

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

NFC TEKNOLOJİSİNİN TOPLU ULAŞIMDA UYGULANMASI

TUĞBA NAROL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. COŞKUN SÖNMEZ**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NFC TEKNOLOJİSİNİN TOPLU ULAŞIMDA UYGULANMASI

Tuğba NAROL tarafından hazırlanan tez çalışması 11.06.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. A. Coşkun SÖNMEZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. A. Coşkun SÖNMEZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bekir Tefvîk AKGÜN
Okan Üniversitesi

Prof. Dr. Nizamettin AYDIN
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

NFC Teknolojisi ile inovatif uygulamalar geliştirilerek Toplu Ulaşım da hayatı kolaylaştırmak ve Akıllı şehirlerin değerini artırmak mümkün hale gelmiştir. NFC teknolojisi ve faydalarını toplu taşımacılık sistemi ve akıllı şehir belediyeçilik uygulamalarına kazandırarak, bu teknolojinin kazandırdığı bütün kolaylıkları müşterilere sunmak amacıyla NFC'ye dayalı uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir.

“NFC Teknolojisinin Toplu Ulaşım da Uygulanması” konulu tez çalışmamın yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında emeği geçen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Coşkun SÖNMEZ'e, her türlü desteğini esirgemeyen Genel Müdürüm Sn. Harun MADEN'e, çalışmalarım da bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Haziran, 2014

Tuğba NAROL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özeti.....	1
1.2. Tezin Amacı.....	4
1.3. Hipotez.....	4
BÖLÜM 2	
NFC TEKNOLOJİSİ	6
2.1. Near Field Communication (NFC) ve Diğer Kablosuz Teknolojiler	7
2.1.1. NFC'nin Standartları	8
2.1.2. NFC Kontrolör	9
2.1.3. NFC Etiketler	10
2.1.3.1. Tip 1	11
2.1.3.2. Tip 2	11
2.1.3.3. Tip 3	11
2.1.3.4. Tip 4	12
2.2. NFC İletişim Modları.....	14
2.2.1. Aktif Mod.....	14
2.2.2. Pasif Mod	15
2.3. NFC Çalışma Modları.....	15
2.3.1. Kart Emulasyon Mod	15
2.3.2. Okuyucu/Yazıcı Mod	16
2.3.3. Uçtan uca Mod	16
2.4. Toplu Ulaşımında NFC ve Uygulamaları	18
2.5. NFC Teknolojisi Uygulama Alanları.....	21
2.6. NFC Teknolojisine Genel Bakış ve NFC'nin Geleceği	24

BÖLÜM 3

NFC BİLET UYGULAMASI ve NFC EKOSİSTEMİ	28
3.1. NFC Ekosistem Aktörleri	28
3.1.1. Servis sağlayıcı.....	29
3.1.1.1. Banka	29
3.1.1.2. Toplu Ulaşım Operatörü	29
3.1.2. MNO	30
3.1.3. TSM.....	30
3.1.3.1. Neden TSM?	31
3.1.3.2. TSM Fonksiyonları	31
3.1.3.3. TSM Özellikleri	32
3.1.3.4. TSM Çalışma Modları	33
Basit/Simple Mod	33
Delege/Delegated Mod	34
Yetkili/Authorized Mod.....	35
3.1.3.5. TSM Hizmeti Veren Firmalar	35
3.1.4. Güvenli/Secure Element.....	35
3.1.4.1. Gömülü Yonga.....	36
3.1.4.2. SIM(UICC)	37
3.1.4.3. Hafıza Kart(SD Kart)	37
3.1.5. OTA.....	38
3.1.6. Üreticiler	39
3.1.6.1. Cep Telefonu Üreticileri	39
3.1.6.2. SIM(UICC) Üreticileri.....	40
3.1.6.3. NFC Etiket Üreticileri.....	40
3.1.6.4. NFC Okuyucu Üreticileri.....	40
3.1.7. Son Kullanıcı.....	40
3.1.8. NFC Uygulaması.....	40

BÖLÜM 4

NFC Bilet İş Modeli	41
4.1. Toplu Ulaşım Biletinde NFC'li Ödeme Sistemi İş Modeli ve Aktörler ...	41
4.1.1. SP TSM	42
4.1.2. MNO TSM	43
4.1.3. Desfire Kart Uygulaması.....	44
4.1.3.1. Temassız Akıllı Kart Teknolojisi ve Mifare4Mobile.....	44
4.1.4. Mobil Uygulama	46
4.2. Uygulamanın Dağıtımı ve TSM Çalışma Şekli	46
4.3. Uygulamanın Yönetimi.....	47
4.4. Güvenlik.....	48
4.4.1. HSM	49
4.4.2. Güvenli Kanal Protokolleri/Secure Channel Protocols.....	49
4.4.2.1. SCP 02.....	50
4.4.2.2. SCP 80.....	51
4.4.2.3. SCP 81.....	51
4.4.3. Ödeme Bilgilerine Erişme.....	51
4.4.4. Standartlar	52
4.5. NFC Mobil Bilet Süreçler	52

4.5.1. Uygulamayı Aktif Etme	52
4.5.2. Bilet Satın Alma	53
4.5.3. Geçiş Yapma	54
4.5.4. Uygulamayı Kaldırma	55
4.6. Birlikte Çalışılabilirlik Özelliği	55
BÖLÜM 5	
ANALİZ DURUM ÇALIŞMASI	56
5.1. Neden NFC’li Ödemeye İhtiyaç Duyulmuştur	56
5.2. Kısıtlar	57
5.2.1. Teknoloji Etkisi	57
5.2.1.1. UICC Etkileri	57
5.2.1.2. Mifare4Mobile Etkileri	58
5.2.1.3. Handset Etkisi	58
5.3. Yönetim Etkileri	59
5.4. NFC Mobil Bilet Projesinin Faydaları	59
5.4.1. Toplu Ulaşım Operatörüne Faydaları	60
5.4.2. Mobil Ağ Operatörüne Faydaları	60
5.4.3. Yolculara Faydaları	61
BÖLÜM 6	
SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	65

KISALTMA LİSTESİ

CAT TP	Card Application Toolkit Transport Protocol, Kart Uygulama Aracı İletişim Protokolü
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
HSM	Hardware Security Module, Güvenli Donanım Modülü
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
MNO	Mobile Network Operator, Mobil Ağ Operatör
NFC	Near Field Communication, Yakın Alan İletişimi
OTA	Over The Air, Hava üzerinden
POS	Point Of Sale, Satış Noktası
RFID	Radio Frequency Identification, Radyo Frekans
SD	Security Domain, Güvenli Alan
SMS	Short Message Services, Kısa Mesaj Servisi
SP	Servis Provider, Servis Sağlayıcı
TSM	Trusted Service Manager, Güvenli Servis Yönetimi
UICC	Universal Integrated Circuit Kart, Entegre Devre kartı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Mobil Ödemelerde kullanılan teknoloji oranları.....	3
Şekil 2.1 Kablosuz Teknolojilerin Haberleşme Hızı Karşılaştırma [3]	8
Şekil 2.2 Cep Telefonunda NFC Haberleşme Arayüzleri ve Kontrolör Çalışma Şekli	9
Şekil 2.3 NFC Etiket	10
Şekil 2.4 Tip 1 ETİKET Örneği TOPAZ Logosu	11
Şekil 2.5 Tip 2 NFC Etiket Örneği Mifare Ultralight Etiket.....	11
Şekil 2.6 Tip 3 NFC Etiket Örneği Felica	12
Şekil 2.7 Tip 4 NFC Etiket Örneği Desfire	12
Şekil 2.8 NFC Telefon NFC Etiket Okuma Yazma Modu	16
Şekil 2.9 NFC Bluetooth Kulaklık eşleştirme [6]	17
Şekil 2.10 NFC standart arabirimi üç çalışma modu [7].....	17
Şekil 2.11 Dünyada Toplu Ulaşım NFC Çalışmalarının yapıldığı ülkeler.....	18
Şekil 2.12 Toplu Ulaşım NFC Uygulama Modları	19
Şekil 2.13 NFC Telefonun POS cihazı gibi kullanılması	20
Şekil 2.14 Toplu Ulaşım NFC	21
Şekil 2.15 NFC Tabanlı Ölçüm Uygulaması [9].....	22
Şekil 2.16 NFC Etiket'ler ile müşteriye sanal mağazacılık sunma [11]	23
Şekil 2.17 NFC Cihaz üretim oranları [12]	24
Şekil 2.18 NFC Cihaz üretim oranları [12]	25
Şekil 2.19 NFC'li Otomotiv Çözüm Modelleri [13]	26
Şekil 2.20 NFC Kullanım Alanları [6]	27
Şekil 3.1 NFC Ekosistemde rol alanlar	28
Şekil 3.2 TSM'in OTA üzerinden NFC Telefon ve Uygulama Yönetimi [16]	33
Şekil 3.3 Basit(Simple) Mod Çalışma Şekli	34
Şekil 3.4 Delegated Mod Çalışma Şekli	34
Şekil 3.5 Secure Element İletişim Şekli [17]	36
Şekil 3.6 SIM(UICC) Örneği	37
Şekil 3.7 NFC Kontrolör ve Secure Element İletişim Kanalı	38
Şekil 3.8 NFC Telefon Mimarisi [16]	39
Şekil 4.1 NFC Mobil Bilet TSM Modeli	42
Şekil 4.2 Mifare4Mobile Servis Yönetiminde TSM ve Cüzdan Arayüzleri [11]	45
Şekil 4.3 HSM ile Şifreleme Yapısı [22]	49
Şekil 4.4 Secure Elementin Mimarisi ve Güvenli Alan ve Uygulamalar [24].....	50
Şekil 4.5 SCP Protokolü ile Verilerin Şifrelenmesi [23]	51
Şekil 4.6 NFC Mobil Bilet Aktivasyonu ve Bilet Bilgisi Ekranları.....	52
Şekil 4.7 İnternet üzerinden Kontör Yükleme İşlemi	53
Şekil 4.8 NFC Mobil Bilet Geçiş ve Ödeme İşlemi.....	54

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2-1 NFC Forum Etiket Tipleri ve Desteklenen Ürünler	13
Çizelge 2-2 NFC Forum’la uyumlu Etiket Tiplerinin Karşılaştırılması	14

NFC TEKNOLOJİSİNİN TOPLU ULAŞIMDA UYGULANMASI

Tuğba NAROL

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Coşkun SÖNMEZ

NFC teknolojisinin Toplu Ulaşım da Mobil Bilet olarak kullanılabilmesi için teknik ve iş modelinde yaşanan sıkıntılardan dolayı NFC teknolojisinin Toplu Ulaşım da bilet olarak kullanılabilmesi ve NFC’li inovatif projelerin hayata geçmesi gecikmiştir.

Bu çalışmada NFC uygulamalarının Toplu Ulaşım sektöründe kullanılabilmesi için akıllı şehir uygulamalarına farklı bir bakış sunulmaktadır. NFC teknolojisinin daha iyi anlaşılması ve Toplu Ulaşım da kullanımının yaygınlaştırılması için en ideal iş modelinin kurulması amaçlanmıştır. Çalışmanın amacı Toplu Ulaşım kullanan insanların hayatını kolaylaştıracak, geliştirilmiş NFC’li Bilet Uygulaması ile kolay geçiş imkânı sunan kullanıcı ile interaktif bir yapı hazırlamaktır.

Anahtar Kelimeler: NFC, TSM, Toplu Ulaşım

ABSTRACT

THE NFC TECHNOLOGY IMPLEMENTATION ON PUBLIC TRANSPORTATION IN SMART CITIES

Tuğba NAROL

Department of Computer Engineering
MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Coşkun Sönmez

The purpose of this thesis is to prepare an interactive structure with projects using NFC Technology and make the life of people using public transportation easy. Easiness that digital commerce presents can be seen by fare, time and payment information with NFC Ticket Application. "NFC handset" used as POS device communicates read / write mode of NFC with public transportation ticket. NFC handset tops credit up to public transportation ticket by communicating contactless in this mode. Furthermore, it informs final balance and the last transition information in ticket to the user. NFC Smart Poster is an application that presents interactive advertisement poster to customers. This application can be used with alternative language options by downloading information (bus stop information, the nearest social events, campaigns, coupons, favourite music, etc.) read from NFC Tag located on Smart Posters to customer's NFC handset. These NFC projects generate communication bridges between customers and business organization and upgrade Smart Cities' worth in public transportation.

Keywords: NFC, Smart Poster, Handset, Ticket

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

GİRİŞ

1.1. Literatür Özeti

Dijital bilgi kaynaklarının artması ile mobil uygulamalar bu kaynakları kullanarak bilgiye etkileşimli bir şekilde ulaşılmaktadır. Mobil uygulamalar dijital teknolojiyi kullanarak kullanıcıların bilgiye ulaşmasını kolaylaştırmanın yanında ödeme uygulamaları ile elektronik ödeme işlemlerinin hızlı ve güvenli bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Dünya ülkelerinde mobil pazarlama ve dijital bilgilerin mobil cihazlarda sunumunun farklı platformlarda sunulmaya başlanması gün geçtikçe artmaktadır. Mobil Ödeme Sistemlerinin geliştirilmesi ve dijital kaynakların kullanılması ile dijital güvenlik önümüzdeki 10 yılda daha önemli hale gelecektir ve dünyada önemi gittikçe artmaktadır. 1990’larda kullanılmaya başlayan mobil cihazlar ve telefonlar günümüzde kişisel bilgisayarların bile yerini alarak dijital ödeme dünyasında zirve yaptı [1]. Mobil Operatorler daha çok müşteriye hitap etmek için ağlarını güçlendirirken ödeme dünyasında yer alan birçok şirkette bilgi teknolojilerini geliştirerek ödeme dünyasında e ticaretin yönünü ve gelişimini ciddi bir şekilde etkiledi. Mobil ödeme dünyasında digital ticarete yön veren en önemli alanlar; elektronik bilet, toplu taşıma, sadakat projeleri, ödemeler ve CRM dir. Geleceğin ödeme sistemi tüm ödeme alanlarını kapsayan digital cüzdan olacaktır. Bunun için ticaret içinde yer alan üreticilere ve tüketicilere yönelik ödeme olanaklarına odaklanmak gerekmektedir. Ödeme sektöründe yer alanların aralarında iş birliğine gitmesi halinde ödeme, işin en kolay tarafı haline gelecektir. Tüketicilerin ödeme yapma durumuna göre ihtiyaçlarının değişmesi, satıcıların ekonomik, hızlı ve güvenli ödeme sunma isteği, endüstride müşteri taleplerinin farklılık göstermesi ile rekabet ve verimliliğin artırılması adına inovatif projeler üzerinde çalışmak gerekecektir. Finansal kurumlar için büyük önem taşıyan mobil ödemelerde lider yatırımcıların önemli çalışmaları olmuştur. American Express, Visa, AT & T, TMobile,

MasterKart, ISIS (ortaklık, Verizon, Barclaykart ve Discover), ve Google gibi dünya devleri mobil cüzdan duyurularını yaptılar [2]. 2000 yılından bu yana ödeme dünyasındaki en önemli rollere sahip olan mobil operatörler, finansal hizmet sağlayan firmalar ve satıcılar mobil ödemenin uygulanabilirliğini değerlendirmektedir ve bu rollere sahip oyuncuların son gelişmelerde mobil ödemeye teşvik oluşturduğu ortadadır.

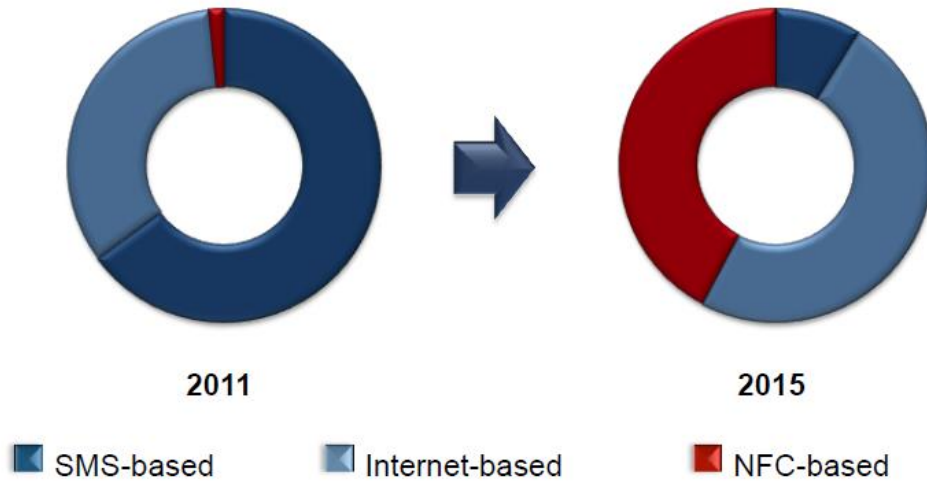
Yeni geliştirilen NFC teknolojisi, yakın alan haberleşmesi demektir ve mobil cihazlarda temassız haberleşmeyi mümkün hale getirmektedir. Temassız haberleşme teknolojilerin başında RFID, NFC yer almaktadır. NFC teknolojisinin mobil cihazlarda temassız ödeme sağlaması ile mobil ödeme uygulama çeşitliliği, kuponlar, biletler ve promosyonlar gibi sektörlerde sıçrama yaşandı. Şekil 1.1’de gösterildiği gibi NFC tabanlı mobil ödemelerde giderek artış yaşanmaktadır. NFC teknolojisinin Toplu ulaşım sektöründe mobil bilet, akıllı posterler, temassız okuyucu gibi birçok alanda kullanılması ile toplu taşıma operatörlerine ve kullanıcılarına birçok faydasının olacağı beklenmektedir.

Temassız ödeme sistemlerinde müşteri ile POS cihazı arasında fiziksel temas gerektirmeden ödeme işlemi gerçekleşir. Temassız ödeme işleminde müşteri POS terminaline temassız ödeme kartını, cep telefonunu veya temassız ödeme yapacağı cihazını yaklaştırır ve Radio Frekans (RF) dalgaları ile ödeme bilgileri iletilir. Temassız ödeme sistemleri dünyada artık birçok ödeme alanında yer almaktadır ve NFC teknolojisi ile mobil ödemenin hızlı bir giriş yapması ve temassız ödeme trendini artırması beklenmektedir. Tüketicinin mobil ödeme uygulamasından hesaplarını kontrol edebiliyor olması ve ürün pazarlamaya yönelik NFC teknolojisinin sunduğu teşvikler mobil ödemeye yönelmeyi hızlandırmaktadır.

Radyo frekansı tanımlama (RFID) tabanlı temassız cihazlar kullanarak ve yakın alan iletişimi (NFC) konsepti ile birlikte müşterilere güvenli bir şekilde ödeme yapmaları sağlanmaktadır. NFC’li toplu ulaşım bileti ve diğer ödeme sistemlerinde NFC’nin hızla tercih edilmesi ile temassız ödeme sistemleri giderek büyümektedir. 2008 yılı başında, MasterKart PayPass, Visa payWave veya American Express ExpressPay markalı 35 milyondan fazla temassız finansal ödeme kartları yayınlanmıştır ve 80.000 şirket 400.000’den fazla okuyucunun temassız ödeme sistemlerine ve NFC haberleşmeye uyumlu şekilde çalıştığı görülmüştür. Temassız ödeme sistemleri ile NFC özellikli cihazlara geçiş kolaylaşmıştır [2].

Elektronik ödeme sistemlerinin en çok kullanıldığı alanlardan birisi olan Toplu Ulaşımda mobil bilet uygulamaları gelecekte yaygın bir şekilde kullanılacaktır. Mevcut temassız ödeme sağlayan RFID özellikli sisteme NFC özellikli okuyucuların entegre edilmesi ve NFC özellikli cep telefonlarının mobil bilet olarak kullanılması mümkün olacaktır. NFC'li okuyucu ile NFC özellikli cep telefonu arasında iki yönlü iletişim ile haberleşme gerçekleştirilir. Ayrıca NFC özellikli cep telefonunun okuyucu olarak kullanılması ile akıllı bilete kontör yükleme bakiye bilgilerini görüntüleme uygulamaları geliştirilebilmektedir. Bu yükleme uygulamaları ile kullanıcılar toplu taşıma biletlerine kontör yükleme işlemi için bir satış gişesine gitmeye gerek duymadan kendi cep telefonlarını bir pos cihazı gibi kullanabilmektedir. Ayrıca Akıllı posterlerdeki NFC etiketleri okuyabilen NFC cep telefonu uygulamaları ile posterdeki bilgiyi kendi telefonuna indirebilmekte ve böylece dijital bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmaktadır.

NFC hakkında uluslararası yapılan çalışmalar ve mobil ödeme yönetimi konusunda geliştirilen uygulamalar incelendiğinde inovatif uygulamalar ile NFC'nin yeni kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Mobil ödeme ve NFC alanında interaktif yeni uygulamalar ile farklı sektörlerin NFC teknolojisinin kullanımına ilgisi olduğu gözlemlenmiştir. NFC birçok görüşe göre, cep telefonlarının verdiği hizmetler olan konuşma ve kamera'dan sonra dokunma yoluyla bilgiye erişimde bir devrim olarak görülmektedir.



Şekil 1.1 Mobil Ödemelerde kullanılan teknoloji oranları

1.2. Tezin Amacı

Toplu Ulaşımında yüksek kaliteli, kolay erişilebilir ve kullanıcıların gereksinimlerini karşılayan ve güvenli uygulamalar sunmak amacıyla Temassız haberleşme, dijital, mobil teknolojiler ile temassız ödeme sistemi araştırılmıştır.

