

RFID'NİN KABLOSUZ İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ İLE ETKİLEŞİMİ

M. Erkan YÜKSEL¹, A. Halim ZAIM²

^{1,2}*Istanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

{eyuksel, ahzaim}@istanbul.edu.tr

ÖZET

RFID sistem tasarımlarında insan etkisi olmaksızın, dinamik bir bilginin oluşturulması, toplanması ve yönetilmesi amacı güdülmektedir. Bu nedenle, herhangi bir sınırlama getirmeksizin, daha geniş coğrafi alanlarda dinamik nesne bilgisine anında erişilebilmek, farklı nesnelere ulaşabilmek, bunları takip edebilmek ve nesnelere ait verileri ilgili birimlere yönlendirebilmek için çok daha hızlı, etkin, güvenli, geniş kapasiteli yeni haberleşme ve iletişim teknolojileri kullanmak, çağımızın bir gereksinimi olmuştur. Dolayısıyla, nesnelere ve nesnelere ait verilerin otomatik olarak tanımlanmasında ve takibinde, veri yönetim ve analiz sistemlerinde RFID'nin kablosuz iletişim teknolojileri ile birlikte kullanımı ya da entegrasyonu GSM'de yeni teknolojilerin ortaya çıkmasına vesile olabilir. Bu çalışmada, çok geniş coğrafi alanlarda firmaların ya da kurumların iş süreçlerinde kullanabilecekleri ve yönetebilecekleri RFID tabanlı sistemler, yeni nesil kablosuz ve genişband iletişim teknolojileri incelenmiştir. Daha sonra RFID sistemlerinin farklı yapıda kablosuz iletişim teknolojileri ile birlikte nasıl kullanılabileceği, kablosuz ağ sistemleri içerisinde RFID ile nesnelere yönetilmesinde farklı yazılım ve donanım gereksinimleri anlatılmıştır. Bu sistemlerin birlikte çalışabileceği alternatif ağ tasarımları üzerine çeşitli yaklaşımlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: RFID, RFID etiket, kontrol ünitesi, kablosuz ağ teknolojileri, wi-fi, wimax, gprs, arakatman yazılımı

THE INTERACTION of RFID with WIRELESS COMMUNICATION TECHNOLOGIES

M. Erkan YÜKSEL¹, A. Halim ZAIM²

^{1,2}*Istanbul University, Engineering Faculty, The Department of Computer Engineering, İstanbul*

{eyuksel, ahzaim}@istanbul.edu.tr

ABSTRACT

In RFID system designs, it is aimed to build, collect and manage dynamic information without any human contribution. So, it becomes a necessity to use faster, more efficient, more secure, wide capacited new communication technologies to access the dynamic object information in larger geographical areas without any limitations, access different objects, track these objects and route the information about objects to related units. Accordingly, while identifying objects and information about objects automatically, in data management and analysis systems, usage of RFID with wireless communication technologies or the integration between them can be an opportunity for building new technologies in GSM. In this paper, RFID based systems which governments or companies can use and manage in wide geographical areas, next generation wireless and broadband communication technologies have been investigated. Then, the different software and hardware necessities in managing objects with RFID inside of the wireless network systems and how RFID systems can be used together with different structure of wireless communication technologies have been defined. Some approaches over alternative network designs that these systems can be worked on together are presented.

Keywords: RFID, RFID tag, control unit, wireless network technologies, wi-fi, wimax, gprs, middleware

1. GİRİŞ

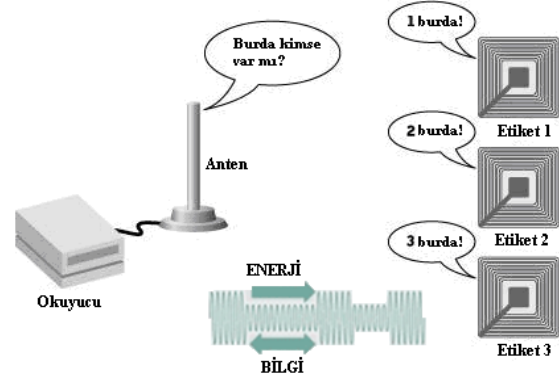
Bluetooth, ZigBee, NFC, Wi-Fi (IEEE 802.11a/b), UMTS, GPRS, EDGE, CDMA, HSCSD, WiMAX (IEEE 802.16e) gibi yeni jenerasyon mobil iletişim sistemleri hızlı internet bağlantısını ve veri haberleşmesini sağlamaktadır. Fakat amaçlar; veri iletişimi, veri/nesne izleme, veri/nesne analizi ve yönetimi ise servislerin etkin, güvenilir, hızlı ve daha az maliyetli olarak daha geniş alanlarda rahat kullanılması gerekir. RFID ile birlikte kullanılacak bu kablosuz iletişim sistemleri nesnelere arasında haberleşmeyi daha uygun hale getirebileceklerdir. Mevcut bu sistemler, mobilite, güvenlik, nesne tanımlama ve takibi, nesne data seviyeleri, servis tipleri gibi farklı ihtiyaçları karşılamak için birbirlerinden bağımsız olarak dizayn edilebilir, uygulanabilir ve çalışabilir. Bu sistemlerden bir kısmı, belirli bir coğrafik konumda, servisleri eş zamanlı olarak sağlayabilir; böylece belli bir servis alanındaki nesnelere takip edebilmek için heterojen kablosuz bir ortam sağlanabilir.

