T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NESNELERİN İNTERNETİ TABANLI BİR ARAÇ TAKİP SİSTEMİNİN TASARIMI VE ANALİZİ

Erhan AKAGÜNDÜZ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ v
ÇİZELGELER DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 8
3. MATERYAL ve YÖNTEM 17
3.1. Nesnelerin İnterneti 17
3.1.1. Nesnelerin internetinin yapısı 19
3.1.2. Nesnelerin interneti mimari yapıları 20
3.1.3. Nesnelerin internetinde kullanılan donanımlar 21
3.1.4. Nesnelerin internetinin kullanım alanları 22
3.1.5. Nesnelerin internetinde güvenlik 23
3.1.6. Nesnelerin internetinde kullanılan teknolojiler 25
3.1.7. Nesnelerin internetinde kullanılan iletişim teknolojileri 26
3.1.7.1. Makine-makine haberleşmesi (M2M) 26
3.1.7.2. Makine-bulut haberleşmesi 27
3.2. Küresel Konum Belirleme Sistemleri 27
3.2.1. NAVSTAR konum belirleme sistemi 29
3.2.2. GPS yapısı 30
3.2.3. Uydu sinyal yapısı 31
3.2.4. GALILEO konum belirleme sistemi 31
3.2.5. IRNSS uydu sistemi 32
3.2.6. GLONASS konum belirleme sistemi 33
3.2.7. BeiDou navigasyon uydu sistemi 34
3.3. Araç Takip Sistemleri 35
3.3.1. Araç takip sistemlerinin çalışma şekli 36
3.3.2. Araç takip sistemlerinde kullanılan teknolojiler 37
3.3.3. Araç takip sisteminin sağladığı avantajlar 37
3.4. Geliştirilen Sistemin Raspberry Pi Tabanlı Mimari Yapısı 38
3.4.1. Projenin yazılım bileşenleri 40
3.4.1.1. Veritabanı bileşeni 40
3.4.1.2. Duyarlı yapıda bulunan web tabanlı takip uygulaması 41
3.4.2. Proje donanım bileşenleri 42
3.4.2.1. Gy-neo-7m GPS modül 43
3.4.2.2. Raspberry Pi 44
3.4.2.3. Raspberry Pi 2 model b 44
3.5. Geliştirilen Sistemin Android Tabanlı Mimarisi 46
3.5.1. Geliştirilen sistemin donanım bileşenleri 48
3.5.1.1. Android işletim sistemli akıllı cihaz 48
3.5.1.2. GPS (Global positioning system – küresel konumlandırma sistemi) 49
3.5.1.3. Hücresel – mobil veri 49
3.5.2. Geliştirilen sistemin yazılım bileşenleri 50
3.5.2.1. Nesne takip sisteminin android uygulaması 50
3.5.2.2. Nesne takip sisteminin web uygulaması 51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 53
4.1. Takip Sistemi için Web Uygulamanın Geliştirilmesi 53
4.2. Raspberry Pi ile Araç veya Nesne Takip İşlemleri 59
4.2.1. Fiziksel devre bağlantıları 61
4.2.2. Gerçek zamanlı (canlı) takip işlemleri 64
4.2.3. Geçmişe dönük takip işlemleri 66

4.2.4. Takibi yapılan araç hızının ölçülmesi 67
4.3. Android Tabanlı Nesne Takip İşlemleri 70
4.3.1. Proje veritabanı yapısı 73
4.2.2. Güvenli bölgenin belirlemesi 74
4.2.3. Güvenli bölge sınırı aşıldığında bilgilendirme işlemi 76
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 79
5.1. Sonuç 79
5.2. Öneriler 84
KAYNAKLAR 85

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NESNELERİN İNTERNETİ TABANLI BİR ARAÇ TAKİP SİSTEMİNİN TASARIMI VE ANALİZİ

Erhan AKAGÜNDÜZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İbrahim Berkan AYDİLEK
Yıl: 2021, Sayfa: 88

Kendisine duyulan ilgiden dolayı sürekli gelişim halinde olan takip sistemleri, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte giderek artan bir kullanıma alanına kavuştuğu görülmektedir. Büyük filolara sahip firmaların kullanımıyla sınırlı kalmayan bireysel olarak da kullanımını arttıran araç takip sistemleri nesne takibinde de kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında Nesnelerin İnterneti tabanlı bir sistem tasarlanmıştır. Hareket halindeki araç veya nesneye ait konum bilgileri alınarak harita üzerinde gerçek zamanlı olacak şekilde anlık gösterilme işlemi sağlanmıştır. Hız bilgisi, küresel konumlandırma sistemi tarafından elde edilen verilerden hesaplanarak araçlarda gerçek zamanlı olarak test edilmiştir. Ayrıca harita üzerinde belirlenecek sınırların dışına çıkan, hareket halindeki araç veya nesnenin bölgeyi terk ettikleri, anlık olarak tespit edilip belirlenen ilgililere gerekli bilgilendirme işlemleri otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen hız sınırının ihlal edilmesi veya oluşturulan güvenli alan dışına çıkılması halinde sistem tarafından gerekli güvenlik protokolleri devreye alınarak, bünyesinde tanımlı bulunan iletişim kanallarına gerekli bilgilendirmeler otomatik olarak gerçekleştirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Güvenli alan, Gerçek zamanlı takip, Anlık hız tespiti, Nesnelerin İnterneti (IoT), Araç takip sistemleri

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND ANALYSIS OF AN INTERNET OF THINGS BASED VEHICLE TRACKING SYSTEM

Erhan AKAGÜNDÜZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Computer Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim Berkan AYDİLEK
Year: 2021, Page: 88

Tracking systems, which are in continuous development due to the interest in them, seem to have an increasing use area with the advancement of technology. Vehicle tracking systems, which are not limited to the use of companies with large fleets, but also increase their use individually, are also used in object tracking. In this thesis, an Internet of Things based system is designed. By taking the location information of the vehicle or object in motion, real-time display on the map is provided. Speed information was calculated from the data obtained by the global positioning system and tested in real time on vehicles. In addition, necessary notifications were automatically carried out to those concerned, who were instantly detected and determined that the vehicle or object in motion, which went beyond the boundaries to be determined on the map, had left the area. In case of violating the determined speed limit or going out of the created safe area, the necessary security protocols were activated by the system, and the necessary notifications were made automatically to the communication channels defined within it.

KEY WORDS: Safe area, Real-Time tracking, Instant speed detection, Internet of Things (IoT), Vehicle tracking systems

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sürecinde bana her zaman yol gösterip, bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim Berkan AYDİLEK'e saygı ve hürmetlerimi sunarım.

Bu süreçte kendilerine yeteri kadar zaman ayıramayarak ilgilenemediğim sevgili çocuklarıma, desteğini hiç esirgemeyen değerli eşime, kıymetli aileme ve saygı değer mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili Çocuklarım,

Mustafa Şiyar, Ömer ve Yamaç'a…

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Nesnelerin İnternetinin tahmin edilen gelişimi (Cisco IBSG (2011)) 19
Şekil 3.2. Nesnelerin internetinin yapısı 20
Şekil 3.3. Nesnelerin İnterneti katman yapılarına göre mimariler 21
Şekil 3.4. Araç veya nesne takip sisteminin mimarisi 38
Şekil 3.5. Hareket halindeki nesnenin takip blok diyagramı 39
Şekil 3.6. Veritabanına kaydedilen GPS verileri 40
Şekil 3.7. Duyarlı yapıda bulunan web tabanlı takip uygulaması 42
Şekil 3.8. GY-GPSV3-NEO-7M Çift Anten GPS Modülü 43
Şekil 3.9. Raspberry Pi 2 Model B v1.1 45
Şekil 3.10. Nesne takip ve güvenli bölge sistem mimarisi 47
Şekil 3.11. Nesne takip sisteminin blok diyagramı 48
Şekil 3.12. Nesne takip sisteminin mobil uygulaması 51
Şekil 3.13. Nesne takip sistemi web uygulamasının farklı ekranlarda görünümü 52
Şekil 4.1. Web Uygulama Yönetim Paneli 53
Şekil 4.2. Araç ekleme sayfası 54
Şekil 4.3. Kayıtlı araç listeleme ve bilgilerinin düzenlendiği sayfa 55
Şekil 4.4. Araç gruplama ekranı 55
Şekil 4.5. Sürücü ekleme ekranı 56
Şekil 4.6. Sürücü listeleme ekranı 56
Şekil 4.7. Çalışan ekleme ekranı 57
Şekil 4.8. Çalışan listeleme ve düzenleme işlemleri 57
Şekil 4.9. Yakıt ekleme ekranı 58
Şekil 4.10. Yakıt bilgi listeleme ve düzenleme ekranı 58
Şekil 4.11. Hareketli araç veya nesnenin konum ve hız bilgisi için akış diyagramı 61
Şekil 4.12. Fiziksel bağlantı için devre çizimi 62
Şekil 4.13. Araç veya nesne takip kiti fiziksel devresi 63
Şekil 4.14. Konum verilerinin terminalde anlık yazdırılması 64
Şekil 4.15. Harita üzerinde hareketli araç veya nesnenin hareket anı 65
Şekil 4.16. Harita üzerinde hareketli 2 farklı araç veya nesnenin hareket anı 66
Şekil 4.17. Harita üzerinde geçmişe dönük takip raporlama gösterilmesi 67
Şekil 4.18. Üç farklı araçtan alınan hız değerleri ile sistemin çektiği hız değerleri 68
Şekil 4.19. Gerçek zamanlı nesne takip işlemi 72
Şekil 4.20. Android tabanlı nesne takip mobil uygulaması 73
Şekil 4.21. Konum bilgilerinin veritabanında kaydedilmesi 74
Şekil 4.22. Güvenli bölgenin 3 farklı cihazdan seçilmesi 76
Şekil 4.23. Panelde ve e-postada güvenli bölge ihlal bilgilendirmesi 78

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Raspberry Pi ile Çift Anten Arayüz GPS Modül pin irtibatları 63
Çizelge 4.2. Tasarlanmış sistemden elde edilen hız değerleri 69
Çizelge 4.3. Literatürde araç hız ölçümleri için yapılan çalışmaların karşılaştırması 70

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

IoT	Internet of Things – Nesnelerin İnterneti
GPS	Küresel Konum Belirleme Sistemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ATS	Araç Takip Sistemleri
IIoT	Endüstriyel Nesnelerin İnterneti
SIoT	Sosyal Nesnelerin İnterneti
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama
M2M	Makineler Arası İletişim
UTMS	Universal Mobile Telecommunications System
WİFİ	Wireless Fidelity- Kablosuz Bağlantı Alanı
FTTx	Herhangi bir noktaya kadar fiber bağlantısı
WSN	Wireless Sensor Network
6LoWPAN	IPv6 üzerinden Düşük Güçlü Kablosuz Kişisel Alan Ağları
GALILEO	Avrupa Birliği Uydu Navigasyon Sistemi
GLONASS	Rus Uydu Navigasyon Sistemi
DORIS	Fransız Uydu Sistemi
PRARE	Alman Uydu Sistemi
SAR	Küresel Arama ve Kurtarma
IRNSS	Hindistan Uydu Sistemi
BeiDou	Çin Uydu Navigasyon Sistemi
MAE	Ortalama Mutlak Hata
RMSE	Kök Ortalama Kare Hata
CMS	İçerik Yönetim Sistemi
MVC	Model – View – Controller
RF	Radyo Frekans
ISRO	Hindistan Uzay Araştırma Kurumu
HDMI	Yüksek çözünürlüklü çoklu ortam arayüzü
VTYS	Veritabanı Yönetim Sistemi
EWAN	EGNOS Geniş Alan Ağı

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişim süreçlerinden olumlu olarak ilerleme kaydeden inovatif çalışmalar, insanlara rahat bir yaşam imkânı sunmasının yanında iş ve işlemlerinin de daha kolay çözümlemesine imkânı sağlamaktadır. Gelişim evrelerini başarılı bir biçimde yenileyerek ilerleme kaydeden teknoloji alanlarından biri olan takip sistemleri de hareket halindeki araç veya nesne takip iş ve işlemlerinde gerçek zamanlı olarak sonuç üretme yeteneğinin inovatif olarak ilerleme kaydettiği görülmektedir. Filo barındırma ölçekli kuruluşların kendi bünyelerindeki araçlara ait idare, denetim, sevk ve takip gibi işlemlerde yakıttan tasarruf ve zamandan en iyi şekilde faydalanma durumlarının çoğu kez bu firmaların öncelikli maksadı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde lojistik işleri ile uğraşan kuruluşların bu belirtilen durumlara ek olarak planlama ve teslimat gibi iş süreçlerinde hız ve doğruluk faktörlerine yüksek önem verdikleri bilinmektedir. Günümüzde teknolojinin geldiği yer itibariyle, takip edilecek nesneye ait konum verileri daha az zamanda elde edilebilmektedir. Bu sebeple yapılacak işlemlerde Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ile birlikte çok fazla masraf gerektirmeyen bileşenler vasıtasıyla gerçek zamanlı ve anlık olacak şekilde herhangi bir hareketlinin veya durağan halde bulunan araç ya da nesnenin konum verilerine erişerek takip edilmesi mümkün olmaktadır.

Günümüzde hareket halindeki araç veya nesne takip sistemlerinde gerçek zamanlı takip işlemleri ne kadar önem arz etmekteyse de bu araç veya nesnelerin geçmiş zamanlı takiplerinin de yapılabilir olması yine bir o kadar önem arz etmektedir. Her ne kadar gerçek zamanlı takip işlemleri yoğun şekilde kullanılmakta olsa da geçmiş zamanlı bir olayın çözümlenmesi işleminde geçmişe dönük raporlamanın yapılması da büyük öneme sahiptir. Teknolojinin geldiği yer itibariyle takip sistemlerinde artık sadece araçlar takip edilmemektedir. Giderek artan ve gelişen şekilde hareket halindeki nesnelerinde takip edildiği görülmektedir. İhtiyaçlara her zaman inovatif olacak şekilde cevap veren teknoloji bu alanda da hızlı bir ilerleme kaydetmektedir. İlk zamanlarına bakıldığında bu takip sistemlerinin sivil kullanıma açılmadığı sadece askeri hedefler doğrultusunda işlerlik gösterdiği görülmektedir.

Ama günümüzdeki teknolojiyi sivilleştirme eğilimleri artık gelişmiş teknolojilerin bireysel kullanımlara da sunulmasını sağlamaktadır. Askeri amaçlı kullanılan bir teknolojinin ebeveynler tarafından okula giden öğrenci için kullanılması memnuniyet vericidir. Öğrencinin gün boyunca okul süreçlerinde; okula gitme, okulda bulunma ve eve dönme gibi durumlarının takip edilebilir olması bu teknoloji ile mümkün olmaktadır.

Hızlı akan trafiğin beraberine katarak götürdüğü gündelik zamanın önem derecesi, kalabalık şehirlerde yaşayan ve iş süreçlerini yönetmeye çalışan bireyler tarafından çok iyi bilinmektedir. Belirli bir noktadan yine belirli bir noktaya ulaşmaya çalışan iş insanlarının veya çalışanların toplu taşıma ile seyahatleri önceden belirlenen zaman dilimlerine göre şekillenmektedir. Gidilecek istikamete doğru gelecek olan aracın, bulunulan durağa varma zamanın bilinmesi ve seyahat gidişatının bu yönde belirlenmesi yine gerçek zamanlı takip sistemlerine sahip teknolojilerin sonucudur.

Yaşanan trafik kaza istatistiklerine bakıldığında hızlanmaya bağlı olarak yaşanan kaza sayısının azımsanmayacak derecede olduğu görülmektedir. Aşırı hızlanan araçların durmasını gerektiren bir olayla karşılaşmaları anında, hıza bağlı olarak aracın durma mesafesinin de arttığı ve istenilen zamanda duramadığı yapılan testlerde ispatlanmıştır. Böylece araç önüne çıkan cisme çarparak istenmeyen sonuçların oluşmasına sebep olabilmektedir. Konulan kuralların iş akışı içerisinde istenmeyen stresli zamanlarda unutulabildiği bilinmektedir. Bu gibi durumlarda bir takip sistemi ile anlık ihlallere müdahale işlemi istenmeyen sonuçları ortadan kaldırmaya yardımcı olabilecektir.

Geliştirilen tasarım ile yetkili kullanıcının takip edilen her araç için ayrı olarak tanımlayabileceği hız üst limitinin sürücüler tarafından aşılması halinde takip sistemi bu olayı tespit ederek anında gerekli bilgilendirme protokollerini devreye almaktadır. Böylece can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi hatta hiç yaşanmaması amacına en iyi şekilde hizmet etme hedeflenmektedir. Teknolojik ilerlemenin birer ürünü olarak eski nesil uygulamalara canlılık katıp çok işi az zamanda halletme durumu takip sistemleri ile mümkün olmaktadır. Araç kiralama, lojistik faaliyetler, savunma sanayi,

okul servisleri ve sevkiyat yönetimi gibi pek çok alanda takip sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir.

Çalışma kabiliyetlerini farklı platformlar üzerinde sürdürebilen hareket halindeki araç veya nesne takip sistemleri gelişen teknolojiye ayak uydurarak gelişim ve dönüşümünü ilerletmektedir. İnovatif olarak gelişimlerini sürdüren takip sistemleri gün geçtikçe daha fazla alanda ve farklı ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. Bu takip sistemlerinden bir tanesi de nesne takip sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. İnternete ulaşmanın mümkün olduğu her yerde ve zamanda çalışabilen bu yapılar özellikle ilerleyen teknoloji üzerinde hızlı gelişim gösteren kablosuz internet teknolojisi sayesinde gelişen ve talep gören özelliğiyle dikkatleri cezbetmektedir. Günümüzde internet erişimi olan ve üzerine çok fazla internet tabanlı uygulama bulunduran cihazlar artık akıllı olarak tanımlanmaktadır. Akıllı olarak nitelendirilen bu cihazların kendi aralarında haberleşebilmeleri için sistem altyapıları bunu destekleyecek şekilde geliştirilmektedir. Bu sayede internete erişebilen bu akıllı cihazlar kendi aralarında haberleşebilecek bir ortam oluşturmaktadırlar. Böylece sosyalleşebilen bir nesne topluluğu olan ve günümüzde çok fazla rağbet gören Nesnelerin İnterneti (Internet of Things) ekosistemi cihazlar tarafından oluşturulmuş olur. Bu ekosistem her geçen gün daha çok nesneyi bünyesine katmaktadır. Böylece nesnenin bulunduğu coğrafi alan fark etmeksizin ve insan müdahalesi gerektirmeksizin kendi aralarında bilgi alışverişini sağlayan sistemsel mekanizmanın oluştuğu görülmektedir.

Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişim göstermesi sonucunda toplumsal olaylarda artık sorunların klasik yollarla çözülmediği bunun yerine daha yenilikçi ve içinde teknolojiyi barındıracak şekilde problemlerin sonuçlandırıldığı görülebilmektedir. Günümüz inovatif teknolojisinin zaman kaybetmeye tahammülü olmayan bir yapıda olduğundan, elde edilen verinin çeşitli teknolojik hamleler ile işlenip değerlendirilerek kullanılabilme süresini minimal hale getirdiği gözlenmektedir. Oluşan veya var olan problemlere yenilikçi yaklaşımlar ile çözüm üretmek teknolojiyi en iyi kullanan kurumlar için yegâne hedef olmaktadır. Büyük araç filolarına sahip firmaların, araçlarını takip etme problemine en iyi teknolojik çözümü sunan sistemi geliştiren kuruluşun piyasada en cazip konumda olduğu bilinmektedir. Araçların takip, sevk,

idare ve denetim işlemlerini yapacak teknolojik sistemler kullanan kuruluşların kendi alanlarında daha etkin, verimli ve başarılı sonuçlar aldığı da bilinmektedir.

Bir GPS alıcısının içinde bulunduğu devreye sahip elektronik cihazın hareket halindeki ya da durağan haldeki araç veya nesne üzerinde bulunması sonucunda, GPS sayesinde alınan uydu verileriyle takip edilen araç veya nesnenin dünya üzerindeki konumunun saptanmasını sağlayan sistemlere takip sistemi denilmektedir. GPS alıcısına sahip bu sistemler, ülkelerce dünya yörüngesine oturtulmuş uydulardan takip edilen araç veya nesneye ait sapma mesafesi, hız, iletişime geçilen uydu sayısı, rakım, enlem ve boylam bilgilerini almaktadırlar. Alınan tüm veriler takip sistemleri tarafından işlenerek kullanıcıya istediği bilgilerin sunulması sağlanmaktadır. Araç için hazırlanan cihazlara istenildiğinde ses veya görüntü almayı sağlayan sensörler de eklenebilmektedir.

Küresel Konum Belirleme Sistemleri (GPS) sayesinde, elinde GPS alıcısı olan kişi hareket halindeki araç veya nesneye ait konumu takip etme imkânına sahip olabilmektedir. GPS sayesinde elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi kullanılarak takibi yapılan araç veya nesnenin anlık olarak yerinin harita üzerinde görüntülenmesi sağlanmaktadır. Araç Takip Sistemleri (ATS), GPS ve CBS gibi yapılar üzerine inşa edilen sistemlerdir. Günümüzde sadece anlık konum takibi ile sınırlı kalmayarak sonradan gidilecek rotanın önceden hesaplanıp gönderilmesi, hız limitlerinin anlık takip edilmesi, varılacak olan mesafe hesaplamalarının yapılması, bulunulan konum ile varılacak konum hesaplanarak ortalama hızın sürücüye bildirilmesi, otoban gişe varış sürelerine göre hızın ayarlanması ve izlenilmesi gereken rotadan çıkan araçların anında uyarılması gibi çok fazla işlem araç takip sistemleri tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Özetle araç takip sistemleri, takibi yapılacak hareket halindeki aracın içine yerleştirilmiş bir GPS alıcına sahip elektronik devre, uydulardan gelen verilerin işlenerek anlamlandırılması için sunucuya gönderen haberleşme teknolojisi ve tüm sonuçların görselleştirilerek kullanıcıya sunulduğu bir web uygulamasından oluşmaktadır.

Kargo firmalarının hizmet sunumları hakkında yapılan işlem adımlarını müşterilerinin takibine açtığı görülmektedir. Böylelikle müşteri, kargosunun yolculuk serüveni hakkında bilgi sahibi olabilmektedir. Bu işlem kısıtlı olarak sunulmakla birlikte arka planda aracın gerçek zamanlı hareketi firma tarafından takip edilmektedir. Aracın bulunduğu coğrafi konumdan kilometre başına tükettiği yakıt miktarına kadar her detay takip sistemleri tarafından firma yönetimine sunulmaktadır. ATS, rotalama problemlerine de çözüm üreterek en iyi rota hesaplamasını yapabilmekte ve birden fazla şehre uğraması gereken araç için zamandan ve yakıttan tasarruf yapacak şekilde güzergâh çizip yolculuk için rotasını hazırlayabilmektedir. Ülkemizdeki bilindik telekomünikasyon firmalarının da ATS alanında müşterilerine hizmet sunduğu bilinmektedir. Müşteriler, aracın bulunduğu konum, gittiği hız ve araç içi sıcaklık gibi birden fazla konuda bilgilendirilmektedir.

Nesneler, teknolojinin gelişmesi ve Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramıyla birlikte hayatımızda yer alan bütün bilişim cihazlarının internete bağlanmasıyla oluşan ve internet tabanlı cihazların sanal birlikteliklerinden doğan sosyal bir platform oluşturmayı başarmışlardır.

Hareket halindeki araç veya nesne takip sistemlerinin öncelikli amacı uydu sistemleri sayesinde geliştirilen altyapı üzerine kurulan tasarımla takip edilmesi istenilen araç veya nesnenin yeryüzü üzerinde nerede olduğunun bulunması ve gerçek zamanlı olarak takip edilebilmesidir. Araç veya nesne takip sistemleri daha bilinen ve piyasada kullanılmakta olan ismiyle araç takip sistemleri; büyük araç filosuna sahip firmaların, kamu kurumlarının ve bireysel kullanıcıların araçlarını takip etmek amacıyla kullandıkları sistemler olarak da bilinmektedir. Yöneticiler tarafından tasvip edilmeyen hal ve hareketlenmelerin gerçekleştiği durumlarda; örneğin hız sınırının aşılması, belirtilen yerin dışına çıkılması gibi etkenlerin hemen kurum veya kuruluş yetkililerine bildirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada donanım üzerine yazılımın işlevselleştirilmesiyle araç takibi için gereken optimal tüm geliştirilmeler uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasında, diğer çalışmalardan farklı olarak Raspberry Pi kullanılmış olup üzerine entegre edilen GPS modülü sayesinde hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi oluşturulmuştur. Hazırlanan hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi en az düzeyde insan müdahalesi gerektirecek şekilde tasarlanmıştır. İnternet ve enerjinin olduğu her yerde çalışacak biçimde tasarlanan takip sistemi, gerçek zamanlı konum takibi, hız takibi, güvenli alan takibi ve gerektiğinde bilgilendirme protokollerinin devreye alınması gibi unsurları bünyesinde bulundurmaktadır. Sistemin kendi içerisinde veya dışarıya dönük haberleşme işlemleri Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, iki farklı başarım gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ilki hareket halindeki araç üzerinde kapsamlı bir şekilde araca ait hız, konum, güvenli bölge, yakıt takibi, güzergâh belirleme ve ilgili kişiye bildirme, araç ve sürücü işlemleri, hatırlatma işlemleri, harita üzerinde gerçek zamanlı anlık takip, geçmişe dönük yine harita üzerine detaylı raporlama vs. gibi işlemlerin Raspberry Pi ve GLONASS uydularıyla haberleşen GPS modülü ile gerçekleştirilmesidir.

İkincisi ise takibi yapılacak olan nesne için canlı takip, güvenli bölge oluşturma ve geçmişe dönük takip raporlama işlemlerinin Android uygulama ve web uygulama altyapısı üzerinden, Android tabanlı akıllı cihaz ve dahili GPS modülü üzerinden tüm gerçekleme ve başarım işlemleriyle takip sistemi çok fonksiyonlu olarak gerçekleştirilmesidir.

Yapılan çalışmada geliştirilen takip kiti için GLONASS uydularıyla iletişime geçme kabiliyetine sahip GPS modülünün kullanımı tercih edilmiştir. Böylelikle Rus yapımı GLONASS uydu sistemleri ile haberleşecek olan araç veya nesne takip kiti tasarımı tamamlanmıştır. Uydulardan elde edilen verinin aktarım işlemleri hücresel (mobil) veri üzerinden taşınarak bu proje için temin edilen sunucudaki alan adına gönderilecektir. Bu bilgileri kullanarak farklı marka ve modeldeki akıllı cihazların farklı ekran boyutlarıyla tam uyumlu olacak şekilde kullanıcı dostu arayüze sahip hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi ile bu hareketlilere ait gerçek zamanlı olacak biçimde anlık hız verilerinin elde edileceği bir yapı da ayrıca geliştirilmektedir.

Geliştirilen takip kitine eklenen GPS modülü gerekli uydular ile iletişime geçer ve takip edilen hareket halindeki araç veya nesneye ait konum verilerine erişme olanağı sunar. Takip kiti internete erişme biçimi ise hücresel veri aracılığı ile sağlanmaktadır. Marka ve model fark etmeksizin son güncellemelere sahip bütün akıllı cihazlar ile uyumlu işlev görecek şekilde geliştirilen web uygulama ile gerçek zamanlı takip işlemleri gerçekleştirilecektir.

Geliştirilen tasarımın yüksek oranda başarı sağlaması, yoğun test aşamaları ile sınanması sonucunda mümkün hale geleceğinden dolayı en iyi başarımın değeri elde edilene kadar gerekli test işlemeleri yapılmıştır. Bu sebeple üç değişik marka, model ve sınıftaki araçla otuzdan fazla test sürüşü yapılmış olup bu üç araçtan edinilen hız verilerinin doğruluk tespitleri ve mutlak hata hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen başarım sonuçları ayrıca literatürde bulunan çalışma sonuçlarıyla da karşılaştırılmıştır. Geliştirilmesi yapılan takip sisteminde hareket halindeki araca ait hız önemli bir etken olarak görülmüştür. Bu nedenle istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına müsaade edilmeksizin önceden müdahale etme durumu için yetkili tarafından her bir araç için ayrı olarak belirlenecek hız limiti aşıldığında yine yetkili kullanıcı tarafından belirlenen bir iletişim yoluyla gerekli bilgilendirme işlemleri yapılmaktadır. Bu bilgilendirme kanalları e-Posta veya SMS şeklinde olmaktadır. Tasarımı yapılarak geliştirilen gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi çok yönlü kullanım, verimli çalışma ve düşük maliyetli olması gibi sebeplerle piyasadaki mevcut çözümlerle kıyaslandığında inovatif teknoloji altyapısını bünyesinde barındırdığı görülmektedir.

Ayrıca önerilen sistemde kullanıcının belirlediği hız limitlerinin aşılması durumunda ve belirlenen güvenli bölge dışına çıkıldığında yani sınır ihlali gerçekleştirildiğinde web panelden de kullanıcının bilgilendirilmesi sağlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bozdoğan (2015), yaptığı çalışmada gündelik hayatta sürekli kullanılan cihazların birbirleriyle iletişime geçebilmesi için haberleşmeyi oluşturacak ağların standart bir tasarıma geçmesinin ihtiyaç haline geldiğini belirtmektedir. Nesnelerin İnterneti ile beraber internet teknolojisini kullanma beceri ve kabiliyetine sahip her nesnenin iletişimde kalmasını sağlayan yeni bir mimari tasarım için gereken durumları ifade ederek internetin bu denli yoğun bir iletişim yolu olarak kullanılmasında günümüzde kullanılan IPv4'ün yetersiz kalacağını dile getirmiştir. IPv4 yerine daha fazla bağlanmaya olanak sunma kabiliyetine sahip IPv6'nın kullanılmasının artacağına vurgu yaparak OSI modeli ile TCP/IP modelini karşılaştırmış ve bunlara benzer şekilde IoT için de katmanlı model kullanılmasına dikkat çekmiştir.

Ercan ve Kutay (2016), yaptıkları çalışmada hemen hemen bütün olayları izleme, inceleme, veri toplama ve toplanan bu verilerden çıkarımlarda bulunma gibi durumların Nesnelerin İnterneti (IoT) sayesinde çok daha kolay hale geldiğine vurgu yapmışlardır. Her alanda görmeye alıştığımız IoT teknolojisinin artık Endüstriyel alanda da kullanım oranını arttırmaya başladığı ve imalat ile ilgili her türlü bilginin cihazlar arasındaki haberleşme işlem adımları ile Endüstriyel IoT kavramını da beraberinde getirdiğini belirtmişlerdir. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) yürütümleri çerçevesinde gösterilebilecekler arasında akıllı ev otomasyonları, akıllı şehirler, zirai alanlar ve sağlıklı hayat sahaları gibi pek çok alan olduğunu belirtmektedirler.

