

[1003]

# ÜÇ BOYUTLU (3B) COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KAPSAMINDA KATLI OTOPARKLARA YÖNELİK GERÇEK ZAMANLI NAVİGASYON SİSTEMİ UYGULAMASI

Berna YENİGÜN<sup>1</sup>, İsmail Rakıp KARAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arş. Gör., Karabük Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Karabük, [bernagunes@karabuk.edu.tr](mailto:bernagunes@karabuk.edu.tr)

<sup>2</sup>Doç. Dr., Karabük Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Karabük, [ismail.karas@karabuk.edu.tr](mailto:ismail.karas@karabuk.edu.tr)

## ÖZET

Günümüzde nüfusun artması ve ekonomik gelişme ile birlikte trafiğe çıkan araç sayısında büyük bir artış gözlenmektedir. Bu artış birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan biri, aracı park etme gereksinimi sonucu ortaya çıkan otopark sorunudur. Yetersiz ve kullanışsız otoparklar araç sahiplerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzlukları en aza indirmek için, araç kullanıcılarının yardımına koşacak bir otopark sistemi geliştirilmesi düşünülmüştür. Bu sistemin kapalı ve katlı otoparklara uygulanabilir nitelikte geliştirilmesi planlanmaktadır. Düşünülen bu çalışmada kapalı otoparklarda sürücülerin en uygun park yerine en kısa sürede yönlendirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte park yeri aramak için harcanan yakıt miktarının, aracın neden olduğu hava ve gürültü kirliliğinin, park yeri aramak için kaybedilen zamanın ve park yeri ararken ortaya çıkan stresin minimuma inmesi beklenmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Kablosuz Sensör Ağı, Kapalı Otopark, Navigasyon, RFID, Ultrasonik Sensör

## ABSTRACT

### REAL-TIME NAVIGATION SYSTEM IMPLEMENTATION WITHIN THE SCOPE OF 3D GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR MULTI STOREY CAR PARK

Today, a large increase in the number of vehicles in traffic with population growth and economic development are observed. This increase brings with it many problems. One of these problems is the parking problem as a result of the need to park the vehicle. Impractical and inadequate parking areas have a negative impact on drivers. To minimize these drawbacks, car parking is intended to develop a system to come to the aid of users. This system is planned to be developed which can be applied to indoor and multi-storey parking structure. Considered in this study, in the garage, drivers are intended to be directed as soon as possible in place of the convenient parking. However, the amount of fuel spent looking for parking tool that are caused by air and noise pollution, and to search for a parking lot when looking for a place to park the lost time, the resulting stress is minimized, it is expected that.

**Keywords:** Wireless Sensör Network, Indoor Parking, Navigation, RFID, Ultrasonic Sensor

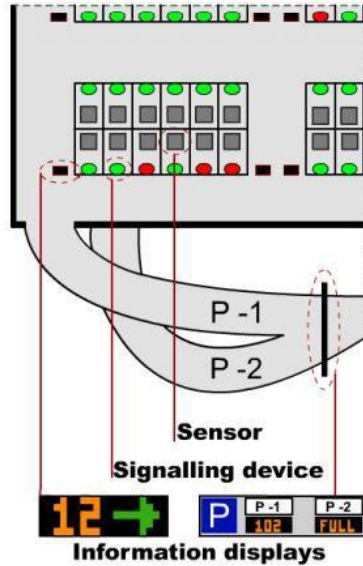
## 1.GİRİŞ

Ekonomik gelişme ve nüfus artışıyla beraber trafiğe çıkan araç sayısı, gün geçtikçe artış göstermektedir. 2016 TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre, Ocak ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı toplam 20 milyon 98 bin 994 adet taşıt bulunmakta ve bu taşıtların %53'ünü otomobil oluşturmaktadır. Trafikte bu kadar çok sayıda aracın bulunmasıyla beraber, taşıtların park etme sürelerinin de fazla olduğu düşünülürse ortaya büyük sorunlar çıkmaktadır. Bu sorunlar, park yerlerinin sürücüler için yetersiz ve kullanışsız olmasından, ayrıca sürücülerin de hatalı parklanmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle otoparklar için yapılan çalışmalar hız kazanmış ve her geçen gün yeni bir teknoloji ile en iyi parklanma stratejisi aranmaktadır. Yeni yapılan büyük yapıların artık kapalı bir otoparka sahip bir şekilde inşa edilmesi ve çok katlı otoparklar da bu trafiğin çözümüne bir nebze olsun katkıda bulunmaktadır. Gerçekleştirilmesi planlanan sistemdeki amaç, araçların boş park yeri aramak için harcadıkları yakıt miktarını ve harcadıkları zamanı minimuma indirmektir. Daha az yakıt tüketimi, araçların neden olduğu hava ve gürültü kirliliğini de en aza indirecektir. Ayrıca bu sistem, sürücülerin boş park yeri ararken oluşturdukları trafikten dolayı meydana gelen uzun araç kuyruklarını da ortadan kaldıracaktır. Bu sistemle sürücünün boş park yeri bulmak için yaşadığı stresin azalması ve otopark kullanım oranının artması beklenmektedir. Bu durumda yaşam kalitesi de artacaktır. Bu sistemle otoparktaki araç yoğunluğunun hangi gün ve saatte, daha fazla ya da az olduğu tespit edilebilecek ve otopark için en iyi parklanma stratejisi geliştirilebilecektir. Günümüzde yaşanan en büyük problemlerden birinin de güvenlik olduğu düşünülürse, planlanan bu sistem sayesinde otoparka giren araçların kimlik bilgileri kaydedilecek ve güvenliği tehdit edebilecek araçlar tespit edilebilecektir.

