

NESNELER İZLENEBİLİR VE YÖNETİLEBİLİR Mİ? ÇÖZÜM: RFID

Mehmet Erkan YÜKSEL¹, Şafak DURUKAN ODABAŞI²

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

{eyuksel, sdurukan}@istanbul.edu.tr

ÖZET

Doğru bilgi ve hız veri toplamanın iki temel unsurudur. Dolayısıyla, nesne ve nesneye ait hizmetlerin hareketlerini izlemek, yönetmek, bunları ilgili yerlere yönlendirmek için nesnelere hakkında detaylı bilgilere ve bilgilerin paylaşılmasına ihtiyaç duyulur. Bu ihtiyaçları karşılayabilecek, veri iletişimde ve yönetiminde kullanılabilecek olan RFID, nesnelere takibinde yeni bir çözümle karşımıza çıkmaktadır. Bir otomatik tanımlama sistemi ve kablosuz iletişim teknolojisi olan RFID, yapabilecekleri sadece nesne tanımlama ve takibi ile sınırlı olmayan, çok geniş uygulama alanları bulan, son yılların en ümit verici teknolojilerinden biridir. RFID alışveriş yaptığımız marketlerden fabrikalardaki depolara kadar, farklı iş alanlarında, bilgi teknolojilerinde kısaca dinamik bir verinin kullanılabilmesi ya da gereksinim duyulabileceği her alanda kullanılabilir. RFID, kolay, hızlı, hatasız veri girişinin, depolanmasının ve iletiminin en temel unsurunu oluşturabilecek bir sistemdir. RFID teknolojisi yeni kodlama, depolama ve iletim sistemlerine temel oluşturmakta; bunun yanında firmaların, kurumların nesnelere kontrol etmelerinde karşılarına çıkan sorunları ya da bilgi eksikliği nedeni ile oluşan problemleri çözmeye yardımcı olmaktadır. Bu bildiride, RFID teknolojisi, temel sistem yapısı ve çalışma prensibi tanıtılacak; RFID sistemleri için standartlar geliştirmeye odaklanmış EPCglobal ağı ve verdiği hizmetler hakkında bilgiler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: RFID, RFID etiket, okuyucu, denetleyici, middleware, EPC, EPCGlobal

CAN OBJECTS BE TRACKED AND MANAGED? SOLUTION: RFID

M. Erkan YÜKSEL¹, Şafak DURUKAN ODABAŞI²

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

{eyuksel, sdurukan}@istanbul.edu.tr

ABSTRACT

Accurate information and speed are two main elements of data collecting. So, detailed of objects and sharing of information are needed for tracking movements of objects and services about objects, managing and routing these to related locations. RFID which can meet these necessities and can be used in data communication and management appears with a new solution in object tracking. RFID which is an automatic identification system and wireless communication technology is a technology whose abilities are not limited with object identifying and tracking, who has a wide application field and who is a hopeful in especially recent years. RFID can be used in many types of application fields that dynamic data can be used or needed like shops or stores in factories. RFID is a system that can build the main element of easy, fast, correct data entry, storage and communication systems, addition to this, it helps to companies or governments while they are solving the problems built because of information lack and built in controlling objects. In this paper, RFID technology, main system structure and working principle are explained and EPC global network that focused on developing standards for RFID systems and information about the services it give are presented.

