

Yakın Alan İletişimi Teknolojisi İncelemesi

Büşra Özdenizci Kerem Ok Mehmet N. Aydın Vedat Coşkun
Işık Üniversitesi Enformasyon Teknolojileri Bölümü
vedatcoskun@isikun.edu.tr

Özetçe

Yakın Alan İletişimi iki elektronik cihazın kısa mesafede, yüksek frekansta ve düşük bant genişliğinde haberleşmesini sağlayan Radyo Frekans ile Tanımlama tabanlı bir teknolojidir. NFC uygulamaları temel olarak üç ayrı çalışma kipi kullanılır ve her bir kipi kullanımının getirmiş olduğu ayrı özellikler ve avantajlar mevcuttur. Her çalışma kipi farklı iş fırsatları ve katma değer olanakları sunabilmektedir. Bu çalışmada, öncelikle dünyada şu an itibari ile mevcut tüm NFC uygulamaları ve prototipleri, kullanmış oldukları çalışma kiplerine göre incelenmiştir. Daha sonra bu çalışmaların her biri ayrıntılı biçimde analiz edilmiş ve oluşturdukları katma değer ortaya konulmuştur. Çalışma, bu alandaki hedef beklentilerimizin konulması ile neticelendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Yakın Alan İletişimi, Okuyucu/Yazıcı Kipi, Kart Öykünüm Kipi, Birebir İletişim Kipi, NFC Ekosistemi

A Survey on Near Field Communication

Abstract

Near Field Communication is a new, emerging technology based on RFID technology. It provides short distance, wireless communication between two NFC enabled mobile handsets at high frequency and low bandwidth. NFC applications uses three operating modes so that each mode has distinguishable properties, advantages, and disadvantages; so that each one provides different possible business opportunities and different added-value perspectives. In this paper we examined available NFC applications and application prototypes, noticing the modes each one uses. We also have analyzed those applications and pointed out which value-added services provide which benefits. We also have provided our vision on this area in this work.

Keywords: NFC (Near Field Communication), Reader/Writer Mode, Card emulation mode, Peer to Peer mode, NFC ecosystem

1 Giriş

Yakın Alan İletişimi, (Near Field Communication, NFC) ISO14443 Kimlik Kartları - Temassız Akıllı Kartlar ve FeliCa standartlarına dayalı, iki elektronik cihazın kolay, basit ve güvenli haberleşmesini sağlayan kısa mesafe kablosuz iletişim teknolojisidir. Radyo Frekans ile Tanımlama (Radio Frequency Identification, RFID) tabanlı olan NFC teknolojisi, yüksek frekansta (13.56 MHz) ve düşük bant genişliğinde (en çok 424Kbit/s) güvenli bir ara yüz üzerinden veri haberleşmesini sağlamaktadır [1].

NFC teknolojisi, RFID tabanlı diğer kablosuz iletişim teknolojileri (Bluetooth, WiFi, ZigBee) ile kıyasla daha kısa bir menzilde ve daha düşük bir bant genişliğinde veri haberleşmesi sağlamaktadır. NFC haberleşmesi iki NFC uyumlu cihazın birbirine birkaç santimetre (0-4 cm) yaklaştırılması ile gerçekleştirilir. NFC teknolojisinin çok yakın mesafede veri iletişimi sağlıyor olması, güvenlik konusunda önemli avantaj sağlamaktadır [2].

NFC teknolojisi 2002'nin sonlarına doğru Sony ile Philips ortaklığında geliştirilmiş ve 2002 yılının Aralık ayında Avrupa'nın ECMA (European Computer Manufacturers Association) Standartlar Birliği tarafından kabul görmüştür. 8 Aralık 2003 tarihinde de ISO/IEC (Uluslararası Standartlar Örgütü / Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) tarafından bir standart olarak kabul edilmiştir. ISO/IEC ve ECMA tarafından NFC için ISO/IEC 18092/ECMA-340 NFCIP-1 ve ISO/IEC 21481/ECMA-352 NFCIP-2 olmak üzere iki ayrı standart geliştirilmiştir [27]. Bu yeni nesil teknolojinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacı ile de 18 Mart 2004 tarihinde Nokia, Sony ve NXP tarafından NFC Forum kurulmuştur [1].

1.1 NFC Çalışma Kipleri

NFC teknolojisi üç farklı çalışma kipinde veri iletişimini mümkün kılmaktadır [1,2]: okuyucu/yazıcı kipi (reader/writer mode), kart öykünüm kipi (card emulation mode) ve birebir iletişim kipi (peer-to-peer mode, p2p mode):

