

Toplu Ulaşımında Akıllı Kart Kullanımının Değerlendirilmesi ve Seul Örneği

Bünyamin Göl^{1*}, Çağla Ediz²

¹ Management Information Systems, Administration Faculty, Sakarya University, Sakarya, Türkiye

² Management Information Systems, Administration Faculty, Sakarya University, Sakarya, Türkiye

*Correspondence: bunyamingol@hotmail.com

Özet: Şehirlerin nüfuslarının artması beraberinde motorlu taşıt kullananların sayısı artmakta ve bu da trafik, hava kirliliği, enerji tüketiminin artması gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Belediyeler toplu taşıtların kullanımını özendirerek bu sorunları azaltmak, taşıt kullanımına erişemeyen vatandaşlarının ulaşım memnuniyetini arttırmak ve ulaşım sistemlerinde farklı parametreleri kontrol altına alabilmek gibi farklı sebeplerle gelişen teknolojilerden faydalanmakta ve böylece Akıllı Ulaşım Sistemleri ihtiyaçlara göre gelişerek yayılmaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde kullanılan önemli fonksiyonlardan biri ödeme sistemleridir. Akıllı ulaşım ödeme sistemlerinde kullanılan uygulamalara bakıldığında farklı teknolojilerden faydalandığı görülmektedir. Bu çalışmada akıllı kart kullanımında kullanılan farklı teknolojiler incelendiğinde, bu teknolojilerin RFID, NFC, QR kod, Temasız Kredi Kartı ve Validatör Teknolojisi olarak beş grupta incelenebileceği görülmüştür. Ayrıca akıllı kart kullanımında örnek olarak gösterilen Seul'da kullanılan T-Money Kart Sistemi analiz edilmiş, bu analiz sonucunda T-Money Kart Sisteminde fiyatlandırma işlevi için kullanılan karar destek modeli ve yine aynı sistem için farklı nesnelere arasında veri alışverişini gösteren veri akış modeli oluşturulmuştur. Böylece akıllı ödeme sistemleri için gelecekte geliştirilecek uygulamalar için faydalanılacak bir çalışma oluşturmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ödeme, Akıllı Kart, Toplu Ulaşım, Mobil Cüzdan

Abstract: With the increase in the population of cities, the number of motor vehicle users increases and this leads to problems such as traffic, air pollution and increasing energy consumption. By encouraging the use of public transport, municipalities are leveraging emerging technologies for many different reasons such as, to decrease these problems, to increase the transportation satisfaction of the citizens who cannot access to the vehicle and to control the different parameters in the transportation systems. Thus, Intelligent Transportation Systems are developing according to needs. One of the most important functions used in Intelligent Transportation Systems is payment systems. Considering the applications used in payment systems, it is seen that different technologies are used. In this study, when different technologies used in smart card usage are examined, it is seen that these technologies can be examined in five groups as RFID, NFC, QR code, Non-Contact Credit Card and Validator Technology. Also the T-Money Card System used in Seoul as an example in the use of smart cards was analyzed, as a result of this analysis, the data support model for the pricing function used in the T-Money Card System and data exchange between different objects for the same system were created. Thus, it is aimed to create a study which will be used for future applications for smart payment systems.

Key words: Smart Payment, Smart cart, Public transport, Mobile Wallet

1. Giriş

Kamu harcamalarının büyük bir kısmı ulaşım yatırımlarına harcanmaktadır. Mevcut ulaşım problemlerinin çözümüne yönelik dünyanın hemen her ülkesinde projeler geliştirilmektedir. Kentlerin plansız genişlemesi ve motorlu araç kullanımının hızla artması sonucunda ortaya çıkan sorunlar hem insan sağlığını hem de kent hayatını olumsuz etkilemekte ve yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir ulaşım yaklaşımları geliştirilmektedir. Sürdürülebilir ulaşım çözümlerinden biri de seyahatlerin toplu ulaşım ve motorsuz ulaşım türlerine kaydırılmasıdır [1]. Büyükşehirlerde trafik sıkışıklığının önemli bir sorun haline gelmiş olması, gelişmiş ülkelerde Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) uygulamalarını kullanarak çözümler üretmek ve yaygınlaştırmak üzerine politikalar yapmaya zorlamıştır. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri gibi uygulamalar ilk olarak gelişmiş ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarında Avrupa, Amerika ve Güney Asya ülkeleri ön plana çıkmış ve dikkat çekmiştir.

Bu çalışmada, AUS ile ilgili literatür çalışmaları incelenmiş, ardından bu çalışmanın amaç ve metodolojisine değinilmiştir. Daha sonra sırasıyla Akıllı Kart Sistemleri ve Ödeme Sistemlerinde kullanılan teknolojilere yer verilmiştir. Bu teknolojiler başlıca Radio Frequency Identification (RFID), Near Field Communication (NFC), Quick Response Code (QR kod), Tematsız Kredi Kartı ve Validator teknolojileri olarak sınıflandırılmıştır. Bir sonraki bölümde Seul örneği değerlendirilmiş, sistemin çalışma prensipleri ve kullanılan teknoloji ve uygulamalar modellenerek aktarılmıştır. Son bölümdeyse genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. Literatür Taraması

Günümüzde toplu ulaşım alanında, AUS teknolojilerinin uygulanmasına yönelik çok

sayıda çalışma yapıldığını söyleyebiliriz. Bu teknolojiler sağladıkları faydalarla, ulaşımı daha etkili, güvenilir ve çevre dostu hale getirmektedirler. AUS teknolojilerinin kamu ve özel sektöre faydalar sağladığı görülmektedir [2].

