TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: GOLDENHORN

PROJE ADI: Hızlı Bilet Okuma Sistemi (HBOS)

BAŞVURU ID: 316955

PROJE KAPSAMI: KARA

İçindekiler

1. Proje Özeti……3
2. Problem/Sorun……3-4
3. Çözüm……4-5
4. Yöntem……5-6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü……7
6. Uygulanabilirlik……7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması……8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi- Riskler……9
9. Kaynaklar……10

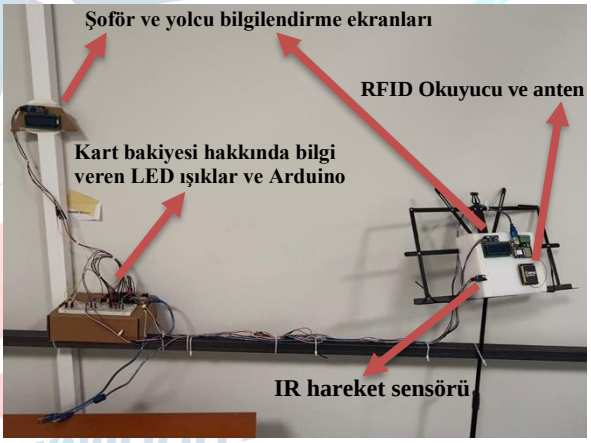
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Hızlı Bilet Okuma Sistemi (HBOS) projesinin amacı, dünyada ve Türkiye'de sürekli artmakta olan şehir nüfusları ve ulaşım ihtiyaçları nedeniyle toplu taşıma sırasındaki bilet okutma sürecini kısaltmak, kolaylaştırmak ve bu sayede zaman ve yakıt tasarrufu sağlamaktır.

Büyükşehirlerde insanlar toplu taşıma araçlarına binerken çok fazla efor ve zaman kaybı yaşamaktadır. Belirtilen sorunlara getirilen klasik çözümlerden olan ödeme sistemleri (NFC kart, Kâğıt bilet, Akbil, vb.) günümüzde bu sorunlarla verimli bir şekilde tam olarak başa çıkamazken bu sistemlerin 2050'lerde beklenen 10 milyar üzerindeki dünya nüfusunun ihtiyaçlarını [8] hiçbir şekilde kaldıramayacağı açıkça görülmektedir. HBOS projesi ile, bir taraftan toplu taşımayı kullanan insanların konforu arttırılırken, diğer taraftan efor ve zaman kaybı düşüncesiyle toplu taşıma kullanmayan insanların da toplu taşıma kullanmaya teşvik edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu proje kapsamında trafik, zaman, yolcu-şoför anlaşmazlıkları, gereksiz yakıt sarfiyatı problemleri istatistiksel veriler aracılığıyla araştırılmıştır Bu çözüm için uygulanacak ana yöntem olan RFID sisteminin tasarımı ve tüm sistemin yazılım ve donanımı (C#, Ardunio, RFID Okuyucu) ayrıntılı olarak ilerleyen maddelerde verilmektedir. Öncelikle projenin mevcut sistemlerden farklı olan inovatif yönleri anlatılacak ve daha sonra gerçek otobüs iskelet prototipi ve HBOS yazılımı üzerinden projenin uygulanabilirliği gösterilecektir. Ayrıca uygulanabilirliğin gösterilmesi için üretilen prototip ve donanım maliyetleri, proje geliştirilirken sistemli şekilde tutulan proje planlaması, HBOS projesi hedef kitlesi ve projenin olası risklerinden bahsedilecektir. Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de sistem elemanları gösterilmektedir.

Şekil 1.1 Sistem Elemanları Yerleşimi



Şekil 1.2 Sistem Elemanları Yakın Görünümü

2. Problem/Sorun:

Günümüzde akıllı ulaşım projelerinin temel geliştirilme sebebi gelecekte oluşacak yoğun nüfus ve ulaşım problemlerine çözüm aramaya yöneliktir. Bu problemlerin en büyük etkenlerinden biri olan toplu taşıma araçlarının yıllardır kullanılan klasik ödeme sistemlerinde her yolcu araca binince cüzdanından veya çantasından önce kartını çıkarmakta ve sonra okuyucuya el ile okutarak yerine geçmektedir. Bu klasik ödeme sistemleri yüzünden trafiğin yavaşlaması, özellikle yoğun saatlerde hemen her durakta araca binme kuyrukları oluşturması ve zaman kaybına neden olması, aracın bir günlük mesaisinde yapabileceği toplam sefer sayısının azalmasına, gereksiz yakıt tüketimine ve toplu taşıma aracının beklerken rölantide geçirdiği sürede egzoz nedeniyle gereksiz karbon salınımına neden olmaktadır. Aynı zamanda toplu taşıma araçlarının mobil uygulamalarda duraklara olan yakınlık sürelerinin de güvenilirliği klasik ödeme sistemleri nedeniyle oluşan gecikmelerden dolayı oldukça azalmaktadır. Öte yandan, mevcut ödeme sistemlerinde şoför ile yolcular arasında daha fazla diyalog olduğu için sık sık yolcu-şoför çekişmeleri yaşanabilmektedir. Pamukkale Üniversitesinde yapılan bir istatistiksel araştırmaya göre [1] bir yolcunun toplu taşıma aracına biniş