- ISO14443 standardıyla ve RF (Radio Frequency, Telsiz Frekansı) ara yüzüyle uyumlu olarak çalışan okuyucu/yazıcı kipi, NFC özellikli mobil cihazın 4 cm.'de manyetik alan oluşturarak, NFC uyumlu pasif etikete (NFC etiketi) dokundurulmasıyla başlar. Böylece NFC özellikli mobil cihaz NFC etiketindeki veriyi okuyabilir (Şekil-1a), etikette depolanmış olan veriyi değiştirebilir, ya da etikete yeni bir veri yazabilir (Şekil-1b). Akıllı Poster [25, 28] uygulamaları, okuyucu/yazıcı kipinin kullanan yaygın NFC uygulama örneklerinden biridir.
- Kart öykünüm kipinde NFC özellikli mobil cihaz, bir standart temassız akıllı kart gibi davranabilir ve bu amaçla kullanılmak üzere içinde birçok önemli bilgi barındırabilir. NFC okuyucunun yarattığı manyetik alan (13.56 MHz.) sayesinde NFC uyumlu mobil cihazın dokundurulmasıyla, cihaz üzerindeki bilginin okuyucuya aktarımı gerçekleşir (Şekil-2). Güvenli bir veri iletişimi sağlayan kart öykünüm kipi birçok temassız ödeme sistemine ve elektronik biletlendirme sistemine olanak sağlamaktadır [17].
- ISO/IEC 18092 ile standardize edilmiş olan birebir iletişim kipi [2] ise NFC uyumlu iki mobil cihaz arasında birebir bağlantı kurarak, veri değişimine olanak sağlar. NFC uyumlu mobil cihazın bir başka NFC uyumlu mobil cihaza yaklaştırıldığında veri transferi gerçekleşir (Şekil-3). İki kişi arasında kartvizit ve bilgi paylaşımı gibi birçok yenilikçi uygulamalar birebir iletişim kipinde geliştirilebilmektedir.

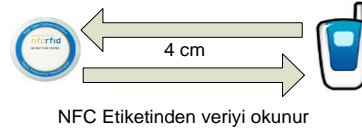
1.2 NFC Ekosistemi

NFC teknolojisi, kullanım kolaylığı, esnekliği, rahatlığı ve güvenliği sayesinde birçok yenilikçi çözümlere olanak sağlamaktadır. NFC teknolojisinin hizmet alanlarının genişlemesini sağlayan diğer önemli bir husus ise NFC teknolojisinin cep telefonlarıyla bütünleşik

geliştirilmesidir [8,9]. Mobil ödeme ve biletleme sistemleri, sadakat uygulamaları, erişim kontrol mekanizmaları, akıllı poster, akıllı reklâm ve tanıtım, sosyal ağ uygulamaları [15, 16, 17, 18, 24, 25, 26] bu alanda söz konusu olan NFC uygulamaları olarak sayılabilir. Bu konuda mevcut ve gelecekte ortaya çıkabilecek benzer uygulamaların yaygın olarak kullanılabilmesi için ise güçlü, güvenli ve birlikte çalışabilen bir ekosisteme ihtiyaç duyulmaktadır.

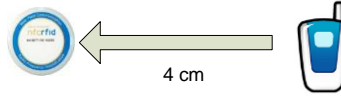


NFC uyumlu mobil cihaz oluşturduğu manyetik alan sayesinde NFC etiketiyle iletişime başlar



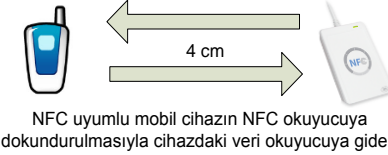
Şekil-1a: Okuyucu Kipi

NFC uyumlu mobil cihaz oluşturduğu manyetik alan sayesinde NFC Etiketine veriyi yazar



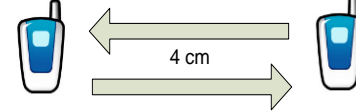
Şekil-1b: Yazıcı Kipi

NFC okuyucu 13.56 MHz manyetik alan yaratır



Şekil-2: Kart Öykünüm Kipi

NFC uyumlu mobil cihaz, bir başka NFC cihazla veri alışverişi yapar



Şekil-3: Birebir İletişim Kipi

NFC ekosistemi içinde birçok paydaş mevcuttur. Bu paydaşlar tüketiciler, hizmet sağlayıcılar (Service Providers), cihaz üretici firmalar, güvenlik açısından

sertifika sağlayıcıları (Certificate Authorities, CA),güvenilir üçüncü kuruluş (Trusted Third Parties, TTP) ve mobil ağ operatörleridir(Mobile Network Operators, MNO) [4, 8, 10].NFC Ekosisteminin karışıklığı, NFC uygulamalarının teknik/yönetimsel zorluklarına bağlı olarak değişmektedir [9]. Her bir NFC uygulamasının teknik-güvenlik yapısına ve sistemin tasarımına göre o uygulamanın ekosisteminde rol oynayacak aktörlerin sorumlulukları artabilir, azalabilir veya yeni aktörlerin ekosisteme girebilir. Sahada mevcut tüm aktörlerin esas amacı, kendilerine ait hedeflerini veya çıkarlarını gerçekleştirmeye çalışmak, bu arada da piyasadan daha fazla pay kapmaya çalışmaktır. Kullanıcıların NFC teknolojisini daha çok kullanmaya özendirmek amacı ile yenilikçi uygulamaların ve servis alanlarının artmasıyla birlikte, hizmet sağlayıcılar arasındaki rekabetin artması da muhtemeldir [9]. İşte bu noktada, haksız rekabet ortamı yaratılmaması elbette çok önemlidir.