Bu çalışmalardan biri olan Bodur'a ait 2013 yılında yayınlanan makalede Bodur [3], halkın konfor isteğine paralel olarak ulaşım yatırımlarının arttığını, AUS alanında kurum ve kuruluşların çalışmalar yaptığını belirtmiştir. Ancak yazar bu çalışmaların yetmediğini, ulusal çapta stratejilerin ve standartların belirlenmesine ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Ayrıca ITS Türkiye platformu oluşturulması ve bu konudaki teknoloji kirliliğinin önüne gerektiğine vurgulamış, kamu ve özel sektörde AUS alanında yapılan çalışmalarda koordinasyon eksikliği ve bilimsel desteğin zayıflığına dikkat çekilmiştir. Benzer şekilde Kenanoğlu ve Aydın, 2018 yılındaki makalelerinde [4] AUS'un faydasının daha geniş bir alana yayılabilmesi için bazı önlemler alınması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bunlar; AUS teknoloji ve uygulamalarının az gelişmiş ülkelerde de yaygınlaştırılması gerektiği, AUS teknolojilerinin dışa bağımlılıklarının azaltılması, bu konuda uzmanların yetişmesi, mevzuat ve standartların oturtulması ile kurumlar arası uyumun sağlanması, ülkelerin ulaşım sistemlerinin gelişmesi için AUS çatı birliklerinin kurulması ve AUS hizmet ve uygulamalarının yaygınlaştırılmasıdır.

Akıllı ulaşım kartları gelişmiş ülkelerde birçok hizmetin ödemesinde kullanılabilir. Tek bir kart ile şehirdeki pek çok olanaktan risksiz bir şekilde faydalanmak, akıllı kartın ulaşım sektöründe kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır [5]. Ulaşımında teknolojik yeniliklerden faydalanabilmek için, akıllı kart sistemlerinin aceleci çözümler geliştirerek değil bu sistemlerin kullanımına izin vererek geliştirilmesi gerekmektedir. Birçok şehirde bilişim sistemleri destekli mobil çözümler ve

düzenlemelerin geliştirilmesi ile özel araç kullanımının azaltıldığı görülmektedir [6].

Japonya’da bilgi ve iletişim teknolojilerinin toplu ulaşım hizmetlerinde kullanımı, yerelde toplu ulaşım sistemlerinin verimliliğinin ve hizmet seviyesinin artırılması hususlarına önem verilmiştir. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri kullanımı içinde bir takım politikalar geliştirilmiş, büyük şehirlerde kullanılan Identity Card (IC) kartlardan farklı olarak, küçük bölgelerde daha düşük maliyetli bir IC kart geliştirilmesi desteklenmiştir [7].

Türkiye’de, Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri alanında QR kod, NFC Mobil Cüzdan, Kredi Kartı ile ödeme teknolojilerinin standartlaştırılması ve bu yöntemlerin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. ISO’nun gelişmekte olan ülkelere yönelik geliştirdiği AUS kullanıcı hizmetleri ve hizmet sınıflandırmaları tablosu ülkelerin AUS mimarisini oluşturulması esnasında rehber olmaktadır. Toplu ulaşımında kullanıcı hizmetleri ülkelerin ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmektedir [8].

Ülkemizde, AUS uygulamaları için devlet tarafından büyük yatırımlar yapılmakta ve her geçen gün gelişen teknoloji beraberinde daha etkin uygulamaların geliştirilmesine fırsat vermektedir. Kent içi ulaşımında yolcuların büyük çoğunluğunun otobüs, minibüs, metro ve raylı sistemleri kullandığı düşünüldüğünde, AUS uygulamalarına öncelik verilmesi gayet doğaldır [9]. Ayrıca, Türkiye’nin 2023 ve 2035 ulaştırma vizyonu kapsamında ulusal AUS mimarisini oluşturması, taleplere uygun olarak güncellenmesi ve yaygınlaştırılması gereklidir [10].

Yeni teknolojilerle problem çözmeye etkili olabilmek için kurumsal destek önemli bir role sahiptir. Kurumsal destekle geliştirilen Seul’ün akıllı ulaşım kartı sistemi farklı kaynaklardan elde edilen verileri işlemekte ve bunları entegre ederek halkı toplu taşıma araçlarını kullanmaya teşvik etmektedir. Böylece halkın ve ilgili kurumların

teknolojik yenilikleri kabullenmesi ve desteklemesiyle, sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkı yapmaktadır [11].