Temassız teknolojiler toplu ulaşım sektöründe çok iyi bir şekilde geliştirilen uygulamalar ile kullanılmaktadır. Temassız ödemeyi destekleyen akıllı kartlar, otobüsde, trende ve diğer bütün toplu ulaşım araçlarında elektronik bilet olarak kullanılmaktadır. Yine Temassız ödemeyi destekleyen NFC teknolojisi ile iki cihaz arasında kısa mesafeden haberleşme sağlanır. NFC teknolojisi, yakın alan haberleşmesi demektir ve mobil cihazlarda temassız haberleşmeyi mümkün hale getirmektedir. NFC teknolojinin Toplu Ulaşım sektöründe mobil bilet, akıllı posterler, temassız okuyucu gibi birçok alanda kullanılması ile toplu ulaşım operatörlerine ve kullanıcılarına birçok faydası olacaktır.

Bu tez, NFC uygulamalarının toplu taşıma sektöründe kullanılabilmesi için akıllı şehir uygulamalarına farklı bir bakış sunmaktadır. NFC teknolojinin daha iyi anlaşılması ve toplu taşımada kullanımının yaygınlaştırılması için en ideal iş modelinin kurulması amaçlanmıştır.

Tezin amacı NFC Mobil Bilet Uygulaması ile Toplu Ulaşım kullanan insanlara kolayca ödeme imkanı sunarak kullanıcı ile interaktif bir yapı hazırlamaktır. Akıllı kart ile cep telefonları birleştirilerek, cep telefonu NFC okuyucuya yaklaştırıldığında Akıllı Kart gibi davranarak güvenli bir bilet ödemesi sağlar. NFC Mobil Bilet uygulaması ile Toplu Ulaşım şirketi tarafından yolcuların ücretlendirme bilgileri, zaman bilgileri, kurumların hakedişleri gibi bilgiler takip edilerek dijital ticaretin sunmuş olduğu kolaylıklar görülebilmektedir.

1.3. Hipotez

Bu çalışmada NFC teknolojisini ve uygulama alanları araştırılarak ödeme sistemlerinde kullanılabilen örnek bir NFC Mobil Bilet uygulaması incelenmiştir.

Bölüm 2’de NFC teknolojisi ile NFC’ye dayalı ödeme sistemleri anlatılmıştır. NFC teknolojisi detaylı bir şekilde anlatılmıştır ve NFC’nin çalışma modları, standartları ile toplu taşıma alanında yer alabilecek NFC uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Dünya’da yapılmış olan NFC çalışmaları ve NFC’nin geleceğine değinilmiştir.

Bölüm 3'te NFC teknolojisinin ödeme sistemlerinde hayata geçmesi için oluşturulan NFC ekosistemi anlatılmıştır. NFC'li Mobil Ödeme uygulamalarında NFC Ekosisteminde yer alacak her bir aktörün görevleri ve aralarında olması gereken iş birliği hakkında bilgi verilmiştir. NFC Mobil Uygulamaların güvenliğin nasıl sağladığı konusuna değinilerek bir Mobil Bilet uygulamasının yönetimini gerçekleştiren ve NFC ekosistemde rol alan Servis sağlayıcı, Banka, TSM, MNO, HSM, Üreticiler, Son Kullanıcılar hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 4'te Toplu taşımada kullanılacak olan NFC Mobil Bilet uygulaması için düşünülen en ideal iş modeli ve TSM çözümü anlatılmıştır. TSM'in Delegated modda çalışması ve Servis sağlayıcı olarak görev alan toplu taşıma operatörünün bir TSM olarak yer alması ile NFC Mobil Bilet uygulamasını nasıl yöneteceği konusunda bir model ortaya konulmuştur.

Bölüm 5'te Toplu Ulaşımda NFC'li Mobil Bilet Modeline yaklaşımın incelenmesi gerçekleştirilmiştir ve ortaya çıkan problemlerin çözümü değerlendirilmiştir. Projede yer alabilecek teknoloji ve iş modeli kısıtları üzerinde durulmuş ve etkileri araştırılmıştır. NFC Mobil Bilet projesinin Toplu Ulaşım Operatörüne, MNO'ya ve yolculara olacak faydalarından bahsedilmiştir.

Bölüm 6'da Tez çalışmasının değerlendirilmesi ve sonucu ortaya konulmuştur.

BÖLÜM 2

NFC TEKNOLOJİSİ

NFC teknolojisi, elektronik cihazlar arasında basit ve güvenli iki yönlü etkileşimi sağlar, kullanıcıların temassız işlemleri gerçekleştirmelerine izin vererek dijital içeriğe erişmelerini, temassız ödeme yapabilmelerini ve tek bir dokunuşla elektronik cihazlara kolayca bağlanabilmelerini sağlar. NFC, mevcut temassız kart teknolojisi için belirlenen standartları, temel unsurları kullanarak, birçok popüler kablosuz teknolojileri tamamlar.

NFC çift yönlü iletişim yeteneği ve dokunma basitliği ile diğer teknolojiler arasında bağlantı kurmak için en idealidir. Kullanıcılar müzik çalmak için bir müzik sistemine mobil cihazı bağlamak istiyorsa sadece NFC Dokunma Noktasında cihaza dokunduğunda cihazlar en iyi kablosuz teknolojiyi kullanarak iletişime geçebilmektedirler.

İşletmeler NFC'nin avantajlarını kullanarak dijital pazarda yeni uygulamalar ile yerini alabilmekte ve kullanıcılara birçok kolaylıklar sağlanmaktadır. Kısaca belirtmek gerekirse Temassız haberleşmenin olduğu her yerde NFC mobil cihazlarla birlikte yerini alacaktır. NFC'nin başlıca faydaları;

- Kullanımı kolay, insanlar basit bir dokunuşla istediği bilgiye ulaşarak ihtiyacını giderebilmektedir.
- Çok yönlü olması ile birçok sektörde geniş kullanım alanı oluşturmaktadır.
- NFC teknolojisinin ISO, ECMA, ETSI gibi standartlara dayalıdır ve evrenseldir.
- NFC, Bluetooth, Wifi gibi kablosuz haberleşme teknolojilerinin basit ve hızlı bir şekilde kurulumunu kolaylaştırarak teknolojinin kullanımını artırır.
- En fazla 4 cm'ye kadar kısa mesafeden basit bir dokunuşla haberleştiği için güvenlidir.

- Temassız ödeme sistemlerinde kullanılan mevcut temassız kart teknolojilerini destekleyerek birlikte çalışmalarını sağlar.
- Güvenlik gerektiren uygulamalar ile uyumlu çalışarak özellikle ödeme uygulamalarında güvenliği sağlar.

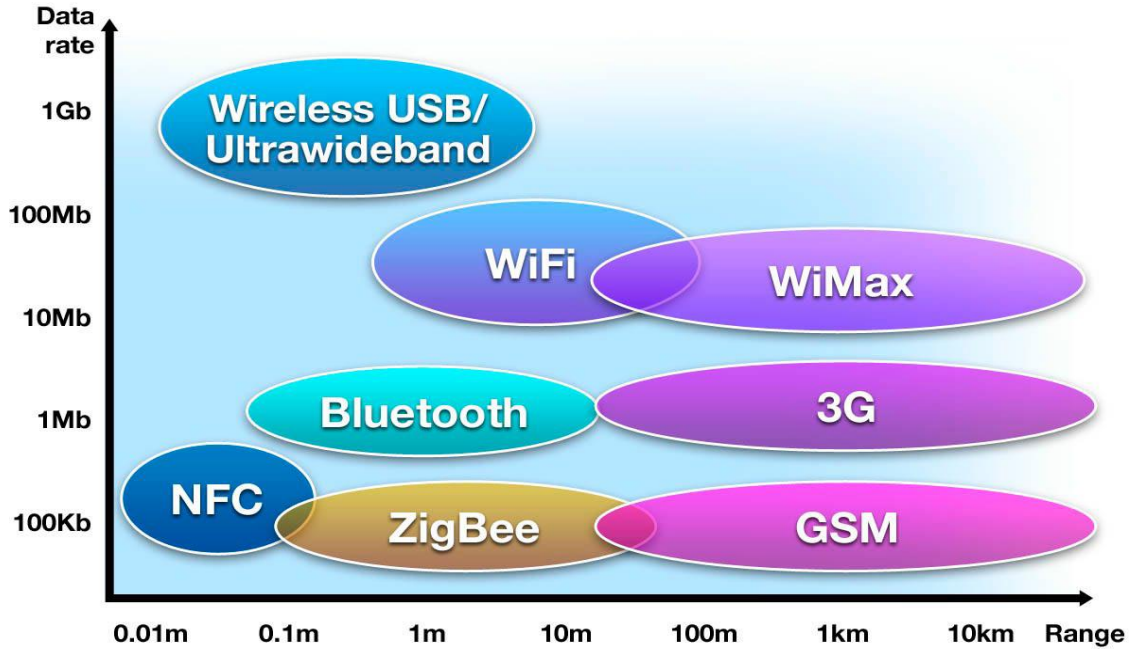
NFC'nin kullanım mimarisine baktığımızda temassız haberleşme için gerekli olan araçlar, donanımında NFC Kontrolör (NFC Controller)'u olan yani NFC özellikli cep telefonu, hafızasında veri saklayabilen NFC Etiket(Tag), NFC cep telefonlarını kabul eden okuyucu, NFC Etiketle haberleşmeyi sağlayan mobil uygulamadır. NFC'li haberleşmenin standartlarını ve gerekli araçları incelediğimizde NFC teknolojisinin diğer kablosuz teknolojilere göre hayatı ne kadar kolaylaştıracağı görülmüştür.

2.1. Near Field Communication (NFC) ve Diğer Kablosuz Teknolojiler

NXP, Philips, Sony ve Nokia bir araya gelerek oluşturduğu, 1-4 cm mesafeden haberleşmeyi sağlayan temassız bir haberleşme teknolojisidir. NFC teknolojisi Bluetooth ve Wifi teknolojileri ile karşılaştırıldığında 200 ms gibi önemli bir oranda daha hızlı iletişim kurduğu görülmektedir. Bluetooth ve diğer bağlantı kanallarında PIN kodu girilmesi gerekirken NFC cihazlar arasında buna gerek duyulmamaktadır çünkü güvenli bağlantı 1-4 cm mesafeden kurulmaktadır. NFC teknolojisi, 424 kbps maksimum haberleşme hızı ile en fazla 4 santimetre mesafede cihazların bilgileri paylaşmasını sağlar. Bu durumda kolay bağlantıları, hızlı işlemler ve basit veri paylaşımı ile NFC Teknolojisi diğer kablosuz teknolojilere göre hızlı ve basittir. Şekil 2.1'de diğer teknolojilerle karşılaştırılmasının sonuçlarına yer verilmektedir.

- Bluetooth teknolojisi, cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar ve diğer iletişim cihazları ile 10 metrelik alan içinde kablosuz haberleşme için tasarlanmıştır. Kullanım alanına göre veri alışverişi için kullanılan cihazlarla ağ bağlantısı sağlar. Bluetooth kulaklıklar buna en iyi örnektir.
- Wifi teknolojisi, Yerel Alan Ağları (LAN) için tasarlanmış ve optimize edilerek 100 metre aralığındaki iletişim cihazlarının haberleşmesinde kablolu ağlarının yerini alarak kablosuz haberleşmeyi sağlar.
- ZigBee, daha çok ev içi ve endüstriyel uygulamalarda 100 metre mesafeye kadar kontrol ve izleme yetenekleri sunan standarttır.

- RFID (Radio Frequency Identification) temel de bir RFID etiketten ve okuyucudan meydana gelir. RFID etiketi, radyo frekansı ile yapılan sorguları almaya ve cevaplamaya olanak tanıyan bir silikon yonga, anten ve kaplamadan meydana gelir. Yonga, etiketin üzerinde bulunduğu nesne ile ilgili bilgileri saklar. Anten, radyo frekansı kullanarak nesne bilgilerini okuyucuya iletir. Kaplama ise etiketin bir nesne üzerine yerleştirilebilmesi için yonga ve anteni çevreler. Temassız akıllı kartlar, RFID teknolojisi sayesinde kart okuyucu ile iletişim kuran mikroişlemcili bir yongadır. Temassız akıllı kartta iletişim, 10 cm mesafeye kadar sağlanabilir.



Şekil 2.1 Kablosuz Teknolojilerin Haberleşme Hızı Karşılaştırma [3]

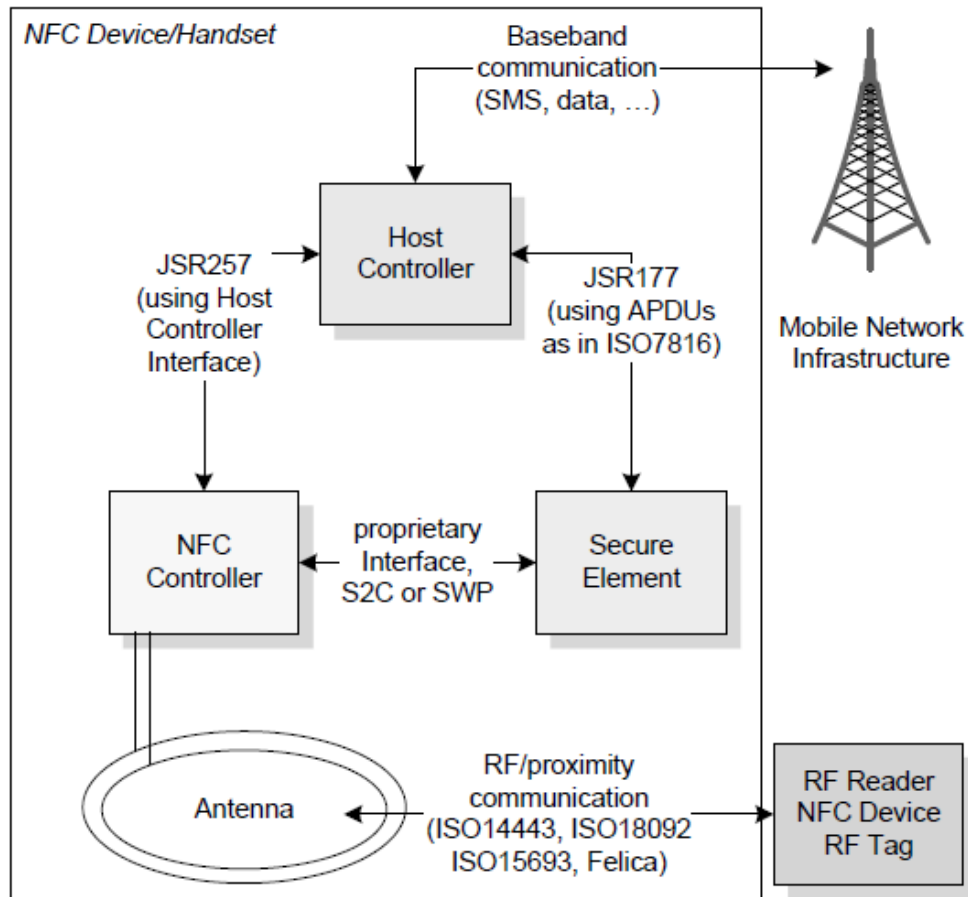
2.1.1. NFC'nin Standartları

Temassız sistemler, ISO 1443 ile standardize edilmiş olan temassız kart ve okuyuculardır. NFC'de bu temassız sistemlerin mobil cihazlar tarafından nasıl okunup yazılacağını yani iletişim protokollerini belirler, tanımlar. 8 Aralık 2003 de ISO/IEC tarafından daha sonra da ECMA tarafından standartlaştırılmıştır. ISO/IEC 18092/ECMA 340 ve ISO/IEC 21481/ECMA 352 olmak üzere iki ayrı NFC protokolü geliştirilmiştir. İlk standartlaştırma ISO 18092 ile Felica kart için düşünülmüştür. Google, Nokia, Samsung,

Microsoft gibi dünya mobil teknoloji devleri NFC konusunda büyük gelişmeler gösterdi. Google, Google Wallet'ı duyurdu ve aktif projeler geliştirmektedir. NFC cihaz üreticileri ile Mastercard, Visa gibi birçok finans kurumu ve GSM operatörleri biraraya gelerek NFC Forumu oluşturmuşlardır.

2.1.2. NFC Kontrolör

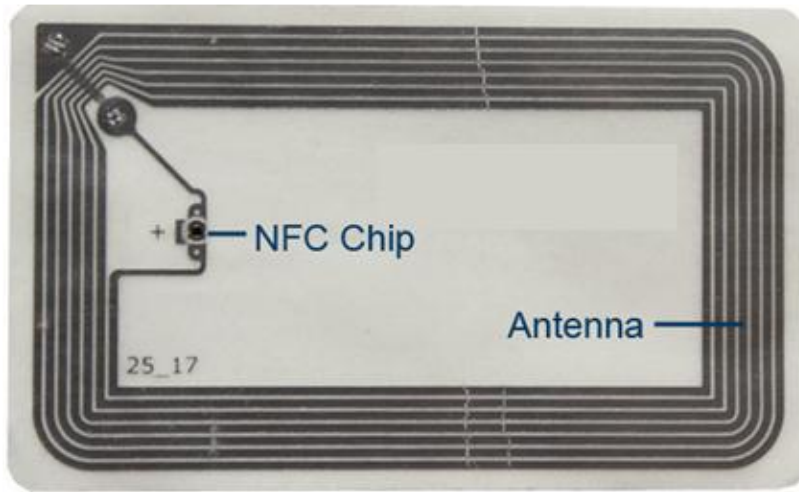
NFC'li mobil cihazlardan iletilen Radyo sinyallerini kontrol eden donanım ve yazılım birleşimi denilebilir. Analog dijital çevirisi ya da dijital'den analoğa çevirme işlemi NFC Kontrolör tarafından gerçekleştirilir. Bir mobil cihaz NFC ile haberleşmek için, NFC Kontrolör ve güvenli veri saklamak için bir secure element bulundurur. Bu secure elemente erişimi ve NFC Kontrolör'un çalışma şekli Şekil 2.4'te belirtilen standartlara dayalıdır.



Şekil 2.2 Cep Telefonunda NFC Haberleşme Arayüzleri ve Kontrolör Çalışma Şekli [4]

2.1.3. NFC Etiketler

NFC Etiketler mobil cihazlarda NFC'li haberleşmeyi sağlamak için tasarlanmış RFID etiketlerdir. NFC Etiket, Şekil 2.3'te görüldüğü gibi, çip, anten ve etiket olmak üzere üç parçadan oluşur. Anten, Cep telefonu NFC Etikete yaklaştırıldığında radyo enerjisini toplar. Topladığı radyo enerji ile NFC Etiket'de bulunan yonga, telefonla karşılıklı haberleşme için kullanır. Bir NFC Etiketi okumak bir saniden daha kısa sürer.



Şekil 2.3 NFC Etiket

NFC Etiket telefonla okunduğunda uygulamada çeşitli işlemler yapılabilir. Örneğin NFC Etiketten okunan bilgi bir firmanın reklamı olabilir, uygulamada web adresi açılarak çeşitli işlemler kolayca yapılabilir. NFC Etiket ile telefon arasında verilerin standardı NDEF (NFC Data Exchange Format), NFC Veri Kodlama Formatı ile belirlenir. Bunun için NFC Forum'da NFC cihaz ve Etiket üreticileri arasında birlikte çalışma vardır. Veri formatı, kayıt formatı gibi NFC Etiket spesifikasyonları NFC Forum tarafından belirlenir. Çizelge 2.2'de karşılaştırmalı olarak verilen NFC Etiket tiplerinin hepsinde okuma ve yazma gerçekleşir. NFC Etiketler sadece okunabilir, okunabilir yazılabilir ve bir kez yazılabilir etiketler şeklinde isteğe bağlı olarak özelliklere sahiptir. NFC Etiketlerdeki yazılı veriyi korumak için yeniden yazılabilir özelliği kapatılabilir veya imza ile korunması gerçekleştirilebilir. NFC Etiketler İnternet adresleri, telefon numaraları, mesajlar ve kartvizit gibi birçok bilgiyi içinde saklayabilirler. Çizelge 2.1'de belirtildiği gibi NFC Forumun belirlediği 4 tane Etiket Tipi mevcuttur.

2.1.3.1. Tip 1

ISO 14443A standardına dayalıdır. NFC etiketler okumak ve yazmak için kullanılabilir, kullanıcılar isterse sadece okunabilir NFC Etiket yapabilir. Hafıza kapasitesi 96 byte dan 2 kbyte'a kadar yükseltilebilir.



Şekil 2.4 Tip 1 ETİKET Örneği TOPAZ Logosu

2.1.3.2. Tip 2

ISO 14443A standardına dayalıdır. NFC etiketler okumak ve yazmak için kullanılabilir, kullanıcılar isterse sadece okunabilir NFC Etiket yapabilir. Hafıza kapasitesi 48 byte dan 2 kbyte'a kadar yükseltilebilir.



Şekil 2.5 Tip 2 NFC Etiket Örneği Mifare Ultralight Etiket

2.1.3.3. Tip 3

FeliCa olarak bilinen Japon Sanayi Standardı (JIS) X, 6319-4 esas almaktadır. Yeniden okunup yazılabilir ayrıca üretim aşamasındada yapılandırılmış olabilir. Hafıza durumu değişkendir, 1 MB'a kadar genişletilebilir.



Şekil 2.6 Tip 3 NFC Etiket Örneği Felica

2.1.3.4. Tip 4

ISO/IEC 14443 standart serisiyle uyumludur. Yeniden okunup yazılabilir ayrıca üretim aşamasındada yapılandırılmış olabilir. Hafıza durumu değişkendir, 32 MB'a kadar genişletilebilir. İletişim arayüzü Tip A ve Tip B ile uyumludur.