Uygulanması planlanan bu sistemin çalışmasının aşağıdaki gibi olması planlanmaktadır.

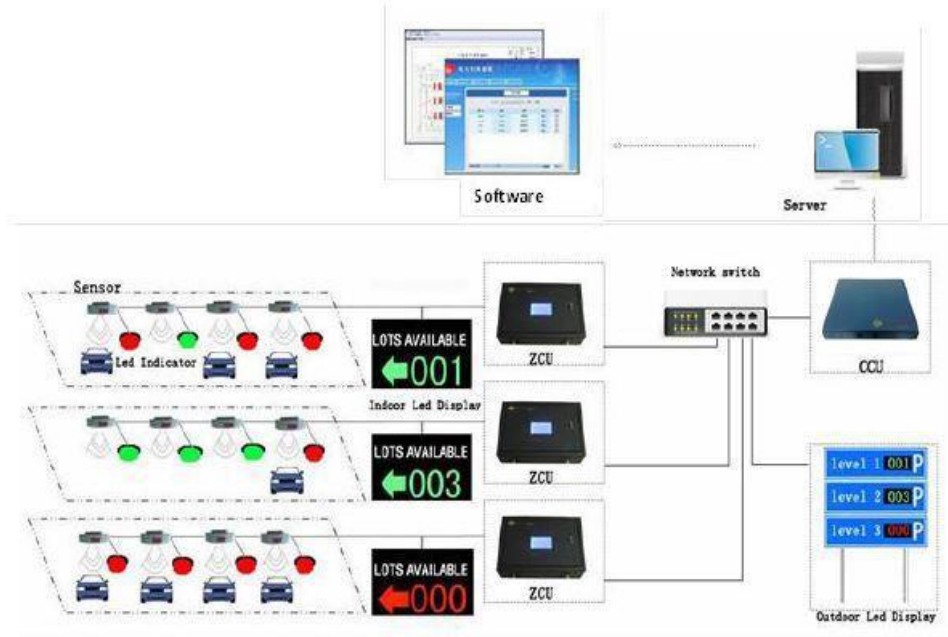
- Otopark girişinde, hangi katlarda ne kadar boş park yeri olduğunu gösteren bir bilgi panosu bulunmaktadır. Sürücü bu bilgiye dayanarak park edeceği kata gitmektedir.
- Her kat girişinde, ilgili katta bulunan mevcut boş park alanları gösteren bilgi göstergeleri vardır. Sürücü bu bilgi göstergelerindeki bilgiye göre boş park yeri olan kata giriş yapar.
- Park alanında her bir araç için ayrılmış park yerlerinin doluluk ve boşluk durumu sensör vasıtasıyla takip edilmektedir.
- Sürücü boş park yerinin bulunduğu kata geldiğinde aracın konum tespiti yapılır ve araca en yakın boş park yeri kurulacak olan sistem tarafından belirlenir.
- Sürücü, belirlenen boş park yerine, her koridor başında yer alan LED göstericilerin yönlendirme işaretlerini takip ederek ulaşır.