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

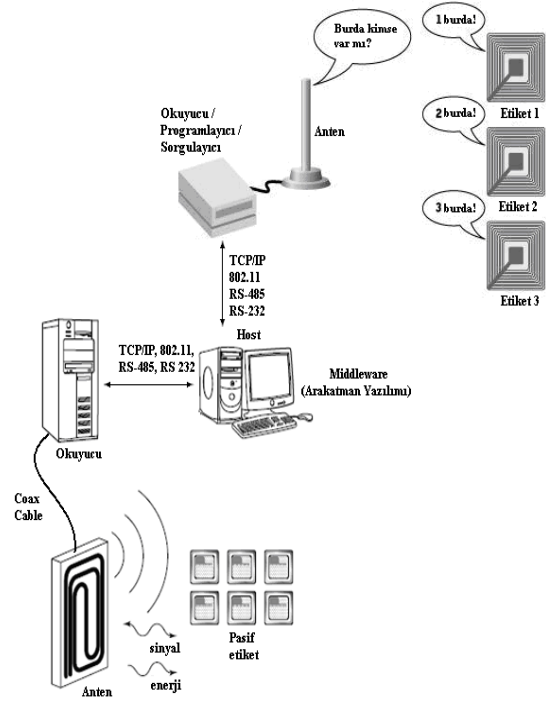
1. GİRİŞ

Firmalar ticari işlemlerini, ürün ve hizmetlerin hareketlerini kolaylaştırmak için tedarik zincirindeki ürünleri hakkında detaylı bilgiye ve bu bilgiyi ticari ortaklarıyla paylaşmaya ihtiyaç duyarlar. İş sistemleri, teknoloji ve bilgi ihtiyaçları gelişmeye devam ettikçe, bilgi iletişim standartları ve yöntemleri de gelişmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerine bilgisayarlarla başlayan destek, bilgisayar ağları, GSM, GPRS, WiMAX gibi kablosuz iletişim teknolojileri ile devam etmiştir. Şimdi ise teknoloji yeni bir çözümle karşımızda. Yarı mamül takibinden üretim hattının otomasyonuna kadar üretim süreçlerinin her aşamasında kontrolü elimizde tutabileceğimiz yeni bir teknoloji olan RFID; yapabilecekleri sadece nesne tanımlama ve takibi ile sınırlı olmayan, çok geniş uygulama alanları bulunan; son yılların beklenen, en ümit verici teknolojilerinden biridir.

RFID, başlangıçta perakende satış uygulamalarını kolaylaştırmak ve hızlandırmak üzere geliştirilmiştir. Ancak otomatik tanımlama-izleme sistemlerinde ve bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, elektronik ortamda veri iletişiminin kolaylaşması ve yaygınlaşması RFID'nin her alanda kullanılabilmesini sağlamıştır.

2. RFID Nedir?

RFID, nesneye ait verileri içeren mikroişlemci ve bu mikroişlemciye entegre edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan bir nesnenin, bu etikette taşıdığı bilgiler ile hareketlerinin izlenebilmesine, analiz edilebilmesine ve yönetilebilmesine imkan veren; veri alış-verişini radyo frekansları ile sağlayan otomatik nesne tanımlama ve takip teknolojisidir. Veri ve enerji transferi, RFID etiket-RFID okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar etiket anteniyle buluşmakta ve mikroçipteki devreleri harekete geçirmektedir. Mikroçip dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir [1], [2].



Şekil 1. Temel RFID sistemi ve yapısı

RFID ile nesneler, üretimden dağıtımına kadar olan tüm hayat döngüleri boyunca tanımlanıp takip edilebilmektedir. Bu yeni teknoloji, kullanılan iletişim ağı altyapısına entegre edildiğinde veri toplama, hizmet dağıtımı ve sistem yönetimi insan müdahalesi olmadan gerçekleştirilmekte, hata oranı azaltılıp servis hızı ve kalitesi artırılmaktadır.

RFID iletişim sistemleri genelde 6 temel bileşenden oluşur. Bunlar:

- | | |
|------------|------------------|
| 1. Etiket | 4. Sorgulayıcı |
| 2. Anten | 5. Denetleyici |
| 3. Okuyucu | 6. RFID yazılımı |

2.1 RFID Etiket

Nesne hakkındaki bilginin depolanmış olduğu bir mikroçip ve antene sahip, üzeri koruyucu tabakayla kaplı bir aygıttır. 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 sahiptir. 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],[4].

RFID uygulamalarında en önemli detaylardan biri doğru etiketin seçimidir. Çalışma ortam koşulları, etiketlenecek ürünlerin yerleşimi, malzemenin hammaddesi, hedeflenen okuma mesafesi gibi faktörler etiket seçimini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca üzerine baskı yapılabilecek etiketler, geniş hafıza kapasitesi, zorlu şartlara ve sıcaklıklara dayanıklılık gibi ilave özelliklerin de aranması durumunda RFID sisteminde özel etiket seçimi yapılması gerekebilir .

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 sistemlerinin performanslarını artırmak için kullanılan teknolojik cihazlardır.

RFID anten okuyucu-okuyucu veya okuyucu-etiket arasında haberleşmeyi 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 [5], [6],[7].

2.3 RFID Okuyucu

RFID etiket üzerindeki antenden sinyal olarak etiket bilgisini okuyabilen, radyo frekansı aracılığıyla üzerindeki antenden etikete sinyal yayan, gerektiğinde etikete yeni bilgilerin yazılmasını sağlayabilen bir donanımdır.