Yeni nesil kablosuz ağlardaki anahtar özelliklerden biri de kablosuz iletişimin mükemmel olmasıdır. RFID'nin kablosuz heterojen sistemlere kusursuz entegrasyonu sayesinde sabit ve gezgin nesnelere ait dinamik verilerin otomatik olarak toplanması, izlenmesi ve yönetilmesi; satıcılar, müşteriler, servis/uygulama/içerik sağlayıcıları, kural yapıcılar ve kullanıcıları içeren kablosuz endüstri dünyasında bir yeniliğe yol açabilir.

2. RFID (Radio Frequency Identification)

RFID, içerisinde mikroişlemci ve anten bulunan bir etiket taşıyan nesnenin, bu etikette taşıdığı bilgiler ve kullanılan kablosuz iletişim teknolojisi (RF sinyalleri) sayesinde hareketlerinin izlenebilmesine imkan veren bir teknolojidir. RFID sistemlerinde, kablosuz iletişim teknolojileri kullanılarak herhangi bir nesnenin otomatik olarak tanımlanabilmesi, izlenebilmesi, nesneye ait dinamik bilgilerin ya da verilerin oluşturulması, toplanması, ve yönetilmesi amacı güdülmektedir. Bu yeni teknoloji ve iletişim altyapısı ile, veri toplama, hizmet dağıtımı, nesne takibi, sistem yönetimi insan müdahalesi olmadan, nesne görünürlüğü sağlanmadan kablosuz iletişim kullanılarak gerçekleştirilmekte; hata oranı azaltılıp servis hızı ve kalitesi artırılmaktadır. RFID iletişim

teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda, nesnelere ait veriler dinamik olabilecek; daha kesin, daha detaylı, daha hızlı ve güvenli bir şekilde veri akışı sağlanabilecektir [1], [2].



Şekil 1. Basit bir RFID sistemi ve iletişim

Bir RFID sisteminin kurulması için farklı yazılım ve donanım gereksinimleri bulunmaktadır. Bunlar:

1. RFID için gerekli olan donanımlar:
 - a. RFID etiketler,
 - b. Antenler,
 - c. RFID okuyucular,
 - d. Denetleyiciler/Sorgulayıcılar,
 - e. Programlayıcılar,
 - f. frekanslar ve standartlar
2. Sistemi yönetecek yazılım ve arayüzler (araratman yazılımları)

2.1 RFID Etiket

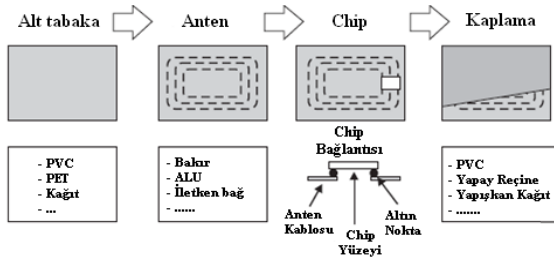
RFID etiket, nesne hakkındaki bilginin depolanmış olduğu bir mikroçip, çipe bağlı bir anten ve bunların üzerine kaplayan koruyucu film tabakasından oluşur. Bir çok şekil ve ebata sahip etiketler bulunmaktadır. RFID etiketler, elektronik veri taşıyıcıları olarak kullanılır ve buldukları değişik noktalarda farklı bilgiler yazılıp okunabilir. RFID etiketindeki mikroçip 64 bit'den 8 MB'a kadar veri depolama özelliğine sahip olabilir ki bu da üzerinde bulunduğu nesnenin üretim-sevk tarihi, sipariş numarası, müşteri bilgileri, kurum/personel bilgileri, seri numarası gibi önemli verileri kolayca taşıyabileceği anlamına gelir. RFID etiketler enerji kaynağına göre pasif (pilsiz), aktif (pilli) ya da yarı pasif olabilir. Aktif etiketler haberleşmek ve işlem yapabilmek için kendilerine fiziksel olarak entegre edilmiş bir enerji kaynağından yararlanırken, pasif etiketler bu enerjiyi

haberleşme alanına girdikleri okuyucudan sağlamaktadır [2], [3].



Şekil 2. Örnek RFID Etiketler

RFID etiket, okuyucu tarafından görünmeden ve uzak mesafeden okunabilir. Etiket üzerindeki bilgi istenildiği zaman RFID okuyucu ile sınırsız kez değiştirilebilir. Aynı anda birçok etiket okunabilir. Etiketler ortam koşullarından etkilenmeden çalışır ve uzun ömürlüdür.

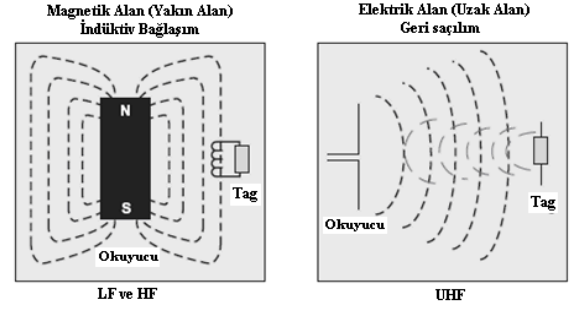


Şekil 3. RFID etiket yapısı

2.2 RFID Anten

RFID antenler, elektromanyetik dalgaları bir sistemden alıp çevreye veren ya da çevresindeki elektromanyetik dalgalardan aldığı işaretlerle bir sistemi besleyen, kablosuz haberleşme performansını artırmak için kullanılan cihazlardır. Anten çift yönlü bir dönüştürücüdür. Bazı uygulamalarda bir anten hem alıcı hem de verici olarak çalışabilir [4], [5].