Otopark yönlendirme sistemleri birçok ülkede farklı şekillerde uygulanan ve geliştirilmeye açık bir teknolojidir. Bu sistem daha çok açık alanlarda uygulanmaktadır. Bunun nedeni ise kapalı alanlarda aracın konumunu belirlemede yaşanabilecek zorluklardır. Kapalı alanlarda konum belirlemek için yapılan çalışmalar her geçen gün gelişme göstermektedir. Bu gelişmelerle birlikte kapalı otoparklarda da konum tespiti denemeleri hız kazanmıştır. Otopark içinde konumu tespit edilen aracın yönlendirilmesi farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Örneğin 2011 yılında Silva, sürücüye görsel olarak yardım ederek park alanındaki boş yerler hakkında bilgi veren bir sistem tasarlamıştır (Şekil 1). Kullanıcı otopark girişinde bulunan monitördeki boş park yeri bilgisine dayanarak koridor tercihi yapar. Sürücü içeri girdiğinde monitördeki bilgi güncellenir. Otoparktaki kablosuz sensör ağı tüm park alanlarına yerleştirilmiştir ve bu park alanlarının doluluk bilgisini kontrol eden manyetik sensörleri kapsar. Bu bilgi sunucuya iletilir ve bilgi işlenerek koridordaki ekranlara geri gönderilir. [1]



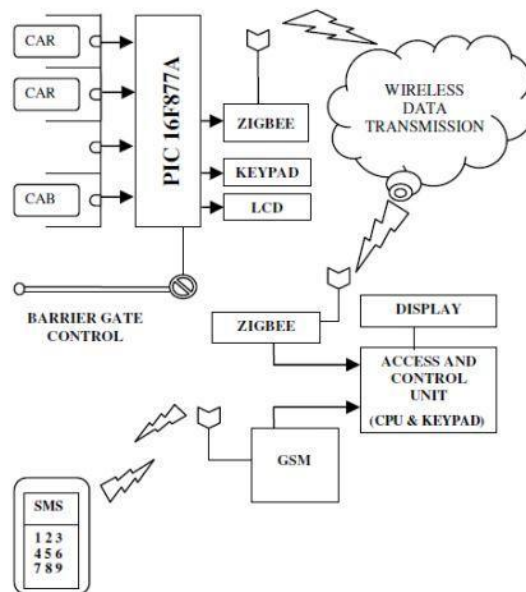
Şekil 1. Sistem Bileşenleri

Kianpisheh 2012 yılında, araç kullanıcılarının kısa zamanda boş park yeri bulmalarına yardımcı olacak, SPS adında yeni bir park sistemi tasarlanmıştır (Şekil 2). Bu sistem hem park yerinin doluluk boşluk bilgisini hem de uygunsuz yapılan parkları tespit edebilmektedir. Sistem her katta 5 koridor ve 100 park yeri ile birlikte 4 katlı otopark için uygulanmıştır. Girişte yer alan LED göstergeler aracılığı ile araç sürücüsü hangi katta kaç tane boş park yeri olduğunu görebilmektedir. Sürücü ilgili kata geldiğinde her koridorda tavanda asılı iç işaretlere bakar. Her iç işaret hem boş park yeri sayısını hem de boş alana sahip koridorun yönünü gösterir. Her bir park yeri kırmızı, sarı, mavi ve yeşil renk gösterebilen LED ışıklar ile donatılmıştır. Yeşil renk boş yer, kırmızı renk dolu yer, mavi renk engelli yeri, sarı renk ise rezerve edilmiş yeri göstermektedir. Bu çalışmada ultrasonik sensörler, LED göstergeler, iç ve dış ekran panoları, alan kontrol birimi (Zone Control Unit), merkezi kontrol birimi (Central Control Unit), ağ anahtarı, telefon kablosu ve yönetim yazılımı kullanılmıştır. Ultrasonic sensör durum mesajını telefon kablosu aracılığı ile ZCU'ya iletir, ZCU bilgiyi CAT5 kablosu aracılığı ile CCU'ya iletir. CCU bilgiyi işler ve komutları ZCU ve LED göstergelere gönderir. ZCU, iç göstergelere ve ultrasonik sensörlere RS-485 portunu kullanarak bağlanır ve CCU ile ağ anahtarı ve LAN bağlantıları ile haberleşir. [2]