Gündüz ve Daş (2017), çalışmalarında temelde insan hayatını kolaylaştırmak için birbirleriyle haberleşen internete bağlı nesnelerin oluşturdukları ağın Nesnelerin İnterneti kavramı olduğuna dikkat çekmişlerdir. 2020 yılından sonra hızla büyüyeceğine vurgu yaptıkları bu ağın kendi bünyesinde yer alan cihazlar bulundurulacağını ifade etmişlerdir. Nesnelerin İnterneti (IoT) yürütümleri, bilgi modellerinin veriyi işlemek için insanlar arasındaki verilerin yer değiştirmesine olanak sağlayan telekomünikasyonu ile yazılım uygulamalarını beyan etmişlerdir.

Oral ve Çakır (2017), yaptıkları çalışmada otomasyon çağı denilecek kadar sayısallaşan ve günbegün daha da artan teknolojik ilerlemelerle eski manuel sistemlerin yerine yeni otomatik modellerin almasıyla birlikte insan hayatının giderek kolaylaştığını vurgulanmışlardır. Sıcaklık ve nem algılayıcıları ile ortamdan aldıkları verileri NodeMCU modülü üzerinden aktarıp bu bilgileri MQTT Dash ile kurdukları bir Android işletim sistemli mobil uygulama vasıtasıyla takip ettiklerini ifade etmektedirler.

Turak (2015), yaptığı çalışmasında bilgi güvenliği ile IoT teknolojisi üzerinde durarak bu kavramların teknoloji sayesinde geldikleri noktada kişisel verilerin güvenliği ve özel hayatın gizliliği konuları hakkında bilgilendirme yapmıştır.

Yılmaz (2019), çalışmasında Sosyal IoT (SIoT), kavramı için önerilen mimarilerin çoğunu oluşturan yapısal fikirlerin 3 katmanlı mimariler olduğunu belirterek 5 katmanlı mimarinin daha avantajlı olduğunu belirtmiştir. Herhangi bir anda ölçümü yapılan ve yönetmelikle belirlenen yüzme havuzlarındaki suyun Ph değeri, sıcaklık ve serbest klor değerlerini ölçerek elde ettiği verileri veritabanına kaydedip geliştirdiği sistem tasarımı üzerinden kullanıcıya oluşturulan kurallar çerçevesinde Twitter üzerinde haber verebilen bir sistem tasarımı geliştirmiştir.

Ulaş (2015), yaptığı çalışmasında telemetri ile telematik amacıyla kullanılan makineler arası iletişimin, teknoloji ile birlikte ilerleme süreci üzerinde durmuştur. Makineler arası haberleşme ile insan üzerine düşen çalışma sorumluluğunun azaltıldığına vurgu yaparak internetin gelişim sürecinde nesnelerin bulundukları konum belirtilmiştir. IoT mimarileri, standartları ve kullanım alanlarının dünya çapında ne aşamada olduğunu belirterek hali hazırda kullanımda olan bazı prototiplerin sınamalarını gerçekleştirdiğini vurgulanmıştır.

Göçoğlu (2020), yaptığı çalışmada kamu hizmetlerinde Nesnelerin İnternetinin nasıl uygulandığını belirterek kamu yararına olacak çalışmalarda dijital dönüşüm süreçlerinin iyi değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Altınpulluk (2018), çalışmasında geleneksel eğitim öğretim zamanlarında kullanılan yöntemler yerine teknoloji ile gelişim gösteren Nesnelerin İnterneti kullanımı üzerinde durmuş ve hali hazırdaki sınıflarda verilen eğitimden ziyade açık öğretim ile uzaktan eğitimde Nesnelerin İnternetinin etkisini belirtmiştir.

Zeybek ve Yılmaz (2019), yaptıkları çalışmalarında kurumsal güvenliğin sağlanması adına Nesnelerin İnterneti ile iletişim içinde olduğu başka sistemlerin güvenliğinin doğru anlaşılması üzerinde durmuşlardır. IoT cihazlarının sadece üretim aşamasında değil kullanım zamanlarında da risklerinin farkında olunması için iç denetçilerin daha geniş perspektifte olayları ele almaları gerektiğini vurgulanmışlardır.

Öztürk (2018), yaptığı çalışmada Nesnelerin İnterneti için ölçeklenebilir, güvenlik ortamı sağlayan ve ortak çalışma fırsatı sunan özellikte bir mimari tasarımı yapmıştır. Nesnelerin İnterneti için belirlenmiş bir standart mimari yapısı olmadığına dikkat çekmiş olup IoT gelişme sağladıkça daha uygun ve çağa ayak uyduran mimari yaklaşımlar hazırlandığını belirterek önerdiği yeni mimari tasarımında algılama katmanı, internet/ağ katmanı, aktarım katmanı ve uygulama katmanı olacak şekilde 4 katmandan oluşacak bir yapı sunmuştur. Ayrıca bu katmanlarda kullanılacak olan protokollerde yeni modele uygun olacak şekilde dizayn ettiğini belirterek Nesnelerin İnterneti düzenindeki hizmet başarımlarını değerlendirmenin yüklü bir sorun halini aldığına vurguda bulunarak önerilen yeni model ile elde edilen başarım değerinin %85 olduğu belirtilmektedir.

Akleylek ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada Nesnelerin İnterneti ile kişilerin sağlık verilerini takip etme sonucunda yaşanılacak istenmeyen herhangi bir durumun kötü neticelenmesine müsaade etmemek adına önceden müdahaleyi mümkün kılma noktası üzerinde durmuşlardır. Sinirli bireylerin öfkelenme durumlarının takip edilmesi, kan şekeri olan hastaların sonuçlarının takip edilmesi, hamile kadınların hamilelik süreç takipleri, uyku veya stres takibi gibi daha çok giyilebilir teknoloji ile elde edilen sonuçların her an her yerde istenildiğinde kontrol edilmesi çalışmalarına yer vermişlerdir. Bu süreçlerin içerisinde kullanılan algılayıcıların her birinin farklı bir

katmanda çalıştığına değinilerek yeni sensör eklemeleriyle kullanılmakta olan bu teknolojinin daha anlamlı hale getirileceğini vurgulamışlardır.

Erken (2018), yaptığı çalışmada bebekler ile ilgili kullanımı fazlaca tercih edilen iki çalışma alanını birlikte kullanmıştır. Bebeklerin uykularında yaptıkları hareketlenmeler temel alınarak bebek uyku durumlarının gözlemlendiği bir çalışma yaparak geliştirdiği sistem ile bebeğin odasından alınan görüntüleri, görüntü işleme yöntemiyle işlemiştir. Çalışma içerisinde bebek hareketlenme durumunun artması sonucunda bebeğin uyanmış olduğu kabul edilmiştir. Bunun sonucunda akış halinde video başlatılmış ve ebeveynler durum hakkında bilgilendirilmiştir. Nesnelerin İnterneti sayesinde gerekli etkileşimin sağlandığı belirtilmiş ve istenildiğinde bebek odasına akıllı cihazlar vasıtasıyla bağlantı yapılmasının sağlandığı vurgulanmıştır.

Güneş ve ark. (2019), yapmış oldukları çalışmada bir uygulamayı Nesnelerin İnterneti üzerinde geliştirmenin birçok yönü olduğunu belirterek Arduino ile ethernet modülü bağlantısı gerçekleştirmişlerdir. Buna bağlı olarak bir devre tasarlamışlar ve bu tasarım üzerinden haberleşme yapılabilmesi için de bir web arayüz geliştirmişlerdir. Böylece devreye eklenen her bir Nesnelerin İnterneti nesnesi ile haberleşme sağlanmış ve bunlara ait veriler alınarak uzaktan erişim için hazırlanan web tasarım ve kodlama işleminin sonucunda veri takibi yapmışlardır.

Uysal ve ark. (2020), giderek artan nüfus potansiyeli ile yaşanılması güçleşen büyük şehirlerde yüksek oranda sorun haline gelen park sıkıntısının Nesnelerin İnterneti ile çözülmesi üzerine gerçekleştirilmiş oldukları çalışmada, ülkelerin kullanmış oldukları sistemler tanıtılarak bunların sağlamış oldukları kolaylıklar hakkında bilgilendirmeler yapmışlardır. Araç park yerlerinin sensörler ile takip edilerek girdi, çıktı, ücret ve doluluk oranları yine web tabanlı olarak izlenmesi sonucunda büyük rahatlama sağlandığına dikkat çekmişlerdir. Büyük şehirlerde katlı otopark içerisinde sensörler aracılığıyla yapılan bütün park işlem adımlarının (ücretlendirilme, yerleştirilme, ayrılma vs.) hayatımıza kattığı kolaylıkların bu sistemlerin tercih edilme sebeplerini ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Can ve ark. (2016), çalışmalarında Nesnelerin İnternetinin giderek artan popülerliği onun sağlık alanında daha fazla kullanılmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. İvmeli şekilde sağlık alanında yapılan çalışmaların tabanında IoT'un olduğunu görmenin mümkün hale geldiği vurgulanarak hasta verilerinin alınması, alınan verilerin izlenmesi, izlenen verilerin değerlendirilmesi ve değerlendirilme sonucunda kritik kararların verilmesi adına IoT ile anlamsal web yapısının bir arada kullanılmasına değinmişlerdir. Bunun için gerekli olan mahremiyet ve güvenlik adımlarının alınması da çalışma içerisine ekleneceği belirtilmektedir. Böylelikle gerekli işlemlerden sonra medikal cihazların birer IoT nesnesi olarak çalışacağına değinilmektedir.

Küçük ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada öğrencilerin velileri tarafından takip edilmesine olanak tanıyan bir sistem geliştirerek Nesnelerin İnterneti üzerinde haberleşmelerine imkân tanındığını vurgulamışlardır. Çalışma içerisinde öğrenci üzerinde bulunan yer işaretçi cihazı, servis ve velilerin kullandıkları mobil uygulama, veritabanı ve yönetim işlemlerinin sağlanmasına olanak veren bir web uygulama arayüzü olmak üzere dört parçadan oluşan bir tasarım yapmışlardır. Donanım ve yazılım kısımlarından oluşan, Nesnelerin İnterneti teknolojisi sayesinde haberleşen yazılımın öğrenci ailelerine öğrencinin servisle olan etkileşimi (binip, binmediği) hakkında görsel bilgilendirme yapan çalışmada gerekli ayarlamalar ve müdahaleler için ayrıca web uygulama ile de desteklendiğini belirtmişlerdir.

Baysal ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada her üreticinin ürettiği üründen en üst verim düzeyinde hasat elde etmeyi hedeflediğini dile getirerek bunun sağlanması için de belirli kıstasların hayata geçirmesi gerektiği belirtmişlerdir. Ürünün yetiştirildiği ortamın değerleri yetiştiriciliği yapılan ürün için büyük önem arz ettiğini vurgulamışlardır. Bu sebeple sera içerisine yerleştirilen ve Nesnelerin İnterneti tabanlı çalışan sistem sayesinde sera içerisinde ölçülmesi istenen değerleri ölçecek şekilde bir sistem tasarlamışlardır. Web arayüzüne sonuçları belirlenen süre zarfında göndermesi de sağlanarak üreticinin anlık olarak sera hakkında bilgi sahibi olması sağlamışlardır. Böylelikle sensörler ile ölçümü yapılan ortam için gerekli olan uygun değerler sağlanarak üründen en üst seviyede verim alınmasının sağlanacağını belirtilmişlerdir.

Koşunalp ve Arucu (2018), yaptıkları çalışmada yaşanan teknolojik gelişmelerin ulaşıma yansımamasının söz konusu olmadığına dikkat çekerek trafik, ulaşım aracı, insan ve durak etkenlerinin belirli bir şekilde etkileşimde olmasının önem arz ettiğini belirtmişlerdir. Durakların Nesnelerin İnterneti teknolojisi sayesinde haberleşme halinde olması ve gelecek olan araçları bekleyen insanlara büyük oranda rahatlık sağlayacağına dikkat çekilen çalışmada sensör kullanımlarının ve teknolojik gelişmelerin endüstri 4.0 ile giderek daha da önemli hal aldığına özellikle vurgu yapmışlardır.

Sazak ve Albayrak (2017), yaptıkları çalışmada internete bağlanılabilen her yerden sensörler yardımıyla bilgi toplamayı sağlayan bir çalışma yaparak Nesnelerin İnterneti tabanlı bir veri toplama sistemi oluşturmuşlardır. Algılayıcılar yardımıyla toplanılan nem bilgilerini bir veritabanına aktararak daha sonra bu aktarılan verilerin kullanıcı tarafından görüntülenmesi içinde bir uygulama tasarlamışlardır. Veriler istenilen şekillerde belirlenen değerler neticesinde bir sosyal medya üzerinde etkileşim oluşturabileceği gibi direkt kullanıcıya da gönderilebilecek şekilde kodlandığını belirterek çalışmalarında nem ve sıcaklık değerlerini toplayarak bu veriler üzerinden işlem yaptıklarını ifade etmektedirler.

Kelebekler (2019), yaptığı çalışmada meteorolojik veriler olan rüzgâr, güneş, hava, sıcaklık ve nem gibi etkenlere ait değerleri Nesnelerin İnterneti yardımıyla topladığını belirtmiştir. Bunun neticesinde günlük aşınma, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri görselleştirilmiş ve belirli bir zaman dilimine ait meteorolojik etkenlerin metrekare başına oluşturduğu sonuçları grafikler yardımıyla sunmuştur.

Kaya ve Fıstıkoğlu (2018), yaptıkları çalışmada yönlendirilme işlemi uygulanacak araçlar için bir takip sistemi yaptıklarını belirtmektedirler. Ayrıca Google harita altlıklarından ziyade istenilen diğer tüm harita altlıklarının kullanılmasının yaptıkları sistem çalışmalarıyla mümkün olduğunu vurgulayarak GPS, GSM ve kamera bileşenlerinden oluşan bir araç takip sistemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın seyrine bağlı ve gereksinim karşılama noktasında araç içi ile iletişim kurma durumlarının da düşünüldüğüne değinilerek istenildiğinde araca bağlanılabileceğini

vurgulamışlardır. Bu bağlanma işlemi için geliştirdikleri çalışmaya amacına uygun olacak şekilde sensör eklemeleri yapılabileceği ifade edilmektedir. Araç içinden resim çekme özelliğinin sensör aracılığıyla gerçekleştirildiği belirtilmektedir.

Küçüksille ve Kuşçu (2010), yaptıkları çalışmada araç takip sistemini geliştirmek için mobil cihazlar vasıtasıyla çevrimiçi bir bağlantı sağladıklarını belirtmektedirler. Kişisel cep bilgisayarı olarak da bilinen PDA yardımıyla takip edilene ait konum verilerini GPS modülü sayesinde elde ettiklerini belirterek hareket halindeki taşıttan alınan konum bilgilerinin sisteme aktarılması, sonra bu verilerin internet üzerinden haritalara dökümünün yapılması işlemini sağlamışlardır. Donanım olarak PDA nın kullanılmasının önem arz ettiği üzerinde durulmuş olup harita altlığı olarak da iki adet seçenek sunulduğu görülmüştür.

Ghaffari ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmalarında büyük bir araç filosuna sahip şirketlerin tüm araçlarını aynı anda görüp yönetebildiği bir takip sistemini geliştirdikleri görülmektedir. Çalışmada GPS, CBS ve GPRS (Genel Paket Radyo Servisi) teknolojilerini kullanarak internet tabanlı toplu bir uygulama sunmuşlardır. İşlem sonuçlarının gözlemlendiği bir web arayüz tasarımı hazırlayarak takip sistemini nihayetlendirdikleri görülmüştür. Donanım tarafından veriler GPS den alınarak GPRS üzerinden sunucuya gönderilmiş olup dört adet sunucunun kullanıldığı ve her birinin ayrı bir görevi üstlendiği, bunlar sayesinde haberleşmenin yapıldığı bir soket çalışma mantığı olduğu belirtilmektedir.

Dandıl ve Demir (2020), yaptıkları çalışmada GPS, GSM/GPRS teknolojilerini temel alan bir araç takip sistemi yapmışlardır. Tasarladıkları araç takip sistemi devresi üzerine yerleştirdikleri GPS modülü sayesinde takip ettikleri araca ait konum bilgilerini elde etmişlerdir. Takibini yaptıkları araca ait hız bilgisini enlem ve boylam verilerinden hesaplamışlardır. Alınan bilgilerin GSM modülü ile bir web sunucuya aktarıldığı ve bir web servis teknolojisi ile gelen veriler mobil veya web uygulamaya sayesinde görüntülendiğini belirtmişlerdir. Geliştirilen yazılım ile web harita üzerinde takip işlemini gerçekleştirmişlerdir. Kullanıcının SMS ile haberdar edildiği sistemde hesapladıkları araca ait anlık hızı bir LED ekranda göstermişlerdir.

Hapsari ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada aracının bulunduğu coğrafi bölgeyi öğrenmek isteyen kullanıcının bu isteğini gerçekleştiren bir araç takip sistemi yapmışlardır. Sistemlerinin altyapısı GPS ve GSM teknolojisi olduğunu belirtmişlerdir. Cihazın sürekli çalışmasıyla aracın bulunduğu yerin istendiği zaman belirlenmesi işlemini sağlamışlardır. Etki tepki usulü ile çalışan sistem kendisinden bilgi talep edildiğinde kullanıcıya aracın bulunduğu konumu hesaplayarak SMS ile geri bildirim yaptığı belirtilmişlerdir. Kendisine gelen SMS ile kullanıcı araç konumu hakkında bilgilendirilmektedir.

Hasan ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada takip ettikleri nesnenin bulunduğu konum bilgilerini Google Haritalar üzerinde görüntüleyebildikleri bir takip sistemi yaptıklarını belirtmişlerdir. Konum verilerini GPS aracılığı ile elde ettiklerini vurgulayarak, bu verileri aktarma işlemini ise GPRS sayesinde gerçekleştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistemin evcil hayvan takibinde kullanılabileceği gibi aile bireyleri tarafından çocukların kullandıkları arabayı da takip edebileceklerini ifade etmektedirler. Canlı izleme sistemlerinin pahalı olmasına binaen kendi sistemlerindeki SMS ile yapılan iletişimin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Liu ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada gerçek zamanlı olacak biçimde arabasının nerede olduğunu bilmek isteyen kullanıcının cep telefonu vasıtasıyla arabasının bulunduğu yeri öğrenmenin geliştirdikleri Android uygulama üzerinden çalışan GSM ve GPS teknolojisi kullanılan araç takip sistemi ile mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle yoğun nüfusa sahip kentlerde yüksek araç potansiyeli sebebiyle giderek artan araç hırsızlığının önlenmesi için bu geliştirmenin yapıldığını ifade edilmektedirler. Geliştirdikleri sistemin kontrolünün RFID modülü ile yapıldığına dikkat çekilerek bu çalışmalarının aynı zamanda Nesnelerin İnterneti tabanlı olduğunu belirtmişlerdir.

Safdar ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada bir araç takip sistemini Android tabanlı geliştirerek bunu her araçta kullanılabilecek yapıda olduğunu vurgulamışlardır. GPS yardımıyla takip ettikleri araca ait konum verilerini alarak bunu Google Haritalar üzerinde göstermişlerdir. Ayrıca GSM modülü kullanarak koordinat bilgilerini akıllı

cihaza ulaştırmış ve haritalandırmayı böylece sağlamışlardır. Takip edilen araca ait bir önceki konum verilerinin de sistem tarafından saklanıldığını belirtmişlerdir.

Dhumal ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada firmaların hareket halinde olan araçlarının güzergâhlarını Google Haritaları kullanıp web uygulama aracılığıyla takip etmelerini sağlayarak araçların rotada olup olmadığını göstermek için haritada renkler aracılığıyla takip ettiklerini belirtmişlerdir. Mobil cihaz aracılığı ile araç konumlarının tespit edilmesi için GPS tabanlı bir araç takip sistemi yapmışlardır. Hareket halindeki araçtan konum bilgilerinin güncellenmesini sağlayarak bu bilgileri GPRS teknolojisi ile sunucuya aktardıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca takip sistemlerini GSM ve GPS teknolojisi üzerinde çalıştığı ifade edilerek Android tabanlı çalışmanın araca takılabildiğini de ifade etmektedirler.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Nesnelerin İnterneti

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki "Internet of Things" kavramının ilk olarak MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) de görev yapan Kevin Ashton tarafından 1999 yılında dile getirilmiştir. Eğer Nesnelerin İnterneti bir icat olarak kabul edilecek olursa hiç şüphesiz Kevin Ashton bunun mucidi olmaktadır. Dile getirildiği andan itibaren çok hızlı bir kullanım alanına kavuşan ve popüler bir hal alan terimin çeşitli platformlarda kullanım sıklığını Google Ngram'da görmek mümkündür.

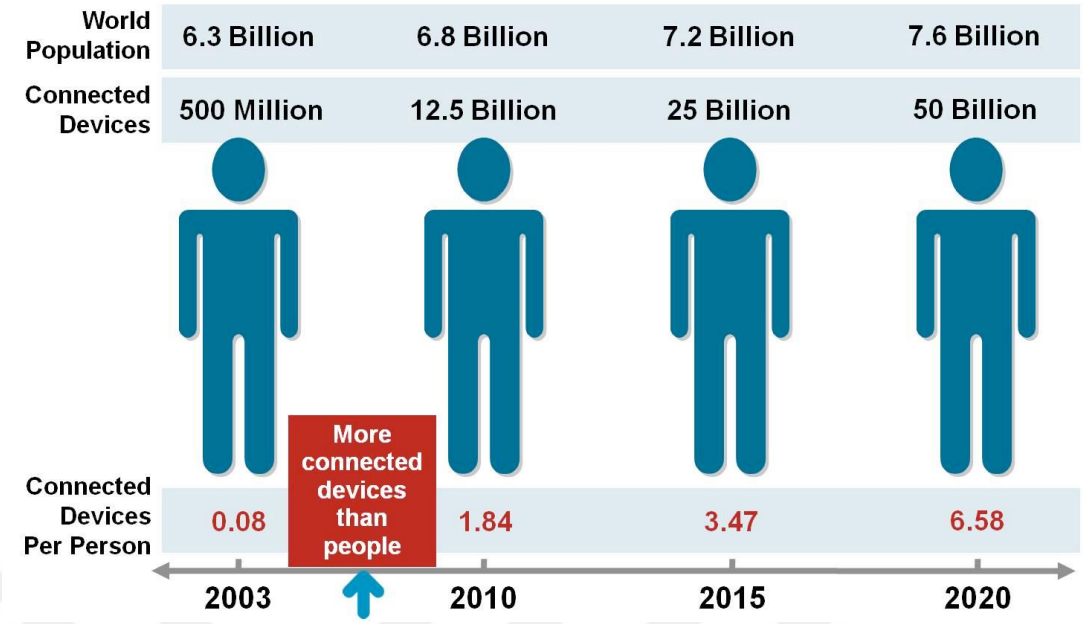
Ashton (2009), yazdığı bir makalede bu durumu şöyle ifade etmektedir; "Yanılıyor olabilirim ama 1999'da Procter & Gamble'da (P&G) yaptığım bir sunumun başlığı olarak Nesnelerin İnterneti ifadesinin hayata başladığından eminim" diyerek bu buluşun kendisine ait olduğunu dile getirmektedir. İnsanlar, zamanlarının sınırlı olması, kolayca dağılabilen bir dikkat yapısına sahip olmaları ve kendilerine has doğruları olmaları nedeniyle çevrelerinde olup bitenler hakkında geniş düşünce yapısına ulaşamamalarına neden olmakla birlikte olabilecekler hakkında detaylı veriyi yakalayarak kavramları konusunda da iyi olmadıkları anlamını da beraberinde getirmektedir. Ashton, insanların ve çevresindeki her şeyin birer fiziksel nesne olduğunu, hayata devam edebilmemiz için ihtiyaç duyduğumuz temel şeylerin de fiziksel şeyler olduğuna dikkat çekmektedir. Fikirler, bilgi birikimi ve deneyim gibi kavramların önemli olduğu muhtemel olan durumlardır. Ancak bunları işleyecek şeyler (ki bunlar nesnelerdir) daha önemli konumda olabilmektedir. Kavramsal olarak teoride olanlar önem arz etmekle birlikte pratikte daha önemli ve gerçekçi olabilmektedirler. İnsanların meydana getirdiği verilere büyük oranda bağımlı olan günümüz teknolojisinde bilgisayarlar fikirlerden daha fazla şey bilmektedir.

Bilgisayarların insan yardımına veya veri yüklemesine gerek duymadan nesneler hakkında fikir yürütebilmeleri sonucunda buzdolabında az kalan sebzeyi bize haber verecekleri gibi buzdolabının ne zaman bozulacağını da önceden hesap ederek, tamir

edilmesi gerektiği ile alakalı geri dönüşü de bildirebilmektedir. Bu durum da israfların önlenmesine, zamanın daha verimli ve etkin kullanılmasına yol açarak daha yüksek standartlarda bir yaşam kalitesini beraberinde getirmektedir (Bozdoğan, 2015; Ercan ve Kutay, 2016).

Günümüzde, Nesnelerin İnterneti teknolojisine bakıldığı zaman ilk çıkış teknolojisinden farklı olarak kullanılmakta olduğu görülebilmektedir. Ashton, Nesnelerin İnternetinin kullanımını hakkındaki fikri ilk ortaya attığında odaklandığı gelişim noktası RFID- Radio Frequency Identification (radyo frekanslı tanıma) tabanlı çalışan bir teknoloji geliştirmek üzerine olduğu bilinmektedir. Şu an kullanılmakta olan Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi ise haberleşme işlemini internet protokolü üzerinden sağlamaktadır. Bunun nedeni IoT'un ortaya çıktığı zamanlarda internetin her yerde kullanılan popüler bir kullanım yapısına sahip olmayışı olmasındandır. Yine IoT'un çıkış tarihine bakıldığında mobil teknolojinin kullanımının da yaygın olmadığı görülmektedir. Bu durum, IoT teknolojisinin gün geçtikçe geliştiğini ve ortaya çıkan yeni gelişmelere hızlıca ayak uydurduğunu ortaya koymaktadır.

Cisco IBSG (2011), tarafından yapılan bir hesaplamada internete bağlı olan veya olmayan bütün dünya nüfusunun temel alınmasıyla kişi başına internete bağlı cihaz sayısı ile ilgili bir sonuç elde etmişlerdir. Bu hesaplama sonucuna göre 2015 yılında 25 milyar cihaz internet ekosistemine dâhil iken 2020 yılına gelindiğinde bu sayının 50 milyar cihaz olacağı tahmin edilmektedir. Çalışmanın yapıldığı zamanda verilen bağlı cihaz sayısının doğru bilgiler olduğu özellikle vurgulanmaktadır. İnternet öyle bir olgu oluşturmuştur ki kendisine bağlı bulunma durumunu giderek arttırmakta ve bu durumu ivmeli bir şekilde sürdürmeyi başarmaktadır. Yapılan hesaplamaya ait sonuçlar aşağıdaki Şekil 3.1.'de verilerek, internete bağlı bulunan cihaz durumu gözler önüne serilmektedir.



Şekil 3.1. Nesnelerin İnternetinin tahmin edilen gelişimi (Cisco IBSG, 2011)

3.1.1. Nesnelerin internetinin yapısı

Nesnelerin İnterneti yapısı şuna benzetilebilir. İstenilen yerde ve istenilen zamanda internete bağlı nesnelerin kendi aralarında oluşturdukları ekosistemin sürekli iletişim halinde olması neticesinde ortaya çıkan sosyal etkileşim durumu olarak ifade edilebilir.

Süregelen gelişimiyle IoT artık hayatımızın her alanında farkında olarak veya farkında olmadan kullandığımız bir yapıya kavuşmuştur. Bu durumu gösterir genel yapı Şekil 3.2'de gösterilmektedir.

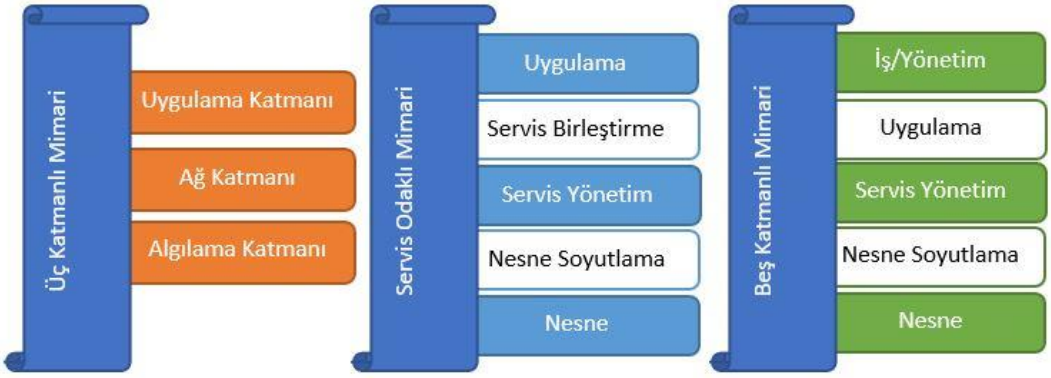


Şekil 3.2. Nesnelerin internetinin yapısı

3.1.2. Nesnelerin interneti mimari yapıları

Bozdoğan (2015), tarafından bildirildiğine göre Nesnelerin İnternetinde kullanılan mimari yapısı literatürde bilinen ve üç katmanlı olarak isimlendirilen mimaridir. Bu mimarideki katmanlar algılama katmanı, ağ katmanı ve uygulama katmanı olarak belirtilmektedir. Üç katmanlı mimari haricinde önerilen başka mimari çeşitleri de bulunmaktadır. Bunlar beş katmanlı mimari, servis odaklı mimari, ara yazılım tabanlı mimari, dört katmanlı mimari, yedi katmanlı mimari gibi mimariler olarak görülmektedir. Bu mimarilerden bazılarının yapıları Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

Sethi ve Sarangi (2017), yaptıkları çalışmada Nesnelerin İnterneti yapısında mimari olarak genel anlamda kabul edilen ortak bir yapının olmadığını belirtmişlerdir. Katmanlı yapıda bulunan mimari çeşitleri olarak üç katmanlı mimari ve beş katmanlı mimari yapısının olduğunu ifade ederek katmaları karşılaştırmışlardır. Ayrıca bulut ve sis tabanlı mimariler üzerinde durarak bu yapıların yazılım, veri madenciliği, makine öğrenmesi gibi araçların bunlar üzerinde nasıl işlem gördükleri hakkında bilgi bilgilendirme yapmışlardır.