3. Amaç ve Metodoloji

Bu çalışmada, insan sağlığını ve kent hayatını olumsuz etkileyen, yaşam kalitesini düşüren bireysel motorlu araçların kullanımı yerine toplu ulaşım sistemlerini özendirerek AUS uygulamalarındaki Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri incelenmiştir. Böylece Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri için ülkemizde de kullanılabilecek bir model oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaçla literatür taraması yapılmış ve öncelikli olarak literatürden faydalanılarak Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinde kullanılan teknolojiler sınıflandırılmıştır. Daha sonra birçok literatür kaynağında örnek uygulama olarak gösterilen Seul T-Money Kart Sistemi seçilerek, bu kart detaylı bir şekilde farklı kaynaklardan incelenmiştir. Bu bilgilerden elde edilen verilerle sistem analiz edilmiş ve örnek gösterilen T-Money Kart Sistemi için Karar Destek Sistemi Modeli ve Veri Akış Modeli oluşturulmuştur.

4. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri

Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri yolcuların seyahat esnasında nakit ücret ödemediği toplu ulaşım araçlarını kullanmalarını sağlayan sistemlerdir. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri’nde kullanıcı bilgileri ve hareketleri saklanabilmekte, kurumlara geri dönüş yolculara ise kişisel bilgilendirme yapmak amacıyla kullanılabilir. Akıllı Kartlar bir çok hizmetle entegre edilebilmekte, örneğin öğrenci kartları hem akıllı ödeme kartı olarak ulaşımında hem de yemek vb. hizmetlerde kullanılabilir. Bu kartlarda veri saklama ve işleme yeteneğine sahip çipler bulunmaktadır. Kart okuyucular aracılığı ile ödeme hizmeti yapılmaktadır [12].

Toplu ulaşımında ödeme işlemleri akıllı kartların dışında NFC Mobil Cüzdan, QR kod ve Kredi Kartı ile de yapılabilmektedir. Mobil telefonlarda bulunan NFC teknolojisi, Mobil Cüzdan ya da yolcu bilgi

sistemi uygulamaları ile birlikte akıllı ödeme sistemi olarak toplu ulaşımda yolculuk ücretini ödemek için kullanılan en yeni teknolojilerin başında gelmektedir. Dünya'daki Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinin kullanım örneklerine baktığımızda çok çeşitli amaçlarla çeşitli teknoloji ve uygulamalar ve entegrasyonlar olduğunu görmekteyiz. Bazı ülkelerde bütün ulaşım ağlarına entegre geniş kullanım alanına sahip ödeme sistemleri de bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak Seul'de kullanılan T-Money Kart akıllı ödeme sistemi gösterilebilir [13].

İstanbul'da toplu ulaşımda Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinin birçoğu kullanılabilir. 1995 yılından bu yana İstanbul'da belediye ve kamu kurumlarına ait toplu ulaşım araçlarında akıllı kart hizmetini verilmektedir. Son 20 yıldır kullanılan akıllı kart sistemi toplu ulaşım araç türlerinin tamamına entegre çalışmaktadır [14]. Sistemlerin ve ulaşım türlerinin birlikte çalışabiliyor olması toplu ulaşımı vatandaş açısından cazip hale getirmektedir. Türkiye'de akıllı ödeme sistemleri alanında kullanılan birçok güncel teknoloji yaygınlaşmaya devam etmektedir. Mobil uygulamalar aracılığı ile QR kod kullanılarak hesaba para yükleme ve sistemin kurulu olduğu duraklarda ödeme yapma, Kredi Kartı ile ödeme, yakın alan iletişimi olarak bilinen ve birçok mobil telefonda mevcut olan NFC teknolojisi ile ödeme gibi temassız ödeme uygulamaları başta büyükşehirler olmak üzere henüz yaygınlaşmaya başlamıştır.

5. Ödeme Sistemlerinde Kullanılan Teknolojiler

Toplu ulaşımda yaygın olarak kullanılan güncel teknolojiler incelendiğinde bunların başlıca RFID, NFC, QR kod, Temassız Kredi Kartı ve Validatör Teknolojisi olarak sınıflandırılabilir. Görülmüştür.

5.1. RFID Teknolojisi

RFID teknolojisi nesnelere üzerindeki kodlanmış mikro işlemciye sahip etiketlerden bir okuyucu yardımıyla tanımak için

kullanılan yakın alan iletişim teknolojisidir. Veri alışverişini radyo frekansı ile sağlamaktadır. RFID teknolojisine sahip etiketler içerisinde bulunan mikro işlemciler nesneye ait verileri taşımaktadır. Bu etiketler antenler sayesinde RFID okuyucular tarafından takip edilebilmekte ve yönetilebilmektedir. Etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan veri iletişimi yapılmaktadır [15].

RFID teknolojisi, kullanılan iletişim ağına entegre edilerek, veri toplama, hizmet dağıtımını otonom olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede hata oranı azaltılmakta insan kaynağından tasarruf edilmekte, servis kalitesi kalitesini artırılmaktadır. RFID etiketleri nesne ait bilgilerini okumak ve bu bilgileri işlemek için içerisine yerleştirilen mikro işlemciler sayesinde programlanabilme yeteneğine sahiptir. Bu teknoloji toplu ulaşımda yolcu bilgilerini almak için kullanılabilir.