RFID okuyucusu bir ya da daha fazla anten aracılığı ile çevreye RF enerjisi gönderir. Yakın mesafe etiketteki anten bu enerjiyi toplar, ve sonra etiket bunu indüksiyon yoluyla elektrik enerjisine çevirir. Bu elektrik enerjisi, etiket antetine bağlı etiket kimliğini saklayan yarı iletken çipi beslemek için yeterlidir. Sonra etiket morsa koduna benzer bir şekilde anten direncini yükselterek ve düşürerek kimliği okuyucuya geri gönderir.

Bu açıklama basit bir çalışma şekli yöntemidir, farklı etiketler daha farklı yöntemlerde çalışabilir; ama okuyucu ve etiketlerin birbirlerini etkilediği tipik yöntem budur. Şekil 2 bir okuyucunun etiketler ile dış dünya arasında nasıl konumlandığını gösterir ve okuyucunun bileşenlerini tanımlar.



Şekil 2. RFID okuyucu bölümleri

Okuyucular genellikle üç çeşittir. Sabit okuyucular belirli bir yerde kurulu olup RF etiketlerin içinden geçtiği ve iletişim kurduğu okuyuculardır. Çevresel etkenlere göre değişkenlik göstermekle birlikte 10 metrelik bir alan içerisinde okuma ve yazma işlemini yapabilmektedir. Bu mesafe geniş bir fabrika kapısından geçen forkliftteki ürünlerin tamamını aynı anda saymaya ve yazmaya yeterli bir mesafedir. Portatifler, RF etiketler ile kablosuz iletişim kurabilen okuyuculardır. Okuma mesafesi çevresel koşullara bağlı olarak 1 m ile 3 m arasında değişmektedir. Mobil okuyucular ulaşılması zor, tehlikeli yerlerdeki etiketlerin okunmasını kolaylaştıran, mobil araçlara yerleştirilen ve kapsama alanlarındaki etiketleri okuyan cihazlardır. Örneğin, bir çalışanın mobil RFID cihazını açarak fabrikada nesne sayımı yapmasını sağlayabilir [2],[5].

2.4 RFID Sorgulayıcı

Sorgulayıcı gerçekte küçük bir bilgisayar olarak düşünülebilir. 3 parçadan oluşur. Bir anten, RFID etiketi ile iletişim kurmaktan sorumlu bir RF modülü ve denetleyici (host) ile iletişim kurmaktan sorumlu bir kontrol modülü içerir. Bazen programlayıcı ya da yazıcı olarak da adlandırılabilir. RFID etiketi ile denetleyici arasında bir köprü olarak

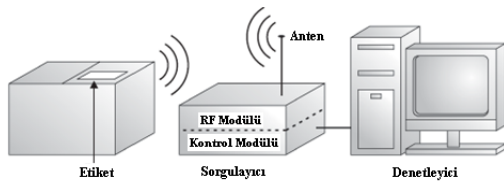
hareket eder [1], [3]. Sorgulayıcı özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- RFID etiketinin veri içeriklerini okuma.
- RFID etikete veri yazma, programlama
- Denetleyiciler arasında veri anahtarlama ve düzenleme.
- RFID etikete güç sağlama.
- Etiketler arası eş zamanlı radyo dalga iletişimini sağlamak ve etiketleri emniyete almak için anti-kolizyon önlemlerini yerine getirme, radyo dalga çakışmalarını önleme.
- Sisteme yetkisiz erişimleri ya da sahtekarlıkları önlemek için etiketleri yetkilendirme, etiket kimlik denetimi yapma.
- Veri bütünlüğünü korumak için veri şifreleme.

2.5 RFID Denetleyici

Denetleyici, üzerinde veritabanı yazılımı ya da uygulama yazılımı çalışan bir bilgisayar/sunucu/workstation, ya da bu tür makinelerin bağlı olduğu bir ağdır. Denetleyiciler, RFID sistemlerinin beyinleridir ve arakatman yazılımını kontrol eder. Çoklu sorgulayıcıları ağ ortamında birbirine bağlamak, merkezi olarak bilgileri işlemek için kullanılır. Denetleyici, sorgulayıcılar tarafından toplanan bir alandaki bilgileri kullanır [1],[3],[4]. Denetleyici özellikleri:

- Ürün stoğunu tutma ve yeni ürün stoğuna ihtiyaç duyulduğunda sistemi uyarma,
- Sistem boyunca nesnelere hareketlerini izleme, imkanlar dahilinde bunları düzenli olarak yeniden yönlendirme ve yönetme.
- Kimlik denetimi, doğrulama, yetkilendirme
- Hesap oluşturma (POS uygulamaları)
- Web servisleri ve hizmetleri



Şekil 3. RFID sisteminde kullanılan bir denetleyici

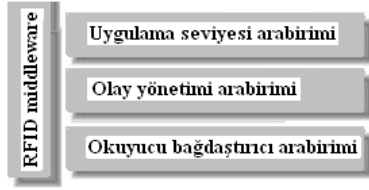
2.6 RFID Yazılımı (Middleware)

RFID sistemlerinin çalışabilmesi için bir arakatman yazılımına ihtiyaç duyulur. Bu yazılım, firmaların değişen ihtiyaçlarına uygun olarak entegratör firmalar tarafından

çoğu kez o firmaya özel olarak geliştirilir. Ancak middleware ile firmanın kullandığı MRP sisteminin birlikte çalışması gerekir. Bu şekilde firma personeli alışkın olduğu şekilde veri alabilecek, rapolara ulaşabilecek ve her işlem için farklı bir yazılım çalıştırmak zorunda kalmayacaktır. Bu nedenle RFID middleware'i, firmanın kullandığı kurumsal ERP/MRP sistemine entegre edilir. Bu entegrasyon hizmeti, RFID hizmetini veren firma ile bu firmanın kullandığı mevcut sistemin desteğini veren firma ile birlikte çalışarak, gerekli verilerin doğru yerlere yazılıp-okunmasını sağlayacak şekilde yapılır.

RFID yazılımları hem sabit hem de mobil okuyucular için modüler hale getirilebilir olup ihtiyaca göre optimize edilerek kısa bir süre içinde kullanıma hazır özellikte olmalıdır. Her firmaya ve her ihtiyaca uygun bir RFID yazılımı pratikte ne yazık ki mümkün olmamaktadır. Bunun başlıca sebebi her üretici firmanın cihazlarının yazılımlarının ayrı kütüphaneleri desteklemesidir. Diğer bir sebep, her kullanıcının ihtiyacının birbirinden farklı olmasıdır. Bu nedenle ihtiyaca ve kullanılacak RFID ekipmanına göre spesifik yazılımlar geliştirilmeli, farklı yazılım sistemlerine entegre edilebilmelidir [8],[9].

Doğru etiketleri ve okuyucuları seçme, antenlerin nerelere konulacağını kararlaştırma RFID sistemi ile çalışmayı inşa etmede bir başlangıçtır; çünkü öğeleri tanımlama onları yönetmede ilk adımdır. Tedarik zincirinde geçen işlemler süresince milyonlarca etiketi okuma kabiliyeti ve etiket kodlarını anlamlı bilgilere birleştirme ihtiyacı kompleks ilişkilere dayalı büyük veri miktarlarını üretebilmektedir. RFID arakatman yazılımı kullanmanın temel faydalarından biri bu küçük etiketlerin ürettiği bilgilerin akışları ile ilgili olan yolları standartlaştırmaktır. Olay süzmeye ek olarak, fiziksel altyapının (okuyucular, sensörler ve bunların konfigürasyonları) detaylarının bilinmesini önlemek amacıyla uygulamaları kısaltmak için bir mekanizmaya ihtiyaç vardır. İdeal durumda, uygulamaların anlamlı RFID incelemelerini istemek için arakatman yazılımının kullanabildiği, RFID altyapısında standart tabanlı, uygulama-sevyele arabirim istenebilir [10]. Şekil 4 RFID arakatman yazılımı temel bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 4. RFID middleware bileşenleri