süresi ortalama 4,23 saniyedir. Bu araştırmadan yola çıkarak hazırlanan karşılaştırma grafiğinde klasik ödeme yöntemi ile HBOS arasında yıllık tasarruf farkının sadece İstanbul ilinde **₺580.825.617** olduğu görülmektedir. Bu araştırmada farklı kaynaklardan derlenen verilere [3,4,5,6] göre yapılan yıllık tasarruf hesabı Şekil 2.1 ve Tablo 2.1'de görüldüğü gibidir;

Şekil 2.1 Yakıt Sarfiyatı Karşılaştırma Grafiği

Tablo 2.1 HBOS Yakıt Tasarruf Hesabı

	GERÇEK (min)	HBOS	GÜNLÜK FARK	YILLIK FARK
Şehiriçi Otobüsün durakta ortalama bekleme süresi *(dk)*	2	0.45		
Her bir otobüsün sefer başına ortalama durak sayısı *(adet)*	30	30		
Otobüs ve sefer başına toplam duraklarda bekleme süresi *(dk)*	60	14		
Belediye otobüsünün günde ortalama yaptığı sefer sayısı *(adet)*	8	8		
Bir otobüsün 15 sefer üzerinden günlük toplam duraklarda bekleme süresi *(dk)*	480	108		
İstanbul'daki toplam hizmetteki belediye otobüsü sayısı *(adet)*	3,039	3,039		
Belediye otobüslerinin İstanbul'da günlük toplam bekleme süresi *(saat)*	24,312	5,470		
1 otobüsün durakta rölantide çalışırken harcadığı ortalama yakıt miktarı *(lt/saat)*	3.67	3.67		
Günde beklemelerde harcanan yakıt miktarı *(lt)*	89,274	20,087	69,187	25,253,288
Günlük boşa harcanan yakıt bedeli *(TL)*	2,053,294	461,991	₺1,591,303.06	₺580,825,617.19

