABANININ OTOMATİK ÜRETİLMESİ	52
3.2.1. Otoparkın 3B Bina ve Ağ Modelinin Üretimi	55
3.2.2. Konumsal Veritabanı Üretimi	56
3.2.3. En Kısa Yolların Hesaplanıp Kaydedilmesi	58
3.2.3.1. Dijkstra Algoritması	60
3.3. YÖNLENDİRME MODÜLÜ	66
BÖLÜM 4	72
SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	76
ÖZGEÇMİŞ	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Otopark uygulamasının bileşenleri	3
Şekil 1.2. Sistemin ağ topolojisi.....	4
Şekil 1.3. Sistemin prototipi.....	5
Şekil 1.4. Sistemin blok diyagramı.	6
Şekil 1.5. Sistemin yönlendirme arayüzü.....	7
Şekil 2.1. En yakın mesafeye bağlı olarak karar vermek.	13
Şekil 2.2. Çıkış ve hedef noktası arasındaki en kısa mesafe.....	15
Şekil 2.3. Belirli bir sokağın ulaşımına açık yada kapalı oluşuna bağlı olarak optimum yol analizi.....	15
Şekil 2.4. GPS (Küresel Konumlama Sistemleri).	16
Şekil 2.5. Web aracılığıyla gerçekleştirilen yol analizleri.	17
Şekil 2.6. Yakınlık Analizi ile olay yerine en yakın olan hastanenin belirlenmesi.	18
Şekil 2.7. Etki alanlarının belirlenmesi.	19
Şekil 2.8. Verilen bölgeler için kentteki itfaiye birimi kurulacak merkezlerin belirlenmesi.	20
Şekil 2.9. En kısa dağıtım yollarının belirlenmesi.	21
Şekil 2.10. Arduino IDE.	22
Şekil 2.11. Arduino UNO	23
Şekil 2.12. ESP8266 Wifi modülü ve pin dağılımı	25
Şekil 2.13. RFID sistemi.	28
Şekil 2.14. RFID modülü RC522.....	29
Şekil 2.15. HC-SR04 ultrasonik sensörün çalışma prensibi.	32
Şekil 2.16. HC-SR04 ultrasonik sensörün pinleri	33
Şekil 3.1. Sistemin mimarisi	34
Şekil 3.2. Hedeflenen sistemin yapısı.	35
Şekil 3.3. Sistemin akış diyagramı.....	36
Şekil 3.4. IIS yapılandırma.	38
Şekil 3.5. Visual studio ortamında geliştirilen yazılım.	39
Şekil 3.6. Ultrasonik sensör devre tasarımı.....	40
Şekil 3.7. Ultrasonik sensör devresi.....	41

Sayfa

Şekil 3.8. Sensör devresinin sunucuya “1” verisi göndermesi	43
Şekil 3.9. Sensörden gelen “1” verisinin, veritabanına kaydedilmesi.....	43
Şekil 3.10. Sensör devresinin sunucuya “0” verisi göndermesi	44
Şekil 3.11. Sensörden gelen “0” verisinin, veritabanına kaydedilmesi.....	44
Şekil 3.12. RFID devresinin sunucuya düğüm adı ve etiket numarası göndermesi... 46	
Şekil 3.13. Sensörden gelen düğüm adı ve RFID etiket bilgisinin veritabanına kaydedilmesi.	46
Şekil 3.14. Kablosuz RFID etiket okuma devre tasarımı	47
Şekil 3.15. Kablosuz RFID etiket okuma devresi	48
Şekil 3.16. SQL’deki tabloların MS Access ile bağlantısı	49
Şekil 3.17. Dış veri kaynağı oluşturma	50
Şekil 3.18. Dış veri kaynağı oluşturma-2.....	51
Şekil 3.19. Dış veri kaynağı oluşturma-3.....	51
Şekil 3.20. Dış veri kaynağı oluşturma-4.....	52
Şekil 3.21. MUSCLE model’in aşamaları	53
Şekil 3.22. Hatalı doğruların çapraz tarama yöntemi ile düzeltilmesi	54
Şekil 3.23. 3B modelleme ve veri üretim sihirbazı	55
Şekil 3.24. Otoparkın ağ modeli	56
Şekil 3.25. Otopark modelinin konumsal veri tabanı içinde oluşturulan Point ve Lines tabloları.....	57
Şekil 3.26. Otopark modelinin konumsal veri tabanı içinde oluşturulan Arcs ve Nodes tabloları	57
Şekil 3.27. 30 no’lu düğüm noktasının en az sayıda dallanmış olan ağacın konumsal veri tabanındaki durumu	59
Şekil 3.28. 21 no’lu düğümden 30 no’lu düğüme giden en kısa yol.....	59
Şekil 3.29. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 1. adım [29].	60
Şekil 3.30. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 2. adım	61
Şekil 3.31. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 3. adım	61
Şekil 3.32. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 4. adım	62
Şekil 3.33. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 5. adım	62

Şekil 3.34. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 6. adım.....	63
Şekil 3.35. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 7. adım.....	63
Şekil 3.36. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 8. adım.....	64
Şekil 3.37. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 9. adım.....	65
Şekil 3.38. D düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 10. adım.....	65
Şekil 3.39. B düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 11. adım.....	66
Şekil 3.40. Nodes tablosu.....	68
Şekil 3.41. Uygun park alanının seçilmesi.....	69
Şekil 3.42. Aracın izleyeceği ilk talimat.....	69
Şekil 3.43. Araç ilerlerken gösterilecek talimatlar ve veritabanındaki durumu.....	70
Şekil 3.44. Aracın izleyeceği 2. talimat.....	70
Şekil 3.45. Aracın izleyeceği 3. talimat.....	71
Şekil 3.46. Aracın izleyeceği 4. talimat.....	71
Şekil 4.1. Kurulan maket otopark-1.....	73
Şekil 4.2. Kurulan maket otopark-2.....	73
Şekil 4.3. Kurulan maket otopark-3.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Kapalı alanlarda konum belirleme teknolojileri. 27



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

3B CBS : Üç Boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemleri

ZCU : Zone Control Unit (Bölge Kontrol Ünitesi)

LAN : Local Area Network (Yerel Alan Ağları)

SMS : Short Message Service (Kısa Mesaj Servisi)

PIC : Peripheral Interface Controller (Çevresel Arabirim Kontrol Cihazı)

GSM : Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim için Küresel Sistem)

RSS : Real Simple Syndication (Gerçekten Basit Dağıtım)

UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Evrensel Asenkron Alıcı)

RFID : Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanımlama)

WLAN : Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağları)

CCU : Central Control Unit (Merkezi Kontrol Birimi)

GPS : Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

IDE : Integrated Development Environment (Tümleşik Geliştirme Ortamı)

NFC : Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

TUIK : Türkiye İstatistik Kurumu

WLAN : Wireless Local Area Network

ASP : Active Server Page

IP : Internet Protocol

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. PROBLEMİN TANIMI

Bu çalışmada, sürücülerin otopark içerisindeki anlık konumuna en yakın ve en uygun boş park alanına yönlendirilmesine yardımcı olacak bir sistemin oluşturulmasına başlangıç olabilecek bir uygulama düşünülmüştür. Günümüzde otoparklardaki en önemli sorunun fazla yakıt tüketmeden boş park yerine minimum sürede ulaşılmasında ortaya çıkan zorlukların olduğu düşünülürse, yapılan bu çalışmanın bu türden karşılaşılabilecek problemlerin çözülmesine katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

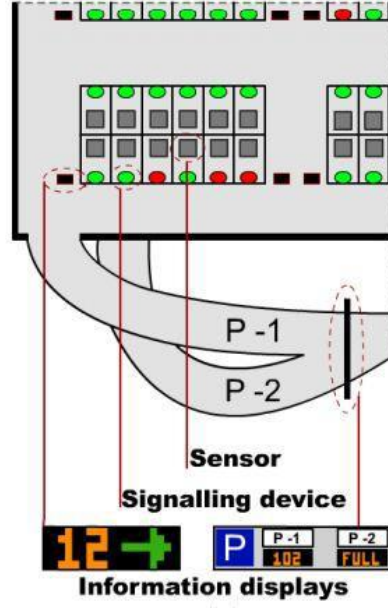
1.2. ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI

Günümüzde nüfusun artışı ve ekonominin gelişmesiyle beraber trafiğe çıkan araçların sayısı her geçen gün artmaktadır. 2019 TÜİK verilerinde gösterildiği üzere, Mart ayının sonundan itibaren trafiğe kayıtlı olan toplam araç sayısı 22 milyon 972 bin 522 adet olmakta ve bu araçların %54,2'i otomobilden oluşmaktadır. Bu araçların trafikte olması ve uzun süreli park alanlarında kalması beraberinde büyük problemleri getirmektedir. Bu problemlerin nedeni, mevcut park alanlarının araç kullanıcıları için yetersiz, aynı zamanda kullanışsız olması, bununla birlikte sürücülerin de araçlarını hatalı bir şekilde parketmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sebeplerle otoparkların iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar gün geçtikçe artış göstermekte ve güncel teknolojiler kullanılarak en uygun parklanma stratejisi çalışmaları yapılmaktadır. Otopark sorununa bir nebze de olsun çözüm olabilmesi adına artık yeni inşa edilecek büyük yapılar kapalı otoparka sahip olacak şekilde yapılmaktadır. Bu çalışmadaki amaç, sürücülerin boş park alanı bulmak için tükettikleri yakıt miktarını ve bu süre zarfında harcanan zamanı en aza indirmektir.

Araçların sebep olduğu gürültü ve hava kirliliği, az yakıt tüketimiyle beraber azalacaktır. Ayrıca bu çalışma ile beraber, araç kullanıcılarının boş park alanı ararken meydana gelen uzun araç kuyrukları azalacaktır. Sürücünün park alanı ararken yaşadığı stresin, bu sistem ile azalması ve sürücülerin otoparkı kullanma oranda artış olması beklenmektedir. Bunun sonucunda yaşam kalitesinde de artış yaşanacaktır. Bu çalışmanın ilerletilmesi ile otoparktaki araç yoğunluğunun en az ve en fazla olan gün ve saatler, tespit edilebilecek, o otoparka uygun bir parketme stratejisi geliştirilebilecektir. Toplumumuzda varolan en önemli sorunlardan biri güvenlik açıkları ise, bu çalışma ile beraber otoparka girip çıkan tüm araçların ve sürücülerinin bilgileri bir veritabanında saklanmış olacak ve güvenliği tehdit edebilecek tüm sürücü ve araçlar belirlenebilecektir.

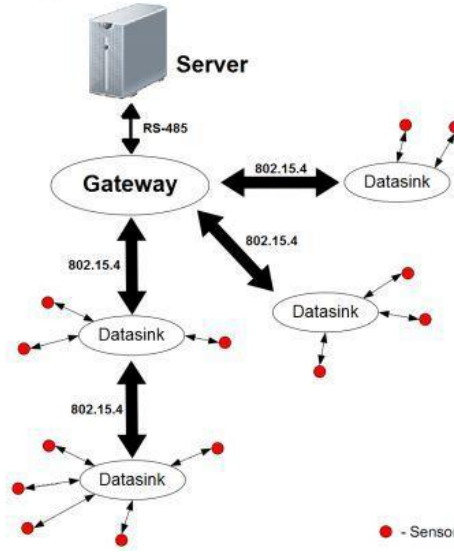
1.3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kapalı otoparklarda araçları uygun park yerine yönlendirme sistemleri gelişmekte olan çoğu ülkede, değişik şekillerde uygulanan ve her geçen gün geliştirilen bir teknolojidir. Kapalı alanlarda araçların konumunu belirlemede yaşanabilecek sıkıntılardan dolayı bu tür uygulamaların çalıştırılması açık alanlarda yapılacak olan konum belirleme uygulamalarına göre çok daha zordur. Fakat teknolojinin de ilerlemesiyle birlikte kapalı alanlarda araçların konum tespitini yapma çalışmaları artış göstermektedir. Geçmişten günümüze kadar yapılan araç konumu tespiti ve aracın yönlendirilmesi uygulamalarını ele alırsak, bunun farklı biçimlerde gerçekleştirildiği görülmektedir. Örneğin Silva, 2011 yılında, otoparktaki boş ve dolu alanlar hakkında araç kullanıcılarına görsel bilgi vererek, sürücünün uygun olan park yerine karar vermesine olanak sağlayan bir sistem geliştirmiştir (Şekil 1.1). Sürücü otoparka giriş yapmadan önce ekrandaki otopark doluluk bilgisine bakarak gideceği koridoru seçmektedir. Araç kullanıcılarının otoparka girmesiyle beraber ekrandaki doluluk bilgisi güncellenmektedir. Otopark içerisine kablosuz sensor ağı kurulmuş ve park alanlarının boş ya da dolu olduğu bilgisi her park alanına kurulan manyetik sensörleri tarafından sağlanmıştır. Edinilen bu doluluk bilgisi önce sunucuya iletilir daha sonra bilgi işlenerek otopark içerisindeki ekranlara gönderilmektedir [1].



Şekil 1.1. Otopark uygulamasının bileşenleri [1].

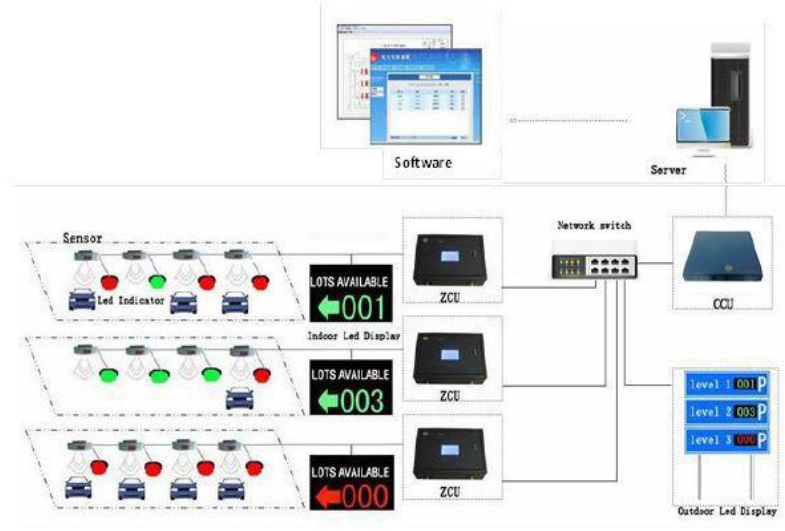
Silva'nın tasarladığı bu sistem data sink (veri alıcısı)/gateway (ağ geçiti), signaling devices (işaret cihazı) ve sensörlerden oluşmaktadır. Otoparktaki park alanlarının tavanlarında bulunan led göstergeler signaling devices adını almaktadır. Bu göstergeler yeşil veya kırmızı ışık vererek sürücüye park alanının durum bilgisini göstermektedir. Bu durum bilgisi manyetik sensörler kurularak sağlanmaktadır. Kısa mesafelerde iletişim için kullanılan RS-232 sayesinde, data sinkler ve göstergeler arasında haberleşme sağlanmaktadır. Uzun mesafelerde kullanılan RS-485 ile de sunucu ve gateway haberleşmesi sağlanmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Sistemin ağ topolojisi.

Kianpishah 2012’de, sürücülerin boş park alanına en kısa sürede ulaşmalarını sağlayacak, SPS olarak adlandırılan bir park etme sistemi geliştirmiştir. Bu sistemi park alanının doluluk durum bilgisini vermesinin yanı sıra hatalı yapılan parkları da tespit edebilmektedir. Geliştirilen bu sistem 4 kata sahip bir otopark için planlanmıştır ve otoparkın her katında 100 park edilecek alan ve 5 koridor vardır. Otopark girişinde bulunan ekranlar sayesinde sürücü uygun park alanlarının hangi katta bulunduğu bilgisine ulaşabilmektedir. Araç kullanıcısı o kata ulaştığı zaman koridor başlarında konumlandırılmış boş park alanı sayısını ve o park alanın bulunduğu koridorun yönünü ok işaretleri ile gösteren iç işaretleri kontrol etmektedir. Otoparktaki tüm park alanlarının tavanında sarı, yeşil, mavi ve kırmızı renk led aydınlatmalar bulunmaktadır. Boş park alanlarını yeşil, dolu park alanlarını kırmızı, engelliler için ayrılmış park alanlarını mavi, sürücüler için reserve edilmiş alanları ise sarı renkte görünmektedir. Geliştirilen bu sistemde ultrasonik mesafe sensörleri, dışta ve içte yer alan ekran panoları, led ekranlar, alan kontrol birimi (Zone Control Unit), telefon kablosu, ağ anahtarı, merkezi kontrol birimi (Central Control Unit) ve yönetim yazılımı kullanılmaktadır (Şekil 1.3). Park alanının doluluk bilgisi ultrasonik sensor tarafından telefon kablosu kullanılarak ZCU’ya iletmekte, ZCU da bu bilgiyi CCU’ya CAT5 kablosu ile göndermektedir. CCU gelen bilgiyi işleyerek gerekli komutları led göstericilere ve ZCU’ya yollamaktadır. ZCU, RS-485 portu aracılığıyla

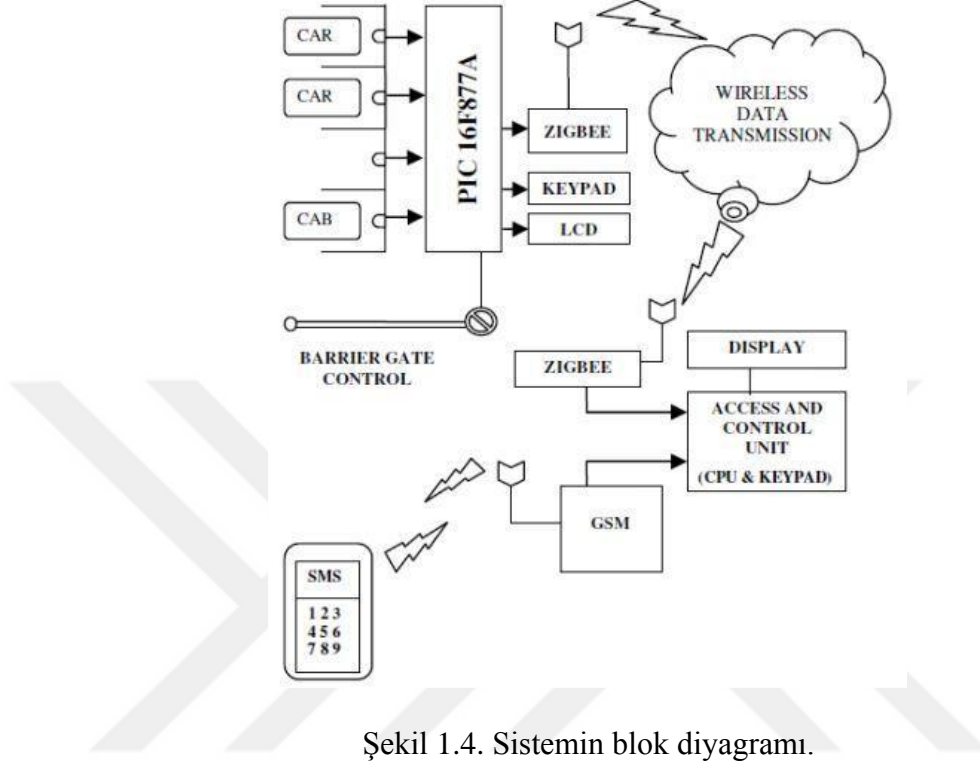
ultrasonik sensörlere ve iç göstergelere bağlanmaktadır. ZCU, CCU ile haberleşmesini, LAN bağlantıları ve ağ anahtarlarıyla sağlamaktadır [2].



Şekil 1.3. Sistemin prototipi.

2012 yılında Sayeeraman, sürücülerin araçlarını park etmesini ve araçları için rezervasyon yapılmasını sağlayacak bir sistemi kablosuz teknolojileri baz alarak geliştirmeye çalışmıştır. Sistem 3 adet modülden oluşmaktadır. Bunlar PIC mikrodenetleyicinin olduğu boş park alanlarını Zigbee ve kızılötesi sensor teknolojileri ile takip etme modülü, GSM modem iletişim servisinden faydalanan park alanının reserve edilmesi modülü ve güvenlik kuralları barındıran güvenlik modülünden oluşmaktadır. Bu sistemde araç sahibi SMS yoluyla park alanlarını rezerve edebilir. Koordinat sistemine SMS ulaştıktan sonra boş park alanlarını kontrol eder ve eğer varsa araç sahibine içerisinde park alanına giriş şifresi olan bir ileti gönderir. Araç sahibi otoparka geldiğinde şifreyi hatasız girdiği zaman bariyer açılmakta ve sürücü giriş yapabilmektedir. Bu sistemdeki kızılötesi sensörlerin algıladığı alanın boyutu 24x7'dir. Park alanına araç girdiği zaman sensor bu aracı algılar ve bu bilgiyi mikrodenetleyiciye gönderir. Mikrodenetleyici de Zigbee düğümüne bu gelen bilgiyi iletmektedir. Bu iletişim UART teknolojisi ile gerçekleşmektedir. Sırasıyla Zigbee düğümü durum bilgilerini park yerinin girişindeki bir koordinat sistemiyle etkileşime giren son Zigbee düğümüne iletir ve veritabanında park yerinin bilgisi güncellenir [3]. Bu sistemde sürücünün

rezervasyon yapabileceği sürücü arayüzü vardır ve sürücü arayüzü ASP. NET kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Sistemin blok diyagramı.

2013'te Godor, araç kullanıcısının otoparka giriş yaptığında akıllı telefon aracılığıyla sürücünün en uygun alana gitmesine yardımcı olacak bir sistem gerçekleştirmiştir. Sürücü otopark girişinde mobil cihazını kullanarak park edeceği alanı seçmektedir. Bu seçimler sürücünün konumuna en yakın boş park yeri, en sevdiği mağazanın en yakınındaki park yeri veya aile otoparkından oluşmaktadır. Sürücü seçimini yaptıktan sonra uygun olan park alanının bulunduğu koordinatlar ve bu koordinatlara ulaşım yolunun bir haritası sürücünün mobil cihazına gönderilmektedir. Sürücü kendisine ulaşan haritadaki güzergahı izleyerek park edeceği alana ulaşmaktadır. Ayrıca sürücünün konumu sürekli güncellenmekte ve güncellenen konumuna uygun yeni güzergahlar tekrar belirlenerek sürücünün uygun park alına ulaşması sağlanmaktadır (Şekil 1.5) [4].



Şekil 1.5. Sistemin yönlendirme arayüzü.

Bu sistemde, park alanlarının boş mu dolu mu olduğunu ultrasonik sensörler belirlemektedir. Bu çalışma Client Devices, Communication Infrastructure, Central Server ve Wi-Fi Access Points (AP)'lerden oluşmaktadır. Araç kullanıcısının anlık konumunu belirlemek için sinyal parmak izine dayanan algoritmalarından faydalanılmaktadır. Elde edilen parmak izlerinin toplandığı veritabanını ve uygun park yerine ulaşmak için oluşturulan haritayı Central Servis göstermektedir. Hem sürücülerin hem de yayaların parmak izleri bu veritabanlarında toplanmaktadır. Bu parmak izlerinin hangilerinin kullanımının gerekli olduğunu saptamak amacıyla bir algoritma belirlenmiştir. Eğer kullanıcı bina içinden geliyorsa yayaların olduğu parmak izi veritabanını (yayanın yanında taşıdığı bir cihaz aracılığıyla parmak izleri kaydedilmektedir) eğer kullanıcı araçların giriş yaptığı yerden geliyorsa araç bilgilerinin depolandığı veritabanını kullanmaktadır.

Sistemde aracın konumunu algılamak için 3 anahtar (Switch), 10 Access Point ve bir merkezi sunucudan (Central Server) oluşan wifi altyapısı kurulmuştur. Otopark içinde hareket halinde olan mobil cihazların wifi sinyallerinin güç durum bilgisini toplayan sunucu, takip edilecek olan hareketli düğüm noktalarını hesaplayarak hareket halindeki aygıtın hesaplanan o andaki konum bilgilerini Wi-Fi altyapısı

kullanarak geri gönderir. Wifi AP'lerin başlıca görevleri, konum belirleme algoritmasının ihtiyaç duyacağı verileri (örneğin istemci aygıtların RSS verileri) toplamak; elde edilen verileri merkezi sunucuya göndermek, istemci cihazları arka planın altyapısına bağlayıp hesaplanan konum tahminini istemci cihazlara geri iletmektir.