Şekil 2.7 Tip 4 NFC Etiket Örneği Desfire

Çizelge 2-1 NFC Forum Etiket Tipleri ve Desteklenen Ürünler [5]

NFC Forum Platform	Compatible Products
1 NFC Forum Tip 1 Etiket	Broadcom Topaz
2 NFC Forum Tip 2 Etiket	NXP Mifare Ultralight, NXP Mifare Ultralight C, NXP NETİKET203
3 NFC Forum Tip 3 Etiket	Sony FeliCa
4 NFC Forum Tip 4 Etiket	NXP DESFire, NXP SmartFX with JCOP or other compatible contactless products

Çizelge 2-2 NFC Forum’la uyumlu Etiket Tiplerinin Karşılaştırılması [5]

NFC Forum Platform				
	Tip 1 Etiket	Tip 2 Etiket	Tip 3 Etiket	Tip 4 Etiket
Compatible Products	Broadcom Topaz	NXP Mifare Ultralight, NXP Mifare Ultralight C, NXP NETİKET203	Sony FeliCa	NXP DESFire / NXP SmartMX-JCOP
Hafıza Size	96 Bytes	48 Bytes / 144 Bytes	1, 4, 9 KB	4 KB /32 KB
Unit Price	Low	Low	High	Medium / High
Data Access	Read/Write or Read-Only	Read/Write or Read-Only	Read/Write or Read-Only	Read/Write or Read-Only
Operation Specifications	TİP 1 ETİKET	TİP 2 ETİKET	TİP 3 ETİKET	TİP 4 ETİKET
NXP Supporting Documents	-	NXP T2T	-	NXP T4T
NXP Product Datasheets	-	NXP UL, NXP ULC, NXP NETİKET203	-	NXP DES

2.2. NFC İletişim Modları

2.2.1. Aktif Mod

Bu modda iki cihaz güç kaynağına sahiptir ve ürettikleri sinyal üzerinden birbiriyle iletişim kurabilirler. NFC okuyucu cihazlar aktif modda çalışır. NFC’li cep telefonu, aktif

modda çalışan bir NFC cihaz olduğundan NFC etiketlerden bilgi toplamanın yanısıra, diğer NFC cihazlar ile de bilgi alışverişinde bulunabilmektedir. Örneğin Akıllı posterden bilgi okuyan bir cep telefonu aktif modda çalışır. Ancak NFC'li ödeme yapan bir uygulama sırasında cep telefonu pasif modda uygulamayı kabul eden NFC okuyucu aktif modda çalışır.

2.2.2. Pasif Mod

Bu modda, başlatıcı cihaz radyo sinyalleri üretir ve hedef cihaz bu elektromanyetik alan tarafından oluşturulan gücü alır. Hedef cihaz, mevcut elektromanyetik alan ile başlatıcı cihaza yanıt verir. Manyetik alan tarafından desteklenerek çalışan NFC Etiket'ler pasif modda çalışır.

2.3. NFC Çalışma Modları

NFC Linkte her iki cihaz, veri taşıyan bir RF sinyali üretmek için bir aktif mod vardır bir de sadece tek bir NFC cihazının RF sinyali ürettiği pasif mod çalışmaktadır. NFC standardının parçası olan iki bağlantı için farklı çalışma modları tanımlanmıştır. Pasif cihaz geri RF sinyali (başlatıcı cihaza) üreten cihaza veri aktarmak için düzenli bir yükleme modülasyonu kullanır.

İki çalışma modu da NFC tabanlı cihaz için en uygun olacak uygulamaları tanımlamaya yardımcı olmak için Şekil 2.10'da verilen standartlarda NFC Forum tarafından belirtilen iletişim modları kullanırlar. NFC Forum tarafından belirlenen 3 farklı çalışma modu vardır. Bunlar; Kart Emulasyon modu, Uçtan uca modu ve Okuyucu/Yazıcı modudur.

Kart Emulasyon modu kullanılarak güvenli bir veri aktarımı ile cep telefonu akıllı kart gibi davranır. Okuma Yazma iletişim modu uygulamaları, NFC Forum tarafından belirtilen ileti biçimini kullanarak veri transferi sağlayan bir okuma / yazma modunu içerir ve üçüncü bir uçtan uca modu ile bir cihazdan başka bir cihaza cihaza bağlantı sağlanarak iletişim desteklenir.

2.3.1. Kart Emulasyon Mod

Bu modda NFC cihazı sanki bir akıllı kart gibi davranır. Akıllı kart okuyucu cep telefonunu akıllı kartı okuduğu şekilde okuyabilir. Bu modda özellikle Ödeme ve bilet uygulamaları çalışmaktadır. Temassız ödemenin cep telefonundan yapılabildiği elektronik ödeme sistemi için oluşturulmuştur. Toplu ulaşım biletleri, park ödeme

uygulamaları bu modda çalışan uygulamalara örnektir. Bu modda cep telefonunuz, bir banka kartı, kredi kartı, toplu taşıma bileti, sadakat kartı, kimlik ve anahtar olarak kullanılabilir. ”Dokun ve Öde” sloganıyla duyurulur.

2.3.2. Okuyucu/Yazıcı Mod

NFC cihazı başka bir akıllı karta okuyucu gibi erişecek moddadır. Bu modda NFC cihazı pasif NFC etiketindeki bilgileri okuyup, NFC etikete yazabilecek şekilde çalışmaktadır (Şekil 2.8). NFC cihaz NFC etikete dokundurulduğunda haberleşme başlar ve NFC etikette yer alan bilgi NFC cihaza aktarılır. Akıllı posterler ve ürünler hakkında bilgi veren NFC etiketler bu modda çalışan uygulamalara en iyi örneklerdendir.



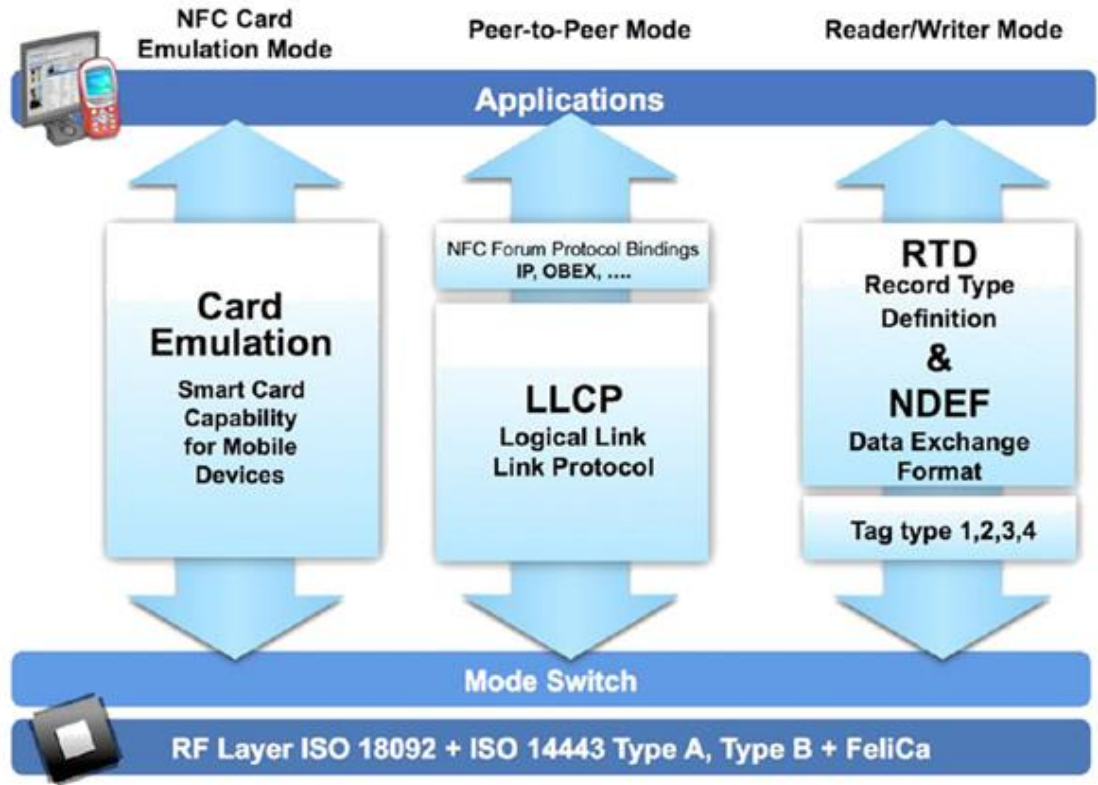
Şekil 2.8 NFC Telefon NFC Etiket Okuma Yazma Modu

2.3.3. Uçtan uca Mod

Bu modda iki NFC cihazı birbiriyle haberleşerek bilgi alışverişinde bulunabilir. Bu modda bir cihaz aktif durumda iken diğer cihaz pasif durumdadır. Bu modda iki cihaz arasında yapılan paylaşıma en iyi örnek bluetooth eşleştirme bilgisidir. NFC teknolojisi ile veri alışverişi gerçekleştirilmektedir ancak çok büyük boyutlu verilerin taşınmasında Bluetooth, Wifi gibi diğer iletişim kanallarına ihtiyaç duymaktadır. İki cihaz arasında NFC ile eşleştirme kolayca gerçekleştirildikten sonra veri büyük boyutta ise Wifi bağlantısı ile birlikte taşınır. Bu modda NFC cihazları iletişim kurarken NFC Forum’un Logical Link Control Protocol, Mantıksal Bağlantı Kontrol Protokol (LLCP)’nü kullanırken Simple NDEF Exchange Protocol, Basit NDEF Veri Taşıma Protokol (SNEP) ile iki cihaz arasında NDEF mesajlaşma sağlanır. NFC cihazlar arasında kolayca Bluetooth eşleştirme, fotoğraf, müzik, URL paylaşımları örnek verileceği gibi sosyal ağların kullanımında ve oyunlarda etkin kullanımı olan bir moddur. Bu modda çalışan uygulamalar “Dokun ve Paylaş”, “Dokun ve Eşleştir” sloganlarıyla duyulur.



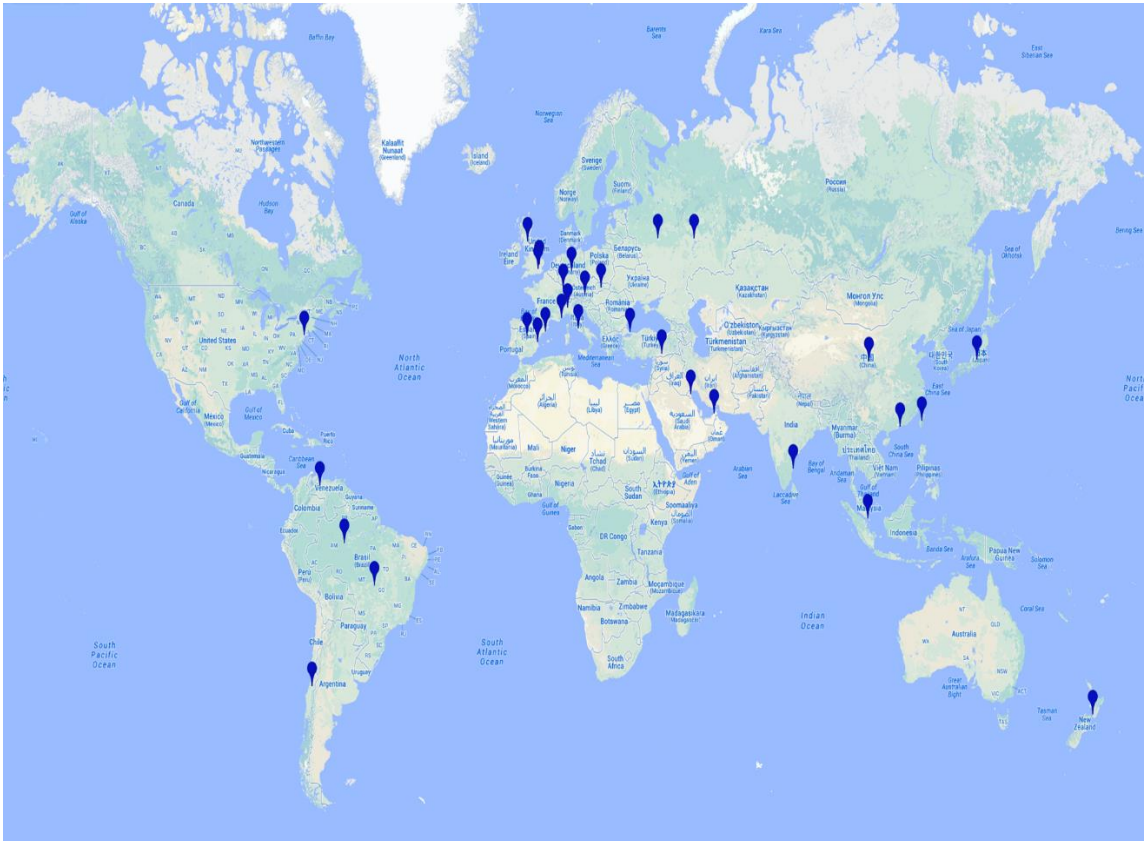
Şekil 2.9 NFC Bluetooth Kulaklık eşleştirme [6]



Şekil 2.10 NFC standart arabirimi üç çalışma modu [7]

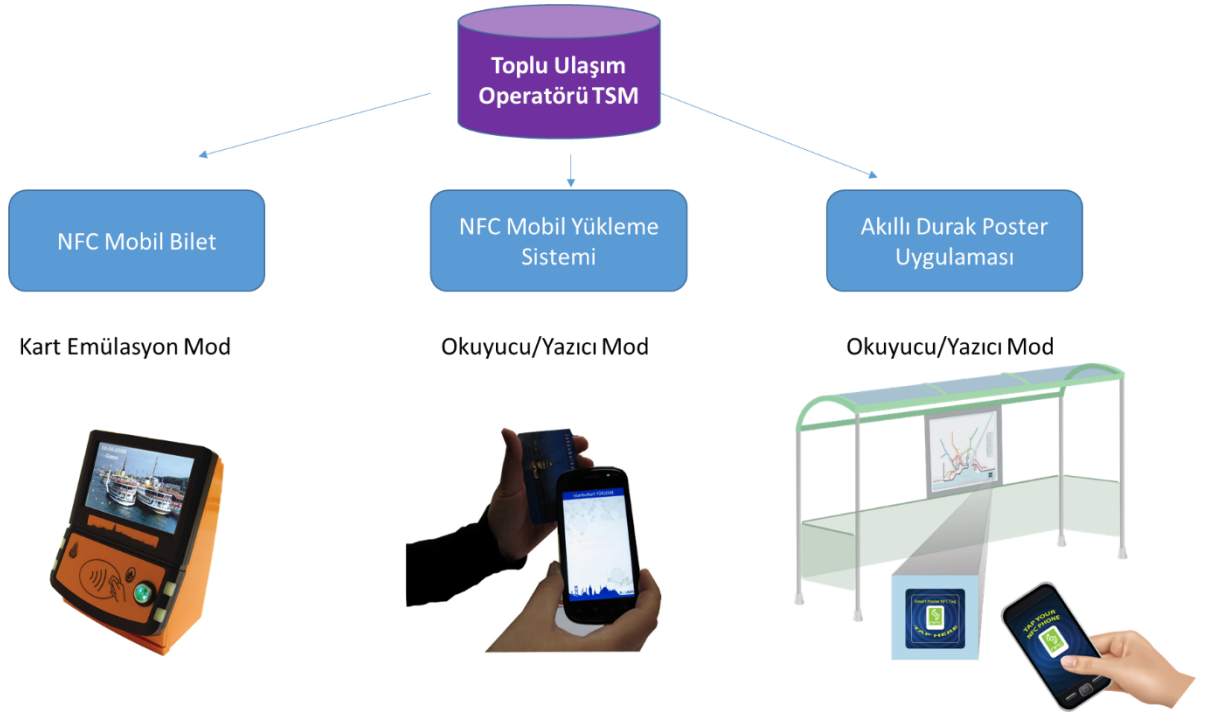
2.4. Toplu Ulaşım NFC ve Uygulamaları

NFC destekleyen uygulamalar son kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Her yerde her zaman hızlı ve güvenli ödeme kolaylığı, cep telefonu ile bilet satın alma, cep telefonunu bir pos cihazı gibi kullanma, hep yanınızda bulunan mobil kuponlar sunduğu olanakların başlıcaları diyebiliriz. Kullanıcılar, basit bir dokunuşla cep telefonundan kart bilgilerinin bulunduğu uygulamara erişebilmektedir. ABI Research'ün beklentilerine göre önümüzdeki 5 yıl içerisinde akıllı biletlerin % 30'unu NFC'li mobil biletler oluşturacaktır [8].



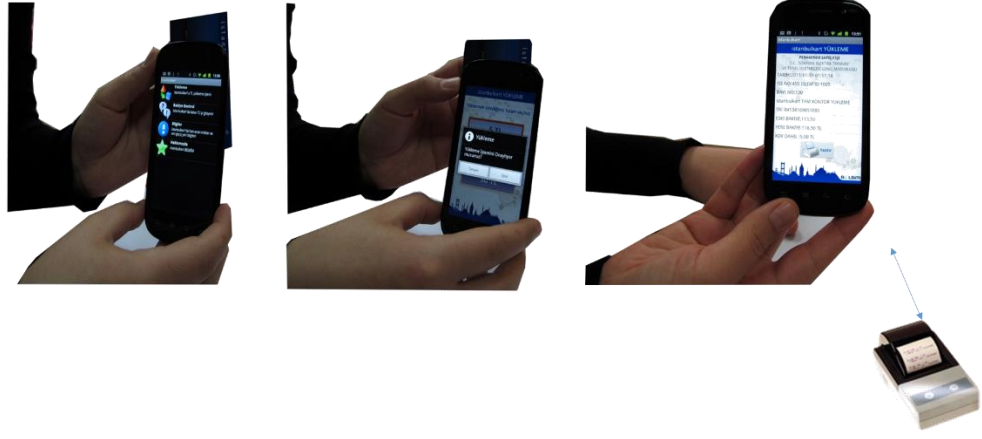
Şekil 2.11 Dünyada Toplu Ulaşım NFC Çalışmalarının yapıldığı ülkeler

NFC teknolojisinin toplu ulaşım kullanım alanlarına baktığımızda NFC'li cep telefonun üç farklı haberleşme modunda çalıştığı projeleri görebiliriz. Şekil 2.12'de gösterilen şekilde Toplu ulaşım NFC uygulamaları Toplu Ulaşım operatörünün TSM tarafından güvenli bir şekilde yönetilebilir. Şekilde gösterilen NFC Mobil Bilet uygulaması kart emülasyon modda, NFC Mobil Yükleme Sistemi okuyucu/yazıcı modda, Akıllı Durak Poster Uygulaması okuyucu/yazıcı modda çalışmaktadır.



Şekil 2.12 Toplu Ulaşım NFC Uygulama Modları

- NFC’li cep telefonunun bir toplu taşıma bileti gibi kullanıldığı modelde telefon kart emulasyon modda haberleşir. Bu modda cep telefonu, temassız ödemeyi destekleyen ön ödemeli akıllı kart gibi davranarak toplu ulaşım bileti olarak kullanılabilir. Ön ödemeli kartlarda yükleme işlemi telefondaki uygulama üzerinden gerçekleştirilmektedir ve tahsilat SIM kart operatöründen veya banka hesabından karşılanmaktadır. Ayrıca NFC’li telefonların otopark sistemlerinde kullanılıp toplu ulaşım bilet sisteminde olduğu gibi sisteme bütünleşik olarak çalışması gerçekleştirilir.
- NFC’li cep telefonunun pos cihazı gibi kullanılabildiği modda telefon okuyucu yazıcı modda haberleşir. Şekil 2.13’te örnek uygulamadan görüldüğü gibi bu modda cep telefonu temassız haberleşerek toplu ulaşım bileti olarak kullanılan ön ödemeli karta kontör yükleme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Bu modda Mobil Yükleme İstasyonu gibi çalışan uygulamaların, son bakiye gibi bilet bilgilerine erişip kullanıcıyı bilgilendirmesi mümkündür.



Şekil 2.13 NFC Telefonun POS cihazı gibi kullanılması

- NFC Akıllı Poster Uygulaması, Akıllı Posterlerdeki NFC etiketlerden okunan bilginin(otobüs geliş süreleri, kampanyalar, reklam, favori müzik, en yakın sosyal tesisler, tarife, müzeler, kupon vs.) kullanıcının tercih edeceği dilde(İngilizce, Almanca) telefona indirilmesiyle müşterilere interaktif reklam posterleri sunan bir uygulamadır. Akıllı Posterden okunan bilgi, konser ve benzeri organizasyonlar için kupon biriktirme, indirim kazanma hakkı verebilir. Toplu Taşıma şirketinin sunucusu tarafından NFC etiketlerin yönetiminin sağlanması ve Akıllı Posterlerde gösterilecek reklama göre NFC Etiketlerin güncellenmesinin sağlanması şirket tarafından geliştirilecek yazılım ile gerçekleştirilecektir. NFC Akıllı Poster uygulaması bu kullanımı ile tüketicilerle üreticiler arasında iletişim kanalı oluşturarak reklam firmalarıyla birlikte uygulamanın hizmetini sağlayacak olan toplu ulaşımda akıllı şehirlerin değerini artırır.



Şekil 2.14 Toplu Ulaşımnda NFC

2.5. NFC Teknolojisi Uygulama Alanları

Temassız haberleşmeyi mobil cihazlarda mümkün kılan NFC teknolojisinin kullanım alanlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Mobil Ödeme olanağı ile kredi kartı, banka kartı, toplu ulaşım bileti gibi temassız ödeme sağlayan kartların yerine cep telefonunuzu kullanabilirsiniz.
- NFC'li Akıllı Poster uygulamaları ile NFC'li cep telefonunuzu postere yaklaştırarak bilgileri okuyup ekranınızda görebilirsiniz.
- Elektronik anahtar uygulamaları ile cep telefonunuzu araba anahtarı ev, işyeri anahtarı olarak kullanabilirsiniz.
- Kimlik kartı uygulamaları ile NFC'li cep telefonunuz kimlik kartınız, kartvizitiniz, pasaportunuz olabilir.
- Sağlık sisteminde doktorların ve hastaların hayatını kolaylaştıran, insan hatasından kaynaklanabilecek hataları önleyerek, sağlık kontrollerin dijital bilgi üzerinden takip edilmesini sağlar. NFC etiketlerde saklanan hasta bilgilerine erişebilen doktor veya hemşire hastaların tedavisini yakından takip ederek hangi tedaviyi alması gerektiğine yardımcı olur. Şekil 2.15'te şeker ölçüm cihazından sonuçların NFC telefona kolayca aktarılabildiğini görülmektedir.