* *Yakıtın litre fiyatı 23₺ olarak hesaplanmıştır.*

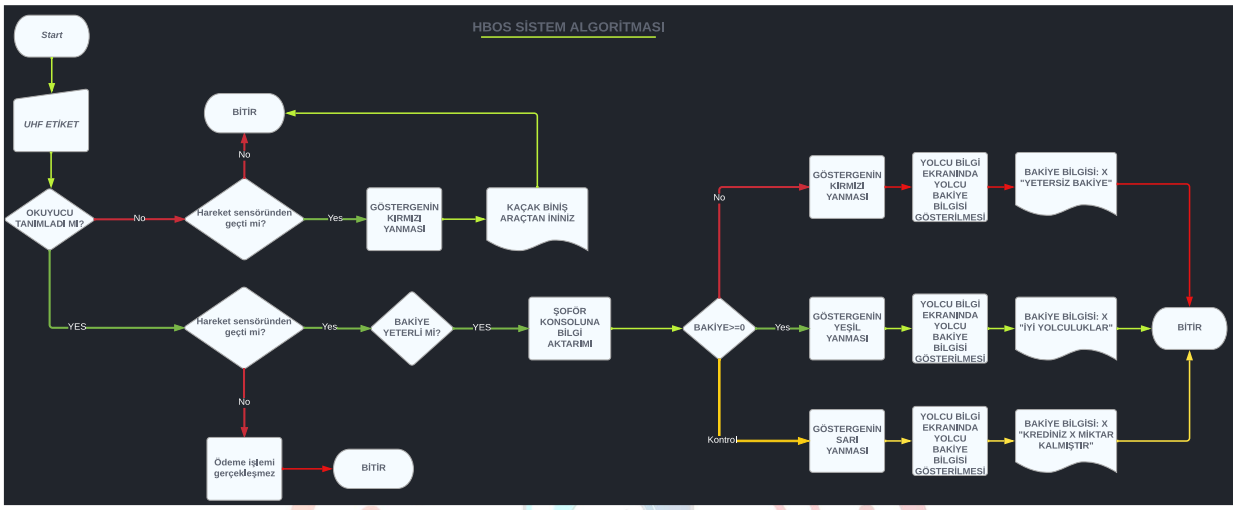
3. Çözüm

Haliç Üniversitesi GOLDENHORN ekibi ülkemizde ve dünyada on binlerce litre yakıt ve binlerce saat zaman israfına sebep olan mevcut toplu taşıma ödeme sistemleri (NFC kart, Kâğıt bilet, Akbil, vb.) yerine RFID teknolojisini kullanarak çözüm üretmeyi amaçlamıştır. HBOS tıpkı otoyollarda ulaşımı sağlamak için KGS'den HGS'ye yapılan geçiş gibi ödeme sistemlerinde insan faktörünü minimize etmek amacıyla RFID teknolojisini toplu taşıma ödeme sistemlerine entegre etmektedir. HBOS Projesi mevcut ödeme sistemlerine göre daha hızlı, ekonomik, mobil, güvenli, sürdürülebilir bir toplu taşıma ödeme sistemi sağlamaktadır.

HBOS sistemi temel olarak **RFID okuyucu**, **anten**, **iki adet LCD ekran**, **dört farklı renkte LED aydınlatma**, **Ardunio Mega**, **IR hareket sensörü** ve **pasif UHF etiket** elemanlarından oluşmaktadır. Bu sistemde yolcu toplu taşıma aracına bindiğinde çanta veya cüzdanında bulunan UHF etiket özelliğine sahip ödeme kartı bulunduğu yerden çıkartılmadan RFID okuyucu tarafından algılanarak ödeme gerçekleştirilmektedir. Sistemin çalışma sürecinde yolcu otobüse binip önce hareket sensörü aktive edildiğinde, RFID okuyucu UHF etiketi okumakta, daha sonra Ardunio mikroişlemcisi üzerinde yazılan kod ile yapılan bakiye sorgulamasından sonra Arduino üzerinde bakiyenin durumuna göre LCD ekranlarda yolcu ve şoför için aynı bilgilendirme mesajı gösterilmekte ve LED ışıklar ile de yolcular ve şoför bilgilendirilmektedir. Burada antenin amacı okuyucunun algılama mesafesini genişletmektir.

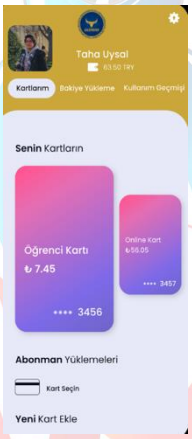
HBOS sisteminin mevcut ödeme sisteminden temel farkı toplu taşıma araçlarına biniş sürelerini azaltarak sefer sayılarını artırması, yakıt sarfiyatını azaltması ve aynı zamanda her türlü toplu taşıma aracına uygulanabilmesidir. Ödeme sistemi kullanıcıya dayalı olmayıp otomatik çalıştığı için toplu taşıma aracına kaçak biniş engellenmekte ve ayrıca yolcular ile araç sürücüsü arasındaki diyalog en aza indirgenmektedir. Aynı zamanda hareket sensörü geçildikten sonra RFID okuyucu tarafından herhangi bir UHF etiketin okunamadığı hallerde uyarı ışıkları yanmakta ve LCD ekranlarda kaçak geçiş uyarısı gösterilmektedir. Geliştirilen yazılım sayesinde bir yolcu bindiği toplu taşıma aracından inip başka bir toplu taşıma aracına binmediği sürece son ödeme yaptığı toplu taşıma aracında mobil uygulama üzerinde belirttiği ödeme sayısından fazla ödeme alınmamaktadır. Bu uygulama sahada her toplu taşıma aracının normalde sahip olacağı özel kodlu okuyucuların server

üzerinden haberleştirilmeleri sayesinde gerçekleştirilecektir. Sistem temassız ve fiziksel harekete gereksinim duymadan hızlı ödeme işlemini gerçekleştirmekte olup, böylece mobil uygulamalardaki aracın tahmini varış süresine olan güven de artırılmaktadır. Sistemin işleyiş algoritması Şekil 3.1'deki gibidir. İlaveten HBOS mobil uygulaması üzerinden yolcu yanındaki RFID etikete sahip olmayan misafir sayısına göre ödeme miktarını arayüz uygulaması sayesinde artırıp azaltabilmektedir (Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4).