Konum belirlemek için kullanılan adımlar ise şu şekildedir: Her Access Point'in RSS bilgileri toplanıp ölçüm yapılarak ilgili yerin parmak izlerinde oluşan veritabanı hazırlanmış ve AP'ler aralarında 4m mesafe bulunacak şekilde yerleştirilmiştir. AP'ler tarafından gönderilen sinyaller Visiting Device aracılığıyla ölçülmekte ve elde edilen değerler sunucuya geri iletilmektedir. Sunucu ise veritabanındaki parmak izi verilerini gözönünde bulundurarak aracın ya da yayanın konumunu hesaplayıp, elde edilen sonucu Visiting Device'ya iletmektedir.

1.4. METODOLOJİ

Kapalı otoparklarda araçları uygun park alanlarına yönlendirilmesini sağlayacak proje kapsamında planlanan bu çalışmada otopark içerisindeki boş ve dolu park yerleri ultrasonik sensörler ile tespit edilecek ve hareket halindeki aracın otopark içinde konumu belirlenip bu araca yakın boş park yeri bulunacak ve bu alanlara sürücüler göstergeler aracılığıyla yönlendirilecektir.

Aracın otopark içerisindeki konumunun belirlenmesi için RFID teknolojileri kullanılmıştır. Bunun için öncelikle söz konusu otoparkın ağ modeli, network analizi ile üretilmiştir.

Sürücüleri en uygun park yerine yönlendirmeyi amaçlayan sistemin uygulanması aşamasında aşağıda belirtilen adımlar takip edilmiştir.

1. Sistem için tasarlanıp kurulan maket otoparkın, üç boyutlu otopark, üç boyutlu topolojik yol ağı şekillerinin ve üç boyutlu mekansal veritabanının oluşturulması

2. Gerekli yazılımlar oluşturularak yönlendirme adımlarının geliştirilmesi
3. Boş park alanlarının tespiti için sensor devresinin ve RFID tabanlı konum belirleme sisteminin tasarlanıp otoparkta belirlenen düğüm noktalarına yerleştirilmesi
4. Tasarlanan yazılımlar ile en kısa yol algoritmalarının oluşturulması
5. Sürücüyü en uygun boş park alanına gitmesine yardımcı olacak gerekli yönergelerin üretilmesi
6. Sunucu- istemci mimarisinin oluşturulması ve iletişim için gerekli altyapının kurulması
7. Altyapı için gerekli yazılımların oluşturulması
8. Oluşturulan maket otopark içinde araç yönlendirmelerinin değişik senaryolar altında denenip elde edilen sonuçların durumuna bakılarak optimize edilmesi
9. Tüm denemelerden ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi.

BÖLÜM 2

ÇALIŞMADA KULLANILAN TEKNOLOJİLER

2.1. NAVİGASYON SİSTEMLERİ

Navigasyon, gidilmesi hedeflenen konuma en kısa mesafeyi, kullanıcıya görsel bir harita ile gösteren, aynı zamanda sesli komutlarla kullanıcıya yardımcı olan sistemlerdir. Kısaca kullanıcıyı bir noktadan başka bir noktaya, en uygun yoldan ulaştıran sistemlerdir [5].

Navigasyon sistemleri artık günlük yaşantımızda vazgeçemediğimiz bir teknoloji olmaktadır. Navigasyonlar, güzergah belirlemede ve yön bulmada sıkça kullanılan sistemlerdir. Araçlarda sıklıkla bulunan navigasyonlar, sürücülerin bilmedikleri yollarda gidilmesi gereken güzergahların desteklenmesini amaçlar. Burada bahsedilen yollar, yol ağlarıdır [6].

Navigasyon uygulamaları birtakım gereksinimlere sahiptir. Bunlar;

- Aracın bir başlangıç noktasının olması
- Aracın o andaki konumu
- Aracın ilerleme yönü
- Aracın varacağı nokta
- Gidilecek rotanın hesaplanması
- Uygulama esnasında kullanılan yöntemlerdir [7].

2.1.1. Navigasyon Sistemlerinin Temel Bileşenleri

Bir navigasyon sistemi dört temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar konum belirleme sistemi, konumsal network analizi modülü, yönerge modülü, graf yapısında, sorunsuz bir topoloji ile tanımlanmış yol ağı şebekesidir.

Kullanıcının doğru bir şekilde hedef noktaya yönlendirilebilmesi için konumunun bilinmesi gerekmektedir. Bu da konum belirleme sistemi ile mümkün olmaktadır. Günümüzde kapalı olmayan alanlarda kullanıcının konumu GPS (Küresel Konumlama Sistemi) ile tespit edilmektedir. Kapalı alanlarda GPS doğrudan kullanılmamaktadır. Bu nedenle kapalı alanlarda daha farklı konum belirleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler Bölüm 2.3'te anlatılmaktadır.

Konumsal network analizi modülü, çizgiye dayalı objelerin bağlanma şekliyle bir sonuç elde etmeyi sağlayan mekan analizlerini kapsamaktadır. Bu analizlerin oluşturulması için çizgi-düğüm topolojisinin önceden elde edilmesi gerekmektedir [8].

Elektrik, yol vb. çizgisel yapıda oldukları için ağ oluşturmaktadırlar. Ağ analizleri üç farklı şekilde uygulanmaktadır. Bunlar adres belirleme, en kısa güzergah tespiti ve kaynak tahsisidir. Belirlenen bölge sınırlarında bir düğüm noktasından diğer düğüm noktalarına olan uzaklıkların hangisi en uygun ise o yolu esas alarak güzergahın oluşturulması, en kısa güzergah tespiti diye adlandırılmaktadır. Harita önce sayısallaştırılmakta daha sonra bu harita üzerinde çizgi-düğüm ağ modeli üretilmektedir. Üretilen bu topoloji sayesinde her düğümün ve düğümlerin birleşiminden oluşan çizgilerin verileri tespit edilmiş olmaktadır. Böylelikle haritada belirlenen herhangi bir noktanın bulunması kolaylaşmaktadır. Adres belirleme, ağ üzerindeki herhangi bir noktanın tespit edilmesidir. Ağ üzerindeki birtakım merkezlerin bazı adreslere en uygunluğu belirlenerek çeşitli maksatlarla tahsis edilmesi, kaynak tahsisi diye adlandırılmaktadır [9].

Yönerge modülü, yönlendirme talimatlarını üreten ve bu talimatları kullanıcıya adım adım, sesli ve görüntülü olarak sunan bileşendir.

Navigasyon sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olan ağ analizi çalışmalarının etkin olarak işleyebilmesi için graf modelinin üzerinde öncelikle yol ağı ve üç boyutlu bina modellerinin üretilmesi ve bu modellerin sorunsuz bir topolojiye sahip olması gerekmektedir [10].

Navigasyon işlemi esasen bir Konumsal Ağ Analizi (Spatial Network Analysis) uygulamasıdır. Konumsal Ağ Analizleri ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) disiplininin ilgi alanına girmektedir.

2.1.2. CBS’de Ağ Analizleri

Karayolu, boru hatları, nehirler, veri hatları, demiryolu, elektrik ve telefon gibi birbirleri ile bağlantısını çizgi özellikleriyle sağlayan sistemlere ağ denilmektedir. Bunun gibi yapılar bir noktadan başka bir noktaya ulaşabilme özelliğine sahiptir. Örneğin insanların bir noktadan diğer bir noktaya ulaşması, bilgi iletişimi, servis hizmetlerinin taşınması, enerjilerin ve kaynakların taşınması bu ağ yapılarının kapsamındadır.

Bir noktadan diğer bir noktaya gerçekleşen iletim ağ analizleri içerisinde gerçekleşmektedir. Şebeke yapısında olan, birbirleri ile birleşen coğrafi objelerin şekillerinden bir sonuç elde edilmesini sağlayan konum analizlerine ağ analizleri denilmektedir. Ağ analizleri, şebeke yapısına sahip, birbiriyle birleşen coğrafi varlıkların bağlantı şekillerinden, karar vermeye yönelik sonuç çıkarmaya yarayan konum analizleridir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. En yakın mesafeye bağlı olarak karar vermek.

Bu tür ağlara örnek olarak şehrin sokaklarını, su tahliye borularının yapısını ya da enerji iletim hatları verilebilmektedir. Bunun gibi sistemler için en uygun kararların verilebilmesi adına gerçekleştirilen analizlere CBS’de ağ analizleri denmektedir. Ayrıca polis, ambulans ve itfaiye araçlarının hedef noktaya en erken zamanda varması, herhangi bir arıza sırasında hangi binaların elektrik şebekelerinin kontrol edileceği gibi durumlar da ağ analizler içerisinde yer almaktadır. Ağ analizleri gelişmiş ülkelerde bir çok alanda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Örneğin güvenlik uygulamalarında, deprem sonrasında planlanmasında, adres tespit etmede, yatırım analizlerinin gerçekleşmesinde ağ analizlerinden faydalanılmaktadır.

Ağ analizi CBS’de dörde ayrılmaktadır:

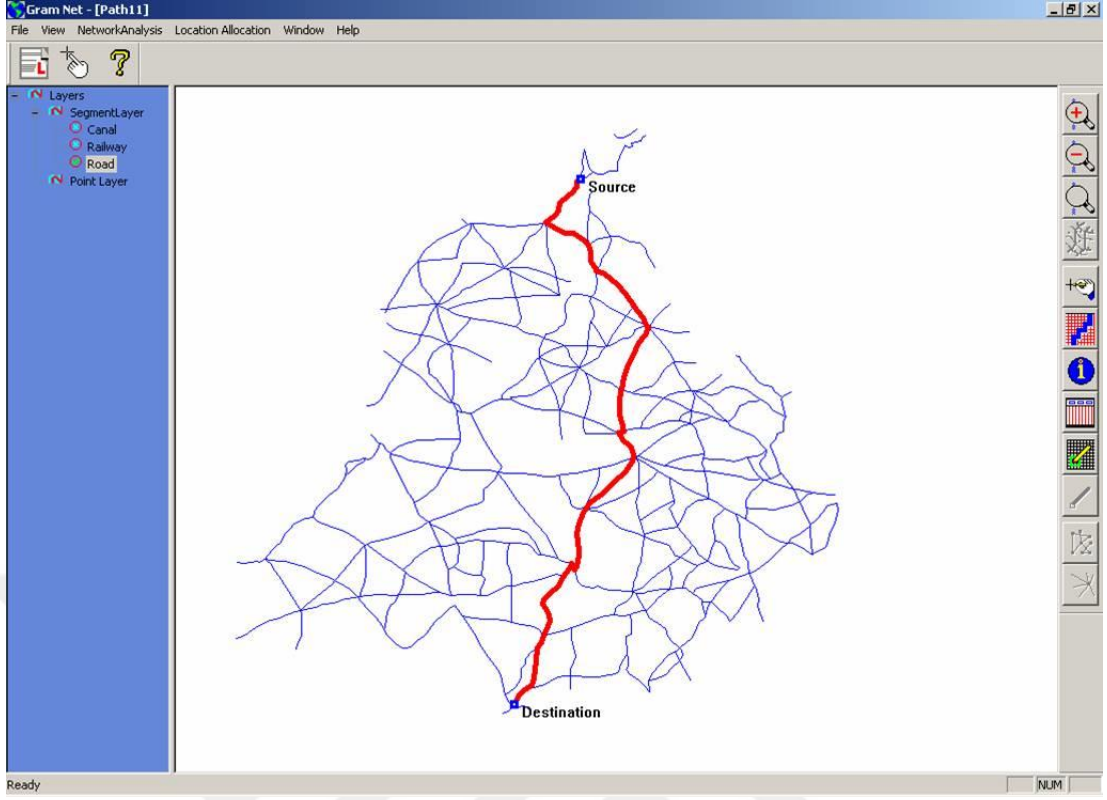
- Ağdaki yayılmanın tahmin edilmesi
- İki nokta arasındaki en iyi yolun tespit edilmesi
- Merkezi konumun ya da etki alanının tespit edilmesi
- En iyi dağıtım yollarının belirlenmesi [11].

2.1.2.1. Ağdaki Yayılmanın Tahmin Edilmesi

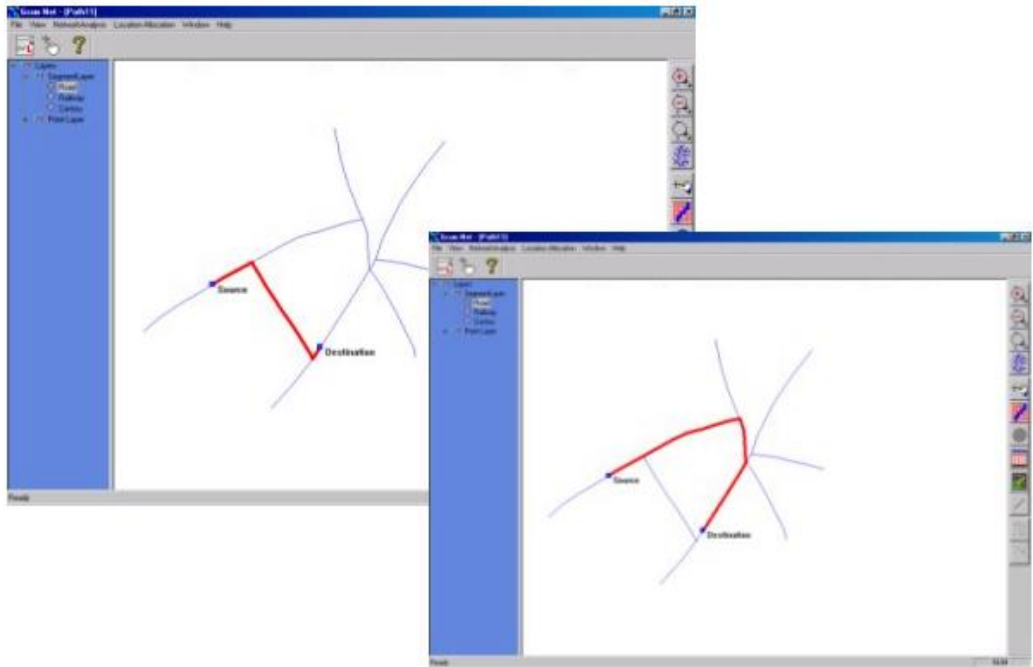
Ağ analizi, bir ağ üzerinde oluşabilecek durumların önceden tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, yılın belli zamanlarında olan yağış artışları yüzünden nehirlerde fazladan bir su akışı olmaktadır. Bu gibi olaylarda fazla olan su miktarının nerelere varacağı ve bu yerlere ne kadar miktarda etki edeceğinin tahmininde ağ analizlerinden faydalanılmaktadır. Yapılan bu doğru tahminler, olağanüstü durumlarda önceden önlemler alınmasına katkı sağlamaktadır. Trafikte meydana gelen uzun araç kuyruklarının hangi kavşaklara erişeceği ve ne kadar sürede hangi yolların etkileneceği de ağ analizleri kapsamındadır. Bu analizler, graf yapısındaki verilerin minimum sayıdaki dallanmış olan ağaçların tespit edilmesi ile gerçekleştirilmektedir [11].

2.1.2.2. İki Nokta Arasındaki En İyi Yolun Tespit Edilmesi

CBS’de birden fazla bağlantıya sahip olan iki nokta arasındaki en uygun bağlantının hangisi olduğunun tespit edilmesi için uygulanan işlemler, en uygun güzergah belirleme adımı almaktadır. Buradaki en uygun ifadesi iki noktanın birbirlerine olan en kısa uzaklığı (Şekil 2.2) ya da belli özelliklere sahip olan diğer kriterler olabilmektedir. Örneğin hasta taşıyan bir ambulansın hastaneye ulaşmak için gideceği en uygun güzergah, hastayı aldığı konumdan hastanenin konumu arasındaki yol, diğer yollara oranla daha uzun olmasına rağmen trafik yoğunluğu daha az olan yol olabilmektedir. Uygulanacak ağ analizleri, ağ yapısının özelliğine göre farklılık göstermektedir. Örneğin bazı sokaklardaki yollar geçici bir süre ile kapatılmış ise burada uygulanacak ağ analizi fonksiyonlarında bu durum göz önünde bulundurulmakta ve alternatif güzergahlar oluşturulmaktadır (Şekil 2.3) [11].



Şekil 2.2. Çıkış ve hedef noktası arasındaki en kısa mesafe.

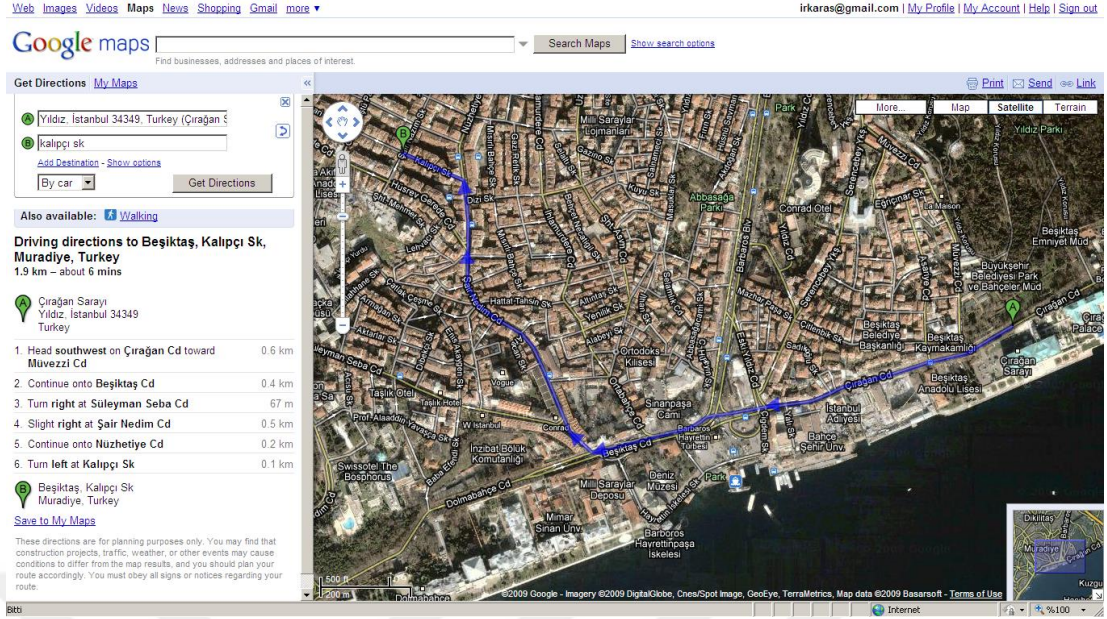


Şekil 2.3. Belirli bir sokağın ulaşımına açık yada kapalı oluşuna bağlı olarak optimum yol analizi.

Günlük yaşantıda yaygın bir şekilde kullanılan GPS (Küresel Konumlama Sistemleri) (şekil 2.4) ile çalışan yönlendirme cihazları ve web aracılığıyla gerçekleştirilen yol analizleri (mapquest, google maps) (şekil 2.5) bu türden analizlerdir.

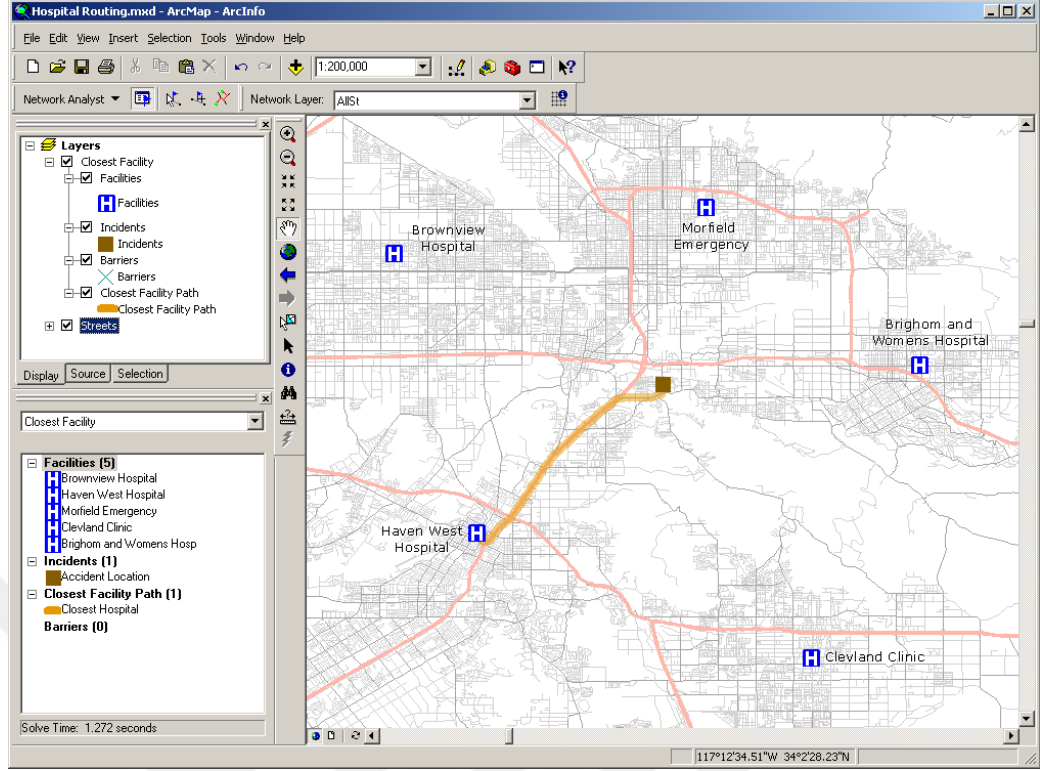


şekil 2.4. GPS (Küresel Konumlama Sistemleri).



Şekil 2.5. Web aracılığıyla gerçekleştirilen yol analizleri.

Yakınlık Analizi (Find Closest Facility) en uygun yolun belirlenmesi için kullanılan başka bir uygulamadır. Yakınlık analizi, coğrafi bir noktanın diğer noktalar ile arasındaki yolların tespit edilmesi ve bu yollar içinde en kısa yolun seçilmesi ile yapılmaktadır. Örneğin yakınlık analizi, acil bir durumda çevre hastanelerden hareket edecek ambulanslardan hangisinin en kısa sürede olay yerine varabileceğinin tespit edilmesinde kullanılabilir (Şekil 2.6). Bu durumun yakınlık analizi yapılırken ilk önce olay yerinin çevredeki tüm hastanelere olan mesafeleri belirlenmekte daha sonra kullanıcıya belirlenen yollardan en kısa olan yol sunulmaktadır [11].



Şekil 2.6. Yakınlık Analizi ile olay yerine en yakın olan hastanenin belirlenmesi.

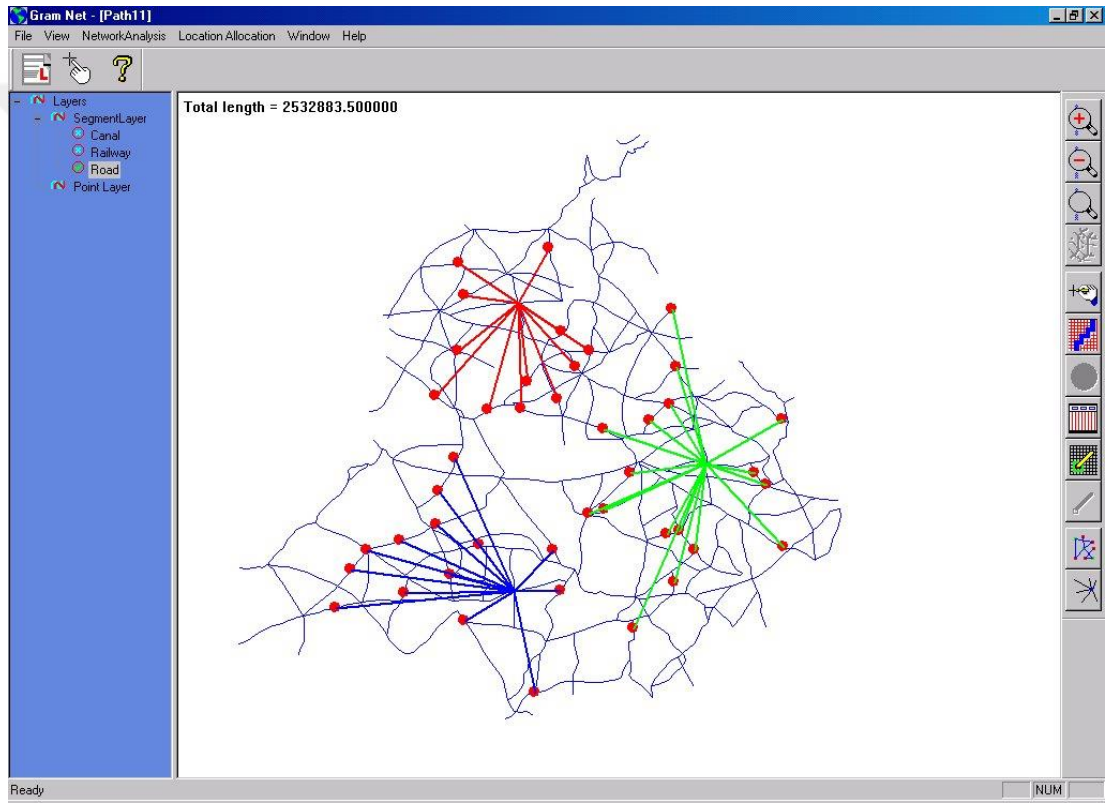
İlerleyen bölümlerde de detaylandırılacağı üzere söz konusu analizlerin gerçekleştirilmesinde Graf teorisindeki en kısa yol algoritmaları kullanılır.