5.2. NFC Teknolojisi

NFC mobil cihazlarda bulunan ve yakın mesafeden radyo frekansları ile temassız kart teknolojisine hızlı ve güvenli bir iletişim teknolojisidir. Son 20 yılda mobil operatörler, finans şirketleri ve teknoloji üreten firmalar mobil ödemenin uygulanabilirliğini alanında çalışmalar yapmakta yeni uygulamalar geliştirmektedir. NFC teknolojisinin mobil cihazlarda temassız ödeme sağlaması, Mobil Ödeme uygulamaları alanında çeşitliliği artırmıştır. Master Kart, VISA ve Google gibi dünya devleri NFC teknolojisi ile Mobil Cüzdan hizmeti vermektedir. Temassız ödeme işleminde müşteri POS terminaline temassız ödeme kartını, cep telefonunu veya temassız ödeme yapacağı cihazını yaklaştırarak ödeme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Temassız ödeme sistemleri dünyada artık birçok ödeme alanında yer almaktadır. NFC teknolojisinin temassız ödeme trendini artıracığı öngörülmektedir. NFC teknolojisi kullanarak toplu ulaşımda ödeme yapılabiliyor olması, bu alanda bir yenilik olarak görülmektedir. NFC teknolojisi

kullanan mobil cihazların artması, NFC teknolojisi ile hizmet veren ödeme sistemlerine geçişi hızlandırmıştır [5].

NFC teknolojisinin ulaşım sektöründe mobil bilet ve temassız okuyucu gibi birçok alanda kullanılması ile toplu ulaşım operatörlerine ve kullanıcılarına birçok faydasının olacağı beklenmektedir. Elektronik ödeme sistemleri ve mobil bilet uygulamaları gelecekte toplu ulaşım yaygın bir şekilde kullanılacaktır. Mevcut temassız ödeme sağlayan RFID özellikli sistemlere NFC özellikli okuyucuların entegre edilmesi ve NFC özellikli cep telefonlarının mobil bilet olarak kullanılması mümkün olmaktadır. Kullanıcılar sahip oldukları akıllı kartlara kontör yükleme işlemi için bir satış gişesine gitmeye gerek duymadan kendi uygulama aracılığı ile cep telefonlarını bir pos cihazı gibi kullanabilmektedir. NFC hakkında uluslararası yapılan çalışmalar ve mobil ödeme yönetimi konusunda geliştirilen uygulamalar incelendiğinde NFC'nin yeni kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Mobil Ödeme ve NFC alanında interaktif yeni uygulamalar farklı sektörlerde NFC teknolojisinin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

Kullanıcıların her bir servis için farklı farklı kartları kullanması gerekliliği Mobil Cüzdan ve çoklu uygulamalı akıllı kartların yaygınlaşması ile son bulmaya başlamıştır. Birden fazla bağımsız uygulama çalıştırabilen akıllı kartlar veya tüm bu uygulamaları taşıyabilecek mobil cihazlar bu alandaki önemli teknolojilerdir [16].

NFC teknolojisi hız, güvenlik ve kolaylık sunan kısmen yeni bir teknolojidir. Uzak doğu ülkelerinde NFC teknolojisinin daha aktif kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ülkemizde de bu teknolojiyi GSM şirketleri ve bankalar aktif kullanmakta ve değişik projeler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Mobil Ödeme, e-bilet ve e-cüzdan gibi alanlarda uygulamalar geliştirilmektedir. Özellikle ulaşım alanında akıllı temassız ve temassız kartların kullanımı ile bu alandaki gelişmeler hız kazanmıştır.

5.3. QR Kod Teknolojisi

Mobil iletişim de kolay erişim yöntemi olarak QR kod uygulaması 1994 yılında Denso Wave Japon firması tarafından otomotiv sektöründe kullanılmak üzere geliştirilmiştir. QR kod (Quick Response) teknolojisi, web sitesi adresi, mesaj, metin, etkinlik takvimi, telefon numarası, konum bildirim gibi çeşitli bilgileri taşıyabilmektedir. Haziran ayı itibarı ile ABD tüm mobil cihaz kullanıcılarının % 6,2'sini oluşturan 14 milyon akıllı telefon kullanıcısının, telefonlarını kullanarak bir QR Kodu veya barkodu taradığını tespit etmiştir [17].

Özellikle gelişen mobil teknolojilerinin dünya geneline yayılma hızı ve bu teknolojilerin sağladığı olanaklar ulaşım sektöründe etkin veri transferinin sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Gelişen mobil teknoloji ile birlikte QR kodlar okutularak kodlanan bilgiye erişilebilmektedir. Her geçen gün yaygınlaşan QR kod uygulaması ile video, web sayfası, ses, metin, uygulama, veri gibi dijital ortamda bulunan içeriklere erişim sağlamak mümkündür.

Günümüz koşullarında kağıt bilet artık yerini e-bilete bırakmış, teknolojinin sayesinde dönüşüm hızlanmıştır. QR kod teknolojisi, IOS ve Android cihazlarda çalışan uygulamalar ile birlikte çalışmakta ve bu uygulamalar biletlerin üzerindeki QR kodları okumaktadır. Bu uygulamalar sayesinde QR kod kullanılarak seyahat imkanı sağlanmaktadır. QR kod, ödeme sistemleri dışında ulaşım da yolcu bilgi sistemlerinde de kullanılmaktadır [18].