Şekil 3.1 Sistem Çalışma Algoritması

Şekil 3.2 Mobil Uygulama Arayüz 1



Şekil 3.3 Mobil Uygulama Arayüz 2

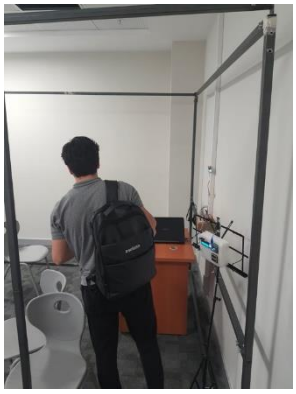
Şekil 3.4 Mobil Uygulama Arayüz 3

4. Yöntem

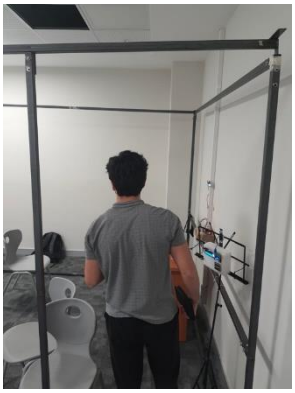
GOLDENHORN Proje Ekibi yukarıda belirtilen problemler ve ilgili çözümünü sunduğu yönteminde haberleşme sistem teknolojilerini kullanmıştır. Bu sistem teknolojisini alt ana başlıklar halinde inceleyecek olursak bunlar; sistem mekanik entegrasyonunun yapılacağı şehir içi otobüs yolcu biniş kısmı iskeleti, elektronik tasarım, yazılımsal geliştirme ve sistem tasarım simülasyonu olarak dört alt ana başlığa ayrılmaktadır.

İlk başlığımız olan sistem mekanik montaj entegrasyonu tasarımı kabaca günümüzde kullanılan gerçek otobüs binme mahalli ölçülerine göre hazırlanmıştır. Bu mekanik entegrasyon tasarımı, sistem tasarım simülasyonunu her yerde rahatlıkla gösterebilmek amacıyla cıvata ve somunlarla sökülüp takılabilen 30x30 demir profillerden hazırlanmıştır.

Sistem tasarım simülasyonu ise yöntemin ana başlıklarından olan elektronik tasarım ve yazılımsal geliştirmenin biniş mahallinde en optimize şekilde pozisyonlanmasıdır. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de bu yerleşim planına göre yolcu kartı sırt çantası ve el çantası içinde olarak araca binen bir yolcu tasvir edilmektedir.

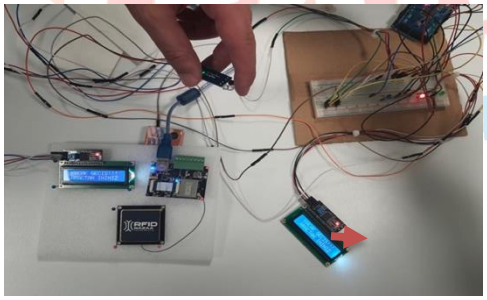


Şekil 4.1 Sırt Çantası İle Biniş Testi

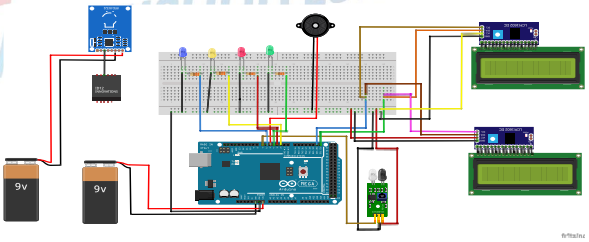


Şekil 4.2 El Çantası İle Biniş Testi

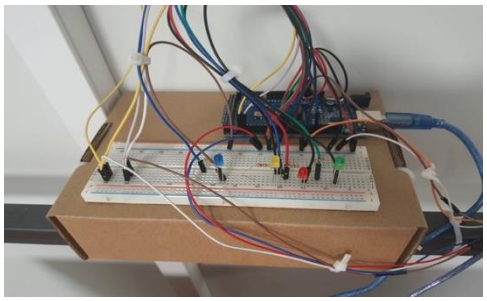
Sistem tasarım simülasyonunun ana bileşenlerinden birisi olan elektronik bileşenlerin ilki ise RFID okuyucudur. Transit geçişin önemli olduğu diğer sektörler incelenerek bu sektörlerde (envanter depolama, ürün yönetimi, otoyollar, vb.) güvenilirliği yüksek olan RFID teknolojisinin bu projede kullanılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla tüm ortam şartlarına dayanıklı **RX_4 RFID** okuyucu kullanılmıştır. Bu RX_4 okuyucunun özelliği 902~928MHz frekans aralığında çalışmasıdır. Aynı zamanda okuyucuya entegre olarak 2dbi seramik anten kullanılmıştır. Bu modül yolcunun etiketini çıkarmadan transit geçiş yapması için tasarlanmıştır. Bir diğer elektronik bileşen ise **Arduino Mega** adlı programlama platformudur. Bu mikroişlemci, okuyucu modülden gelen verileri yolcu ve şoförü bilgilendirme amaçlı yerleştirilen **2 LCD ekrana** ve 4 farklı renkteki (sarı, kırmızı, yeşil ve mavi) **LED aydınlatmalara** iletmektedir. Sistem sürecinin güvenli olarak sağlanabilmesi için yerleştirilen **IR hareket sensörü** ise etiketi algılanan yolcunun toplu taşıma aracında olduğunu anlayabilmek ve toplu taşıma aracına etiketsiz binen yolcuların tespiti için kullanılmıştır. Kaçak geçiş Şekil 3.1'deki sistem algoritmasında gösterilmiştir. Sistemde kullanılan 12x8,5mm ölçülerindeki **buzzer mini hoparlör** ile geçiş hem görüntülü hem de sesli olarak belirtilecektir. Ayrıca kullanılan mavi LED ise IR hareket sensöründen geçen yolcu sayısının sistem tarafından sayıldığını belirtmektedir. Yapılan testlerde haberleşme teknolojisi kullanılarak okuyucunun veri iletiminin istenilen ihtiyaçları karşılayabilecek kaliteye sahip olduğu ve biniş sürelerini nispeten çok daha düşük sürelere düşürdüğü gözlemlenebilmektedir. Şekil 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da sistem detayları verilmektedir.