NFC ekosistemindeki güvenliği sağlayıcı en önemli aktörler, güvenlik yapısını temsil eden sertifika sağlayıcıları (CA) ve güvenilir üçüncü kuruluşun (TTP) varlığıdır. Ekosistemde rol alacak tüm aktörler için yerleşik güvenlik standartlarının varlığı önem kazanmaktadır. Sertifika sağlayıcıların NFC ekosistemindeki rolü, taraflara elektronik imza tahsis ederek, veri paylaşımı sırasında taraflar arasında ortaya çıkacak olan özellikle tanıma ya da inkâr etme ile ilişkili sorunları ortadan kaldırmaktır. Güvenilir üçüncü kuruluş ise NFC tabanlı uygulamaların yaşam döngüsünü güvenli bir ortamda hazırlamayı ve yönetmeyi hedefler. Bazı durumlarda güvenilir üçüncü kuruluş, uzaktan yükleme sisteminin (Over the Air, OTA) alt yapısına sahip olarak, taraflara esnek çözümler sunabilmektedir. OTA, NFC uygulamalarının uzaktan indirilmesi, güncellenmesi, silinmesi gibi işlemleri kapsar, kısaca uzaktan yönetimini sağlar [3]. NFC teknolojisi için OTA hizmetinin önemi çok büyüktür. Şu anda dünyada farklı teknik alt yapılarla sahip birçok OTA çözümü bulunmaktadır.

Mobil ağ operatörlerin genel olarak OTA alt yapısına tamamen sahip olduğu görülmektedir [9, 10]. Mobil ağ operatörlerin NFC pazarından sağlayacakları faydalar ve çıkarlar NFC uygulamalarının tasarımına göre farklılıklar gösterebilir. Mobil operatörlerin bir başka görevi de, güvenli elemanı (Secure Element, SE)UICC kartlarda barındırarak, hizmet sağlayıcıların uygulamalarının depolanmasını ve yönetimini

sağlamaktadır [7,9].Diğer önemli güvenli eleman tiplerinden biride SD (Secure Digital, Güvenli Dijital) kartlardır. SD kartlar da, mobil cihazlara yerleştirilerek, hizmet sağlayıcılara uygun bir OTA üzerinden NFC uygulamalarının depolanması ve yönetimi için uygun ortamı yaratmaktadır [3, 29]. Ekosistemde güvenli elemanın kim tarafından sahiplenileceği (örneğin güvenilir üçüncü kuruluşların mı yoksa mobil operatörlerin mi) konusu da henüz çözülememiş önemli bir sorundur. Mobil operatörlerinin uygulama alanlarının genişliği bu yeni değer zincirindeki konumunu giderek önemli kılmaktadır.

1.3 Temassız Ödeme Sistemleri ve Temassız Bilet Sistemleri

NFC teknolojisinin potansiyel önemli servis alanlarından biri mobil ödeme sistemleridir [6]. NFC uyumlu cep telefonları sayesinde, kullanıcılar her bir amaca hizmet etmek için ayrı ayrı olmak üzere pek çok kart taşımak yerine tüm kartların bilgilerini NFC uyumlu cep telefonlarına yükleyebilir ve ödemelerini ve diğer işlemleri sadece NFC uyumlu telefonunu ödeme (Point of Sale, POS) noktasına dokundurma yolu ile yapabilirler. Temassız bilet sistemlerinde ise kullanıcılar NFC uyumlu telefonları sayesinde, biletleme hizmetlerini kullanabilir, bilet ödemesini yapabilir ve e-biletini görüntüleyebilir.

Bir mobil ödeme ekosisteminde, mobil ödeme sistemini kullanacak kullanıcıların öncelikli olarak NFC uyumlu bir cep telefonuna(ya da benzeri bir cihaza) sahip olmaları gerekmektedir. Kullanıcıların hizmet sağlayıcısından (banka) tedarik edeceği NFC mobil ödeme uygulamasının, NFC uyumlu cep telefonuna OTA alt yapısıyla indirilmesi, yüklenmesi, kurulması ve güncellenmesi gerekmektedir. Bu uygulama cep telefonunda kullanıcının tercihine bağlı olarak istenilen güvenli elemanda (UICC, SD kart vs.) barındırılabilir [7].

Mobil ödeme sistemlerinde kullanıcının yapacağı bir ödeme işlemi her ne kadar kolay ve basit görünse de, arka planda çalışan karmaşık bir ekosistem yapısı bulunmaktadır. Bu karmaşık yapıdan tüm paydaşlar kazançlı bir model yaratmaktadır [24].