RFID anten, “etiket-okuyucu-wifi-wimax-gprs” gibi farklı kablosuz iletişim teknolojileri içerisinde veri haberleşmesini sağlayan donanımdır. Birçok durumda etiket okuma menzilleri çok düşük olduğu için anten kullanımı çok önemlidir. Konsept olarak basit olmasına rağmen, antenlerin düşük güçlerde en iyi sinyal alımlarını gerçekleştirmeleri ve özel koşullara uyum sağlamaları gerekir. Antenler uygulamaların çalışacağı ortamın özelliklerine ve uygulamanın gerektirdiği mesafelere bağlı olarak, en iyi performansı sağlamak için farklı boy, şekil ve frekans aralıklarında tasarlanmalıdır [6].



Şekil 4. RFID Anten türleri

2.3 Okuyucu/ Programlayıcı

Okuyucu, RFID etiket üzerindeki antenden sinyal alarak etiket bilgisini okuyabilen, radyo frekansı aracılığıyla üzerindeki antenden etikete sinyal yayan, gerektiğinde etikete yeni bilgilerin yazılmasını sağlayabilen bir donanımdır. RFID okuyucu, iletilmek istenen bilgiyi elektriksel işarete dönüştürür ve gerekli işlemleri yaparak yayılacak duruma getirir. Bu işaret bir iletim hattı ile RFID antene verilir, anten de bu işareti em dalga biçiminde haberleşme ortamına aktarır. Ortamdaki dalgalar alıcı RFID anten tarafından alınarak mikroçipe aktarılır ve bilgi işareti elde edilir. Okuyucular sabit, portatif ve mobil olmak üzere üç çeşittir [1], [7], [8].

2.4 Denetleyici/ Sorgulayıcı

Bir sorgulayıcı, üzerinde veritabanı yazılımı, RFID sistem yönetim ve denetleme yazılımları, web servisleri, RFID uygulama arayüzleri ya da arakatman yazılımları gibi hizmetlerin/servislerin çalıştığı bir bilgisayar, sunucu ya da bu tür cihazların bağlı olduğu bir ağ sistemi olabilir. Sorgulayıcılar RFID sisteminin “beyinler”idir ve RFID arakatman yazılımını kontrol eder. Çoklu sorgulayıcıları ağ ortamında birbirine bağlamak ve merkezi olarak bilgileri işlemek için de kullanılır. Sorgulayıcı, okuyucular tarafından toplanan bir alandaki bilgileri kullanır. Sistem boyunca nesnelerin hareketlerini izleme, imkanlar dahilinde bunları düzenli olarak yeniden yönlendirme (üretim uygulamalarında bantlı taşıyıcı sistemleri), sisteme yetkisiz erişimleri ya da sahtekarlıkları önlemek için etiketleri yetkilendirme, etiket kimlik doğrulaması ve denetimi yapma (kurumlarda anahtarsız giriş sistemleri), veri bütünlüğünü korumak için verileri şifreleme, hesap oluşturma (POS uygulamaları), ürün stoğunu tutma ve yeni ürün

stoğuna ihtiyaç duyulduğunda tedarikçileri uyarma vb. özelliklere sahiptir [9], [10].

2.5 Arakatman Yazılımı/Sistem Arayüzleri

Arakatman yazılımları RFID sistemlerinin entegre edildiği kablolu ya da kablosuz iletişim ağları içerisinde bulunan etiketlerden, okuyuculardan, denetleyicilerden, ağ cihazlarından, kablolu ya da kablosuz iletişim hizmetlerinden gelen verileri yönetir. Bu verileri ağ içerisinde belli noktalarda konuşlanmış veritabanı yönetim sistemlerine (backend) aktararak ağ içerisinde veri akışını yönetir. Elektronik nesne koduna ait bilgi hizmetleri, keşif hizmetleri ve firmaların var olan bilgi sistemleri ile iletişim için temel okuma bilgisini yöneten ve çeşitli uyarılar sağlayan bir yazılım teknolojisidir.

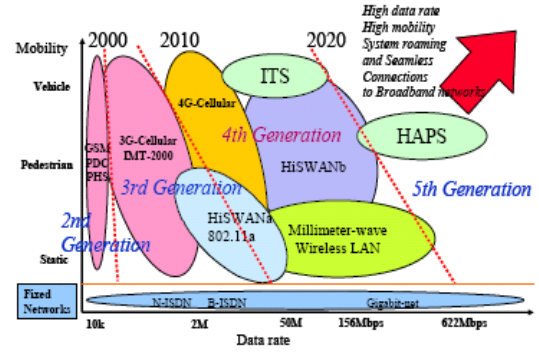
Arakatman yazılımı veri filtreleme, okuyucu keşfi, cihaz entegrasyonu ve kontrolü, ön tedarik hazırlığı, veri yönetim ve analiz işlemlerini gerçekleştirebilir. Java, J2EE, JSP, Ajax, Css vb. web servileri, SOA, .NET gibi standartları, veri madenciliği alanlarını kullanarak service-oriented arabirimleri destekleyebilir. Veri toplama, dönüştürme, birleştirme, kümeleme, mekanizmaları gruplama sağlayabilir. Uzaktan ön tedarik hazırlığı, veri izleme ve yönetim yetenekleri sunabilir. Arakatman yazılımları ile verinin kullanımı etkili ve faydalı yapılır, etiketlerin ürettiği bilgilerin akışları ile ilgili olan yollar standartlaştırılır, veri hacmi küçültülür, veri ağ içerisinde seçilerek iletilir ve gerçek zamanlı olarak yönetilebilir [1], [11].