Şekil 3.3. Nesnelerin İnterneti katman yapılarına göre mimariler

Nesnelerin İnterneti sisteminin bu mimari yapıları daha geniş yelpazede daha güvenilir çalışma ortamlarına hizmet etmek üzere tasarlanmaktadır. IoT ile fiziksel nesnelerin birbirleriyle olan etkileşimini sağlayan algılayıcılar üzerinde kesintisiz şekilde iletişimde kalmaları neticesinde algıla, ilet ve işlem yap işlem adımları uygulanmaktadır. Mimarilerde bütünlüğün aynı zamanda sistemde dinamikliği etkilediği bilinmektedir.

Aynı zamanda IoT teknolojisinin gelişmesinde, IoT mimari geliştiricileri şu ölçütleri göz önünde bulundurmaktadırlar. Bu ölçütler; kullanılabilirlik, taşınabilirlik, ölçeklenebilirlik, heterojenlik, birlikte çalışabilirlik ve performans olarak isimlendirilmektedir (Çavdar ve Ercüment, 2018).

3.1.3. Nesnelerin internetinde kullanılan donanımlar

Adının anılmaya başlandığı zamandan günümüze kadar sürekli ivmeli bir ilerleme kaydeden IoT teknolojisi dinamik olarak gelişen ve değişen donanımlar kullanmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde IoT üzerine yapılan çalışmalarda değinilen donanımların zaman içerisinde ya değiştiği veya geliştirilip zamanının teknolojisine dönüştürüldüğü görülmektedir. Nesnelerin İnterneti projelerinde kullanılan bazı donanımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Sıcaklık, basınç, yakınlık, jiroskop, IR, optik, gaz, duman vs. algılayıcı

- RFID / NFC
- Kamera
- RS-232
- I2C
- MODBUS
- USB
- UART

Bunlar geliştiricilerin çevresel verileri elde etmesini sağlayan proje donanımının IoT tabanlı parçalarıdır. Bu donanımlar sayesinde alınan veriler tasarlanan sistemlerde kullanılarak istenilen sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadırlar. Algılama bileşeni ile mikrodenetleyici arasında haberleşmeyi sağlamakta olan bu donanımlar üzerinden veri akışı diğer bileşenlere ulaştırılmaktadır (Irmak, 2019).

3.1.4. Nesnelerin internetinin kullanım alanları

Nesnelerin İnterneti kullanım alanının genişlemesi bu teknolojiyle kullanılan algılayıcı teknolojisinin gelişmesiyle doğru orantılı olmaktadır. IoT kullanım alanlarını detaylandırmak gerekirse;

- Son zamanlarda özellikle ulaşım alanlarında tercih edilen IoT, bünyesindeki sensörler sayesinde yolculuk süresi hesaplamaları,
- Bir güzergâhta hareket eden taşıtların sayımı,
- Katı atık depolama,
- Su değerlerinin olması gereken değer aralığında bulunup bulunmaması,
- Hava kirliliğini denetleyerek olası çözümler sunulması,
- Günümüz dünyasında giderek artan nüfusun beraberinde getirdiği tüketim çokluğunun yol açtığı enerji sarfiyatına dur demek adına gerekli düzenleme işlemleri,
- Emlak camiasının neredeyse gözdesi haline gelen ve müşteri cezbetmek için sunulan en etkili yöntem olan akıllı ev sistemleri,

- Lojistikte, hizmet kalitesinin artırımı firma için müşterinin seçilme sebebi olmakta iken işin kısa sürede bitimi ve buna bağlı olarak zaman, yakıt ve iş gücünden tasarruf etme,
- Geliştirilen ve üretilen yiyecek veya içecek grubunda olan malzemelerin en iyi şekilde pazarlanması için gerekli olan pazarlama işlemiyle son tüketiciye ulaştırılması,
- Hayvancılık başta olmak üzere tarımda ve parekende işlerinin yapıldığı sektörlerde verinin elde edimi, kontrolü ve uzaktan yönetimi,
- Sanal olarak gerçekleştirilen hizmet sunma ve bu hizmetlerden yararlanma sonucunda ortaya çıkan durum analizlerinde kullanılarak istenilen hedeflere ulaşılması,
- Hastaların sağlık durumlarının izlenmesi, kritik değerlere ulaşan vakalara müdahalenin anında yapılması için önceden önlem alınması durumunda hasta takibinde yapılmasında,
- Evde olunmasa dahi evde bulunan hayvanların yem ve su ihtiyaçlarını karşılayabilen sistemlerde,
- Seracılıkta ortam nemini ölçerek, verilmesi gereken su miktarının hesaplanması ve ortam ısısının otomatik ayarlanmasıyla başarılı hasat elde edilmesi gibi durumlarda kullanılmakta olduğu görülmektedir (Oyucu ve Polat, 2017).

3.1.5. Nesnelerin internetinde güvenlik

Evde, ofiste veya bilgisayarda çalışırken, arabanın park edildiği yerde hatta yolda yürürken bile başlıca öncelik güvenlik olabilmektedir. Sanal saldırıların gün geçtikçe yoğunlaştığı ve gelişip değişim gösterdiği günümüz teknolojisi koşullarında bu zafiyetlere karşı güçlü güvenlik unsurlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple evlerde, çalışma ofislerinde veya bulut bilişimde bir sürü güncel güvenlik önlemi hem bireysel olarak alınmakta hem de kurumsal firmalar hizmet noktalarında tercih edilebilirliği sağlamak için çeşitli yeni nesil güvenlik hizmetleriyle birlikte ürünlerini koruyup bu güvence ile sunmaktadırlar. İnternete bağlı tüm cihazların güvenlikleri sürekli endişeye sebep olabilmektedir. Özellikle Kamu Kurum ve Kuruluşları ile

büyük ölçekli hizmet yelpazesine sahip özel şirketler internet üzerinde geçekleştirdikleri işlemlerinin güvenliğine büyük önem vermektedirler. Bu sebeple kurum ve kuruluşların, kurumsal veri güvenliğini korumak için gereken siber güvenlik önlemlerine daha fazla odaklandıkları görülebilmektedir.

İnternet kavramı kendisine erişimi olan her nesneye, firmaya ve kuruluşa katkı sağlayabilmektedir. Fakat bu sürekli internete bağlı bulunma hali aynı zamanda siber saldırılara maruz kalmayı da beraberinde getirmektedir. Bir internet sitesinin yaptığı bir ankete göre bilişim teknolojileri uzmanlarının yüzde elli beşinin en önemli önceliği IoT nesnelerinin güvenliği olduğu görülmektedir. Siber saldırganlar zarar vermek istedikleri firmaların veri depolama alanına erişerek IoT sosyal nesne veri setlerini ifşa edebilmektedir. Bu sadece özel kuruluşlarla sınırlı kalmamakta aynı durum kamusal hizmet veren kuruluşlarında karşılaştıkları bir durum olabilmektedir. Böyle olması mümkün durumlar, sonrasında önlenemez sonuçları ve riskleri de beraberinde getirmektedir (Buckley, 2018).

Nesnelerin İnterneti ekosistemine dâhil her nesnenin ihtiyaç duyduğu önceliklerden olan güvenlik gereksinimleri söz konusudur. Bu gereksinimler şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Gizlilik
- Veri Bütünlüğü
- Kaynak Doğrulama
- Veri Güvenliği
- Hizmet Bütünlüğü
- Heterojenlik
- Anahtar Yönetimi

Gereksinimlerin tam anlamıyla işlerlik kazanması IoT sisteminin bilinçli şekilde kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Bunun yanında IoT protokol yığını katmanlarında mevcut bulunan güvenlik mekanizmaları da söz konusu olmaktadır. Fiziksel katmanda güvenlik ihlalleri genellikle RF sinyallerine karıştırıcı işaretler göndererek düğümlerin iletişim de kalmasının engellenmesi sonucu yapıldığı

belirtilmektedir. Bu katmanda güvenlik riski oluşturacak durumlara karşı alınan önlemlere ek olarak; ortam erişim protokolünde güvenlik, ağ katmanında güvenlik, iletim katmanında güvenlik ve uygulama katmanında güvenlik olarak alt başlıklar halinde incelenmekte ve çeşitli yaklaşımlar ile risk seviyesi en aza indirildiği belirtilmektedir. Her ne kadar riskler öngörülerek bu risklere karşı önlem alınmak istense bile yine de IoT güvenliğinin sağlanmasında karşılaşılan çeşitli zorluklar bulunduğu vurgulanmaktadır (Aydın ve ark., 2017).

3.1.6. Nesnelerin internetinde kullanılan teknolojiler

Nesnelerin İnterneti birden fazla haberleşme teknolojisine sahip bir konumda olduğundan, IoT bu farklı teknolojileri kendi bünyesinde sorunsuz çalıştıracak şekilde barındırabilmektedir. Güvenlik başta olmak üzere verimli çalışma, zamandan ve bütçeden tasarruf gibi ölçütler müşteriler kadar geliştiriciler için de en iyi haberleşme için fayda sağlayan etkenler olduğu bilinmektedir. Etkin işleyişi sağlamak için doğru bağlantı şeklinin tercih edilmesi en verimli sistem ihtiyaçlarını giderebilmektedir. IoT içinde kullanımları tercih edilen ve en bilinen bağlantı teknolojileri; hücresel iletişim, Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth ve 6LoWPAN olarak sıralanmaktadır. Kullanılmakta olan bu teknolojilerin özelliklerinden; frekans, veri transferi, kapsama alanı, kaynak, güç ömrü, desteklediği nesne sayısı, başarı sağladığı alanlar gibi durumlar tercih edilmelerinde önemli etken olabilmektedir. Nesnelerin İnterneti tabanlı çalışmalarda kullanılan iletişim teknolojilerinin birbirleriyle kıyaslanması sonucunda yapılacak sistem tasarımı için en uygun olan teknolojiyi seçmek çalışmanın daha başarılı sonuçlar döndürmesine büyük katkı sağlamaktadır (Söğüt ve Erdem, 2017).

3.1.7. Nesnelerin internetinde kullanılan iletişim teknolojileri

3.1.7.1. Makine-makine haberleşmesi (M2M)

Teknolojik ilerleme ile birlikte cihazlar artık herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan istedikleri şekilde birbirleriyle haberleşebilmektedir. Bu haberleşme için gerekli olan protokollerin sağlanması gerekli olan veri paylaşımını mümkün kılabilmektedir. Geliştirilen çeşitli kurallar çerçevesinde internet bağlantısı bulunan her nesne ile direk etkileşimde olma işlemi makinelerin kendi arasında sosyalleşmelerini sağlayan bir sistem bütünlüğünün sonucudur. Makiden Makineye İletişim olarak adlandırılan (Machine to Machine Communication-M2M) bu işlem yapısı kablolu veya kablosuz iletişimde çalışabilmektedir. Bu da makinelerin haberleşmesi için bağlantı türünün çok önemli olmadığı sadece sosyal ekosistemlerinin içerisinde birbirlerini algılamanın yeterli olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu sebeple Nesnelerin İnterneti teknolojisinin temel yapısının, makineden makineye haberleşme veya diğer bir deyişle makineler arası iletişimin olduğu anlamı çıkabilmektedir.

İlk zamanlarda insan etkeni her türlü haberleşme için vazgeçilmez iken teknolojinin yine insan eliyle geliştirilmesi sonucunda insan kendini bir etken olarak haberleşme platformundan çekmiştir. İnsanlar arası olan etkileşim geliştirilerek insan ve makine arasında bir diyalog oluşturulması sonucu insandan makineye iletişim biçimi ortaya çıkmıştır. Giderek artan yenilikler artık insanında geri çekilmesine olanak sunduğundan ciddi bir adım olan makineden makineye bir diyalog şekli sayesinde haberleşme ve veri paylaşım işlemleri makineler arası yapılabilir olmuştur. Günümüz şartlarında kullanılmakta olan bu teknoloji ile artık daha komplike durumlar insan faktörü olmadan makineler tarafından yürütülmekte ve sonuçlandırılmaktadır.

Ulaş (2015), tarafından aktarıldığına göre milli gelirin yükseltilmesi, ulusal güvenliğin sağlanması, çalışmalarda verimlilik oranlarının en iyi duruma çıkarılması M2M hizmetleri ile mümkün hale gelmektedir. 2012 yılında 100 milyon olduğu belirtilen M2M mobil aboneden yaklaşık 6,5 milyar Amerikan doları gelir elde edildiği vurgulanmaktadır. Ayrıca makineler arası iletişimin kullanıldığı bazı sistemeler; sayaç

okuma, güvenlik, savunma sanayi, büyük fabrikalarda ürün stok, sevkiyat, bant çalıştırılmaları ve sağlık alanındaki hizmetlerin takipleri olduğu belirtilmektedir.

3.1.7.2. Makine-bulut haberleşmesi

Nesnelerin İnterneti teknolojisi kullanılarak hazırlanan çok fazla proje olduğundan ve bu projeler için gereksinimlerin farklılık göstermesinden yola çıkılarak çeşitli haberleşme alt yapılarının kullanılabildiği görülmektedir. Geliştirilen sistem tasarımlarının boyutu kullanılacak teknolojiyi de belirleyebilmektedir. Küçük ölçekteki gereksinimler sebebiyle tasarlanan sistem için klasik haberleşme şekli tercih edilirken daha komplike gereksinimler için geliştirilen sistem tasarımlarında tercihlerin de daha karmaşık teknolojileri kapsayacak şekilde değiştiği gözlemlenmektedir.

Makine-Bulut haberleşmesi, arada herhangi bir insan etkeni olmadan veya elle müdahaleye gerek duyulmaksızın IoT ekosistemindeki nesnelerin algılayıcılar sayesinde elde ettikleri verileri işleyerek bulut bilişimde bulunan sağlayıcılar üzerinden iletişimde olma durumu olarak ifade edilmektedir. Bağlantı esnasında kablolu veya kablosuz iletişim fark etmeksizin edinilen bilgilerin aktarılması sağlandığı belirtilmektedir. Bu etkileşimde geleneksel yöntemlerin de kullanıldığı vurgulanmaktadır. Makine bulut etkileşiminde iletişim, doğrudan gerçekleşebileceği gibi ağ geçidi kullanılarak da gerçekleşebilmektedir (Erken, 2018).

3.2. Küresel Konum Belirleme Sistemleri

Günümüzde kullanım alanı günbegün artmakta olan Global Konum Belirleme Sistemleri, her ne kadar ilk olarak askeri alanda kullanılmak üzere geliştirilmişse de daha sonra kamu ve özel kullanımlar içinde belirli gereksinimleri karşılamak adına kullanılmaya açıldığı bilinmektedir. Global bazda konum belirleme alanında yaptıkları çalışmaları başarıyla sonuçlandıran ülkelerin bu alanda söz sahibi oldukları bilinmektedir. Hindistan, Çin ve Japonya gibi ülkelerin bu alanda söz sahibi olabilmeleri için yaptıkları çalışmaların ivedilikle devam ettiği görülmektedir. Bu alanda söz sahibi olan ve diğer ülkelere bağımlı olmayan ülkelerin başında Amerikan

Birleşik Devletleri gelmektedir. GPS diye tanımlanan sistemin geliştiricisi ABD Savunma Bakanlığıdır. Onu Rusya izlemektedir. Rusya'nın geliştirdiği GLONASS uydu navigasyon sistemi günümüzde başarılı bir konuma gelmiş ve GPS gibi kullanımını arttırmıştır. Söz sahibi bir diğer uydu sistemi olan GALILEO Avrupa Birliği tarafından geliştirilerek kullanıma sunulduğu görülmektedir. Uydularla konum belirleme sistemlerindeki en iyi başarıyı sağlayanın dünya üzerinde daha fazla söz sahibi olacağı çıkarımıyla hareket eden iki ülke olan Rusya ve ABD çalışmalarını sürekli geliştirmektedirler. Diğer taraftan bu ülkelere bağımlı olmak istemeyen ülkelerin de bu alana girdikleri ve kendi çalışmalarını hızlandırdıkları görülmektedir. Uydular sayesinde konum belirleme durumu sonucunda askeri, politik ve ekonomik alanda başarı sağlandığını gören ve gelişmiş teknolojiye sahip Çin, Japonya ve Hindistan gibi ülkelerin de bu alanda yetki sahibi olmak için kendi sistemlerini geliştirme çabasına girdikleri görülmektedir. Küresel konum belirleme alanında yapılan çalışmaların artması Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisinin kullanımında uyulması gereken uluslararası sorumlulukları da beraberinde getirdiği belirtilmektedir (Yıldız ve Kahveci, 2010).

Amerika Birleşik Devletleri'nin geliştirdiği NAVSTAR (Zaman ve Değişimi Kullanan Navigasyon Sistemi)-Küresel Konum Belirleme Sistemi daha çok GPS olarak adlandırılmaktadır. ABD'nin GPS projesi dışında Rusya, Avrupa Birliği, Fransa ve Almanya gibi ülkelerin de kendi sistemlerini geliştirdikleri görülmektedir. Sovyetler Birliği zamanında geliştirilen Sputnik-I ve Sputnik-II yapay uyduları 1957 yılında Rusya tarafından güncellenerek uzaya gönderildiği belirtilmektedir. Bu iki uydu ile gelişim gösteren Rus Küresel Konum Belirleme Sistem yapısı daha da ilerleyerek günümüzde tamamlandığı ve aktif olarak kullanılan halini aldığı bilinmektedir. Rusya'ya ait olan konum belirleme sisteminin adı GLONASS'tır. Teknolojik ilerleme ile gelişim gösteren alanlarda büyümek isteyen sadece Rusya ve ABD olmamakla birlikte bunların dışında Fransızlar DORIS, Almanlar PRARE, ABD ve Fransa ortak ürünü olan TOPEX/Poseidon, Avrupa Birliği ise GALILEO küresel konum belirleme sistemlerini geliştirmişlerdir (Sevindi, 2005).

3.2.1. NAVSTAR konum belirleme sistemi

Yeryüzünde istenilen noktaları ifade eden konum verilerinin enlem ve boylam cinsinden elde edilmesi ihtiyacı sonucunda ve teknolojinin gelişimi sayesinde bu bilgiler anlık olarak elde edilebilir hale gelmiştir. Kendi yaptıkları çalışmalara katkıyı farklı açılardan ele alan Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tamamıyla askeri amaçlar doğrultusunda kullanılmak üzere bir dizi araştırma geliştirme içerisine girerek 1973 yılında NAVSTAR Küresel Konum Belirleme Sistemi (NAVSTAR GPS) üretimine başladığı bilinmektedir. Geliştirilmesi yapılan bu projeye ait önemli detaylardan biri de hava ve ortam koşullarından etkilenmeden takibi yapılan nesneye ait konum tespiti yapabilir olduğu ifade edilmektedir. Bu Küresel Konum Belirleme Sisteminin (GPS) üç temel kısımdan ibaret olduğu belirtilerek bunların kullanıcı departmanı, kontrol departmanı ve uzay departmanı oldukları vurgulanmaktadır. Yeryüzünde uydulardan bilgi almak için geliştirilen alıcıların kullanıcı tarafını ifade ettiği, yörünge ve saat bilgileri ile tüm uydulardaki iş ve işlemlerin ise kontrol tarafını ifade ettiği, sinyal durumlarının modülasyonlu frekanslar üzerinden yayınlama işleminin ise uzay tarafında işlev gördüğü belirtilmektedir (Karaali ve Yıldırım, 1996).

ABD Savunma Bakanlığının tasarlayarak geliştirdiği ve dünya üzerinde bulunulan bir noktaya ait bilgileri bulan sistemin yeryüzünden ortalama olarak 20200 kilometre yükseklikte olduğu belirtilmektedir. Bu yüksekliğe konumlandırılmış uydular arasında en az dört adet uydunun, takibi yapılacak veya konumu alınacak yeri görmesi ile istenilen bilgilere erişimin mümkün olduğu söylenmektedir. Uzaya yerleştirilen uydular ekvator ile belli bir derece açı yapacak şekilde (ellibeş derecelik) birbirinden farklı altı yörünge ortamına konumlandırıldığı, bunlara ait periyotların on iki saat olduğu, iki değişik sinyal yayınladıkları yine belirtilen diğer özelliklerdendir (Battal, 2019; King ve ark., 1987).

Uydu sistemlerine bakıldığı zaman en fazla tercih edilen ve en geniş kullanıma sahip konum belirleme sistemi ABD'ye ait olan NAVSTAR-GPS sistemi olduğu görülmektedir. 1978 yılından önce bu sistemin yerine Navy Navigation Satellite System olarak da bilinen TRANSIT lokasyon belirleme yapısı kullanılmakta olduğu

ve yapının beklentileri karşılayamaması üzerine NAVSTAR-GPS projesinin hayata geçirildiği belirtilmektedir. Dünyanın değişik coğrafyalarına kurulu bulunan istasyonlarca takibi sağlanmakta olan ve 24 adet uydudan oluşan bir yapı olduğu vurgulanan sistemin çıkış noktası itibariyle daha çok askeri alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından bazıları; teçhizatın yerleştirilmesi, İHA'lar, SİHA'lar, akıllı bombalar, savunma araçlarının sevk, takip ve güvenliklerinin sağlanması gibi askeri amaçlı faaliyetler olarak ifade edilmektedir. Yoğun olarak kullanılan konum belirleme sistemleri daha sonra Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları, jeoloji, haritacılık, jeomorfoloji ve jeodezi gibi bilimsel çalışmalarda da kullanılmaya başlandığı belirtilmektedir. Bunun yanında ulaşım sistemleri, sportif aktiviteler, tarımsal işlemler vs. gibi alanlarda da yine GPS sisteminden yararlanılmakta ve kullanım yelpazesi gittikçe genişlediği görülmektedir (Sevindi, 2005).

3.2.2. GPS yapısı

Sevindi (2005), tarafından aktarıldığına göre küresel konumlandırma sisteminde çalışacak olan uydular yeryüzünden takribi 20200 km uzakta bulunan ve 24 adet uydudan oluşan bir yapıdan oluşmaktadır. Bu yapı ekvator ile 55 derecelik eğim (inklinasyon açısı) yapan 6 yörünge (her görüngede 4 adet uydu) düzlemi üzerine konumlandırılmıştır. 21 adedi esas olmak üzere 3 adedi ise yedek uydu olmaktadır. Uyduların yörüngesel periyotları 2 devri, 23 saat 56 dakikada tamamlandığı vurgulanmaktadır. Temel amacı alıcının yeryüzündeki lokasyonunun tespit edilmesi maksadıyla uydulardan gelen zaman ve konum verilerinden oluşan radyo sinyallerinin işlenmesi olduğu belirtilmektedir. GPS alıcısının bu 24 adet uydudan en az 4 tanesi ile iletişime geçilmesi sonucu gerçek manada yer tespiti yapma işlemi gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Uydular ile kullanıcılar arasındaki kestirilmiş uzaklıkları ölçmek bu yapının temel prensibi olarak ifade edilmektedir. Geliştirilen bu konum belirleme sisteminin üç ana segmentten oluştuğu ve bunların Kontrol Bileşeni, Kullanıcı Bileşeni ve Uzay Bileşeni şeklinde sıralandığı belirtilmektedir.

Küresel Konum Belirleme Sistemlerinde uzaydaki uyduların yeryüzündeki alıcılar ile iletişime geçerek haberleşme işlemi bir sohbet olarak özetlenebileceği

söylenmektedir. Kullanılmak üzere kendisinden veri alınmak istenen uydu; "Ben TR isimli uyduyum. Bulunduğum konum bilgileri ise L'dir. Gönderdiğim bu bilgileri sana T zamanında iletmekteyim." şeklinde muhabbeti başlattığı ileti sürecindeki verilerin paketler halinde ve belirlenen bir süre zarfında GPS uydularından ulaştırıldığı ifade edilmektedir (Karaali ve Yıldırım, 1996).

3.2.3. Uydu sinyal yapısı

Karaali ve Yıldırım'ın (1996), bildirdiğine göre dünya yörüngesine yerleştirilen uydulardan alınan sinyaller yüksek frekans değerlerinde işlem yapmakta oldukları belirtilmektedir. 100 Mhz değerinden ufak olan sinyallerin iyonosfer katmanında çok gecikmeli olarak geldiği ve yine 10 Ghz değerinden fazla olan frekansların da troposfer katmanında sinyallerini kaybettiği vurgulanmaktadır. Bu sebeple en iyi sürede ve istenilen değerlerde veri iletimini sağlayacak düzeyde uydulardan veri alınmasının sağlanması gerektiği vurgulanarak GPS sinyallerinin, iki taşıyıcı ve bu iki taşıyıcıya bağlanmış sistemin yayınlamış oldukları mesajlardan oluştuğu ifade edilmektedir. Konumlama için her bir uydunun iki frekansta sinyal yayınladığı ve bu yayınlanan sinyallerin isimlerinin farklı olduğu belirtilerek milisaniye cinsinden yenilenen yapı şekli olduğu belirtilmektedir.

3.2.4. GALILEO konum belirleme sistemi

Avrupa Birliği tarafından geliştirilmesi yapılan Küresel Konum Belirleme Sistemidir. GALILEO için geliştirilen sistemin hem ABD'ye ait GPS ile hem de Rusya'ya ait GLONASS ile uyumlu çalışacak şekilde tasarlandığı belirtilmektedir. En son teknolojiyi içerisinde barındıran bir sivil navigasyon sistemi olduğu vurgulanmaktadır. Her ne kadar Avrupa Birliğine ait gibi görünse de Avrupa da bulunmayan diğer devletlerinde programa dâhil olduğu belirtilmektedir (Koca ve Ceylan, 2018).

Avrupa Birliği'nin (AB) geliştirdiği bu sistem ile birlikte ABD tarafından geliştirilip kontrol edilen NAVSTAR GPS sistemine bağımlı olma durumu ortadan

kaldırmayı amaçladığı vurgulanmaktadır. 30 tane uydudan oluştuğu belirtilen sistemin ilk uydu fırlatmasını 2005 yılında yaptığı bilinmektedir. Diğer ülke GPS sistemlerine alternatif olan bu projenin bir diğer ayırıcı özelliği ise SAR (Küresel Arama ve Kurtarma) işlevinin benzersizliği olduğu ifade edilmektedir. Nitelendirmelerinden bir diğeri de kullanıcı geri bildirim yapma özelliği olduğu vurgulanan sistem diğer çalışmalara kıyasla kendi adına artı bir özellik barındırmaktadır. Her ne kadar ABD Savunma Bakanlığı kontrolündeki NAVSTAR GPS'e bağımlı olmaktan kurtulmak için yapılan bir çalışma olarak sunulan bir çalışma olsa da GALILEO ile NAVSTAR arasında 2004 yılında bir iş birliği yapılması kararlaştırıldığı belirtilerek gelecekte bütünleşmenin mümkün olmasına temel hazırlandığı görülmektedir. Bu proje kapsamında otuz adet uydu uzaydaki üç değişik yörüngeye oturtularak ve yeryüzünden yaklaşık 23222 kilometre yüksekliğe fırlatılacağı belirtilmektedir. Şu an ki haliyle her bir uydu ömrünün 12 yıldan uzun olacağı söylenmektedir. Bu sistem ile birlikte geliştirilen bir diğer çalışma ise EGNOS sistemidir. Bu sistemin konumlandırma verilerinin doğrulu ile güvenilirliği hakkında rapor verecek şekilde olduğu ifade edilmektedir. GALILEO sistemi ile EGNOS sisteminin ilerleyen zamanlarda birleşerek tek parça halinde işlem yapacağı belirtilmektedir. EGNOS sistemi parçalarına bakıldığı zaman iki görev kontrol merkezi, kırk değişken bütünlük izleme merkezi, altı navigasyon kara yer istasyonu, üç adet sabit uydu ve EWAN (EGNOS Geniş Alan Ağı) olarak adlandırılan yapılardan oluştuğu görülmektedir. Navigasyon sisteminin doğruluk veri işlemi ile bunların sabit uydu aktarma işlemi yer istasyonu olarak tanımlanan kısımca yapıldığı belirtilmektedir. EGNOS sistemine kullanıcı erişiminin internete erişim kadar rahat ve kolay olacağı söylenmektedir. Ana kullanım alanı havacılık olarak nitelendirilen sistemin gelişim sürecinin başarılı olarak ilerlediği vurgulanmaktadır. Öyle ki doğruluk oranı iki metre ve kullanılabilirlik oranı ise yüzde doksan dokuz olarak belirtilmektedir. İlk faaliyetlerini 2005 yılında başlatan sistemin ivedi tamamlanma sürecinde olduğu ifade edilmektedir (Vikipedia, 2021).

3.2.5. IRNSS uydu sistemi

Hindistan tarafına geliştirilmesine 2006 yılının mayıs ayında başlanan projenin IRNSS-1A isimli başlangıç uydusu 2013 yılının temmuz ayında uzaya gönderildiği

belirtilmektedir. Bu gönderilen uydu GSO uydu üçlüsünün ilki konumunda olduğu vurgulanmaktadır. Fırlatma süreci 2016 yılında son uydunun da yörüngeye gönderilmesi ile tamamlandığı ifade edilmektedir. Buna bağlı olarak yedek halde barındırılacak uydunun ise 2017 yılında fırlatıldığı vurgulanmıştır. Hindistan'ın 1500 km^2 lik çevresel alanında çalışacak olan özerk bölgesel ve bağımsız bir uydu tabanlı navigasyon sistemi olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünden yaklaşık olarak 36.000 km yükseklikte çalışacak NAVIC sisteminin bünyesinde 4 adedi GSO yörüngesinde olan uydu ve 3 adet de GEO yörüngede olan uydu ile çalışmasını yürüteceği söylenmektedir. Hindistan'ın Uzay Araştırma Kurumu (ISRO) tarafından geliştirilen IRNSS uydu sisteminin bölgesel bir sistem olduğu belirtilmektedir. Tüm projenin ise 2 adedi yedek olacak şekilde 9 adet uydudan ibaret olduğu belirtilmektedir. IRNSS sistemi Hindistan Hükümeti tarafından son uydunun 2016 yılında uzaya gönderilmesiyle yeniden adlandırıldığı bilinmektedir. Böylece sistemin yeni ismi NAVIC (Navigation Indian Constellation) olarak değiştirilmiştir. Hindistan'a ait bölgesel uydu sisteminin Hint Okyanusu bölgesinde 20m, Hindistan ve diğer ülkelerde ise 10 metrenin altında doğru konum bilgisini vereceği beklendiği belirtilmektedir (Koca ve Ceylan, 2018).