2.1.2.3. Merkezi Konumunun ya da Etki Alanının Tespit Edilmesi

Bu analizler genelde yatırım ve planlamaya yönelik analizlerdir ve iki şekilde yapılmaktadır. Birincisi, merkezi konumdaki noktaların ulaşım olanakları göz önünde bulundurularak sorumluluk ve etki alanlarının tespit edilmesidir. İkincisi ise belirli bölgelere ayrılan bir ağ için her bölgenin kendi içinde merkezinin belirlenmesi işleminden oluşmaktadır. Bu noktalara dağıtım ağında kaynak nokta denmekte ve bu nedenle Kaynak Tahsisi (Resource Allocation) adını da almaktadır. Bu analizlerin matematiksel temeli Graf teorisine dayanmaktadır ve ilerleyen bölümlerde detayları açıklanacağı üzere Grafın merkezi düğümünün Bulunması ile çözüme ulaşılmaktadır.

Merkezlerin Etki Alanlarının Belirlenmesi

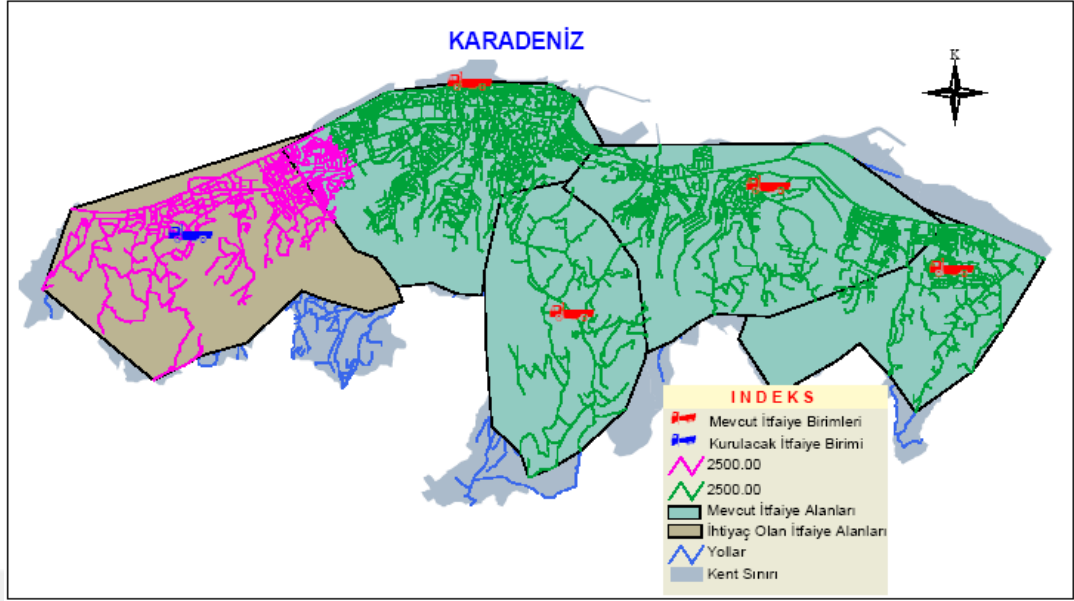
Merkez olarak kabul edilen noktaların etkilediği alanların sınırları belirlenirken yapılan işlemdir. Örneğin Polis merkezlerinin müdahale edeceği alanların, en kısa yoldan hedef noktaya ulaşabilmeleri göz önünde bulundurularak belirlenmesi işlemidir (Şekil 2.7). Polis merkezlerinin sorumluluk bölgeleri bu analiz ile bulunmaktadır. Böylelikle ulaşım en kısa sürede şehrin bütün noktalarına gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 2.7. Etki alanlarının belirlenmesi.

En Uygun Merkezi Konumun Belirlenmesi

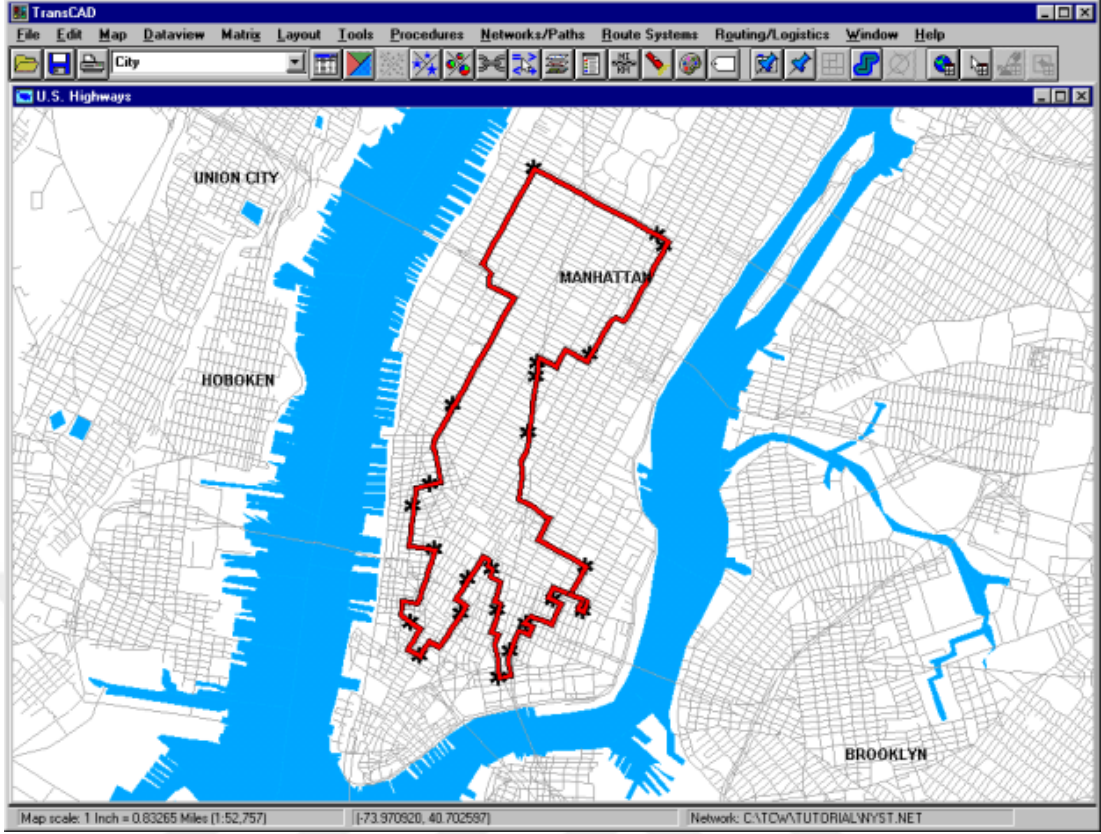
Mevcut bölgeler için optimum merkezin bulunması işlemidir (Şekil 2.8). Etki alanının tespit edilmesi işleminin tam tersi bir işlem olarak ta kabul edilebilmektedir. Örneğin, otobüs hattındaki durakların konumlarının tespit edilirken yolcuların ikamet durumu, durak noktalarına erişim imkanlar gibi durumların göz önüne alınarak analiz yapılmaktadır [11].



Şekil 2.8. Verilen bölgeler için kentteki itfaiye birimi kurulacak merkezlerin belirlenmesi.

2.1.2.4. En İyi Dağıtım Yollarının Belirlenmesi

Optimum dağıtım yollarının belirlenmesi işlemi, belli bir noktadan hareket edip, bir çok nokta üzerinde ilerleyerek ilk noktaya geri gelen en kısa turun tamamlanmasıdır (Şekil 2.9). Örneğin, şehrin belli yerlerine teslimat yapacak olan bir postacının, posta merkezinden ayrılıp, gidilecek bütün adreslere teslimat yaptıktan sonra tekrar merkeze dönmesi beklenmektedir. Bunun için gerçekleştirilebilecek turlardan en kısa olan turun analizinin yapılması en iyi dağıtım yollarının belirlenmesi işlemidir. Graf çözümlerine dayalı olan Gezgin Satıcı Problemi (Travelling Salesman Problem), bu analizin temelini oluşturmaktadır [11].



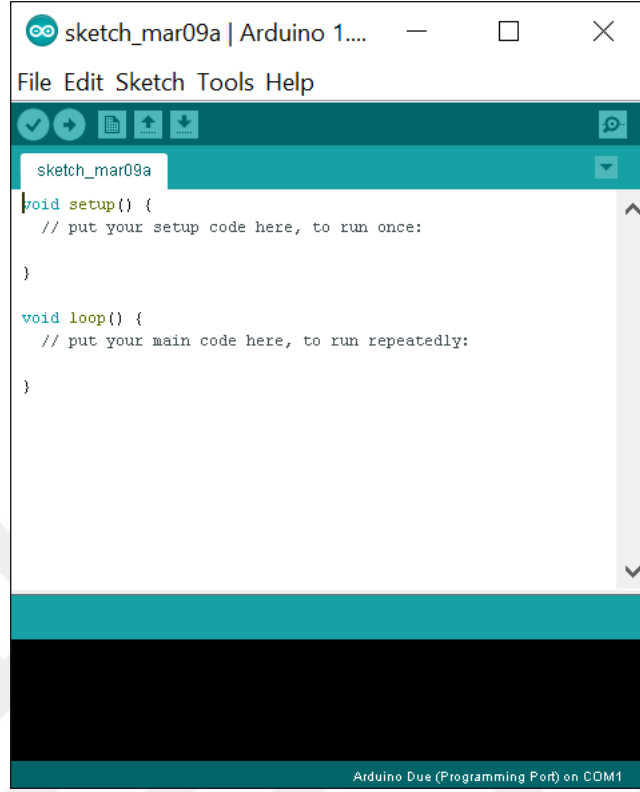
Şekil 2.9. En kısa dağıtım yollarının belirlenmesi.

2.2. ARDUINO MİKRODENETLEYİCİSİ

Arduino, basit kullanıma sahip, yazılım ve donanıma dayalı ve açık kaynak kodlu olan bir platformdur. Bilgisayar aracılığıyla çalışan yazılımlara bağlanan Arduinolar kendi başına işleyen etkileşimli sistemler geliştirmek için de kullanıma açıktır. Arduino IDE, Java dilinde yazılan, kod ve derleyici editörü vazifesini yürüten bir platformdur (Şekil 2.2). Ayrıca Arduino karta derlenmiş olan program yüklenirken de Arduino IDE kullanılmaktadır. Arduino kullanıcılarının sahip olduğu en önemli avantajlar şunlardır:

- Arduino'nun kurulması basittir, tak çalıştır metoduyla işler.
- Arduino IDE içerisinde gerekli olan örnekler bulunmaktadır.
- Arduino Linux, Mac ve Windows ortamlarında çalışır.
- Maliyet açısından oldukça uygundur. Bakım, yazılım ve donanım maliyeti azdır.

- Programlanırken farklı diller kullanılmasına izin verir [12].



Şekil 2.10. Arduino IDE.

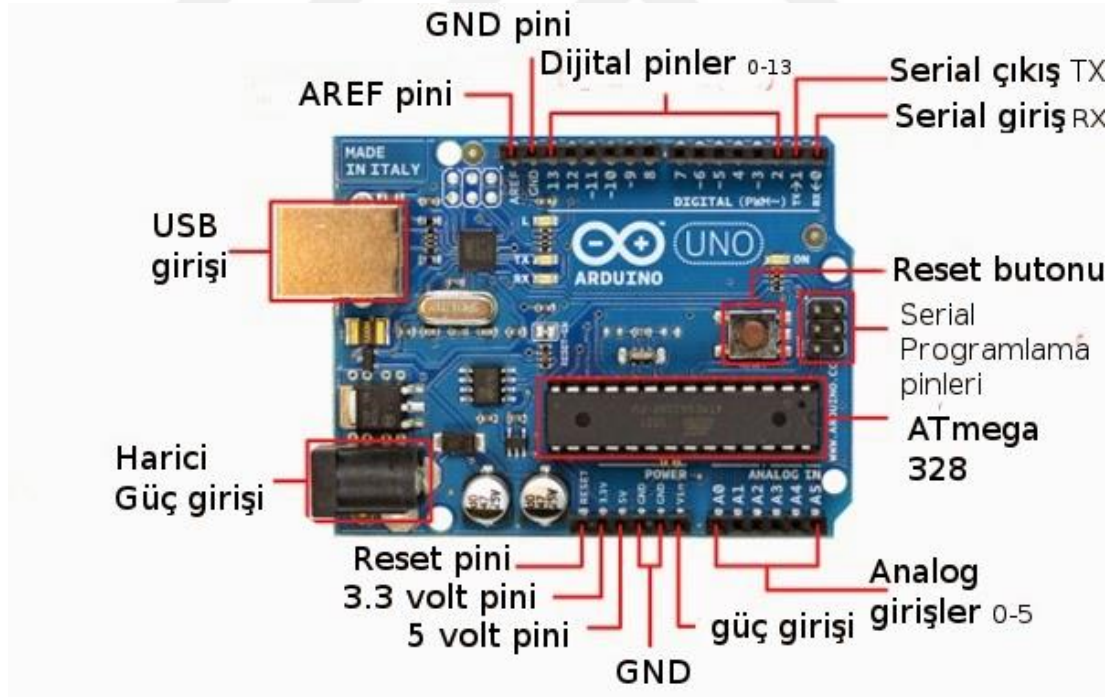
Arduino kartlar sayesinde etkileşimli ve birbirinden farklı uygulamalar oluşturulabilmektedir. RFID uygulamaları, tarımsal uygulamalar, robotik uygulamalar, askeri uygulamalar, mobil uygulamalar ve akıllı ev otomasyonları farklı uygulamalara örnek gösterilebilir.

Arduino kartlarını bir çok çeşite sahiptir. Bu çeşitliliği kartın kullanım özellikleri belirlemektedir. Üretilen bu kartlar programlama ve de yapısal olarak bakıldığında aynı mantıktadır. Giriş seviyesindeki kartlar, Arduino uno, 101, Leonardo, esp32, nano, micro ve mini kartlardır. Gelişmiş özellikler barındıran kartlar ise, Arduino mega, due, zero, mo pro kartlardır.

2.2.1. Arduino UNO Geliştirme Kartı

Arduino UNO en çok tercih edilen kart olmakla beraber, kodlamanın başlangıç aşamasında yeterli olan bir kart çeşitidir. Bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda Arduino UNO'nun projemizde kullanılması uygun görülmüştür. Arduino Uno kartının Projede nasıl kullanıldığı Bölüm 3'de geniş bir şekilde açıklanmaktadır.

Arduino Uno içerisinde ATmega328P işlemcisi barındıran mikrodenetleyici bir karttır. Bu kart 6 adet dijital giriş / çıkış pinine ek olarak 6 adet PWM pini ve 6 adet analog girişi içermektedir. Ek olarak bu kart 16 MHz değerine sahip kristal osilatörü, ICSP başlığı, güç girişi, sıfırlama düğmesi ve USB bağlantısına sahiptir (Şekil 2.3). Arduino UNO geliştirme kartı bilgisayara USB kablo aracılığıyla bağlanmakta ve AC-DC adaptörü veya bir pil ile güç beslemesi yapılabilmektedir.



Şekil 2.11. Arduino UNO [13].

Arduino Uno geliştirme kartının teknik özellikleri aşağıdaki şekildedir:

- Çalışma geriliminin değeri: +5V DC

- Giriş / çıkış pin başına denk gelen DC akım: 40 mA
- Tavsiye edilen besleme gerilimi: 7 - 12V DC
- 3,3V pini için gerekli akım: 50 mA
- Beslenme gerilim limitleri: 6 - 20V
- EEPROM: 1 KB
- Flash hafıza: 32 KB (0.5 KB bootloader için kullanılır)
- SRAM: 2 KB
- Saat frekansı: 16 MHz.

Arduino Uno kartının pin girişleri aşağıdaki şekildedir:

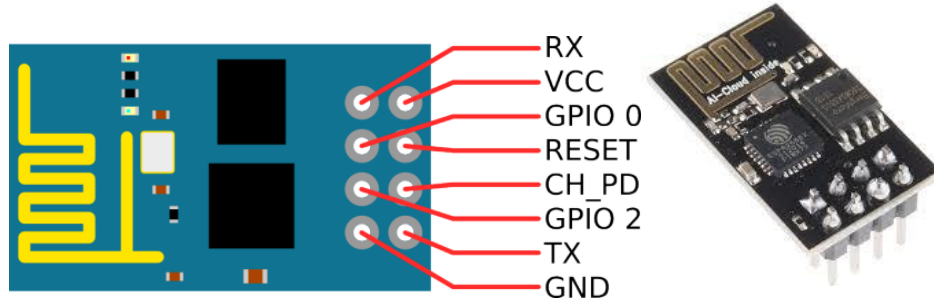
- Analog Girişler: Arduino kartların çoğunda 6 adet analog giriş bulunmaktadır (A0, A1, A2, A3, A4, A5). Bu girişler toplamda 1024 adet dijital veri alıp verebilmektedirler. Sensörler ile iletişim kurmak için bu pinler kullanılabilir.
- Dijital Pinler: Arduino Uno, dijital veri giriş ve çıkışında kullanılmak üzere 14 tane dijital pine sahiptir.
- AREF: Analog girişlerde referans pinidir. Hassas çalışan uygulamalarda kullanılmaktadır.
- PWM: Üzerinde “~” işareti bulunan pinlerdir. Bu pinler sayesinde analog sinyal elde edilmektedir.
- Reset Butonu: Arduino kart içerisindeki kodları yeniden başlatmaktadır.
- GND: Devre elemanlarının eksi (-) ucu, toprak bağlantısı için bu pine bağlanmaktadır.
- TX ve RX Pinleri: TX pini veri göndermekte, RX pini ise veri almaktadır.

- USB Girişi, Harici Güç Girişi: Arduino karta güç girişi bu girişlerden biri ile sağlanmaktadır.
- 3.3 V, 5 V Pini: 3.3 V ya da 5 V çıkış gerilimi için bu pinler kullanılmaktadır.

2.2.2. ESP8266 Wifi Modülü

Arduino kart, birbirinden farklı bir çok eklentiye sahiptir. Bu eklentilerin bir kısmı Arduino kart üzerine oturtulmuş, bir kısmı da Arduino ya pinler aracılığı ile bağlanabilmektedir. Eklentiler sayesinde yetersiz özellikte kalan Arduino kartına, ek özellikler eklenebilmektedir.

Arduino kart ile yapılabilecek çoğu projede ESP8266 Wifi modülü kullanılabilir. Proje kapsamında sensor devresinin sunucu ile haberleşmesini sağlamak amacıyla bu modül kullanılmıştır. Fiyat ve performans açısından yeterli özelliklere sahip olması, bu modülün tercih edilme nedenlerindedir. Modül, 3.3 V gerilim ile çalışmaktadır. Modülün pin dağılımı şekildeki gibidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.12. ESP8266 Wifi modülü ve pin dağılımı [14].

ESP8266 Wifi Modülü, herhangi bir mikrodenetleyicinin bir WiFi ağına erişmesini sağlayabilen, entegre TCP / IP protokol yığınına sahip bağımsız bir modüldür. Her ESP8266 modülü, bir AT komut seti yazılımı ile önceden programlanmış olarak gelir. ESP8266 modülü, giderek büyüyen ve son derece uygun olan büyük bir topluluktur [14].

ESP8266 modülü, çalışması boyunca minimum yükleme ve minimum ön yükleme ile, giriş/çıkış pinleri aracılığıyla diğer cihazlarla birlikte kullanılmasına olanak sağlayan, güçlü bir depolama kapasitesine sahiptir. Yüksek derecede dahili entegrasyon, minimum PCB alanını kapsamaktadır. Bu modül tüm çalışma koşullarında çalışabilen kendinden kalibre edilmiş bir RF içerir ve harici RF parçaları gerektirmez.

ESP8266 Wifi modülünün Teknik özellikler şöyledir;

- 802.11 b/g/n desteği,
- Dahili TCP/IP protokol yığını,
- Wi-Fi Direct (P2P) Desteği
- +19,5dBm çıkış gücü (802.11b modunda),
- Dahili düşük güç tüketimine sahip 32-bit"lik işlemci,
- Kaçak akım: < 10uA,
- SDIO 1.1/2.0, SPI ve UART desteği,
- Uyanma ve veri paketi alma süresi: < 2ms,
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO,
- Stand-by durumunda güç tüketimi: < 1mW [15].

2.3. KAPALI MEKANLARDA KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Kapalı alanlardaki konum tespit etme uygulamalarında sinyallerin güçleri engellere çarparak azalmaktadır. Bu kayıplardan dolayı kapalı alanlarda konum tespit etme yöntemlerinin geliştirilmesi hız kazanmaktadır. Kapalı mekanlarda konum belirleme amaçlı gerçekleştirilen uygulamalarda birçok farklı metot kullanılmaktadır. RFID, Bluetooth, WLAN, Infrared ve Ultrasound teknolojileri bunlardan bazılarıdır. Aşağıdaki tabloda, söz konusu teknolojilerin avantajları ve dezavantajlarının yanında doğruluk bilgisi de gösterilmektedir. (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Kapalı alanlarda konum belirleme teknolojileri [16].

Teknoloji	Avantajlar	Dezavantajlar	Doğruluk
Ultrasound	<ul style="list-style-type: none"> •Ucuz ve kolay ekipman. •Hassas ölçme olanağı. 	<ul style="list-style-type: none"> •Alıcıların her odada tesis edilmesi zorunluluğu. •Fazla yoğunluklu seslerin olumsuz etkisi. •Verici ve alıcıların birbirlerini direct görme zorunluluğu 	Yeterince sık tesis edildiğinde birkaç santimetre
RFID	<ul style="list-style-type: none"> •Verici ve alıcıların birbirlerinin direct görmesinin zorunluluğu yoktur. •Tüm ortamlarda çalışabilir. •Hızlı etkileşim. •Aktif alıcı taşıyıcılar, pasiflere göre daha pahalı, aktifler daha küçükler ayrıca pile gereksinimleri yoktur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasif taşıyıcılar, aktif taşıyıcılara oranla daha düşük duyarlılığa sahiptirler. •RFID okuyucular pahalıdır. 	RFID taşıyıcı ve okuyucuların dağılımına göre 1 santimetreden 2 metreye kadar
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> • Tüm bluetooth cihazları izlenebilir. •1 metre civarı değişken okuyabilme mesafesi avdır. •Küçük ölçekli kurulumlarda daha ucuzdur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Büyük ölçekli kurulumlarda daha maliyetlidir. • Bant genişlik oranı sınırlıdır. • Ana bağlantıya karşılık en çok yedi alt bağlantı mümkündür. •Aktarma gecikmelidir. 	2-15 metre
WLAN (Wifi)	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 teknolojisinin altyapısını kullanabilme durumu vardır. • Maliyeti düşüktür. 	<ul style="list-style-type: none"> • Çok yoğun ve büyük alanlarda performansı düşüktür. •Dinamik ağ yapısı ve de sinyal yansımından dolayı sinyal gücü değişkenlik gösterir. 	50 metre menzil içerisinde 1-3 metre.
Pseudo-GPS (Uydusallar)		<ul style="list-style-type: none"> • Kapalı mekanda GPS uyduları ile benzer nitelikte küçük uydusalların kurulması gereklidir. •Yüksek maliyetlidir. 	Yaklaşık 1 metre
Infrared (Kızılötesi)	<ul style="list-style-type: none"> • Güç tüketimi az ve kompakttır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gün ışığına duyarlılığı vardır. •Verici ve alıcıların doğrudan birbirlerini görmesi gerekir. • Bakım maliyeti yüksektir. 	5-10 metre.