Şekil 2. Akıllı Park Sisteminin Prototipi

Sayceraman 2012 yılında kablosuz teknoloji kullanılarak araç park etme ve rezervasyonu üzerinde durmuştur. Sistem kızılötesi sensör ve ZigBee arabirimi ile PIC mikrodenetleyiciye sahip boş park yeri izleme modülü, GSM modem içeren park yeri rezervasyon modülü ve güvenliği sağlayan bir takım kuralları içeren güvenlik modülü olmak üzere 3 tane modül içerir (Şekil 3). Bu çalışmada sürücü SMS ile park yeri rezerve edebilir. SMS alan koordinat sistemi boş park yerinin olup olmadığını kontrol eder. Boş park yeri varsa sürücüye giriş şifresi içeren bir mesaj iletir. Sürücü park alanına ulaştığında şifreyi doğru girerse bariyer açılır. Burada kullanılan kızılötesi sensörler 24x7'lik alanı algılayabilir. Sensör, park yerinde bir araç algılayarsa, aracın varlığını mikrodenetleyiciye bildirir. Mikrodenetleyici sırayla durum bilgisini ZigBee düğümüne göndermektedir. ZigBee düğümü park için ayrılmış alanın girişinde koordinat sistemi ile arayüz olan ZigBee düğümünün sonuna durum bilgisini iletir ve park yeri bilgisi veri tabanında güncellenir. ZigBee düğümü ve mikrodenetleyici arasında UART iletişimi gerçekleştirilmektedir. Erişim kontrol sistemi, ZigBee düğümüne ve GSM modeme sahiptir. Erişim sistemi oluşturmak için DotNet framework kullanılmaktadır. Ayrıca sistem ASP. NET ile oluşturulan bir kullanıcı arayüzüne sahiptir. Bu arayüz ile araç kullanıcısı park yeri rezervi yapabilmektedir. [3]



Şekil 3. Çalışmanın Blok Diyagramı

Gódor, 2013 yılında kapalı otoparka giren sürücünün akıllı telefonu ile uygun park yerine yönlendirilmesini amaçlayan bir sistem tasarlamıştır. Kullanıcı akıllı telefonundan otopark girişinde en yakın park alanı, aile otoparkı