3.2.6. GLONASS konum belirleme sistemi

Rusya tarafından geliştirilmesi yapılan ve diğer ülkelere bağımlılığının ortadan kaldıran bir küresel konum belirleme ve navigasyon sistemidir. Dünya çapında herkese ücretsiz olacak biçimde navigasyon, konum ve zamanlama hizmetlerini vermektedir. Uzay tabanlı bir küresel navigasyon sistemi olarak da tanımlanan yapıya GLONASS adı verilmiştir. Konum hesaplama için kullanılan GLONASS alıcı modülleri uydu teknolojisi üzerinden üçgenleme tekniği denilen bir referans kullandığı belirtilmektedir. 20000 km yüksekliğe konumlandırılan uydulardan oluşan bir yapısı bulunduğu belirtilmektedir. İlk fırlatma testlerinin 12 Ekim 1982 yılında Kosmos-1413 adlı uydunun gönderilmesiyle başladığı ve 1995 yılında 24 tane operasyonel uydunun en uygun duruma getirilmesiyle tamamlandığı ifade edilmektedir. 2007 yılının mayıs ayında Rusya Devlet Başkanı tarafından imzalanan bir kararname ile sivil kullanım dahil olmak üzere tüm dünyaya ücretsiz ve sınırsız kullanım sağlayacak

şekilde hizmet vermeye başladığı vurgulanmaktadır. GPS ve GALILEO gibi küresel konumlandırma sistemleri CMDA yapısını kullanırken GLONASS, Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (FDMA) tekniğini kullanarak diğer yapılardan ayrıldığı ifade edilmektedir. GLONASS-K ile yapılan güncellemeler sayesinde diğer uydu navigasyon sistemleri ile uyumlu çalışacağı vurgulanmaktadır (European Space Agency, 2011).

3.2.7. BeiDou navigasyon uydu sistemi

BeiDou (BDS) Navigasyon Sistemi, kendisini kullanacak kişilere dünya çapında navigasyon hizmeti vermeyi amaçladığı söylenmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti'ne ait 2. nesil uydu konumlama ve navigasyon sistemi olduğu belirtilmektedir. 2020 yılında 35 tane uydu ile uzay bölümünü tamamlayacağı vurgulanmaktadır. Bahsi geçen bu 35 uydunun ise 30 adedinin non-GSO uydusu olacağı ve geriye kalan diğer 5 adet uydunun ise GEO (Geostationary Yörünge) uydusu olacağı söylenmektedir. Tasarım şekli itibariyle çağının tüm dünyayı saracak biçimde olacağı dile getirilmiştir. BeiDou (BDS) Navigasyon Sistemi, yükleme kısmı, kontrol kısmı ve birden fazla olacak şekilde izleme istasyonundan oluşacağı aktarılmaktadır. Üç aşamalı olarak geliştirilen BeiDou (BDS) sistemin ilk adımının BeiDou-1 olduğu ve deneysel bölge navigasyonu olduğu aktarılmaktadır. İkinci adımı ise BeiDou-2 olarak adlandırılmakta ve Çin Halk Cumhuriyeti üstünde hizmette olduğu belirtilmektedir. Pasif zamanlama ve konumlandırma yeteneği olan bu sistemin bölgesel bir alana yayılmasının amaçlandığı vurgulanmaktadır. Üçüncü adımında ise BDS sisteminin 3 IGSO, 27 MEO ve 5 GEO uydusuyla 2020 yılında tam kapasiteye kavuşacağı belirtilmektedir. Hizmet vermeye 2011 yılının aralık ayında başlayan BDS sisteminin 2012 yılında Münih Uydu Navigasyon zirvesinde açıklanan başarımları şu şekilde aktarılmaktadır:

- Hız hassasiyeti: 0,4 m/s
- Konumlandırma doğruluğu: 25m yatay ve 30m düşey
- Zamanlama hassasiyeti: 50ns
- Hizmet kapsamı: Bölgesel

Bu açıklanan durumların BDS sistemindeki uyduların sayılarının arttırılmasıyla daha da iyileşmesinin beklendiği belirtilmektedir (Koca ve Ceylan, 2018).

3.3. Araç Takip Sistemleri

Araç Takip Sistemleri, bir veya birden fazla aracın belirlenmiş bir amaca hizmet etmek üzere mevcut bir merkezden izlenerek oluşabilecek olumsuz şartları önceden kestirip müdahale edilmesi, yönlendirme işlemlerinin yapılması, sevk ve idare edilmesini sağlayan sistemlerdir. Gün geçtikçe sürekli inovatif olarak gelişim kaydeden bu sistem teknolojinin her alanda ilerlemesini kendi amacına uygun olarak alıp kullanmaktadır. Günümüz teknolojisinin temel gelişim kaynağı toplumsal veya bireysel ihtiyaçlara cevap bulmak olduğu gözlenmektedir. Bu durum araç takip sistemleri için de geçerli olmaktadır. Firmaların büyük filo yönetiminden okul servislerine, araç kiralama şirketlerinden kişisel araç kullanımına, nakliye uçaklarından ticari gemilere kadar hangi sebeple olursa olsun hareket eden her aracın yönetimi, yönlendirilmesi ve izlenmesi bu sistemler ile sağlanmaktadır (Doğru ve ark., 2006).

Araç takip sistemlerinin kullanım alanlarına bakıldığında genellikle hareket halindeki araçların takibinin yapılması amacıyla kullanılmakta oldukları görülmektedir. Bu işlevinin yanında günümüzde teknolojinin ulaştığı altyapı sayesinde sadece araçların değil hareket halinde veya durağan halde bulunan tüm nesnelerinde takip edilmesine olanak sağlandığı bilinmektedir. Bu sebeple takip sistemlerinin birden fazla alanda kullanılmakta olduğu vurgulanmaktadır. Bu alanları bazıları;

- Araç kiralama şirketleri
- Okul servis araçları
- Taksi durakları
- Sağlık sektörü
- Bireysel güvenlik
- Acil yardım durumları
- Toplu taşıma araçları

- Lojistik
- Hırsızlığa karşı araç güvenliği vb. gibi alanlar oldukları görülmektedir.

3.3.1. Araç takip sistemlerinin çalışma şekli

Araç üzerinde bulunan alıcı modül vasıtasıyla uydularla haberleşerek araç takibi için gerekli olan tam konum verileri elde edilir. Elde edilen bu veriler çeşitli ayrıştırma işlemlerine tabi tutulmak suretiyle sadeleştirilir ve uygun değişkenlere aktarılır. Daha sonra bu veriler internet üzerinden uzak sunucuya gönderilir. Sunucu üzerinde çalışan sistem uygulama bileşeni, gelen bilgileri veritabanındaki belirtilen tablolara kaydeder. Böylece izleme uygulaması gerekli bilgilere erişmiş olur.

Araç takip sistemleri veri iletim bölümü, sunucu bölümü ve takip işlemi bölümü olmak üzere üç bölümden oluştuğu bilinmektedir. Birinci kısımda araç üzerinde alıcı modül ile uydular haberleşerek takibi yapılan araca ait tam konum verileri elde edilmektedir. Elde edilen bu konum verileri tam olarak ayrıştırmaya tabi tutulmaktadır. Ayrışan değerler belirlenmiş değişken tür ve isimlerine aktarılmaktadır. Sonrasında ise bu bilgiler hücresel veri yani mobil veri aracılığıyla baz istasyonu üzerinden sunuculara gönderilerek burada düzenlenmiş veritabanına kaydedilmektedir. Bazı çalışmalarda ise konum verilerinin alındıktan sonra hücresel veri bağlantısı yerine GPRS (General Packet Radio Service) bağlantısı üzerinden sunucuya aktarıldığı da görülmektedir. İkinci kısım ise takip kitinden alınarak kaydedilen ve istenildiğinde kullanılmaya açan sunucu bölümüdür. Bu bölüm üzerindeki verileri güvende tutmakla mükelleftir. Sürekli gelen bilgilerin sunucu üzerinde barındırılacağı süreye kadar bünyesinde güvenli bir şekilde barındırma işlemlerini yapmaktadır. Son kısım ise takip işlemine zemin hazırlayan takip işlemi uygulama bölümüdür. Bu bölümde kullanıcılar kendilerine ait olan araçları takip edebilmektedirler.

3.3.2. Araç takip sistemlerinde kullanılan teknolojiler

Araç takip sistemlerinde kullanılan teknolojilere bakıldığında daha çok geliştiricilerin tercih edeceği durumuna göre teknolojilerin kullanıldığı görülmektedir. Geliştiriciler kendi çalışmaları için en az ücret politikası ile en iyi sonucu aldıklarını gösterme sebebiyle çeşitli teknolojiler tercih edebilmektedirler. Günümüzde piyasada üzerine monte edildikleri aracın konum bilgilerini alıcı modül vasıtasıyla elde ettikten sonra bu bilgileri sunuculara gönderen çeşitli takip kitleri bulunmaktadır. Gün geçtikçe boyutları küçülen alıcılar sayesinde artık fazla yer kaplamayan araç takip kitleri bulmak mümkündür. Kullanılan teknoloji altyapılarına bakıldığında mobil veri ile elde edilen bilgilerin sunucuya iletilmesi fazlaca tercih edilmekle birlikte bunun yanında GPRS (General Packet Radio Service), RF (Radio Frekansları) ve SMS (Kısa Mesaj Servisi) gibi teknolojiler ile iletişimi tercih eden araç takip kitleri de mevcuttur (Jahan ve ark., 2017).

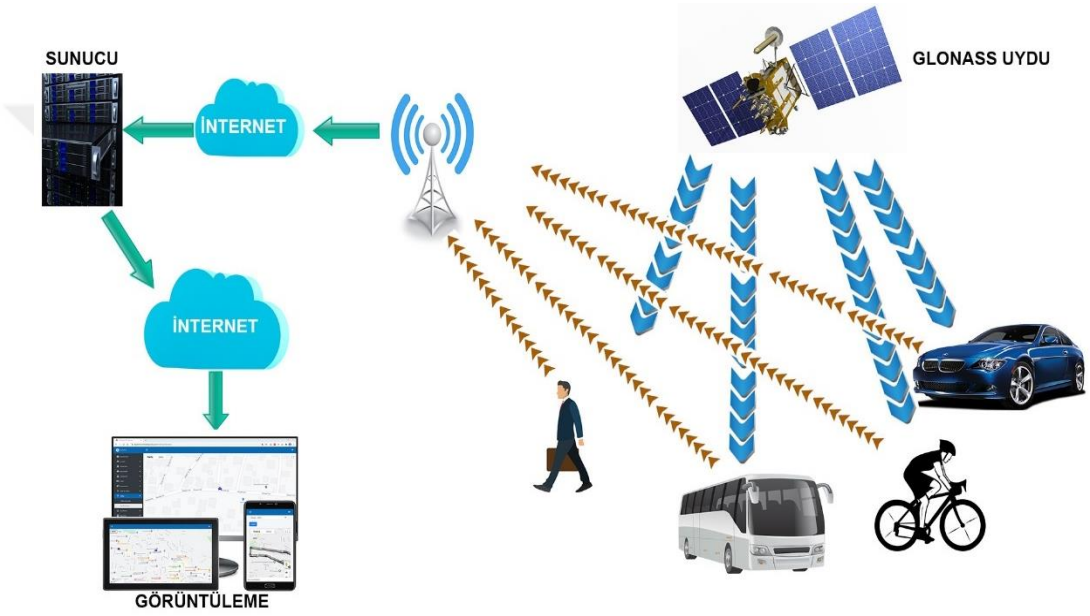
3.3.3. Araç takip sisteminin sağladığı avantajlar

Araç takip sistemlerinin tercih edilme sebeplerine bakıldığında ilk göze çarpan durumun güvenlik olduğu görülmekle birlikte bunun yanında sağlamış olduğu avantajlarında önemli olduğu ifade edilmektedir. Bu avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür.

- Filo olarak araç kiralamalarda bakım ve onarım takipleri
- Kazaların önlenmesi için gerekli hız limitlerine uyulmasının sağlanması
- Keyfi kullanımların önüne geçerek yakıt maliyetlerini azaltması
- Çalınmalara karşı kolay bulma işlevi
- Çalışılan zamandan tasarruf edilmesi
- Kontrol ve denetim ile çalışma performansının artırılması
- Personel verimliliğinin yükseltilmesi
- Gerektiğinde motor durdurmanın uzaktan kontrolü

3.4. Geliştirilen Sistemin Raspberry Pi Tabanlı Mimari Yapısı

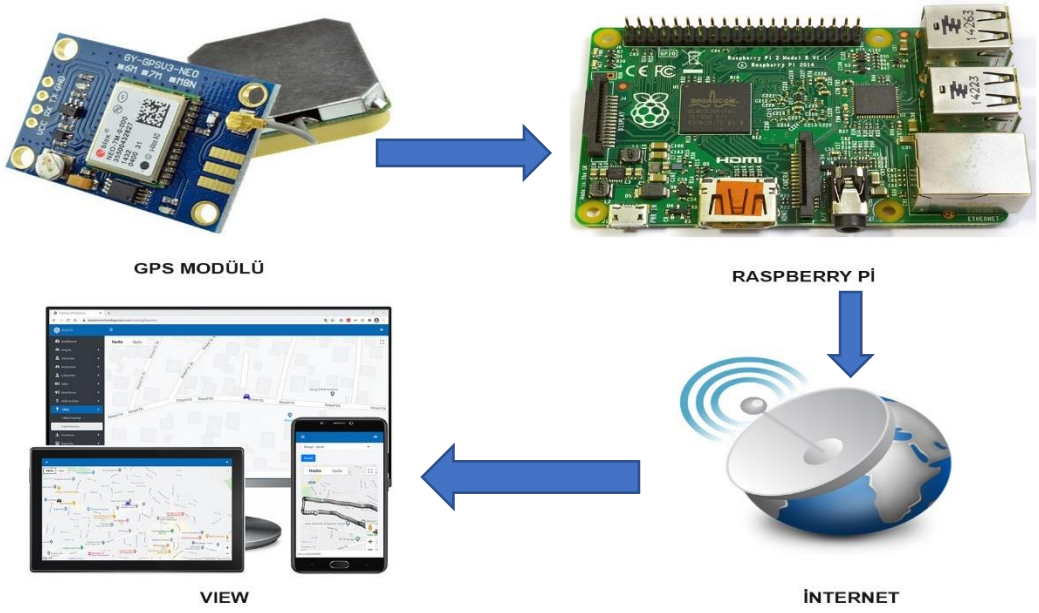
Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen sistem mimari yapısı çok fonksiyonlu olacak biçimde tasarlanmıştır. Aşağıda bu tasarımın önce birinci adımı olan Raspberry Pi ve GPS modülü kullanılarak hareket halindeki araç veya nesnenin çok işlevli takibine ait mimari açıklanmıştır. Daha sonra ise sadece nesne takibi için ayrıca mobil taraflı çalışan takip sisteminin geliştirilen sistem mimarisi içerisindeki işlevlerine ait detaylandırmalar yapılmıştır.



Şekil 3.4. Araç veya nesne takip sisteminin mimarisi

Gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi çalışmasında yapılan bütün işlemler gerçek zamanlı olacak şekilde geliştirilmiştir. Takip sisteminin donanım tarafında görev yapacak olan takip kiti üzerine GPS modülü eklenmiştir. Bu modül vasıtasıyla gerekli uydu haberleşme işlevi yapılacaktır. Proje kapsamında tasarlanan takip kitindeki GPS modülünün bir özelliği de GLONASS uydu sistemleri ile haberleşebilmesidir. Bu sayede GPS modülü elde edeceği verileri anlık olarak güncelleyecek şekilde üzerinde barındırır. Daha sonra bu bilgileri, banka kartı büyüklüğünde olması ile bilinen mini bilgisayar olan ve her türlü teknolojik çalışmada kullanılabilen Raspberry Pi'ye aktarır. Geliştirici tarafından yazılan bir kod vasıtasıyla GPS üzerindeki veriler Raspberry Pi'ye alınıp kullanılmak üzere ayrıştırılır. Çalışma

içerisinde GPS verilerini kullanmak üzere ayrıştırma işlevini Python programlama kodları vasıtasıyla yürütmektedir. Ayrıştırılan uydu verileri içerisinde çalışmamız için gerekli olup hareket halindeki araç veya nesneye ait enlem, boylam, hız ve sapma mesafesi gibi bilgiler kayıt altına alınmaktadır. Kaydetme işlemi için özel olarak bir alan adı temin edilmiş ve sunucu üzerinden gerekli veritabanı işlemleri yapılmıştır. Python ile elde edilen veriler gerçek zamanlı ve anlık olarak uzak sunucudaki veritabanına aktarılmakta ve ilgili tablo alanlarına kaydedilmektedir. Yine bu çalışma için özel olarak tasarlanan web sitesi tarafından da veritabanına kaydedilen bilgiler çekilerek kullanıcılar tarafından görüntülenmesi sağlanmaktadır. GPS tarafından elde edilip veritabanına anlık olarak kaydedilen konum bilgileri web tarafına belirlenen süre zarfında yansıtılmaktadır. Web sitesinin takip bölümüne dâhil edilen harita üzerinde hareket halindeki araç veya nesnenin görüntülenmesi gerçekleştirilir. Veritabanına sürekli gönderilen sorgu sayesinde veritabanında bilgi olduğu sürece bu işlem devam etmekte ve harita üzerindeki ikonun sürekli hareket etmesi sağlanmaktadır. Geliştirilen sistem çok fonksiyonlu olduğundan aynı anda birden fazla araç veya nesne takip işlemi gerçekleştirilebilir. Hareket halindeki araca ait konum ve hız bilgilerinin elde edilmesi için tasarlanarak geliştirilen devreye ait şema aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.5. Hareket halindeki nesnenin takip blok diyagramı

3.4.1. Projenin yazılım bileşenleri

3.4.1.1. Veritabanı bileşeni

Geliştirilen sistemimizde elde edilen verilerin anlık veya geçmişe dönük olarak kullanılması büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple GPS modülü vasıtasıyla uydulardan elde edilen konum ve hız bilgilerinin kaydedilmesi önemlidir. Aynı zamanda kayıt edilen bu veriler bu çalışma için geliştirilen web uygulama üzerinden çekilerek kullanılabilmektedir. Web uygulama içerisinde ilgili alanların çalışması veritabanı içerisinde dinamik olarak kaydedilen verilerin var olması ile mümkündür. Gerçek zamanlı olarak harita üzerinde takip işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için bilgilerin güvenli bir alanda tutulması ve herhangi bir değişikliği uğramadan kullanıcı tarafına yansıtılması gerekmektedir. Geçmişe dönük harita üzerinden yapılacak olan raporlama işleminde de yine kullanıcı tarafından belirlenen zaman aralığındaki konum verilerinin çizilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm bu ve buna benzer işlemler için güvenli bir çalışma ortamı sunan MySQL veritabanı tercih edilmiştir.

Gözat | Yapı | SQL | Ara | Ekle | Dışa aktar | İçe aktar | İşlemler | Tetikleyiciler

	id	time	v_id	latitude	longitude	altitude	speed	bearing	accuracy
Düzenle Kopyala Sil	5649	2021-03-15 18:24:47	4	38.5338491667	43.3596565	NULL	63.918076	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5650	2021-03-15 18:24:48	4	38.5338928333	43.359457	NULL	65.455236	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5651	2021-03-15 18:24:49	4	38.5339381667	43.3592536667	NULL	66.725708	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5652	2021-03-15 18:24:50	4	38.5339845	43.3590475	NULL	67.5517	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5653	2021-03-15 18:24:51	4	38.5340315	43.3588393333	NULL	68.281388	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5654	2021-03-15 18:24:52	4	38.5340785	43.358629	NULL	68.987	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5655	2021-03-15 18:24:53	4	38.534127	43.3584131667	NULL	71.105688	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5656	2021-03-15 18:24:54	4	38.5341773333	43.3581903333	NULL	73.439208	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5657	2021-03-15 18:24:55	4	38.5342285	43.3579655	NULL	73.26512	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5658	2021-03-15 18:24:56	4	38.5342796667	43.357743	NULL	72.535432	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5659	2021-03-15 18:24:57	4	38.5343313333	43.3575213333	NULL	71.955756	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5660	2021-03-15 18:24:58	4	38.5343818333	43.3573005	NULL	72.5521	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5661	2021-03-15 18:24:59	4	38.5344321667	43.357075	NULL	73.915172	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5662	2021-03-15 18:25:00	4	38.5344836667	43.3568426667	NULL	76.443152	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5663	2021-03-15 18:25:01	4	38.5345368333	43.3565985	NULL	80.495328	NULL	NULL
Düzenle Kopyala Sil	5664	2021-03-15 18:25:02	4	38.5345943333	43.3563448333	NULL	84.004868	NULL	NULL

Şekil 3.6. Veritabanına kaydedilen GPS verileri

Yapılan araştırmalar neticesinde MySQL veritabanı yönetim sisteminin çok fazla kullanıcısının olmasının yanında tavsiye edilme oranlarının da yüksek olduğu

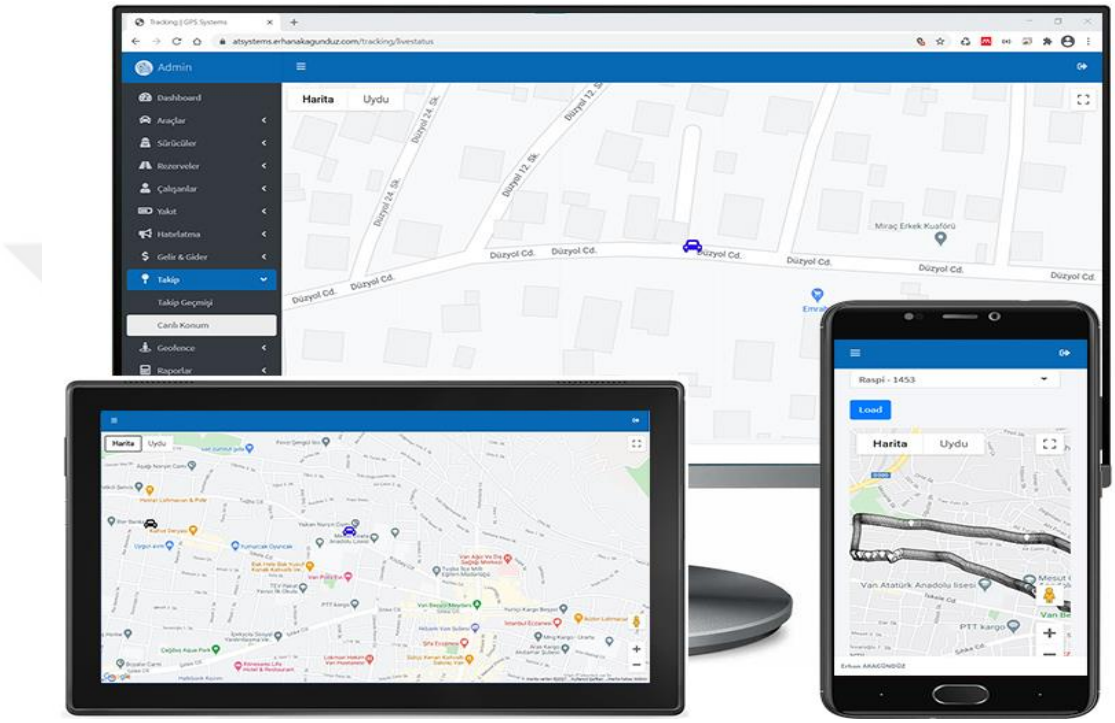
görülmektedir. Detaylandırılan özellikleri arasında birden fazla iş parçacıklı olması, Windows, Unix ve Linux gibi farklı işletim sistemlerinde çalışabilme yeteneğine sahip olma, sağlam ve hızlı gibi durumların olması görülmektedir. Aynı zamanda MySQL veritabanı yönetim sistemi hizmetlerini ücretsiz olarak sunmaktadır. Yapılan bu çalışma için temin edilen sunucunun Linux tabanlı olmasından ve MySQL VTYS (Veritabanı Yönetim Sistemi) de aynı platform altında daha hızlı çalıştığının belirtilmesinden dolayı kullanımı tercih edilmiştir (Vikipedia, 2021).

3.4.1.2. Duyarlı yapıda bulunan web tabanlı takip uygulaması

Çalışmanın web tarafını ifade eden ve takip sistem işlemlerinin yanı sıra başkaca işlemlerin yürütülmesi için geliştirilen web uygulaması üzerinde gerçek zamanlı ve anlık olacak şekilde görüntüleme yapılmaktadır. Bu yapının geliştirilmesi için PHP (Hypertext Preprocessor) programlama dili kullanılmıştır. Yapı olarak MVC (Model-View-Controller) tercih edilerek geliştirme ortamı için PhpStorm kullanılmıştır. Ayrıca CodeIgniter Framework ile CMS (Content Management System – İçerik Yönetim Sistemi) yine yapılan tercihlerdendir. Tasarlanarak geliştirilen projenin daha kapsamlı halleri de düşünüldüğünden web uygulama üzerine takip sistemleri için gerekli olan durumlara ilaveler yapılmıştır. Böylelikle kurum ve kuruluşların takip ihtiyaçları giderilirken aynı zamanda araca ait diğer takip edilmesi gereken işlemlerinin de yapılması sağlanmıştır.

Web yapısı geliştirilirken günümüz teknolojisini içerisinde barındırması üzerinde durularak aynı yapıdan çok yönlü çıkış alma sağlanmıştır. Özellikle son teknoloji kodlama ve arayüz geliştirme ile tamamen kullanıcı dostu bir uygulama geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bundan dolayı öncelikle HTML iskelet kodları Bootstrap 4 ile desteklenmiştir. Daha sonra çalışmanın seyrine de bağlı olarak web uygulamaya CSS ve JavaScript altyapısı eklenmiştir. Bu sayede uygulama zengin bir temele kavuşmuş olup mobil, tablet ve masaüstü cihazları ile tam uyumlu hale getirilmiştir. Teknolojik son güncellemelere sahip akıllı cihazlar ve masaüstü cihazlarıyla sorunsuz çalışan yapı aynı zamanda kullanım kolaylığı ile her kullanıcı tipine de hitap edecek şekilde kodlanmıştır.

Farklı marka ve modeldeki akıllı cihazlar üzerinden test edilen ve istenilen ekran boyutlarında açılan uygulama tam olarak istenilen sonuçları vermektedir. Bununla birlikte masaüstü, tümleşik masaüstü vb. cihazlar üzerinde ve farklı tarayıcıların güncel versiyonları ile de istenilen sonuçları döndürecek şekilde çalışan uygulamaya ait görsel Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Duyarlı yapıda bulunan web tabanlı takip uygulaması

3.4.2. Proje donanım bileşenleri

Hareket halindeki araç veya nesneye ait gerçek zamanlı konum bilgilerinin alınarak gerekli takip işlem adımlarının uygulanması için tasarlanan takip kitinde kullanılan donanımlar aşağıda sıralanmıştır.

1. GY-GPSV3-NEO-7M Çift Anten Arayüz GPS modülü,
2. Raspberry Pi 2 Model B
3. PowerBank
4. İnternet bağlantısı için akıllı telefon üzerinden hücresel veri kullanılmıştır.

3.4.2.1. Gy-neo-7m GPS modül

Uzaydaki navigasyon sistem uydularının gönderdikleri bilgileri alarak geliştirdiğimiz çalışma için kullanılmasını sağlayan donanım bileşeni GPS modülüdür. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farklı olması için yapılan araştırmalar neticesinde bu GPS modülünün Rusya'ya ait olan GLONASS uydularıyla haberleştiği ve elde ettiği verileri bu uydu sistemi vasıtasıyla aldığı belirtilmekte olduğundan tercih edilmiştir. Ayrıca bu modül; UART haberleşme protokolü üzerinden işlem yaptığı, dış ve iç çift anten kullandığı, böylece konum tespitinde hassasiyetin arttırıldığı gibi özellikleri ile benzerlerinden ayrıldığı ifade edilmektedir. Raspberry Pi'nin yanı sıra Arduino geliştirme kartları ile de uyumlu çalışabildiği vurgulanmaktadır (direnc.net, 2021).



Şekil 3.8. GY-GPSV3-NEO-7M Çift Anten GPS Modülü

Teknik Özellikleri:

- Çalışma gerilimi: 3.3V (DC)
- Haberleşme protokolü: UART
- Seri iletişim baud hızı: 9600
- Hız limiti: 500 m/s

- Yükseklik kısıtlama: 50000 m
- Konumlama hassasiyeti: 2.5mCEP (SBAS: 2.0mCEP)
- Güncelleme oranı: Maksimum 10Hz (varsayılan 1HZ)
- BaudRate: 9600

3.4.2.2. Raspberry Pi

Çocukların bilgisayar alanındaki gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla gördükleri eğitimlere yardımcı olması için Raspberry Pi Vakfı tarafından 1129409 kayıt numarasıyla kurulan bir vakıf olarak belirtilmektedir. Temel hizmet amaçları İngiltere ve Galler'deki çocukların eğitimi olmakla birlikte dünyanın her yerinde isteyen kişiler tarafından da bilgisayar bilimi veya bilgisayar alanında çocukların eğitilmesi için üretildiği ifade edilen bir mini bilgisayardır. Bu mini bilgisayar üzerinde fare ve klavye bağlantı noktaları, HDMI portu, güç kaynağı giriş portu, kamera ve diğer algılayıcıların bağlanması için portlar bulunmaktadır. Boyutu banka kartı büyüklüğündedir. Kabiliyetli bir mini makine olmasının yanında Scratch ve Python dilleriyle programlama yapabilmeye de olanak sağladığı vurgulanmaktadır. Bu ufak bilgisayar üzerinden internete bağlanabilir, video izleyebilir, oyun oynayabilir ve kelime işlem gibi işlevsel özellikler kullanılabilirdir. Bunun dışında pek çok özelliğin yine bu mini bilgisayarın bünyesinde bulunduğu belirtilmektedir. Son zamanlarda popülerliği giderek artan Nesnelerin İnterneti alanında yapılan çalışmalarda Raspberry Pi kullanılmaktadır. Böylece her türlü dijital projenin bu mini bilgisayar üzerinden işlem yapabildiği görülmektedir (Raspberry Pi Vakfı, 2021).

3.4.2.3. Raspberry Pi 2 model b

Raspberry Pi'nin 2015 yılında tanıtılan modelidir. Raspberry Pi'nin ikinci nesil cihazı olarak bilinmektedir. Çıkış tarihi itibariyle kendinden önceki modelin yerini aldığı ve önceki modeline göre daha iyi özellikleri bünyesinde barındırdığı görülmektedir. Yapılan bu çalışma kapsamında kullanılan Raspberry Pi 2 Model B ye ait özellikler aşağıda sıralanmıştır.

Teknik Özellikleri:

- 1 GB RAM
- 4 Çekirdekli
- 10/100 Ethernet
- 4 adet 2.0 USB
- 900 MHZ işlemci
- Birleşik 3,5 mm ses jakı ve bileşik video
- Kamera arayüzü (CSI)
- Ekran arayüzü (DSI)
- Tam HDMI bağlantı noktası
- Micro SD yuva
- GPIO pin sayısı: 40
- 5V 600mA güç
- Windows 10, Raspian, Debian, Fedora vb.
- 8.6cm x 5.6cm x 2.0cm ebadındadır (Raspberry PI Vakfı, 2021).