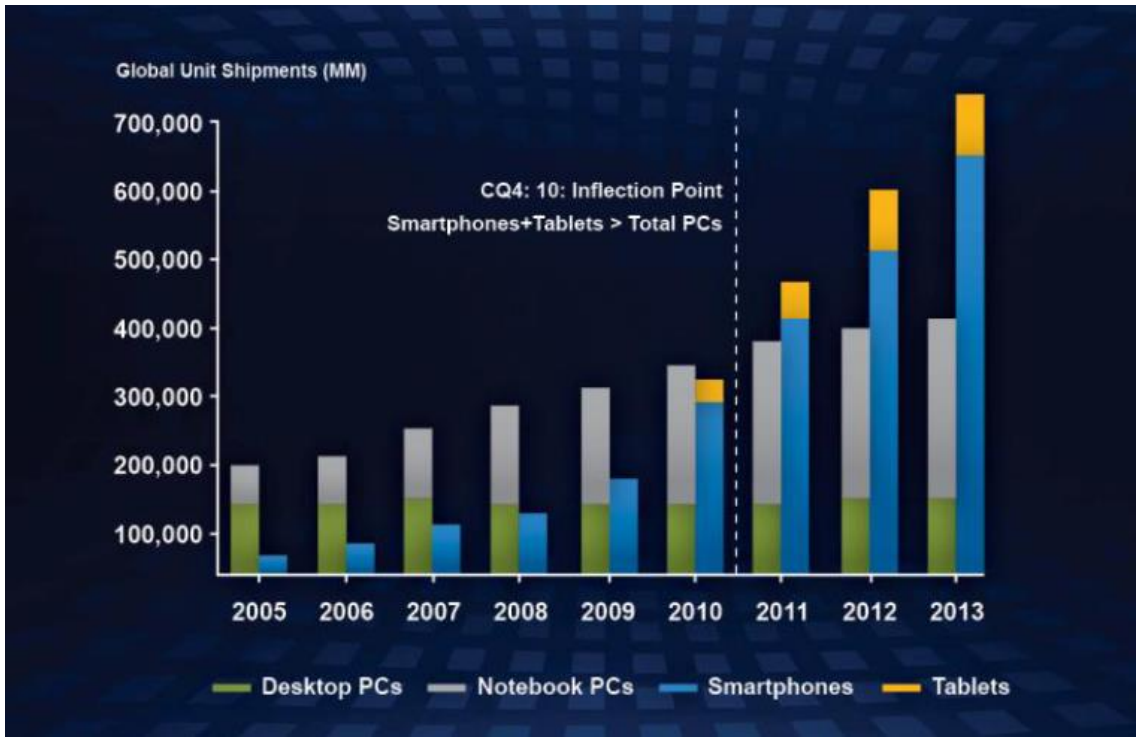


Şekil 2.15 NFC Tabanlı Ölçüm Uygulaması [9]

- Alışverişte müşteriler, cep telefonlarını ürünlerin üzerinde bulunan NFC etiketlere yaklaştırarak ürünler hakkında bilgilere anında sahip olurlar ve müşteri ile etkileşimli sanal mağazacılık oluşturulabilir. [10] Şekil 2.16’da birçok üründe NFC etiket bulunmakta ve müşteri ürün bilgilerine bu etiketlerden kolayca erişebilmektedir.

2.6. NFC Teknolojisine Genel Bakış ve NFC'nin Geleceği

NFC hakkında uluslararası yapılan çalışmalar ve mobil ödeme yönetimi konusunda geliştirilen uygulamalar incelendiğinde, NFC'li cep telefonlarının sayısının artması, temassız ödeme sisteminde yer alan firmaların NFC'li ödemeye destek vermesi ve inovatif uygulamaların sunumu ile şekil 2.20'de gösterildiği gibi NFC'nin yeni kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. 2015 yılında cep telefonlarının yarıdan fazlasının NFC destekleyeceği beklenmektedir ve NFC'nin görünen amacı temassız ödeme olsada geliştirilen interaktif uygulamaların birçok sisteme uygulanabilirliği gözlenmektedir. şekil 2.17 ve şekil 2.18'de NFC cihazların yıllara göre üretim oranları araştırma sonuçlarına göre verilmektedir.



şekil 2.17 NFC Cihaz retim oranları [12]



Şekil 2.18 NFC Cihaz üretim oranları [12]

Operatörler, bankalar, kart üreticileri ve diğer servis sağlayıcı şirketlerin NFC'nin yaygınlaşmasına yönelik yapmış oldukları çalışmalar NFC'nin gelişimini ve gelecekte yaygın bir şekilde kullanılacağını göstermektedir. Bu çalışmalara örnek verecek olursak;

- Ödeme sistemlerinde çözümler sunan Dünyanın önde gelen firmalarından Mastercard NFC'li Paypas uygulamasını duyurdu. NFC telefonunuzda Paypas hesabınızı aktifleştirdikten sonra paypas kabul eden terminale tek bir dokunuşla alışverişinizi rahat ve eğlenceli tamamlayabilmektesiniz. Yine NFC'li temassız ödeme sistemi çözümlerini sunan visa kart, PayWave desteği ile NFC'li temassız ödemenin önünü açmaktadır.
- Temassız ödeme sistemlerinde önemli bir role sahip olan NXP, Dünyada Toplu ulaşımda ödemenin hızlı bir şekilde temassız ödemeye geçtiğini ve NXP ürünlerinin kullanımı ile NFC'li temassız ödemeye geçişin hızlı olacağını belirtmektedir.
- İstanbul, Londo ve Nice'de Toplu Ulaşım Bileti için NFC çalışmaları yapılmıştır.
- Dubai'de Toplu Ulaşım Bileti olarak artık NFC'li cep telefonu kullanılmaktadır.
- Türkiye'de Banksoft, NFC Mobil ödeme sistemlerinde tüm operatörlerden ve bankalardan bağımsız bir TSM çözümü geliştirmiştir.

- ABD genelinde yaygın bir şekilde kullanılan ISIS Mobile Wallet, NFC uyumlu Android telefonlarda ve NFC destekli SIM kartlarda çalışan Mobil cüzdan uygulamasıdır. Google'un duyurmuş olduğu Google Wallet projesi ile temassız ödeme olanağı sunulmaktadır ve birçok ülkede kullanılmaya başlanmıştır.
- Sony, elektronik ürünlerinde NFC özelliği taşıyan cihazlar(Laptop, cep telefonu, tablet) ve kullanımları için gerekli spesifikasyonları tanıtarak NFC cihazlar ile NFC Etiketler arasında tek bir dokunuşla haberleşmeyi (paylaşım, yükleme, dinleme, görüntüleme) sağlamaktadır.
- Otomotiv sektöründen Almanya'dan PLDS firması, cep telefonu, tabletler aracılığıyla nfc teknolojisinin kullanım alanlarını(anahtar, cd/dvd, usb.) tanıtmıştır. Şekil 2.19'da gösterildiği gibi Nfc teknolojisine dayalı projelerle sürücüler araçlarda bulunacak olan kablosuz şarj cihazına telefonunu yerleştirerek cep telefonu ile araba arasında NFC'li haberleşme sağlanmakta cep telefonundan aracın hız, ışık, koltuk, ayna ayarlarının kontrollerini yapabilmektedir.



Armrest Concept



Bin Concept



Aftermarket Modules



Push-Push Concept



Integrated Modules

Şekil 2.19 NFC'li Otomotiv Çözüm Modelleri [13]

- Japon hava yolları, yeni uygulaması olan NFC'li boarding, geçişin nasıl kullanılacağı tanıttı ve havalimanlarında NFC'li Boarding, yolcuların check in ve geçiş işlemlerini kolaylaştırarak vakit kazancı sağlamaktadır.
- Toplu ulaşımda Dünya'nın bilinen büyük şehirlerine akıllı ve güvenli çözümler sunan firmalardan olan Thales'in NFC Mobil Bilet projesi ile Toplu Ulaşım kullananların akıllı kart bilet taşımaktansa cep telefonlarını bilet olarak kullanabileceklerdir. Buna benzer olarak Fransa'da Cityzi firmasının Nice şehrinde uygulanan mobil bilet uygulaması dinlenildi. Uygulama tüm Fransız operatörler tarafından desteklenmektedir.

- Avusturya'dan Evva firmasının cep telefonlarının elektronik anahtar olarak kullanılmasını amaçlayan AirKey uygulaması ile kapıda bulunan NFC'li uç ile haberleşen cep telefonu anahtar görevi görmektedir.
- Canon, PowerShot SX700 HS kamerasına NFC özelliğini ekleyerek kullanıcıların android telefon veya tabletlerine dokunarak görüntü paylaşabileceklerini duyurdu.



Şekil 2.20 NFC Kullanım Alanları [6]

NFC BİLET UYGULAMASI ve NFC EKOSİSTEMİ

NFC teknolojisi ve faydalarını toplu taşımacılık sistemi ve şehir hayatında belediyeçilik uygulamalarına kazandırarak, akıllı şehirler oluşturarak bu teknolojinin kazandırdığı bütün kolaylıkları müşterilere sunmak amacıyla NFC'ye dayalı mobil ödemelerin geliştirilmesi gerekmektedir. NFC'ye dayalı Toplu Ulaşım Bilet uygulamasının geliştirilmesi, kullanıcılara güvenli bir şekilde yüklenebilmesi ve yönetilmesi için Şekil 3.1'de görüldüğü gibi birçok aktöre ihtiyaç vardır. Bu aktörlerle işbirliği içerisinde olmak ve her aktörün rollerini belirlemek amacıyla NFC Ekosistemi oluşturulmuştur. Bu bölümde NFC Ekosistemde bulunan aktörlerin görevleri ve birlikte nasıl çalışacakları anlatılmaktadır. Cep telefonu operatörleri, bankalar, toplu ulaşım şirketleri, akıllı kart üreticileri, cep telefonu üreticileri ve mobil operatörler gibi aktörlerin iş birliği olmaları konusunda model belirlenmiştir.



Şekil 3.1 NFC Ekosistemde rol alanlar

3.1. NFC Ekosistem Aktörleri

- Servis sağlayıcı: Toplu Ulaşım Operatörü, Banka veya 3. Parti firmalar
- Mobil Ağ Operatörleri
- TSM: MNO TSM, SP TSM
- Üreticiler: Cep Telefonu üreticileri, Ödeme kartı üreticileri, pos veya ödeme terminali üreticileri, secure element üreticileri, NFC yonga üreticileri
- NFC Bilet Uygulaması
- Son Kullanıcı

3.1.1. Servis sağlayıcı

NFC Ekosisteminde servis sağlayıcı uygulamaları çeşitli aktörler tarafından yönetilmektedir. Bunlar; Bankalar, Toplu Taşıma şirketleri ve 3. Parti şirketlerdir. Servis sağlayıcılar TSM üzerinden NFC hizmetinin dağıtımını müşteriye gerçekleştirir. Burada her bir kuruluş ortak bir proje üzerinde çalışırken TSM üzerinden müşteriye güvenli bir şekilde hizmet sunabilir.

3.1.1.1. Banka

Mobil Ödeme uygulamaları, finansal hizmet sağlayıcısı olan Bankaların müşterilerine farklı ödeme hizmetleri sunmasını sağlamaktadır. Mobil Ödeme Uygulamaları kredi ve banka kartlarının işlem sayısını artırmakta ve Bankaların büyümesine katkıda bulunmaktadır. Banka, kartla ödeme sisteminde banka kartı veya kredi kartı ve ödemeyi kabul eden sistemi müşterilerine sunar. NFC'ye dayalı ödeme sistemlerinde ise Banka yine müşterilerine ödeme sistemi hizmeti sunuyor fakat NFC ödeme uygulamasının NFC özellikli cep telefonlarında hizmet verebilmesi için NFC ekosistemindeki diğer aktörlerle birlikte çalışmaktadır.

3.1.1.2. Toplu Ulaşım Operatörü

Toplu taşımada kullanılan ücret toplama sistemini NFC'ye Mobil Bilet Uygulamaları ile müşterilerine sunabilmektedir. NFC'li ödeme işlemlerini desteklemek için müşterilerine gerekli bilet uygulamasını ve temassız haberleşme ortamını sunmakla sorumludur. Toplu taşımada bilet vermeden tasarruf sağlamak, hızlı işlem kolaylığı, yenilikçi ve daha çok hizmet ile daha fazla müşteriye erişmek, daha az nakit taşımaya yönelik altyapı hazırlıklarını tamamlar. Temassız haberleşmeyi destekleyen ve harcama, yükleme, ön ödemeli kart olarak kullanılabilen mevcut toplu taşıma biletini NFC uyumlu cep telefonuna taşıyarak NFC'li bilet uygulaması sunar müşterilerine. NFC ödemeli geçişi desteklemek için terminallerini NFC destekleyen temassız haberleşme standartlarına uyumlu hale getirmelidir. Geçiş Terminali ile cep telefonu arasında temassız haberleşme ve tanıma gerçekleştirilmelidir. Kendi iş kurallarına göre her bir NFC'li geçiş işleminin takibini ve yönetimini yapabilmelidir. Kapalı devre çalışan geçiş terminallerinin NFC Bilet Uygulaması ile uyumlu hale getirilmesi ayrıca temassız POS terminallerinin NFC Bilet Uygulamasına kontör yükleme yapabilmesi için gerekli sertifikalara sahip olması gerekir.

3.1.2. MNO

MNO, mobil cihazlarla bağlantı sağlayan hizmet sağlayıcısıdır. Müşterinin cep telefonunda kablosuz iletişimi ayarlarını yapılandırır. MNO tarafından satılan cep telefonlarında olması gereken fonksiyonlar ve sunulacak hizmetler MNO tarafından belirlenir. NFC Uygulaması ile Servis sağlayıcı arasında OTA vasıtasıyla iletişim kurabilir. MNO, cep telefonlarındaki secure elementin anahtarlarının korunması ve sertifikaların sağlanmasından sorumlu olabildiği gibi eğer SP TSM görevini üstlendiğinde TSM'in tüm fonksiyonlarını yerine getirebilir. MNO'ların SP tarafından SE'e indirilen uygulamaları ve OTA üzerinden yapılan işlemleri kontrol etmesinde fayda vardır ve SP'lere SIM kart üzerinde kullanabilecekleri SD alanlar sunabilmektedir [14].

3.1.3. TSM

Trusted Service Manager(Güvenli Servis Sağlayıcı), finansal kurumlar arasında güvenilir köprü olarak hizmet veren platformdur. 2007 yılında Global System for Mobile Communications Association (GSMA) tarafından NFC sistemlerindeki güvenli alan kullanımında ortak bir çözüm sunmak amacıyla oluşturulmuştur. TSM, MNO(Mobil Ağ Operatörleri), SP(Servis sağlayıcı), NFC'li cihazlar, 3. parti şirketler gibi mobil ticaret ekosisteminde yer alanlara şeffaf ortam sunan yazılımlardan oluşan sistemdir. NFC'li ödeme sisteminde Secure element, temassız kartlara benzer ve okuyucularla haberleşir, genelde SIM kartın bir parçası olduğundan erişimde MNO tarafından ya da Servis sağlayıcı tarafından gerçekleşir. TSM olarak belirlenen güvenli servis yönetimi ile bilet, ödeme gibi güvenlik gerektiren işlemlerde erişim kontrolü için MNO'lar ve Servis sağlayıcı'lar arasında şeffaf ortam sağlanır. TSM'in asıl fonksiyonu, plastik kartların işlevini gören mobil taraftaki eşdeğer güvenli alanın yönetimidir.

TSM platformu burada secure element içine kişisel veri ve hesap bilgilerinin güvenli tedarikini sağlamanın yanında MNO'lardan, Kart sağlayıcılardan, bankalardan, servis sağlayıcılardan bağımsız olmaktadır. TSM, bir mobil cihaz üzerinden yapılan ödeme işlemi sırasında ödeme işlemleri için kimlik bilgilerini ele alan anahtarları yönetir. Farklı mobil ağlara ve NFC'li cihazlara yönelik büyük bir problemi gidermektedir. TSM, ödeme işlemi, uygulamanın yönetimi sırasında cep telefonu ve diğer aktörler ile internet üzerinden iletişimi SSL veya VPN üzerinden gerçekleştirir. Global Platformun belirlediği SCP'ler ile TSM, MNO, SP ve sep telefonları arasında verilerin OTA üzerinden şifreli taşınması gerçekleşir [15].

3.1.3.1. Neden TSM?

- Ödeme Uygulamaları bizim kişisel bilgilerimizi içermekte ve TSM bunun güvenli yönetimini sağlamaktadır.
- Credit, Debit gibi ödeme işlemlerinin yer aldığı uygulamalarda önemli veriler güvenli alanda telefonun güvenli hafızasından tutulmalıdır.
- TSM, telefonun, Şekil 3.2’de gösterildiği gibi SIM kartın ya da harici olarak hafıza alanında bulunan secure elementine OTA ortamında erişerek uygulamanın yüklenmesini, güncellenmesini, silinebilmesini ve güncellenebilmesini sağlar.
- İnternet erişim olan cihazlara(cep telefonları, PDA, PC) bulut tabanlı erişimi sağlar ve kişisel hesap bilgileri gibi önemli bilgilerin yönetiminden sorumludur.
- İşlem süresince, paydaşlar(Servis Provider, MNO, Kart Sağlayıcı) arasında güvenli bağlantı sağlar.
- Sistemdeki paydaşlar sadece yetkili oldukları alanlardaki bilgileri görebilir, TSM uygun seviyede güvenliği ve gizliliği sağlar.
- Uygulamaların kişisel bilgileri handsetin içindeki secure elementde tutulmakta ve bu alana erişmek için TSM rol oynamaktadır.
- Bankalarla, SIM kartları ve telefonlar arasında güvenli bir işlem sürecinden ibarettir TSM.
- SIM kartta authentication kurulduğu için veri doğru ulaşması gereken telefona ulaşır. Şifreli veri paketi yolda kötü niyetli kişiler tarafından alınsa bile kullanılamaz.
- OTA yönetimi ile uygulamalar güvenli yüklenebilir. Hesap bilgilerini ve anahtarları kimse göremez. Anahtarlar HSM tarafından üretilir [16].

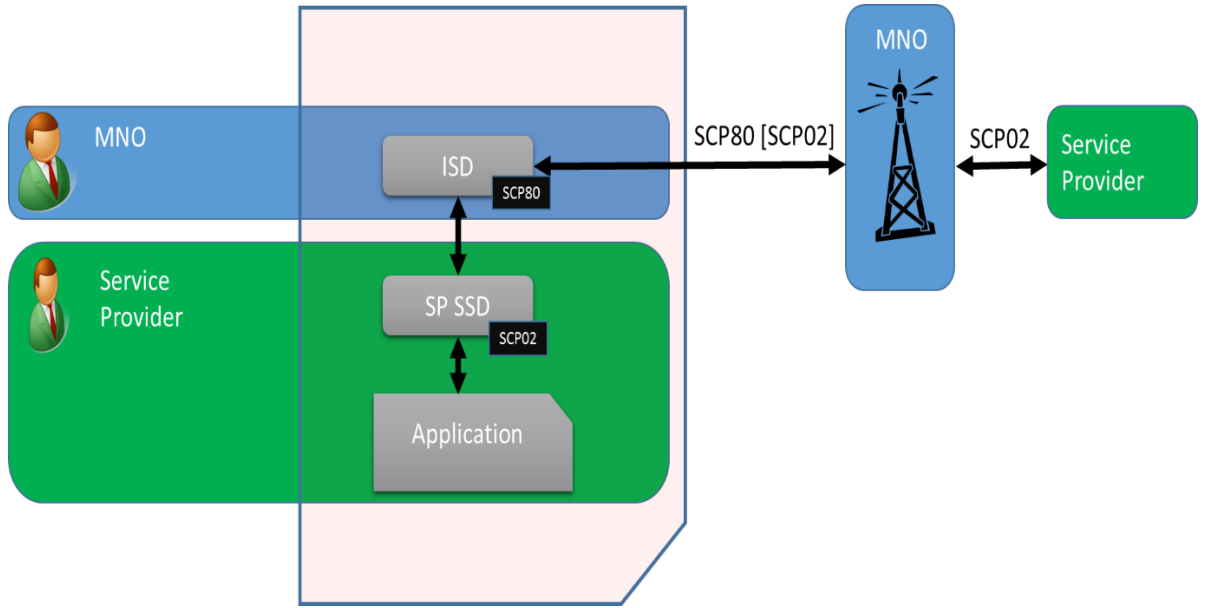
3.1.3.2. TSM Fonksiyonları

- Uygulamayı Telefona İndirme
- Personalizasyon, Kişiselleştirme
- Anahtar(Key) Yönetimi
- Kart Kişisel Bilgilerini İndirme

- Telefona yeni indirilen uygulamayı aktifleştirme
- Telefondaki uygulamayı silme
- Teknik arızaları uzaktan takip edebilme
- Uygulamanın operasyonel yönetimi
- Güvenli Alan(Secure Element) Yönetimi
- MNO ve Servis sağlayıcı'lar arasında mesajlaşma

3.1.3.3. TSM Özellikleri

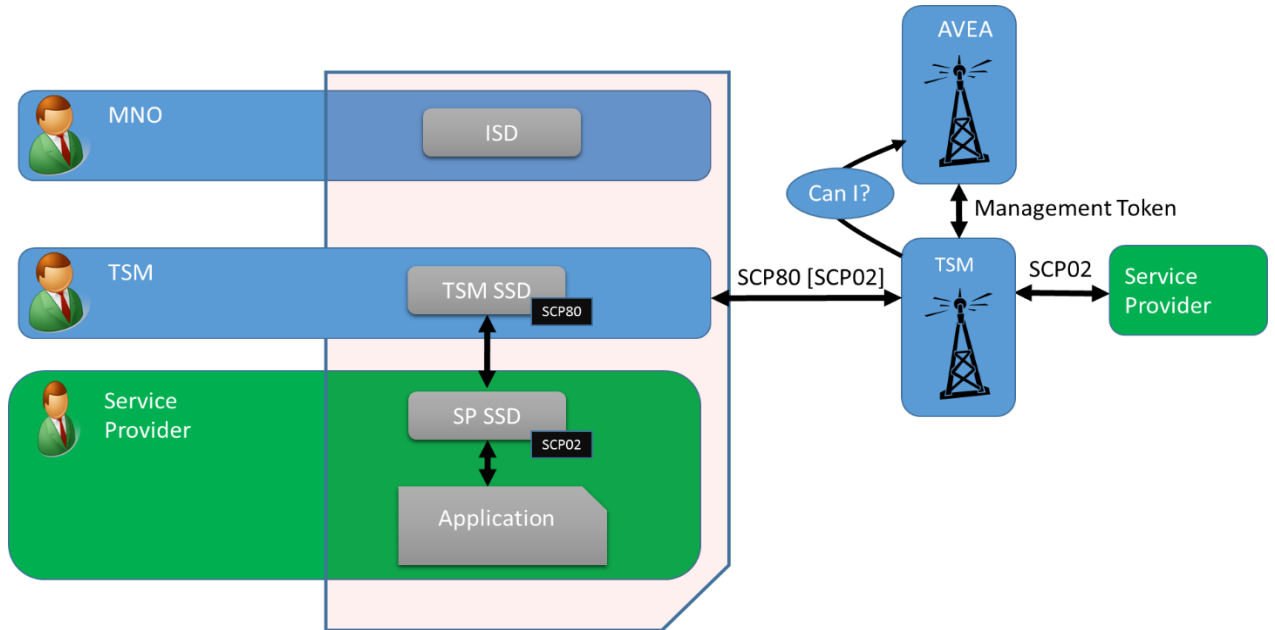
- MNO'ları ve SP'leri yöneten arayüzleri bulundurur.
- Global Platform standartlarına uyumludur.
- Belli kuralları uygulayan yazılım sistemleridir. Yani koddan bağımsız değişen iş kurallarına göre tak çıkar mantığıyla yazılımın kolayca değiştirilme özelliği olmalıdır.
- Secure Elemente Uygulama Yükleme, Kişiselleştirme, Silme ve Güvenlik Yönetimi yapılabilmelidir.
- Kartla ilgili tüm bilgilerin yönetimini tutmaktır.
- Güvenli Anahtar Yönetimi
- OTA, SMS-PP, BIP, RAM, Https Proxy kanallarını desteklemelidir.
- Esnek bir yazılım dağıtımı yani yazılımın kullanıcıya kolaylıkla kullanılabilir olması için uygulamayı aktif edebilmelidir.