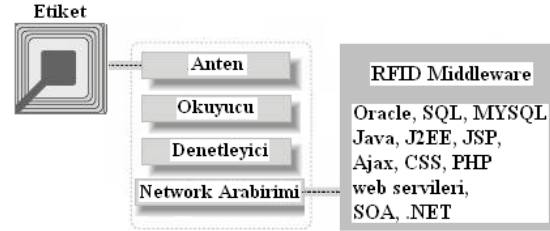
Arakatman yazılımı, okuyuculardan ve etiketlerden gelen verileri yönetir, bu verileri backend veritabanı sistemine geçirir. Arakatman yazılımı backend sistem ile okuyucular arasındaki veri akışının ortasında durur, backend sistem ile okuyucular arasındaki veri akışını yönetir. Bu işlemlere ek olarak, temel süzme, okuyucu entegrasyonu ve kontrolü gibi fonksiyonları da yerine getirir. Backend sistem SQL, My SQL, Oracle, Postgres, ya da bunlara benzer ürünler gibi standart veritabanı yazılımları olabilir. Uygulamaya bağlı olarak backend sistemi, bir ofisteki tek bir bilgisayar üzerinde çalışabilir, ya da global iletişim sistemleri ile birbirine bağlanmış çoklu anabilgisayarlara bağlı bir bilgisayar/ağ üzerinde de çalışabilir. RFID geliştikçe arakatman yazılımına, okuyucular ve çeşitli cihazlar için gelişmiş, genişletilmiş yönetim kabiliyetleri, genişletilmiş veri yönetim seçenekleri gibi özellikler de eklenebilecektir [1], [3], [11] ve [12].

3. RFID Sisteminin Çalışma Prensibi

RFID etiketlerine bilgi yazılması ve bu bilgilerin gerektiğinde okunması radyo dalgaları ile yapılır. En yaygın olarak kullanılan pasif etiketler RFID okuyucu tarafından yayılan enerji ile aktive olurlar ve üzerlerindeki bilgiyi okuyucuya gönderirler. RFID okuyucular etiketlerden topladıkları bilgileri direk olarak ya da network üzerinden, bilgiyi işleyecek olan denetleyici-bilgisayar-yazılım sistemine iletirler. Gelen bilgi, aynı barkod sistemlerinde olduğu gibi kullanıcının istediği işlemlere uygun bir şekilde işlenerek kullanılır ya da depolanır. RFID Sisteminin çalışma prensibi:

1. Etiket, anten ve okuyucu tarafından üretilen radyo frekans alanı içerisinde geçtiğinde aktif edilir.
2. Etiket, radyo frekans alanı içerisinde aldığı enerji ile bir sinyal üretir ve içerisindeki programlanmış yanıtı gönderir.

3. Okuyucuya bağlı ve RF alanında sinyal üretmiş anten etiket yanıtını algılar.
4. Alıcı-verici devre (ya da okuyucu) antenden aldığı veriyi denetleyiciye aktarır.
5. Denetleyici ilgili veriyi network arabirimi üzerinden arakatman yazılımına (middleware) gönderir
6. Arakatman yazılımı (middleware) etiketler içerisinde bulunan bilgiyi RFID sistemi içerisindeki bu bilgiye ihtiyaç duyan herhangi bir sisteme aktarır.



Şekil 5. RFID sisteminde veri haberleşmesi

4. EPCGlobal ve RFID Ağı

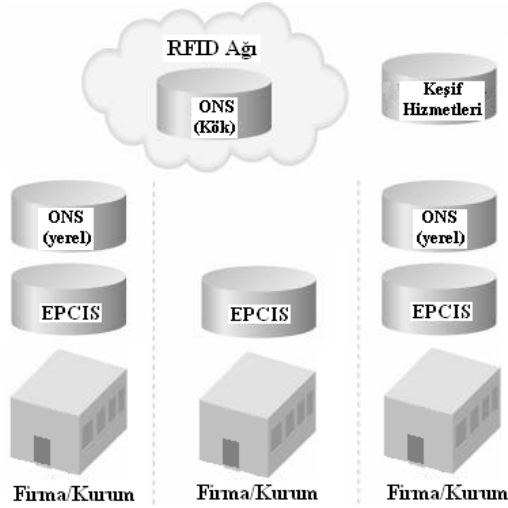
EPCglobal, bir ürünün küresel olarak, tüm tedarik zinciri boyunca anında otomatik tanımlama ve takibini sağlamak için RFID teknolojisini, var olan iletişim ağı altyapısını ve Elektronik Ürün Kodunu (EPC) birleştiren, tedarik zincirinin gelişmiş etkinlik ve görünürlüğünü sağlayan; RFID sistemleri için küresel standartlar geliştirmeye odaklanmış yeni bir küresel ağ sistemidir. EPCGlobal, EPC teknolojisinin standartlaştırılmasını ve dünya çapında benimsenmesini sağlamak amacıyla endüstri liderleri ve akademik kuruluşlardan oluşan üyelik-tabanlı bir kuruluştur. EPCglobal'in amacı, tedarik zinciri boyunca nesne görünürlüğünü, etkinliğini, yönetilebilirliğini artırmak ve firmalarla ticari ortakları arasında yüksek kaliteli bilgi akışı sağlamaktır [2], [3], [5]. EPCglobal'in Türkiye temsilcisi TOBB bünyesindeki GS1 Türkiye'dir. EPCglobal ağını oluşturan bileşenler aşağıda sunulmuştur.