5.4. Temassız Kredi Kartı

Ödeme teknolojileri öncüsü kart firmalarının Akıllı Şehirlere yönelik geliştirdiği çözümler arasında yer alan toplu taşımada temassız kart uygulaması, güvenli altyapısıyla temassız ödeme özelliği bulunan banka kartlarının, kredi kartlarının veya cep telefonlarının kullanımıyla sağlanmaktadır.

Temassız kredi kartlarının yaygınlaşmasıyla, toplu taşıma araçlarını kullananlar, artık bozuk para ya da biletle uğraşmadan, temassız kredi ve banka kartlarını temassız kart okuyucusuna yaklaştırarak ödemelerini yapabilmektedirler. Geliştirilen bu teknoloji ile aynı kartla otobüs, metro, tramvay, vapur gibi tüm toplu ulaşım araçlarında, taksilerde, otoparklarda ve ücretli yollardaki gişelerde ödeme imkanı sağlanmaktadır.

Bu teknoloji sayesinde kullanıcılar yoğun şehir yaşantısı içinde ulaşım kartlarına dolmuş yapmak için vakit harcamamakta, nakit para taşıma riskinden kurtulmaktadır. Bu teknolojinin avantajlarından biri de temassız kredi kartları ile ödeme yapılabilen bütün şehirlerde kullanılabilir olması olarak görünmektedir. Dünyanın birçok şehrinde, toplu ulaşım araçlarının tümünde kullanılabilen bu akıllı sistem, kurumların de tek bir sisteme üzerinden hizmet vermesini sağlayarak ekonomik ve idari anlamda katkı sağlamaktadır [19].

5.5. Validatör Teknolojisi

Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biri olan validatörler, çeşitli kart okuma ve algılama teknolojilerine sahiptir. Akıllı kart ve ödeme sistemlerinin toplu ulaşım araçlarında ihtiyaç duyduğu geçiş kontrolü, ücret toplama gibi birçok işlevi validatörler yerine getirmektedir. Böylece toplu ulaşım hizmeti veren kurumlar, validatörlerin kullanımıyla hızlı ve güvenli ücret toplama sistemlerine ulaşırken, aynı zamanda toplu ulaşım kullanıcıları da seyahat konforunun yanında seyahat giderlerini daha rahat kontrol etme imkanı yakalamaktadır.

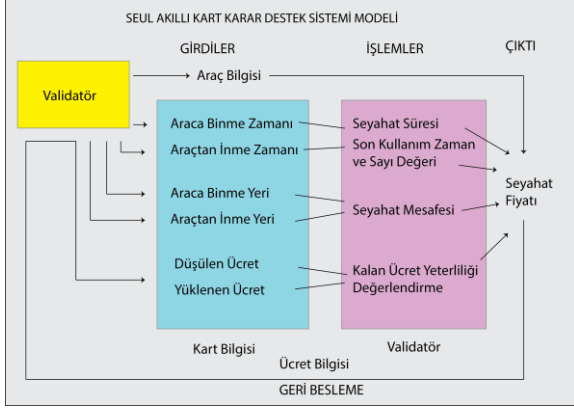
Toplu Ulaşım araçlarında ya da duraklarda bulunan validatörler, RFID ve çeşitli algılama teknolojilerini kullanarak konum belirleme, konum bilgisi gönderme, geçiş kontrolü sağlama ve ücret toplama gibi işlevleri yerine getirmektedir. Cihazlar içerisinde veri aktarımını sağlamak için GPS, WiFi, LTE (Simkart) ve çeşitli

algılama teknolojileri yer almaktadır. Bu sayede sistem anlık ya da periyodik veri aktarımı yapabilmektedir. Bu sistemin getirdiği en önemli fayda olarak ölçülebilir veri ve bilgiye erişim olarak görülmektedir [20].

6. Seul Örneği; T-Money Kart Sistemi

Kore'de 2004 yılında Seul yerel yönetimi tarafından mesafeye dayalı T-Money akıllı kart sistemini geliştirmiştir. T-Money kart, Kore Akıllı Kart Şirketi (KSCC) tarafından kurulmuş, kamu-özel ortaklığının bir parçasıdır ve yatırımın tamamı özel sektör tarafından gerçekleştirilmiştir. Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisini kullanarak, özel kart okuyucularla temas ettiğinde veri depolayabilen ve aktarabilen bir çip yerleştirilmiş plastik bir karttır [21]. T-Money ülke genelinde faaliyet gösteren toplu ulaşım araçları ve taksilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. T-Money kartın istasyon ve marketlerde satışı yapılan, tüm vatandaşlara ve uluslararası ziyaretçilere açık bir akıllı ödeme kartıdır. Kullanıcılar, yalnızca tek bir akıllı toplu ulaşım kartı ile kullanışlı, sistematik ve dakik bir toplu ulaşım hizmetine erişebilmektedir. T-Money kart, ülke genelinde ulaşım türlerinin hepsinde kullanılabilir [22].