3. Kablosuz İletişim Teknolojileri

Kablosuz iletişim teknolojileri, noktadan noktaya ya da bir ağ yapısı şeklinde bağlantı sağlar. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kablolu veya fiberoptik iletişim yapılarıyla benzerlik gösterir. Yüksek hızlı ve geniş bantlı kablosuz erişim sunar.

İletişim teknolojilerindeki büyük gelişmelerle birlikte, kablosuz iletişim sistemleri tüm dünyada hızla yayılmakta, mobil sistemler her an, her yerden birbirleriyle iletişim kurmayı ve internete ulaşmayı istemektedirler. Bu nedenle, kablosuz ağ servisleri ve RFID sistemleri, yer ve zaman kısıtlaması olmadan konumları ne olursa olsun, nesnelere mobil sistemler aracılığı ile tanımlanabilmesini,

izlenebilmesini ve nesnelere hakkında bilgiye erişimi kolaylaştırmayı sağlayabileceklerdir.



Şekil 5. Kablosuz ağların gelişim süreçleri

3.1. Wi-Fi

Wi-Fi olarak bilinen 802.11 standardı, IEEE tarafından kablosuz yerel ağlar için geliştirilmiş bir radyo iletişim standardıdır. Wi-Fi, Bluetooth teknolojisi gibi 2.4 GHz'lik spektrumda çalışır. 100 m yarıçap menzilineki tüm Wi-Fi uyumlu cihazlarla 11 Mbps - 54 Mbps gibi yüksek hızlarda veri alışverişi gerçekleştirmektedir. Wi-Fi IEEE 802.11g, 802.11b ya da 802.11a diye bilinen telsiz teknolojilerini kullanır.

802.11 b: 2.4 GHz ISM bandında gerçekleşen işlemler için tanımlanmış bir standarttır. Yüksek hızlarda daha uzak noktalara veri iletimi sağlar. Ofis ortamları, hastaneler, depolar ve fabrikalar gibi ortamlarda kullanılmaya oldukça uygundur. Özellikle kablo çekmenin tehlikeli olduğu noktalarda, mobilitenin gerekli olduğu ve orta hızlı ağ bağlantılarına ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır [12].

802.11 g: Temel olarak 802.11b standardının bir uzantısıdır. Bu standart ile birlikte veri iletim hızı 2 kat artarak saniyede 22 Mbit'e ulaşmaktadır. Böylelikle video uygulamaları da dahil olmak üzere, bir çok multimedia uygulaması desteklenebilir hale gelmektedir.

802.11 a: Veri iletim hızı 802.11b'ye göre 5 kat daha artırılarak saniyede 54 Mbit'e çıkarılmaktadır. Bu standardın kullanım bulacağı alanlar, yüksek veri hızlarını gerektiren sistemler ve içeriğin iletilmesi gereken durumlardır. Sağladığı çok yüksek veri hızı doğru alanlarda kullanıldığında etkili sonuçlar verebilir.

3.2. ZigBee

IEEE 802.15.4 altyapısında ve standart sarmal ağlar ile uygulama profilleri kullanılarak kurulan kısa mesafe kablosuz ağ standardı olarak tanımlanabilir. Güvenirliği, düşük maliyeti, enerji tasarrufu gibi avantajları göz önüne alındığında ZigBee, PC girdi aygıtları gibi sensör ve yönetim ürünlerinin kablosuz bağlantılarında kullanılabilir. ZigBee, kablosuz iletişim kanallarının otomatik olarak aranmasına ve çok sayıda kablosuz ağın bir arada var olmasına imkân tanımaktadır. Nesnelere erişim mesafesi, iletim gücü ve çevresel etkilere bağlı olarak 10 ile 75 metre arasında değişmektedir. Verilerin akışına bağlı olarak ZigBee aygıtları derin uykuya dalarak enerji tasarrufu sağlamaktadır [13].

3.3. WiMAX

Geniş bant haberleşme sistemlerinin kurulum maliyetinin yüksekliği nedeniyle ulaşamadığı kırsal bölgelerde ve veri haberleşme konusunda yeterli hizmeti alamayan alanlarda, WiMAX teknolojisi alternatif olmaktadır. Uzun menzilli ve yüksek bant genişliğine sahip kablosuz internet erişimi sağlayan WiMAX, kullanıcılara hız ve maliyet yönünden değerlendirilmesi gereken bir imkan sunmaktadır .