1. Elektronik Ürün Kodu (EPC)
2. EPC/RFID etiketleri ve okuyucularından oluşan veri toplama donanımı. Bunlar topluca ID Sistemi olarak bilinir.
3. EPCglobal ağı arakatman yazılımı.
4. Keşif Servisleri (DS).
5. Nesne adlandırma servisi (ONS.)
6. EPC Bilgi Servisleri (EPCIS).

✓ EPCglobal Ağı = {ID Sistemi + EPC + Middleware + DS+ONS + EPCIS}

EPCglobal ağının verdiği hizmetler:

- Benzersiz kimlikler atama
- Öğeleri bulma, belirleme, kimliklendirme
- Olayları toplama ve filtreleme
- Olayları depolama ve kuyruklama
- EPC bilgisini konumlandırma
- Ağ için bir referans mimari sağlama

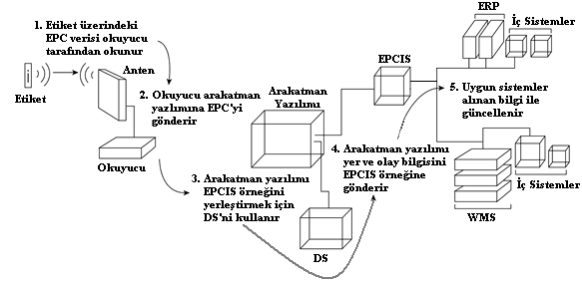


Şekil 6. EPCglobal Ağ İnkeleri

Şekil 6 örnek EPCglobal ağını tanımlar. RFID okuyucular tedarik zinciri boyunca hareket ettikçe RFID etiketli öğeler üzerindeki gözlemleri yakalar. Bazı temel filtrelemelerden sonra okuyucular bu gözlemleri RFID middleware'e geçirir. RFID middleware (olay yöneticisi) okuyuculardan veriyi alır, filtreler ve sonraki uygulamalar için ihtiyaç olduğunda bunları gruplar. Olay yöneticisi filtrelenmiş gözlemlere yer bilgisi de ekler [13].

Şekil 6'deki EPCglobal Ağına göre, olay yöneticilerinden filtrelenmiş gözlemler sonrasında yerel EPCIS (EPC Information Service-EPC bilgi seervisleri) server'a geçer. EPCIS server sonraki kullanımlar için EPC gözlemlerini kayıt eder; gözlemlenmiş bu veriler işletme uygulamaları tarafından erişilebilir ya da ticari ortaklar ile paylaşılabilir. ONS (Object Naming Servers-Nesne Adlandırma Hizmetleri), EPC'leri ve EPC gözlemleri üzerindeki bilgiyi tutan EPIC server'lar arasında bir harita (adresleme, eşleme) tutar. DNS'in IP adresleri için yaptığı

gibi, ONS genel arama servisi sağlamak için hiyerarşik bir şekilde çalışır [1], [2], [3].



Şekil 7: EPCGlobal ağında veri akışı

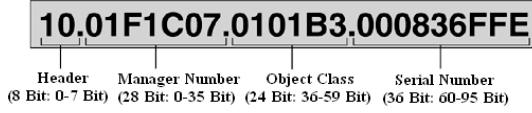
Benzer olarak, tedarik zincirindeki diğer ticari ortaklar kendi yerel EPCIS server'larında EPC gözlemlerini depolayabilirler. EPC sadece varlıkları kimliklendirir. Ürün tipi (bir elektronik öğe için kullanıcı kılavuzu), üretici (şirket profili) vs. hakkında ilave bilgiler EPC'nin bölümleri değildir. Bir uygulama belirli bir EPC'nin bulunduğu yeri bilmeye ya da bir EPC hakkında ilave bilgiye ihtiyaç duyduğunda yerel ONS server'ı sorgulayacaktır. Eğer yerel EPCIS server gerekli bilgiyi sağlayabilirse, ONS kendi yer bilgisiyle (IP adresi ve portu) geri dönecektir. Aksi taktirde ONS, ona bilgi sağlayabilen bir EPCIS server'ı belirlemek için ONS serverlar'ın global hiyerarşisini kullanacaktır.