1.4 Motivasyon

Bu çalışmamızdaki hedef, NFC teknolojisini biraz daha yakından tanımak ve bütünleşmiş bir bakış açısıyla NFC teknolojisinin kalbi olan NFC uygulamalarını daha iyi kavrayarak NFC teknolojisinin geleceği hakkında önemli öngörülerde bulunmaktır. Yaptığımız geniş kapsamlı literatür araştırmasından yola çıkarak NFC uygulamalarının nasıl farklılaşarak çeşitlilik kazandığını inceleyip, NFC uygulamalarının son kullanıcılara yani tüketicilere getirdiği faydaları ele alacağız. Ve son olarak, tüm bu bilgiler ışığında gelecekte öngördüğümüz uygulanabilir potansiyel NFC servislerinden ya da uygulamalarından bahsedeceğiz.

2 NFC Uygulamaları

NFC teknolojisi kullanılarak geliştirilen uygulamalar kullanıcılara birçok faydalar sağlamaktadır [31]. Aynı zamanda şu ana kadar NFC literatüründe yapılan çalışmaların yaklaşık %40'ı, NFC uygulama geliştirmeleri üzerinde yoğunlaşmıştır [13]. Her ne kadar ekosistem ve güvenlik konuları NFC teknolojisi için önemli olsa da, NFC uygulamaları bu teknolojinin kalbini oluşturmaktadır. Dolayısı ile bu bölümde NFC uygulamalarının üzerinde durarak, uygulamaların kullanıcılara nasıl faydalar getirdiği ve uygulamaların daha önce belirtilmiş olan çalışma modlarına göre nasıl farklılaştığı ele alınacaktır.

NFC tabanlı uygulamalar temel olarak üç farklı grupta toplanır; akıllı ortam uygulamaları, akıllı cüzdandan uygulamaları ve veri değişimi uygulamaları.

Akıllı ortam uygulamaları: Akıllı ortam uygulamaları genel olarak okuyucu/yazıcı kipinde çalışmakta olup, oldukça geniş kullanım alanına sahiptir. Bu alanın en temel uygulaması, yukarıda da bahsettiğimiz gibi akıllı poster uygulamasıdır. Bu uygulamada poster üzerine yerleştirilen NFC etikete cep telefonu ile dokunulduğunda, etiketteki veri cep telefonuna taşınır ve daha önceden tasarlanmış olan amaçlar (telefona etkinlik bilgisi kaydetme, SMS ile bilgi gönderimi, bir web hizmeti başlatma vs.) için kullanılır [1]. Uzaktan hasta takibi [19], uzaktan alışveriş [20], yaşlı insanlar için uzaktan yemek siparişi [21] gibi uygulamalarda bu alandaki diğer örnekler olarak sıralanabilir.

Akıllı Cüzdandan Uygulamaları: Akıllı cüzdandan uygulamaları genelde kart öykünüm kipinde

çalışmakta olup, bu gruba akıllı ödeme, akıllı bilet ve akıllı anahtar gibi uygulamalar girmektedir. Bu uygulamaların temelinde NFC uyumlu cep telefonun güvenli elemanında kişiye özel olan gizli bilginin (kredi kartı, akıllı bilet gibi dijital bilgiler) saklanması söz konusudur. NFC okuyucu, güvenli elemandaki bu gizli bilgiyi okuduktan sonra gerekli işlemleri yapar. Kart öykünüm kipinde çalışan uygulamalar NFC servislerinin en önemli uygulamaları olarak görülmektedir. İleride anlatılacağı üzere bu uygulamaların kullanıcılara sağladığı faydalar da üst düzeydedir.

NFC akıllı ödeme uygulamalarında kredi ya da banka kartı bilgileri cep telefonunda saklanır ve mobil ödeme işlemi yapılacağı zaman, söz konusu olan cep telefonu NFC okuyucuya dokundurularak ödeme gerçekleştirilir [15, 16]. NFC akıllı bilet uygulamalarında önceden alınan bilet cep telefonunda saklanır ve turnikeden geçiş sırasında cep telefonu okuyucuya dokundurularak, bilet doğrulaması yapılır [17].

Veri değişimi uygulamaları: Veri değişimi uygulamaları çoğunlukla birebir iletişim kipinde çalışmaktadır. Bu uygulamalardaki genel karakteristik özellik iki kişinin NFC özellikli cep telefonlarını kullanarak karşılıklı bilgi değişiminde bulunmasıdır. Dosya transferi [22] ve kartvizit değişimi [23] bu alanda yapılan uygulamalara örnek olarak verilebilir.

NFC'nin üç farklı çalışma kipinin geliştirilmiş olması ve bu üç kipin veri iletişimde farklılaşması, uygulamaların üç farklı grupta toplanmasını sağlamıştır. Bu farklılaşmadan ötürü akıllı cüzdandan uygulamaları çoğunlukla kart öykünüm kipinde, akıllı ortam uygulamaları okuyucu/yazıcı kipinde, veri değişimi uygulamaları da birebir iletişim kipinde çalışmaktadır.