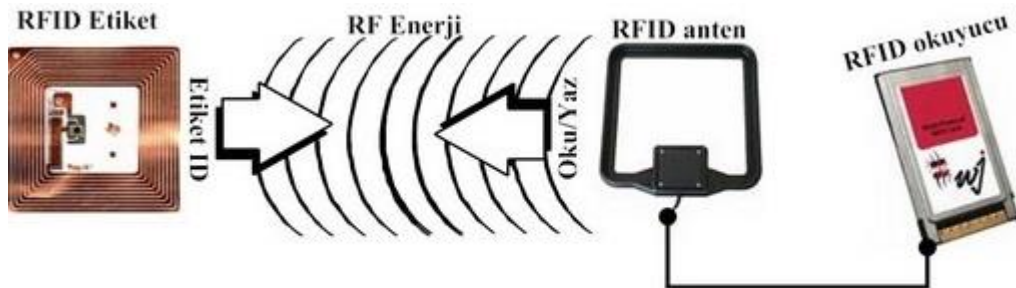
Konum belirleme teknolojilerinden, avantajları ve doğruluk bakımından uygun olanlarından biri RFID teknolojisidir. RFID teknolojisinde, taşıyıcı ve okuyucuların

kapalı alanlarda birbirlerini görmeden kablosuz iletişim kurabilmeleri önemli bir özelliktir. Ayrıca birden çok taşıyıcının aynı anda okunması diğer önemli özelliğidir.

2.3.1. RFID Sistemleri

RFID, içinde anten ve mikroişlemci olan bir etiket taşıyan nesnenin, hareketlerinin takip edilmesini mümkün kılan bir teknolojidir. Bu takip kablosuz iletişim türü olan RF sinyalleri ve etiket içerisinde bulunan bilgiler sayesinde gerçekleşmektedir. RFID sistemleri sayesinde, veri toplama, sistem yönetimi, nesne takibi insan müdahalesi olmaksızın kablosuz iletişim ile gerçekleştirilmektedir. Bu sayede veriler daha hızlı ve güvenli bir biçimde iletilmektedir [17].

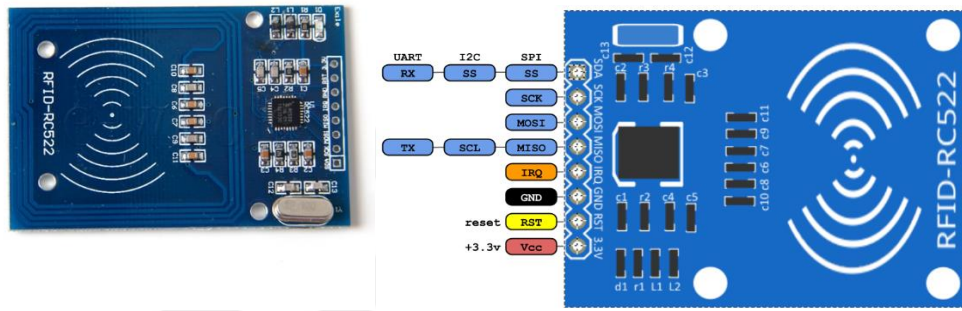
RFID sistemlerindeki taşıyıcı aygıt (Transponder - Tag) üzerinde, elektronik veriler saklanmaktadır. Elektromanyetik ya da manyetik alanlar sayesinde verileri taşıma görevi üstlenen araç için ihtiyaç duyulan güç beslemesi ve de okuyucu yardımıyla veri taşıyan araç arasındaki veri transferi gerçekleşmektedir. RFID taşıyıcıda bulunan verilerin okunması amacıyla bir okuyucuya gereksinim duyulmaktadır [18]. Taşıyıcı üzerinde bulunan antenden sinyali alan okuyucu, etikette bulunan veriyi okuyabilen, radyo dalgaları ile etikete antenden sinyal gönderen bir donanımdır. RFID okuyucu iletilen bilgiyi öncelikle elektriksel işarete dönüştürmektedir. Bu işaret RFID üzerinde bulunan antene iletilip, anten haberleşme ortamına bu işareti aktarmaktadır. RFID anten tarafından işaretler alınıp mikroçipe gönderilmekte ve bilgi işareti elde edilmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. RFID sistemi.

2.3.1.1. RFID Modülü RC522

RC522 adlı RFID Modülü, yakın alan etkileşimi anlamına gelen NCF standartına uygun olarak ayrıca 13,56 MHz frekansında işlemektedir. Bu modül 13,56 MHz frekansında çalışmakta olan bütün kartları okuma kapasitesine sahiptir (Şekil 2.14). Ayrıca bu modülün güç tüketimi ve maliyeti az, boyut olarak ta ufak bir modüldür [19].



Şekil 2.14. RFID modülü RC522.

RC522 Modülünün özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Çalışma Gerilimi: 3,3V
- Çalışma Akımı: 13-26mA
- Haberleşme Protokolü: SPI
- Çalışma Frekansı: 13,56 MHz
- Uyku Akımı: <80 uA
- Desteklediği Kartlar: mifare1 S50, mifare1 S70 mifare ultralight, mifare pro ve mifare desfire.

RC522 RFID Modülü, çoğu mikrodenetleyiciyle beraber kullanılabilir. Arduino da bunlara dahil olması ve modülün de özellikleri dikkate alındığında bu modülün projede RFID okuyucusu görevini üstlenmesi için kullanılması yönünde karar kılınmıştır.

2.4. SENSÖRLER

İngilizce his anlamına gelen "sense" kelimesinden türeyen sensör hisseden, algılayıcı anlamına gelmektedir. Elektronik cihazlarda insanların yerine fiziksel ortam değişkenlerini algılayan elemanlara ya da cihazlara sensör denilmektedir.

Sensörler, gözlem yapılacak bölgenin fiziksel verilerini algılar ya da ölçerler. Sensör düğümleri yüksek olmayan enerji tüketimli, ufak boyutlarda, yüksek hacimsel yoğunluklarda çalışabilen, gözetim olmadan çalışan ve bulunduğu ortama uyum sağlayan özelliklere sahip olmalıdır [20].

2.4.1. Sensör Çeşitleri

Günümüzde farklı alanlarda kullanılan bir çok sensör çeşiti bulunmaktadır ve bu sensörler kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmışlardır.

2.4.1.1. Giriş Büyüklüklerine Göre Sensörler

Giriş büyüklüklerine göre sinyaller kendi arasında 6'ya ayrılmışlardır. Bunlar;

- **Mekanik sensörler:** Uzunluk, miktar, alan, kuvvet, kütleli akış, tork (moment), pozisyon, basınç, ses, hız ve ivme sensörlerinden oluşmaktadır.
- **Elektriksel Sensörler:** Akım, voltaj, direnç, elektrik yükü, endüktans, dielektrik katsayısı, elektrik alanı, kapasitans ve polarizasyon sensörlerinden oluşmaktadır.
- **Işıma (Radiant) Sensörler:** Dalga boyu, faz, gönderme, yansıtma, polarizasyon ve yoğunluk sensörlerinden oluşmaktadır.
- **Termal Sensörler:** Isı akışı ve sıcaklık sensörlerinden oluşmaktadır.

- Kimyasal Sensörler: Oksidasyon/redaksiyon, pH miktarı, içerik, reaksiyon hızı ve yoğunlaşma sensörlerinden oluşmaktadır.
- Manyetik Sensörler: Alan yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik ve akı yoğunluğu sensörlerinden oluşmaktadır.

2.4.1.2. Çıkış Büyüklüklerine Göre Sensörler

Çıkış büyüklüklerine göre sensörler kendi arasında 2 sınıfa ayrılmışlardır. Bunlar;

- Analog sensörler: Çıkışta analog sinyal üreten sensörlerdir. Akım, ses, sıcaklık gibi sinyaller, analog sinyallere örnek olarak verilebilir. Analog sinyaller parazitler nedeniyle gürültülü ve boyut olarak küçük sinyaller olması nedeniyle çok kullanışlı değildir.
- Dijital sensörler: Çıkışta lojik 1 ya da lojik 0 olmak üzere ayrık sinyaller üreten sensörlerdir.

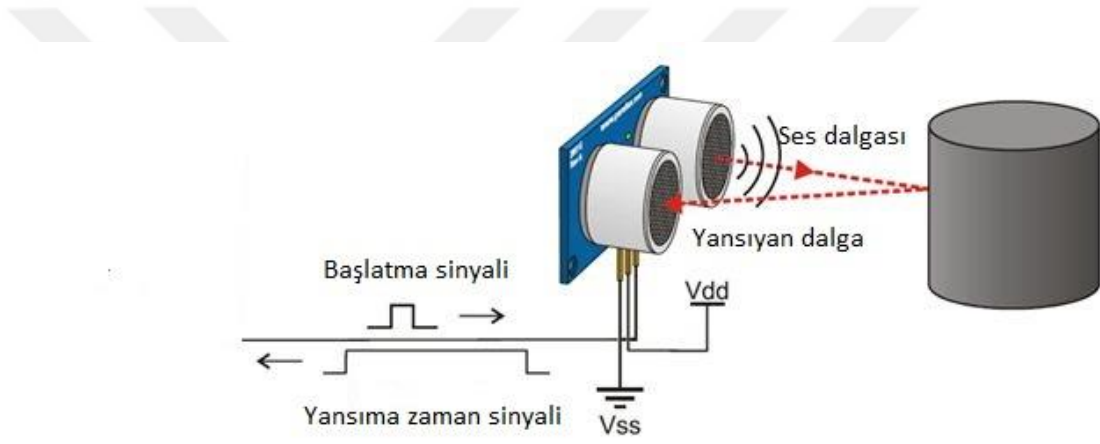
2.4.1.3. Beslenme İhtiyaçlarına Göre Sensörler

Beslenme ihtiyaçlarına göre sensörle iki farklı grupta incelenmektedirler. Bunlar;

- Aktif sensörler: Sinyal üretilmesi, dışarıdan enerji alabilmesine bağlıdır. Bu sensörler düşük sinyalleri ölçebildiği için, hassas ölçümlerde kullanılabilirler. Çıkışta hem analog hem de dijital sinyal üretebilmektedirler.
- Pasif sensörler: Kendi enerjilerini bünyesinde barındırdıklarından dolayı, sinyal üretilmesi için harici bir güç almasına gerek yoktur.

2.4.2. HC-SR04 Ultrasonik Sensör

HC-SR04, içerisinde bir alıcı ve bir verici bulunan aktif bir ultrasonik sensördür ve önüne yerleştirilen mesafeyi ölçmek için kullanılmaktadır. Ultrasonik sensor, yüksek frekanslı ses dalgalarını alıcıya gönderir ve alıcıdan yansıyan dalgayı bekler. Alıcıdan yansıyan dalganın geri gelmesine kadar geçen zamanı hesaplayıp aradaki mesafeyi belirlemektedir (Şekil 2.15). Farklı iletim aralıklarına ve algılama açlarına sahip farklı ultrasonik sensör türleri vardır. HC-SR04 sensörü 40 KHz frekansta çalışır ve 15 derecelik bir algılama açısı ile 2-400 cm aralıklardaki nesnelerin mesafelerini ölçebilmektedir [21].



Şekil 2.15. HC-SR04 ultrasonik sensörün çalışma prensibi.

HC-SR04 sensörünün pin girişleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. HC-SR04 ultrasonik sensörün pinleri [22].

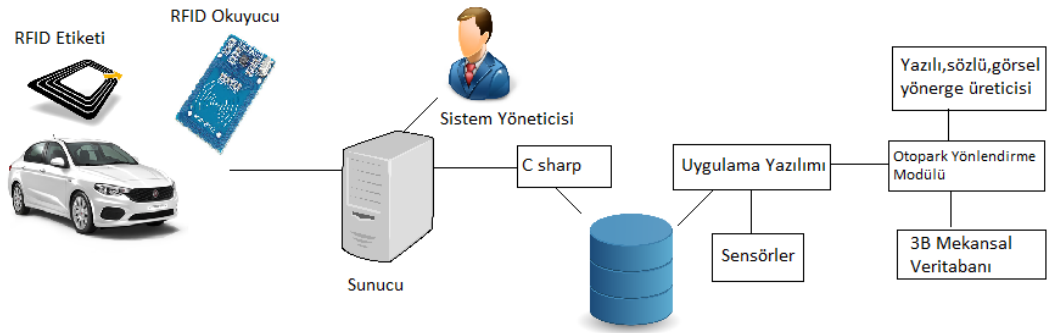
HC-SR04 sensörü Vcc, GND, Trig, Echo olmak üzere 4 adet pin girişine sahiptir. Vcc pini 5V güç bağlamak için, trig pini sensorün tetiklenmesi için, echo pini sensörün sinyali alması için ve GND pini toprağa bağlanmak için kullanılmaktadır. Trig pinine bir darbe verildiğinde modül 40 KHz'lik bir kare dalga sinyali göndermektedir. Kare dalga sinyali iletildiği zaman echo pini 0V'tan 5V'a geçerek high değerini alıp bir süre beklemekte, sonar tekrar low değerine düşmektedir. Sinyalin high değerinde kalma süresi, cismin sensörden ne kadar uzaklıkta olduğunu vermektedir.

HC-SR04 sensörü mesafe ölçme ya da robotik çalışmalarda ve arduino projelerinde rahatlıkla kullanılacak bir sensördür. Sensörün küçük boyutlu ve maliyetinin düşük olması nedeniyle projede mesafe ölçer olarak kullanılması uygun görülmüştür.

BÖLÜM 3

UYGULAMA: COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YAKLAŞIMIYLA TASARLANMIŞ KAPALI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN NAVİGASYON UYGULAMASI

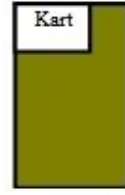
Bu kısımda uygulamanın kapalı otoparkta, sürücüleri en uygun boş park alanına doğru ilerlemesine yardımcı olmak için kurulan sensör devreleri açıklanacak, ayrıca veritabanları, sistemi oluşturan mimari ve bunların aralarındaki ilişkiler tanımlanacaktır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Sistemin mimarisi.

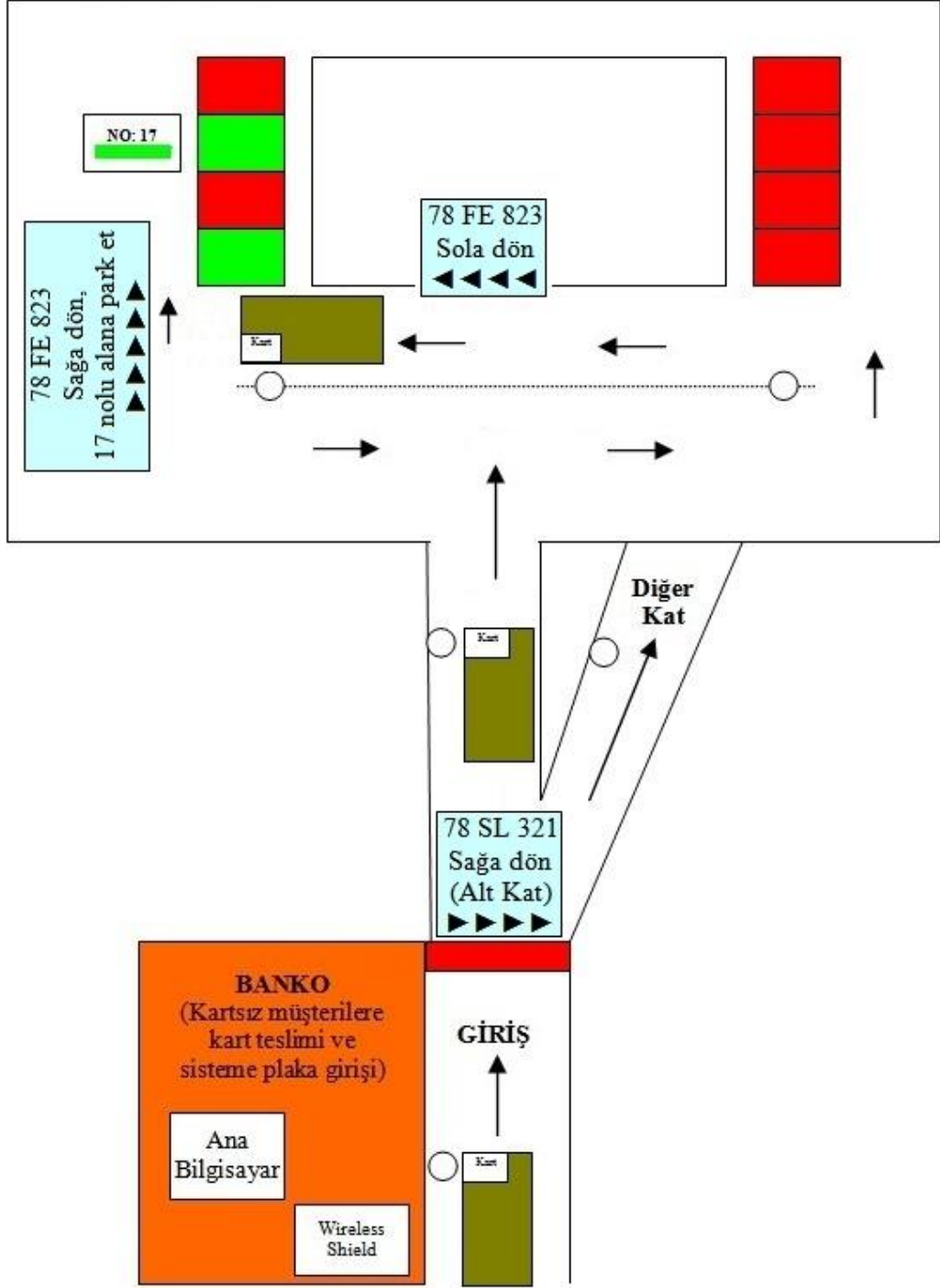


: Ekran

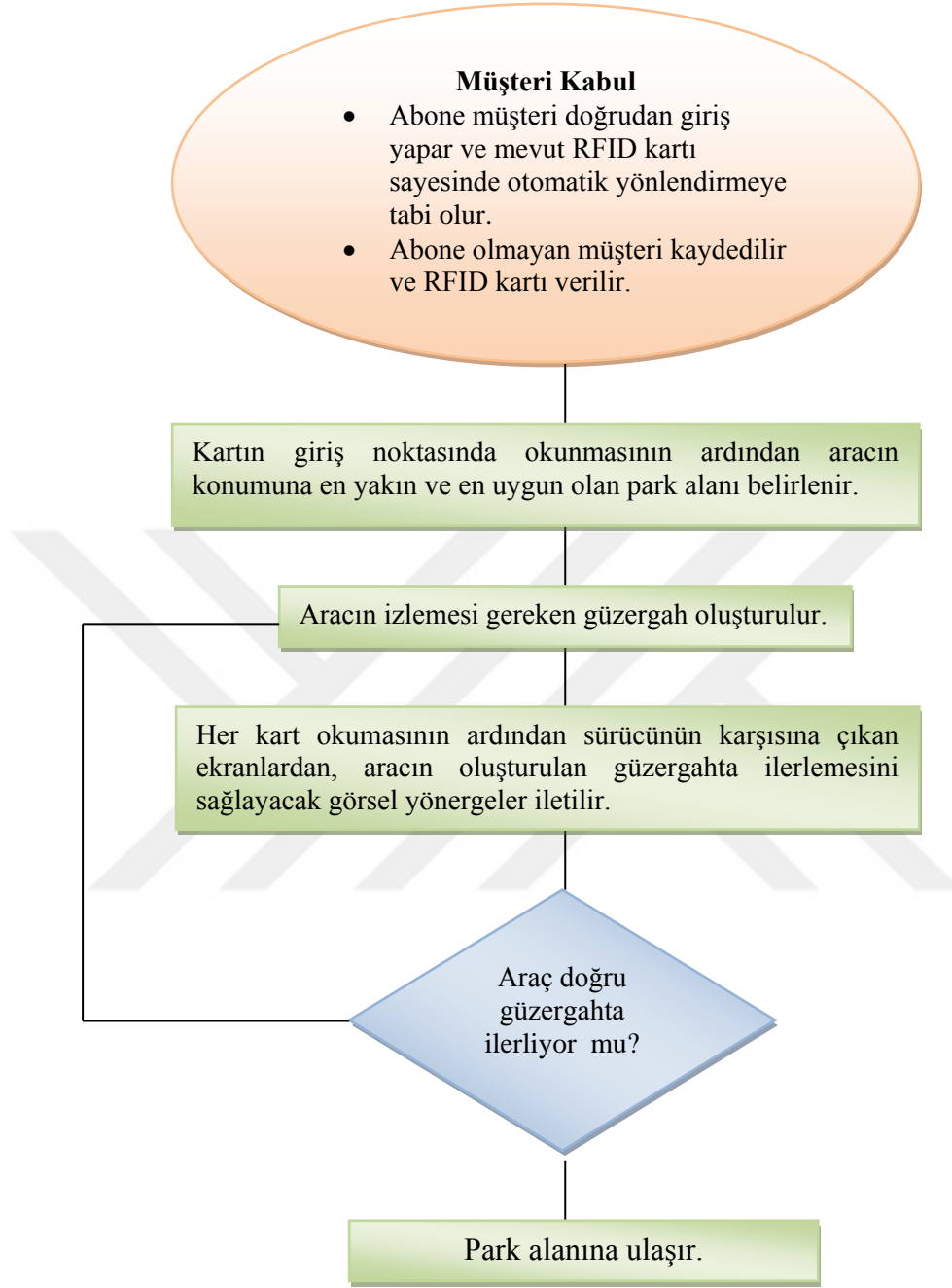


: Araç

○ : RFID Kart Okuyucu



Şekil 3.2. Hedeflenen sistemin yapısı.



Şekil 3.3. Sistemin akış diyagramı.

3.1. SUNUCUNUN, DEVRELERİN KURULMASI VE BU DEVRELERİN PROGRAMLANMASI

Sistemde otopark içerisindeki alanların doluluk bilgisini göstermek için kablosuz sensor devresi ve otopark içerisindeki araçların konum bilgisine ulaşmak için

kablosuz RFID devresi kurulmuştur. Otoparkın düğüm noktalarına kurulan bu RFID devresi sayesinde araçların konumu tespit edilecek ve belirlenen uygun park yerine doğru bir şekilde yönlendirilmesi sağlanmış olacaktır.

3.1.1. Sunucunun Kurulumu ve Gerekli Yazılımlar

Tez kapsamında tasarlanan sistemdeki kurulan devrelerden alınan veriler bir ağ üzerinden gönderileceği için bir sunucuya ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için öncelikle Microsoft firmasının IIS kurulumu yapılmıştır. Internet Information Services (IIS), web uygulamalarını çalıştırmak ve web sayfalarını yayınlamak amacıyla kullanılmaktadır.

IIS yüklenmesi tamamlandıktan sonra web sitesi yayınlamak üzere IIS Manager açılıp “yeni web sitesi ekle” adımları takip edilmektedir. Daha sonra web üzerinden paylaşım açılacak sayfalar C:\inetpub\wwwroot klasörü içerisinde saklanmaktadır. IIS yapılandırma aşamasında bu belirtilen klasör dizini fiziksel yol belirtilirken kullanılmaktadır. Daha sonra bu klasörün içerisine gerekli dosyalar yüklenmektedir [23]. Fiziksel yol belirlendikten sonra kurulacak olan Arduino devreleriyle kablosuz iletişim için gerekli olan port numarası, IP adres bilgileri de belirtilmektedir (Şekil 3.4).

Web Sitesi Ekle

Site adı: alanveri Uygulama havuzu: alanveri Seç...

İçerik Dizini

Fiziksel yol: C:\inetpub\wwwroot ...

Doğrudan kimlik doğrulama

Farklı Bağlan... Ayarları Sına...

Bağlama

Tür: http IP adresi: 192.168.43.249 Bağ. Nok.: 80

Ana bilgisayar adı: alanveri

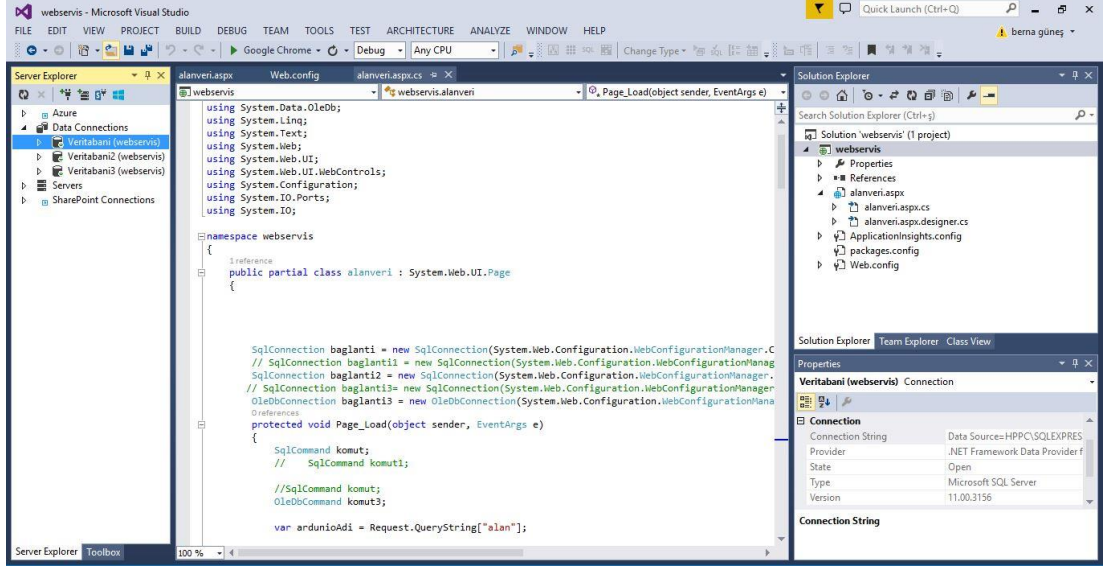
Örnek: www.contoso.com veya marketing.contoso.com

Web sitesini hemen başlat

Tamam İptal

Şekil 3.4. IIS yapılandırma.