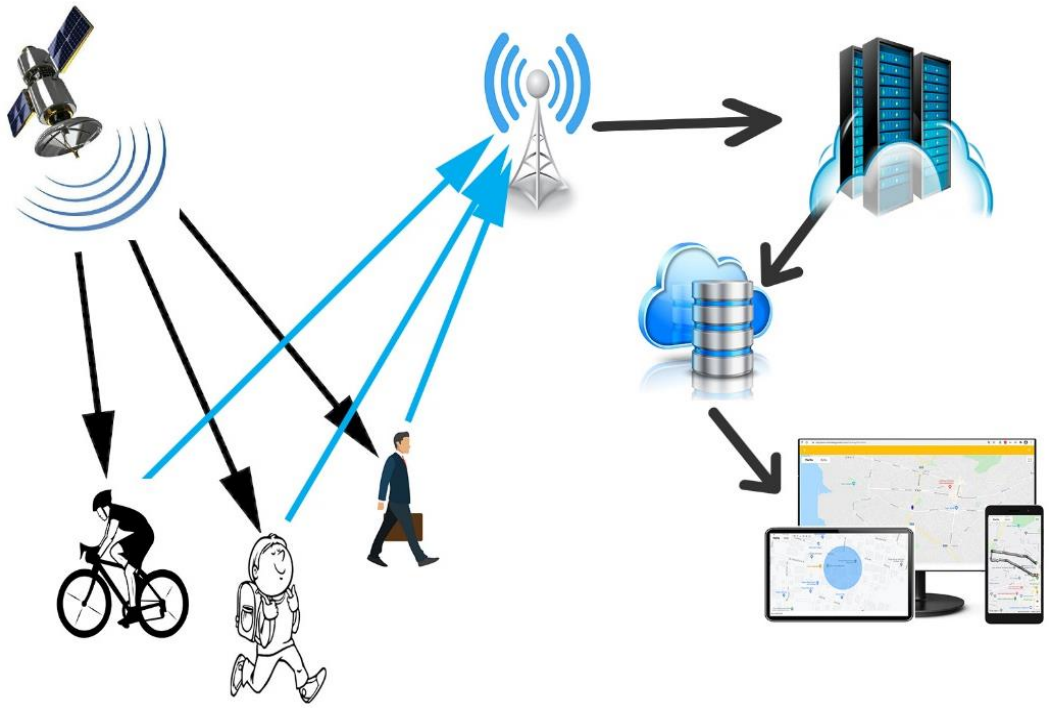
Şekil 3.9. Raspberry Pi 2 Model B v1.1

3.5. Geliştirilen Sistemin Android Tabanlı Mimarisi

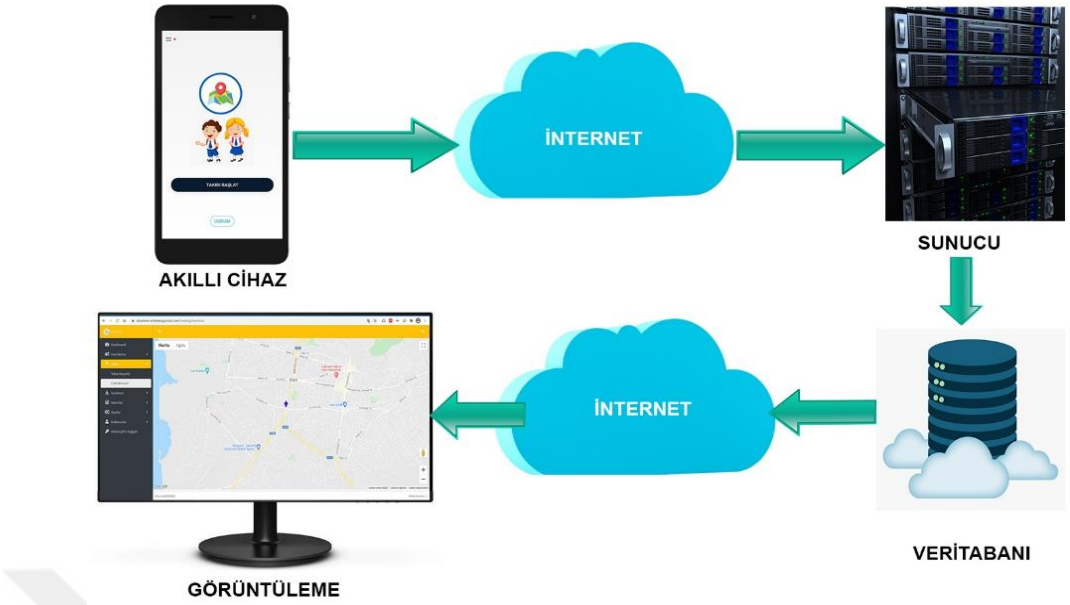
Gerçek zamanlı nesne takip sisteminin geliştirilmesi temel olarak Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı olmasına özen gösterilmiştir. Bu sebeple kullanılan her türlü teknoloji altyapısı tercih edilirken öncelikli olarak IoT ekosisteminde çalışacak düzeyde bir çalışma tasarlanmıştır. Seçilen cihazın Android tabanlı olması nedeniyle geliştirilen uygulamada Android Studio da yazılmıştır. Cihaz üzerinde dâhili GPS modülünün bulunması sayesinde de takibi sağlanacak nesneye ait konum verilerine erişmeyi mümkün kılmaktadır. Bu da projemizin bu kısmının donanım tarafını oluşturmaktadır. Çalışmamızın yazılım tarafında ise iki durum söz konusudur. Bunlardan ilki takibi yapılacak nesne üzerinde bulunan akıllı cihazda kurulu olacak olan mobil uygulama için Android Studio da yazılan ve çok da karmaşık olmayan uygulamadır. İkinci durum ise web uygulama tarafıdır. Web uygulama tarafından PHP programlama dili ile MVC mimarisi üstünde geliştirme yapılmıştır. Gerçek zamanlı nesne takip işlemleri için geliştirilen takip sistemi üç ana kısımdan oluşacak şekilde ayrılmıştır. Bunlardan ilki İletim Bölümüdür. Bu bölüm takibi yapılacak olan nesneye ait konum verilerinin elde edileceği ve uzak sunucuya gönderilecek olan bölümdür. Burada nesnenin bulunduğu konum tam olarak tespit edilir ve HTTP protokolü üzerinden sunuca aktarılır. Takip sistemine ait ikinci kısım ise Sunucu Bölümüdür. Bu bölüm kendine gönderilen verileri gerçek zamanlı olarak alır. Kendi üzerinde bulunan veritabanında kaydedilmesini sağlar. Daha sonra ise hem gerçek zamanlı ve anlık takip uygulamasının hizmetine sunar hem de geçmişe dönük takip işlemleri için bünyesinde saklar. Ayrıca Güvenli Bölge sorgulamalarının yapılması için de gerekli barındırma hizmetini sunar. Son kısım ise Takip Bölümüdür. Bu bölümde gerçek zamanlı ve geçmişe dönük takip işlemleri Google Haritalar altlığı kullanılarak yapılmaktadır. Bunun yanında Geofencing işlemleri içinde ilgili işlemlerin yapıldığı bölümdür.

Takibi gerçek zamanlı olarak yapılacak olan nesnenin bulunduğu coğrafi konum verilerinin elde edilmesi işlemini GPS modülü sağlamaktadır. Akıllı cihaz üzerinden konum kullanımı açılarak geliştirilen Android uygulamanın kullanımına izin verildikten sonra uygulama GPS modülünün uydular ile haberleşmesi sayesinde elde ettiği konum verilerini takip işlemlerinde kullanılmak üzere alır. Bu veriler enlem,

boylam, rakım vs. gibi bilgileri içermektedir. Edinilen bu bilgiler yine akıllı cihazda kullanılmakta olan hücresel veri vasıtasıyla uzak sunucuya gönderilerek kaydedilmesi sağlanmaktadır. Tüm bu işlemlerden sonra sıra nesneyi gerçek zamanlı ve anlık olarak harita üzerinde görselleştirme işlemine gelmektedir. Bu tür çalışmalarda Google Haritaların kullanılabilmesi için Google'ın geliştiriciler için hazırlamış olduğu ilgili alanlardan gerekli bilgilerle bir API alınması gerekmektedir. Daha önceden ücretsiz kullanıma sunulan bu API'ler artık ücretli olarak kullanıma sunulmaktadır. Bu çalışma için gerekli bilgiler verilmiş ve Google Haritaları kullanmak için ilgili yerden bir API alınarak geliştirilen çalışmamızın içerisine gömülmüştür. Böylece kullanıcılar Google Maps özelliğini çalışmamız içerisine rahatlıkla görüntüleyebilmektedir. Uzak sunucuda bulunan ve İletim Bölümümüz ile Takip Bölümümüz arasında bir bağlantı kuran ve kendisi de ana kontrol merkezi olan Sunucu Bölümü gerekli durumların oluşması için çalışmayı sürekli işler halde tutmaktadır. Geliştirilen sisteme ait genel çalışma prensibi ile blok diyagramı Şekil 3.10. ve Şekil 3.11.'de verilmiştir.



Şekil 3.10. Nesne takip ve güvenli bölge sistem mimarisi



Şekil 3.11. Nesne takip sisteminin blok diyagramı

3.5.1. Geliştirilen sistemin donanım bileşenleri

Nesnelerin İnterneti tabanlı olarak geliştirilen gerçek zamanlı takip sisteminin bu aşamasında özellikli ve birinci olarak nesnelerin takip edilmesi üzerinde durulmuştur. Nesnelerin takip edilmesi sürecinde kullanılan donanım bileşenleri akıllı telefon ve bu akıllı telefon üzerinde dâhili olarak bulunan GPS yapısıdır. Kullanılan akıllı cihazın özelliklerine ayrıca değinilecektir. Donanım bileşenleri sayesinde elde edilen konum verilerinin uzak sunucuya aktarılma işlemi hücresel veri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.5.1.1. Android işletim sistemli akıllı cihaz

Gerçek zamanlı olarak yapılacak nesne takip işlemleri için geliştirilen nesne takip sisteminin donanım tarafını oluşturan bileşen bir adet akıllı cihazdır. Bu cihaz üzerinde internet erişimi için bir adet SIM kartı bulunmaktadır. SIM kart içerisinde normal haberleşme işlemleri için kullanılan standartlar mevcuttur. Çalışma için ayrıca eklenen bir ek özelliği bulunmayan standart bir karttır. Üzerinde 4.5G hücresel veri bulunmaktadır. Nesne takibi için geliştirilen ve karmaşık bir yapısı bulunmayan mobil uygulamamızın yüklü olduğu akıllı telefon Android tabanlıdır. Takibi yapılacak

nesneye ait konum bilgilerini elde ettikten sonra uzak sunucuya aktarma işlemini yine bu akıllı telefon üzerine kurduğumuz uygulama SIM kartta bulunan hücresel veriyi kullanarak internet erişimi ile sağlamaktadır. Bu proje kapsamında kullanılan akıllı cihazın teknik özellikleri aşağıya çıkarılmıştır.

- Bağlantı Hızı: 42.2 Mbps
- Mobil Bağlantı Hızı: 4.5G
- Şebeke: 580/900/1800/1900
- Bellek (RAM): 4 GB
- Ekran Boyutu: 6.3 inç
- Ekran Çözünürlüğü: 2340 x 1080
- İşletim Sistemi: Android Sürüm 10

3.5.1.2. GPS (Global positioning system – küresel konumlandırma sistemi)

Yukarıdaki bölümlerde detaylandırılan GPS sistemine kısaca değinerek hatırlatmak gerekirse 1973 yılında Amerika Savunma Bakanlığının geliştirdiği bir sistemdir. Asıl adı NAVSTAR Konum Belirleme Sistemidir. Herkesin GPS olarak bildiği ve sürekli olarak kullandığı bu isim aslında Amerika'ya ait Konum Belirleme Sistemini ifade ettiği yapılan araştırmalarda görülmektedir. Amerika Savunma Bakanlığı bu geliştirdiği proje ile askeri alanda önemli ilerlemeler kaydettiği bilinmektedir. İlk kullanımdan sonra ilerleyen zamanlarda ABD Savunma Bakanlığının bu çalışmasını sivil kullanıma açtığı görülmektedir. Böylelikle haritacılık, havacılık (sivil yolcu uçakları), ulaşım sistemleri ve tarımsal alanlarda kullanıldığı görülmektedir.

3.5.1.3. Hücresel – mobil veri

Mobil veri olarak bilinen ve bir diğer adı da hücresel veri olan, daha çok akıllı cihazların baz istasyonları üzerinden internete erişimini sağlayan yapıdır. Akıllı telefonlarda kullanılan SIM kartın bağlı olduğu operatör firmasının altyapısını kullanarak cihazın internet ortamına katılmasını ve kullanıcı tarafından

sonlandırılmayana kadar cihazın Nesnelerin İnterneti ekosisteminde aktif olmasını sağlayan yapı olarak da ifade edilmektedir. Telefonun iletişimde kaldığı yani şebekenin bağlı olduğu baz istasyonunun aktif olarak iletişimde kaldığı durumlarda çalışmaktadır. Piyasada bilinen operatör firmalarının sattığı SIM kartlar üzerinde ücretli olarak müşteri kullanımına sundukları servis olarak da tanımlanabilmektedir (Çelikkol, 2020).

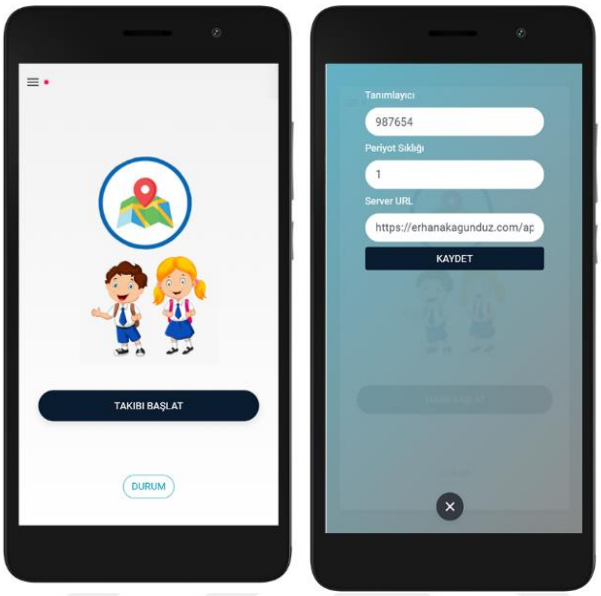
3.5.2. Geliştirilen sistemin yazılım bileşenleri

3.5.2.1. Nesne takip sisteminin android uygulaması

Geliştirilen gerçek zamanlı nesne takip sistemi, takibi yapılacak nesne için işlem görmeye ilk olarak mobil uygulamanın tetiklenmesiyle başlamaktadır. Bu takip uygulaması geliştirilirken ara yüzünün basit, anlaşılır ve kullanımı kolay olmasına dikkat edilmiştir. Bu tasarımı sayesinde yaş fark etmeksizin herkes tarafından kullanılabilen bir uygulama geliştirilmiştir. Takip uygulaması geliştirilirken menü alanına girilecek üç değişken tanımlanması için alan oluşturulmuştur. Bu alanlar takibi yapılacak her bir nesne için belirleyici olmaktadır. Çalışmamız aynı anda birden fazla nesneyi takip edebilme altyapısı üzerine inşa edilmiştir. İlgili alanlar doldurulurken her nesne için ayrı ayrı olmak üzere nesne belirtir kod alanı, GPS modülünün elde ettiği konum verilerinin gönderilme sıklığı alanı ve gönderilen bu konum bilgilerinin HTTP üzerinden gönderildiği uzak sunucudaki alan adı yer almaktadır. Takip uygulamasının çalıştırılması ve özetlenen durumun işlev görmesi şu adımlarla gerçekleşir.

- Nesne takip sisteminde takip işleminin ilk bölümü uygulamanın çalıştırılmasıdır. Çalıştırılan uygulamanın da takibi yapılacak nesne üzerinde bulunan akıllı cihaz üzerinde aktif olması çalışması gerekmektedir.
- Gerçek zamanlı olarak elde edilen konum verilerinin gönderilip kayıt altına alındığı ve hemen akabinde kullanıcının hizmetine sunulduğu kısım ise ikinci bölümü ifade etmektedir.

- Harita üzerinde yapılan gerçek zamanlı takibin yanında kullanıcı tarafından belirlenmiş olan Güvenli Bölge dışına çıkılması durumunda yapılan işlemler ise çalışmanın üçüncü bölümünü oluşturmaktadır.



Şekil 3.12. Nesne takip sisteminin mobil uygulaması

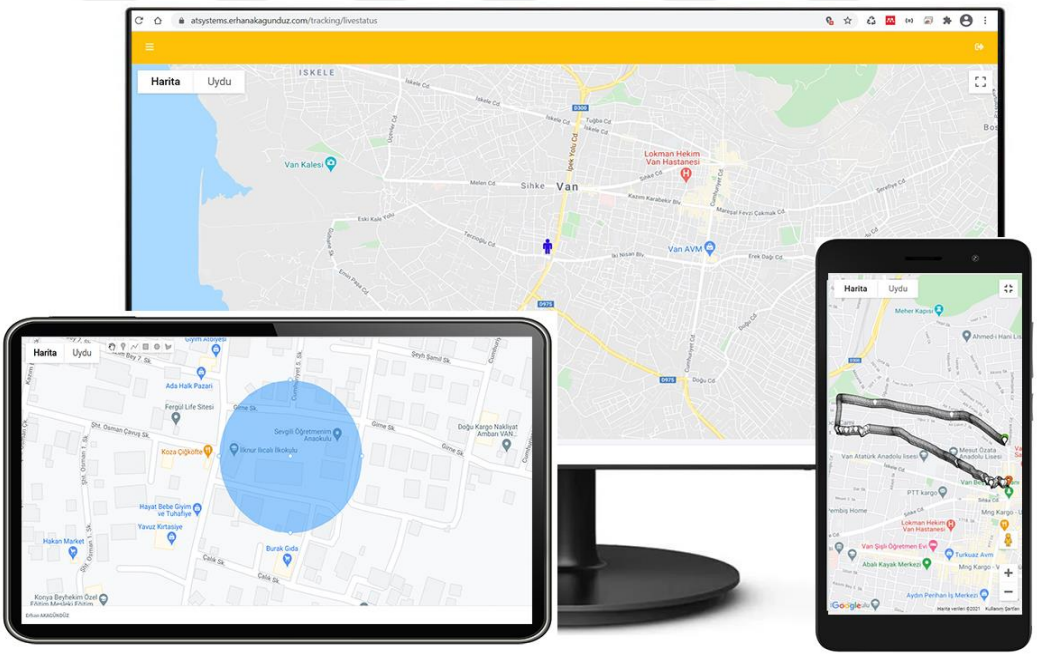
3.5.2.2. Nesne takip sisteminin web uygulaması

Herhangi bir coğrafi konumda ister hareket etsin ister durağan halde olsun takibi yapılan nesneye ait gerekli takip işlemleri harita üzerinde yapılmaktadır. Bu takip aşaması için gerekli olan harita altlığı günümüzde en fazla tercih edilen iki altlıktan biri olarak görülen Google Haritalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Böylelikle en iyi takip uygulaması için en profesyonel seçimin kullanılmasına olanak sağlanmıştır. PHP programlama dili ile geliştirilen çalışma süreç döngü işlemleri ayrıca JavaScript, JQuery ve Ajax yapıları ile de desteklenmiştir. Model-View-Controller yapısı ile de her yapılan işlem ayrı bir bölümde işlenmiş ve kod takip süreçlerinin en iyilenmesi amaçlanmıştır. Geliştirici ortamı olarak da CodeIgniter Framework İçerik Yönetim Sistemi (CMS) tercih edilmiştir.

Takip sistemimize ait web uygulaması geliştirilirken her akıllı cihaza sahip kullanıcının hiçbir sorun yaşamadan uygulamayı çalıştırması için bu durum üzerine

hassasiyetle durulmuştur. Böylelikle kullanıcı kullandığı akıllı cihaz, marka ve modeli fark etmeksizin uygulamaya giriş yapıldığında cihazlarının ekran boyutlarıyla hiçbir sıkıntı yaşanmadan uygulamayı kullanabilmesi sağlanmıştır.

Geliştirdiğimiz gerçek zamanlı nesne takip sisteminin web duyarlı ara yüzünün kullanıcı dostu bir yapıda olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Bootstrap 4 yapısının kullanılması ile klasik html yapısı günümüz canlı teknolojisi olan şekil, ikon, buton ve form elemanları yapısıyla zenginleştirilmiştir. Bootstrap ile birlikte JavaScript, CSS, Ajax ve JQuery yazılım bileşenleriyle yoğrulan çok özellikli bir çalışma geliştirilmiştir. Bu zengin altyapısıyla duyarlı web özelliğine sahip çalışmamız masaüstü, tablet ve akıllı cihaz ekranlarıyla tam uyumlu çalışabilmektedir. Aşağıda Şekil 3.13.'te bu üç farklı ekran tiplerinde çalışan takip sistemimizin üç farklı işlevi tek görselde verilmiştir. Masaüstünde gerçek zamanlı nesne takip işlemi, tablette güvenli bölge belirleme işlemi ve telefonda ise geçmişe dönük takip işlemi gösterilmiştir.



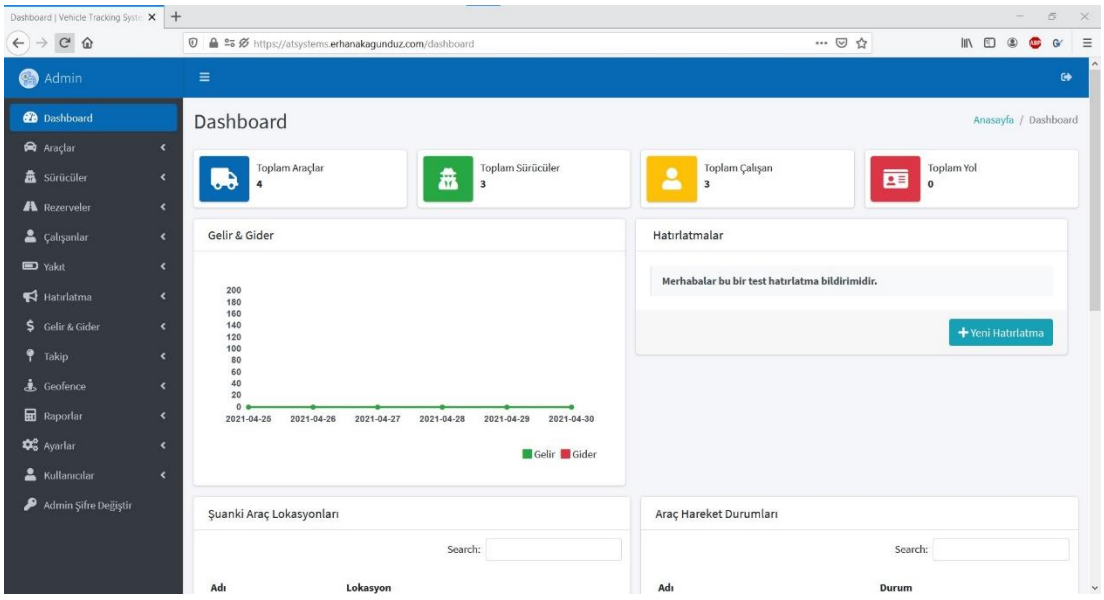
Şekil 3.13. Nesne takip sistemi web uygulamasının farklı ekranlarda görünümü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Takip Sistemi için Web Uygulamanın Geliştirilmesi

Takip işlemlerinin tümüyle gerçekleştirileceği geniş kapsamlı web uygulamamızın ilk adımı günümüz teknolojisi altyapısına hitap eden bir arayüz geliştirmektir. Bu sebeple geniş bir araştırma yapılarak takip sistemlerinde kullanılan teknolojiler incelenmiş olup çalışmamız için en uygun ortam seçilmesi için büyük özen gösterilmiştir. Web uygulamanın geliştirilmesi aşamasında HTML iskeleti üzerine giydirilecek teknoloji ile günümüz standartlarına kavuşturma işlemleri için aşağıdaki geliştirme ortamı ve yazılım altyapıları ile mimariler kullanılmıştır.

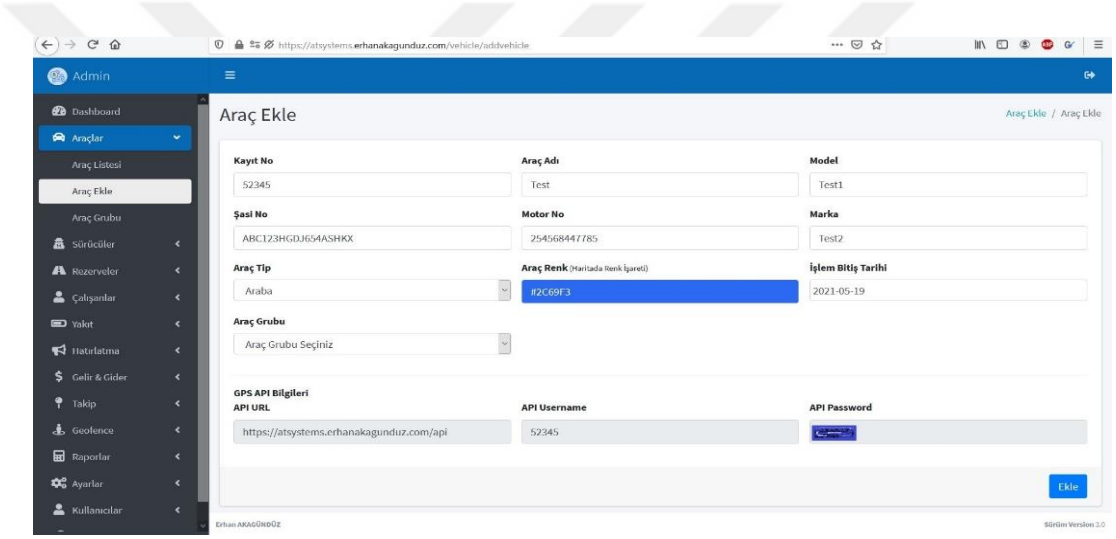
- Bootstrap 4
- JavaScript
- JQuery
- Ajax
- CodeIgniter
- CMS (Content Management System – İçerik Yönetim Sistemi)
- MVC (Model – View – Controller)



Şekil 4.1. Web uygulama yönetim paneli

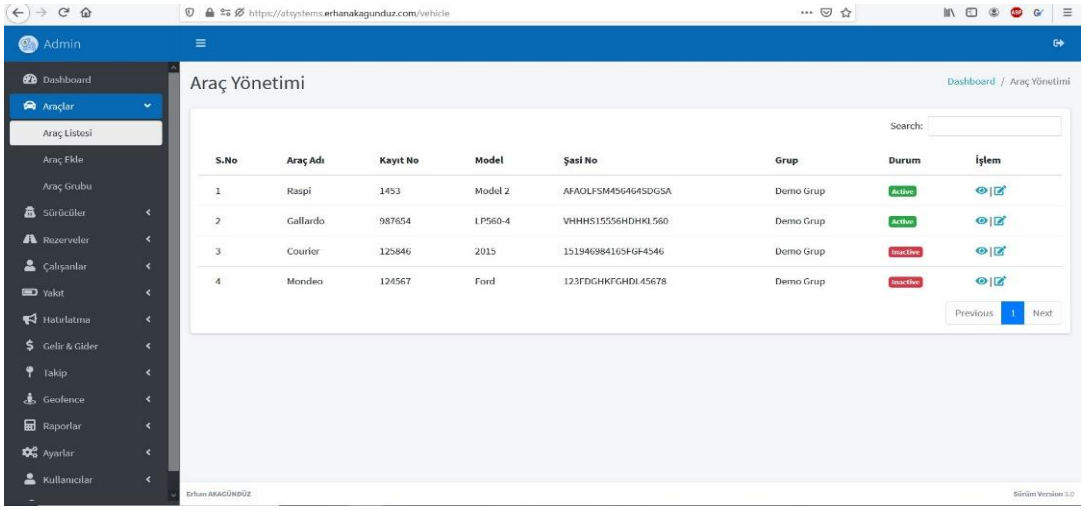
Geliştirilen ve takip işlem adımlarının hem hareket halindeki araç için hem de hareketli veya durağan haldeki nesne takip işlemleri için tek bir uygulama ile yapılması adına gereken tüm altyapı birleştirme işlemleri yapılmıştır. Öncelikli olarak araç takip işlem adımları için geliştirilen Yönetim Panelinin görseli yukarıdaki Şekil 4.1'de verilmiştir.

Araçlar Menü başlığı altında üç farklı alt başlık oluşturularak bu alanda araç ekleme, eklenen araçları listeleme ve bu araçları istenilirse gruplandırma işlemleri çalışma içerisinde yapılabilir durumdadır. Bu üç farklı aşamaya ait görseller Şekil 4.2.'de, Şekil 4.3.'te ve Şekil 4.4.'te verilmiştir.



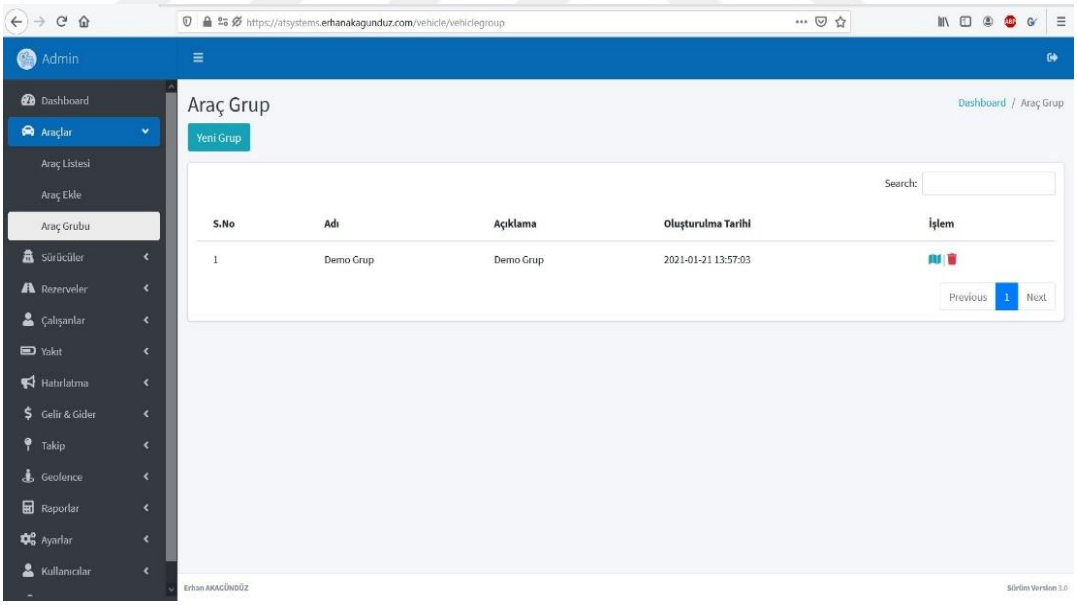
Şekil 4.2. Araç ekleme sayfası

Eklenen araçların listelendiği ve araç bilgilerinin veritabanında kayıt altında tutularak kullanılmasının sağlandığı uygulama sayfasına ait görsel yukarıda verilmiştir. Ayrıca listeleme ekranında kayıtlı araçlara ait gerekli düzenleme işlemleri yapılması için çıkış işlemlerinin sağlanacağı butonlar eklenmiştir. Böylece alt menüde kalabalık başlıklar yerine sayfa içerisinde erişimin daha güzel olmasına özen gösterilmiştir.