T-Money kart sistemi bütün ulaşım araçlarında mesafeye entegre çalışmakta, aktarmalar arasında belirli süreleri aşmamak koşulu ile 4 defaya kadar aktarmaya izin vermektedir. T-Money akıllı kart kullanıcıların seyahat esnasında hangi araca bindiği hangi saatte bindiği, araç türü aracın numarası seyahat süresi ve mesafesi gibi bütün seyahat aktivitelerini detaylı olarak kaydederek gezi tabanlı kayıt oluşturmaktadır. Oluşturulan kayıtlar üzerinden ücretlendirme yapılmakta bu bilgiler akıllı kart veri tabanına kaydedilmektedir [23]. Sistemin çalışma mantığı, Şekil 1'de Seul Akıllı Kart Karar Destek Sistemi Modeli'nde gösterilmiştir.



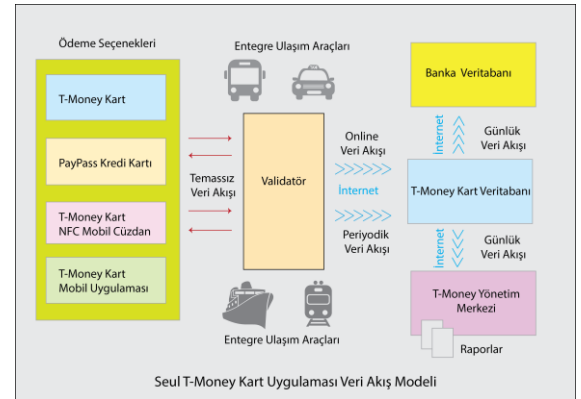
Şekil 1. Seul Akıllı Kart Karar Destek Sistemi Modeli.

T-Money akıllı kart sistemi hem yolcular hem de otobüs şirketleri için belirli avantajlar sağlamaktadır. Bu kartlar aynı zamanda otomatik ücret toplama sistemlerinde bireysel araçlar için de kullanılmakta, kartınızdan düşülecek ücret miktarını seyahat edilen mesafeye göre otomatik olarak ayarlamaktadır. T-Money kartı kullanıcıları market ve bazı restoranlarındaki mal ve hizmet alımlarında ödeme yapmak için kartlarını kullanabilir. Bu kart ile seyahat eden yolcular seyahat puanı kazanmakta ve bu puanlarla yolculuk yapabilmektedir.

Yolcular akıllı kartlarını otobüsle ve trenle seyahat etmek, aktarmalarda indirimlerden yararlanmak için kullanmaktadır. Otobüs şirketleri için ücret gelirleri akıllı kart sistemi ile daha doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Bu akıllı kartlar uluslararası ödeme kartı Europay, Mastercard ve Visa global kart standartlarına uygun çalışmakta ve ödeme kartı olarak kullanılabilir. Akıllı kartlar ulaşım araçlarının seyahat planlamasının daha doğru yönetilmesini desteklemekte ve ulaşım gelirlerinin şeffaf yönetilmesini sağlamaktadır [24].

T-Money kart sistemine entegre araçlar kart okuyucu ve algılayıcı validatörlere sahiptir. Bu akıllı kart sisteminde T-Money kart, kredi kartı, cep telefonlarındaki kredi kartı uygulaması veya T-Money kart uygulaması ile ödeme yapılabilir. Validatörler kablosuz sistemler üzerinden sistemin

yönetim merkezine veri aktarımı yapmaktadır. Kartlar validatörler bulunan RFID okuyucular ile temas ettiğinde, RFID okuyucuları, kartlarda depolanan önceki binış / iniş kayıtlarına göre ücret hesaplaması yapmaktadır. Kredi Kartlarında ücretler aynı gün kartın bağlı bulunduğu bankalara bildirilmektedir. Ön ödemeli kartlarda, ücretler önceden doldurulmuş miktardan düşülür. Bu süreçleri takiben validatörler binış/iniş kayıtları oluşturmakta ve kayıtlar validatörlerde saklanmakta, periyodik olarak T-Money yönetim merkezine iletilmektedir. Metro sistemi içinde toplanan kayıtlar gerçek zamanlı olarak oluşmakta ve dosyalar, belirli periyotlarla metro şirketinin sunucuları aracılığıyla T-Money yönetim merkezine iletilmektedir. İletilen bilgilerin içeriği mevcut binış / iniş kayıtları, önceki binış / iniş kayıtları, rota bilgilerini, binış / iniş durak ve istasyonları, saatleri, kart numaralarını, yolcu tipi, araç numarası transfer kayıtları, transfer sayısı, şirket bilgileri ve ücretlerinden oluşmaktadır [13]. Seul T-Money kart Uygulaması Veri Akış Modeli Şekil 2’de oluşturulmuştur.



Şekil 2. Seul T-Money kart Uygulaması Veri Akış Modeli.

Kore’de akıllı telefon kullanıcıları, NFC teknolojisini kullanarak otobüs ve metro ulaşım ücretlerinin ödeyebilmektedir. Toplu taşımayı kullanan yolcular, Mobil T-Money ile ücret ödeyebilmektedirler. Bu ödeme sistemini kullanan yolcular aynı zamanda akıllı telefonları üzerinden bakiye detaylarını da görebilmektedirler [25].