3 NFC Uygulamalarının Kullanıcılara Getirdiği Faydalar ve Gelecekte Uygulanabilecek Potansiyel Servisler

NFC uygulamalarının üç ayrı çalışma kipinde sınıflandırılmış olması sonucunda, her bir çalışma kipi kullanıcılara farklı faydalar sağlamaktadır. Bu sebeple, bu bölümde uygulamaların getirdiği faydaları her bir çalışma kipi açısından ayrı ayrı inceleyeceğiz.

Okuyucu/Yazıcı Kipi: Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi okuyucu/yazıcı kipinde, bir NFC etikette bulunan veri (bir metin, bir internet adresi, bir etkinlik bilgisi, bir telefon numarası ya da herhangi bir veri) cep telefonuna taşınır ve cep telefonu bu veriyi herhangi bir amaç için kullanabilir. En basit kullanımı şeklinde bu veri ekranda kullanıcıya gösterilir ve kullanıcı daha sonra hareket halindeyken dahi bu veriyi kullanmaya devam edebilir. Dolayısıyla bu çalışma kipindeki uygulamalar cep telefonlarının temel amacı olan kullanıcı hareketliliğini (hareket halindeyken telefonla konuşabilmek, e-postalara ulaşabilmek gibi) artırmayı destekler. Bu çalışma kipindeki uygulamaların sağladığı bir diğer fayda ise kullanıcıların harcaması gereken fiziksel gücü azaltmasıdır. Bu faydaya örnek olarak NFC ile uzaktan hasta takibi, uzaktan alışveriş ve yaşlı insanlar için uzaktan yemek siparişi gibi uygulamalar gösterilebilir.

Şu ana kadar geliştirilen NFC uygulamalarının çoğunluğu okuyucu/yazıcı kipindedir [14]. Bunun sebebi bu çalışma kipinde uygulama geliştirmenin diğer kiplere kıyasla daha kolay olması ve birçok gerçek senaryonun bu çalışma kipine kolaylıkla uyarlanabilmesidir. Çalışma kiplerinin kullanıcılara getirdiği faydaların ve gelecekte uygulanabilecek potansiyel servislerin özeti Çizelge 1’de verilmiştir.

Kart Öykünüm Kipi: Kart öykünüm kipi, kullanıcıların hareketliliğini desteklemekten farklı olarak, cep telefonlarını insanlara daha bağlı bir hale getirmeyi amaçlar. Örneğin, kredi kartı ve akıllı anahtar gibi dijital veriler cep telefonu ile birleştiğinde, cep telefonları artık bir mobil cüzdan haline dönüşmektedir.

Bu çalışma kipinde geliştirilen uygulamaların ortak özelliğine baktığımızda, insana ait olan özel bilgiyi veya nesneyi cep telefonu ile birleştirmeye çalıştığını görmekteyiz. Akıllı anahtarların, bankamatik ve kredi kartlarının, sadakat kartlarının ve akıllı kuponların cep telefonunda saklanması birer örnek olarak verilebilir. Bu çalışma kipindeki uygulamaların sağlamaya çalıştığı bir diğer faydanın da erişim kontrolü olduğunu görmekteyiz. Buna örnek olarak akıllı anahtarlar ve akıllı biletler verilebilir. Sonuç olarak bu çalışma kipindeki uygulamaların sağladığı faydalar, fiziksel bir nesnenin gerekliliğini ortadan kaldırmak ve erişimi kontrolünü sağlamak şeklinde özetlenebilir.