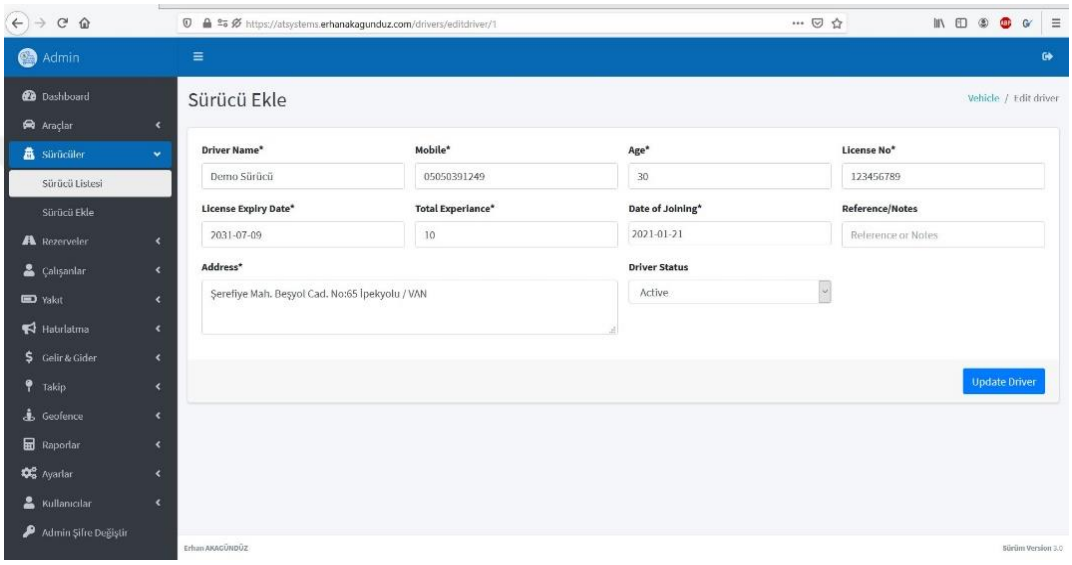
Şekil 4.3. Kayıtlı araç listeleme ve bilgi düzenleme sayfası

Kayıt edilen araçlar istenirse gruplandırılabilir şekilde altyapı çalışması yapılmıştır. Bu durum geniş iş hacmine sahip firmaların belli iş bölümlerine ayrılmış çalışma gruplarına ait araçların daha rahat takip edilmesi için tasarlanmıştır.

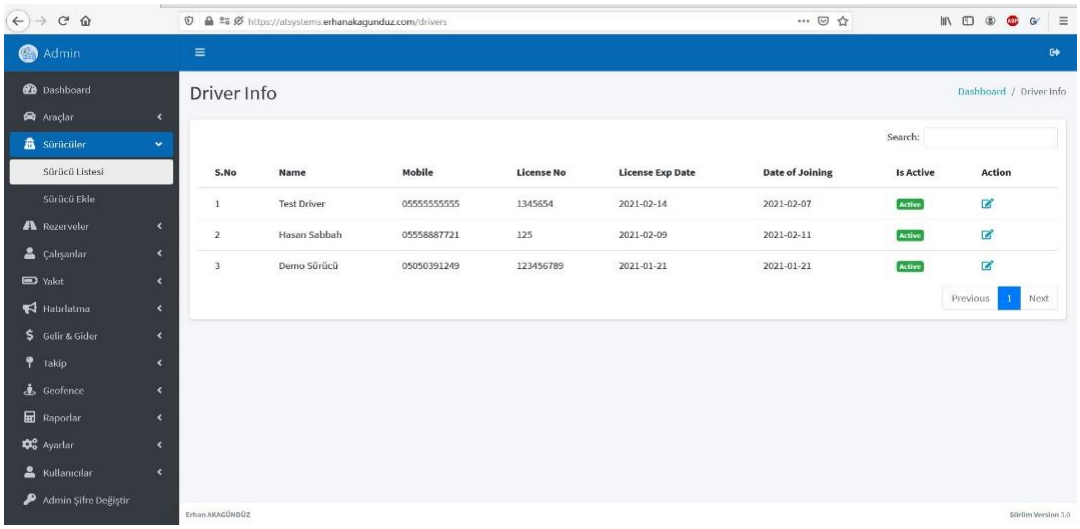


Şekil 4.4. Araç gruplama ekranı

Sürücü ekleme ve eklenen sürücülere ait bilgilerin düzenlenmesi işlemlerine ait sayfalar aşağıdaki Şekil 4.5.'te ve Şekil 4.6.'da verilmiştir. Sisteme ilk kez eklenecek sürücüler kaydedilmektedir. Daha sonra gerekli durumlarda bu sürücülerin bilgileri üzerinde düzenleme işlemleri yapılabilmesi sağlanmıştır. Böylece veritabanında bilgileri bulunan sürücülerin güncel durumları ile ilgili bilgiler sistemde değiştirilebilir. Çalıştıkları iş yerinden ayrılan sürücülerin pasif duruma getirilmesi sağlanmıştır.

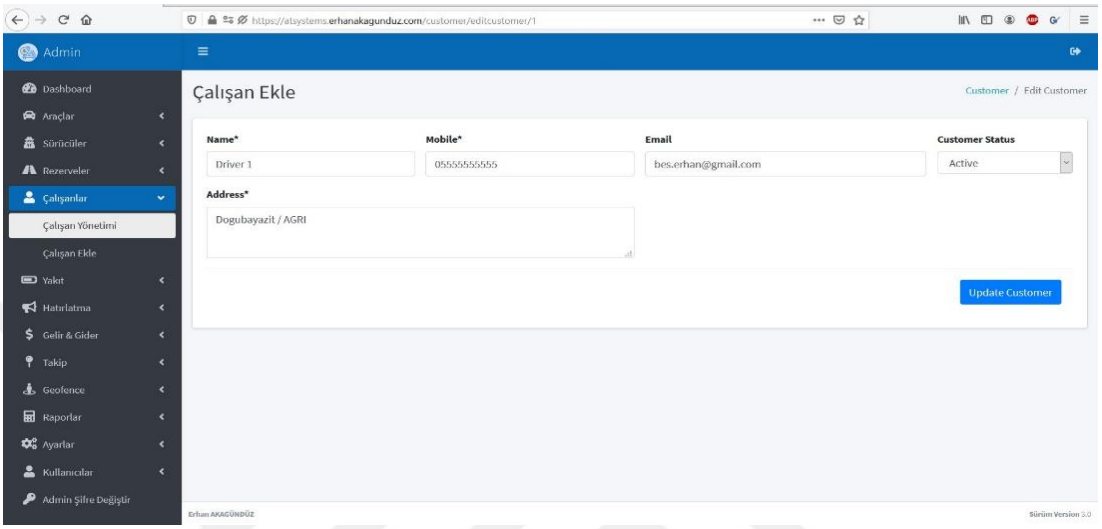


Şekil 4.5. Sürücü ekleme ekranı

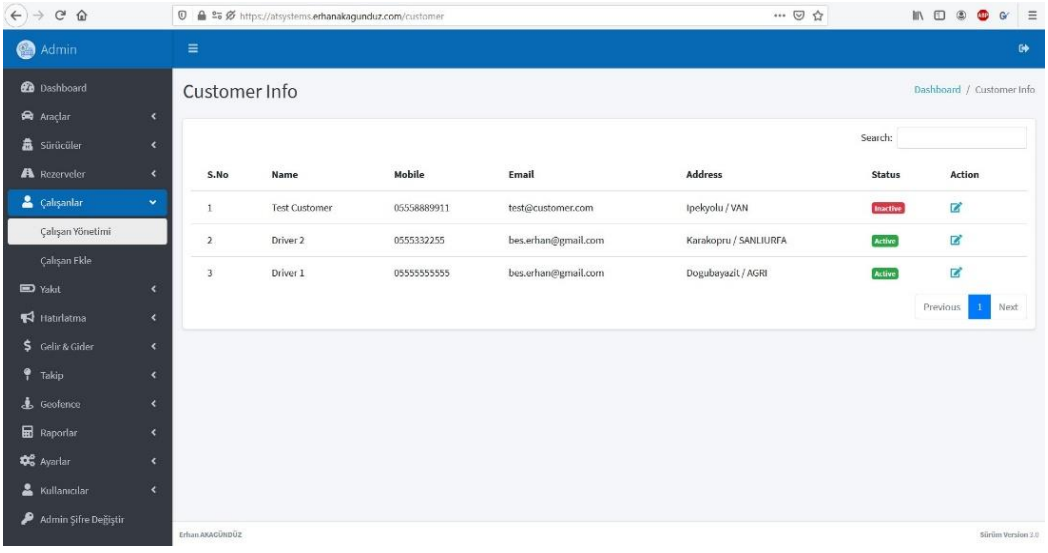


Şekil 4.6. Sürücü listeleme ekranı

Uygulamada ayrıca çalışanlara ait bir detay sayfasın da geliştirilerek personel takip işlemlerinin de sağlanmıştır. Çalışanların eklenmesi, eklenen çalışan bilgilerinin düzenlenmesi ve listelenmesi işlemleri için gerekli adımların yapıldığı ekranlara ait görseller Şekil 4.7.'de ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

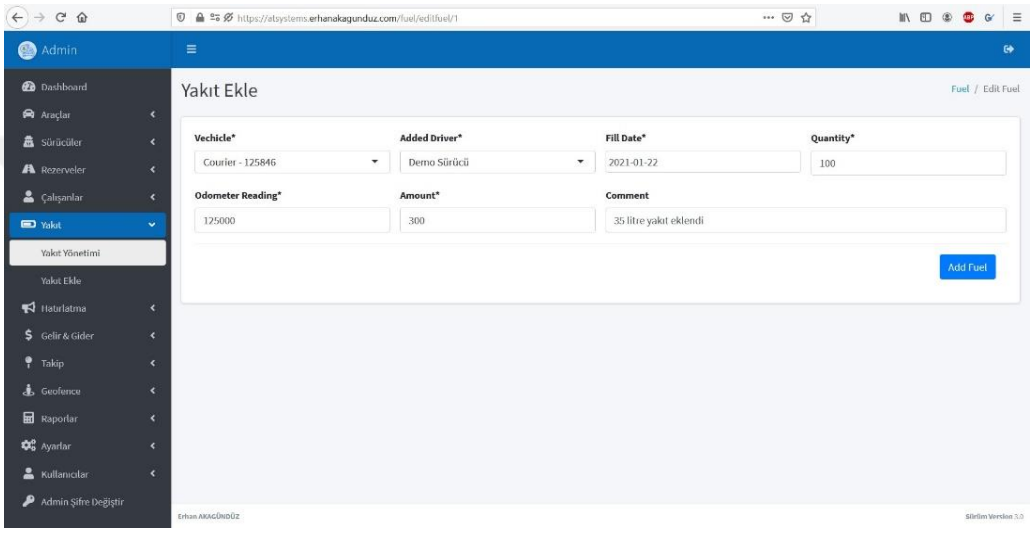


Şekil 4.7. Çalışan ekleme ekranı

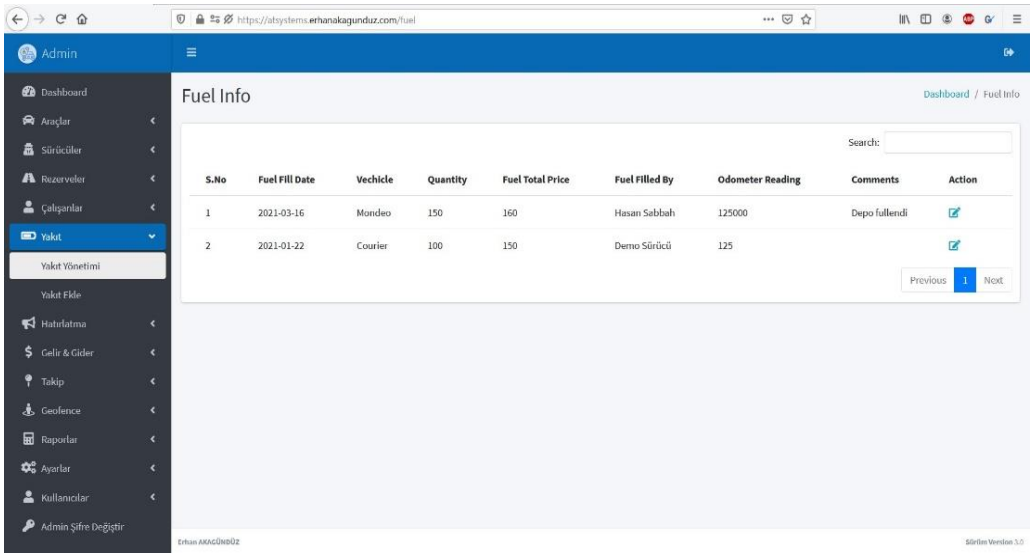


Şekil 4.8. Çalışan listeleme ve düzenleme işlemleri

Kamu kurum ve kuruluşları ile özel şirket yâda firmaların bünyesinde bulunan araçların tükettikleri yakıt miktarının takip edilmesi gereken başkaca bir önemli işlem adımıdır. Bu sebeple geliştirilen takip sistemi içerisine eklenen yakıt takip adımları ile hangi aracın hangi tarihlerde ne kadar yakıt aldığı ve bu yakıtı ne zamana kadar kullandığı gibi bilgiler kayıt altında tutulmaktadır. Araçlarında harcadıkları yakıt miktarının takip edilmesine imkân sunan yakıt takip işlemlerine ait görseller aşağıdaki Şekil 4.9.'da ve Şekil 4.10.'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Yakıt ekleme ekranı



Şekil 4.10. Yakıt bilgi listeleme ve düzenleme ekranı

4.2. Raspberry Pi ile Araç veya Nesne Takip İşlemleri

Yapılan geliştirme işlem süreci boyunca ve test aşamalarında; Raspberry Pi, GPS modülü, PowerBank ve hücresel veri gibi bileşenlerden oluşan takip kiti ile hareket halindeki araç veya nesnelerin gerçek zamanlı anlık takip işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlem adımlarını taslak olarak hazırlandığı esnada en az işlem adımı ile en fazla reaksiyonu alacak şekilde düzenlemeye gidilmiştir. Az emek ile çok fazla sonuç alınması hedeflenmiştir. Bu sebeple hazırlanan diyagram mümkün olan en iyi sonucu üretecek şekilde düşünülmüş ve böylece çalışmaya ait akış diyagramı hazırlanmıştır. Bahse konu diyagram Şekil 4.11.'de verilmiştir.

Tasarlanarak geliştirilen gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip sistemi için kullanılan malzemelerin bir araya getirilmesinde önce olasılıklar taslak olarak çizilmiştir. Öncelikle Raspberry Pi mini bilgisayar üzerine Çift Anten Arayüz GPS Modül entegre edileceğinden bunların gerekli bağlantı durumları çizilmiş ve buna göre hangi bağlantı noktasının nereye denk geleceği hesaplanmıştır. İki cihaz arasında fiziki bağlantı bu şemalar üzerinde belirlenen şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm bağlantı işlemleri ile kablolama süreçleri sonlandırılmadan oluşturulan devreye enerji verilmemiştir. Enerji verilmemesinin sebebi olası hasarların önüne geçmek ve devre elemanlarının yanmasını engellemektir. Bu noktaya özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Her ne kadar düşük voltaj ile çalışsalar bile olası bileşen yanmalarının yaşanmaması adına dikkat edilmesi gerekmektedir. Tüm bu adımlardan sonra sürekli erişime açık olması gereken Raspberry Pi'nin internet bağlantısının yapılmıştır. Raspberry Pi'ye internet birden fazla şekilde temin edilebilmektedir. Bu çalışmamızda kullandığımız Raspberry Pi modeli için farklı bağlantı türleri irdelenmiştir. Bunlardan ilki bir Wi-Fi dongle ile internete erişim sağlanmasıdır. İkinci durum ise kullanılan akıllı cihazın hücresel verisinin Raspberry Pi için kullanılabilir sağlamaktır. Üçüncüsü bir adet SIM Kart modülü alıp içine herhangi bir operatörden mobil veri sağlayacak bir hattın takılması ve bunun Raspberry Pi üzerine entegre edilmesidir. Projeye başlarken en az maliyet ve elimizde hazır bulunan malzemelerden en verimli sonucu üretme üzerine durduğumuzdan akıllı cihaz üzerindeki hücresel veri ile gerekli çevrimiçi erişim durumu sürekli hale getirilmiştir.

Raspberry Pi'ye ait herhangi bir monitör bulunmadığından masaüstüne ilk erişim ve ayarlama durumları farklı bağlantı yollarıyla yapılabilmektedir. Bunlardan ilki HDMI portu ile mini bilgisayarı bir TV ekranına bağlamaktır. İkincisi ise bir projeksiyon veya bilgisayar monitörüne bağlamaktır. Bağlantı sağlanıp Raspberry Pi masaüstüne erişim sağlandıktan sonra tüm ön ayarlamalar yapılır ve bundan sonraki işlem durumlarında bağlantı için kablolar ile uğraşmamak adına Raspberry Pi arayüzüne bağlanma durumu uzaktan erişime açılabilir. Eğer aynı ağda işlem yapılmakta ise yani aynı modem üzerinden internete çıkış alınıyor ise PuTTY programı ile Raspberry Pi terminale bağlanarak gerekli işlemler yapılabilmektedir. Yine aynı ağ üzerinden veya farklı ağlar üzerinde olsa bile Raspberry Pi arayüzüne tam masaüstü erişim imkânı veren VNC Server ve VNC Viewer programı ile bağlantı kurulabilir. Bu çalışma kapsamında yapılan işlemin durumuna göre her iki bağlantı şeklide kullanılmıştır. Ayrıca dosya aktarma işlemlerini hızlı şekilde yapmak için ise WinSCP isimli program kullanılmıştır. Bu şekilde Windows işletim sisteminde hazırlanan kod dosyaları test için Debian işletim sistemine saniyeler içerisinde yüklenmiş ve çalıştırılmıştır.

Kısa, öz ve anlaşılabilir kodlama yoluyla Python programlama dilinde hazırlanan dosyalar yürütülerek GPS modülünün uydulardan almış olduğu veriyi kısa sürede ayrıştırarak elde edilen veriler belirlenmiş değişkenlere aktarılmıştır. Değişkenlerin türleri ayrıca belirtilmiş ve bunlar bir diziye aktarılmıştır. Dizi içerisinde yer alan GPS verileri http üzerinden anlık olarak bu çalıma için temin edilen uzak sunucu üzerindeki veritabanına kaydedilmek üzere gönderilmektedir. Her ne kadar alınan alan adı herkesin kullanımına açık olsa dahi dışarıdan farklı içerik gönderilmelerine karşı alan adı direk erişime kapatılmıştır. Özellikle SQL enjeksiyon işlemleri için önlem alınmaya gayret edilmiştir. Böylece güvenli veri iletimi sağlanmış olup sadece Raspberry Pi üzerinden gönderilen verilerin gideceği dosya tanımlanmış ve bu dosya da gelen bilgileri tanımladığı üzere yakalayarak ilgili alana kaydedilmesi için işlem yapmaktadır. Bu işlemler gerçek zamanlı ve anlık olarak yapılmaktadır. Sunucu sürekli açık ve gelen istekleri kabul edecek potansiyeldedir. Bunların sorunsuz şekilde çalışması adına kodlama alanı olan arka planda gerekli otomatik işlem yapmaları için kodlamalar yapılmıştır. Tüm bu süreçler sonunda bu proje için

geliştirilen web uygulama sunucu üzerindeki veritabanında gerçek zamanlı gelen konum ve diğer verileri alarak Google Haritalar üzerinde kullanıcı tarafına göstermektedir.



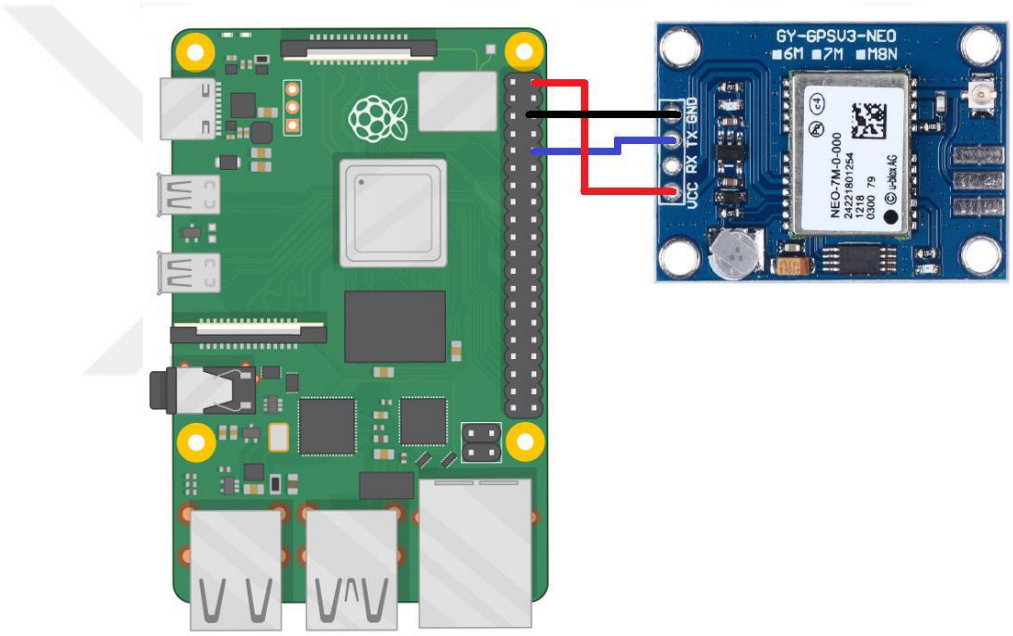
Şekil 4.11. Hareketli araç veya nesnenin konum ve hız bilgisi için akış diyagramı

4.2.1. Fiziksel devre bağlantıları

Raspberry Pi mini bilgisayarını kullanabilmek için bu çalışma kapsamında üzerine gerekli işletim siteminin kurulması gerektiğinden öncelikle resmî sitesinden indirilen işletim sistemi 8 GB boyutundaki bir SD karta yüklenmiştir. Kurulum tamamlandıktan sonra gerekli ön ayarlama adımları tamamlanmıştır. Daha sonra GPS

modülünün GLONASS uyduları ile haberleşmesinin sonucunda elde edeceği verileri alma ve alınan veriler üzerinde gerekli ayrıştırma işlemlerinin yapılması için Raspberry Pi terminal üzerinden gerekli olan Python kodları ile haberleşme işlem adımları ve gerekli yazılım kütüphanelerinin cihaza kurulum işlemleri yapılmıştır. Bu adımların hepsi tamamlandıktan sonra fiziksel devrenin işlem adımlarına geçilebilir. Aşağıda GPS Modülü ile Raspberry Pi bağlantı durumları gerçekleştirilmiştir.

Fiziksel bağlantı sağlanmadan önce Çift Anten Arayüz GPS modülü ile Raspberry Pi bağlantısının devre çizimi Şekil 4.12.'de olacak biçimde yapılmıştır.



Şekil 4.12. Fiziksel bağlantı için devre çizimi

Fiziksel devre bağlantısı yapılmadan önce tasarlanan devre şeması üzerinde kullanılacak pinlerin irtibatları aşağıdaki Çizelge 4.1.'e çıkarıldığı biçimde olacağı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Raspberry Pi ile Çift Anten Arayüz GPS Modül pin irtibatları

NEO-7M Çift Anten Arayüz GPS Modül	Raspberry Pi
VCC ⟷	5V
TX ⟷	RX
GND ⟷	GND



Şekil 4.13. Araç veya nesne takip kiti fiziksel devresi

GPS modülü üzerinde seri haberleşme çıkışından Raspberry Pi üzerindeki seri haberleşme pinine gelen verileri Python ile yakalayıp daha sonra ayrıştırma işlemi yapılmaktadır. Elde edilen tüm veriler veritabanında kayıt altında tutulmaktadır. GLONASS uydularından alınarak Raspberry Pi Terminale yazdırılan anlık konum verilerine ait görsel Şekil 4.14.'te gösterilmiştir.

```
Timestamp: 15:51:44 -- Lat: 3830.28961 N -- Lon: 04324.05678 E -- Altitude: 1812.3 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:45 -- Lat: 3830.28982 N -- Lon: 04324.05653 E -- Altitude: 1812.3 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:46 -- Lat: 3830.29000 N -- Lon: 04324.05634 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:47 -- Lat: 3830.29014 N -- Lon: 04324.05618 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:48 -- Lat: 3830.29013 N -- Lon: 04324.05602 E -- Altitude: 1812.1 M -- Satellites: 04
Timestamp: 15:51:49 -- Lat: 3830.29023 N -- Lon: 04324.05613 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:50 -- Lat: 3830.29036 N -- Lon: 04324.05616 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:51 -- Lat: 3830.29054 N -- Lon: 04324.05615 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:52 -- Lat: 3830.29075 N -- Lon: 04324.05605 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:53 -- Lat: 3830.29090 N -- Lon: 04324.05574 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 04
Timestamp: 15:51:54 -- Lat: 3830.29103 N -- Lon: 04324.05559 E -- Altitude: 1812.2 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:55 -- Lat: 3830.29135 N -- Lon: 04324.05519 E -- Altitude: 1812.1 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:56 -- Lat: 3830.29164 N -- Lon: 04324.05434 E -- Altitude: 1811.9 M -- Satellites: 04
Timestamp: 15:51:57 -- Lat: 3830.29182 N -- Lon: 04324.05404 E -- Altitude: 1811.8 M -- Satellites: 05
Timestamp: 15:51:58 -- Lat: 3830.29186 N -- Lon: 04324.05360 E -- Altitude: 1811.6 M -- Satellites: 04
```

Şekil 4.14. Konum verilerinin terminalde anlık yazdırılması

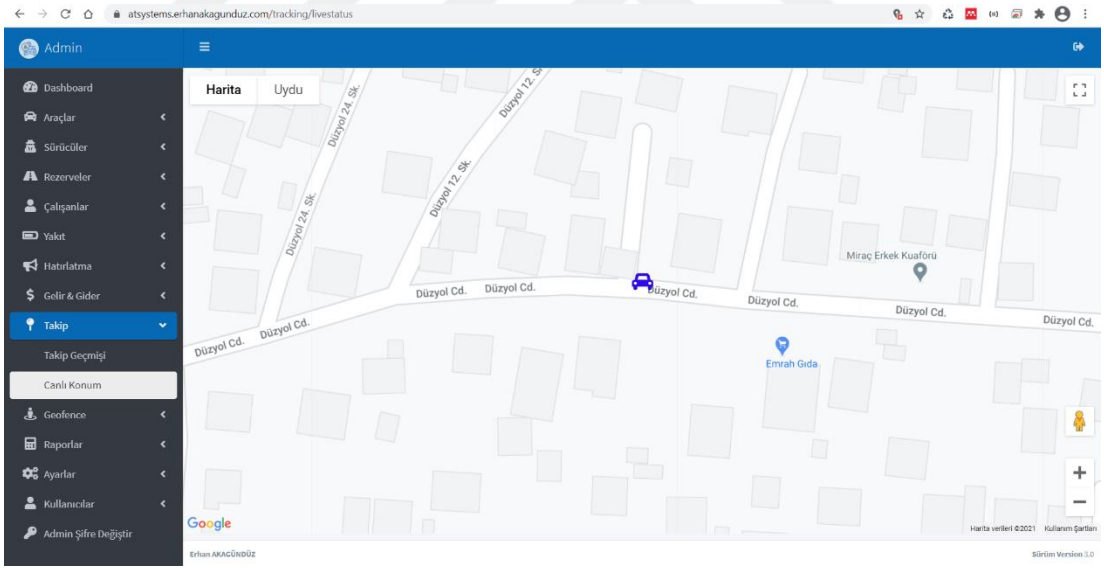
4.2.2. Gerçek zamanlı (canlı) takip işlemleri

Teknolojik ilerleme sayesinde gün geçtikçe birbirinden farklı çalışma platformlarının aynı çatı altında çalışabilmeleri sağlanmaktadır. Günümüzde SOAP, JSON ve HTTP gibi web servislerin aynı ekosistemde çalışabildiği görülmektedir. Geliştirilen takip sisteminin de bu ekosistem içerisinde rahatça veri taşıması için gerekli işlemler yapılmıştır.