7. Sonuç ve Değerlendirme

Toplu ulaşımı cazip ve kullanışlı yapmak, toplu ulaşım hizmeti veren kurumlara maliyet ve kazançlarını yönetmekte kolaylık sağlamak amacıyla toplu ulaşımlarda akıllı sistem kullanımı yaygınlaşmaktadır. Toplu ulaşımlarda akıllı ödeme sistemlerinin kullanılmasıyla, geleneksel yöntemde kullanılan nakit veya kağıt bilet üzerinden yapılan ödemeler yerlerini daha teknolojik araçların kullanılarak yapıldığı ödemelere bırakmıştır. Bu sistemlerde Kredi Kartıyla ödeme, mobil uygulama üzerinden ödeme, NFC teknolojisi veya QR kod kullanarak mobil cüzdan ile ödeme gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Mobil Cüzdan uygulamalarında NFC teknolojisi bulunan yolcular, araçlarda veya duraklarda bulunan NFC okuyucu validatörlere, uygulama içerisinde bulunan “NFC ile öde” seçeneğini seçerek telefonlarını yaklaştırdığında ödeme yapabilmektedir. Mobil cüzdan uygulamalarında QR kod kullanan yolcular ise kullanıcı mobil uygulamalarında QR kod seçeneğine tıklayarak ekranlarına getirttikleri QR kodu, QR kod okuyuculu validatöre yaklaştırarak hesaplarındaki ulaşım bakiyelerini değiştirmektedirler. Akıllı Ulaşım Sistemleri’nde kullanılan diğer bir yöntem olan kartlı ödemeli uygulamalardaysa RFID teknolojisi bulunmaktadır. RFID okuyucular tarafından okunan akıllı kartlar, diğer teknolojilere göre daha eski bir teknoloji olması ve kullanımının kolay olması sebebiyle daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Diğer bir akıllı ödeme yöntemi ise kredi kartı ile ödemedir. PayPass özelliği bulunan Kredi Kartları ile ulaşım ödemesi yapılabilmesi, ulaşımında vatandaşlara sağlanan hizmetlerden birisidir. Toplu ulaşım araçlarını kullanmayı yaygınlaştırmak amacıyla, akıllı ödeme kartları, uluslararası ödeme kartları Europay, Mastercard ve Visa global kart standartlarına uyumlu olarak geliştirilebilmekte ve böylece farklı hizmetlerde de ödeme kartı olarak kullanılabilir. Mevcut ödeme

sistemlerinin tamamı ile ödeme yapılabilen, bu uygulamaların daha gelişmiş olan yeni uygulamalarda, RFID, NFC, QR kod, ve PayPass kart gibi çeşitli kart okuma ve algılama teknolojilerine sahip aynı zamanda içerisinde online/offline veri aktarımı yapmasını sağlayan WiFi, LTE (SimKart), Bluetooth ve GPS modülü de bulunan validatörler kullanılmaktadır.

Akıllı ödeme sistemleri, yolcu bilgi sistemi uygulamalarına entegre ya da bağımsız bir uygulama üzerinden kullanıcılara bakiye sorgulama, bakiye yükleme veya görüntüleme hizmeti verebilmektedir. Kullanıcı mobil uygulamalar üzerinden hesabında ne kadar bakiyesi kaldığını görebilmekte, dilerse Kredi Kartı kullanarak yükleme yapabilmektedir. Gelişmiş toplu taşıma sistemleri kimin ne zaman hangi aracı kullandığını, hangi teknolojiyi kullanarak ne kadar ödeme yaptığını rapor olarak kullanıcıya verebilmektedir. Aynı zamanda araçlarda bulunan internet ağı ve kullanıcının mobil cihazında sağlanan internet bağlantısı kullanılarak, hizmet sağlayıcı veya kullanıcı uygulama ve cihazlarından, sistemin yönetildiği merkez sunuculara bilgiler iletilmektedir. Bu veri akışı sayesinde, yolcular kullanıcı uygulaması üzerinde hesabından eksilen ücret miktarını ve yolculuk detaylarını anlık görebilmektedir. Bu özellik hem sisteme olan güvenin artmasını sağlamakta hem de kullanıcıların harcamalarını kontrol etmesini sağlayarak, sistemin daha yaygın kullanılmasına katkı yapmaktadır. Ek olarak akıllı kart ve ödeme sistemlerinin kullanılması toplu ulaşımın kullanım amaçlarından biri olan çevresel kirliliği azaltmakla paralellik göstermekte, plastik kart kullanımı, kağıt kullanımını ve buna bağlı teknolojik maliyetleri azaltmaktadır.

Literatürde sıklıkla bahsedilen Seul ödeme sisteminde yolcuların binme ve inme yerlerini tespit edebilen ve bu gibi parametrelere göre fiyat belirleyen gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca internet üzerinden belli periyotlarla

bilgi akışı sağlandığından belediyeler ve bankalar gelen veriler üzerinden raporlar alarak farklı bilgilere ulaşabilmektedir.