Şekil 3.3 Basit(Simple) Mod Çalışma Şekli

Delege/Delegated Mod

Servis sağlayıcı TSM OTA yoluyla Kart İçerik yönetimini gerçekleştirebilmekte fakat her operasyon MNO tarafından ön onaylama(authentication) istemektedir. MNO ile Servis sağlayıcı arasındaki iş anlaşmasına göre TSM, uygulamaların yüklenmesi ve yönetilmesinden sorumlu olabilir. Şekil 3.4’te gösterildiği gibi Service Sağlayıcı her işlemi kendisi yapabilmekte fakat sim karta göndermeden önce MNO işlem isteğinin kimden geldiğini tanımaktadır.



Şekil 3.4 Delegated Mod Çalışma Şekli

Yetkili/Authorized Mod

TSM, Secure Element içerisinde kendisine verilen Güvenli Alan(Security Domain)'da tam sorumluluğa sahiptir, Kart içerik yönetimi tam olarak TSM tarafından gerçekleştirilir ve güvenli alanın yönetimi hakkına sahiptir. Uygulamaların yüklenmesi ve yönetiminden MNO ya da TSM sorumlu olabilir. Yetkili Operatör Secure Domain yönetimi sırasında MNO'dan izin alma gereği duymaz.

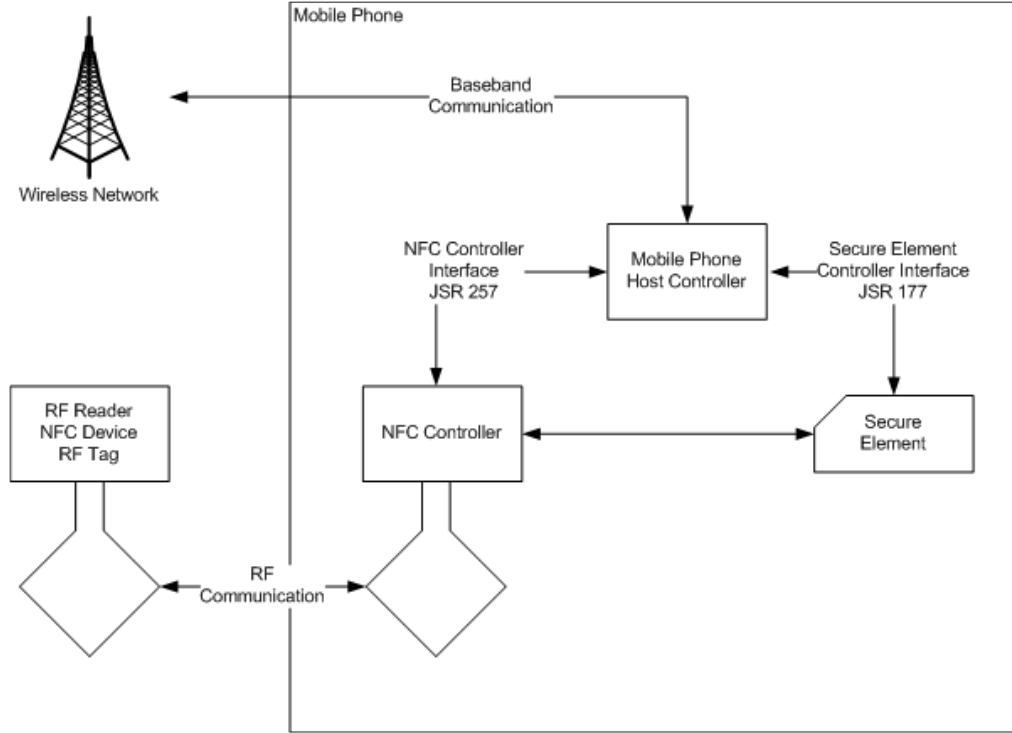
3.1.3.5. TSM Hizmeti Veren Firmalar

- Gemalto
- Oberthur
- Cassis International
- VIVOtech
- Atos Origin

3.1.4. Güvenli/Secure Element

Ödeme uygulamalarında key, hesap bilgileri gibi önemli verilerin depolandığı ve yönetildiği dış müdahalelere dayanıklı güvenli alandır. Birçok NFC uygulaması korunması gereken gizli veriler kullanmaktadır. Bu gizli bilgilerin saklandığı yer Secure element olarak adlandırılır ve NFC teknolojisinin olmazsa olmaz bir parçasıdır. Secure element, işletim sistemi üzerinde akıllı kart uygulamalarının bulunduğu mobil cihazlarda yer alan güvenli alandır. Ödeme uygulamalarında gizli bilgilerin saklanması sağlayan ve güvenliği kolaylaştırmak için yapılan şifreleme işlemlerine destek veren güvenli bellektir. Yeni üretilen secure elementlerde yer alan ödeme uygulamalarına örnek olarak American Express ExpressPay, Discover Zip, MasterKart PayPass, Visa payWave gösterilebilir [15]. Ayrıca Toplu ulaşımında ödemenin yapıldığı bilet ile kapı anahtarı gibi güvenli erişim gerektiren uygulamalarda destekler. Şekil 3.5'te belirtilen iletişim kanallarına göre Secure elementte Global platform standartları geçerlidir ve Java kart işletim sistemine göre düzenlenmiştir. Secure element üreten firmalar, secure elementi sahibi olacak MNO, banka gibi diğer firmalara istenilen özelliklerde secure element üretimi sağlarlar. Secure elementin sahibi olan firma secure elementin yönetiminden ve korunmasından sorumlu olur. NFC ekosisteminde yer alan aktörler arasındaki ilişki secure elementin rolüne göre değişiklik gösterebilmektedir. NFC Secure Element, içerisindeki akıllı kart yonga güvenliğini sağlayarak gizli bilgileri hafızasında tutar.

Telefonun anakartı üzerinde gömülü parçası veya sonradan eklenen güvenli bir yonga şeklinde ve SIM kart üzerinde güvenli öge olmak üzere 3 çeşit NFC Secure element bulunmaktadır.



Şekil 3.5 Secure Element İletişim Şekli [18]

3.1.4.1. Gömülü Yonga

Cep telefonu üreticileri tarafından telefondaki NFC Kontrolör içine Secure element yerleştirebilmektedir. Güvenli bellek doğrudan anakarta lehimlenmiştir. Cep telefonunda gömülü bir güvenli alan için telefon üreticileri ve diğer aktörler arasında iş birliğine varılıp ortak bir standart getirilmesi gerekmektedir. MNO'lar bağımsız bir model olacağından ve OTA yönetiminin maliyetinin daha düşük olması nedeniyle Bankalar ve diğer servis sağlayıcılar tarafından desteklenen bir model olmuştur. Ancak telefon içinde güvenli alan için elverişli bir alan olması gerektiğinden ve üreticilerin maliyetini artıracığından, secure elementin yönetiminde telefon üreticilerine ayrıca bir sorumluluk yükleyeceğinden dolayı SIM kart daha alternatif görünmektedir. Mobil ödeme uygulaması telefonda gömülü olarak bulunan secure elementde yer alacağı için kullanıcı telefonunu değiştirdiğinde yeniden uygulamayı yüklemesi gerekmektedir. Telefon değişikliği veya kullanıcı değişikliği birtakım güvenlik sorunlarının da ortaya çıkaracağından birçok kullanıcı tarafından tercih edilmeyecektir bu model. Teknik olarak SWP protokol ile haberleşme sağlanmaktadır.

3.1.4.2. SIM(UICC)

SIM kart, cep telefonlarının GSM servisinden yararlanmasını sağlayan akıllı karttır. UICC, GSM ağlarındaki mobil cihazlarda kullanılan akıllı kart olduğu gibi aynı zamanda ETSI Akıllı kart platformu tarafından tanımlanan UMTS şebekelerinde de kullanılmaktadır (Şekil 3.6). Mobil ödemelerde Secure Element'in SIM kart üzerinde olduğu bir iş modelinde ödeme uygulaması SIM kart üzerine yüklenir. Mobil ödeme uygulamasının UICC üzerinde yer alabilmesi için birtakım işlemlerden geçmesi gerekmektedir. SIM kartın ömrü cep telefonu ve diğer harici hafıza kartlarına göre daha uzun olduğu için secure elementin SIM kart üzerinde olması daha avantajlıdır. Her Servis sağlayıcı yalnızca kendisinin erişebileceği özel güvenli alanlara sahip olabilmektedir SIM kart üzerinde. OTA uygulamaları ile güvenli alana uygulama yüklenebilir, güncellenebilir, kişiselleştirilebilmektedir. Böylece kullanıcılara daha hızlı hizmet verilecektir. Cep telefonunuzun imha olduğu durumlarda özellikle uzaktan SIM karta erişim yapılarak güvenli bir şekilde uygulamalar kaldırabilmektedir. Kullanıcı telefonunu değiştirmek istediğinde ise SIM kartında bulunan mobil ödeme uygulaması SIM kart aracılığıyla kullanıcıyı tanınmasından sonra yeni telefonunda aktif hale gelir. SIM kartın NFC Kontrolör ile ve uygulamalarla haberleşebilmesi için birtakım standartlara sahip olması gerekmektedir. ETSI ve Global Platform spesifikasyonlarına göre standartlaştırılmıştır. Single Wire Protokol (SWP) kullanılarak SIM kart ile NFC Kontrolör arasında iletişim sağlanmaktadır [19].

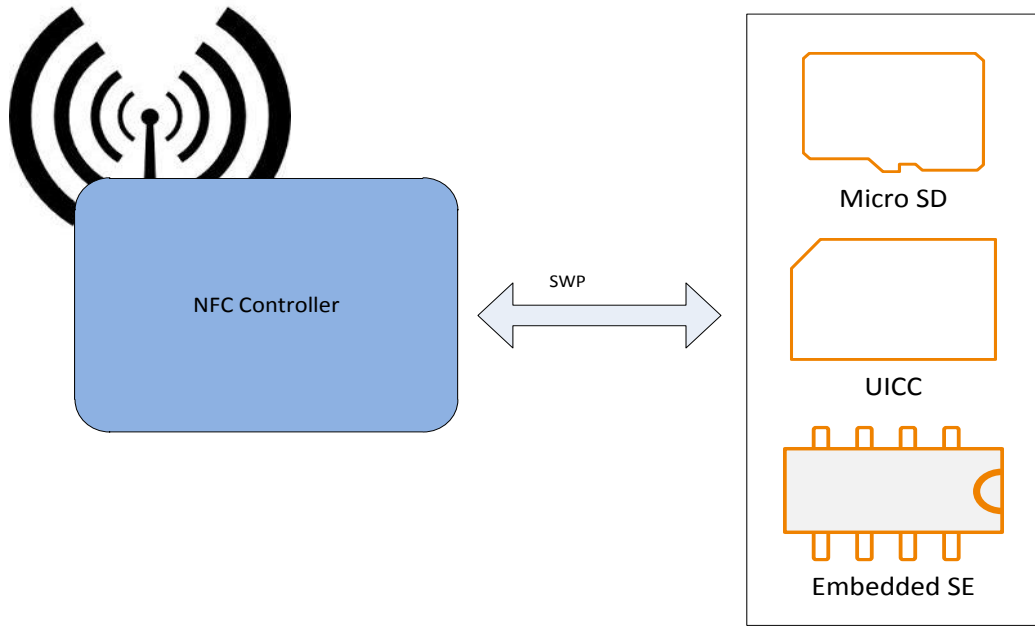


Şekil 3.6 SIM(UICC) Örneği

3.1.4.3. Hafıza Kart(SD Kart)

Cep telefonu ve diğer mobil cihazlar ile entegre etmek için tasarlanmış bir bellek kartıdır. NFC özelliği bulunmayan cep telefonlarında NFC Kontrolör ve Secure Elementin birarada bulunduğu özel yongalardır. SD kartın kullanıldığı Mobil ödeme uygulaması modelinde Service Provider'lar MNO'lara mobil hizmet ücreti ödemek zorunda kalmadan uygulamalarını secure elementte saklayabilmektedirler. Ödeme uygulamalarının SD kart üzerinde yer alması ve yönetilmesi için standartların oluşturulması gerekmektedir. SD kartın ödeme uygulamalarının yönetiminde SIM kart modeline

benzerlik göstermesi, veri depolama yerinin SIM karttan ve telefonda ayrı olması avantajlarındandır. Yani kullanıcı mobil aboneliğini nereden aldığından etkilenmeden SIM kartından bağımsız bir şekilde ödeme uygulamalarının bulunduğu SD kartını kullanabilecektir. Ayrıca daha fazla depolama hafızası sunabileceğinden kullanıcının özel kullanım ihtiyacını karşılayabilecektir ve SIM kart gibi sınırlı olmayarak kullanıcıya bellek boyutu seçimi sunabilecektir. SD kart teknik olarak Şekil 3.7’de ki gibi NFC Kontrolör ile SWP üzerinden iletişime geçmektedir.



Şekil 3.7 NFC Kontrolör ve Secure Element İletişim Kanalı

3.1.5. OTA

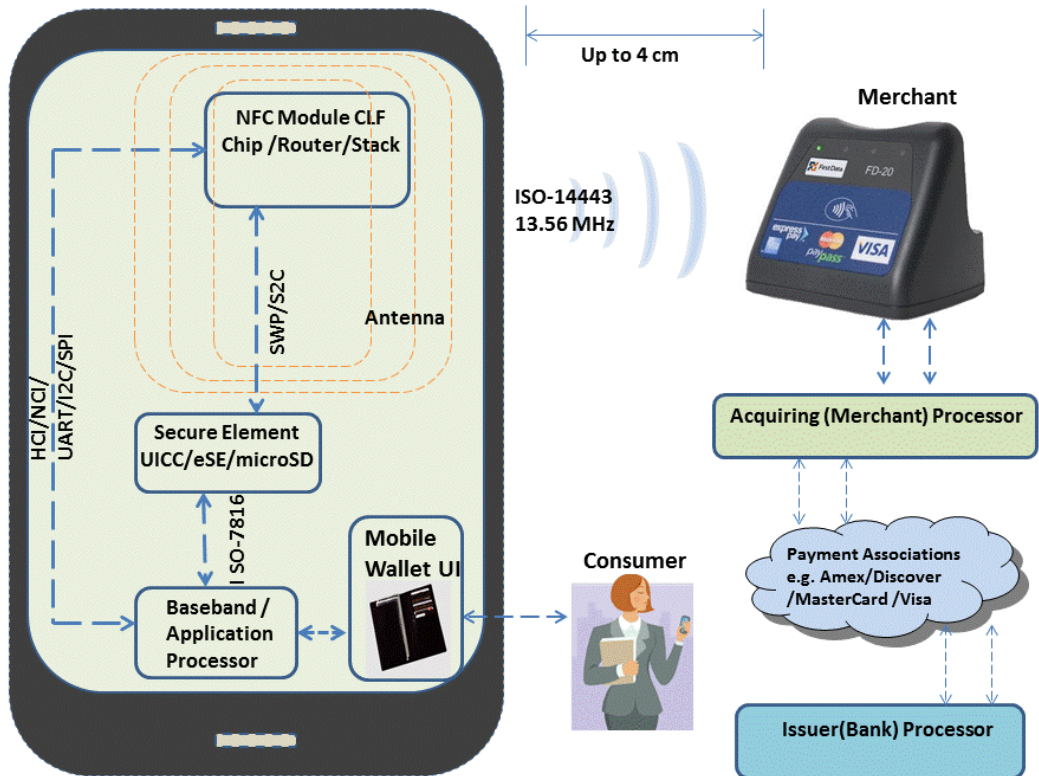
OTA, uygulamayı iletme ve yayına almayı sağlayan kablosuz iletişim ortamıdır. Kablosuz ağ üzerinden akıllı kart uygulamalarının NFC telefonlara dağıtımını gerçekleştirir. MNO’lar tarafından ya da üçüncü parti şirketler tarafından sağlanabilir. OTA platformu kullanılarak secure element, uygun maliyet ve hızla tanımlanabilir istenildiğinde değişiklik yapılabilir. OTA servisiyle handset üzerindeki secure elementler uzaktan aktif deaktif edilerek uzaktan yönetimi sağlanır. Installation, personalization, update, kart bloke etme, unblock, pin reset, parametre güncellemeleri OTA vasıtasıyla secure elementde gerçekleştirilir. Ödeme ve biletleme uygulamalarının yönetiminde cep telefonu üzerinden secure elemente erişmek için OTA servisi hizmet verir. OTA yoluyla secure elemente erişim SMS, CAT-TP ve http yoluyla gerçekleştirilebilir [19].

3.1.6. Üreticiler

Ödeme sisteminin işleyişinde üreticilerin rolü çok büyüktür. Cep telefonlarına NFC cihazların entegre edilmesi ve üretilmesinden sorumludurlar. NFC’li cep telefonunun farklı standartlarda kullanılabilmesi için birçok adımı gerçekleştirerek temassız haberleşmeye katkıda bulunur. Temassız haberleşme sağlayan kartlar ve cihazlar için özel üretilmiş okuyucular buna en iyi örnektir. Temassız ödemeyi kabul eden sistemler ile NFC’li ödeme yakın gelecekte yaygınlaşacaktır.

3.1.6.1. Cep Telefonu Üreticileri

Cep Telefonu üreticileri öngörülen taleplere göre MNO’nun isteklerini karşılayabilecek şekilde NFC özellikli cep telefonları üretmelidirler [1]. Cep Telefonlarında temassız haberleşmeyi sağlayan NFC yonga yerleştiren cep telefonu üreticileri aynı zamanda telefonlarına gömülü secure element yerleştirerek ödeme dünyasında güvenli bilgilerin saklanması rol alabilirler. Şekil 3.8’de NFC cep telefonun standartlara uygun mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 3.8 NFC Telefon Mimarisi [17]

3.1.6.2. SIM(UICC) Üreticileri

SIM kart üreticileri, nfc ödeme uygulamasını güvenli olarak hafızasında tutabilen SIM kartları üreterek MNO'lar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırmaktadır [3].

3.1.6.3. NFC Etiket Üreticileri

NFC Etiket üreticileri, akıllı posterler ve akıllı etiketler için NFC Forum spesifikasyonlarıyla uyumlu etiketler üretirler.

3.1.6.4. NFC Okuyucu Üreticileri

Kullanıcıların ödeme işlemini gerçekleştirdiği terminallerin üretiminde NFC'li haberleşmenin olması gerekmektedir. Temassız teknolojiyi ve ISO 14443 standardına göre üretimi yapılmalıdır [20].

3.1.7. Son Kullanıcı

NFC destekli cep telefonuna sahip olan müşterinin NFC Uygulamalarını kullanabilmesi uygulamaya nereden erişeceğine bağlıdır. Temassız ödeme ortamında kişisel bilgilerinin ve ödeme bilgilerinin yer aldığı NFC uygulamasını güvenle kullanabilmelidir. TSM ile NFC uygulamalarının güvenilir bir kanal üzerinden müşterinin cep telefonun yüklenmesi sağlanır. Kısacası müşteri odaklı NFC'li ödemenin yaygınlaşması, uygulamaya nasıl eriştiğine ve nerelerde kullanabildiğine bağlıdır.