Yüklenecek olan dosyalar, ASP.NET üzerinden yazılmış olan, sistemin işleyebilmesi için gerekli olan yazılımdan ve bazı veritabanlarından oluşmaktadır. Gerekli olan yazılımlar Visual Studio ortamında C# prgramlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Burada ASP.NET Empty Web Application ile webservis adında bir proje oluşturulmuştur. Daha sonra projeye formlar eklenerek hem veritabanları bağlantısı yapılmış hemde gerekli kodlamalar yazılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Visual studio ortamında geliştirilen yazılım.

3.1.2. Kablosuz Sensör Devresinin Arduino ile Kurulumu

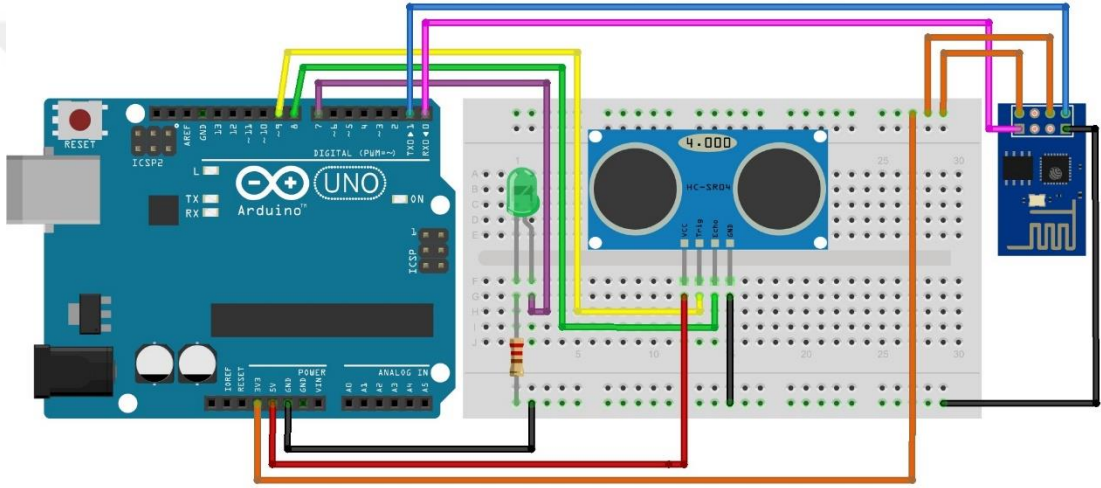
Otoparktaki park alanlarının boş mu dolu mu olduğu bilgisini almak için kurulacak olan sensor devresindeki en önemli eleman HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörüdür. Bu ölçüm ultrasonik ses dalgaları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu dalgalar 20 kHz – 500 kHz frekans aralığında olup, insan kulağının kolaylıkla duyamayacağı aralıktadır. Bu tür sensörler yardımıyla yapılan uzaklık ölçümlerinde nesnelere bir temas gerçekleşmemektedir.

Çalışmaya konu olan sistemde sensör ile birlikte;

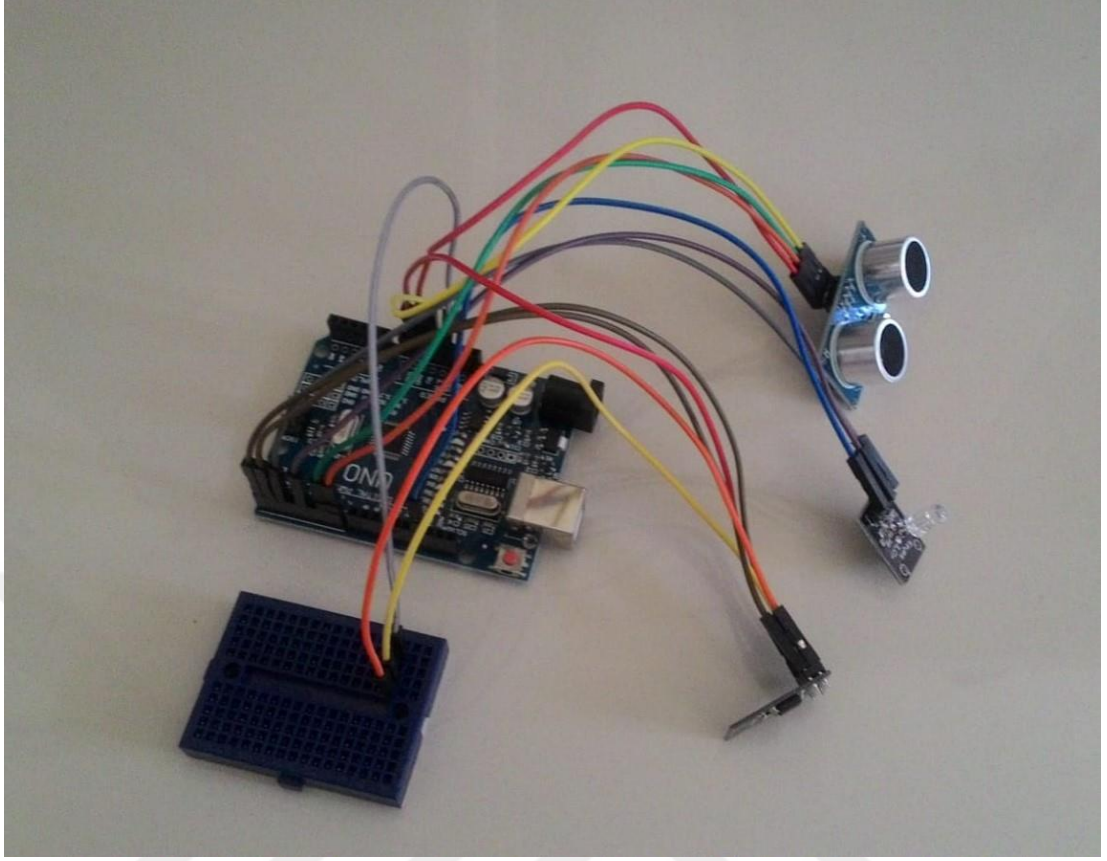
- Breadboard
- Arduino UNO
- Wifi Shield (ESP8266)
- Rgb ledler kullanılmaktadır.

Bread board üzerine Arduino UNO yerleştirilip ultrasonik sensör ile birleştirilmiştir. Ultrasonik sensörün ECHO pini ile, Arduino'nun ECHO pini, ultrasonik sensörün TRIG pini ise Arduino'nun TRIG pini ile bağlanmıştır. Arduino UNO kartının 5V değerindeki pinlerinden birine ultrasonik sensörün VCC (güç) pini, GND (toprak)

pini de yine sensörün GND pinine bağlanmıştır. ECHO pininin görevi, ultrasonik sensörden gelen ses dalgalarının bir engele çarptıktan sonraki yansımalarını toplamak, TRIG pininin görevi ise ultrasonik sensörün ürettiği ses dalgalarını göndermektir. Bu devrenin işleyebilmesi adına ihtiyaç duyulan güç ise VCC pininden gelmektedir. Topraklama işlemini ise GND pini gerçekleştirmektedir. Devreye ek olarak otopaktaki boş alanı göstermek üzere yeşil ışık, dolu alanı göstermek için ise kırmızı ışık veren led eklenmiştir. Arduino kartın aldığı veriyi sunucuya kablosuz bir şekilde aktarmak üzere ESP8266 wifi modülünün devreye bağlantıları yapılarak devrenin sunucu ile iletişimi sağlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Ultrasonik sensör devre tasarımı.



Şekil 3.7. Ultrasonik sensör devresi.

Devre elemanlarının kurulumu yapıldıktan sonra Arduino'nun programlanması Arduino IDE geliştirme ortamında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle sensörden alınan değerinin sunucuya kablosuz olarak iletilebilmesi için gerekli bağlantı komutları programa eklenmiştir. Bu bağlantılar ağ ismi, ağ şifresi ve IP numarasından meydana gelmektedir. Daha sonra pinlerin bağlantı numaraları tanımlanarak Arduino'ya bildirilmiştir. Veri haberleşmesinin başlaması ve sürdürülmesi için gerekli kodlar eklenerek sensörden gelen verinin veritabanına aktarılması sağlanmıştır. Ayrıca araç, sensörün önüne ulaştığında devre üzerindeki ledin kırmızı, araç olmadığında ise ledin yeşil yanması sağlanmıştır.

Sensör devresinin çalışma aşaması şu şekildedir:

1. Araç, herbiri isimlendirilmiş sensor devrelerinin konumlandırıldığı herhangi boş bir park alanına ulaştığında devre, önüne gelen engeli sensörler aracılığıyla algılamaktadır. Arduino programlanırken sensörün mesafesi 10

cm ile sınırlandırılmış ve sensörün önüne gelen engel 10 cm içerisinde ise “durum bilgisi=1” olarak kodlanmıştır. Aracın önüne engel geldiği zaman durum bilgisi “1” olarak sunucuya gönderilmektedir. Sunucuya gönderme işlemini Şekil 4.1’de görüldüğü üzere “GET/ alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=1” komutu gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.8).

2. Ayrıca sensörün önünde engel olduğu için artık devredeki led ışık kırmızı renk yanmaktadır.
3. Sunucu ASP.NET sayfasına bağlanmakta ve buradaki ASP kodları aracılığıyla arduinodan gelen durum bilgisi SQL de kurulan otopark veritabanı içerisindeki sensor tablosuna kaydedilmektedir (Şekil 3.9).
4. Sensörün önündeki 10 cm’lik uzaklıkta bir engelin olmaması durumunda “durum bilgisi=0” olarak kodlanmıştır. Araç park ettiği yerden ayrılırken sensörün önündeki engel kalktığı için durum bilgisi “0” olarak sunucuya gönderilmektedir. Sunucuya gönderme işlemini Şekil 4.4’te görüldüğü üzere “GET/ alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=0” komutuyla gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.10). Sensör tablosundaki ilgili arduinonun durum bilgiside buna bağlı olarak güncellenmektedir (Şekil 3.11).
5. İlgili sensörün önündeki engel kalktığı için devre üzerindeki led ışık artık yeşil yanmaktadır.

```
AT
AT+CWMODE=1
AT+CWJAP="Mym", "BrnGns.89"
AT+CIPMUX=1
AT+CIPMUX=1
AT+CIPSERVER=1,80
AT+CIPSTART=1,"TCP","192.168.43.249",80
AT+CIPSEND=1,80AT+CIPSEND=1,80
AT+CIPSEND=1,80
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=1
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=1
AT+RST
AT
AT+CWMODE=1
AT+CWJAP="Mym", "BrnGns.89"
AT+CIPMUX=1
```

Otomatik Kaydırma Satır sonu yok 115200 baud Clear output

Şekil 3.8. Sensör devresinin sunucuya “1” verisi göndermesi.

	id	alan	durum
▶	2004	ardunio1	0
	3006	ardunio2	0
	3007	ardunio3	1
	3008	ardunio4	0
	3009	ardunio5	1
	3010	ardunio6	0
	3011	ardunio7	1
	3012	ardunio8	0
*	NULL	NULL	NULL

Şekil 3.9. Sensörden gelen “1” verisinin, veritabanına kaydedilmesi.

```
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=0
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=0
AT+RST
AT
AT+CWMODE=1
AT+CWJAP="Mym", "BrnGns.89"
AT+CIPMUX=1
AT+CIPMUX=1
AT+CIPSERVER=1,80
AT+CIPSTART=1,"TCP","192.168.43.249",80
AT+CIPSEND=1,80AT+CIPSEND=1,80
AT+CIPSEND=1,80
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=0
GET /alanveri.aspx?alan=ardunio7&durum=0
AT+RST
AT
```

Otomatik Kaydırma Satır sonu yok 115200 baud Clear output

Şekil 3.10. Sensör devresinin sunucuya “0” verisi göndermesi.

	id	alan	durum
▶	2004	ardunio1	0
	3006	ardunio2	0
	3007	ardunio3	1
	3008	ardunio4	0
	3009	ardunio5	1
	3010	ardunio6	0
	3011	ardunio7	0
	3012	ardunio8	0
*	NULL	NULL	NULL

Şekil 3.11. Sensörden gelen “0” verisinin, veritabanına kaydedilmesi.

3.1.3. Kablosuz RFID Devresinin Arduino ile Kurulumu

Otoparkın düğüm olarak belirlenen noktalarına konumlandırılmak üzere RFID etiket bilgisi alma devresi kurulmuştur. RFID üzerindeki EEPROM, kartların id numaralarını okumaktadır. RFID modülünün 3.3V geriliminde, 13,56 Mhz frekansında çalışmaktadır. Buna uygun olarak RFID modülünün ve diğer devre elemanın Arduino ile bağlantısı yapılmıştır (Şekil 3.14). RFID kartının etiketten okuduğu değer veritabanına kablosuz bir şekilde iletileceği için devreye wifi modülü

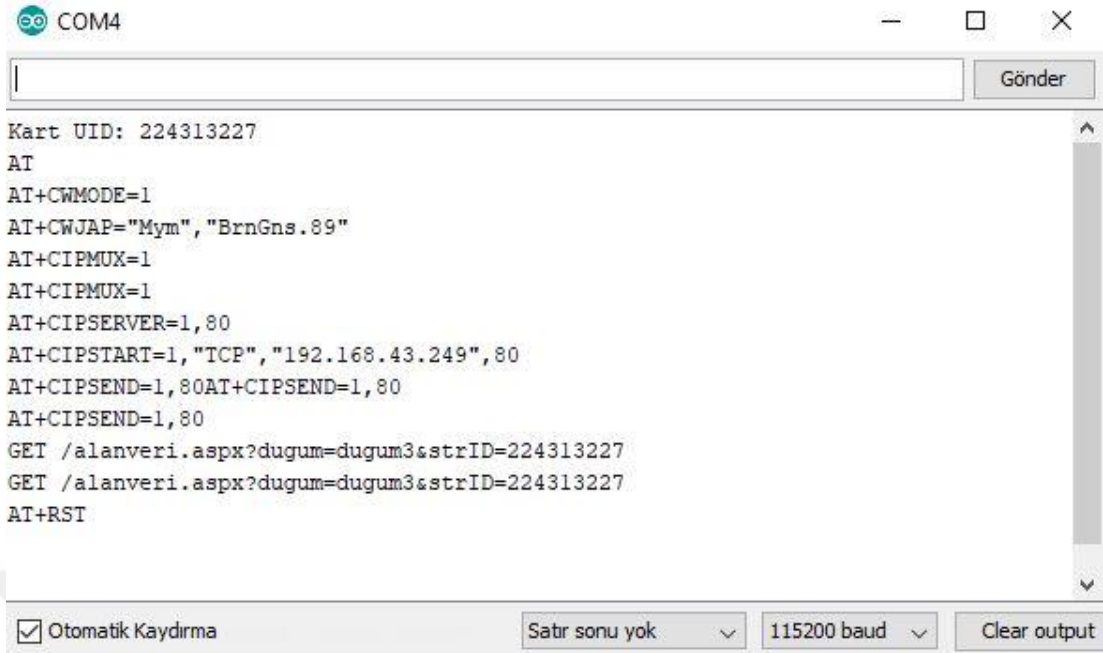
eklenmiştir. Daha sonra programlama aşamasında öncelikle kablosuz haberleşme için gerekli bağlantılar yazılıp devrenin pin bağlantıları Arduino'ya bildirilmiştir. Bu bağlantılar ağ ismi, ağ şifresi ve IP numarasından meydana gelmektedir. Ardından veri iletişimi için gerekli komutlar programa eklenmiştir.

Sistemde,

- Arduino Uno
- Breadboard
- RC522 RFID Modülü
- Wifi Shield (ESP8266) kullanılmaktadır.

RFID devresinin çalışma aşaması şu şekildedir:

1. Üzerinde RFID etiketi bulunan araçlar otoparkın düğüm noktalarına konumlandırılmış RFID devrelerinin önünden geçer geçmez veri haberleşmesi başlamakta ve RFID modülünün okuduğu aracın RFID numarası sunucuya “GET/alanveri.aspx?dugum=dugum3&strID=22431322” komutuyla sunucuya kablosuz ortamda gönderilmektedir (Şekil 3.12).



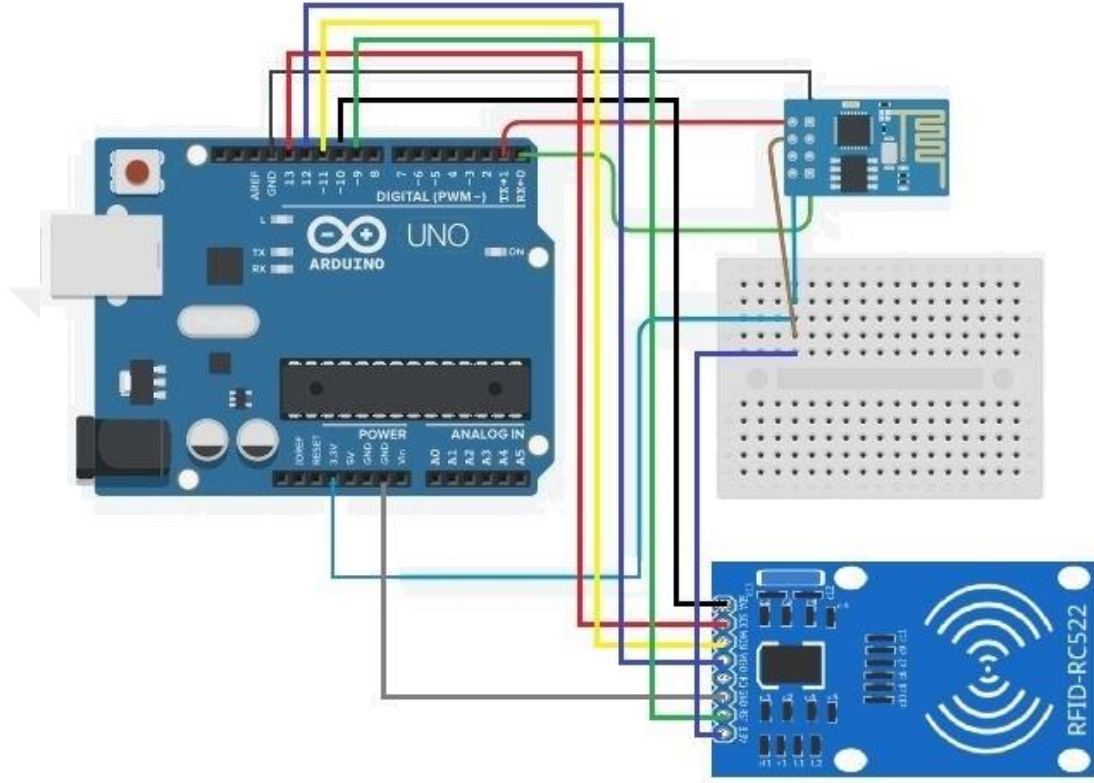
Şekil 3.12. RFID devresinin sunucuya düğüm adı ve etiket numarası göndermesi.

2. Buradan da SQL de oluşturulan otopark veritabanında RFID tablosuna aktarılmaktadır (Şekil 3.13).

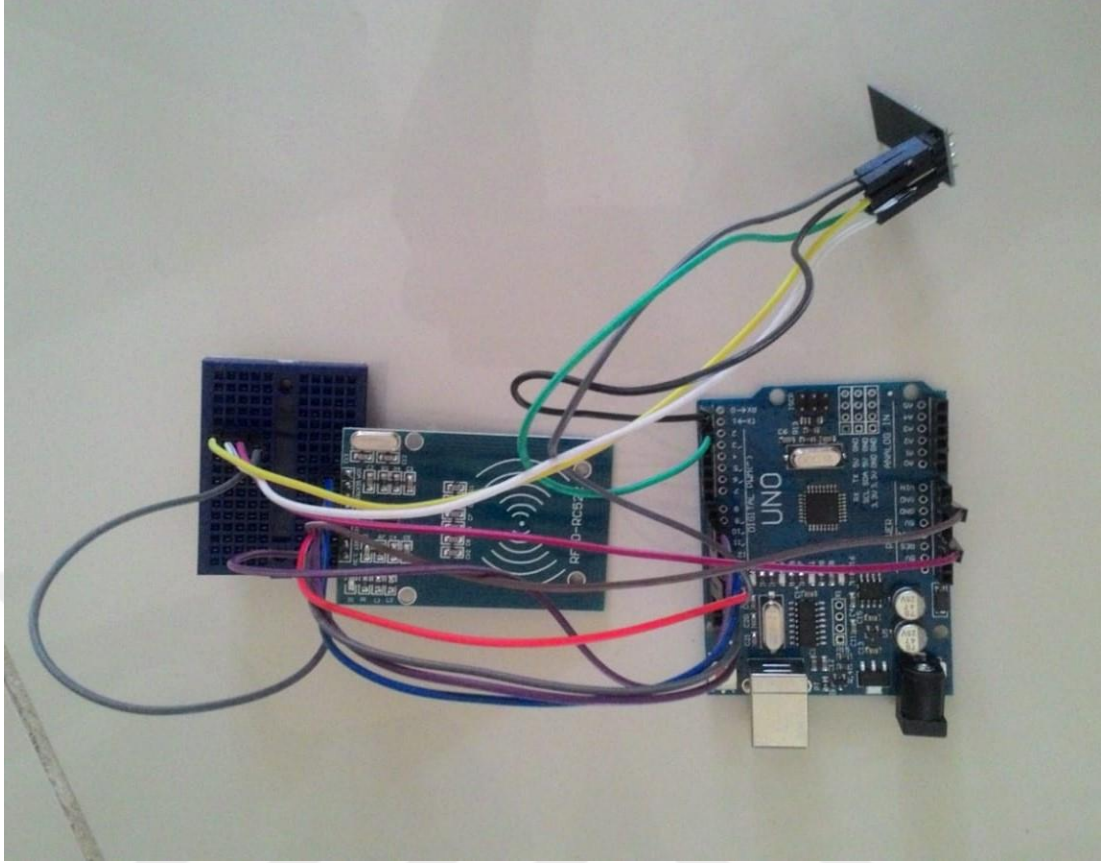
HPPC\SQLEXPRESS.otopark - dbo.rfid			
	id	dugum	strID
	3067	dugum6	224313227
	3068	dugum6	1654248115
	3069	dugum6	224313227
	3070	dugum1	2081195727
	3071	dugum5	224313227
	3072	dugum3	100
	4061	dugum9	2082065327
	4062	dugum9	2082065327
	4063	dugum3	100
	4064	dugum3	100
	5043	dugum9	2082065327
	5044	dugum9	2082065327
	7057	dugum3	224313227
*	NULL	NULL	NULL

Şekil 3.13. Sensörden gelen düğüm adı ve RFID etiket bilgisinin veritabanına kaydedilmesi.

3. Araç otopark içerisinde belirli güzergahta ilerlerken düğüm noktalarına yerleştirilen her RFID devresinin önünden geçtiğinde etiket bilgisi aynı şekilde veritabanına iletilmektedir. Böylelikle aracın otopark içindeki anlık konumu tespit edilebilmektedir.



Şekil 3.14. Kablosuz RFID etiket okuma devre tasarımı.



Şekil 3.15. Kablosuz RFID etiket okuma devresi.