4.1 Elektronik Ürün Kodu (EPC)

EPC, her bir nesneyi tek tek tanımlayabilmek için üretilmiş yeni bir nesne tanımlama standardıdır. Firmaların barkodlar için var olan yerleşik standartlarından RFID'ye geçişi için bir yol belirlemek amacıyla, temel küresel ticari ürün numarası yapısı "EPC" benimsenmiştir.

EPC'nin bellek kapasitesi, nesne üreticileri, nesne kategorisi ve nesneye ait bilgiler olmak üzere 3'e ayrılmıştır. EPC bir önek (header-8 bit) ve EPC Yönetici Numarası (Manager Number-28 bit), Nesne Sınıfı (Object Class-24 bit) ve Seri Numarası (Serial Number-36 bit) olmak üzere 3 dizi veriden oluşan, 64-bit, 96-bit, 128-bit ve 256-bit gibi farklı boyutlara sahip bir standart koddur. Önek EPC'nin sürüm numarasını, numaranın ikinci kısmı EPC Yöneticisini -büyük ihtimalle EPC'nin üzerine iliştrildiği ürünün üreticisini-, Nesne Sınıfı adı verilen üçüncü kısım ise nesnenin cinsini belirtir -örneğin, 'Diyet Gazoz 330 ml

kutu, Türk sürümü'. Son bölüm ise, ürüne özgün olan ve bize hangi 330 ml'lik Diyet Gazoz kutusundan bahsedildiğini belirten seri numarasıdır. Bu şekilde, örneğin, son kullanma tarihleri yaklaşmakta olan ürünlerin kolaylıkla bulunması sağlanabilir. Günümüzde tedarik zinciri uygulamalarında en çok kullanılan elektronik ürün kodu 96-bit EPC'dir [1], [2].



Şekil 8. 96 bitlik bir EPC ve içeriği

4.2 EPC Sınıf Etiketleri

EPC etiketler bir plakaya iliştilmiş bir mikro yonga ve antenden meydana gelen RFID cihazlarıdır. Bir ürünün özgün EPC numarası fiziksel olarak üzerine iliştilen bu etikette saklanır. EPCglobal ağında 4 çeşit EPC etiket sınıfları tanımlar. Bunlar:

- **EPC Class 0/Class 1:** Bu etiket türlerinin her ikisi de 64 bit ya da 96 bit EPC verisi depolayabilen pasif etiketlerdir. Class 0 etiketi, etiket müşteriye gönderilmeden önce üretici tarafından daha önceden yazılmış benzersiz seri numaralarından oluşur. Class 0+ ve Class 1 kullanım sırasında verilerin müşteri tarafından yazılmasına izin veren WORM etiketlerdir. Class 0 UHF (900 MHz) bandı için, Class 1 UHF (860-930 MHz) ve HF (13.56 MHz) bantlarının her ikisi için de tanımlıdır [14], [15].
- **EPC Class 2:** Bu etiket kullanıcı verisi ile birlikte EPC depolayabilen pasif Read/Write etikettir. Böyle bir etiketin minimum kullanıcı verisi kapasitesi 224 bittir.
- **EPC Class 3:** Büyük kullanıcı veri kapasitesine sahip Read/Write aktif etikettir. On-board processing ve I/O kabiliyeti sağlar.
- **EPC Class 4:** Bu etiket okuyucudan-etikete iletişim için verici teknolojisini kullanır ve pille çalışır. Min. okuma aralığı 91 m'dir.

4.3 EPC Bilgi Hizmetleri (EPCIS)

EPC Bilgi Hizmetleri, kullanıcıların ticari ortaklarla EPCglobal Ağı üzerinden EPC ile ilgili veri değişimi yapmalarını sağlar. EPCIS EPC ile ilgili veri paylaşma ve yakalama için bir standart ara birim tanımlar. EPCIS, nesnelere tedarik zinciri boyunca hareket

ettikçe kaydedilmiş verileri alan yer bilgisi gibi sadece servis arabirimine ve EPC ile ilgili verinin semantiğine odaklanır. Böylece, firmalara uygulamalar üzerinde rekabet etmek ve işlevsellik eklemek için esneklik sağlanır.

EPCIS, Güvenlik ve Keşif gibi çekirdek servisler dizisini de tanımlar. Güvenlik servisi EPC bilgisi depolama ve erişimi için kimlik denetimi ve yetkilendirme için mekanizmalar sağlama ile ilgilidir; keşif servisi ise EPCIS server'ların varlığını keşfetme ve onları EPC'leri çeşitlerine (sınıflarına, alanlarına) göre haritalama/adresleme için araçlar sağlar.