3.1.8. NFC Uygulaması

Kullanıcıya NFC uygulamasının içeriğini anlaşılır bir şekilde ekranda gösterilmesi gerekmektedir. Bunun için NFC özellikli cep telefonunda uyumlu çalışan NFC uygulamasının sağlanması gerekmektedir.

NFC Bilet İş Modeli

Toplu ulaşımda temassız elektronik bilet sisteminde plastik kartlar kullanılmaktadır. Yirmi yıl öncesine dayanan Temassız elektronik bilet sisteminin kurulması Toplu ulaşım kullanan insanlar için devrim niteliğindeydi [20]. Toplu ulaşımda yolcuların turnikelerden daha hızlı geçmesi, güvenli ödeme kanalının oluşturulması ve sistemin maliyetinin düşük olması gibi faydalarından dolayı dünyada temassız teknolojilerin toplu ulaşımda kullanılması hızla yaygınlaşmıştır.

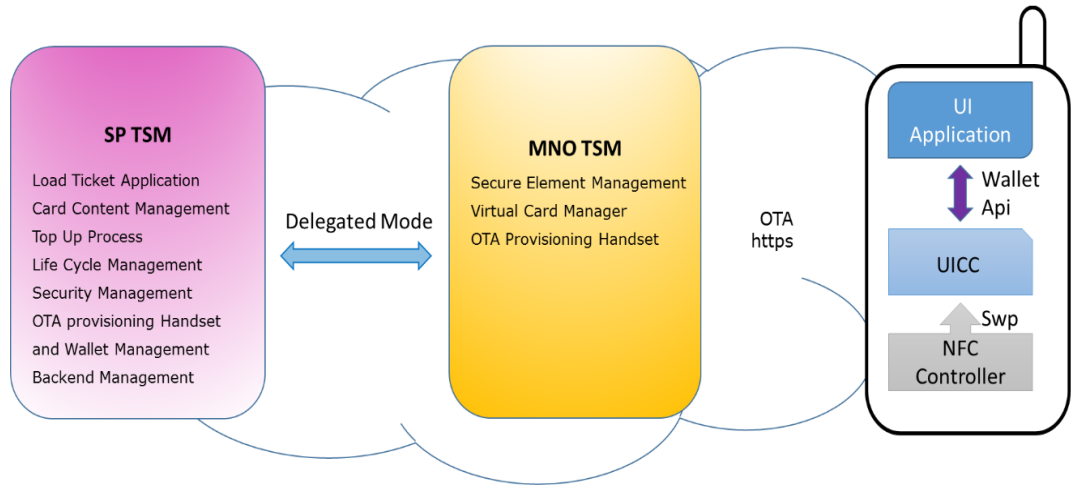
Kapalı devre ücret toplama sisteminde ön ödemeli kartlar kullanılır ve genelde toplu ulaşım bileti, hediye kartları, telefon kartları ön ödemeli kartlardır [2]. NFC'li Mobil Bilet projesi ile temassız kapalı devre ücret toplama sistemi kurularak mobil ödemenin Toplu ulaşımda kullanılması amaçlanmıştır. Bunun için ödeme sistemlerindeki paydaşlar arasında iş birliği kurmayı sağlayan ve ulaşımda kullanılacak biletleme sisteminde ödeme kolaylığı sunan NFC teknolojisine dayalı ödeme sistemleri modeli kuruldu. NFC'nin sunduğu hizmetler ile ulaşımda kullanılan ön ödemeli kartların yani biletlerin, kredi kartlarının banka kartlarının, anahtarların, pos cihazlarının yerini gelecekte cep telefonları alacaktır. NFC teknolojisinin hayata geçebilmesi için bankalar gibi finans kuruluşları, toplu ulaşım hizmeti veren kurumlar, GSM operatorleri, akıllı kart üreticileri gibi NFC ekosisteminde yer alan aktörler arasında iş birliği gerekmektedir. NFC'li ödeme sisteminde çözüme gitmek için en büyük rolü Trusted Service Manager (TSM) üstlenmektedir.

4.1. Toplu Ulaşım Biletinde NFC'li Ödeme Sistemi İş Modeli ve Aktörler

Bu çalışmada toplu ulaşımda mobil ödemenin kullanılmasını kolaylaştıran NFC teknolojisine dayalı mobil ödeme sistemleri için en güvenli ve çözüme ulaştıracak bir model tasarlandı. SIM tabanlı NFC ödeme çözümünde en önemli aktörler arasında MNO

ve toplu ulaşımdan sorumlu şirket olan Servis Sağlayıcılarıdır. Şekil 4.1’de gösterildiği gibi NFC Mobil Bilet Uygulamasının yönetimi için aşağıdaki aktörler gereklidir:

- NFC’li Cep Telefonu; Samsung Galaxy S4
- NFC’li SIM Kart; Gemalto UICC
- Desfire Kart Uygulaması
- SP TSM ve MNO TSM
- Mobil Uygulama



Şekil 4.1 NFC Mobil Bilet TSM Modeli

4.1.1. SP TSM

Toplu Ulaşım Operatörü tarafından oluşturulan NFC Mobil Bilet projesi ve biletleme süreçlerinin uzaktan yönetimi SP TSM tarafından gerçekleştirilir. SP TSM uygulamaları mobil bilet uygulamasının hem install işlemleri hemde delete işlemleri ile life cycle’ından sorumlu olacağı için Servis sağlayıcı açısından maliyeti düşürecek ve kontrolü devamlı elinde bulunduracaktır. MNO sadece her bir gelen komuttan haberdar olacak yani karşılıklı tokenlaşma gerçekleştirilecektir.

SP TSM Uygulamaları:

- Load Ticket Application; Bilet uygulamasının cep telefonuna uzaktan OTA aracılığıyla yüklenmesi işlemidir.
- Kart Content Management; NFC Mobil Bilet projesinde kullanılan Kartlı ödeme sisteminde kartın fonksiyonlarını ve bilet haritasını belirleyen uygulamalardır.

- Top up Process; NFC Mobil Bilete yolcuların kendi cep telefonlarından internet üzerinden OTA aracıyla kontör yükleyebilmesini sağlayan uygulamalardır.
- Life Cycle Management; Uygulamanın güncellenmesi ve yeni tarifelerin yüklenmesi gibi uygulamanın tüm yaşam döngünü uzaktan yöneten uygulamalardır.
- Security Management; NFC Mobil Bilet projesinde yer alan aktörlerin standartlara ve spesifikasyonlara uygun geliştirme yaptığını denetler. Bilet uygulamasının özel anahtarlarının oluşturulması, değiştirilmesi gibi anahtar yönetiminin güvenliğinden sorumlu uygulamalardır.
- OTA provisioning Handset and Wallet Management; OTA üzerinden cihaz kontrol ve kullanıcı arayüzü sunan mobil uygulamanın yönetiminden sorumlu uygulamalardır.
- Backend Management; Yolcu bilgilerinin ve bilet geçiş bilgilerinin saklandığı ve yönetildiği uygulamalardır. Toplu Ulaşım Operatorü bu bilgiler ile bankalardan veya MNO'dan hak edişini gerçekleştirebilir.

4.1.2. MNO TSM

Secure Element Sağlayıcı, Global Platform'a göre görev ve sorumluklarını belirler. Ödeme uygulamalarında kullanılacak SIM kart profilini geliştirir, SIM kart düzenini tasarlar ve uygulama teknolojilerini seçer. Secure elementin içinde SD'leri tutar ve bu SD'ler içinde kart içerik yönetimi yapılabilir. Her bir SD içerisinde sanal kart oluşturma ve anlaşma sağlanan SP'lere bu güvenli alanların hizmetini sağlamakla görevlidir.

MNO TSM Uygulamaları:

- Secure Element Management; SIM kartın OTA üzerinden yönetilmesini sağlayan uygulamalardır.
- Virtual Kart Manager; SP TSM için önceden SIM kart üzerinde SD alanda sanal kart oluşturulması işlemini gerçekleştiren uygulamalardır.
- OTA provisioning Handset; OTA vasıtasıyla cihazların yönetilmesini ve NFC'li ödemeye hazırlanmasını sağlayan uygulamalardır.

4.1.3. Desfire Kart Uygulaması

NXP firmasının üretmiş olduğu Mifare Desfire EV1 kartlar, ISO 14443-4 uyumlu 4 KB hafıza büyüklüğüne sahip, yüksek güvenlikli akıllı kartlardır. 28 tane farklı uygulamaya destek verebilmesi, hızlı ve güvenli veri iletimi, esnek hafıza yapısı ve bağımız çalışabilmesi açısından Toplu Ulaşımda ideal bir bilet uygulaması olarak görünmektedir. Tip 4 NFC Etiket ini kullanan Mifare Desfire kart, ISO14443-4, 7Byte UID, 2k or 4kByte, 3DES, encryption, MACing, Enciphering desteklemesi ve Java tabanlı olması ile uygulamaya yüksek güvenlik kazandırmaktadır.

Ulaşımda kullanılması düşünülen desfire kart uygulamasını NFC telefondaki SIM karta koymak mümkündür. SIM kart tabanlı yapılan NFC Mobil Bilet Projesinde desfire kart uygulaması kullanılmıştır. SP TSM ve MNO TSM tarafından nasıl yönetileceği, SIM kartın üzerinde nasıl yer alacağı ve haberleşme standartları Mifare4Mobile spesifikasyonlarına göre belirlenmektedir.

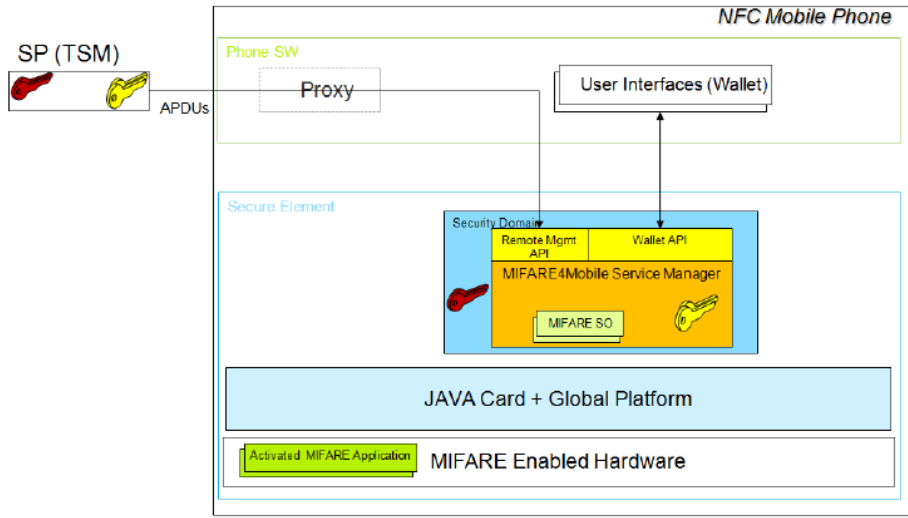
4.1.3.1. Temassız Akıllı Kart Teknolojisi ve Mifare4Mobile

Temassız akıllı kartlar, içinde bir mikroişlemcili yonga ve anten bulunan plastik kartlardır. RFID teknolojisini kullanarak kart okuyucular ile haberleşir. Temassız haberleşme karttaki antenin kart okuyucuya yaklaştırılması ile sağlanır. Temassız teknoloji, ISO / IEC 14443 ve ISO / IEC 15693 olmak üzere iki ana standarda dayalıdır. ISO / IEC 15693, 1 metre mesafeye kadar haberleşme olanağı sunarken, ISO / IEC 14443 standardı an fazla 10 santimetreden yakın haberleşmeyi sağlayarak bankacılık gibi temassız ödeme sistemlerinde güvenlik gerektiren uygulamalarda kullanılmakta, temassız kartlar ISO / IEC 14443 standardına dayalıdır.

Dünya’da 1,2 milyar insanın kullandığı Mifare Temassız teknolojisi Toplu ulaşımda kullanılan biletlerin % 74’ünü oluşturmaktadır. Mifare ürünleri, ISO / IEC 14443 standardına dayalıdır ve uluslararası güvenlik sertifikalarına sahiptir. Mifare4Mobile 2008’de NXP tarafından mobil cihazlarda Mifare tabanlı uygulamaları yönetmek için oluşturulmuş bir spesifikasyondur. Şekil 4.2’de gösterilen Mifare4Mobile teknolojisi, mevcut ISO / IEC 14443 standardı ile uyumlu ve NFC’li mobil cihazlarda mifare uygulamaların yönetimini standardize etmektedir. MIFARE4Mobile V2.0 spesifikasyonu, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1 ve MIFARE Classic bilet yapılarını mobil yapmak için geliştirilmiştir. Mifare4Mobile farklı platformlar(UICC,

Gömülü Güvenli Eleman, Mikro SD kart, Servis sağlayıcılar, MNO, diğerleri) arasında birlikte çalışılabilirliği sağlamaktadır [11]. Mifare4Mobile Spesifikasyonu;

- Aynı anda birden fazla TSM servisi ile çalışmaya uyumludur.
- Bir Secure Element üzerinde birden fazla Mifare uygulamasının bulunmasını destekler. Global Platform 2. 2 kart spesifikasyonlarına uygundur.
- Servis Sağlayıcı ile Mifare uygulama arasında uçtan uca güvenlik sağlar.



Şekil 4.2 Mifare4Mobile Servis Yönetiminde TSM ve Cüzdan Arayüzleri [11]

Mifare4Mobile NFC özellikli cihazlarda bilet yönetimi için mevcut akıllı kartlardaki hafıza, uygulama yapısının, fonksiyonlarının aynı olması gibi gerekli temel gereksinimleri karşılamalıdır. MIFARE4Mobile V2.0 ile Secure Element üzerinde mevcut akıllı kartların fonksiyonlarını yerine getirebilen birden fazla sanal kart vardır. MIFARE4Mobile V2.0 sanal kartların özellikleri:

- Aynı anda birden fazla akıllı kart çalıştırır.
- Temassız okuyucular, ISO / IEC 14443 tarafından tanımlanan anti-collision(çakışmayı önleme)'yi desteklemeye ihtiyaç duymaz.
- Sanal kartlar tek bir UID(kartın seri numarası)'yi ortak kullanabilirler.
- Aynı UID'ye sahip ve çakışmayan sanal kartlar(birden fazla desfire uygulaması) aynı anda aktif edilebilir.
- Sanal kartın yetkilendirilmesi daima Secure Elementin sahibi tarafından(SEI TSM veya SEI adına görevli TSM) yapılır.
- Birden fazla servis sağlayıcı TSM'le çalışmaya uyumludur.

- Sanal kart yalnızca bir Servis Sağlayıcı ya da servis sağlayıcılar adına hizmet veren ortak TSM tarafından yönetilebilir. [21]

4.1.4. Mobil Uygulama

NFC cep telefonunda işletim sistemi üzerinde çalışan kullanıcıya bilet uygulamasını aktif etme, uygulama bilgilerine erişme arayüzlerini sunan mobil uygulamadır. Mobil Uygulama sahip olduğu api'ler ile UICC üzerinde bulunan desfire kart uygulamasına erişebilmektedir. Yolcular geçiş işlemini, kalan bakiye görüntülemeyi ve diğer bilet işlemlerini cep telefonlarındaki arayüzden yapabilmekte ancak kart işlemleri uygulama vasıtasıyla SIM kart üzerinde gerçekleştirilmektedir.

4.2. Uygulamanın Dağıtımı ve TSM Çalışma Şekli

TSM tarafından OTA vasıtasıyla uzaktan APDU komutlarla SIM karttaki Security Domain uygulama yüklenebilir. MNO SIM kartın sahibi olarak SIM kartın yönetiminden sorumludur çünkü SIM karta erişecek anahtarlar SIM üreticisi tarafından yalnızca MNO'lara verilir. Ancak NFC'li SIM kartlar birden fazla security domain bulundurmasıyla diğer SIM kartlardan farklıdır. Security Domainlerden yalnızca birisi GSM tarafından kullanılmakta diğer security domainler Servis sağlayıcı'lar tarafından yani ulaşım şirketi veya bankalar tarafından kullanılabilir. Bu modelde, NFC özellikli SIM kartta yer alan security domainlerden biranesi desfire kart emülasyonunu bulunduracaktır. Bu alanın yönetiminden Servis sağlayıcı TSM sorumlu olacaktır [12]. SP TSM burada Delegated modda hizmet verecektir. Servis sağlayıcı TSM, OTA vasıtasıyla desfire kart appletini personalize edebilir, SCP02 ile şifrelenmiş appleti install ederek personalize işlemlerini gerçekleştirir [12].

Cep telefonunda müşterinin kullanacağı NFC Bilet Uygulaması SIM kart SD'de uygulama ile haberleşebilmelidir. Mifare Desfire kart uygulaması OTA üzerinden güvenli bir şekilde SIM karttaki secure alana indirilmektedir. UICC ile haberleşme formatları ETSI standartlarına göre yapılmaktadır [22].

İş kuralları bakımından MNO'ları ve SP'lerin rollerini belirleyen en mantıklı yol Delegated Modda çalışan TSM modelidir. Delegated modda, SP TSM'den gelen mesajlarla MNO tarafından bir el sıkışma(token) gerçekleştirilir. Security Domain Yönetiminden MNO'da sorumlu olabilir, Servis sağlayıcı'da sorumlu olabilir. Bizim iş

modelimize göre Servis sağlayıcı sorumlu olacak, MNO el sıkışma işlemini gerçekleştirerek Servis sağlayıcısına izin vermiş olacaktır.

İş Modelimize göre Delegated Modda;

- Kart içerik yönetimi SP TSM tarafından gerçekleştirilir.
- Her işlem SE Provider yani SIM kartın sahibi MNO tarafından ön authentication ister.
- SP TSM, OTA yeteneğine sahip olmalı ve secure elemente yani SIM karta https veya SMS yöntemiyle komut gönderebilmelidir.
- SP TSM tarafında işlem yürütüldükten sonra sonucu SE sağlayan MNO'ya gönderir.
- SP TSM, uygulama yükleme, kişiselleştirme ve uygulamanın tüm yaşam döngüsü işlemlerinden sorumludur.
- SP TSM, son kullanıcı için secure element içinde uygulamaları dağıtmaktadır.

4.3. Uygulamanın Yönetimi

NFC ekosisteminde yer alan aktörlerin en önemli görevini yerine getirecek olan TSM ile ödeme ve uygulama yönetimi güvenli bir şekilde gerçekleşmektedir. TSM, OTA yoluyla secure element olarak kullanılan SIM(UICC)'e erişerek uzaktan uygulamaların yüklenmesini ve yönetimini sağlar. OTA arayüzünde Https ile web servis üzerinde SIM karta erişim gerçekleştirilir.

- Müşteri, NFC'li SIM kart alması gerekir ve NFC Mobil Bilet Uygulamasını indirmesi gerekmektedir.
- Uygulamanın dağıtımından Application provider olan Toplu Ulaşım Operatörü sorumludur.
- SP TSM, Secure Element 'dan secure elementin kapasitesi hakkında bilgi ister.
- Aynı zamanda SP TSM, cihaz özellikleri hakkında bilgi ister.
- En son müşterinin aboneliği hakkında bilgi ister, uygulamada kullanabilecek gereklilikler sağlanarak kontrol edilir.
- SP TSM, komutları oluşturur ve el sıkışmanın başlaması için MNO'ya gönderir.

- El sıkışma gerçekleştirildikten sonra üretilen komutlar SP TSM tarafından secure elemente gönderilir.
- Security Domain Personalizasyonu yani NFC Mobil Bilet uygulamasının kişiselleştirme işlemi başlatılır.
- Gerekli sertifikasyonlar yüklenir.
- SP TSM, Personalizasyon komutlarını üretir ve OTA üzerinden gönderir ve uygulama yüklenir.
- SP TSM cihaz uygulaması yükleyecek ise cihaz yönetim servisinin bir kısmını kullanacaktır.
- SP TSM tarafından cihaz aracılığıyla secure elemente komutları gönderir [22].

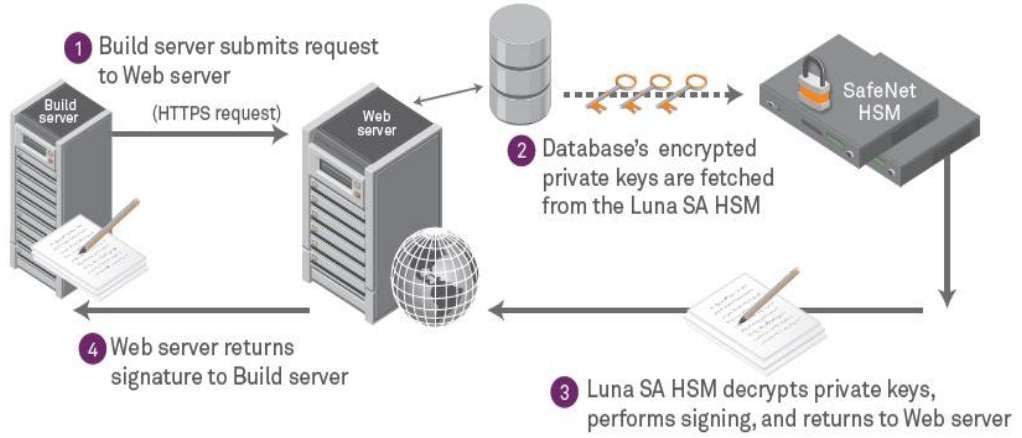
4.4. Güvenlik

NFC uygulaması ve veriler NFC cihaz bilgilerin gizlilik durumuna göre üzerinde şifreli veya şifresiz olarak saklanabilir. Toplu Ulaşım biletinde kullanıcıların bilgilerin, bakiyelerini ve diğer bilet bilgilerini içeren bu hassas bilgilerin NFC cihaz üzerinde güvenli bir şekilde saklanması ve yönetilmesi gerekmektedir. Cep telefonlarında veriler için en güvenli ortamı sunan SIM kartlardır [23]. Oluşturulan Global Platform standartları ile SIM kartların MNO, SP ve cep telefonu üreticileri ile NFC'li ödeme sisteminde haberleşmeleri güvenli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. NFC Mobil Bilet Ekosistemindeki tüm paydaşlar, güvenli bir ödeme için sahteciliğe karşı standartlara uygun bir şekilde güvenliği sağlamalıdır. Kullanıcıların bilgileri ve ödeme bilgileri şifreli bir şekilde güvenli bir kanal üzerinde iletilerek SP TSM, MNO TSM ve Telefon arasında güvenli kanal oluşturulur. Bilet Uygulamasının personalizasyonu ve yönetiminde kullanılan anahtarların oluşturulması ve saklanması HSM tarafından gerçekleştirilerek 3. Kişilerin bu anahtarlara erişmesi engellenmektedir. Akıllı kart sistemlerinde anahtarları yüklemek için kart basım merkezine ve güvenli oda ile personele ihtiyaç duyulurken NFC Mobil Bilet sisteminde fiziksel bir ortama gerek kalmadan OTA üzerinden yüklenebilmektedir [23].