WiMAX, mesafeye bağlı olarak aynı anda yüzlerce kullanıcıya yüksek hızlı geniş bant İnternet erişimi sağlayabilmektedir. Bu aynı zamanda diğer servislerin kapsama alanında olan tüketiciler için de geniş bant bağlantı seçeneklerinin artması anlamına gelmektedir. Bu avantajlarının yanında WiMAX, mevcut kablosuz iletişim sistemlerinin gelecekte 3. ve 4. kuşak mobil iletişim teknolojileriyle (3G-4G) birlikte kullanılabilmesi için ortak bir platform hazırlamaktadır. Bu sayede geniş bant bağlantı imkanı sağlayan 3. kuşak cep telefonları, kablosuz yerel Wi-Fi ağları, Bluetooth, GPRS, ZigBee, RFID ve WiMAX üzerinden bağlantı kuran cihazlar aynı platform üzerinde yer alabilecekler. Bu da yeni iş modellerini mümkün hale getirecektir.

802.16 a: 2-11GHz frekans aralığını kullanan, sabit bilgisayarlar arasında telsiz internet erişimini sağlayan standart olarak geliştirilmiştir. KabloNET ve DSL'in ulaşamadığı noktalar için uygulama alanı

bulmuştur. Haberleşme için alıcı-verici sistemler arasında doğrudan görüş (LOS) koşullarına gerek duymaz. Söz konusu standart 2.5 GHz, 3.5 GHz ve 5.8 GHz frekanslarının kullanılması ile 50 km uzaklıklarda bile 70 Mb/s bant genişliğinde internet erişimine olanak tanımaktadır [14].

802.16 b: Kullanılan spektrum artırılarak 5-6 GHz frekans bandına çıkarılmıştır. QoS desteği sağlanmıştır. Böylece WiMAX'in gerçek zamanlı ses ve video uygulamalarında yüksek performansla çalışması mümkün olmaktadır [15].

802.16 c: 10-66 GHz frekans aralığında çalışan WiMAX standardıdır. Farklı üreticilere ait sistemlerin bir arada çalışmasına olanak tanır.

802.16 d: Alıcı-verici haberleşmesi için doğrudan görüş hattının gerektiği ya da gerekmediği koşullarda haberleşme mümkün olmaktadır.

802.16 e: Sabit ve hareketli sistemler arasında haberleşmeyi ve hızlı internet erişimini sağlamaktadır. Hareketli sistemler arasında haberleşmenin sürekliliğinin sağlanabilmesi için hızlı aktarma teknikleri bu standartla sağlanmaktadır. Çalışma aralığı 2.3 GHz ve 2.5 GHz'dir [15].

3.4 GPRS

GPRS, verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden saniyede 28.8 - 115 Kb'luk hızlarda iletilmesine imkân veren, cep telefonu ve mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz İnternet bağlantısı sunan paket tabanlı bir mobil iletişim servsidir. GPRS, mobil iletişim teknolojisinde halen kullanılan devre anahtarlamalı teknik (kullanıcıya tahsis edilen bir tek hat üzerinden sürekli bağlantı) yerine paket anahtarlamalı (aynı hattı birden çok kullanıcının paylaştığı bir bağlantı) teknik kullanan teknolojidir. GPRS teknolojisi, kullanıcıya yüksek erişim hızının yanı sıra, bağlantı süresine göre değilde gerçekleştirilen veri alışverişi miktarı üzerinden tarifelenen ucuz iletişim olanağı sağlamaktadır. Böylelikle "sürekli bağlantıda, sürekli gerçek zamanda" anlayışını sunmaktadır. GPRS teknolojisini kullanabilmek için mobil şebeke ve servis

sağlayıcı altyapısı, bu altyapıya entegre GPRS donanım ve yazılımlar, GPRS uyumlu mobil cihazlar gereklidir [16], [17].

3.5 EDGE

GSM sisteminde, GPRS altyapısını kullanarak veri iletim hızının yaklaşık olarak üç katına çıkartılabilmesine olanak sağlar. GPRS altyapısını kullanabilmek için gerekli olan operatör aboneliklerinden farklı bir abonelik gerektirmeden data hızını arttırması en önemli avantajıdır. Her an alınan/gönderilen verinin hızı baz istasyonlarındaki yoğunluğa, GSM/GPRS modem'in terminal sınıfına göre değişiklik gösterebilir. EDGE, GSM şebekesi üzerinden veri "paketleri" gönderen GPRS servisine dayanır. Paket anahtarlaması, yapboz bulmaca gibi çalışır. Veri birçok parçaya bölünür; sonra şebekeler üzerinden gönderilerek diğer uçta tekrar birleştirilir [17].

3.6 UMTS

UMTS klasik frekans veya zaman çoklu iletişim (multiple access) tekniklerinden prensip olarak çok farklı olan kod çoklu iletişim CDMA (Code Division Multiple Access) teknolojisini kullanır. Bir çeşit dağınık frekans (spread spectrum) tekniği olan bu teknolojiye kullanıcılar 5 MHz genişliğindeki aynı banttan haberleşirler. Her vericinin sinyali özgün bir yonga koduyla çarpılarak (bu kodun hızı 3.84 Mchips/s) 5 MHz genişliğindeki spektruma yayılır. Alıcı da bu spektruma yayılmış sinyali aynı yonga koduyla çarparak veriyi elde eder [18], [19].