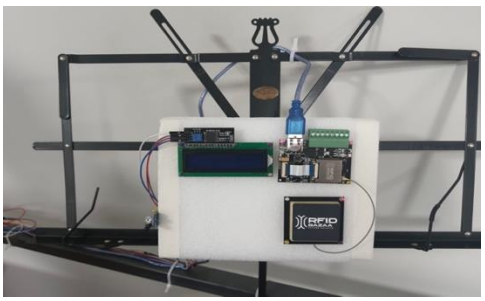
Şekil 4.3. Kaçak Geçiş Simülasyonu



Şekil 4.4. Komple Sistem Şeması



Şekil 4.5 Breadboard Bağlantıları



Şekil 4.6 Yolcu Paneli

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Günümüzde toplu taşıma araçları çeşitli ödeme yöntemlerine sahiptir. Ülkemizde en sık görülen, aynı zamanda var olan en güncel sistem konumundaki ödeme sistemi NFC kart ve validatörden (kartın okutulduğu cihaz) oluşan sistemdir. Bu sistemde kart validatöre 5cm'nin altında bir mesafede tutularak ödeme işlemi yapılmaktadır. İstanbul'da kullanılan toplu taşıma araçlarının "Elektronik Ücret Toplama Sistemi"nin kurucusu olan BELBİM'in validatör tanımı ise *"Tanımlanmış parametrelere göre etkileşimde bulunduğu elektronik karta geçerlilik kontrolü yapan, belirlenen tarife miktarınca tahsilat yapan, yaptığı işlemlerin sonucunu kayıt altına alan ve gelişmiş kullanıcı (yolcu ve şoför) ara yüzüne sahip akıllı cihazdır"* şeklindedir. Yolcunun kartını çıkartıp validatör cihaza göstermek için harcadığı süre pek çok olumsuzluk doğurmaktadır. Bu sistem farklı isimler fakat aynı çalışma prensipleriyle ülkemizin dört bir yanında kullanılmakta ve zaman ve yakıt israfına sebebiyet vermektedir. HBOS projesini bu sistemlerden ayıran en temel özellik ise ödeme sürecindeki insan müdahalesini ortadan kaldırarak duraklama ve bekleme sürelerini tarihe karıştırmasıdır. Proje çerçevesinde yapılan araştırmalara göre toplu taşımalar için bu şekilde transit bir geçişi sağlayabilecek herhangi bir projeye rastlanmamıştır. Bu açıdan HBOS ülkemizi bu alanda öne çıkaracak bir projedir.

HBOS'nin en yenilikçi yönü yolcu veya şoför tarafından herhangi bir fiziksel harekete ihtiyaç duymadan doğrudan ödemeyi güvenli yazılımlar ile gerçekleştirebilmesidir. Böylelikle toplu taşıma araçlarında olan insan kaynaklı kalabalık ödeme kuyruklarının önüne geçilebilecektir. Ayrıca toplu taşıma aracının dinamik verilerinin (anlık yolcu sayısı, koltuk sayısı, vb.) mobil uygulamada diğer duraklarda bekleyen yolcuların bilgisine sunulması da sistemin diğer bir inovatif yönüdür. Günümüzde Amazon (AmazonGO), Ulaştırma Bakanlığı (HGS, OGS), vb. birçok şirket RFID sistemlerini inovatif bir şekilde bu türden sorunları çözmek için kullanmaktadırlar. Sistem elemanları dışında projenin somut (elektrik devre şemaları, yazılım, donanım tasarımı) gereksinimleri %100 olarak Proje Ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Öte yandan, sistem elemanları olan okuyucu, anten, pasif UHF etiket ülkemizde kendi mühendislerimiz tarafından yerli ve milli olarak üretilebilmektedir. Genel tasarım ve yaklaşımı olarak HBOS **dünyada ilk kez** gerçekleştirilecek olan bir toplu taşıma sistemi ve uygulamasıdır.