Secure Channel Protocol olarak bilinen SCP'ler ile uygulamaların güvenli dağıtımı OTA üzerinden gerçekleştirilir. Global Platform spesifikasyonlarında belirtilen SCP'ler şifreleme hizmetleridir.

4.4.1. HSM

HSM, Hardware Security Module; hassas kriptografik anahtarları fiziksel ortamlarda saklamak ve kriptografik işlemleri en güvenli şekilde gerçekleştirmek için üretilmiş özel güvenlik donanımlarıdır. Bu donanım uygulamanın güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Kritik güvenlik seviyesine sahip uygulamaların key yönetimi ve şifrelenmesini sağlayan donanım tabanlı çalışan parçadır. PIN yönetimi, Kök anahtar korunumu, online bankacılık, veritabanı şifreleme, kod imzalama gibi işlemler HSM ile çalışan uygulamalara örnektir [24]. HSM'ler saldırılara karşı savunma sistemleri ile donatılmışlardır. Veri güvenliğinin sağlanması gereken durumlarda HSM, güvenli internet kanalı üzerinden verilerin dağıtımını gerçekleştirir. NFC'li Ödeme Şekil 4.3'te gösterilen gibi uygulamalarında anahtar yönetimi ve kriptografik işlemlerde HSM önemli rol oynamaktadır. NFC Mobil Bilet uygulamasının personalizasyonu ile uzaktan yönetiminde gerekli anahtarlar HSM aracılığıyla güvenli bir şekilde üretilmekte ve HSM üzerinde saklanabilmektedir.

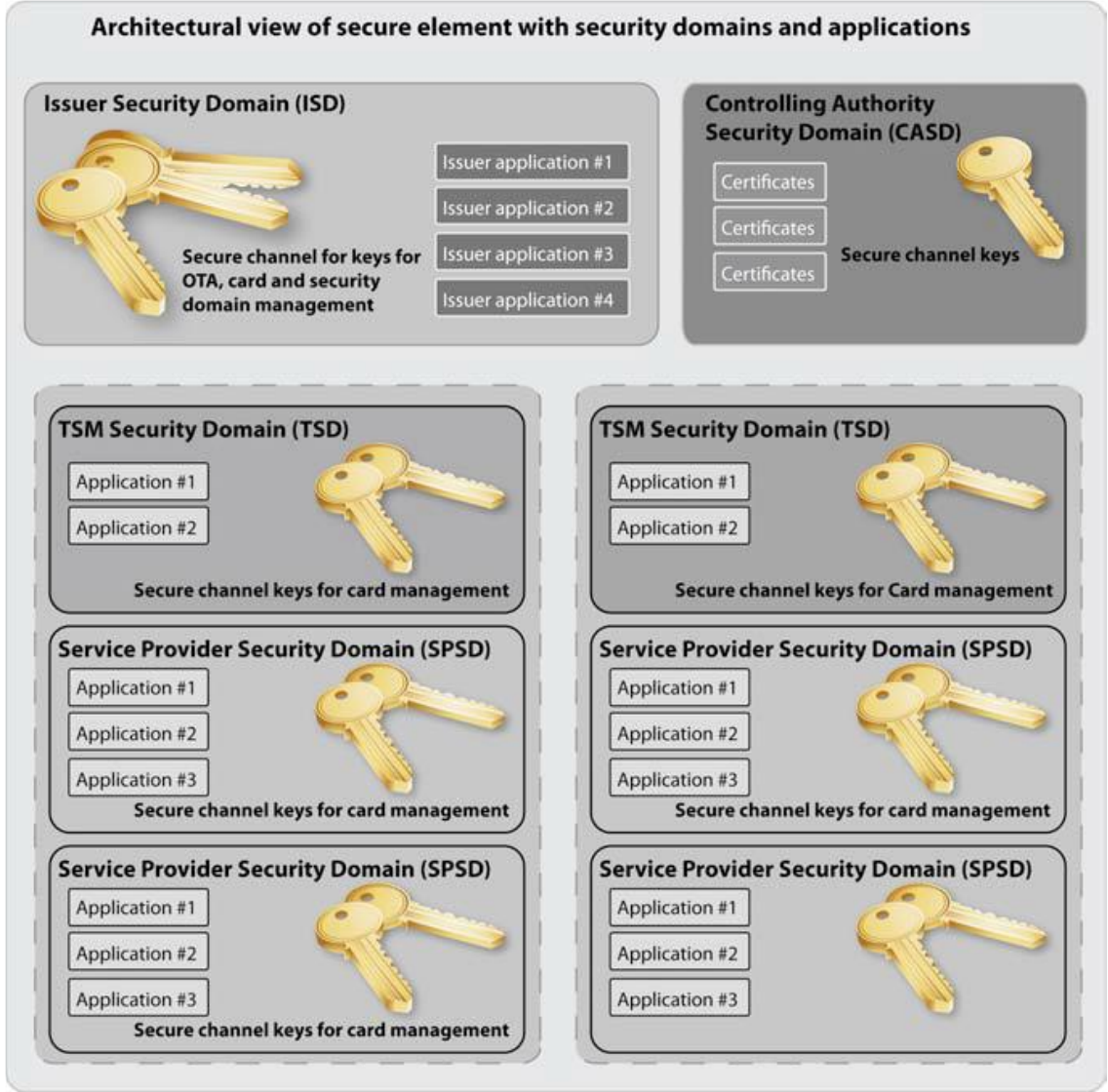


Şekil 4.3 HSM ile Şifreleme Yapısı [24]

4.4.2. Güvenli Kanal Protokolleri/Secure Channel Protocols

Secure Channel güvenli kanal olarak bilinen protokoller, SIM karta gönderilen verilerin Global Platform uyumlu APDU komutlarıyla güvenli kanal üzerinden şifreli olarak gönderilmesini sağlar. NFC Cep telefonu ile TSM arasında HTTP üzerinden iletişim kurulur ve Mobil Uygulama arayüzünden SIM karta erişim sağlanır [19]. Şekil 4.4'te Global Platform spesifikasyonlarına göre birden fazla uygulamanın yönetimi tek bir sim

kart üzerinde olabilmektedir. Her bir güvenli alanın yönetimi güvenli kanal üzerinden gerçekleşmektedir.



Şekil 4.4 Secure Elementin Mimarisi ve Güvenli Alan ve Uygulamalar [25]

4.4.2.1. SCP 02

SCP 02 protokolü SIM kart üzerinde güvenli alanla dışardan ISO arayüzünden direk erişim salayan protokoldür. Güvenlik gerektiren ödeme uygulamalarında kullanılmak için oluşturulan güvenli kanaldır. SIM kart ile SP TSM arasındaki veriler SCP 02 anahtarları ile şifrelenerek iletilir [19].

4.4.2.2. SCP 80

SCP80, Global Platform ETSI TS 102 225 standardı ile tanımlanan güvenli OTA bir protokolüdür [19].

4.4.2.3. SCP 81

SCP81 Global Platform 2. 2 tarafından ETSI TS 102 226 standardı ile tanımlanan TLS güvenli protokolü temsil eder. HTTPS üzerinden uzaktan güvenli uygulama işlemlerinde kullanılır. SCP80/81 üzerinden SCP 02 protokolleri, SP ve MNO'ların uygulama yönetimindeki rollerini ayırmada kullanılır. SE'e gönderilecek olan her bir uygulama bilgisinin(script) güvenli iletimi için SCP 02 oluşturulur. SCP 02 ile şifrelenmiş bilginin güvenli iletimi için SCP 80 veya SCP 81 oluşturulur.

SCP kullanmak aşağıdaki nedenlerden dolayı gereklidir:

- Uygulama yöneticisi olan SP ve MNO tarafından çift taraflı onaylanma gerektirir. İki taraf onaylamadan erişime izin verilmez.
- SP'lerin mevcut kişiselleştirme (personalizasyon) sistemleri SCP 02'ye dayalıdır ancak OTA üzerinden yeniden şifrelenerek taşınması gerçekleştirilir.
- Oluşturulan iki protokolün yönetimi Şekil 4.5'de oluşturulan gibidir. Her bir SCP protokolü farklı SD'ler için kullanılır [19].



Şekil 4.5 SCP Protokolü ile Verilerin Şifrelenmesi [19]

4.4.3. Ödeme Bilgilerine Erişme

Ödeme Bilgileri olan, miktar, geçiş zamanı, geçiş yeri(turnike bilgisi), bilgilerine ödemeyi kabul eden cihaz, Toplu Ulaşım Operatörü ve kullanıcı görebilir.

4.4.4. Standartlar

- NFC Kart Emülasyon Modda çalışan Cep Telefonu ile Temassız okuyucu, ISO 14443 Tip A veya ISO 14443 Tip B uyumludur.
- ETSI, Mifare4Mobile ve Global Platform spesifikasyonları gereklidir.
- Anahtar Yönetimi; GPS_Messaging_Specification_for_Mobile_NFC_Services-v1.0 mesajlaşma spesifikasyonuna göre yapılmaktadır.
- Eğer kullanıcının kredi kartı veya banka kartı bilgileri alınacaksa PCI standartına sahip olunmalıdır.

4.5. NFC Mobil Bilet Süreçler

NFC Mobil Bilet süreçlerinde uygulamayı aktif etme, geçiş yapma, bilet satın alma ve istenildiğinde uygulamayı kaldırma işlemlerini gerçekleştirilmelidir. Şekil 4.6’da adım adım bilet uygulamasının aktif edilmesi ve geçiş işleminden sonra ekranda görülen “Başarılı” şeklinde geçişin yapıldığı bilgisi verilmektedir.



Şekil 4.6 NFC Mobil Bilet Aktivasyonu ve Bilet Bilgisi Ekranları

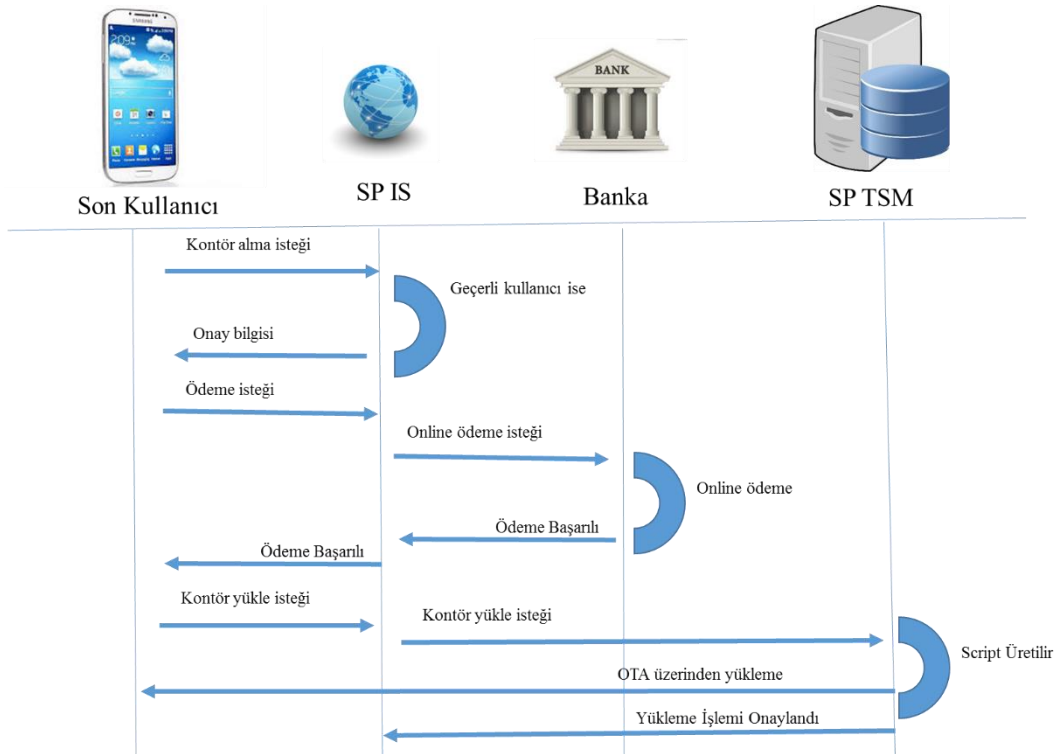
4.5.1. Uygulamayı Aktif Etme

NFC Mobil Bilet uygulamasının aktif olması için kullanıcının uygulama üzerinden kayıt olması gerekmektedir. Kayıt formunda istenilen bilgiler girildikten sonra merkeze gönderilir ve merkezden bir aktivasyon kodu mesaj olarak döner. Kullanıcı bu aktivasyon

kodu ile giriş yaptıktan sonra uygulama aktif edilir. Bu şekilde indirimli biletler(öğrenci, görevli, emekli) ve sezonluk biletler(haftalık, aylık) için gerekli olan kişi bilgileri alınır.

4.5.2. Bilet Satın Alma

Akıllı Bilete kontör yükleme işlemi gişelerden yüklenebiliyorken, NFC telefonda, NFC Mobil Bilet Uygulamasını kullanarak internet üzerinden kontör yükleme işlemini gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca Uygulama menüsünden son harcama bilgilerini, son yükleme bilgilerini, kalan bakiyeyi görebilmektesiniz. Müşteri satış bayilerine gitmeye gerek duymadan ve bilet kuyruğunda sıra beklemeyerek zamandan kazanarak kendi telefonundan biletini alabilmektedir. Toplu Ulaşım Operatörü, bilet satış bayilerine, kiosklara gerek duymaz ve müşteriye OTA üzerinden bilet temin eder. Şekil 4.7’de Kullanıcı uygulama ekranından bilet satın almak istediğini internet üzerinden gönderir ve SP tarafından onaylanan bir kullanıcı ise Onay bilgisi döner. SP’den onay alındıktan sonra ödeme işlemini gerçekleştirmek için Bankaya istek gönderilir. Bankadan onay dönerse Kontör yükleme işlemi başlar ve SP TSM gerekli bilgileri şifreli olarak ürettikten sonra OTA üzerinden telefona gönderir. Telefonun sim kartta bulunan desfire kart uygulamasında kontör yükleme işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 4.7 İnternet üzerinden Kontör Yükleme İşlemi

4.5.3. Geçiş Yapma

Otobüs, tren, metro, metrobüs, vapur gibi toplu ulaşım araçlarında bulunan elektronik bilet doğrulama cihazlarından bilet doğrulama işlemi gerçekleştirilmektedir. Elektronik doğrulama cihazlarından “Öde ve Geç” şeklinde ödeme yapıldığı için yolcuların ön ödemeli biletlerinde kontör bulundurmaları gerekir. Bilet Doğrulama cihazı yolcunun biletinde bulunan bakiyesinden düşer ve geçiş işlemine izin verir. Kullanıcı telefonunda birden fazla secure element olduğu durumlarda hangi uygulamayı kullanacağını seçmelidir. Kullanıcı NFC Telefonunu geçiş yapmak istediği doğrulama cihazına yaklaştırdığında ilk önce bilet tanıma işlemi gerçekleşir. Eğer ön tanıma gerçekleşmişse geçiş için yeterli bakiye var ise kullanıcının kartındaki bakiyeden düşerek geçişe izin verir ve hem telefonun ekranında başarılı geçiş bilgisi ile kalan bakiyesini görebilir aynı zamanda doğrulama cihazında “Başarılı Geçiş” mesajı verilmektedir. Şekil 4.8’de NFC’li Mobil Bilet geçiş işlemi sonrası ekran bilgisi gösterilmektedir. Yeterli bakiye bulunmadığı durumlarda kullanıcıya uyarı vererek geçiş yapmasına izin verilmemektedir. Bilet Uygulaması çevrimdışı modda çalıştığı için kullanıcı, telefonun şarjının bittiği durumlarda bilet uygulamasını kullanabilecektir. Yolcular yaptıkları geçiş işlem bilgileri ayrıca Toplu Ulaşım Operatörünün Backend sisteminde bilet tarifi ücret bilgileri ile birlikte saklanır SP TSM her bir doğrulama cihazına uzaktan güvenli bir şekilde erişerek elektronik ücret toplama sistemini yönetir.



Şekil 4.8 NFC Mobil Bilet Geçiş ve Ödeme İşlemi

4.5.4. Uygulamayı Kaldırma

Kullanıcı Cep Telefonunu kullanmaya devam ederken, Toplu Ulaşım Operatörü NFC Mobil Bilet Uygulamasını sahadan çekmek isterse SP TSM ve OTA yoluyla uygulamayı SIM karttan silebilir. Kullanıcı uygulamayı iptal etmek isterse SP'ye başvurur ve SP TSM uygulamayı silme işlemini başlatır.

Kullanıcının cep telefonu kaybolduğunda veya çalındığında:

- Kullanıcı, MNO ve SP ile irtibata geçmelidir.
- MNO tarafından cihaz kilitlenir(SIM tabanlı cihazda SIM kilidi kilitlenir)
- SP, NFC Mobil Bilet Uygulamasını kilitler yani iptal eder.
- Kullanıcı telefonuna ulaştığında eski telefonunda veya yeni bir telefonda yeniden NFC Mobil Bilet Uygulamasını indirebilir.

4.6. Birlikte Çalışılabilirlik Özelliği

NFC Mobil Bilet projesinin hayata geçmesi ve kullanılması için ekosistemdeki aktörler arasında birlikte çalışılabilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Birlikte çalışılabilirlik demek;

- Son kullanıcı sadece NFC cihazını ve mobil operatörü ile ulaşım operatörünü seçecektir.
- Ekosistemdeki aktörler ve teknik tüm gereksinimler birlikte çalışmaya uyumlu olacaktır.
- Mobil cihazlar tüm OTA platformlar ile uyumlu çalışacaktır.
- OTA platformu UICC veya diğer secure elementler ile haberleşebilecektir.
- NFC mobil cihaz, ISO 14443 Tip A ve Tip B destekleyen temassız okuyucularla iletişim kurabilecektir [20].

ANALİZ DURUM ÇALIŞMASI

Bu bölümde çalışmanın araştırılmasından elde edilen sonuçlar ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Araştırmaların sonucunda Toplu Ulaşımda Mobil Bilet Uygulamasının çok büyük ihtiyaç olduğu görülmüştür. Uygulamanın hayata geçmesi için gerekli olan koşullar belirlendikten sonra yapılması gerekenler anlatılmış ve aktörlerin iş birliği içerisinde NFC'li Mobil Bilet Uygulamasının yönetimini gerçekleştirebileceği kanısına varılmıştır. NFC özelliği cep telefonlarında bulunsa bile projedeki aktörler ve kullanılan diğer teknolojiler projenin hayata geçmesinde önemli etkilere sahiptir.

Türkiye’de ve Dünya’da Toplu Ulaşımda Bilet uygulamalarının neden yaygınlaşmadığı projedeki aktörlerden ve kullanılan teknolojilerden kaynaklandığı görülmüştür. Bu bölümde NFC Mobil Bilet Projesinde kullanılan teknolojiler ve aktörlerin etkileri araştırılmış dezavantajları ve avantajları anlatılmıştır.

5.1. Neden NFC’li Ödemeye İhtiyaç Duyulmuştur

Toplu Ulaşımda NFC teknolojisinin geleceği hakkında ABI araştırmalarına göre önümüzdeki 5 yıl içerisinde Dünya’da 32 milyar bilet mobil olacaktır ve bunların % 30’u NFC cep telefonlarından temassız gerçekleştirilecektir. [8]

İstanbul Toplu Ulaşımda yapılan araştırmalar neticesinde NFC Mobil Bilet Uygulaması gelecekte önemli bir bilet uygulaması olacaktır. Metrobüs, Otobüs, Marmaray, metro, tramway’ın yer aldığı ve gelecekte teleferiğin yer alacağı toplu ulaşım sistemlerinde ödemeler temassız olarak akıllı kart olan İstanbulkart ile gerçekleştirilmektedir. Belbim İstanbul Belediyeleri Bilgi İşlem Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş’den edinilen bilgilere göre Toplu Ulaşımda İstanbul’da günlük 7 milyon geçiş yapılmaktadır. Bu kadar çok kullanılan Toplu Ulaşımda NFC Mobil Bilet projesi ile kolay ödeme imkanı sunulacaktır.

Yolcular, bakiye ve geçiş bilgilerine tek bir dokunuşla uygulamalarından kolayca erişerek interaktif bir bilet sistemi ile buluşacaktır.

NFC Mobil Bilet Uygulamasının Özellikleri:

- Yüksek Güvenlikli
- Kolay erişilebilir ve kullanımı basit
- Telefonla her yerden uygulamayı kullanabilme
- Cep telefonundan ve işletim sisteminden bağımsız bir model
- Uygulama SIM kartta olduğu için çevrimdışı modda turnikelerden geçiş yapılabilir.
- Standartlara ve Spesifikasyonlara dayalıdır(Global Platform, PCI gibi)
- 500 ms’de hızlı geçiş yapabilme

5.2. Kısıtlar

Önerilen NFC Mobil Bilet projesinin faydaları çok olmasına rağmen projeyi sınırlandıran kısıtlarda mevcuttur. NFC Mobil Ödemelerin hayata geçmesi yakın zamanda olmayabilir çünkü “Kullanıcıların yeni teknolojileri kabul etmesinde başarılı olunması çok önemlidir ama kabul edilebilirliği tahmin etmek zordur. Diğer ödeme sistemlerinin yerine geçmesi beklenen yeni bir ödeme teknolojisinin hayatımıza geçmesi yıllar alabilir” [23].