3.7 CDMA (Code Division Multiple Access)

Spread-spectrum teknolojisini kullanan bir iletim teknolojisidir. CDMA'de kullanıcıların adeta farklı diller konuşması sağlanır. Yani aynı dili konuşanlar anlaşılabilir mantığından hareketle farklı kullanıcılara farklı kullanıcı kodları verilerek farklı kanallar oluşturulması sağlanır. CDMA, normal sabit GSM abonelerinin cihazlarını sim kartsız klasik cep telefonları gibi yanlarında gezdirebilmelerini ve ülkenin her yerinden kullanabilmelerini sağlayan bir sistemdir. CDMA teknolojisi sayesinde çok yüksek hızda veri kablosuz olarak taşınabilmektedir. Özellikle çok yüksek hızlarda İnternet bağlantısı sağlamaktadır[20].

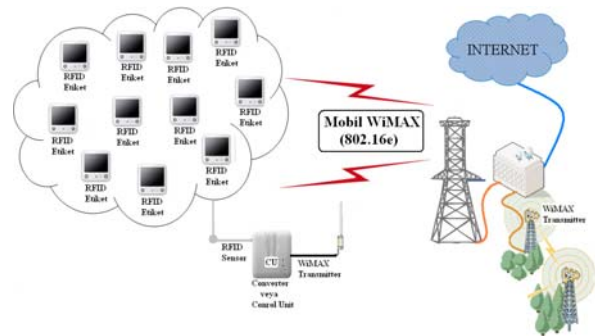
4. RFID Sistemlerinin Kablosuz İletişim Teknolojilerine Entegrasyonu ve Alternatif Sistemler

Çok geniş coğrafi alanlarda nesnelere ait işlemlerin, hizmetlerin izlenebilmesine, veri yönetiminin kolaylaştırılmasına, nesnelere hakkında detaylı bilgilerin diğer sistemler ile paylaşılmasına ihtiyaç duyulabilir. Bu tür durumlarda kablosuz iletişim teknolojileri ve RFID sistemleri birlikte kullanılabilir.

4.1. RFID & WiMAX Etkileşimi

RFID sistemlerinin genişband kablosuz iletişim teknolojisi WiMAX ile birlikte kullanılabilmesi bir kontrol ünitesi tasarlanarak RFID sistemleri bu yeni nesil kablosuz iletişim teknolojilerine entegre edilebilir. Bu tip bir heterojen sistemde kullanılacak yazılım ve donanım gereksinimleri şu şekilde özetlenebilir:

1. Nesne Dinamik Bilgi Kodu
2. Dinamik RFID etiketler
3. Anten sistemleri
4. Kontrol Üniteleri
5. WiMAX Sistem Ağı ve Ağ Servisleri
6. Olay yöneticisi (Yazılım arabirimi)



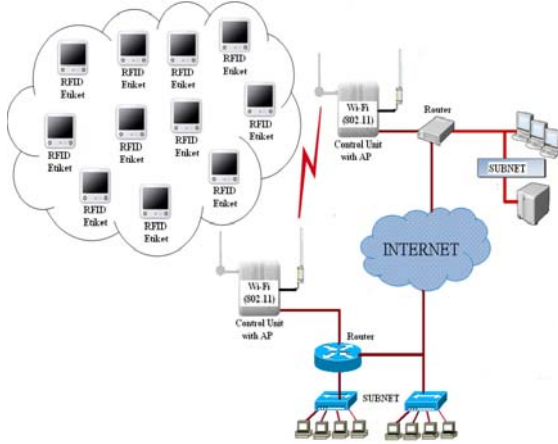
Şekil 6. RFID-WiMAX birlikteliği

4.2 RFID & Wi-Fi Etkileşimi

RFID sistemlerinin WiFi ağları ile birlikte kullanılabilmesi bir kontrol ünitesi tasarlanarak RFID sistemleri WiFi kablosuz iletişim teknolojilerine entegre edilebilir. Bu tip bir heterojen sistemde kullanılacak yazılım ve donanım gereksinimleri şu şekilde özetlenebilir:

1. Nesne Dinamik Bilgi Kodu

2. Dinamik RFID etiketler
3. Anten sistemleri
4. Wi-Fi Kontrol Üniteleri ya da ağı
5. Olay yöneticisi ve arayüzler

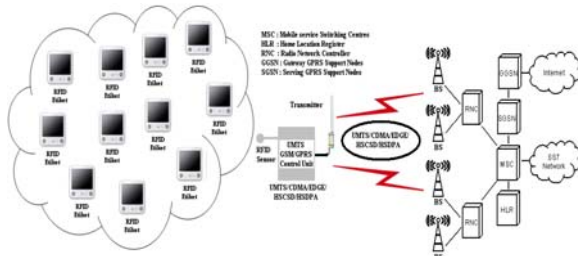


Şekil 7. RFID-WiFi birlikteliği

4.3 RFID & GSM/GPRS/UMTS Etkileşimi

Bu tür sistemlerde kullanılabilecek yapılar aşağıda kısaca sunulmuştur. Bunlar:

1. Nesne Dinamik Bilgi Kodu
2. Dinamik RFID etiketler
3. Anten sistemi
4. UMTS/CDMA/EDGE/GSM/GPRS kontrol Ünitesi
5. GSM/GPRS Servisleri
6. Olay yöneticisi (Yazılım arabirimi)



Şekil 8. RFID-UMTS/EDGE/GPRS birlikteliği

5. Alternatif Sistemlerde Kullanılan Temel Bileşenler

Aşağıda otomatik nesne tanımlama, izleme, veri yönetimi ve analizinde kullanılabilecek temel sistem bileşenleri incelenmiştir.