3.1.4. SQL ve Access Veritabanları Bağlantısı

Projenin araçları yönlendirme kısmında kullanılan veritabanı MS Access olacaktır. Devrelerden gelen verilerin kaydedildiği veritabanı SQL olduğu için projenin yönlendirme kısmında veri alışverişlerinde birtakım uyumsuzluklar yaşanmaktadır. Bu uyumsuzluk sorununun giderilmesi adına SQL'de oluşturulan tüm tablolarla dinamik olarak MS Access veritabanında bağlantı kurulmakta ve buradaki verilere ulaşılmaktadır (Şekil 3.16).

id	alan	durum
2004	ardunio1	0
3006	ardunio2	0
3007	ardunio3	1
3008	ardunio4	0
3009	ardunio5	1
3010	ardunio6	0
3011	ardunio7	0
3012	ardunio8	0
*	Yeni	

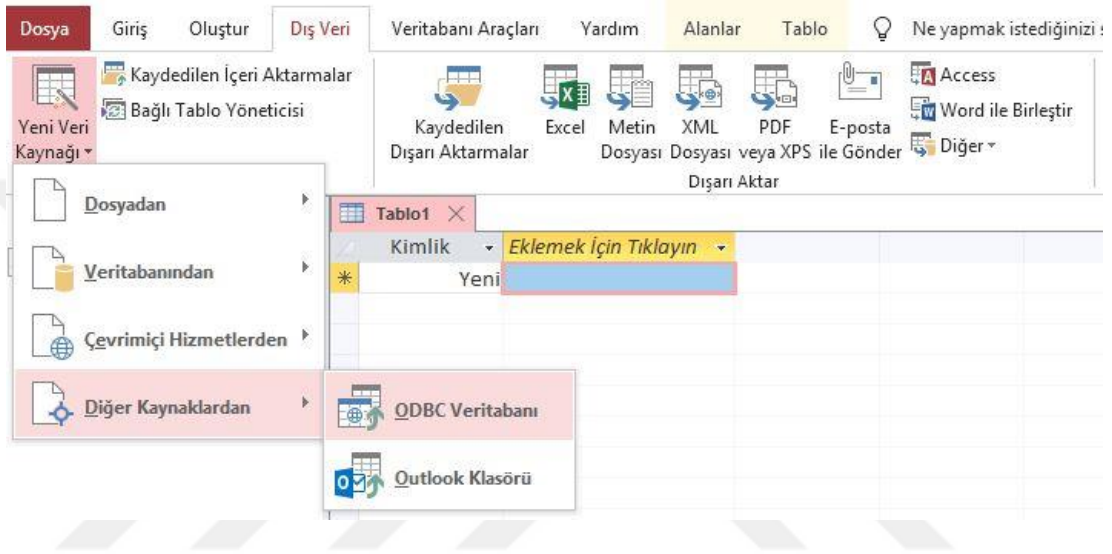
Şekil 3.16. SQL'deki tabloların MS Access ile bağlantısı.

Microsoft Access veritabanında dışarıdan veri almak için yararlanılabilecek protokol ODBC'dir. ODBC veritabanları arasında bağlantı kurulmasını sağlamaktadır. Bu mimaride Access veritabanı öncelikle ODBC'nin sürücüsünün yöneticisine bağlanmaktadır. Bu yönetici ise SQL ODBC sürücüsü gibi belirli bir sürücü kullanmaktadır. Access veritabanında sürücü bulunmayan verilerin kaynaklarına bağlanmak üzere ODBC veri kaynakları kullanılmaktadır [24].

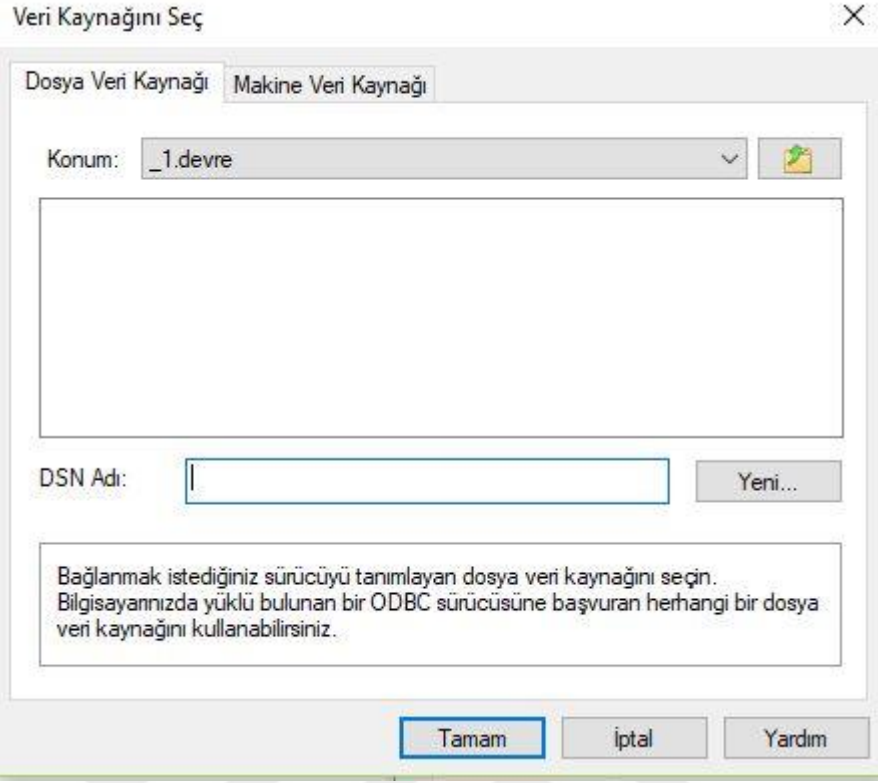
Proje kapsamında SQL'de oluşturulan veritabanlarının Access ile bağlantısı yapılırken aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

1. Öncelikle Access veritabanında dış veri sekmesi açılmaktadır. Burada yeni veri kaynağı oluştur kısmındaki ODBC veritabanı seçilmektedir (Şekil 3.17).
2. Açılan pencereden bağlı tablo oluşturarak veri kaynağına bağla seçilerek SQL veritabanından Access veritabanına sürekli veri akışı sağlanmaktadır
3. Açılan pencerede, dosya veri kaynağı sekmesinden yeni bir veri kaynağı oluşturmak üzere "yeni" butonuna tıklanmaktadır. Buradan sunucu olarak SQL Server seçilerek dosyanın kaydedileceği konum belirlenmektedir (Şekil 3.18).

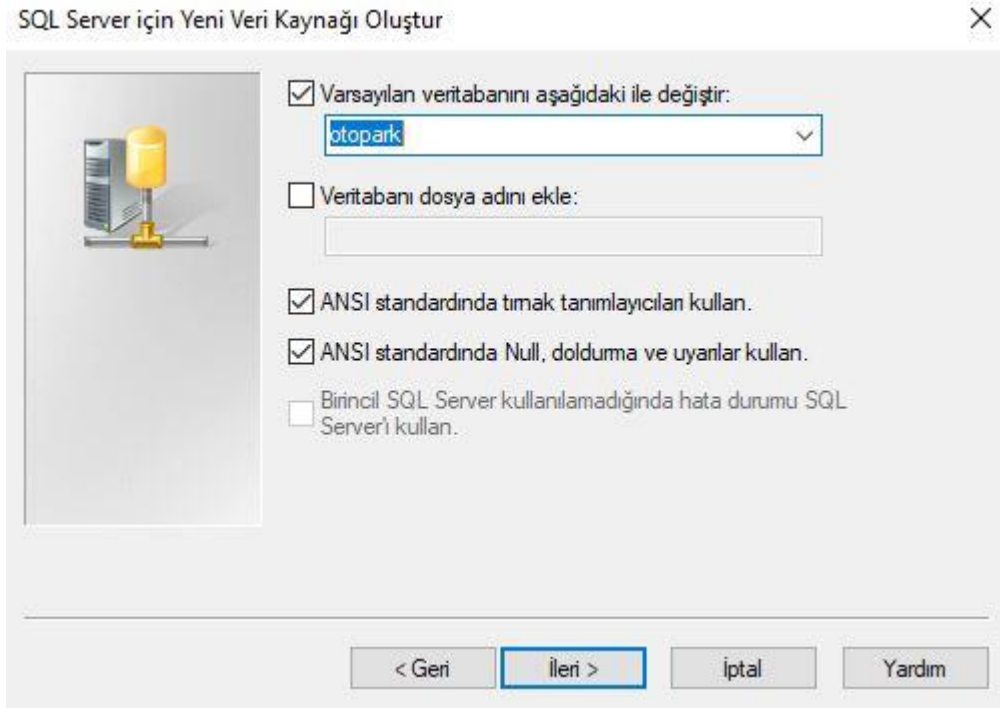
4. DSN kaydedildikten sonra SQL Server'da bağlanılmak istenen sunucu belirlenmekte ve bir sonraki adımda hangi veritabanına bağlanılacağı seçilmektedir (Şekil 3.19).
5. Son olarak veri kaynağı sınaması yapılmakta ve başarılı sonuç verdiğinde bağlantı sağlanmaktadır (Şekil 3.20).



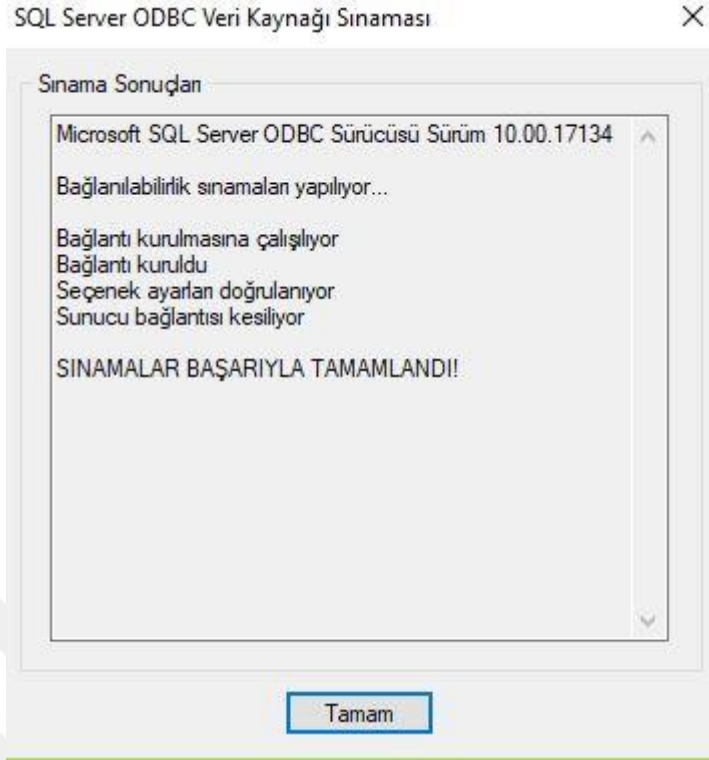
Şekil 3.17. Dış veri kaynağı oluşturma.



Şekil 3.18. Dış veri kaynağı oluşturma-2.



Şekil 3.19. Dış veri kaynağı oluşturma-3.

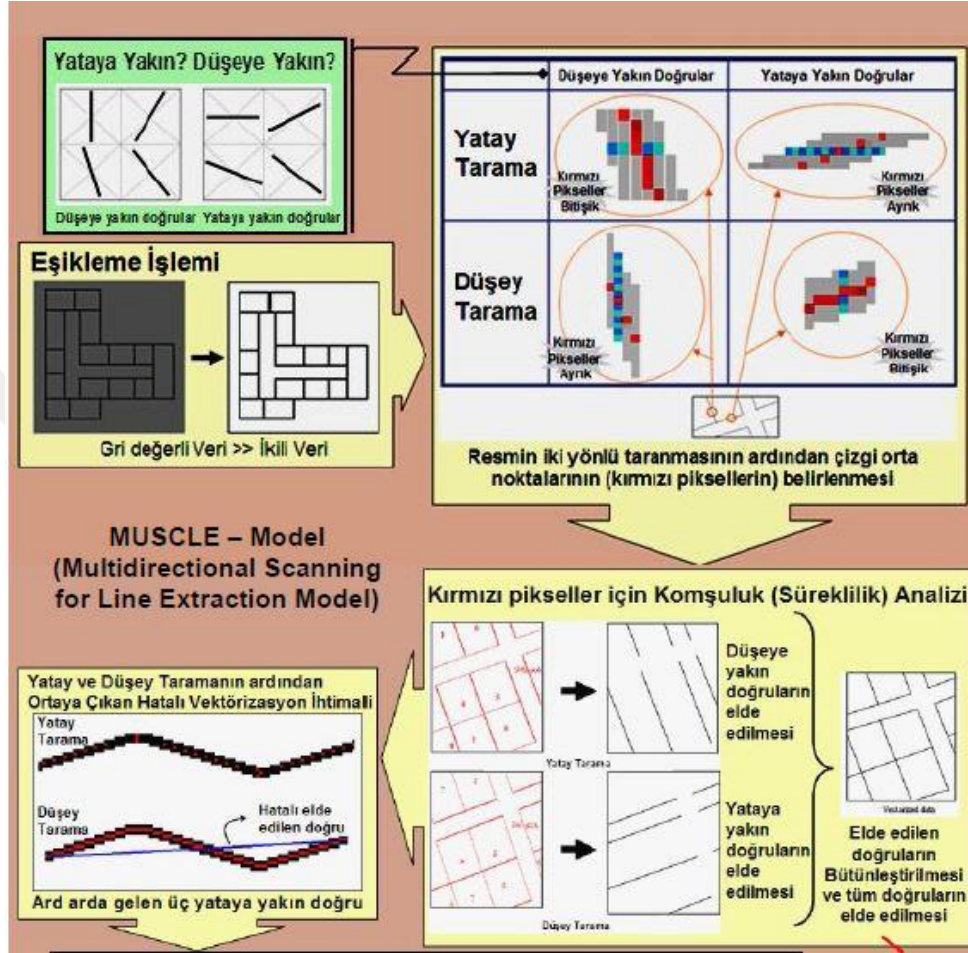


Şekil 3.20. Dış veri kaynağı oluşturma-4.

3.2. 3B BİNA, 3B TOPOLOJİK YOL AĞI MODELLERİNİN VE KONUMSAL VERİTABANININ OTOMATİK ÜRETİLMESİ

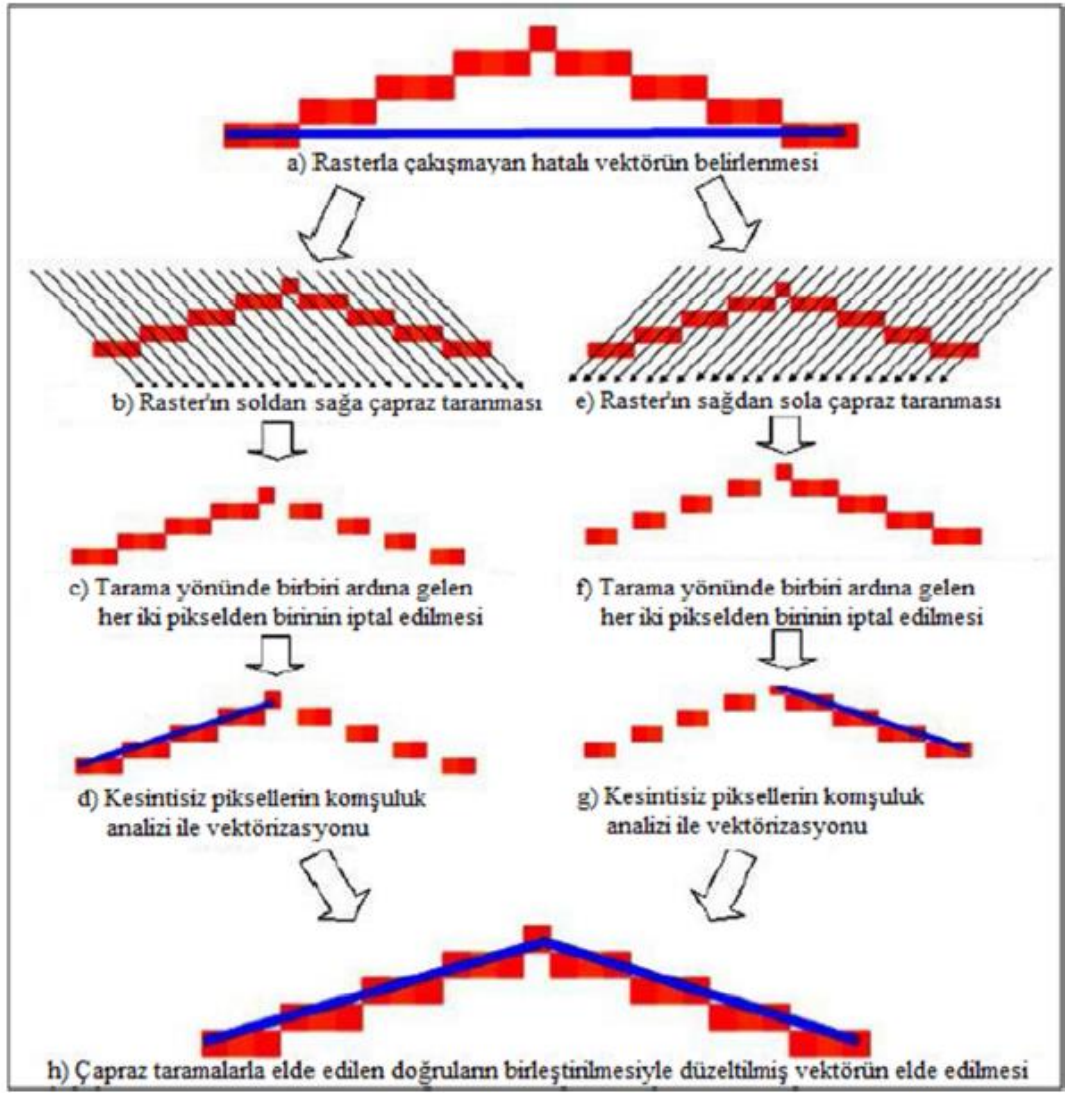
Kapalı otoparkta sürücüyü yönlendirmek için kurulan sistem, otopark için tasarlanacak 3B bina ve 3B yol ağı modelini kullanmaktadır. Bu nedenle ilk adım bahsedilen modellerin üretilmesi olmuştur. Otoparkın 3B Modelinin ve 3B Topolojik Yol Ağı Modelinin üretilmesinde Karaş (2007) tarafından geliştirilen “Çok Yönlü Tarama ile Çizgilerin Edilmesi - Multidirectional Scanning for Line Extraction” (MUSCLE Model) yöntemi kullanılmıştır. MUSCLE Model yöntemi sayısal görüntü işleme algoritmasına dayalıdır ve raster görüntülerdeki doğruları vektörize etmeyi amaçlar. Bu model raster biçimindeki katların planları üzerinden 3B modellerin oluşturulmasında da etkin bir şekilde kullanılabilir. MUSCLE Model vektörizasyon algoritması sayesinde, yalnızca komşuluk analizi kullanılarak çizgiler elde edilmektedir [25]. MUSCLE model yönteminde görüntü ilk başta yatay olarak devamında da düşey bir şekilde pikselleri tek tek taranıp, çizgilerin ortasındaki piksel tespit edilmektedir. Orta pikseller yatay tarandıktan sonra düşeye yakın doğrularda, düşey tarandıktan sonraysa yataya yakın doğrularda devamlılık sağlamaktadır.

Komşuluk analizi sayesinde görüntü yatay tarandıktan sonra düşeye yakın, düşey tarandıktan sonra yataya yakın doğrular oluşmaktadır. MUSCLE Model yöntemi Şekil 3.21’de gösterilmektedir [26].



Şekil 3.21. MUSCLE model’in aşamaları.

Yapılan işlemlerden sonra ortaya çıkan düzgün olmayan doğruların düzeltilmesi için çapraz tarama yöntemi kullanılmaktadır.

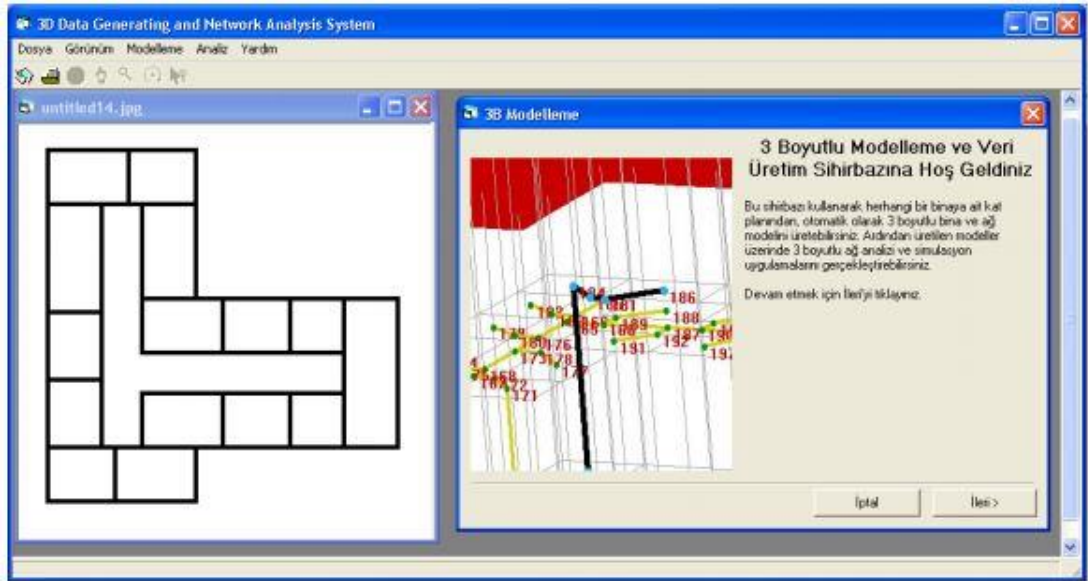


Şekil 3.22. Hatalı doğruların çapraz tarama yöntemi ile düzeltilmesi.

MUSCLE model yöntemi sayesinde otoparka ait 3B ağ modeli otomatik oluşturulmaktadır. 3B ağ modelinin oluşturulması aşamasında yollar ve park alanlarının düğümleri elde edilip birleştirildikten sonra otoparkın kat sayısına bağlı olarak katları birbirine birleştiren düğümler oluşturulup ağ modeli üretilmektedir. MUSCLE model ile ayrıca 3B bina modelleri, kullanıcı tarafından manuel olarak tasarlanabilir. Sonuçta ortaya çıkan veriler, gerekli topolojik düzeltmelere tabi tutulduktan sonra konumsal veritabanı oluşturulmaktadır. Bu veriler daha sonra konumsal veritabanında vektör formatında birleştirilmektedir.

3.2.1. Otoparkın 3B Bina ve Ağ Modelinin Üretimi

Otoparka ait bina ve ağ modelini oluşturmak için Karas tarafından (2007) geliştirilen 3B Modelleme ve Veri Üretim Sihirbazı kullanılmıştır [27]. Bu sihirbaz kat planlarını işleyerek söz konusu yapının modelini ve kullanıcı etkileşimli arayüzü aracılığıyla ağ modelini oluşturup en kısa yolları otomatik üretmektedir. Ayrıca bu verileri konumsal veritabanına aktarmaktadır (Şekil 3.23).



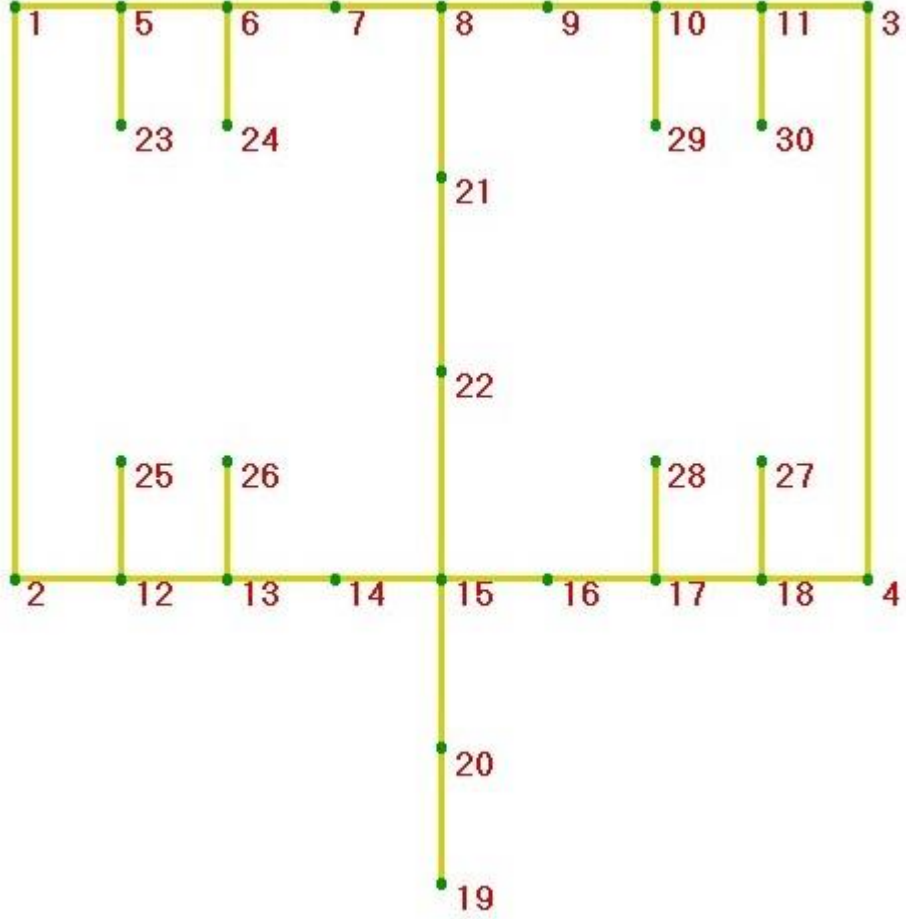
Şekil 3.23. 3B modelleme ve veri üretim sihirbazı.