5.2.1. Teknoloji Etkisi

NFC’li ödemenin hayata geçmesi için ekosistemde yer alan aktörlerin NFC teknolojisini desteklemesi gerekmektedir. POS cihazlarının, cep telefonlarının, SIM kartlarının ve diğer teknolojilerin NFC’yi destekleyecek şekilde güncellenmesi hem zaman hem para maliyetini artırdığı için ödeme dünyasında NFC geniş yer bulamamıştır. Ödemeyi kabul eden POS cihazlarının 2010 yılında yalnızca % 10’u temassız ödemeyi desteklemekteydi ancak 2016 yılında % 85’inin desteklemesi beklenmektedir [26].

5.2.1.1. UICC Etkileri

Yeni nesil cep telefonlarında artık Kart Emülasyon modunun kullanılabilir olması ve NFC özelliği ile SIM tabanlı uygulamalara izin vermesi UICC kullanmanın önündeki

engelleri kaldırmıştır. SIMAlliance'dan alınan haberlere göre, 2011 yılında 16 milyon olan NFC'li SIM kart sayısı 2012'de 30 milyona yükselmiştir ve 2014 yılında daha çok artması beklenmektedir. GSMA, gelecekte mobil kullanıcılar güvenli dijital kimlik uygulamalarında SIM kartları kullanacaklardır. [27]

UICC secure element olarak en kullanışlı ve güvenli bir alandır çünkü diğer hafıza kartlarına ve gömülü yongalara göre ömrü daha uzundur. UICC, birden fazla SD bulundurarak birden fazla SP'nin ödeme uygulamasını güvenli bir şekilde yönetebilmesini sağlar. Her SP sadece kendisine ait olan Security Domain'e erişebilmektedir. UICC'nin en önemli avantajları;

- NFC çip ile uyumlu standartlaştırılmış arayüzü
- Telefonların %85 i uyumlu
- OTA üzerinden yönetilmesi
- Taşınabilir olması, kullanıcının telefon değiştirme durumunda avantaj sağlamaktadır.

5.2.1.2. Mifare4Mobile Etkileri

NXP Toplu Ulaşımda temassız ödeme sistemlerinde önemli bir role sahiptir ve Dünya'da Toplu Ulaşımdaki temassız ödeme sistemlerinin % 80'inde NXP'nin ürünleri kullanılmaktadır. Gelecekte Mifare NFC teknolojisinin Toplu Ulaşımda yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir. NXP'nin ürünü olan Mifare Desfire EV1, Toplu Ulaşım Operatörü açısından en kullanışlı ve güvenli akıllı karttır. İçerisinde birden fazla uygulama bulundurabilen Desfire kart Toplu Ulaşım Operatörüne birden fazla uygulama yönetebilme imkanı sunmaktadır. Desfire kartın hafıza yapısı ve bağımsız çalışma modeli ile NFC Mobil Bilet projesi için en ideal akıllı kart uygulaması olduğu görülmüştür.

5.2.1.3. Handset Etkisi

Toplu Ulaşımda Ödeme Sistemlerine NFC perspektifinden baktığımızda teknolojinin geleceği çok büyük önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde cep telefonu üreticileri, POS cihazı üreticileri NFC teknolojisine olan desteği her geçen gün artmaktadır. Global Industry Analysts'in araştırmalarına göre 2018 yılında 1.6 milyar adet NFC özellikli cep telefonu pazarda yer alacaktır. [28] IHS teknolojisinin verilerine göre 2013 yılında % 18 olan NFC cep telefonu sayısı 2018 yılında % 64 olacaktır.

5.3. Yönetim Etkileri

Mevcut NFC'li ödeme projelerinin birçoğunda iş modelinde yönetimin, hangi TSM modelinin kullanılacağı konularında aktörler arasında anlaşmazlıklar olmuştur. NFC Mobil Bilet Projesi için önerilen ekosistem ve iş modeli ile aktörlerin işini kolaylaştırarak toplu ulaşımında kullanıcılara NFC Mobil Bileti sunmak amaçlanmıştır. NFC Mobil Ödeme projesi hayata geçtiğinde geliştiriciler ve servis sağlayıcılar arasında güvenli hizmet vermek ve veri hırsızlığını önlemek için birlikte çalışılabilirliğin devam etmesi gerekir. NFC'li Ödeme uygulamasını mevcut ödeme sistemleriyle karşılaştırarak NFC ile verilebilecek hizmetleri ve daha güvenli olduğu anlatılarak hayata geçmesi için tanıtımlarının artırılması gerekmektedir. Kullanıcıların cep telefonlarını kaybettiklerinde GPS'den bulunabilmesi, uzaktan TSM ile ödeme uygulamalarının kaldırılabilmesi gibi birçok özellikleri ile diğer ödeme sistemlerinin desteklemediği özelliklere sahiptir [29].

NFC Mobil Bilet projesinde alınacak iş kararlarında en önemli iki faktör Toplu Ulaşım Operatörü ve Mobil Ağ Operatörü'dür. Servis sağlayıcı TSM yani Toplu Ulaşım Operatörü, yolcuların telefonuna uzaktan Bilet uygulamasını yükleme ve yönetiminde sorumludur. Bilet uygulamasını yükleme, silme gibi tüm işlemlerinin yönetiminde sorumlu olarak kontrolü devamlı elinde bulundurur.

MNO TSM SIM kartın önceden hazırlanıp son kullanıcı için hazır hale gelmesinde sorumludur. MNO TSM, SIM kartın üzerinde Mifare teknolojisine dayalı sanal kart oluşturup anahtarlarla ön Personalizasyon işlemi gerçekleştirir, SP TSM istediği zaman bu anahtarları kendisi yeniden oluşturarak sanal kartı personalize edebilmektedir. Bu durumda SP, güvenli bilet uygulaması yönetimi gerçekleştirmiş olmaktadır.

Bilet uygulamasının yönetiminde MNO TSM ve SP TSM arasında Delegated modda iletişim gerçekleşir. Bilet Uygulamasının yönetimi SP tarafından yapılır ancak her işlem MNO tarafında ön tanıma ister buna tokenlaşma denilmektedir. Delegated mod Bilet Uygulamasının içeriğini hakkında ve giden gelen verilen içeriği hakkında gizliliği koruduğu için Toplu Ulaşım Operatörüne avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda her bir işlem için MNO tarafından istenilebilecek maliyeti ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle Delegated mod ödeme uygulamalarında popüler bir tercih olmuştur.

5.4. NFC Mobil Bilet Projesinin Faydaları

- Esnek

- Bağımsız çalışma
- Uygun ve basit
- Kolay Kontör yükleme
- Bakiye Kontrol
- Kampanyaların kolay uygulanması
- Güvenli Bilet Uygulaması
- Şehrin prestijini artıran akıllı şehir uygulamaları

sunmasından dolayı NFC teknolojisi yakın gelecekte Toplu Ulaşımda yerini alacaktır.

5.4.1. Toplu Ulaşım Operatörüne Faydaları

Uygulamanın sahibi Toplu Ulaşım Operatörüdür ve daima kontrolü kendisinde bulundurarak yönetimi gerçekleştirir.

Toplu Ulaşım Operatörü kendi bilet uygulamasının kart profilini belirleme, güvenliğinden sorumlu olma gibi tüm yetkilere sahip olarak operatörlerden ve diğer ekosistem aktörlerinden bağımsız bilet uygulamasını yönetir. Herhangi bir Fiziksel Kart üretimine gerek kalmadığı için maliyeti düşürerek ucuz bilet tarifiesi sunar.

NFC Mobil Bilet Projesinden edinilen kullanıcı bilgilerine göre demografik yapıya erişerek bu bilgiler ışığında doğru Loyalty uygulamaları geliştirir. Müşteri bazlı kampanyalar, indirimler düzenleyebilir.

Kullanılan kart uygulaması birden uygulama destekleyebileceği için NFC Mobil Bilet bir şehir kartı gibi kullanılabilir. Park ödeme uygulamaları, müze kart, sosyal yardım kartı gibi ödeme uygulamaları tek bir sanal kart üzerinden gerçekleştirilebilir.

5.4.2. Mobil Ağ Operatörüne Faydaları

Mobil Ağ Operatörlerinin müşterilerine SIM kartları aracılığıyla ödeme hizmeti sunması operatörlerin prestijini ve önemini artırmaktadır. NFC’li Bilet uygulaması ile Operatörler SIM kartlarına uygulama indirilmesine izin verdikleri şirketlerden kira ücreti talep edebilirler yeni bir kazanç sağlar.

5.4.3. Yolculara Faydaları

“Tap and Go” yaklaştır ve geç şeklinde alışan NFC’li Bilet Uygulamaları yolcuların herhangi bir onay şifresini girmelerine gerek kalmadan geçiş yapmalarını sağlar ve zamandan kazandırır. Kontör yükleme menüsünden kolayca kontör yükleyebildiği için gişe önlerinde kuyrukta beklemekten kurtarır. Kullanıcı bazlı kampanya uygulamalarına NFC Mobil Bilet aracılığıyla kolayca erişebilme imkanı bulur. Yolcuların telefonu kaybolduğunda Toplu Ulaşım Operatörüne ulaşarak NFC Mobil Bilet uygulamasını uzaktan kullanım dışı yaptırabileceklerdir. SIM kart tabanlı olacağı için telefon değişikliğinde yeni telefonuna SIM kartını yerleştirerek bilet uygulamasını kullanmaya devam edebileceklerdir. SIM kart tabanlı olmasının en önemli avantajı ise uygulama için ek bir hafıza kartı kullanmaya gerek duyulmamasıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezin amacı Toplu Ulaşımda NFC uygulamalarının hayata geçirilmesi için ideal iş modeli önermek ve NFC ekosisteminde yer alan aktörlerin görevlerini belirlemektir. Dünya’da NFC Bilet projesinin pilot olarak uygulandığı pekçok yerde uygulama hayata geçmemiştir. Bunun en önemli sebebi MNO, Toplu Ulaşım Operatörü, banka gibi aktörler arasında çıkan anlaşmazlık ve teknolojinin henüz cep telefonlarında, ödeme sisteminde yer alan cihazlarda desteklenmiyor olmasıydı. NFC Teknolojisinin Toplu Ulaşımda Uygulanması tezi ile uygulanabilir NFC projelerinden örnekler verilerek güvenli ve kullanışlı bilet sistemi için bir iş modeli önerilmiştir. TSM iş modeli, NFC ödeme uygulamalarında en çok tartışılan konu olmuştur. Ekosistemde yer alan aktörlerin TSM’in yönetimi konusunda anlaşmaları ve herkesin rollerine göre sorumluluklarını yerine getirmesi gerekmektedir. SE’ye erişim koşulları, TSM’in nerede konumlandırılacağı ve biletleme süreçlerinde aktörlerin yer almak istediği görevler konusundaki belirsizlikler NFC projelerinin hayata geçmesini zorlaştırmıştır. SE olarak SIM kartın kullanıldığı durumlarda TSM iş modeli olarak Basit çalışma modunu seçmek isteyen MNO veya Yetkili TSM modunu tercih etmek isteyen SP’ler ortak karara varamadıkları için projeler pilot aşamasında kalabilmektedir. MNO, SE olarak kullanılan SIM kart üzerinde SP’lere özel güvenli alan sunmalı ve yönetimini SP TSM’lere verebilmelidir. Toplu Ulaşım Operatörü kendine özel bilet sistemini kurgulayarak uygun TSM uygulamalarını oluşturmali ve MNO ile birlikte SE’ye erişimi Delegated modda gerçekleştirmelidir.

Bir başka etki unsuru ise kullanıcılar, uygulamanın güvenilirliği konusunda ikna edilmeli ve “Dokun ve Geç” şeklinde hayatı kolaylaştıran NFC’nin tanıtımının yapılması gerekmektedir.

Toplu Ulaşım kullanan yolculara birçok faydası olacaktır. En çok kullanışlı özelliği kullanıcılar, NFC Bilet Uygulamasını cep telefonlarına indirmekte ve kullanıcı arayüzü

ile bilet bilgilerine erişebilmektedirler. Uygulamanın sunduğu avantajlardan bahsedecek olursak;

NFC özellikli cep telefonları kullanım açısından temassız kartlara göre daha avantajlıdır. Toplu ulaşım kullanan insanları, bilet almak için satış makinelerinin, satış gişelerinin önünde kuyruk beklemekten kurtarır.

NFC Bilet Uygulamasında bulunan bilet, kağıt bileten veya plastik akıllı karttan daha iyidir. Çünkü cep telefonunda bulunan biletin kaybolma olasılığı neredeyse yoktur. Kağıt veya plastik kart bilete göre daha dayanıklıdır ve sanal olduğu için kağıt israfını önleyen çevre dostu bir uygulamadır. Cep telefonunda birden fazla ödeme uygulaması tutulabilir ve kullanıcılar banka hesaplarını, kredi kartı hesaplarını kolayca kontrol edebildiği gibi ön ödemeli çalışan bilet uygulamasına güvenli bir şekilde yükleme yapabilmektedir. NFC Bilet uygulamasına Toplu Ulaşım Operatörü tarafından gerektiği zaman uzaktan erişim sağlanabilecek uygulamanın bakımı ve kontrolü rahatlıkla gerçekleştirilecektir.

Ayrıca NFC teknolojisi kullanılarak geliştirilen uygulamalar ile kullanıcıları toplu ulaşım tarifeleri, otobüs bekleme süreleri, kampanyalar gibi akıllı posterlerden okunan bilgilerin cep telefonlarında kolayca gösterilmesi sağlanmaktadır. NFC Telefon bir pos cihazı gibi kullanılarak Akıllı kart kullanan müşteriler için evinden, işyerinden internet olan her yerden biletine yükleme yapma imkanı sunmaktadır.

Kısaca özetleyecek olursak Toplu Ulaşım sektöründe, NFC Teknolojisinin kullanıldığı uygulamalar ile Akıllı Şehir olma yolunda hızlı bir şekilde ilerlenmektedir.

NFC umut verici bir teknoloji ve müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık vermekte ayrıca pazara yeni girenler için rekabet ve iş birliği sunmaktadır.

Artan mobil cihaz sayısı ile dijital bilgiye erişme isteğinin yanısıra sürekli değişen demografik yapı ile yolcuların dinamik bilgilere erişme isteği Toplu Ulaşım da Mobil uygulamaların önemini göstermektedir. Cep telefonunun akıllı bilet olarak kullanılabilmesi, otobüslerin ne zaman durakta olacağı gibi gerçek zamanlı ulaşım bilgilerinin cep telefonundan görülebilmesi, satış bayisine gitmeden kendi cep telefonundan kontör yüklenebiliyor olması yolcuların hayatını oldukça kolaylaştırmaktadır. Bir günde milyonlarca transaction (geçiş işlemi, kullanım) olan Toplu Ulaşım da NFC Mobil Bilet projesi ve diğer NFC poster çözümleri kaçınılmaz olacaktır. NFC Mobil Bilet Projesinden sadece vatandaşlar değil Toplu Ulaşım Operatörleri ve Mobil Ağ Operatörleri tarafından oldukça avantajlıdır. NFC Mobil Bilet

Projesi için alınan kişi bilgileri ile Demografik yapıya erişim çok kolay olmaktadır ve Toplu Ulaşım Operatörü bu bilgileri eşleştirerek kişilere özel kupon uygulamalarını hayata geçirebilir. Kullanıcıları kampanyalardan haberdar etme, kullanıcı bazlı kampanyalarda merkezden bilgilendirme olabilir. Yine Toplu Ulaşım Operatörünü kart basım maliyeti aynı zamanda kontör satış operasyonlarında maliyetinden kurtulur. Müşteriyi Toplu Taşımaya ikna etme, yönlendirme, ucuz ve basit bilet tarifesi sunma imkanı verir. En az destekle, en az maliyetle Toplu Ulaşım Operatörü Bilet yönetimini gerçekleştirir. Akıllı Şehir uygulamalarında NFC Mobil Bilet Uygulamaları ve diğeri NFC çözümleri şehrin itibarını artırır. Akıllı Şehirlerde herkesin tıpkı kimlik kartı gibi bir şehir kartı olmasına olanak sağlar. Sadece Toplu Taşımada değil sosyal faaliyetlerde de kullanılacak uygulamaları tek bir sanal kartta bulundurarak ön ödemeli kart olan NFC Mobil Bilet uygulaması kullanılabilir. Yolcuların kendi Toplu Ulaşım Biletini mobil uygulamadan yönetebiliyor olması, son bakiyesini görebilmesi, satış bayisinde sıra beklemeden kendi telefonundan kontör yükleyebilmesi açısından kullanım kolaylıkları sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] S. C. Alliance, (2013). "Near Field Communication (NFC) and Transit: Applications, Technology and Implementation Considerations".
- [2] First Data, (2010). "Transit Payment Systems: A Case for Open Payments".
- [3] NFC Forum, (2011). "NFC in Public Transport, Wakefield: NFC Forum".
- [4] Langer, G., (2008). "Near Field Communication based Mobile Payment System", Proceedings der 3. Konferenz Mobilität und Mobile Informationssysteme, 2008.
- [5] NFC Tag, How to Select the Right NFC Tag, <http://www.nfctags.com/nfc-applications-which-tag>, 10 Mart 2014.
- [6] Tagawa, K., (2013). "The Four Essential Keys to a Winning NFC Solution", Wima Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [7] N. Forum, NFC Forum Specification Architecture, <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/>, 8 Şubat 2014.
- [8] Clark, S., NFC to account for 30% of mobile tickets, <http://www.nfcworld.com/2014/02/17/327868/nfc-account-30-mobile-tickets/>, 15 Nisan 2014.
- [9] A. A. I. o. Technology, (2013). "NFC – new horizons for health care and ambient assisted living", Wima NFC MONACO, Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [10] c. m. smart, (2013). "integrated best in class NFC Solutions for your business", Wima NFC Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [11] C. GmbH, (2013). "Integrated best in class NFC Solutions for your business" Wima NFC Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [12] C. Lackner-NXP, (2013). "The power of NFC", Wima NFC Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [13] PLDS, (2013). "NFC in the Automotive World", Wima NFC Monaco, Monaco, 2013.

- [14] Niemela, H., (2011). "The study of business opportunities and value add of NFC applications in security", Tornio, 2011.
- [15] Smart Card Alliance, (2011). "The Mobile Payments and NFC Landscape: A U.S. Perspective".
- [16] First Data, (2009). "Trusted Service Manager: The Key to Accelerating Mobile Commerce".
- [17] Smart Card Alliance, (2013). "Mobile/NFC Security Fundamentals Secure Elements 101", NFC Solutions Summit , 2013.
- [18] Langer, A. ve Josef, O., "Secure Element Development".
- [19] SIMAlliance, (2013). "NFC Secure Element Stepping Stones v1.0", 2013.
- [20] Canadian, (2012). "Canadian NFC Mobile Payments ", Canada, 2012.
- [21] MIFARE4Mobile Industry Group, (2012), "enabling electronic ticketing and access management applications on mobile devices".
- [22] G. Platform, (2011). "GlobalPlatform's Proposition for NFC Mobile: Secure Element Management and Messaging", 2011.
- [23] Kaasinen, E., (2005). "User acceptance of mobile services value, ease of use, trust and ease of", Tampere University of Technology, 2005.
- [24] Oruç, Y., Hardware Security Module (HSM) nedir?, <http://www.cozumpark.com/blogs/gvenlik/archive/2012/02/12/hardware-security-module-hsm-nedir.aspx> , 7 Mart 2014.
- [25] Smartcard Alliance, (2009). "Security of Proximity Mobile Payments, A Smart Card Alliance Contactless and Mobile Payments".
- [26] Clark, S., ABI: 85% of POS terminals to support contactless payments in 2016, <http://www.nfcworld.com/2011/08/11/39038/abi-85-percent-of-pos-terminals-to-support-contactless-payments-in-2016/> , 17 Nisan 2014.
- [27] Clark, S., SIMalliance reports 159% growth in NFC SIM shipments, <http://www.nfcworld.com/2014/04/24/328841/simalliance-reports-159-growth-nfc-sim-shipments/>, 17 Nisan 2014.
- [28] Dyer, K., <http://www.nfcworld.com/2014/01/21/327571/1-6bn-nfc-handsets-2018/>, 21 Mart 2014.
- [29] Pereira A., (2011). "Consumer Adoption of NFC Mobile Wallets", NORGES HANDELSHØYSKOLE .
- [30] Guaus, J., (2013). "NFC Experiences of "la caixa"", Wima NFC Monaco, 22-24 Nisan 2013.

- [31] NFC World, NFC Mobil Bilet Araştırması, http://www.nfcworld.com/2014/02/17/327868/nfc-account-30-mobile-tickets/#utm_medium=twitter&utm_source=twitterfeed , 11 Nisan 2014.
- [32] Georges, J., "Bringing NFC payment back to reality", Wima NFC Monaco, Monaco, 22-24 Nisan 2013.
- [33] Mobey Forum, (2011). "Business models for NFC payments", Helsinki, 2011.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Tuğba NAROL
Doğum Tarihi ve Yeri :30/01/1987 Serik/ANTALYA
Yabancı Dili :İNGİLİZCE
E-posta :tubanarol@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Erciyes Üniversitesi	2010
Lise		Serik Lisesi	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010	Belbim	Bilgisayar Mühendisi

YAYINLARI

Bildiri

1. Narol Tuğba, The NFC Technology Implementation on Public Transportation in Smart Cities, Wima NFC MONACO, 2014