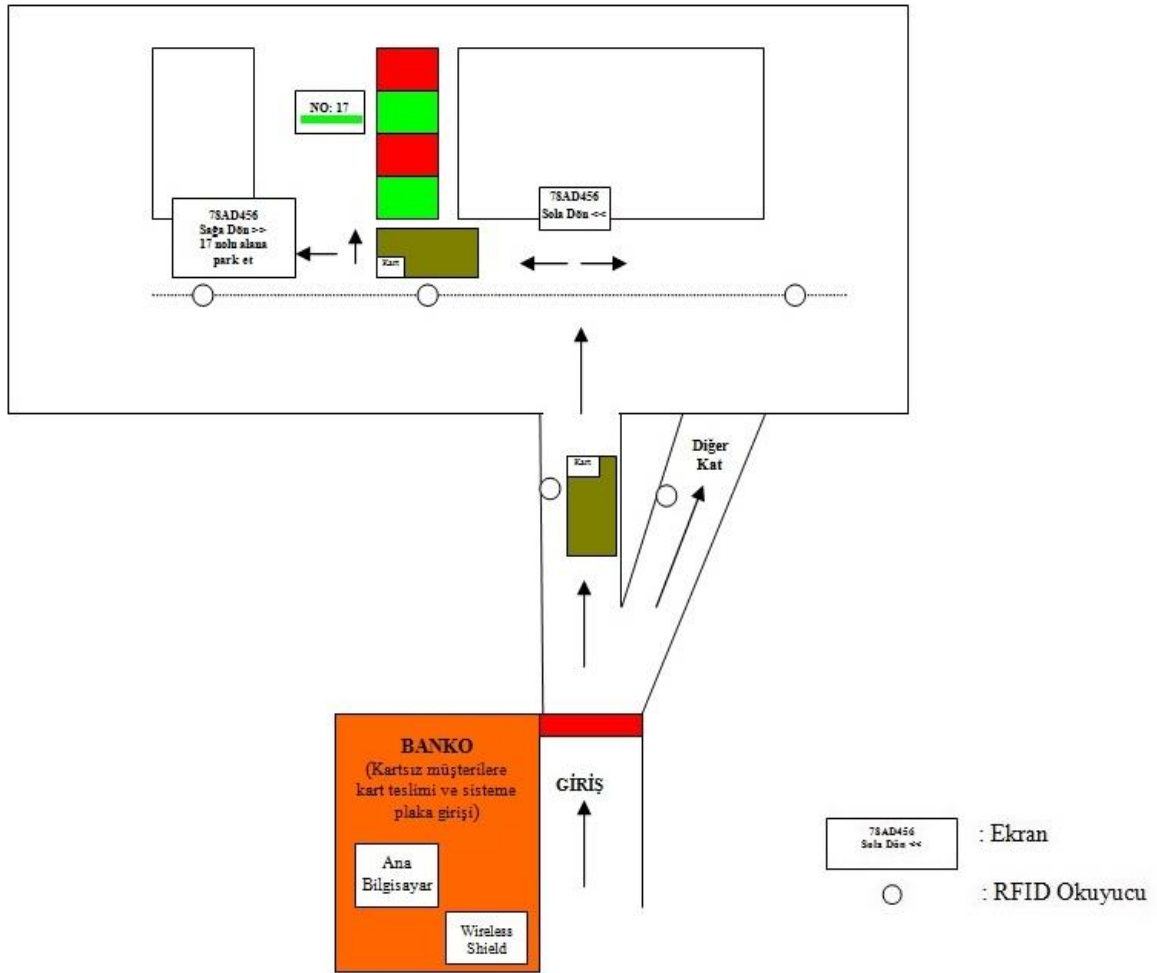
ya da favori dükkanına en yakın park alanı gibi tercihlerden birini seçer. Bu seçime göre en uygun park yeri tespit edilir ve park yerinin koordinatları ve haritası kullanıcının akıllı telefonuna iletilir. Kullanıcı konumuna göre güncellenen bu haritayı takip ederek uygun park yerine ulaşır (Şekil 4). Burada, park yerinin doluluk bilgisi ultrasonik sensörler tarafından toplanmaktadır. Sistem Central Server, Communication Infrastructure, Wi-Fi Access Points (AP), Client Devices'den oluşmaktadır. Sürücünün pozisyonunun tahmini için sinyal parmak izi tabanlı algoritma kullanılmıştır. Central Servis bu parmak izlerinin depolandığı veritabanını ve park alanının haritasını gösterir. Veritabanında hem yayaların hem de araç kullanıcıların parmak izleri depolanmaktadır. Bunlardan hangilerinin kullanılmasına gerektiğine karar vermek için basit bir algoritma kullanılmıştır. Binanın içinden gelen kullanıcı yaya parmak izi veri tabanını kullanırken (parmak izi kaydetme yaya tarafından taşınan bir cihaz ile sağlanıyor), araç giriş yerinden garaja giren kullanıcılar, araç veritabanını kullanılmaktadırlar. Sunucu aynı zamanda, ultrasonik sensörler vasıtasıyla park alanının doluluk bilgisini göstermektedir. Konum algılama için kullanılan Wi-Fi altyapısı 10 Access Point, 3 anahtar (Switch) ve bir merkezi sunucudan (Central Server) oluşmaktadır. Sunucu, erişim noktaları aracılığıyla gezici mobil aygıtların sürekli Wi-Fi sinyal gücü bilgisini toplar, izlenecek mobil düğüm konumlarını hesaplar ve Wi-Fi altyapısı üzerinden hareket eden cihazın hesaplanan konum bilgilerini geri gönderir. Wi-Fi Access Point'lerin işlevi, pozisyon tahmin algoritması için gerekli verileri (her istemci cihazın RSS bilgileri) toplamak; merkezi sunucuya toplanan verileri iletmek ve arka plan altyapısına istemci aygıtları bağlamaktır. Pozisyon belirlemede ise şöyle bir yöntem kullanılmıştır: Bütün AP'lerin RSS verileri toplanarak ve ölçülerek o alanın parmak izi veritabanı oluşturulup, AP'ler 4m uzaklıklar ile yerleştirilmiştir. Visiting Device, AP'lerden gelen her sinyali sürekli ölçmekte ve bu ölçümleri sunucuya göndermektedir. Sunucu depolanmış parmak izi bilgilerine dayanarak konum hesaplayıp, Visiting Device'ya sonucu geri göndermektedir. [4]



Şekil 4. Navigasyon Arayüzü

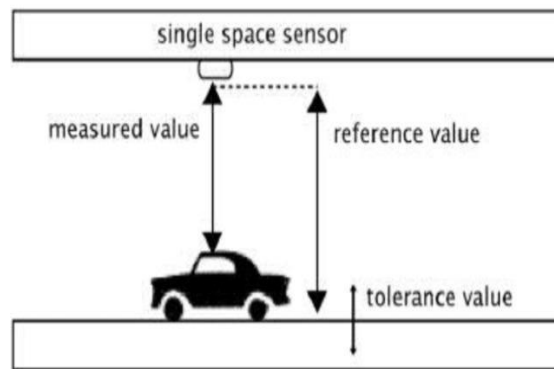
## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Gerçekleştirilmesi planlanan sistemde gerçek zamanlı bir şekilde ağ analizi yapmak için gerçek zamanlı bir uzaktan kontrol sistemine gereksinim vardır. Bu kontrol sistemi, içinde sensörleri ve sunucuyu kapsayacak şekilde düşünülmüştür. Her park yerinin tepesinde bir sensör olacak ve bu sensörler park yerinin boş mu dolu mu olduğu bilgisini sunucuya iletacaktır. Sunucu aldığı bilgiler ile kullanıcıyı yönlendirecek olan LED göstergeleri kontrol edecek ayrıca bu bilgileri veri tabanına aktaracaktır. Böyle bir sistemin kurulması için öncelikle boş park yerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için bir sensör devresinin tasarlanması düşünülmektedir. Bu devrenin en önemli elemanları Arduino kart, ultrasonik sensör ve RGB (red, green, blue) LED olacaktır.