Gelecekte nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, akıllı araçlar gibi kavramların yaygınlaşmasıyla daha çok nesneden veri toplanabilecek ve bu verilerle daha çok parametre değerlendirilerek akıllı ulaşım teknolojilerinde yolcular için daha kişiselleştirilmiş hizmetlere ulaşmak mümkün olacaktır. Bu sistemlerle yolcular ve belediyeler anlık olarak daha çeşitli bilgilere ulaşabilecek ve bu bilgilerin kullanılmasında karar destek sistemleri, veri madenciliği gibi yöntemler daha etkin kullanılarak sistemlerin entegrasyonu ve etkinliği arttırılacaktır.

Kaynaklar

Atizaz, A; Kim, J; Lee, S; Travel Behavior Analysis using Smart Card Data. Journal of Civil Engineering, 2016, pp 1532-1539

Audoin M., Razaghi M., Finger M. How Seoul Used The 'T-Money' Smart Transportation Card To Re-Plan The Public Transportation System Of The City; Implications For Governance Of Innovation In Urban Public Transportation Systems. *Transist 8. Uluslararası Ulaşım teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, 2016.* İstanbul, Turkey, 17–19 Decamber 2015; pp 150

Audouin, M.; Finger, M.; *What Can the South Learn from the North Regarding the Implementation of IoT Solutions in Cities? The Case of Seoul-Born Smart Transportation Card Implementation in Bogota*; Hostettler, S.; Besson, S. N; Bolay, J. C.; Cham, Switzerland, 2008, pp 173.

Bodur, Mehmet Ali, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, 2012, İstanbul.

Doğan, G., Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Toplu Ulaşım Kullanıcı Davranışları Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, 2015, İzmir.

Elbeyli, Şefik, Kentiçi Ulaşımında Bisikletin Konumu ve Şehirler İçin Bisiklet Ulaşımı Planlaması: Sakarya Örneği, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi, 2012 İstanbul.

Engin Y., Furuncu D. Ulaşımında QR Kod Kullanımı: Yolcular Üzerinde Niteliksel Bir Araştırma. International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 2017 Ankara, Turkey, pp 190-193

Fit Small Business, Fabregas, Krista, 2018, <https://fitsmallbusiness.com/nfc-payments/>: 08.04.2019.

Güngör, A., Akıllı Şehir Otopark Sistemleri'nde NFC Kartların Ödeme Aracı Olarak Kullanılması Ve Güvenlik Alt Yapısı; İspark Ve İstanbul Kart Örneği. İstanbul Ticaret Üniversitesi, F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, 2017, İstanbul.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, BELBİM Elektronik Para ve Ödeme Hizmeti AŞ, İstanbul Kart, Faaliyet Raporu, 2017

Japan Transportation Guide, <https://www.japanstation.com/japans-prepaid-transportation-cards-ic-cards/>; erişim: 08.04.2019.

Kenanoğlu, Mehmet Emin - Aydın Murat "Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Dışsalık Bağlamında Değerlendirilmesi: Seçilmiş Ülke Uygulamaları" ÇOMÜ Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi 3 (2), 363-387 , 2018; 382

Kim J., Kang S. Development of Integrated Transit-Fare Card System in the Seoul Metropolitan Area. *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems 9th International Conference*, 2005. Melbourne, Australia, 14-16 September 2005, pp 96

Kim Song (koreaherald, 2018) "The Smart Public Transportation System in Seoul is the World's Best" <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20150325000952> :08.04.2019.

Kim, G.C., Challenges for Environmentally Sustainable Transport In Seoul, Seoul

Development Institute, Korea, 2007. pp.112-116

Köz, Aynur, Akıllı Ulaşım Sisteminin Kentiçi Uygulamaları; İstanbul Örneğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, 2011, İstanbul.

Lee, Won Jun; Shin, Seungjae; The Effects Of Technology Readiness And Technology Acceptance On NFC Mobile Payment Services In Korea. The Journal of Applied Business Research. 2014, pp 1616

Mastercard, Ayşegül Aksoy, <https://newsroom.mastercard.com/eu/tr/press-releases/toplu-tasimada-temassiz-mastercard-ile-adana-artik-akilli-sehir-01/:8.04.2019>.

Özcan, Mustafa, Bir Android Uygulama Modeli: İstanbul Toplu Taşıma Bilgisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2013, İstanbul.

Silvia Hostettler, Samira Najih Besson, Fean Claude Bolay, Technologies^[1]for Development From Innovation to Social Impact, ISBN 978-3-319-91067-3 ISBN 978-3-319-91068-0 (eBook), 2017, pp 168

Tufan, Hasan, Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014.

Türk E, Savran A, Arslan S. Android Tabanlı Mobil Ödeme ve Araç İçi Kontrol Merkezi, 2016 National Conference on Electrical, Electronics and Biomedical Engineering 1-3 December 2016, Bursa, Turkey, 468-470

Yardım, M.S., Akyıldız, G. *Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamalar*, Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı, 2005, pp 409

Yokota, T., Weiland, R. J., *ITS System Architectures for Developing Countries*, World Bank, 2004, pp 6-11, 5

Yüksel, M.E; Dorukhan Odabaşı, Ş; Nesnelere İzlenebilir ve Yönetilebilir mi?

Çözüm RFID. Akademik Bilişim Dergisi. Şanlıurfa, 2009, pp 2