5.1 Nesne Dinamik Bilgi Kodu

Herhangi bir nesneyi ve nesneye ait dinamik bilgiyi tanımlama standardıdır. Bir nesneye ait bilgi ve dinamik veriler fiziksel olarak nesne

üzerine iliştirilmiş, bir mikro yonga ve antenden meydana gelen dinamik RFID etikette saklanır. Nesne kodunun RFID etiketleri içerisinde kayıtlı olması ve doğrudan görüş olmaksızın RF sinyalleri ve kontrol üniteleri aracılığıyla okunabilmesi gerekir. Nesne Dinamik Bilgi Kodu nesneyi ve nesneye ait dinamik bilgiyi tanımlayan eşsiz, özel ve tek bir numara olmalıdır. Bu, nesne nerede olursa olsun bir nesnenin çeşidinin tek bir örneği hakkında sorgulama yapılmasına olanak sağlar.

5.2 Dinamik ve Gezgin RF Etiketler

Nesneye ait dinamik bilgilerin depolanmış olduğu çip ve çipe entegre edilmiş bir antenden oluşan cihazlardır. Etiket hafıza, okuma aralığı, okuma/yazma kapasitesine ve taşınan dinamik bilginin özelliğine göre farklılık gösterebilir. Etiket bir nesnenin seri numarasından nesne geçmişine kadar çok çeşitli bilgiler taşıyabilmelidir.

5.3 Kontrol Üniteleri

Kontrol üniteleri, radyo frekansı ya da sensörler aracılığıyla RFID etiketler üzerinden sinyal olarak etiket bilgisini kablosuz iletişim sistemlerine aktaran, etiketleri programlayabilen, etiketlere yeni bilgilerin yazılmasını sağlayan, ağ içerisinde dinamik bilgi alış-verişini gerçekleştiren cihazlardır. Kontrol ünitesi, merkezi olarak bilgileri işleme, kimlik denetimi, doğrulama, yetkilendirme gibi güvenli veri haberleşmesini sağlayacak protokolleri sunan bir uygulama yazılımı çalışan donanım olmalıdır.

5.4 Olay Yöneticisi

Olay yöneticisi, etiketlerden gelen dinamik verileri yönetir, bu verileri arkaplanda çalışan veritabanı sistemine geçirir. Yazılım dinamik etiketler ile kablosuz ağ sistemi, ağ sistemi ile backend sistemler arasında veri akışının ortasında durur ve dinamik veri akışını yönetir. Filtreleme, cihaz entegrasyonu ve kontrolü, veri yönetimi, şifreleme, güvenlik, gerekli protokol tanımları gibi fonksiyonları da yerine getirmelidir. Backend sistemi SQL, My SQL, Oracle, Postgres, DB2 ya da bunlara benzer ürünler gibi standart veritabanı yönetim sistemleri olabilir.

Olay yöneticisi temelde şu özellikleri içermelidir:

- *Etiket ve cihaz yönetimi:* Kullanıcılara cihazları konfigüre etme, nesnelere ve verileri izleme, konuşlandırma imkanları sunar, genel arabirimler yoluyla kablosuz ağdan etiketlere komutlar yayımlar.
- *Veri yönetimi:* Nesneye ait dinamik veriyi ya da etiketten gelen diğer verileri yakalar, akıllıca filtreler ve uygun hedeflere yönlendirebilir.
- *Uygulama entegrasyonu:* Çözümleri mesajlaşma, verileri yönlendirme ve varolan tedarik zinciri yönetimi, ERP, WMS, CRM sistemleri içerisine dinamik RFID verisini katmak için gerekli bağlantı özellikleri sağlayabilir.
- *İş ortağı entegrasyonu:* İş ortakları arasında B2B ya da C2B entegrasyonu gibi işbirliği ile oluşturulan çözümler sağlayabilir.

6. SONUÇ

RFID ve kablosuz ağ teknolojileri farklı frekans aralıklarında çalışmaları ve farklı özellikleri bünyelerinde bulduklarını nedeniyle, nesneye ait verilerin takibinde, yönetiminde, analizinde, tekil sistemler olarak ağ kullanıcılarının veya ağ sistem cihazlarının bütün ihtiyaçlarını karşılayabilir. Nesnelerin tanımlanmasında ve takibinde, nesneye ait verilerin analizinde, daha karmaşık ihtiyaçları karşılayabilmek, hızlı veri akışları oluşturabilmek, yüksek kullanılabilirlik, güvenlik ve popülerite sağlayabilmek için RFID ağı ile yüksek ölçekli servis alanı, genişband ve yüksek seviye data iletimi sağlayan hücresele ağlar birleştirilebilir. Bu farklı yapıdaki teknolojileri avantajlarıyla beraber bünyesinde barındıran yeni alternatif sistemler tasarlanabilir.

Bu entegrasyon işlemlerini gerçekleştirirken karşılaşılabilecek bir takım zorluklar vardır. İlk olarak protokollerin ve uygulamaların tam olarak uyumluluk göstermesi gerekmektedir. RFID entegre edilmiş ağ, hem sistem kullanıcılarını, operatörleri ve gerekli sistem cihazlarını yerleştirmelidir, hem de orijinal uygulamalar yeni alt yapı üzerinde doğru bir şekilde çalışmalı ve açık iletim sağlanmalıdır. RFID entegreli heterojen ağlarda, farklı ağlar üzerinden giden çok sayıda bağlantı olmalıdır.