Şekil 5. Sistemin Çalışma Şekli

Park yerinin doluluk bilgisini tespit etmek için ses ile yer belirleyen ultrasonik sensör düşünülmüştür. Ultrasonik sensörler, ses dalgaları yayan ve bunların engellere (araç veya yer) çarpıp geri dönmesine kadar geçen süreyi hesaplayarak aradaki uzaklığı belirleyebilen sensörlerdir. [5]



Şekil 6. Ultrasonik Sensörün Çalışması [6]

Bu alanda araç olup olmadığı bilgisi, wireless shield üzerinden sunucuya iletilecektir. Bu iletişimin kablosuz şekilde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Bu iletişimde düşük hızlı kablosuz kişisel ağ haberleşme teknolojisi olan ZigBee standardı kullanılması düşünülmüştür. ZigBee, IEEE 802.15.4 standardı temelli bir Wireless Sensor Network (Kablosuz Algılayıcı Ağları, WSN) teknolojisidir. [7] Wireless ile sunucuya gelen veriler işlenerek depolanacaktır. Bilgisayarda otoparkın yönetimi için bir arayüz planlanmaktadır. Bu arayüzde otopark modeli ve park yerlerinin bilgisi gösterilecektir.

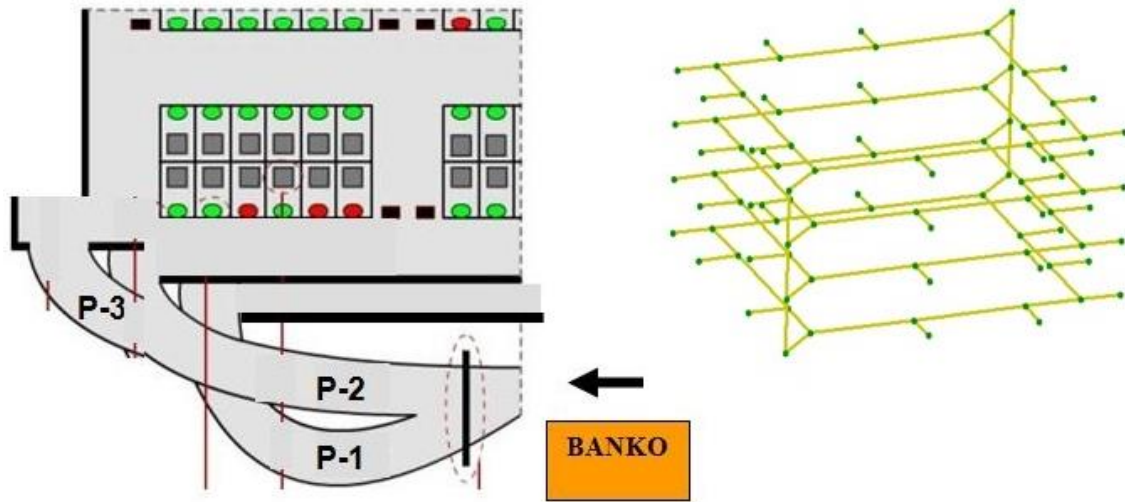


## 2.1.Aracın Konum Tespiti

Otopark içerisinde aracın konumunu belirlemek için, avantajları ve doğruluğu göz önüne alındığında RFID (Radio Frequency Identification) teknolojisinin uygun olacağı düşünülmüştür. RFID, bir nesne veya kişiye ait tanıma bilgisini (benzersiz seri sayı biçiminde) kablosuz bir şekilde radyo dalgaları ile iletmek için kullanılan sistemleri tanımlamak amacıyla ifade edilen genel bir terimdir (Khong ve White, 2005). RFID sistemlerinde okuyucu ve taşıyıcı olmak üzere iki temel bileşen vardır. Okuyucu sabit taşıyıcı hareketli ya da taşıyıcı sahip okuyucu hareketli şeklinde kullanımları mevcuttur. Çalışmada aracın konumunu tespit etmek için kapalı otoparkın tavanına belli aralıklarla RFID okuyucularının, kullanıcıların araçlarına da RFID etiketlerinin yerleştirilmesi planlanmaktadır. Etikete sahip olan araç otopark içerisinde bulunan RFID okuyucunun etki alanına girdiğinde okuyucu ve etiket arasında elektromanyetik dalga alışverişi başlamaktadır. Bu alışverişten sonra okuyucu aldığı bilgileri sunucuya iletmektedir.