6. Uygulanabilirlik

Ticarileştirme aşaması sırası ve sonrasında HBOS sisteminin seçilecek güvenli ve uygun bir pilot bölgede toplu taşımaya sunulup daha kapsamlı test sonuçlarının elde edilmesi ve sistemin bir bütün olarak güvenirliliğinin daha da artırılması hedeflenmektedir. GOLDENHORN Ekibinin yaptığı araştırmada Şekil 2.1 ve Tablo 2.1'de verilen verilere göre sadece İstanbul'da gereksiz harcanan **₺580.825.617**'nin tasarruf edilmesinin rahatlıkla mümkün olduğu görülmektedir. Toplu taşıma sektöründeki ilgili paydaşlarla yapılacak iş birlikleri ve alınacak olumlu geri dönüşler ile geliştirilmiş olan sistemin günümüzde rahatlıkla ticari bir ürüne dönüştürülebilir olduğu düşünülmektedir. 9. Bölümde de detaylı olarak anlatıldığı üzere HBOS projesinin ticarileştirilmesi sırasında oluşabilecek riskler ise şunlardır: Ödeme sürecine henüz uyum sağlayamayan yolcuların RFID etikete sahip olmaması yüzünden toplu taşıma araçlarını kullanamaması, RFID etiket taşımadan kaçak geçiş ile toplu taşıma aracını kullanmaya çalışan yolcular, sisteme dışarıdan siber saldırı durumu, yolcunun etiketini yüksek düzeyde parazit yapabilecek bir yere yerleştirerek okuyucunun algılamasını olumsuz etkilemesi, okuyucunun toplu taşıma aracının sefer saatleri arasında bozulması. Bu riskler için farklı senaryolar tasarlanmıştır.

HBOS Sistemi prototip testinin videosunu izlemek için **tıklayınız.**

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

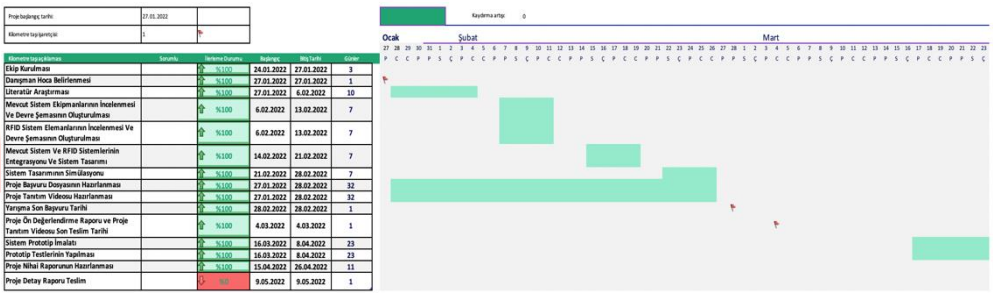
HBOS Projesinin tahmini bütçesi beyaz ve mavi yaka işçilikleri hariç toplam ₺7,753.81'dir. Prototipin toplam maliyeti Tablo 7.1'de sıralı bir şekilde elektronik tasarım, yazılım bileşenleri ve mekanik aksam olmak üzere ayrı ayrı gösterilmiştir. HBOS projesinin tek sistemi için ilk kurulum maliyeti ₺7,753.81 iken bu rakama ilaveten bakım ve muhtemel parça değişim masraflarının da ekleneceği dikkate alınmalıdır.

Piyasada hali hazırda toplu taşımalarda kullanılan sadece validatör cihazların ortalama fiyatları 300-500 $'dır. Üstüne ilave gelen diğer elektronik aksam fiyatları da düşünüldüğünde HBOS projesinin daha kârlı olacağı anlaşılmaktadır. Fakat HBOS sisteminin tahmini bütçesi ilk prototip maliyetini gösterdiği için seri üretime geçildiğinde daha büyük kârlılığı yakalayacağı düşünülmektedir. Bununla beraber doğrudan doğruya otobüs gibi toplu taşıma araçlarına monte edilecek gerçek uygulama sistem prototipi için ilave yatırım ve sistem elemanları gerekeceğini de belirtmekte yarar vardır. Yine de işletmeci kuruluşlar tarafından yapılacak olan zaman ve yakıt tasarrufunun büyüklüğü dikkate alındığında, sistem maliyeti adeta ihmal edilebilir düzeyde olup, sistemin kendisini çok kısa sürede amorti edebileceği rahatlıkla söylenebilir.