Bu nedenle, yönlendirme ve köprüleme içeren fonksiyonların tanımlanması gerekmektedir. Diğer bir zorluk ise, nesneye ait verileri toplayacak, yönetecek alıcı-verici kontrol ünitelerinin konum yönetimi işinin gerçekleştirilmesidir. Mevcut ağlardaki, nesne konum bilgisini düzenleyen kontrol üniteleri, yazılımlar ve arayüzler veri değişimini, yönetimini gerçekleştirmeli ya da küresel arama, sayfalama ve erişim sağlayacak veritabanı yönetim sistemleri ile bir arada çalışmalıdır.

Son olarak, bu alternatif sistemler, çoklu ortam uygulamalarını, web servislerini, uygun protokoller ve standartları, veri madenciliği uygulamalarını desteklemelidir. Sistem servis kalitesine (QoS) sahip olmalıdır. Güvenli veri iletişimlerini, kimliklendirme, doğrulama, ölçeklenebilirlik, özel koşullara uyma gibi özellikleri sağlayabilmelidir.

7. KAYNAKLAR

- [1]. SYED A. A, ILYAS, S. A. M, “*RFID Handbook, Applications, Technology, Security, and Privacy*”, CRC Press, Boca Raton, ISBN:978-1-4200-5499-6, 2008
- [2]. A.K. Jones, S. Dontharaju, S. Tung, P.J. Hawrylak, L. Mats, R. Hoare, J.T. Cain, and M.H. Mickle, “Passive active radio frequency identification tags (PART),” *International Journal of Radio Frequency Identification Technology and Application (IJRFITA)*, pp. 52–73, 2006.
- [3]. S.E. Sarma, D. Brock, and D.W. Engels, “Radio frequency identification and the electronic product code”, *IEEE Micro*, 21(6), 50–54, 2001.
- [4]. J.D. Kraus and R.J. Marhefka, “Antennas—For All Applications, 3rd ed.”, New York: McGraw-Hill, 2002.
- [5]. D.C. Ranasinghe, K.S. Leong, M.L. Ng, and P.H. Cole, “Small UHF RFID label antenna design and limitations”, *IEEE International Workshop on Antenna Technology: Small Antennas and Novel Metamaterials*, New York, March 2006.
- [6]. K.V.S. Rao, P.V. Nikitin, and S.F. Lam, “Antenna design for UHF RFID tags: a review and a practical application”, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 53(12), 3870–3876, 2005.
- [7]. Carbuturk, B., M.K. Ramanathan, M. Koyuturk, “Redundant reader elimination

- in RFID systems.”, *Second Annual IEEE Communications Society Conference on SECON*, Santa Clara, California, USA, 2005
- [8]. Leong, K.S., M.L. Ng, and P.H. Cole., “Synchronization of RFID readers for dense RFID reader environments.”, *International Symposium on Applications and the Internet, SAINT*, Phoenix, Arizona, USA, 2006
- [9]. Smith, A. D., Exploring Radio Frequency Identification Technology and Its Impact on Business Systems, *Information Management & Computer Security*, pp.16-28, 2005.
- [10]. Angeles, R., RFID Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues, *Information Systems Management*, pp. 51-65, 2005
- [11]. Chen, N-K., Chen, J-L., Chang, T-H., Lu, H-F., “Reliable middleware for RFID network applications”, *Rocinternational Journal Of Network Management*, Wiley InterScience, doi:10.1002/nem.698, 2008
- [12]. Henry, P.S., Hui Luo, “WiFi: what's next?”, *Communications Magazine, IEEE Volume 40*, pp. 66–72, 2002
- [13]. Pinedo-Frausto, E. Dalila, Garcia-Macias, J. Antonio, “An experimental analysis of Zigbee networks”, *Local Computer Networks, LCN 2008.*, 33rd IEEE Conference, pp. 723- 729, 2008
- [14]. L. Nuaymi, “WiMAX-Technology for Broadband Wireless Access”, (ENST Bretagne, France), John Wiley & Sons, Ltd, England, 2007
- [15]. Y. Zhang, H.-Hwa Chen, “MOBILE WiMAX Toward Broadband Wireless Metropolitan Area Networks”, Auerbach Publications, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2008
- [16]. Mullner, R., Ball, C.F., Ivanov, K., Treml, F., Spring, G., “Quality of service in GPRS/EDGE mobile radio networks”, *Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Spring. 2004 IEEE 59th Volume 5*, pp. 2507-2511, 2004
- [17]. Pribylov, V.P., Rezvan, I.I., “On the way to 3G networks: the GPRS/EDGE concept”, *Microwave Electronics: Measurements, Identification, Applications, MEMIA 2003. Proceedings of the 4th IEEE-Russia Conference*, pp. 87-98, 2003
- [18]. Mason, P.C., Cullen, J.M., Lobley, N.C., “UMTS architectures”, *Mobile Communications Towards the Next Millenium and Beyond*, pp. 4/1–411, 1996
- [19]. O'Mahony, D., “UMTS: the fusion of fixed and mobile networking”, *Internet Computing, IEEE*, pp. 49-56, 1998
- [20]. Chen, A.C., “Overview of code division multiple access technology for wireless communications”, Industrial Electronics Society, IECON '98. *Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE*, pp. T15 - T24 vol.1, 1998