## 2.2.Otoparka ait 3B Ağ Modellerinin Üretilmesi, Öznitelik Bilgilerinin Elde Edilmesi, Birbirleriyle ilişkilendirilerek Konumsal Veri Tabanında Bir Araya Getirilmesi

Proje kapsamında geliştirilmesi hedeflenen sistem, Ağ Analizi ve Navigasyon uygulamalarında otoparka ait Üç Boyutlu (3B) Veri Modellerini kullanacaktır. Bu modeller 3B Yol Ağı Modelidir. Dolayısı ile öncelikle projeye konu olan otopark için bu modellerin üretilmesi gerekecektir. 3B Topolojik Yol Ağı Modelinin üretilmesinde Karas (2007) tarafından geliştirilen “Çok Yönlü Tarama ile Çizgilerin Edilmesi - Multidirectional Scanning for Line Extraction” (MUSCLE Model) yöntemi kullanılacaktır. Söz konusu yöntem bir sayısal görüntü işleme algoritması olup, genel anlamıyla raster görüntülerdeki doğruların vektörize edilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Karas, 2007).



Şekil 7. Örnek Kat Planı ve Network Yapısı

## 2.3.Araçlar için Network Analizi Yapmayı Sağlayacak Olan Navigasyon Yazılımının Modifiye Edilmesi ve İlave Modüllerin Geliştirilmesi

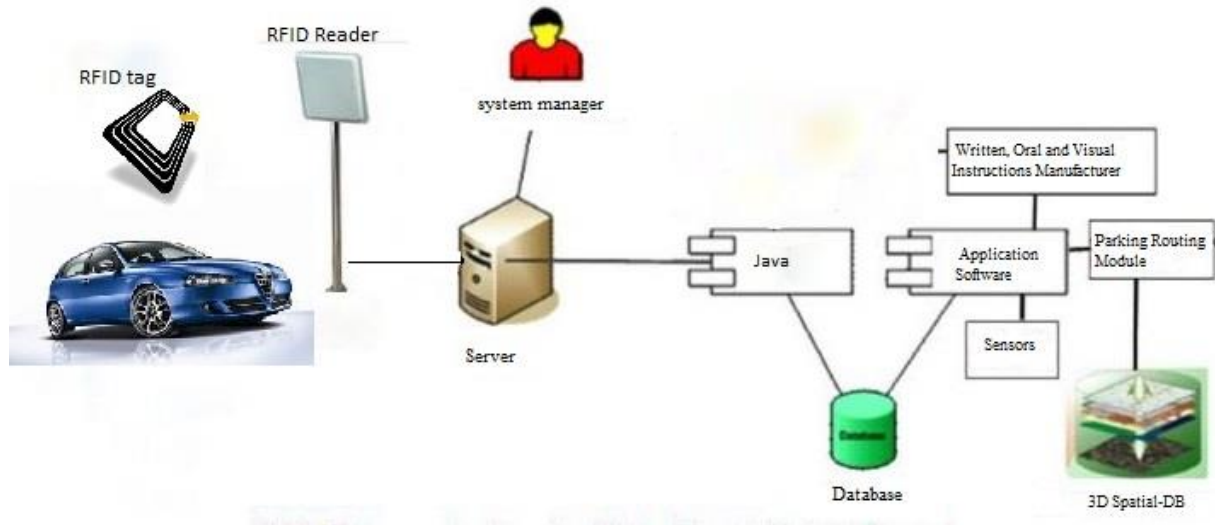
Araçların konum tespiti yapıldıktan sonra, bu veriler sunucuya iletildikten sonra, aracın konumuna yakın boş park yerinin belirlenmesi gerekmektedir. Veriler bilgisayarda işlendikten sonra o aracın konumuna yakın boş park yerinin yol haritası, en kısa yol algoritması kullanılarak oluşturulacaktır. Bunun için bir yazılım geliştirilmesi planlanmaktadır. Algoritmanın çalışması şu şekilde düşünülmektedir: Sürücü otoparka giriş yapıp konumu tespit edildiği anda, algoritma çalışmaya başlamaktadır. Algoritma, araç kullanıcılarını otoparkın en sonundan başlayarak girişine doğru boş park yerlerine yönlendirilmesi şeklinde olacaktır. Eğer kullanıcı yanlış bir yöne giderse algoritma yeni bir yol haritası oluşturarak, aracın konumuna en yakın boş park yerini tekrar bulacaktır.