Tablo 7.1 HBOS Sistem Maliyet Hesabı

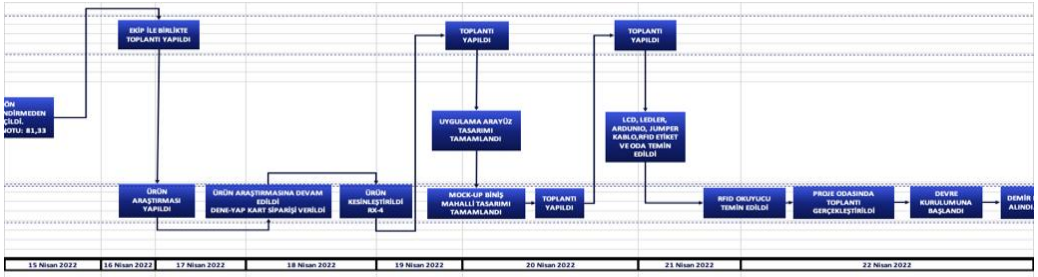
No	Adı	Özelliği	Adedi	Açıklama	Fiyat
1	RFID Okuyucu Modül Geliştirme Seti	RX-4	1	1.5 dbi anten (max 1.5 metre)	₺ 4.000,00
2	Arduino Mega	2560 R3 (Klon)	1	Ana mikroişlemci	₺ 332,06
3	Buzzer mini hoparlör		1	Hoparlör	₺ 7,00
4	Ir Kızılötesi Sensör		1	Hareket algı sensörü	₺ 10,00
5	LCD Ekran	2x16	2	tek renk, 1* yolcu, 1* şoför	₺ 143,68
6	RFID Etiket	5'li Paket	3	1*Yeşil, 1* Sarı, 1* Kırmızı	₺ 119,97
7	Breadboard		1	Sistem elemanları montajı	₺ -
8	Kırmızı Led Paketi	5 mm	10		₺ 35,00
9	Yeşil Led Paketi	5 mm	10		₺ 35,00
10	Mavi Led Paketi	5 mm	10		₺ 35,00
11	M-M Jumper Kablo Paketi	30 cm 40 Pin	2		₺ 36,10
12	Otobüs ön kısım kafes yapısı		1 set	30*30 Demir Profil (Cıvata bağlantılı)	₺ 3.000,00
				Toplam	**₺ 7.753,81**

HBOS projesinin iş paketlerinin ve tanımlarının hangi süreçlerde yapıldığı ve maliyet dönemleri titiz bir şekilde ilk başladığı günden beri Şekil 7.1'deki Gantt şeması üzerinde tutulmuştur.



Şekil 7.1. Gantt Şeması

Ayrıca işlemlerin detaylı takibinin yapıldığı akış şemasından bir kesit yine Şekil 7.2'de gösterilmektedir.



Şekil 7.2. Uygulama Süreç Akış Şemasından Bir Kesit

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

HBOS projesinin tüm dünyayı kapsayan iki ana hedef kitlesi bulunmaktadır. Bunlar:

i- Mevcut toplu taşıma hizmetlerini kullanan yolcular. Bu hedef kitlesi HBOS projesi sayesinde yolculuklarını çok daha hızlı tamamlamanın yanı sıra toplu taşıma araçlarının varış sürelerini daha doğru bir şekilde cep telefonu uygulamasından görüntüleyebilecektirler.

ii- Yoğunluktan dolayı toplu taşımayı tercih etmeyen insanlar. Bu kitle ise potansiyel toplu taşıma kullanıcıları olmakla beraber HBOS projesinin çözebileceği bahsi geçen sorunlar yüzünden toplu taşıma kullanıcısı olmayan kitlelerdir. HBOS projesi sağlayacağı konfor sayesinde bu kitleleri de toplu taşıma araçlarına müşteri olarak kazandırmayı hedeflemektedir.

9. Riskler

HBOS Projesini olumsuz yönde etkileyebilecek unsurlar ve bu unsurlara karşı üretilen çözümler Tablo 9.1'de belirtildiği gibidir.
Belirtilen risklerin projeye etkisi ve gerçekleşme olasılıkları için çizilen olasılık ve etki matrisi ise Tablo 9.2'de verilmektedir.