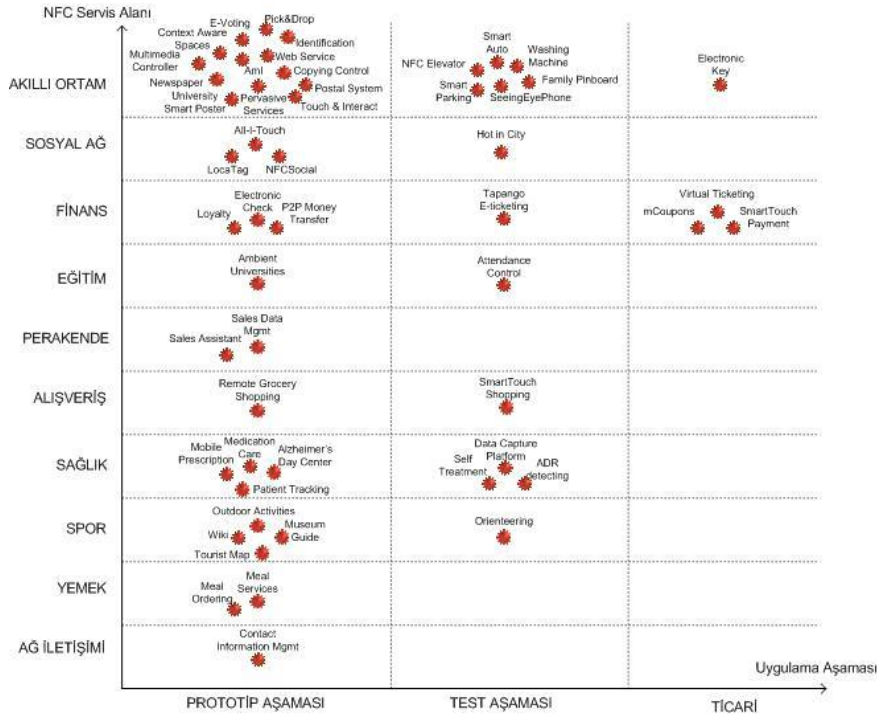
Bu çalışma kipinde şu ana kadar geliştirilen uygulamalardan yola çıkarak, gelecekte uygulanabilecek potansiyel servislerde, insanların cep telefonlarını artık bir dijital veri saklama yeri olarak kullanacaklarını öngörmekteyiz. Gelecekte uygulanabilecek potansiyel kart öykünüm servislerinden bazıları, nüfus cüzdanlarının, pasaportların, parmak izlerinin, ehliyet belgelerinin ve diğer kullanıcıya ait verilerin cep telefonlarıyla birleştirilmesidir. Ayrıca ileride bazı kritik verilerin cep telefonunda saklanarak, o bilgilere ulaşması gereken insanlara ulaşım izni verilerek ve gerekli kısıtlamalar uygulanarak bu bilgilere ulaşılmasının sağlanacağını ve kontrol edileceğini düşünüyoruz. Bu senaryoya örnek olarak kullanıcıların sağlık bilgilerinin, hastanelerdeki sunucular yerine kullanıcının cep telefonunda saklanması ve kullanıcının doktorlara ya da diğer herhangi bir kuruma gitmesi durumunda ve gerektiğinde erişim izni vermesi düşünülebilir. Bu sayede diğer üçüncü şahısların (sigorta şirketleri vb.) bundan böyle hastanelerde kolayca ulaşabilecekleri veriler olmayacak, cep telefonlarında saklı bilgilere ulaşmaları ise ancak kullanıcı tarafından izin verildiği sürece mümkün olacaktır.

Birebir İletişim Kipi: Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, bu çalışma kipinde iki cep telefonu birbiri ile veri transferi gerçekleştirmektedir. Geliştirilen uygulamalardan bazıları dosya transferi, kartvizit değişimi, yeni sosyal ağ arkadaş edinmedir. Şu ana kadar bu çalışma kipinde geliştirilen uygulamalar, diğer kiplerde geliştirilen uygulamalara göre çok azdır [31]. Bu kipi kullanıcılar için getirdiği en temel fayda iki cep telefonu arasında kolay veri transferidir. Fakat bu çalışma kipinde şu ana kadar yeterli çalışma yapılmadığı için kullanıcılara getireceği, fakat henüz keşfedilmemiş olan faydaları olabilir.

Bu çalışma kipinde gelecekte uygulanabilecek potansiyel servislere baktığımızda ise güvenlik açısından gizli olması gereken verilerin güvenli bir şekilde paylaşımını öngörebiliriz. NFC cihazlar 4 cm içinde veri transferi yapabildiği ve bu mesafede fiziksel güvenliği sağlamak kolay olacağı için, gizli bilgilerin NFC teknolojisi kullanılarak paylaşımı esnasında kullanıcılar kendilerini güvende hissedeceklerdir. Fakat bu konunun güvenlik yönünde de gerekli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Çizelge-1: Çalışma Kiplerinin Kullanıcılara Sağladığı Faydalar ve Gelecekte Uygulanabilecek Potansiyel Servisler

	Okuyucu/Yazıcı Kipi	Kart Öykünüm Kipi	Birebir İletişim Kipi
Kullanıcılara sağladığı faydalar	1. Hareketliliği arttırmak 2. Harcanan fiziksel gücü azaltmak	1. Fiziksel nesnenin gerekliliğini ortadan kaldırmak 2. Erişim kontrolü	İki cep telefonu arasında kolay veri transferi
Gelecekte Uygulanabilecek Potansiyel Servisler	Birçok senaryo bu çalışma kipine kolaylıkla uyarlanabilmektedir. Bu uygulamalarda-ki ortak özellik NFC etiketten NFC uyumlu cep telefonuna veri transfer edilmesi ve bu verinin herhangi bir amaç için kullanılmasını kapsayacak şekildedir.	1. Nüfus cüzdanı, pasaport, parmak izi, ehliyet belgesi gibi kullanıcıya ait bilgilerin cep telefonu ile birleştirilmesi 2. Kullanıcıya ait kritik verilerin cep telefonunda saklanması ve diğer insanların erişimi için bir güvenlik mekanizması oluşturulması	Güvenlik açısından gizli olması gereken verilerin güvenli paylaşımı



Şekil-4: NFC Uygulamalarının Servis Alanları ve Uygulama Aşamaları Açısından Dağılımı

4 Geliştirilen NFC Uygulamalarının Durumu

Yaptığımız literatür çalışması sonucunda, NFC teknolojisi ile geliştirilen kayda değer 52 uygulama tespit edilmiştir. Bu uygulamaların kategorik dağılımı ve hangi aşamada olduğu Şekil-4’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere geliştirilen uygulamaların çoğunluğu şu anda prototip aşamasındadır. Ticari olarak kullanılmaya başlayan dört tane uygulama bulunmaktadır ki bunlar akıllı ödeme, akıllı anahtar, akıllı bilet ve akıllı kupon uygulamaları olup, hepsi kart öykünüm kipinde çalışmaktadır. Buradan yola çıkarak, kart öykünüm kipinin NFC teknolojisinin geleceğini belirleyeceğini ve stratejik bir rol oynayacağını söyleyebiliriz.