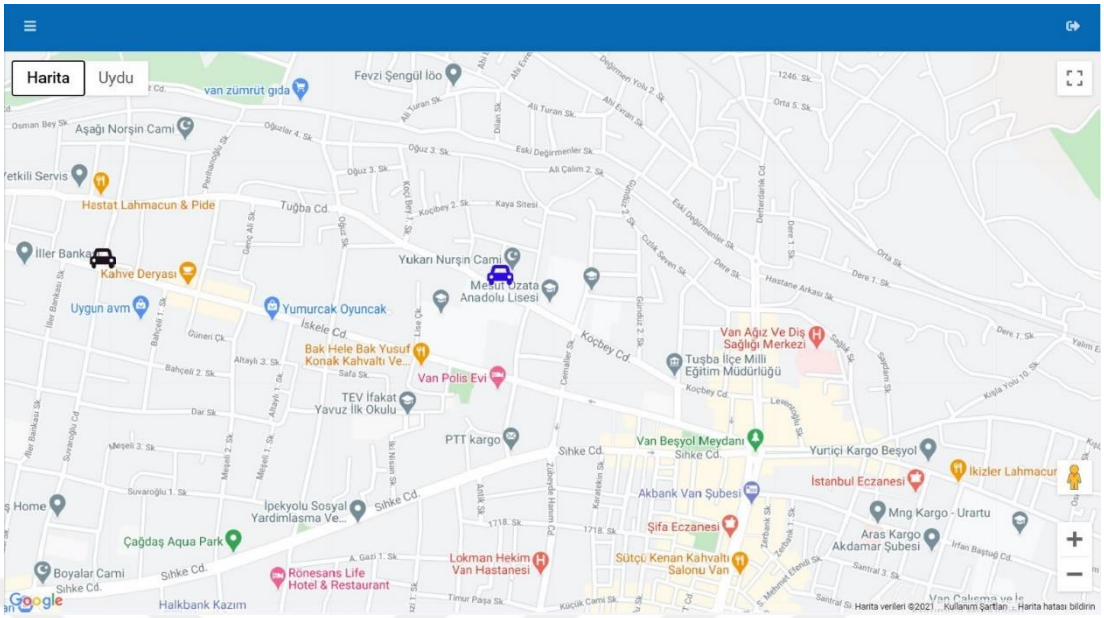
Arka planda yapılan tüm işlemler ve testler sonucunda konum alma işlemlerinin tam doğruluk vermesinden sonra web uygulama tarafından takip işleminin yapılmasına geçilmiştir. GPS modülü ile elde edilip ayrıştırılan verilerin ilgili yerlere kaydedilmesi ve istenildiği gibi kullanılması için gerekli tüm ortamlar hazırlanmıştır. Bundan sonra yapılacak işlemler gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesnelerin anlık takiplerinin yapılması için web uygulama üzerinden ilgili panelin açılması gerekmektedir. Canlı konum panelinden açılan Google Haritalarda takibi yapılan araç doğrudan görülmektedir. Bulunduğu konum anında harita üzerinde gösterilmektedir. Bu çalışma sadece masaüstünde değil tüm cihazlarda çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bir diğer adı duyarlı web olan responsive özelliği ile marka ve model fark etmeksizin son güncellemelere sahip her ekran boyutunda çalışabilen web uygulama sayesinde ister akıllı telefon ister tablet veya bilgisayarda takip işlemi yapılabilmektedir. Her 10 saniyede bir veritabanına sorgu gönderip hareket halindeki araç veya nesnenin son bulunduğu konum harita üzerinde güncellenerek gösterilmektedir. Bu gösterilme işlemi bir ikon vasıtasıyla yapılmaktadır. Araba için seçilmiş olan araç ikonu sürekli yanıp sönerek harita üzerindeki yol boyunca ilerleme

kaydeder. Bu işlemi gerçek zamanlı ve anlık olarak yapar. Ayrıca ikona tıklandığında bir açılır pencere ile de tıklanma esnasındaki zaman saat dakika ve saniye cinsinden verilerek kullanıcının sistem saati ile takip saatini kıyaslama imkânı da sağlanmaktadır.

Gerçek zamanlı takip işlemi için hazırlanan sayfa sürekli veritabanına istek gönderip gelen veriyi yorumlayarak harita üzerindeki araç veya nesneyi ifade eden ikonu yeniden konumlandırır. Bu durum sayfanın her 10 saniyede bir yenilenmesi anlamına gelmektedir. Sürekli yenilenen sayfa belli bir süre sonra gözü yorar ve istenmeyen bir durum oluşturur. Bu sebeple bu problemi ortadan kaldırmak için geliştirilen web uygulama Ajax, JavaScript ve JQuery yapıları desteklenmiştir. Böylelikle sadece harita üzerindeki araç veya nesneyi belirtir ikonun her 10 saniyede bir yer değiştirmesi sağlanmıştır. Bu durumları belirtir görseller Şekil 4.15.'te ve Şekil 4.16.'da verilmiştir.



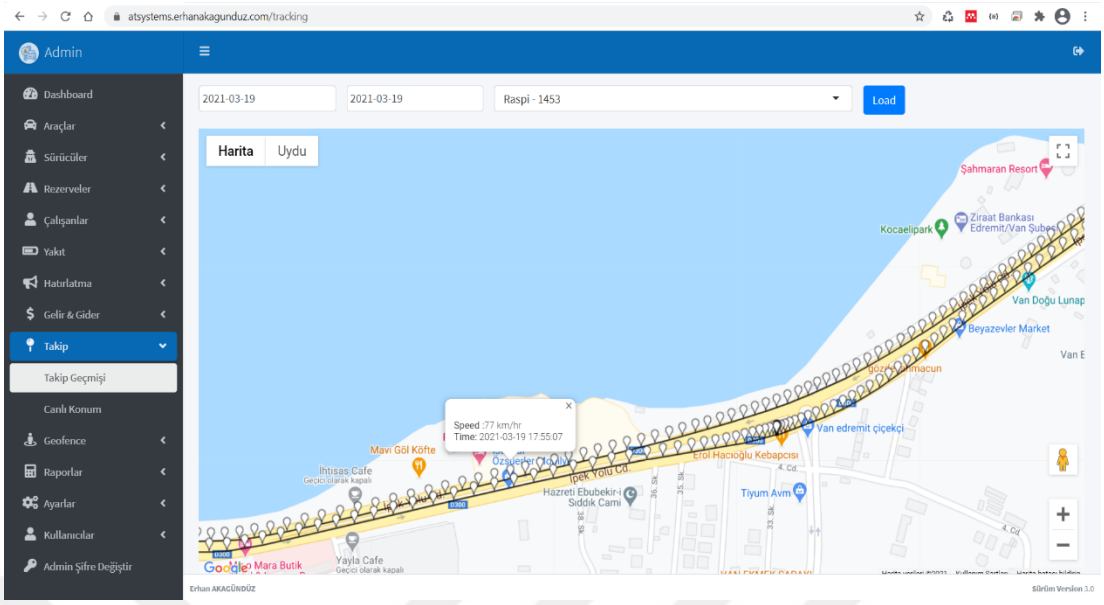
Şekil 4.15. Harita üzerinde hareketli aracın hareket anı



Şekil 4.16. Harita üzerinde hareketli 2 farklı aracın hareket anı

4.2.3. Geçmişe dönük takip işlemleri

Geliştirilen takip sistemi için öncelikli işlem olan ve çalışmanın asıl konusunu oluşturan veriler, GPS modül ile uyduların haberleşmesi sonucu elde edilmektedir. GPS modülün elde ettiği bu veriler kendi üzerindeki seri haberleşme çıkışından Raspberry Pi üzerinden bulunan seri haberleşme girişine iletilir. Bu iletim esnasında Python programlama dili ile kodlanarak yürütülen dosya gelen verileri yakalar ve ayrıştırır. Ayrıştırma sonucunda veriler bir işlem sürecine tabi tutulur. Süreç sonunda gerekli veriler uzak sunucuya gönderilerek kaydedilip saklanır. Veritabanında saklı bulunan bilgilerin öncelikli kullanım alanı gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesnenin anlık olarak takip edilmesi işlemidir. Ancak olası herhangi bir geçmiş zamandaki gezilen yerlerin görülmek istenmesi durumunda hareketlinin gezdiği yerlerin raporlanabilmesi büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı çalışma içerisine geçmişe dönük takip işlem adımları uygulanmıştır. Belirlenen zaman dilimlerinde veritabanına istek gönderilir. Gelen konum bilgileri yine Google Haritalar üzerinde çizilerek gösterilir. Kullanıcı tarafından zaman seçme, takibi yapılacak araç veya nesneyi seçme gibi seçenekler için ilgili alanlar belirtilmiştir. Şekil 4.17.'de bu duruma ait görsel verilmiştir.



Şekil 4.17. Harita üzerinde geçmişe dönük takip raporlama gösterilmesi

4.2.4. Takibi yapılan araç hızının ölçülmesi

Tüm işlemler gibi gerçek zamanlı olarak hareket halindeki araca ait hızın ölçülmesi için de öncelikle GPS modülünün uydular ile haberleşmesi ve takibi yapılan hareketliye ait verileri elde etmesi gerekmektedir. Edinilen bu verilerin bir dizi işlemden sonra ilgili alanlara kaydı yapılmaktadır. Ancak uzak sunucuya kaydedilmek üzere gönderilen hız bilgilerinin mil cinsinden olduğu ve elde edilme zamanın ise ülkemize ait olmadığı bilinmektedir. Bu sebeple sunucu üzerinde bulunan ve sunucuya gelen verileri karşılayan yapı içerisinde tüm hız ve zaman dönüştürme işlemlerini yapması için gerekli kodlama önceden yapılmıştır. Ayrıca sadece hızın gösterildiği web uygulamanın ilgili sayfası üzerinden gerçek zamanlı hareket halindeki araca ait hızlar ile araç hız gösterge panelindeki hızlar aşağıdaki Şekil 4.18.'de görüldüğü üzere karşılaştırılmıştır. Test çalışmaları için uzunca bir zaman alan geliştirme sürecinin tamamlanmasından sonra saha çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Test çalışması için marklı marka araçlar kullanılmıştır. Bunlardan bir tanesinin hız gösterge paneli dijital olup diğer ikisi dijital göstergeli değildir. Otuzdan fazla test sürüşüne çıkılmış ve elde edilen sonuçlar sürekli not alınarak iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu hız değerleri Çizelge 4.2. üzerinde de verilmiştir. Gerçek zamanlı hareket halindeki araç

hızı ile geliştirilen sistemin ölçtüğü hız değerlerinin birbirine çok yakın olması hasebiyle bu ölçüm sonuçları literatürde yapılan diğer çalışmalar ile de karşılaştırılmış olup geliştirilen sitemin başarı seviyesi ölçülmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.18. Üç farklı araçtan alınan hız değerleri ile sistemin çektiği hız değerleri

Hareket halindeki araçlara ait hızların sonuçlarının mukayese edilmesi için Spyder IDE üzerinden Python programlama dili ile yapılan kodlama sonucunda, hız karşılaştırılmaları yapılmış olup bu hızların Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Kök Ortalama Karesel Hata (RMSE) değerleri elde edilmiştir. Sırasıyla Ortalama Mutlak Hata değeri 0.16 ve Kök Ortalama Karesel Hata değeri 0.13 olarak elde edilmiştir.

Kök Ortalama Karesel Hata değeri ile Mutlak Ortalama Hata değeri bulunurken kullanılan formüller aşağıda verilmiştir. Bu formüller literatürde bilinen ve yaygın olarak kullanılan formüllerdir.

$$\text{MAE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|v_1 - v_2| \quad (1)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N}\Sigma_{i=1}^{N}(v_1 - v_2)^2} \quad (2)$$

Geliştirilen gerçek zamanlı araç veya nesne takip sisteminde takibi yapılan araca ait gerçek zamanlı hız testi işleminde gerçek zamanlı ve anlık olarak araç hızı sistemin ölçtüğü hız ile karşılaştırılmıştır. Belli bir süre (10 saniye kadar) aynı hızda giden aracın hızı geliştirilen sistem tarafından neredeyse aynı şekilde ölçülmüştür. Ölçüm değerleri bir üstteki şekilde verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.2.'de aracın hızı ile geliştirilen sistemin ölçtüğü hız değerleri verilerek karşılaştırma işlemi sağlanmıştır. Böylece geliştirilen takip sisteminin ölçtüğü anlık hız ile takip kitinin üzerinde bulunduğu aracın gittiği anlık hız değerleri kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda ise hata oranı elde edilmiştir. Daha sonra bu hız değerleri üzerine gerekli formüller uygulanmış ve hesaplanan değerlerin sonuçları elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Tasarlanmış sistemden elde edilen hız değerleri

Araç Anlık Hızı (km/s)	Geliştirilen Sistem Anlık Hız (km/s)	Hata Oranı (km/s)
0	0	0
10	10.02	+ 0.02
20	20.20	+ 0.20
30	29.88	- 0.12
40	40.26	+ 0.26
50	50.03	+ 0.03
60	60.19	+ 0.19
70	70.26	+ 0.26
80	80.01	+ 0.01
90	90.19	+ 0.19
100	100.16	+ 0.16
	Ortalama Mutlak Hata	**0.13**
	Kök Ortalama Karesel Hata	**0.16**

Geliştirilen proje kapsamındaki takip sisteminden elde edilen hız değerleri, literatürde yapılan çalışmalar sonucunda bulunulan değerler veya yapılan çalışmaların derlenmesi olan çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar ile mukayese edilmiştir. Yaptığımız çalışmanın kabul seviyesinde olduğu sonuçların sayısal değerlerinin gösterildiği çizelgede de bu durum görülebilmektedir. Aşağıdaki Çizelge 4.3.'te verilen ve karşılaştırma işleminde kullanılan sayısal değerler daha önceden elde edilen araç hız verilerinin Python programlama dili ile işlenmesiyle elde edilmiştir. Bu işlemler için Anaconda Navigator programı kurulmuştur. Anaconda programı kurulduktan sonra Spyder programı onun üzerinden indirilerek bilgisayara yüklenmiştir. Hesaplamalar da bu Spyder programı üzerinde yapılmıştır. Literatürde

sıkça kullanılan MAE formülü ile RMSE formüllerinin Python kodlarının içine yerleştirilmesiyle Çizelge 4.3.'te verilen değerler elde edilmiştir (Akagündüz ve Aydilek, 2021).

Çizelge 4.3. Literatürde araç hız ölçümleri için yapılan çalışmaların karşılaştırması

Literatür Çalışması	MAE	RMSE	Max. Hata Tolerans Aralığı
Tang vd., 2018	Hesaplanmamıştır	6.59	Hesaplanmamıştır
Luvizon vd., 2016	-0.5	1.36	[-4.68, +6.00]
Dandıl vd., 2020	1.51	1.87	[-1.56, +3.19]
Geliştirilen Sistem	**0.13**	**0.16**	**[-0.12, +0.26]**

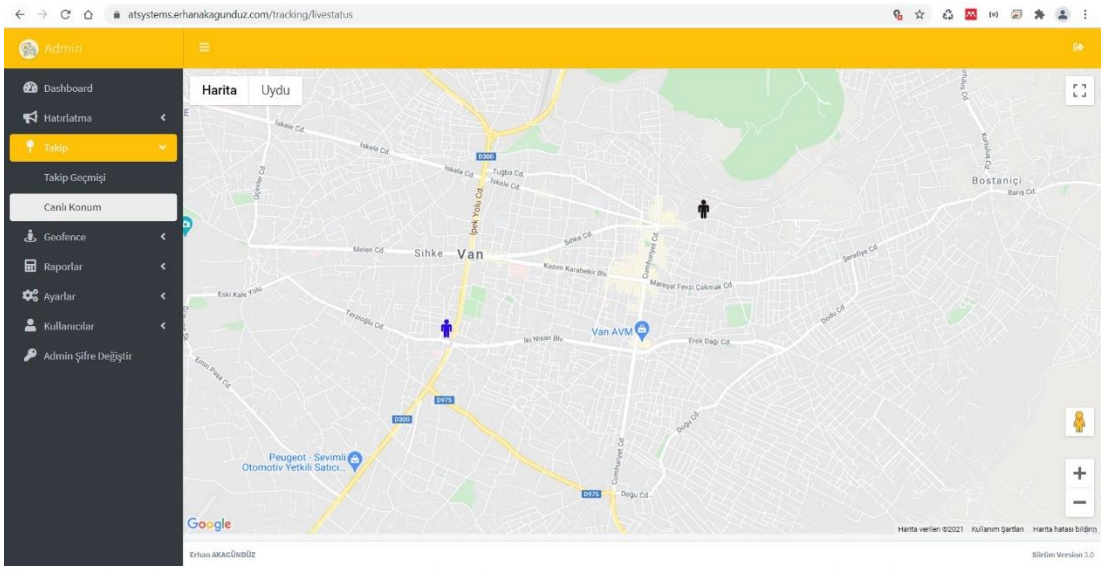
4.3. Android Tabanlı Nesne Takip İşlemleri

Gerçek zamanlı takip işlemlerinin gerçekleştirilmesi için geliştirilen hareket halindeki araç veya nesne takip sisteminin iş ve işlemlerinin birinci önceliği takibi yapılacak olan araç veya nesne hareketliliğin harita üzerinde anlık gösterilmesidir. Bu sebeple geliştirilen takip kiti veya mobil uygulamanın bütünleşme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sistemin her aşamasında üzerinde hassasiyetle durulan nokta yapılacak olan tüm iş ve işlemlerin gerçek zamanlı olmasıdır. Ayrıca sistem kendi bünyesinde çalıştırdığı tüm bileşenleri eş zamanlı olarak çalıştıracak yapıda tasarlanmıştır. Takip işlem adımlardan biri olan Güvenli Bölge (Geofencing) belirlenirken tüm kullanım, uygulama ve süreç ilerlemelerinin izlenmesi yine sistem kullanıcısının yönetimine bırakılmıştır. Bu esnek yapı sayesinde kullanıcı, takibini yaptığı nesneye ait her türlü durumu belirlemek, değiştirmek, düzenlemek ve yönetmek gibi durumları kontrol edebilmektedir.

Dünya üzerinde bulunulan coğrafi konumun belirlenebildiği altyapısı ile istenilen yer harita üzerinde sanal olarak seçilir ve bu koordinatlar veritabanına kaydedilir. Daha sonra tüm işlemler bu koordinatlar üzerinde gerçekleştirilir. Böylece takip işlemi aktif olarak devam ettiği sürece takibi yapılan nesnenin bulunduğu konum verileri ile bulunması istenilen konum verileri sürekli olarak karşılaştırılmaktadır. Bunun sonucunda herhangi bir farklılık belirlendiğinde gerekli bilgilendirme protokolleri devreye girmektedir. Sistem geliştirilmesi bu yapı üzerine tasarlanmıştır. Bu işlemler, takip edilene ait konum bilgilerini alarak gönderen Android işletim

sistemine sahip akıllı cihaz ve üzerinde bulunan mobil uygulama, uzak sunucu ve duyarlı yapıda bulunan web uygulama arasında senkron (eş zamanlı) gerçekleştirilen bilgi paylaşılması sayesinde nihayetlendirilir. Bu yapı bünyesinde bütün iş ve işlemler Nesnelerin İnterneti ekosisteminde yer alan takip sistemi bileşenlerinin herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan tüm süreçleri izleme, sorgulama, yorumlama ve sonucu bu durumlara göre uygulama adımlarından oluşmaktadır. Tüm bileşenlerin internete erişme ve internet üzerinde işlem görmeleri mümkün olacak şekilde tasarlanan takip sistemi istenilen teknolojiye sahip olmayı kendi bünyesinde sunmaktadır. Farklı coğrafi konumlarda olan hareket halindeki nesne ile o nesnenin takip işlemlerini yürüten kullanıcı arasında gerekli tüm takip işlemleri Nesnelerin İnterneti ekosistemi üzerinde yapılmaktadır. Böylelikle takip iş ve işlemleri esnasında zaman ve bulunulan yer far etmeksizin gerçek zamanlı takip süreçleri en iyi performansı sergileyecek yapıda geliştirilmiştir.

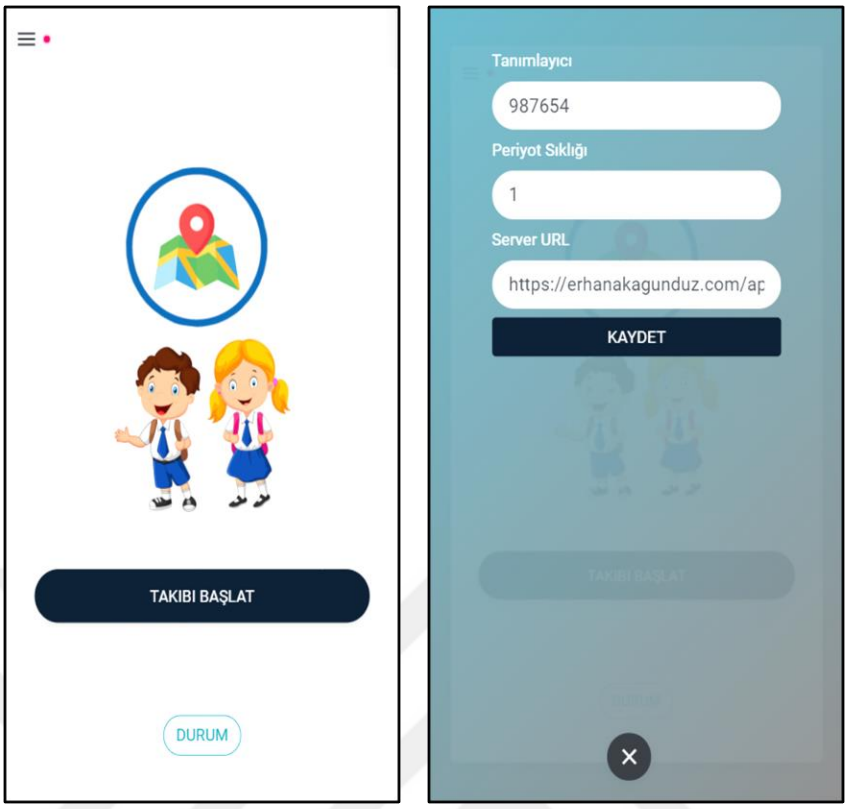
Android tabanlı ve gerçek zamanlı nesne takip süreci için birinci adım olarak Android Studio üzerinden bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Daha sonra takibi yapılacak nesne üzerinde bulunan bir akıllı cihaza bu uygulama yüklenmiştir. Yükleme esnasında konum bilgilerine erişme izni cihaz üzerinden verilmiştir. Tüm yükleme bir dakikadan daha kısa bir sürede tamamlanmaktadır. Program yüklendikten sonra programın menü alanında takibi yapılan nesneyi belirtir tanımlayıcı isim, konum bilgilerinin ne kadar sürede uzak sunucuya gönderileceği ve bütün bilgilerin gönderildiği sunucu bilgisinin ne olduğunu belirten alanlar bir defaya has olmak üzere doldurularak kayıt edilir. Sonraki takip işlemlerinde bunların güncellenmesine veya yeniden yazılmasına gerek kalmamaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan akıllı telefon üzerinde dâhili olarak yer alan GPS bölümü sayesinde elde edilen konum verileri http aracılığı ile internet üzerinden uzak sunucuya gönderilmektedir. İnternete bağlı olma ve veri gönderme işlemleri hücresel veri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Takibi gerçek zamanlı olarak yapılan nesneye ait konum verileri eş zamanlı olarak Google Haritalar üzerinde gösterilmek üzere veritabanından çekilmektedir. Böylelikle nesnenin hareketliliği harita üzerine yerleştirilen ikonun sürekli yer değiştirmesi ile takip edilebilmektedir. Şekil 4.19.'da bu işlemlerin görseli verilmiştir.



Şekil 4.19. Gerçek zamanlı nesne takip işlemi

Bu görseldeki hareketlilik ve takip işlemleri gerçek zamanlı olarak yapılmıştır. Uydudan gerçek zamanlı alınan ve takibi yapılan nesneye ait konum verileri anında uzak sunucudaki veritabanına kaydedilmek üzere gönderilmiştir. Sunucu kendisine gelen verileri üzerinde yine geliştirdiğimiz ve arka planda çalışan web programlama tarafı üzerinden yakalayarak sunucu üzerindeki veritabanına kaydetmektedir. Daha sonra anında harita üzerinde görüntüleme işlemi yapılmaktadır. Bu işlemler saniyelik geçekleşmektedir.

Nesne takip işlemlerinin gerçekleştirilmesi için Android Studio da geliştirilen Android tabanlı uygulamaya ait ekranların görünümleri Şekil 4.20.'de verilmiştir. Uygulama ekranındaki "Takibi Başlat" butonu ile gerçek zamanlı nesne takip işlemi başlamaktadır. Nesneye ait elde edilen konum verilerinin gönderilme süresi, nesneyi veritabanında belirtir özel tanımlayıcı kod ve verilerin gönderileceği alan adı bilgileri bir defaya mahsus kaydedildikten sonra gerekli veri akışı sürekli sağlanmaktadır.



Şekil 4.20. Android tabanlı nesne takip mobil uygulaması

4.3.1. Proje veritabanı yapısı

Hareket halinde olması veya durağan halde bulunması önemli olmayan ama sürekli konum bilgileri alınan nesnenin takip işlemlerinde kullanılmak üzere bu bilgilerin sürekli saklanması gerekmektedir. Günümüzde bu konum verilerinin sunucu kasılmalarının önlenmesi için en fazla bir aylık süreçlerde tutulduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise en iyi sonucu en ucuza mal etmek baştan beri planlandığından veritabanı yönetim sistemleri arasında hızlı performanslı, çok kullanıcısı bulunan ve tavsiye edilen MySQL veritabanı tercih edilmiştir. Alınan tüm konum verilerini üzerinde muhafaza eden MySQL testler sırasında başarılı geri dönüşleri ile çalışmamız için doğru bir seçim olduğunu kanıtlamıştır.

Gerçek zamanlı nesne takip sistemimizde önemli etkiye sahip bu bileşen kendisine gönderilen anlık verileri tüm tablolara sorunsuz kaydetmektedir. İstenildiğinde de bu verilerin kullanılmasında herhangi bir sıkıntı yaşatmamaktadır.

Böylece hem gerçek zamanlı takip işlemleri için gerekli olan veri elde edilip kullanılmış hem geçmişe dönük takip işlemlerinde istenilen zaman aralığındaki veriler alınıp kullanılmıştır. Ayrıca Güvenli Bölge ve bilgilendirme protokollerinin tüm iş ve işlemeleri sorunsuz çalıştırılabilmiştir.



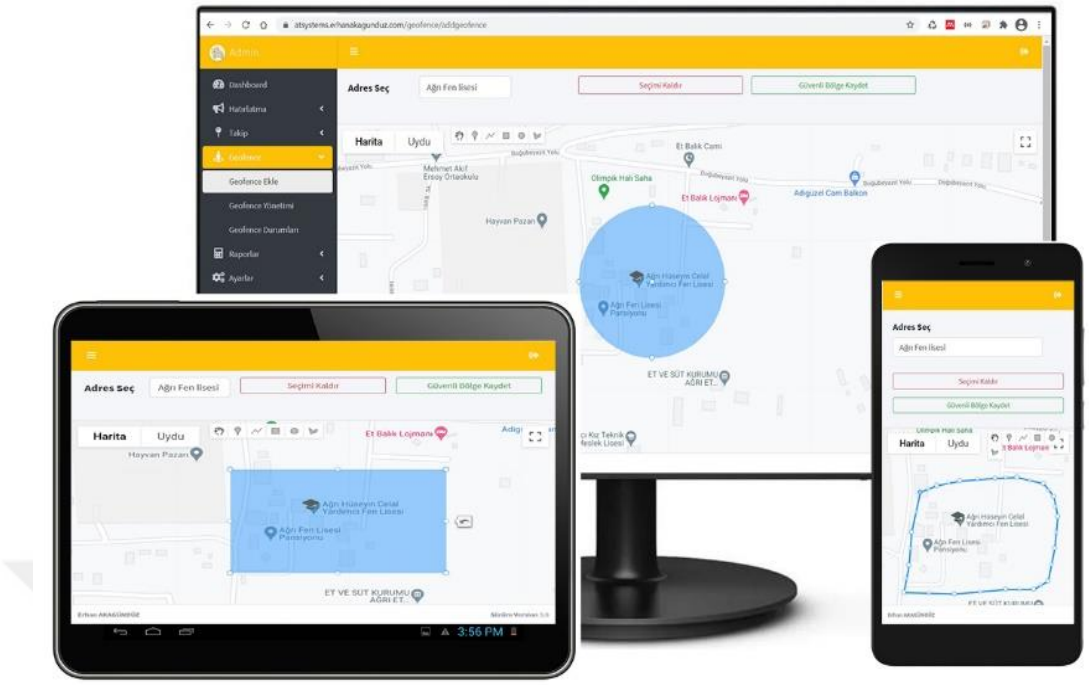
	id	time	object_id	latitude	longitude	altitude	bearing	accuracy
Edit Copy Delete	1	2021-01-21 02:06:01	1	38.50354	43.396409	1753.5999755859375	1	14
Edit Copy Delete	2	2021-01-21 02:06:15	1	38.5035551	43.3964019	1755.4000244140625	1	14
Edit Copy Delete	3	2021-01-21 02:06:30	1	38.5035511	43.3964013	1755.4000244140625	1	16
Edit Copy Delete	4	2021-01-21 02:06:40	1	38.5035628	43.3964378	1755.4000244140625	1	19
Edit Copy Delete	5	2021-01-21 02:06:50	1	38.5035488	43.396403	1755.4000244140625	1	16
Edit Copy Delete	6	2021-01-21 02:07:00	1	38.5035626	43.3964097	1755.4000244140625	1	17
Edit Copy Delete	7	2021-01-21 02:07:10	1	38.5035427	43.3963976	1753.5999755859375	1	13
Edit Copy Delete	8	2021-01-21 02:07:20	1	38.5035461	43.3963988	1755.4000244140625	1	20
Edit Copy Delete	9	2021-01-21 02:07:30	1	38.5035462	43.3963919	1755.4000244140625	1	20
Edit Copy Delete	10	2021-01-21 02:07:40	1	38.5035582	43.3964173	1755.4000244140625	1	20
Edit Copy Delete	11	2021-01-21 02:07:50	1	38.5035518	43.3963989	1753.5999755859375	1	16
Edit Copy Delete	12	2021-01-21 02:08:01	1	38.5035485	43.3964049	1755.4000244140625	1	19
Edit Copy Delete	13	2021-01-21 02:08:12	1	38.5035418	43.3963995	1755.4000244140625	1	16
Edit Copy Delete	14	2021-01-21 02:08:22	1	38.5035536	43.3964306	1753.5999755859375	1	20
Edit Copy Delete	15	2021-01-21 02:08:32	1	38.5035505	43.3963996	1755.4000244140625	1	19

Şekil 4.21. Konum bilgilerinin veritabanında kaydedilmesi

4.2.2. Güvenli bölgenin belirlemesi

Güvenli Bölge diye belirttiğimiz ve Geofencing olarak bilinen işlemler için gerekli ön araştırma sürecinde yapılan işlemler değerlendirilmiştir. Kullanılan harita altlıklarından yazılım dil teknolojileri irdelenmiş ve en güncel olan yapılar arasında çalışmamız için en iyi olacağını düşündüğümüz geliştirilme yapılmıştır. Anlam olarak bulunulan coğrafi yerin farkında olma durumu olan geofencing, dünya üzerinde istenilen bir yerin sınırlarının işaretlenmek istendiğinde bunu fiziksel olarak değil de yazılımsal olarak yapabilme olarak tanımlanmaktadır. Bir coğrafi alana ait enlem, boylam ve dünyaya ait yarıçap bilgileri ile sanal ortamdaki harita üzerinde istenilen yere sanal olarak çit çekme veya etrafını örme olarak da ifade edilmektedir. Ayrıca literatürde bir diğer anlamı ise enlem, boylam ve yarıçap değişken verileri ile gerçek dünya üzerindeki bir alanın bilgisayar ortamında sanal olarak işaretlenerek kullanılması olarak da belirtmek mümkündür (Özdemir, 2019).