Tablo 9.1 Risk ve Çözümleri Tablosu

RİSK	B PLANI
Ödeme sisteminin değişim sürecinde henüz adapte olamayan yolcuların RFID etikete sahip olmaması yüzünden toplu taşıma araçlarını kullanamaması	Mevcut ödeme sistemindeki kartları ve validatörleri adaptasyon sürecinde kaldırmayarak daha sancısız bir geçiş süreci sağlanabilir.
RFID etiket taşımadan kaçak geçiş ile toplu taşıma aracını kullanmaya çalışan yolcular.	Kaçak geçişleri engellemek amacıyla hareket sensörü ve uyarı LED ışığı ve hoparlör kullanımı.
Sisteme dışarıdan siber saldırı durumu.	Sistem kapalı devre ve kapalı kaynak kodlu yazılması sayesinde dışarıdan müdahale engellenebilir.
Yolcunun etiketini yüksek parazit olan bir yere yerleştirmesi nedeniyle RFID okuyucunun etiketi okumama ihtimali.	Yolcuları bu konuda bilinçlendirecek çalışmalar yapmak ve böyle durumlarda yolcunun etiketini çıkararak okutmasını sağlamak.
Okuyucunun toplu taşıma aracının sefer saatleri arasında bozulması.	Oluşabilecek herhangi bir arıza için bazı yedek parçaları araçta bulundurmak.

Tablo 9.2 Risk Olasılık ve Etki Matrisi

ETKİ / OLASILIK	ÇOK DÜŞÜK 1	DÜŞÜK 2	ORTA 3	YÜKSEK 4	ÇOK YÜKSEK 5
ÇOK DÜŞÜK 1	1	2	3	4	Sisteme dışarıdan siber saldırı durumu. 5
DÜŞÜK 2	Yolcunun etiketini yüksek parazit olan bir yerde bulundurması sebebiyle RFID okuyucunun etiketi okumama ihtimali. 2	4	6	8	Okuyucunun toplu taşıma aracının sefer saatleri arasında bozulması. 10
ORTA 3	3	6	RFID etiket taşımadan kaçak geçiş ile toplu taşıma aracını kullanmaya çalışan yolcular. 9	12	15
YÜKSEK 4	4	8	12	Ödeme sisteminin değişim sürecinde henüz uyum sağlayamayan yolcuların RFID etikete sahip olmaması yüzünden toplu taşıma araçlarını kullanamaması. 16	20
ÇOK YÜKSEK 5	5	10	15	20	25

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

1. Özuysal, M., Çalışkanelli, S. P., & Tanyel, S. (2016, Şubat 16). Otobüs duraklarındaki yolcu iniş-biniş zamanları üzerine bir tartışma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22*(6), 460-467. doi:10.5505/pajes.2016.17894
2. Doğan, G., & Özuysal, M. (2017, Temmuz 1). Toplu Ulaşımda Bekleme Süresini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi: Güvenilirlik, Yolcu Bilgilendirme Sistemi ve Fiziksel Koşullar. *İMO Teknik Dergi, 28*(3), 7927-7954. doi:10.18400/tekderg.307513
3. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2021, Haziran 17). *İETT'DE YOLCULUK AZALDI, SEFERLER ARTIRILDI*. Ocak 29, 2022 tarihinde ibb.istanbul: https://www.ibb.istanbul/arsiv/37925/iettde-yolculuk-azaldi-seferler-artirildi adresinden alındı
4. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2021, Ekim 12). *Karayolları Bazında Araç ve Hat Sayısı*. Ocak 30, 2022 tarihinde İBB AÇIK VERİ PORTALI: https://data.ibb.gov.tr/tr/dataset/karayollari-bazinda-arac-ve-hat-sayisi/resource/8997dfce-47bc-48b5-af71-4c496d6e5f91 adresinden alındı
5. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2022, Ocak 1). *Otobüs Filosu*. Ocak 27, 2022 tarihinde iett.istanbul: https://www.iett.istanbul/tr/main/pages/otobus-filosu/85 adresinden alındı
6. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. (2015, Şubat 23). *Idle Fuel Consumption for Selected Gasoline and Diesel Vehicles*. Ocak 30, 2022 tarihinde U.S. DEPARTMENT OF ENERGY: https://www.energy.gov/ adresinden alındı
7. VanderPlas, J. (2018, Eylül 13). *The Waiting Time Paradox, or, Why Is My Bus Always Late?* Ocak 28, 2022 tarihinde GitHub: https://jakevdp.github.io/blog/2018/09/13/waiting-time-paradox/ adresinden alındı
8. Çetinkaya, B. (2021, July 10). *2050'lerde 10 milyara çıkacağı öngörülen dünya nüfusunu birçok zorluk bekliyor*. Anadolu Ajansı. Mayıs 6, 2022 tarihinde, https://www.aa.com.tr/tr/gundem/2050lerde-10-milyara-cikacagi-ongorulen-dunya-nufusunu-bircok-zorluk-bekliyor/2300163 adresinden alındı

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