## 2.4.Yönerge Modülü Yazılımının Geliştirilmesi

Geliştirilecek yazılım kullanıcının en yakın boş park yerine yerleşmesine yardımcı olacaktır. Bu yazılım, aracın konumuna yakın boş park yerine, oluşturulan yol haritası kullanılarak sürücüyü yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu yönlendirme için otoparkın kavşak noktalarına yerleştirilecek olan LED göstergeler kullanılacaktır. Araç kullanıcısı,

sunucudan gelen yazılımın oluşturduğu yön bilgisini LED göstergeler aracılığıyla takip ederek park yerine ulaşacaktır.

## 2.5.Sistem Mimarisi ve İletişim Altyapısının Kurulması ve İletişimle İlgili Yazılımlarının Geliştirilmesi



Şekil 8. Proje aşamasında ortaya çıkacak Sistem Mimarisinin tahmini bileşenleri

Proje aşamasında oluşturulacak sistem mimarisinin yukarıdaki şekildeki gibi olacağı tahmin edilmektedir.

## 2.6.Sistemin Farklı Senaryolar Altında Test Edilmesi, Test Sonuçlarına Göre İyileştirilmesi

Geliştirilecek model, yazılım ve kurulacak donanımların entegrasyonunun ardından ortaya çıkacak olan Araç Yönlendirme Sistemi, farklı senaryolar altında test edilecektir. Sürücünün yönlendirme dışındaki yollara da girebileceği varsayılarak farklı kombinasyonlar denenecektir. Ardından, geliştirilen Konum Belirleme ve Navigasyon Sistemi kullanılarak gerçek zamanlı olarak çalışma alanında uygulanacaktır.

## 3.SONUÇLAR

Kapalı otoparklarda sürücüyü boş park yerine yönlendirecek olan bu sistem araç kullanıcılarına büyük rahatlık sağlayacaktır. Sürücüler park yeri ararken bu sistem sayesinde daha az yakıt tüketecek ayrıca zamandan tasarruf etmiş olacaktır. Bu sistemin halihazırda var olan otopark yönetim sistemlerinden farkı, sürücünün boş park yerine ulaşana kadar yönlendirmenin devam etmesi ve hareket halindeki sürücünün konum bilgisinin sürekli güncellenmesidir. Çalışmanın ilerleyen zamanlarında, projenin mobil cihazlarda da kullanılabilir şekilde geliştirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca araç sürücülerinin SMS ya da geliştirilecek bir arayüz ile internet üzerinden, istenilen tarih ve saatte boş park yeri rezerve edebilecekleri şekilde projenin yapılandırılması planlanmaktadır. Gelişen teknoloji ile beraber, düşünülen bu projeye daha birçok sistemin entegre edilebileceği öngörülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma için maddi destek sağlayan Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (Proje no: KBÜ-BAP-16/1-YL-141) teşekkürü bir borç biliriz.

## KAYNAKLAR

1. Carullo, A., & Parvis, M. (2001). " An ultrasonic sensor for distance measurement in automotive applications". IEEE Sensors journal, 1(2), 143-147.

2. **Demiral, E.** (2014). "Üç Boyutlu (3B) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kapsamında İç Mekanlara Yönelik RFID Tabanlı Konum Belirleme Sistemi Tasarımı".
3. **Gódor, G., Huszák, Á., & Farkas, K.** (2013). "Intelligent indoor parking".
4. **Kianpisheh, A., Mustaffa, N., Limtrairut, P., & Keikhosrokiani, P.** (2012). "Smart parking system (SPS) architecture using ultrasonic detector", *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 6(3), 55-58.
5. **Kinney, P.** (2003, October). "ZigBee technology: Wireless control that simply works." In *Communications design conference* (Vol. 2, pp. 1-7).
6. Parking Consultants International, *Parking Guidance Systems* [Online]. Sydney: Parking Consultants International, (2009).
7. **Sayeeraman, A., & Ramesh, P. S.** (2012). "ZigBee and GSM based secure vehicle parking management and reservation system", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 37(2), 199-203.
8. **Silva, D., Bartolomeu, P., & Fonseca, J.** (2011, September). "Wireless parking lot monitoring and guidance". In *Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2011 IEEE 16th Conference on* (pp. 1-4). IEEE.