Geofencing olarak belirtilen bu özelliği kendi çalışmamız için evirerek istediğimiz takip işlem adımlarının bu şekilde yapılması için gerekli olan programlama yapılmıştır. Daha çok okula giden öğrenciler düşünülerek hazırlanan nesne takip işlem bölümünde ailelerin kendi çocuklarının okula gidişleri, okulda bulunma sürecini ve okuldan eve dönüşlerini ister gerçek zamanlı ister geçmişe dönük takip etmeleri sağlanmıştır. Bunun yanında öğrencilerinin okulda bulunması gereken zaman diliminde öğrenci herhangi bir sebepten dolayı okul sınırları dışına çıktığında uygulamanın Güvenli Bölge durumu için hazırlanmış altyapısı işlerlik kazanarak gerekli bilgilendirme protokollerini devreye almaktadır. Nesnelerin İnterneti tabanlı geliştirilen Güvenli Bölge takip işlemleri yine herhangi bir müdahale gerek kalmadan IoT ekosistemine dâhil olan mobil uygulama, sunucu ve web uygulama bileşenleri arasında sürekli iletişim halinde bulunma, istenmeyen durumlar gerçekleştiğinde ilgilileri bilgilendirme ve güvenlik zafiyetlerinin önüne geçilmesini sağlama işlemlerini yapmaktadır. Kullanıcı olarak belirtebileceğimiz ebeveyn, kendi öğrencisi için masaüstü, tablet veya telefon aracılığıyla geliştirilen duyarlı web yapıda bulunan web uygulaması üzerinden kendi öğrencisi için bir alan belirler ve bu alanın etrafını sanal bir çit ile çevirir. Böylece öğrenci, velisi tarafından kalması istenen sınır içerisinde kalarak güvenliğini riske edecek herhangi bir eylemde bulunmaz. Okuldan ayrılarak oyun ve eğlence yerlerine okul saatlerinde gitme alışkanlığına her öğrencinin potansiyel olarak sahip olduğu düşünüldüğünde çalışmanın yerindeliği bir kez daha kesinleşmiş olmaktadır.



Şekil 4.22. Güvenli bölgenin 3 farklı cihazdan seçilmesi

Tasarlanarak gerçek zamanlı olacak yapıda nesne takip işlemlerinin gerçekleştirilmesi için geliştirilen nesne takip sistemi marka ve model fark etmeksizin tüm güncel yazılıma sahip ekran boyutlarıyla tam uyumlu çalışacak biçimde tamamlanmıştır. Bu ekran boyutlarında Güvenli Bölge belirleme işlemlerinin yapılmasına da olanak sunulmaktadır. Yukarıda şekilde Geofencing işlemlerinin üç farklı ekran tipi cihazda ve üç değişik ekran boyutunda seçilme durumu gösterilmiştir. Yapılan işlemler sadece tek bir nesne için geçerli olmamaktadır. Sistem birden fazla nesneyi aynı anda takip edebilme özelliğine sahip olduğundan birden fazla nesne için geofencing işlemleri yapılabilmektedir. Bu durum hem web uygulama altyapısında hem de veritabanı üzerinde çok yönlü işlem yapmaya elverişli olacak yapıda geliştirilmiştir. Böylece tek uygulama ile çok fonksiyonlu işlem yapılabilmektedir.

4.2.3. Güvenli bölge sınırı aşıldığında bilgilendirme işlemi

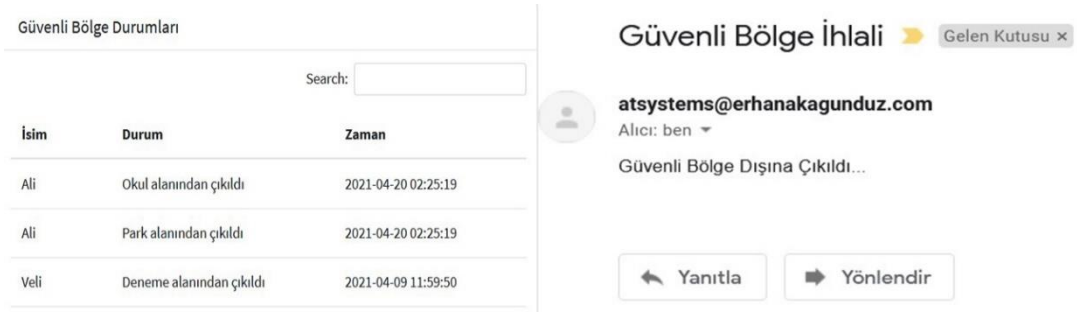
Gerçek zamanlı ve anlık olarak nesne takip işlemlerinin yürütülmesi için tasarlanan nesne takip sistemi üzerinde Geofencing (Güvenli Bölge) işlemlerinin de takip edilebilmesi sağlanmıştır. Böylece takip edilen nesne Güvenli Bölgeden

ayrıldığında kullanıcı anında haberdar edilmektedir. Yapı bunun üzerine inşa edilmiştir. Kullanıcının yani takip edenin takip edilen hakkında bilgilendirme işlemleri de kendi içerisinde bölümlere ayrılmış ve arka planda detaylandırılmıştır.

- Adım bir, güvenli bölge sınırlarını ihlal ederek dışarı çıkan nesne için web uygulamanın anasayfa arayüzünde ayrılmış olan bir alanda gerekli bilgilendirmenin anında yapılması ve bu bilgilendirmenin sürekli olarak buradan kalarak takibinin sağlanmasıdır.
- Adım iki de kullanıcı yani takip edene ait elektronik posta üzerinden anlık bilgilendirme e-postasının gönderilmesidir. Böylece önceden geliştirici tarafından hazırlanan bir uyarı metni takip sistemi tarafından tetiklenerek mail sunucusu üzerinden ilgili kullanıcıya gönderilir.
- Son bilgilendirme adımında ise eğer istenirse kullanıcıya ait cep telefon numarasına kısa mesaj yoluyla (SMS) da Güvenli Bölgeden ayrıldığına dair bilgi verilmektedir.

Bu proje için gerekli olan işlemlerin yapılması için ve tüm durumların internet üzerinden her yerde takip edilebilmesi sebebiyle bir alan adı ve buna bağlı bir mail sunucu hizmeti satın alınmıştır. Böylece proje için 10 ayrı mail adı açılarak kullanılabilmektedir. Bu sebeple çalışma içerisindeki Güvenli Bölge ihlal durumunda yapılacak olan bilgilendirme işlemleri için yukarıda belirtilen ilk iki seçenek kullanılmıştır. Web panel üzerinde bilgilendirme web uygulama ile alakalı olup burada mail sunucusu kullanılmamıştır. Belirtilen durum gerçekleştiğinde kodsal olarak ekrana bilgi basılmaktadır. Altyapı bunu yapacak biçimde programlanmıştır. İkincisinde ise kullanıcıya ait veritabanında kayıtlı bulunan mail adresine yine Güvenli Bölge ihlal durumunda anlık olarak e-posta mail sunucusu üzerinden gönderilmektedir (Akagündüz ve Aydilek, 2021).

Aşağıdaki Şekil 4.23'te bu iki duruma ait bilgilendirmeler görsel olarak verilmiştir.



Şekil 4.23. Panelde ve e-postada güvenli bölge ihlal bilgilendirmesi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Yenilikçi yazılımların kullanıldığı gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip sisteminin geliştirildiği bir proje tasarlanmıştır. İnovatif bir çalışma olması için gerekli olan güncel teknolojiler üzerinde işlem yapılmaya gayret gösterilerek iki parça sök tak işlemi ve elde bulunan ucuz ekipman ile günümüz teknolojisini içerisinde canlı olarak sunan bir tasarım yapılmıştır. Veri seti için öncelikle elde etme ve daha sonra ise saklayıp bu verileri istenildiğinde kullanmak üzere ön hazırlıklar, kodlamalar ile yapılmıştır. Uydular ile haberleşerek elde ettiği bilgileri üç tane pin bağlantısı ile Raspberry Pi üzerinden kullanımımıza sunan GPS modülü sayesinde gerekli konum ve diğer bilgilere erişilmiştir. Gerçek zamanlı ve anlık olacak şekilde hareket halindeki araç veya nesne takip işlemleri için oluşturulan takip kiti Raspberry Pi, GPS modülü, PowerBank ve internet bağlantısından oluşmaktadır. Arduino ile yapılan benzer çalışmalar ile kıyaslandığında daha az donanım bileşeni kullanılarak daha fazla sonuç elde edildiği görülmektedir. Sadece gerçek zamanlı hareket halindeki araç takibi yapılmamış bu araca ait hız bilgisi anlık olarak alınmıştır. Bununla birlikte geçmiş zamana dönük istenilen tarih aralığında gezilen yerlerin harita üzerinde gösterilmek suretiyle raporlanması sağlanmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak Raspberry Pi kullanımı tercih edilmiştir. Uydulardan konum verileri ise yine diğer çalışmalardan farklı olarak GLONASS uydularından alınmıştır.

Sunucu üzerindeki veritabanına veriler takip sistemi için hazırlanan takip kitinden önceden belirtilmiş olan süre zarfında gönderilmektedir. Takip kitine enerji vermek için PowerBank kullanıldığı gibi araç içindeki USB portundan da beslenerek çalışabilmektedir. Uzak sunucu kendi üzerinde sakladığı bu verileri, bu sistem için geliştirilmiş olan web uygulaması için sürekli olacak şekilde hem anlık hem de geçmişe dönük kullanıma sunmaktadır. Tüm takip sistem işlemleri özel olarak İçerik Yönetim Sistemi çatısı altında kodlanmıştır. Bu çalışmanın altyapısı birden fazla hareket halindeki araç veya nesnenin gerçek zamanlı olacak şekilde takip edilmesi

işlemlerini sağlayacak biçimde tasarlanmıştır. Takibi yapılacak her araç veya nesne için bir ikon belirlenmiştir. Böylelikle takip edilecek hareket halindeki araç veya nesne için harita üzerinde özel tanımlanan bir ikon belirmektedir. Bu ikon üzerine tıklandığı zaman hız, tarih ve saat bilgileri bir açılır pencere (pop-up) ile gösterilmektedir. Kullanıcı kendi zaman kıyaslamasını da böylelikle sistem ile karşılaştırabilmektedir. Aynı zamanda hangi kullanıcının hangi cihazı kullanacağı bilinmediğinden dolayı tüm cihazların ekran boyutlarıyla tam uyumlu çalışacak biçimde web uygulama geliştirilmiş olup takip sistem yapısı Bootstrap 4 ile güçlendirilmiştir. Ayrıca bu yapı daha güçlü ve sağlam olması için JavaScript ve JQuery ile dinamikleştirilmiş olup Ajax yapısı sayesinde veri çekme işlemleri günümüz modern teknolojik düzeyine çıkarılmıştır.

Gerçek zamanlı araç veya nesne takip sisteminin tüm işlemleri geliştirilen web uygulamasının ara yüzündeki yönetim panelinde yapılmaktadır. Yönetim Panelinin başlıca özellikleri;

- Araç ekleme, düzenleme ve silme işlemleri
- Sürücü ekleme, düzenleme, aktif ve pasif etme işlemleri
- Gidilecek yol güzergâhını belirleme ve sürücüye mail atma işlemleri
- Çalışan ekleme ve düzenleme işlemleri
- Yakıt takip ve yönetim işlemleri
- Hatırlatma ekleme, düzenleme ve silme işlemleri
- Gelir – gider takip ve yönetim işlemleri
- Gerçek zamanlı – canlı nesne takip işlemleri
- Geçmiş zamanlı nesne takip işlemleri
- Güvenli bölge belirleme, düzenleme ve takip işlemleri
- Kullanıcı ekleme ve düzenleme işlemleri
- Admin, editör ve kullanıcının kullanabileceği sayfa işlemleri

- Şifre işlemleri
- Bilgilendirmelerin yapılacağı mail işlemleri şeklinde sıralamak mümkündür.

Projenin geliştirilmesi HTML ve PHP programlama dilleri kullanılarak yapılmıştır. MVC yapısı kullanılarak; tüm veritabanı işlemleri Model altyapısından, kullanıcıya gösterilecek olan tüm işlemler View altyapısından ve veritabanı ile kullanıcı görünüm arayüzü arasındaki tüm işlemler ise Controller altyapısı üzerinden kodlanmıştır. Böylece kod karmaşıklığı ortadan kaldırılarak daha stabil bir kodlama ortamı üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca geliştirici tarafından belirlenen bir durumun oluşması halinde gerekli bilgilendirme protokolleri devreye alınarak ilgili yerlere bilgilendirme yapılması sağlanmıştır. Bu bilgilendirme şekilleri SMS, web panel veya e-Posta ile yapılabilmektedir.

Hareket halindeki araçlar ile yapılan gerçek zamanlı test sürüşlerinde hareket halindeki araca ait hız değerleri hem takip sistemi üzerinden hem de araç hız gösterge panelinden ölçülmüştür. Bu ölçümler yapılırken araç içinde sürücü dışında bir de sistem geliştiricisi bulunmaktadır. Sürücü sadece aracı sürmek ile ilgilenirken sistem geliştiricisi takip kitinin hazırlanması, hız bilgilerinin karşılaştırılması ve gerekli düzeltme notlarının alınması ile ilgilenmektedir. Bu süreç testlerin yapıldığı 3 farklı araçta da tekrarlamıştır. Bu çalışmalar esnasında otuzdan fazla hız testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların en iyi olması için sistem altyapı geliştirmesi optimize edilmiştir. Böylelikle yapılan testler sonucunda en iyi hız değerleri alınarak mukayese edilmiş ve ortalama mutlak hata oranı 0.13km/s olarak bulunmuştur.

Mobil tabanlı nesne takip sisteminde ise iletim bölümü farklı olmakla birlikte diğer iki bölüm olan sunucu ve takip sistemi bölümü Raspberry Pi takip işlemleriyle aynı web altyapısını kullanmaktadır. Mobil tabanlı takip sisteminde yapılan takip çalışmalarında elde edilen konum verilerinin harita üzerinde gösterilme işlemleri esnasında sapma hatası ile karşılaşılmıştır. Bu sapmaların beş metre ile yirmi beş metre arasında değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Bulunulan konumun baz istasyonuna yakınlığı sapma miktarında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun düzeltilmesi

için yani elde edilen gürültünün giderilmesi için Kalman Filtresi kullanılarak işlem düzeltmesine gidilebilir. Fakat bu çalışmada sapma oranları düşük olduğundan göz ardı edilmiştir.

Nesnelerin İnterneti tabanlı yapılan çalışmalar incelendiğinde her birinin farklı bir IoT mimarisi üzerinde geliştirildiği görülmektedir. Bu katmanlı yapılar ile ilgili yapılan çalışmaların halen devam ettiği bilindiğinden ve herhangi bir model standardının oluşmamasından dolayı bu çalışma için uygun olan katmanlı mimari yapısı olarak üç katmanlı mimari seçilmiştir. Seçilen bu üç katmanlı mimarinin ilk katmanı Algılama Katmanıdır. Geliştirdiğimiz gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip sisteminin algılama katmanında uydular ile GPS modülü iletişime geçerek haberleşirler. Böylece takibi yapılacak olan hareket halindeki araç veya nesnenin konum bilgileri net olarak elde edilir. Nesnenin dünya üzerinde bulunduğu yeri anlık ve gerçek zamanlı olarak bulunmasından sonra bu bilgiler yani konum verileri Ağ Katmanına aktarılır. Ağ Katmanı ilgili bilgilerin internet üzerinden taşınması gereken yere ulaştırıp teslim etmeden sorumlu bölümdür. Böylece uzak sunucuya veri taşınması işlemi gerçekleştirilir. Son katman ise tüm takip işlemlerinin gerçekleştiği, etkinin tepkiye dönüştüğü ve canlı takip ile geçmişe dönük takip işlemlerinin yapıldığı bölüm olan Uygulama Katmanıdır.

Geliştirilen gerçek zamanlı hareket halindeki araç veya nesne takip siteminde takibi yapılan nesnenin Güvenli Bölge içerisinde kalması önemlidir. Araç kiralama firmaları için düşünüldüğünde kiraya verilen aracın il dışına çıkması istenmiyorsa bu durum ilgili araç için belirlenir ve takip süreci bu haliyle işler. Bunun yanında istenen herhangi bir zamanda nesnenin harita üzerinde gerçek zamanlı olarak bulunduğu konumun takip edilmesi sağlanmıştır. Geçmişe dönük gezilen yerlerin görülmesi istendiğinde raporlama işlemi ise yine kullanıcı tarafından belirli zaman aralığının seçilmesiyle birlikte harita üzerinde araç veya nesnenin dolaştığı yerler çizilerek gösterilmektedir. Bu işlemler için gerekli olan tüm konum verileri GPS ile gerçek zamanlı olarak elde edilmektedir. Canlı takip işlemlerinde kullanılan konum verileri daha sonra geçmişe dönük takip işlemlerinde kullanılmak üzere uzak sunucuda bulunan veritabanı üzerinde saklı tutulmaktadır.

Duyarlı web yapıda (responsive) olacak biçimde geliştirilen çalışmamızın günümüz teknolojisini içerisinde canlı olarak barındırması için tüm iyileştirilmeler yapılmıştır. GPS üzerinden alınarak harita üzerine aktarılan konum verilerinden dolayı sayfa belirlenen süre zarfında yenilenmektedir. Bu durum göz rahatsızlığına sebep verdiği gibi çalışmanın tüm cazibesini de arka plana itmektedir. Bu sebeple gerekli düzeltmeler ilgili programlama dilleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ajax ile sayfanın değil de sadece araç veya nesneyi belirtir ikonun belirlenen süre de bir harita üzerinde yeni konumunun belirlenmesiyle hareket etmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte çalışma profesyonel bir boyuta ulaşmıştır. Takibi yapılan araç veya nesneyi ifade eden ikonun gerçek zamanlı (canlı takip) olarak harita üzerinde akması (yer değiştirmesi- ilerlemesi) yanında bu ikon üzerine tıklandığında takibi sağlanan hareket halindeki araca ait hız ve veritabanından çekildiği zaman bilgisi de açılır pencere (pop-up) üzerinden gösterilmektedir.

Projenin içerisinde üzerinde önemle durulan alanlardan biri de Güvenli Bölge işlemleridir. Duyarlı web yapıda olan web uygulamamız üzerinde Güvenli Bölge belirleme safhasında üç farklı türden seçim yapılması mümkündür.

- Bunlardan birinci belirlenmek istenen bölgenin dikdörtgen olarak otomatik seçilmesi özelliğidir.
- İkinci seçilecek alanın belirlendikten sonra daire olarak seçilmesidir. Bu durumda belirtilen alan daire olarak otomatik seçilir.
- Üçüncü Güvenli Bölge seçme işlemi ise harita üzerinde mouse yardımı ile istenilen yerlere tıklanarak seçim yapılmasıdır. Seçimin tamamlanması için ile tıklanan nokta ile son tıklanan noktanın aynı yer olması gerekmektedir. Böylece başlangıç ve bitiş noktası arasında kalan kısım seçilmiş olur.

Tüm sınır çizme, sanal çit çekme işlemlerinden sonra geriye kalan son durum ise bunun web uygulama tarafından sürekli kontrol edilmesidir. Güvenli Bölge seçmek istendiğinde sistemde kayıtlı bulunan hangi araç veya nesne için bu işlemin yapılması gerektiği de kayıt esnasında seçilmektedir. Bunun dışında bilgilendirme işlemleri de üç farklı şekilde yapılacak biçimde sistem tasarım geliştirilmesi yapılmıştır. Bu bilgilendirme yöntemleri aşağıdaki biçimdedir.

- Sınır ihlallerini web panelde gösterme
- Kullanıcıya ait e-posta adresine ileti gönderme
- Kişi cep telefon numarasına SMS gönderilmesidir.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, android tabanlı takip işlemlerinde Kalman Filtresi ile bulunulan konum düzeltmeleri yapılmamış ise Güvenli Bölge ihlallerinde yapılacak bilgilendirme işlemlerinde GPS modülünün sapma mesafesi hata oranının dikkate alınmasıdır. Böylece kod ortamında Güvenli Bölge için çizilen sınır konumundan uzaklaşma durumu belli bir metreyi aşmayacak şekilde belirlenmesi yanlış bilgilendirme yapılmamasını da sağlayacaktır.

5.2. Öneriler

Veri seti oluşturmak için gerekli olan ilk adım hız doğrulama işlemleri tamamlandıktan sonra hareket halindeki araçlardan gerçek zamanlı ve anlık olacak şekilde hız bilgileri elde edilerek uzak sunucu üzerinde yer olan veritabanında saklamak üzere kaydedilmiştir. Böylece ilerde yapılacak olan yeni çalışmalar için gerekli olan veri seti elde edilmiştir. Bu veri seti üzerinde çeşitli çıkarımlar yapmak için gerekli olan Makine Öğrenmesi Regresyon Yöntemleri uygulanabilir ve sınıflandırma ile kümeleme çıkarımları sayesinde istenilen bilgiler elde edilebilir.

Projenin Android tabanlı nesne takip işlemi ile Raspberry Pi tabanlı hareket halindeki araç veya nesne takip işlemlerinin tamamen mobil olarak çalıştırılması ve tüm işlemlerin bu mobil uygulama üzerinden de gerçekleştirilmesi için gerçek zamanlı ve anlık çalışan proje tamamen mobil hale getirilebilir.

KAYNAKLAR

AKAGÜNDÜZ, E., ve AYDİLEK, İ. B., 2021. IoT Takip Sistemi ile Güvenli Bir Bölge İçin Gerçek Zamanlı Sınır İhlallerinin Tespit Edilmesi. Modern Mühendislik Yöntemleri ve Uygulamaları. İksad International Publishing House, (pp. 29-56).

AKAGÜNDÜZ, E., ve AYDİLEK, İ. B., 2021. Gerçek Zamanlı Nesne Takibi için Düşük Hata Konum ve Hız Değerlerine Sahip Bir Sistemin Önerilmesi. Bilgisayar Bilimleri, 6(2), (pp. 56-71).

AKLEYLEK, S., KILIÇ, E., SÖYLEMEZ, B., ARUK, T. E., ve AKSAÇ, C., 2020. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Sağlık İzleme Sistemleri Üzerine Bir Çalışma. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(5), 80-89.

ALTINPULLUK, H., 2018. Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 94-111.

ASHTON, K., 2009. That 'Internet of Things' Thing. RFİD Journal.

BAYSAL, K., ÖZCAN, M., ÖZDÜVEN, F., ve BEYNEK, B., 2018. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Bir Sera Takip Sistemi. Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges), 8(2): 49-56

BOZDOĞAN, Z., 2015. Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarım. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce, 36s.

CAN, Ö., SEZER, E., BURSA, O., ve ÜNALIR, M. O., 2016. Nesnelerin İnterneti ve Güvenli Bir Sağlık Bilgi Modeli Önerisi. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 3-5 November 2016 (ISITES2016 Alanya/Antalya- Turkey).

CISCO INTERNET BUSINESS SOLUTIONS GROUP (IBSG), 2011. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. https://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cisco.com%2Fc%2Fdam%2Fen_us%2Fabout%2Fac79%2Fdocs%2Finnov%2FIoT_IBSG_0411FINAL.pdf&date=2017-01-30

ÇAVDAR, T., ve ÖZTÜRK, E., 2018. Nesnelerin İnterneti için Yeni Bir Mimari Tasarımı. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1), 39-48.

DANDIL, E., ve DEMİR, E., 2020. Gerçek Zamanlı Araç Hız Ölçümü ve Takip Sistemi Tasarımı. Journal of the Institute of Science and Technology, 10(1), 13-27.

DHUMAL, A., NAİKOJİ, A., PATWA, Y., SHİLİMKAR, M., and NİGHOT, M. K. 2015. Vehicle Tracking System Using GPS and Android OS. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET), 4(4), 1220-1224.

DOĞRU, A., ULUĞTEKİN, N., ve ÇELİK, R. (2006). Araç Takip Sistemleri ve Harita. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, (94), 19-25. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/hkmojjd/issue/53185/705625

ERCAN, T., ve KUTAY, M., 2016. Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3): 599-607.

ERKEN, E., 2018. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Uyku Takip Sistemi Tasarımı ve Gerçeklenmesi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 58s.

EUROPEAN SPACE AGENCY, 2011. GLONASS General Introduction. Navipedia, https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GLONASS_General_Introduction.

GHAFFARİ, S., MİMAN, M., ve KÜÇÜK, L., 2014. Nakliyat Araçları için Bir Araç Takip Sistemi, III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon.

GÖÇOĞLU, V., 2020. Kamu hizmetlerinin sunumunda dijital dönüşüm: nesnelerin interneti üzerine bir inceleme. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9(1), 615-628.

GÖRMÜŞ, S., AYDIN, H., ve ULUTAŞ, G., 2018. Nesnelerin interneti teknolojisi için güvenlik: Var olan mekanizmalar, protokoller ve yaşanılan zorlukların araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(4), 1247-1272.

GÜNDÜZ, M. Z., ve DAS, R., 2018. Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulamaları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 327-335.

GÜNEŞ, H., BİCAKCİ, S., ÇITAK, H., ÇORAMIK, M., ve EGE, Y., 2019. Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir Uygulama. 30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu, s.319-327.

HAPSARİ, A.T., SYAMSUDIN, E.Y., and PRAMANA, I., 2005. Design of Vehicle Position Tracking System Using Short Message Services And Its Implementation on FPGA. Proceedings of the 2005 Conference on Asia South Pacific Design Automation, ASP-DAC 2005, Shanghai, China, January 18-21, 2005.

HASAN, K. S., RAHMAN, M., HAQUE, A. L., RAHMAN, M. A., RAHMAN, T., and RASHEED, M. M., 2009. Cost Effective GPS-GPRS Based Object Tracking System. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009 Vol I IMECS 2009, March 18- 20, 2009, Hong Kong.

IRMAK, M. E., 2019. Makine Öğrenmesi Regresyon Yöntemlerinin Nesnelerin İnterneti Verilerine Uygulanması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 75s.

JAHAN, N., HOSSEN, K., and PATWARY, M. K. H., 2017. Implementation of a Vehicle Tracking System Using Smartphone and SMS Service. 4th

International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), 2017, pp. 607-612, doi: 10.1109/ICAEE.2017.8255429.

KAİTLİN, B., 2018. Survey finds security continues to be top priority in deploying IoT projects. https://451research.com/blog/1934-survey-finds-security-continues-to-be-top-priority-in-deploying-iot-projects.

KARAALİ, C., ve YILDIRIM, Ö., 1996. Global Konum Belirleme Sistemi (GPS). Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(2), 103-108.

KAYA, Ö., ve FISTIKOĞLU, O., 2018. GSM ve GPS Tabanlı Araç Takip ve Yönlendirme Sisteminin Geliştirilmesi. Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 2(1), 14-20.

KELEBEKLER, E., 2019. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Meteorolojik Veri Takip Sistemi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(1), 650-663.

KOCA, B., ve CEYLAN, A., 2018. Uydu Konum Belirleme Sistemlerindeki (GNSS) Güncel Durum ve Son Gelişmeler. Geomatik, 3(1), 63-73.

KOŞUNALP, S., ve ARUCU, M., 2018. Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Ulaşım. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 1(1), 1-7.

KÜÇÜK, K., ÇELİK, B., ve BAYILMIŞ, C., 2018. Nesnelerin İnterneti Teknolojileri ile Gerçek Zamanlı Okul Servisi ve Öğrenci Takip Sistemi Tasarımı. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4), s1211-1223.

KÜÇÜKSİLLE, E., ve KUŞCU, Ö., 2010. Mobil Cihazlar ile Çevrimiçi Araç Takip Sistemleri. TÜBAV Bilim Dergisi, 3 (1), 45-50.

LİU, Z., ZHANG, A., and Lİ, S., 2013. Vehicle anti-theft tracking system based on Internet of things. Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, Dongguan, China, 2013, pp. 48-52.

ORAL, O., ve ÇAKIR, M., 2017. Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 172-177.

OYUCU, S., ve POLAT, H., 2016. Bir Bütün Olarak M2M ve IoT Güvenliği. 9. Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı (ISCTurkey 2016), Ankara, Türkiye.

ÖZTÜRK, E., 2018. Nesnelerin İnterneti için Genel Amaçlı Yeni Bir Mimari Modelin Önerilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 116s.

SAFDAR, S., ZEB, A., KHAN, A., and KALEEM, Z., 2018. Android Based Vehicle Tracking System. EAI Endorsed Transactions on Energy Web 5(17):154447. DOI:10.4108/eai.10-4-2018.154447

SAZAK, T., ve ALBAYRAK, Y., 2017. Nesnelerin İnterneti (IoT) Üzerine Ortam Verilerini Toplayan ve Uzaktan Takibini Sağlayan Bir Sistem Tasarımı. AB2017 Akademik Bilişim Konferansı. XIX. Akademik Bilişim Konferansı 4-11 Şubat 2017. Aksaray / Türkiye.

SETHİ, P., and SARANGI, S. R., 2017. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. Journal of Electrical and Computer Engineering. Article ID 9324035, 25 pages, 2017. https://doi.org/10.1155/2017/9324035

SEVİNDİ, C., 2005. Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ve Coğrafya Araştırmalarında Kullanımı. Coğrafi Bilimler Dergisi, 3(1), 101-112.

SÖĞÜT, E., ve ERDEM, O. A., 2017. Günümüzün Vazgeçilmez Sistemleri: Nesnelerin Haberleşmesi ve Kullanılan Teknolojiler. 2017 Akademik Bilişim Konferansları (pp.1-8). Aksaray, Türkiye.

TURAK, Y., 2015. Nesnelerin İnterneti ve Güvenliği. http://www.yigitturak.com/wp-content/uploads/IoTGuvenligi.pdf.

ULAŞ, S., 2015. Nesnelerin İnterneti Ekosisteminde Makineler Arası Özerk İletişim. Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 105s.

UYSAL, E., ELEWİ, A., ve AVAROĞLU, E., 2020. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Park Sistemleri İncelemesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı:20, s. 360-366, Aralık 2020.

YILDIZ, F., ve KAHVECİ, M., 2019. GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori – Uygulama. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 280s.

YILMAZ, S. M., 2019. Nesnelerin İnterneti Cihazları için Kural Tabanlı Kontrol Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulaması. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 42s.

ZEYBEK, M., ve YILMAZ, E. N., 2019. Nesnelerin İnterneti: Risk Temelli Yaklaşım. Denetişim, 0(19), 73-88. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/ denetişim /issue /46331/585579