3B Modelleme ve veri üretim sihirbazı kullanılarak öncelikle söz konusu otoparka ait bazı bilgiler girilip otoparkın 3B ağ ve bina modeli yapısı belirlenmiştir.

Otopark ile ilgili tanımlamalar yapıldıktan sonra Bölüm 3.2.'de açıklanan MUSCLE Model metodu ile, kullanıcının da girdiği bina yapısıyla ilgili bilgiler baz alınarak otoparkın üç boyutlu bina modeli oluşturulmuştur.

Otoparkın bina modeli oluşturulduktan sonra ağ modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.24). Aşağıda verilen ağ modeli projeye konu olan otoparkın ağ modelidir. Numaralar ile gösterilen noktalardan 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 numaralı olanlar otopark

içerisindeki park alanlarını, 20, 21, 22, 9, 14 numaralı olanlar otopark içerisine konumlandırılmış RFID devrelerini göstermektedir.



Şekil 3.24. Otoparkın ağ modeli.

3.2.2. Konumsal Veritabanı Üretimi

Elde edilen otopark ve bu otoparkın ağ modelinin bir veritabanında tutulması gerekmektedir. Bina modelinin tutulduğu veritabanı Lines ve Point adında 2 tablo içermektedir. Point tablosunda, bina içindeki köşe noktaları saklanmaktadır. Lines tablosunda ise bu köşe noktalarının birleşiminden meydana gelen doğrular vardır. Bu doğrular sayesinde söz konusu binanın üç boyutlu modeli ekrana çizilmektedir. Otoparkın oluşturulan otopark modeli sadece görselleştirmek için oluşturulmuştur. Buradaki amaç kullanıcıya yapının ağ modelini analiz etmede kolaylık sağlamaktır.

Şekil 3.25’de söz konusu otoparkın düğüm noktalarını içeren Point ve Lines tablosunun içeriği gösterilmektedir.

Points				Lines			
nn	x	y	z	baslangic	bitis	bold	aciklama
1	52,001012876	375	5	1	2	1	
2	97,001012876	375	5	3	4	1	
3	51,999982833	135	5	5	6	1	
4	96,999982833	135	5	7	8	1	
5	412,00101288	375	5	9	10	1	
6	457,00101288	375	5	11	12	1	
7	411,99998283	135	5	13	14	1	
8	456,99998283	135	5	15	16	1	
9	52,001012876	375	5	17	18		cati
10	51,999982833	135	5	19	20		cati

Şekil 3.25. Otopark modelinin konumsal veri tabanı içinde oluşturulan Point ve Lines tabloları.

Otoparkın ağ modelinin tutulduğu tablolar ise Arcs ve Nodes tablolarından oluşmaktadır. Ağ modelinde yer alan düğümler benzersiz olup Nodes tablosunda bir kere tutulmaktadır. Tablodaki koordinat verileriyle ağ görselleştirilip düğümlerin arasındaki uzaklıklar hesaplanabilmektedir. Bitiş düğümleri ve başlangıç düğümleri olmak üzere düğümlerin arasındaki mesafe bilgileri Arcs tablosunda tutulmaktadır. Şekil 3.26’da söz konusu otoparkın düğüm noktalarını içeren Arcs ve Nodes tablosunun içeriği gösterilmektedir.

Arcs				Nodes				
FromNode	ToNode	Distance	comment	nn	x	y	z	Açıklama
1	2	233,00000000		1	75,001	372	5	
3	4	232,00000000		2	75	139	5	
1	5	32,999		3	435,001	372	5	
5	6	36,013886211		4	435	139	5	
6	7	39		5	120	372	5	
7	8	59,008473968		6	165	372	5	
8	9	44,011362169		7	210	372	5	
9	10	39		8	255	372	5	
10	11	54		9	300	372	5	
11	3	56,009927700		10	345	372	5	
2	12	31,016124839		11	390	372	5	
12	13	39,319206503		12	120	139	5	

Şekil 3.26. Otopark modelinin konumsal veri tabanı içinde oluşturulan Arcs ve Nodes tabloları.

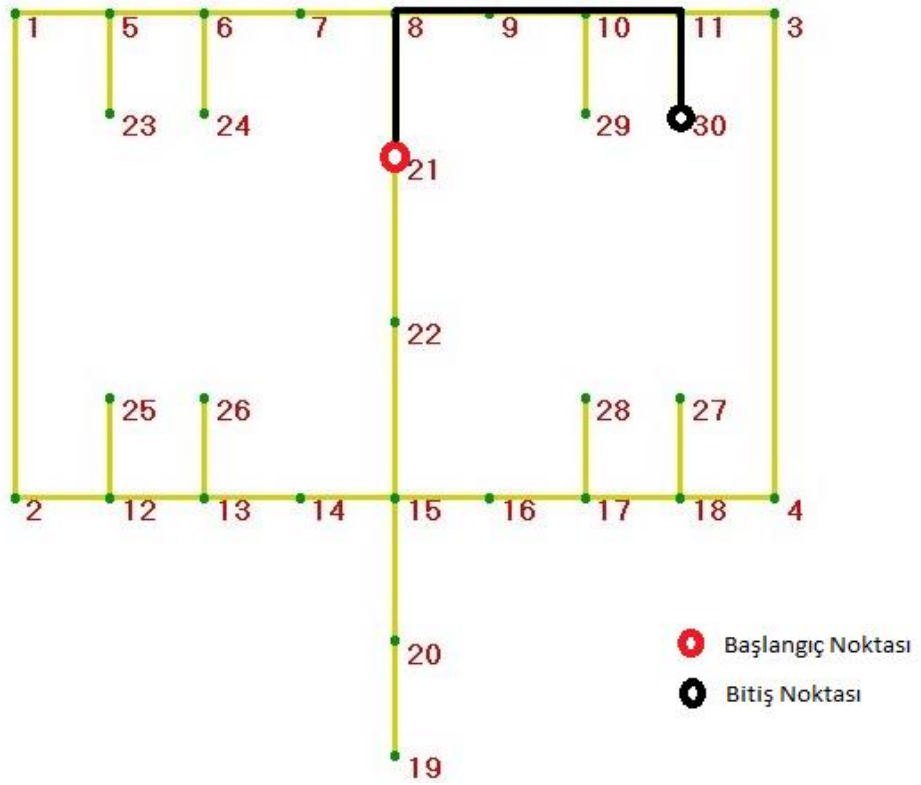
3.3.3. En Kısa Yolların Hesaplanıp Kaydedilmesi

Otopark içerisinde sürücünün bulunduğu noktaya en yakın boş park alanının hesaplanmasında Bölüm 3.3.3.1.'de detaylı biçimde anlatılan Dijkstra Algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma ile otoparkın ağ modelindeki her düğümün en az sayıda dallanmış olan ağacı bulunup öteki düğümlere gitmek için gerekli olan en kısa güzergahlar hesaplanmaktadır. Her düğümden çıkarılan en az sayıda dallanan ağaç tablo olarak tutulmakta otomatik bir biçimde konumsal veritabanında saklanmaktadır. Buna bağlı olarak düğüm sayısı kadar veritabanında tablo oluşturulmaktadır. Oluşturulan her tabloda ilgili düğüm noktasından diğer düğüm noktalarına en kısa güzergahı kullanarak nasıl ulaşılacağı bilgisi tutulmaktadır.

Şekil 3.27'de 30 nolu düğüm noktasının tablosu gösterilmektedir. Bu tabloda, 21 nolu düğüm noktasından diğer bütün düğüm noktalarına olan mesafeler gösterilmekte olup en kısa güzergah bilgisi tabloya bakılarak öğrenilmektedir. Örneğin 21 numaralı düğüm noktasından 30 numaralı düğüm noktasına ulaşmak için takip edilecek adımlar şu sırada olmaktadır: Node: 21 – Path: 8, Node: 8 – Path: 9, Node: 9 – Path: 10, Node: 10 – Path: 11, Node: 11 – Path:30. 21 numaralı düğüm noktasından 30 numaralı düğüm noktasına en kısa mesafeden ulaşmak için sırasıyla 8--9-10-11-30 nolu düğümler izlenmelidir (Şekil 3.28).

Node	Known	Distance	Path
30	-1	0	
11	-1	47	30
10	-1	101	11
3	-1	103,00992770	11
9	-1	140	10
29	-1	148	10
4	-1	335,00992770	3
8	-1	184,01136217	9
7	-1	243,01983614	8
21	-1	253,07654877	8
6	-1	282,01983614	7
22	-1	332,13349027	21

Şekil 3.27. 30 no'lu düğüm noktasının en az sayıda dallanmış olan ağacın konumsal veri tabanındaki durumu.

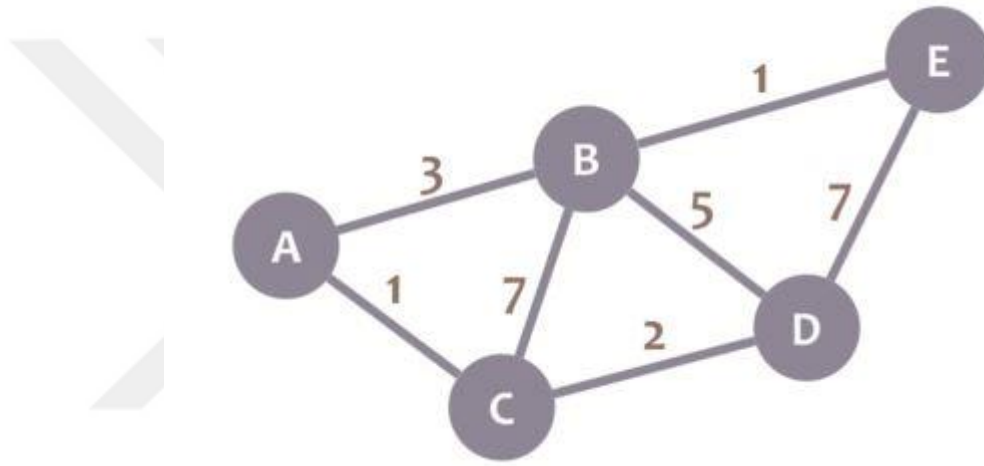


Şekil 3.28. 21 no'lu düğümünden 30 no'lu düğüme giden en kısa yol.

3.3.3.1. Dijkstra Algoritması

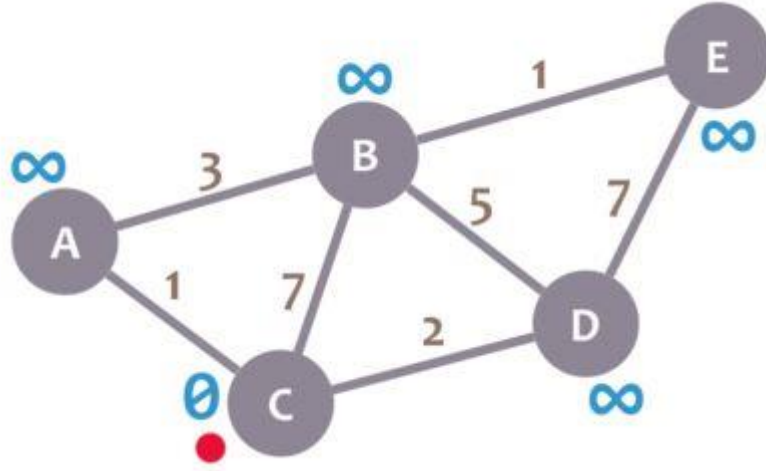
Dijkstra yöntemi, en az maliyetli yolu arama problemlerinde kullanılan ve iyi bilinen bir algoritmadır [28]. Dijkstra algoritması, bu algoritmayı literature geçiren kişinin isminde gelmektedir. Dijkstra algoritmasının çalışması aşağıda örneklendirilmiştir.

Şekil 3.29'da C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yolun hesaplanması incelenmektedir.



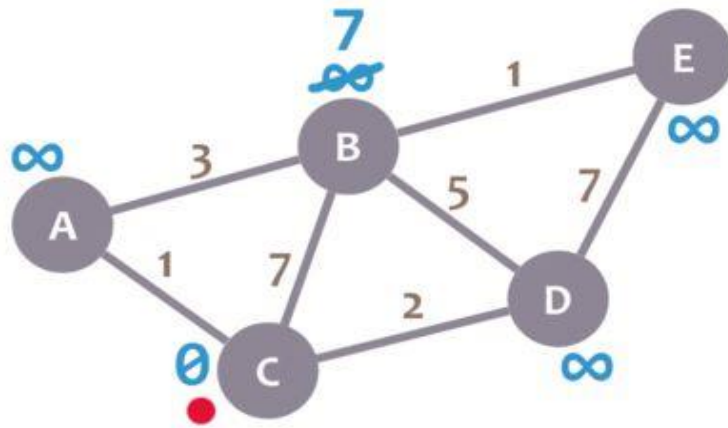
Şekil 3.29. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 1. adım [29].

Algoritmanın çalışması sırasında, her düğümün, bizim tarafımızdan seçilen C düğümüne minimum mesafesi hesaplanmaktadır. C düğümü için bu mesafe 0'dır. Geri kalan düğümler için hala minimum mesafe bilinmediğinden bu düğümlere sonsuz değeri atanmaktadır.



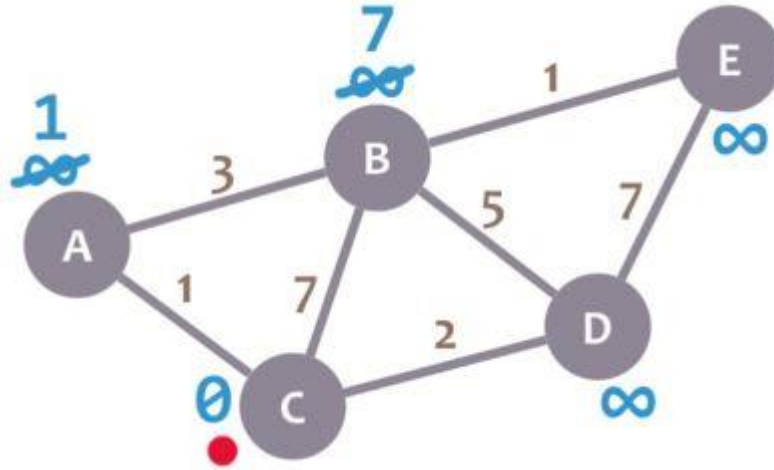
Şekil 3.30. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 2. adım.

Şu an ki durumda güncel düğüm C düğümü olmaktadır. Şekil 3.31'deki mevcut düğüm kırmızı nokta ile gösterilmektedir. Mevcut düğümün komşuları belli bir sıra olmaksızın kontrol edilmektedir. B düğümü ile başladığını varsayarsak, geçerli düğümün minimum mesafesini (bu durumda 0) mevcut düğüm B'ye bağlayan kenarın ağırlığına eklenmektedir (bu durumda 7). Sonuçta $0+7=7$ elde edilmektedir. Daha sonra bu değer minimum B (sonsuzluk) mesafesi ile karşılaştırılmaktadır. En düşük değer minimum B mesafesi olarak kalan değer olmaktadır (bu durumda 7 sonsuzdan küçüktür).



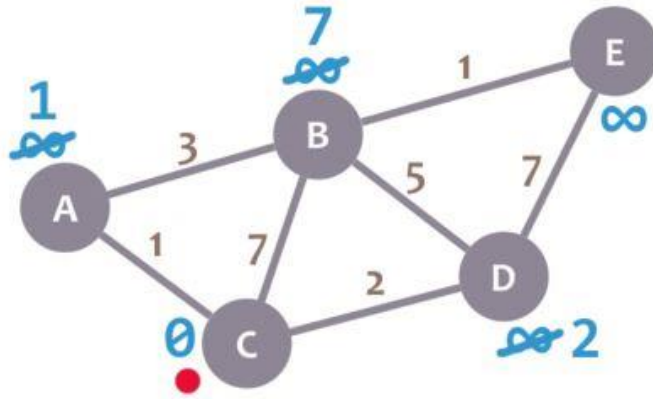
Şekil 3.31. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 3. adım.

A düğümünün komşuluğu kontrol edildiğinde 1 (geçerli düğümü A düğümü ile bağlayan kenarın ağırlığı) ile 0 (minimum C mesafesi, geçerli düğüm) ağırlığı eklenmektedir. Elde edilen bu 1 değeri A mesafesi (sonsuzluk) ile karşılaştırılmakta ve n küçük değer alınmaktadır.



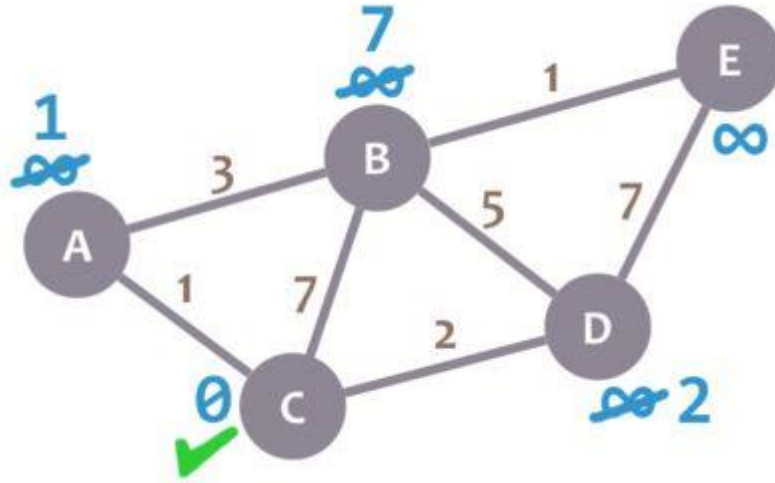
Şekil 3.32. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 4. adım.

Aynı adımlar D düğümü için tekrar uygulanmaktadır.



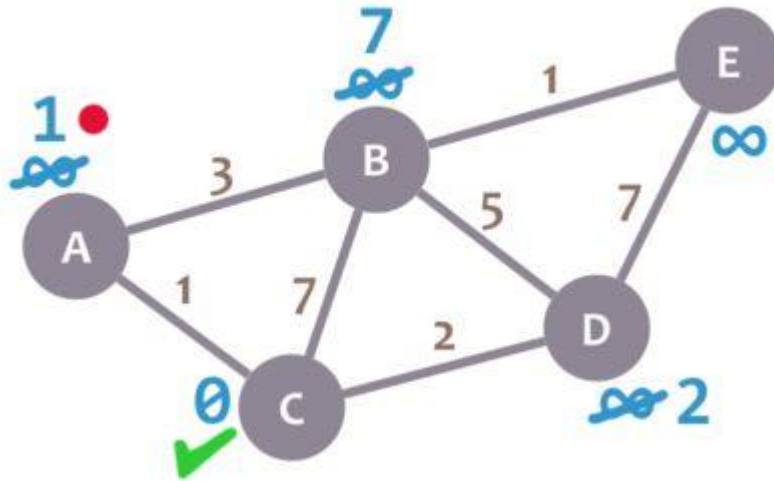
Şekil 3.33. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 5. adım.

C düğümünün tüm komşulukları kontrol edildikten sonra yeşil olarak işaretlenmektedir.



Şekil 3.34. C düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 6. adım.

C düğümünün komşulukları bulunduktan sonra komşuluk analiz için yeni bir düğüm seçilmektedir. Seçilecek olan yeni düğüm en küçük minimum mesafe ile hiç gidilmemiş (yani, en küçük sayıya sahip ve onay işareti olmayan düğüm) düğüm olmaktadır. Bu tanımlamaya uyan A düğümü seçilmekte ve kırmızı olarak işaretlenmektedir.

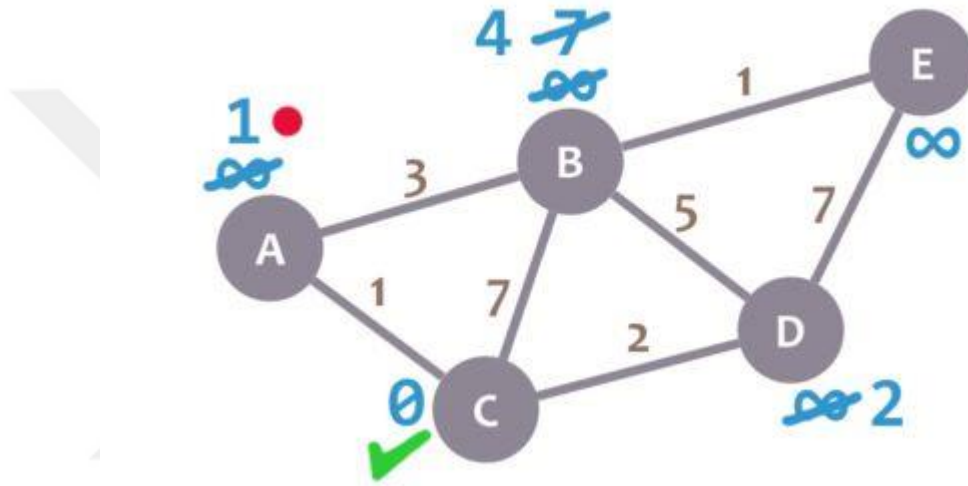


Şekil 3.35. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 7. adım.

Düğüm seçildikten sonra algoritma A düğümü için tekrar edilmektedir. A düğümünün komşuları tek tek kontrol edilmekte ve daha önceden ziyaret edilen

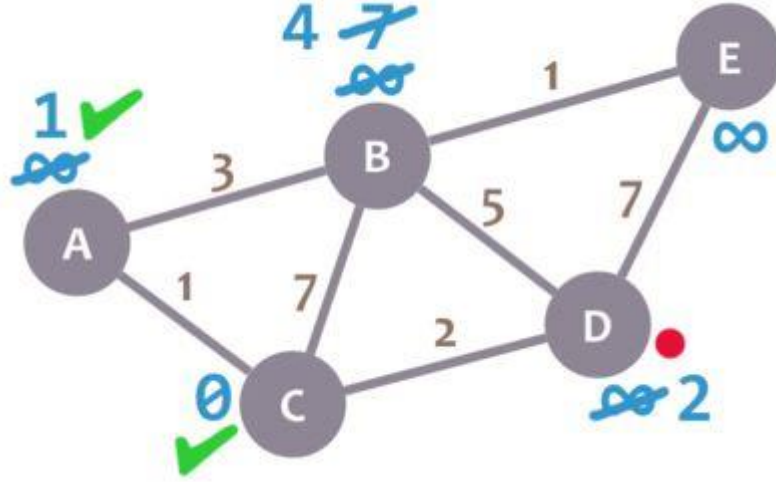
düğümler görmezden gelinmektedir. Bu sadece B düğümünü kontrol ettiğimiz anlamına gelmektedir.

B düğümü için 1 (mevcut düğümün ağırlığı) ve 3 (A ve B düğümünü bağlayan kenarın ağırlığı) değeri eklenerek 4 değeri elde edilmektedir. Elde edilen 4 değeri B düğümünün minimum mesafesi ile karşılaştırılmakta (7 değeri) ve sonuç olarak küçük değer yani 4 değeri alınmaktadır.



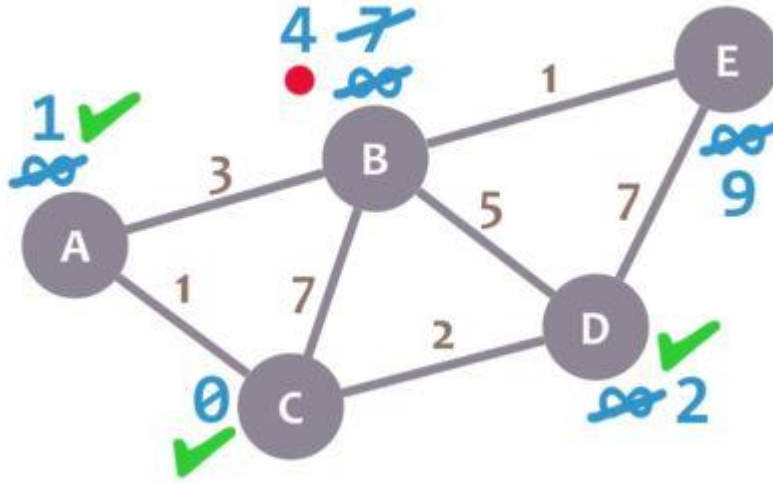
Şekil 3.36. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 8. adım.