Diğer bir inceleme kategorimizde ise, uygulamalar NFC servis alanlarına bağlı olarak gruplandırılmıştır. Burada en çok dikkati çeken kategori akıllı ortam kategorisidir ki bu kategoride toplam 20 tane uygulama geliştirilmiştir. Kategorik anlamda ise finans ve sağlık alanları, diğer dikkat çeken alanlardır. Ayrıca son olarak, ticari olan uygulamaların çoğunluğunun, finans alanında olduğunu görüyoruz.

5 Sonuç

Bu çalışmada, genel bir bakış açısıyla NFC teknolojisini ve ekosistem yapısını, üç farklı çalışma kipini ve üç farklı çalışma kipindeki NFC uygulamalarını, bunların faydalarını ve servis alanları-uygulama aşaması açısından dağılımını inceledik. Yapılan literatür taramalarında elde edilen veriler sonucunda, geliştirilen uygulamalarının çoğunlukla prototip seviyesinde kaldığını görüyoruz. Prototip seviyesindeki çalışmaların ise çoğunlukla okuyucu/yazıcı veya kart öykünüm kiplerinde olması, birebir iletişim kiplerindeki uygulamaların gelişiminin ne kadar yavaş olduğunu bizlere göstermektedir.

NFC teknolojisinin piyasada ve akademik dünyada giderek önem kazanması, yenilikçi çözüm önerilerini artırmakta, değişik bakış açıları kazandırmakta ve bununla beraber farklı teknik ve yönetsel sorunları da gündeme getirmektedir.

Sonuç olarak, prototip olarak hazır olan birçok uygulama çalışmasının kısa sürede test ve pilot aşamalarına geçerek hızlanacağını ve ticari anlamda

kullanıma geçeceğini öngörüyoruz. Bu uygulamaların ticari anlamda kullanıma başlamasıyla NFC’nin piyasada yaratacağı kazançlı modelden dolayı, birçok firma için NFC stratejik bir öneme sahip olacaktır.

6 Kaynakça

- [1] NFC Forum, 2011, <http://www.nfcforum.org/>
- [2] NFC Merkezi, 2011, <http://www.nfcmerkezi.com/>
- [3] Madlmayr, G. Langer, J. Kantner, C. Scharinger, J. and Schaumüller-Bichl, I. (2009), ‘Risk Analysis of Over-the-Air Transactions in an NFC Ecosystem,’ Proceedings of the 1st International Workshop on Near Field Communication, ISBN: 978-0-7695-3577-7, 24-26 Şubat 2009, Hagenberg, Avusturya, 87-92.
- [4] Madlmayr, G. Langer, J. and Scharinger, J. (2008), ‘Managing an NFC Ecosystem,’ Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Business, ISBN: 978-0-7695-3260-8, 7-8 Temmuz 2008, Barcelona, İspanya, 95-101.
- [5] Michahelles, F. Thiesse, F. Schmidt, A. and Williams, J. R. (2007), ‘Pervasive RFID and Near Field Communication Technology,’ IEEE Pervasive Computing, 6 (3), 94-96.
- [6] Ondrus, J. and Pigneur, Y. (2009), ‘Near Field Communication: An Assessment for Future Payment Systems,’ Information Systems and E-Business Management, 7 (3), 347-361.
- [7] Reveilhac, M. and Pasquet, M. (2009), ‘Promising Secure Element Alternatives for NFC Technology,’ Proceedings of the 1st International Workshop on Near Field Communication, ISBN: 978-0-7695-3577-7, 24-26 Şubat 2009, Hagenberg, Avusturya, 75-80.
- [8] Benyó, B. Vilmos, A. Fördös, G. Sódor, Kovács, B. L. (2009), ‘The StoLPan View of the NFC Ecosystem,’ Proceedings of the Conference on Wireless Telecommunications Symposium, ISBN: 978-1-4244-2588-4, 22-24 Nisan 2009, Prag, Çek Cumhuriyeti, 1-5.
- [9] Benyó, B. Vilmos, A. Kovacs, K. and Kutor, L. (2007), ‘NFC Applications and Business Model of the Ecosystem,’ Proceedings of the 16th IST Mobile and Wireless Communications Summit, ISBN: 963-8111-66-6, 1-5 Temmuz 2007, Budapeşte, Macaristan, 1-5.
- [10] Benyó, B. (2009), ‘Business Process Analysis of NFC-based Services,’ Proceedings of the IEEE 7th International Conference on Computational Cybernetics, ISBN: 9781424453108, 26-29 Kasım 2009, Mallorca, İspanya, 75-79.
- [11] Sixto Ortiz Jr., “Is Near-Field Communication Close to Success?,” Computer, 39(3), 18-20, Mart 2006.
- [12] Kostakos, V. and O’Neill, E. (2007), ‘NFC on Mobile Phones: Issues, Lessons and Future Research,’ Proceedings of the 5th IEEE International

- Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, ISBN: 0-7695-2788-4, 19-23 Mart 2007, New York, A.B.D., 367-370.
- [13] Ozdenizci B., Aydin M. N., Coskun V., Ok K., "NFC Research Framework: A Literature Review and Future Research Directions", Proc. of 14th International Business Information Management Association Conf. on Global Business Transformation through Innovation and Knowledge Management, Istanbul, Türkiye, 23-24 Haziran 2010, 2672-2685.
- [14] Ok K., Aydin M. N., Coskun V., Ozdenizci B., "Exploring Underlying Values of NFC Applications", Proc. of International Conf. on Management Technology and Applications (ICMTA 2010), Singapur, Singapur, 10-12 Eylül 2010, 283-287.
- [15] M. Pasquet, J. Reynaud, C. Rosenberger, "Secure Payment with NFC Mobile Phone in the SmartTouch Project", Proc. International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, California, A.B.D., IEEE, 2008, 121-126.
- [16] M. Massoth, T. Bingel, "Performance of different mobile payment service concepts compared with a NFC-Based Solution", Proc. 4th International Conf. on Internet and Web Applications and Services, Venice, İtalya, IEEE, 2009, 205-210.
- [17] S. L. Ghiron, S. Sposato, C. M. Medaglia, et al., "NFC Ticketing: A Prototype and Usability Test of an NFC-Based Virtual Ticketing Application", Proc. 1st International Workshop on Near Field Communication, Hagenberg, Avusturya, IEEE, 2009, 45-50.
- [18] Assa Abloy AB. (2008). Vingcard, <http://www.vingcard.com/binary?id=66705>
- [19] J. Morak, V. Schwetz, D. Hayn, F. Fruhwald, G. Schreier, "Electronic Data Capture Platform for Clinical Research based on Mobile Phones and Near Field Communication Technology", Proc. 30th Annual International Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vancouver, Kanada, IEEE, 2008, 5334-5337.
- [20] I. Capiello, S. Puglia, A. Vitaletti, "Design and Initial Evaluation of a Ubiquitous Touch-Based Remote Grocery Shopping Process", Proc. 1st International Workshop on Near Field Communication, Hagenberg, Avusturya, IEEE, 2009, 9-14.
- [21] E. Siira, J. Haikio, "Experiences from Near-field Communication (NFC) in a Meal Service System", Proc. 1st RFID Eurasia Conf., Istanbul, Türkiye, IEEE, 2007, 273-278.
- [22] NFC Forum White Paper – "Near Field Communication and the NFC Forum: The Keys to Truly Interoperable Communications", http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/nfc_forum_marketing_white_paper.pdf
- [23] Ecma International, "Near Field Communication - White Paper", 2005, Ecma/TC32-TG19/2005/012, <http://www.ecma-international.org/>
- [24] Ozdenizci B., Coskun V., Aydin M. N., Ok K., NFC Loyal: A Beneficial Model to Promote Loyalty on Smart Cards of Mobile Devices, 2010 International Conf. for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST-2010), Londra, İngiltere, 8-11 Kasım 2010, 134-139.
- [25] I. L. Ruiz, M. A. Gomez-Nieto, "University Smart Poster: Study of NFC Technology Applications for University Ambient", Proc. 3rd Symposium of Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence, Salamanca, İspanya, Springer, 2008, 112-116.
- [26] J. Haikio, T. Tuikka, E. Siira, V. Tormanen, "'Would You Be My Friend?' - Creating a Mobile Friend Network with 'Hot in the City'", Proc. 43rd Hawaii International Conf. on System Sciences, Hawaii, A.B.D., IEEE, 2010, 1-10.
- [27] Madlmayr, G. Langer, J. Kantner, C. and Scharinger, J. (2008), 'NFC Devices: Security and Privacy,' Proceedings of the 3rd International Conference on Availability, Reliability and Security, ISBN: 978-0-7695-3102-1, 4-7 Mart 2008, Barcelona, İspanya, 642-647.
- [28] Miraz, G. M. Ruiz, I. L. and Gómez-Nieto, M. Á. (2009), 'University of Things: Applications of Near Field Communication Technology in University Environments,' The Journal of Eworking, 3 (1), 52-64
- [29] NFC Forum, Dynamic management of multi-application secure elements, StoLPan, White Paper, http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/Stolpan_White_Paper_08.pdf.