Daha sonra A düğümü ziyaret edilmiş düğüm olarak işaretlenmekte ve komşuluk analizi yapılmak üzere yeni bir düğüm olarak D düğümü seçilmektedir.



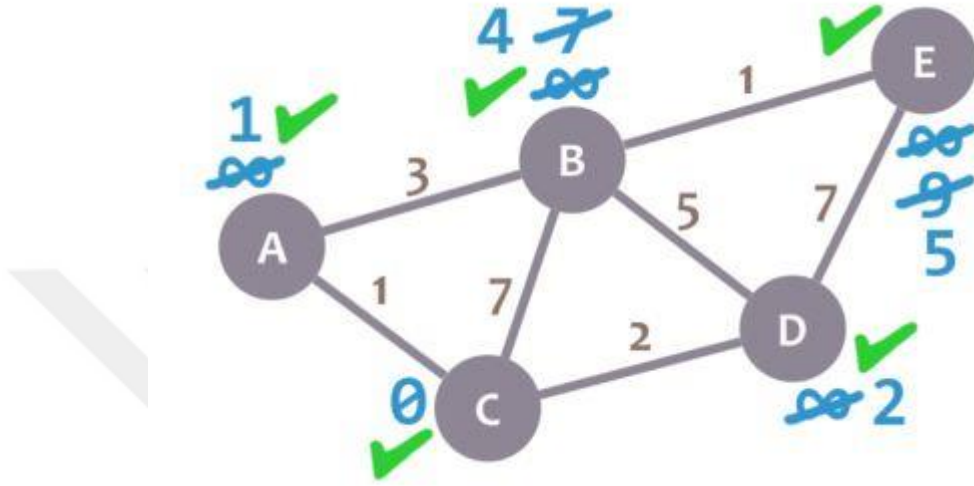
Şekil 3.37. A düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 9. adım.

Algoritmanın adımları D düğümü için tekrarlanmaktadır. B düğümü ile komşuluk analizine bakılırsa $2+5=7$ değeri elde edilmektedir. Bu değer B düğümünün minimum uzaklığı (4) ile karşılaştırılmakta ve sonuç olarak 4 değeri 7 değerinden küçük olduğu için 4 değeri seçilmektedir. E düğümü ile komşuluk analizine bakılırsa $2+7=9$ değeri elde edilmektedir. Bu değer E düğümünün minimum uzaklığı (sonsuzluk) ile karşılaştırılmakta ve sonuç olarak küçük olan 9 değeri seçilmekte ve D düğümü ziyaret edilmiş düğüm olmak üzere yeşil ile işaretlenmektedir.



Şekil 3.38. D düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 10. adım.

Son olarak B düğümünün komşuluk analizine bakılırsa $4+1=5$ değeri elde edilmekte ve bu değer E düğümünün minimum mesafesi ile karşılaştırılmaktadır. Sonuç olarak 5 değeri ayarlanmaktadır. B düğümü ziyaret edilmiş olarak işaretlenmekte, geçerli düğüm olara ise E düğümü seçilmektedir.



Şekil 3.39. B düğümünün diğer düğümler arasında olan en kısa yol incelemesi 11. adım.

Her düğümün minimum mesafesi aslında o düğümden başlangıç yani C düğümüne minimum mesafesini göstermektedir.

3.3. YÖNLENDİRME MODÜLÜ

Proje kapsamında geliştirilen kapalı otoparklarda sürücüyü yönlendirme sistemindeki en önemli nokta sürücünün konumuna yakın uygun park yerine yönlendirilmesidir.

Bilgisayar ortamındaki bu modül sürücünün hangi park alanına gireceğini tespit etmekte ve sürücüyü bu park alanına “saga dön, sola dön, doğru ilerle” gibi talimatlar üretmek için yönlendirmektedir. Bu talimatlar veritabanında kayıtlı halde tutulmaktadır ve güzergahın durumuna göre çağrılmaktadır.

Kapalı alanlarda aracın konumunu belirlemek için kullanılan bir takım yöntemler Bölüm 2.3’te gösterilmiştir. Tez kapsamında tasarlanan maket otopark içerisinde

aracın konumunu tespit edebilmek için RFID sistemlerinden faydalanılmıştır. Otopark içerisinde konumu bilinen aracın yönlendirilmesi daha kolay hale gelmektedir. Tez kapsamında kullanılan navigasyon modülü Karaş tarafından (2007) geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem ile araç otopark içerisinde belirlenen güzergahta ilerlemeye başladığında her düğüm noktasından geçtikten sonra bilgisayar ekranında gideceği yön ile ilgili talimatlar belirlemektedir. Aracın herhangi bir düğüm noktasından geçtiğine dair olan bilgi sisteme wifi aracılığı ile gönderilmektedir.

Kurulan sistem aşağıdaki şekilde çalışmaktadır:

1. Kapalı otoparka giriş yapılmadan önce her araca, otopark içerisindeki RFID devreler tarafından okunmak üzere bir RFID etiketi verilmektedir.
2. Araç, otoparkın kavşak noktalarından önce kurulan RFID okuyucu devrelerinin olduğu düğüm noktalarından geçtikten sonra, hangi okuyucunun önünden geçmişse o okuyucunun ve aracın RFID kimlik bilgileri, RFID devreleri tarafından wifi teknolojisiyle sunucudaki ASP.NET sayfasına bağlanmakta ve sunucunun çalıştırdığı bu ASP kodları sayesinde SQL veritabanına gönderilmektedir. Bölüm 3.1.4'te anlatıldığı üzere SQL veritabanının Access veritabanı ile bağlantısı sağlanarak bu verilere Access veritabanı üzerinden de erişilebilmektedir. Konumsal veritabanının Nodes tablosundaki “nn” sütunu düğüm numaralarını, “açıklama” sütunundaki verilerde bu düğümlere verilen isimleri göstermektedir (Şekil 3.40).

nn	x	y	z	Açıklama
1	75,001	372	5	
2	75	139	5	
3	435,001	372	5	
4	435	139	5	
5	120	372	5	
6	165	372	5	
7	210	372	5	
8	255	372	5	dugum1
9	300	372	5	dugum4
10	345	372	5	dugum6
11	390	372	5	dugum7
12	120	139	5	
13	165	139	5	
14	210	139	5	
15	255	139	5	dugum5
16	300	139	5	dugum2
17	345	139	5	dugum3
18	390	139	5	

Şekil 3.40. Nodes tablosu.

3. Uygulama yazılımı veritabanına yeni bir veri girişi yapıldığında konumsal veri tabanına bağlanmakta ve aracın otopark içerisinde tespit edilen konumundan en uygun boş park alanına olan en kısa uzaklığı hesaplamaktadır (Şekil 3.41). Daha sonra yukarıda bahsedilen gerekli yönlendirme talimatlarını oluşturarak veritabanına kaydetmektedir.

Müsait olan park Alanları:

Müsait olan park Alanları:

Şekil 3.41. Uygun park alanının seçilmesi.

4. ASP.NET sayfaları veri tabanında meydana gelen değişiklikleri algıladıktan sonra aracın belirlenen güzergahta izlemesi gereken yolun mesafesini ve yön okları kullanılmak üzere resmini istemciye göndermektedir (Şekil 3.42).

**Yaklaşık 6 metre git ve
sola dön**



Şekil 3.42. Aracın izleyeceği ilk talimat.

5. Araç güzergahta ilerlerken RFID okuma devresinin bulunduğu bir sonraki düğüme geldiğinde bu devreden gelen veri veritabanının gönderildikten sonra Access'te bulunan Navigation veritabanının "Path" tablosundaki "Read?" sütununda "yes" yazmaktadır (Şekil 3.43).

Path			
Direction	Node	Distance	Read?
Turn right!	8	69,1	yes
Go straight ahead!	9	44	yes
Go straight ahead!	10	39	no
Turn right!	11	54	no
Mission accomplished!	30	47	no
Turn right!	8	69,1	no
Go straight ahead!	9	44	no
Go straight ahead!	10	39	no
Turn right!	11	54	no
Mission accomplished!	30	47	no
*	0	0	

Şekil 3.43. Araç ilerlerken gösterilecek talimatlar ve veritabanındaki durumu.

Ardından ikinci talimat istemciye bilgisayar ekranında görülmek üzere gönderilmektedir (Şekil 3.44).

dosdoğru devam et



Şekil 3.44. Aracın izleyeceği 2. talimat.

Araç RFID devrelerinin bulunduğu her düğümden geçtikten sonra bu işlemler tekrarlanmakta ve aracın belirlenen park alanına ulaşması sağlanmaktadır.

**Yaklaşık 3 metre git ve
sağa dön**



Şekil 3.45. Aracın izleyeceği 3. talimat.

**5 metre ilerlediğinizde 26
nolu alana park etmiş
olacaksınız.**

[Yeni Park İşlemi](#)

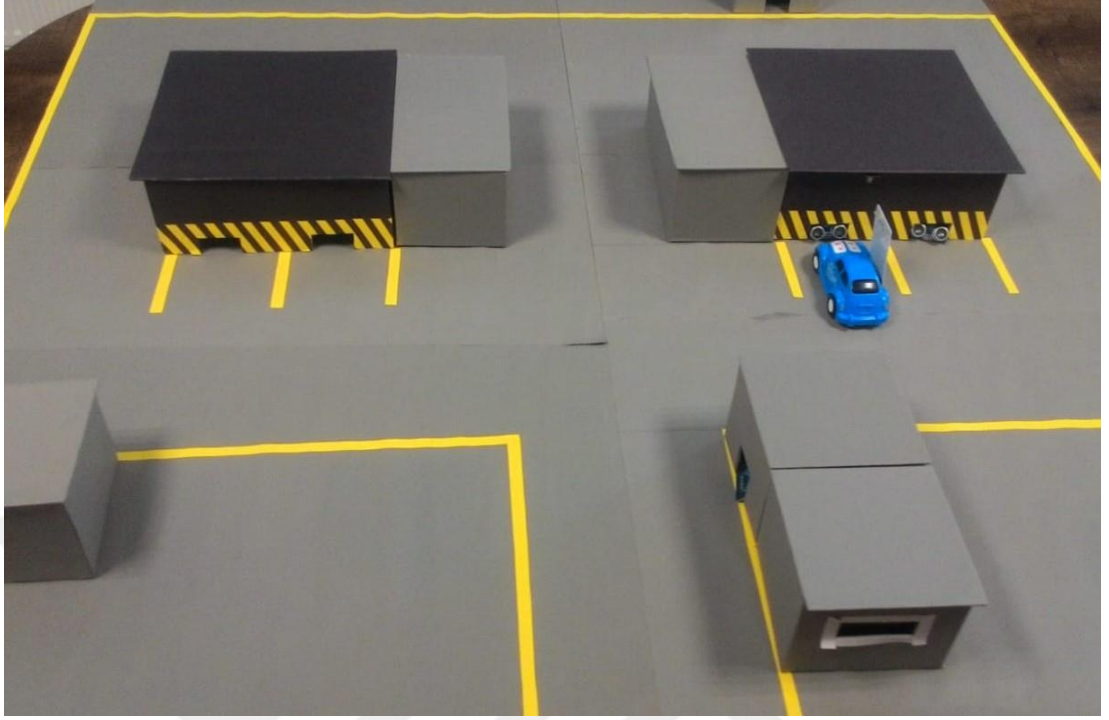
Şekil 3.46. Aracın izleyeceği 4. talimat.

BÖLÜM 4

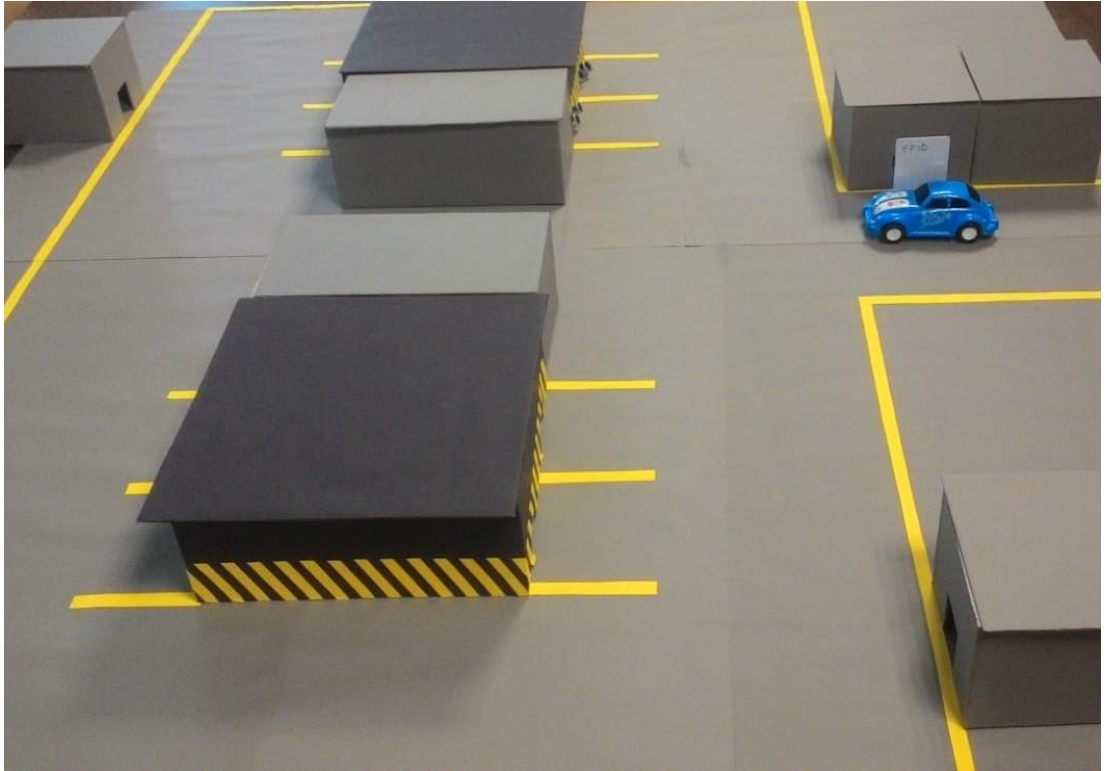
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kapalı otoparklarda hareket halindeki aracın, otopark içerisindeki anlık konumu tespit edilerek sürücünün en yakın ve en uygun boş park yerine yönlendirilmesine yardımcı olacak bir sistem tasarlanmıştır.

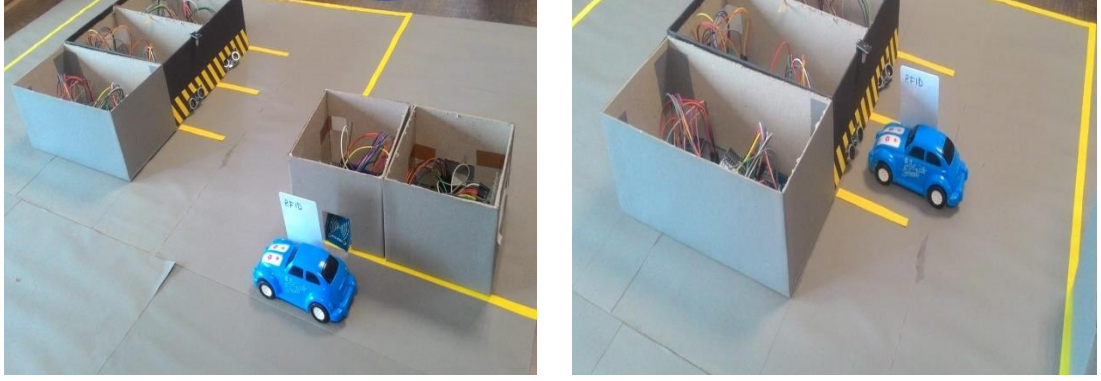
Bu süreçte, ihtiyaç duyulan devreler kurulup söz konusu otoparkın bir maketi hazırlanmış ve uygulamanın nasıl çalıştığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere devrelerin oluşturacağı görüntü kirliliğini engellemek için devreler kutular ile gizlenmiştir. Otopark girişinde, içeride kaç tane boş ve dolu alan olduğunu gösteren ekran bulunmaktadır. Siyah olan kutulara sensor devreleri diğer gri kutulara ise RFID devreleri yerleştirilmiştir. Kapalı otoparkta boş olan park yerlerinin tespit edilebilmesi için arduino ile bir sensor devresi kurulmuştur. Bu devre aracılığıyla park yerinde araç olup olmadığı bilgisi kablosuz bir şekilde gerekli yazılımlar sayesinde veritabanına aktarılmaktadır. Aracın anlık konumunun belirlenmesi için ise arduino ile RFID devresi tasarlanmış ve bu devreler kurulan maket otoparkın belirlenen düğüm noktalarına konumlandırılmıştır. Araçlara otoparka giriş yapmadan önce RFID etiketi verilerek bu etikete sahip aracın düğüm noktalarındaki devrelerin yanından geçtiği zaman RFID modülünün o etiketi okuması sağlanmıştır. Okunan bu etiket bilgisi kablosuz bir şekilde veritabanına aktarılmaktadır. Söz konusu kurulan maket otoparkın ağ analizi oluşturulurken bu otoparkın 3B veri modelleri kullanılmıştır. Bu model ortaya çıktıktan sonra, en kısa yol algoritmasından faydalanılarak sürücü belirlenen park alanına bilgisayar ortamında oluşturulan görsel talimatlar aracılığıyla yönlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Kurulan maket otopark-1.



Şekil 4.2. Kurulan maket otopark-2.



Şekil 4.3. Kurulan maket otopark-3.

Uygulamanın test aşamasında karşılaşılan problemlerden biri RFID modülünün etiketi okuma zamanının beklenilenden uzun olmasıdır. Gerekli düzenlemeler yapılarak bu süresinin minimum olması sağlanmıştır. Sürücünün sistemin belirlediği yol güzergahının dışına çıkması durumunda, aracın otopark içerisinde o andaki konumu ilgili yazılımlarla yeniden tespit edilerek, araç için yeni bir güzergah oluşturulup belirlenen boş park yerine yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Gelecekte bu sistemin bazı eklentilerle geliştirilmesi düşünülmektedir. Otopark içerisinde sürücünün gideceği boş park alanının belirlenmesinde network analizi sorgusu üç farklı şekilde gerçekleştirilebilecektir. Dipten girişe doğru park alanlarını doldurulması, girişten dibe doğru park alanlarının doldurulması ya da hangi uygun park alanına gidileceğinin kullanıcının tercihine bırakılabilmesi şeklinde analiz yapılabilecektir. Kullanıcının tercih edebileceği park alanının merdivene en yakın, asansöre en yakın, çıkışa en yakın vb. gibi özelliklere sahip olması planlanmaktadır.

Söz konusu çalışma bazı eklentilerle daha kullanışlı hale getirilebilmektedir. Örneğin rezervasyon sistemi kullanılarak sürücünün otoparka gelmeden önce müsait tarih ve saatlerde park alanı rezerve edebilmesi projeyi daha fonksiyonlu hale getirecektir. Kullanıcıların mobil cihazları üzerinden uygun park alanlarına yönlendirilmesi de sistemin bir diğer geliştirilebilir yanı olarak düşünülmektedir. Büyük otoparklarda sürücünün parkettiği aracının yerini araması da bir problem yaratmaktadır. Bu

olumsuzluk gözönüne alınarak kapalı alanlarda yaya navigasyonun sağlanmasında böyle bir sistemin yardımcı olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

1. Silva, D., Paulo, B., and José, F. "Wireless parking lot monitoring and guidance." *ETFA2011. IEEE* (2011).
2. Kianpisheh, A, et al. "Smart parking system (SPS) architecture using ultrasonic detector." *International Journal of Software Engineering and Its Applications* **6.3**: 55-58 (2012).
3. Sayeeraman, A., Ramesh, PS. "ZigBee and GSM based secure vehicle parking management and reservation system." (2012).
4. Gódor, G., Huszák, Á., and Farkas, K. "Intelligent indoor parking." 591-595 (2013).
5. İnternet: "Navigasyon", <https://www.basarssoft.com.tr/navigasyon-nedir/> (2014).
6. Doğru, A. ve Uluğtekin, N. "Cbs Uygulaması Olarak Araç Navigasyon Sistemleri." (2005).
7. Nissen, F., Hvas, A., Münster-Swendsen, J., and Brodersen, L. "Small-display cartography." *GiMoDig D3. 1.1* (Public Deliverable) (2003).
8. Yomralıoğlu, Tahsin. "Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar." *Karadeniz Teknik Üniversitesi*, 2000.
9. Taştan, Hayati, and E. Bank. "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde konuma bağlı analizler." *CBS* 94.1:18-20, (19).12. Jamieson, P. "Arduino for teaching embedded systems are computer scientists and engineering educators missing the boat? " *Proc. FECS* 289294 (2010).
10. Atila, Ü., "3B CBS kapsamında çok katlı bina yangınlarına yönelik akıllı bireysel tahliye modelinin yapay sinir ağı ile tasarlanması", Doktora Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 3-4 (2013).
11. Karas, I. R., "Objelerin Topolojik İlişkilerinin 3B CBS ve Ağ Analizi Kapsamında Değerlendirilmesi", *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul, 23-32 (2007).

12. Jamieson, P. "Arduino for teaching embedded systems are computer scientists and engineering educators missing the boat?" *Proc. FECS* 289294 (2010).
13. D'Ausilio, A. "Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment." *Behavior research methods* 44.2: 305-313 (2012).
14. Karumbaya, A., and Satheesh, G. "Iot empowered real time environment monitoring system." *International Journal of Computer Applications* 129(5), 30-32 (2015).
15. Kotiyal, B., and Muzamil M. "Home automation using arduino WiFi module ESP8266." (2016).
16. Demiral, E., Karaş, R. İ. ve Turan, M. K. "RFID Sistemleri ile Konum Belirleme Uygulamaları." *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası* 14: 14-17 (2013).
17. Yüksel, E. ve Zaim, A. "RFID'nin Kablosuz İletişim Teknolojileri ile etkileşimi." *Akademik Bilişim* 11-13 (2009).
18. Finkenzeller, Klaus. *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication*. John Wiley & Sons, 2010.
19. Dündar, Y. and Vural, R. "Embedded system based strategical positioning with RFID." *Electrical, Electronics and Biomedical Engineering (ELECO)*, National Conference on. IEEE, 201, (2016).
20. Kalaycı, T. "Kablosuz sensör ağlar ve uygulamaları." *Akademik Bilişim '09-XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* (2009).
21. Madli, R. et al. "Automatic detection and notification of potholes and humps on roads to aid drivers." *IEEE sensors journal* 15(8), 4313-4318 (2015).
22. Yerubandi, V., Reddy, Y. and Kumar, M. "Navigation system for an autonomous robot using fuzzy logic." *International journal of scientific and research publications* 5.2 (2015).
23. İnternet: "Windows 7'de IIS ile web sitesi yayınlama", Seyir defteri <http://bidb.itu.edu.tr/sevir-defteri/blog/2013/09/07/windows-7-de-iis-ile-web-sitesi-yay%C4%B1nlama> (2013).
24. İnternet: "ODBC", <https://support.office.com/tr-tr/article/odbc-veri-kaynaklar%C4%B1n%C4%B1-y%C3%B6netme-b19f856b-5b9b-48c9-8b93-07484bfab5a7> (2019).
25. Karaş, R. İ. vd. "Doğrusal çizgilerden oluşan raster görüntülerin vektörizasyonu için yeni bir yöntem ve 3 boyutlu CBS'de kullanılması." (2006).

26. Karas, R. İ., Abdul-Rahman, A. and Atila, Ü. "Automatic Generation of 3D Networks in CityGML via MUSCLE Model." *Joint ISG and ISPRS Conference* (2011).
27. Karas, R. İ., "Objelerin topolojik ilişkilerinin 3B CBS ve ağ analizi kapsamında değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 15-17, 99-101 (2007).
28. Dijkstra, E. W., "A note on two problems in connexion with graphs", *Numerische Mathematik*, 1, 269-271 (1959).
29. İnternet: "Dijkstra's Algorithm", <https://www.codingame.com/playgrounds/1608/shortest-paths-with-dijkstras-algorithm/dijkstras-algorithm> (2018).



ÖZGEÇMİŞ

Berna YENİGÜN 1989 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. İstanbul Şefkat Lisesi Fen Bilimleri alanından mezun oldu. 2008 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında Karabük Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Donanım Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamış olup aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı. Yüksek lisans programını 2019 yılında tamamladı ve görevine halen aynı kurumda devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Karabük Üniversitesi
Demir-Çelik Kampüsü
Mühendislik Fakültesi
Balıklarkayası Mevkii / KARABÜK
Tel : (370) 418 70 50 / 3857
E-posta : bernagunes@karabuk.edu.tr