4.4 EPC Keşif Hizmetleri (DS, ONS)

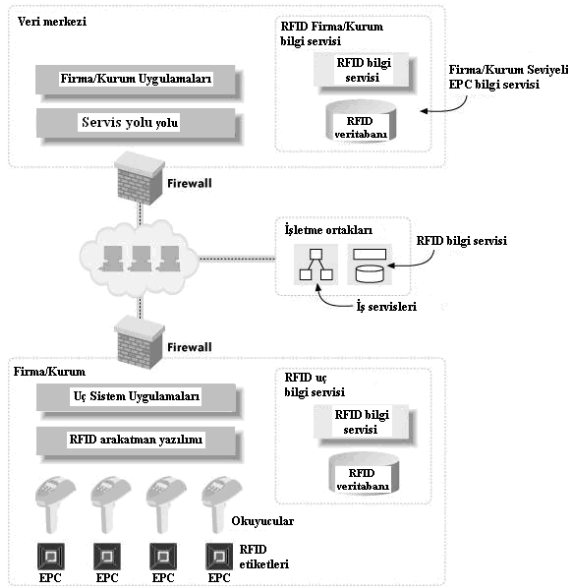
Keşif Hizmetleri (Discovery Service-DS), kullanıcıların belirli bir EPC ile ilgili veri bulmalarını ve bu veriye erişim izni istemelerini sağlayan bir hizmet paketidir. Keşif hizmetlerinin bir parçası olan ONS (Nesne Adlandırma Servisi-Object Naming Service) ise ürün hakkındaki verinin sağlandığı ilgili EPCIS sunucularını bulmak için kullanılan genel bir hizmettir. ONS, EPC ile bu EPC hakkında bilgi içeren EPCIS örnekler dizisi arasında haritalama (adresleme/eşleme) mekanizması sağlar. Bu nedenle, gerçekte, ONS belirli bir Internet adresi için ortak host'ları aramada kullanılan DNS servisi ile çok benzerdir. ONS servisi çok büyük sayılı istekleri (örneğin bir günde milyonlarca istek) güvenilir ve hızlı bir şekilde tutabilmesi ve işlemesi için işlemleri gerçek zamanda gerçekleştirmek zorundadır. ONS son derece hızlı ve güvenli global veritabanı araması için kullanılan bir hizmet türüdür [1], [3], [16].

ONS, bir EPC'yi bir ya da daha fazla URL'ye dönüştürme için global arama hizmeti sağlar. Bu URL'ler EPCIS ile ilişkilendirilir; bununla birlikte, ONS EPC'leri Web siteleri ve bir nesneye ait diğer Internet kaynakları ile ilişkilendirmek için de kullanılabilir. ONS hem statik hem de dinamik hizmetler sunar. Statik ONS genellikle bir nesnenin üreticisi tarafından korunan bilgi için URL'ler sağlar. Dinamik ONS ise bir nesne tedarik zinciri boyunca hareket ettikçe o nesnenin sorumlu olanların sırasını kaydeder.

4.5 EPCGlobal Ağ Sistemi Çalışma Yapısı

EPC tedarik zincirindeki belirli bir ürünü tanımlayan özgün bir numaradır. Bu numara

bir palet, kasa veya tek bir birimi tanımlamak için kullanılabilir. EPC etiketi ise, bir ürüne iliştilirilmiş, ürünün EPC'sini taşıyan bir mikro yonga ve EPC'yi EPC okuyucusuna yansıtmak için bir RFID antenden meydana gelen radyo frekansı etikettir. EPCglobal Ağ Sistemi, bir ürünün küresel olarak, tüm tedarik zinciri boyunca anında ve otomatik bir biçimde tanımlama ve takibini sağlamak için RFID teknolojisini, var olan iletişim ağı altyapısını ve EPC'yi birleştiren, tedarik zincirinin gelişmiş etkinlik ve görünürlüğünü sağlayan yeni bir küresel ağ sistemidir. EPC arakatman yazılımı etiketleri, okuyucuları, yerel ağ altyapısını kontrol eden; bunları birbirine bağlayan bir yazılımdır [1], [2], [3].



Şekil 9. RFID Sistemi kullanılan örnek bir ağ

Yukarıda tanımlanan bileşenler ile, ürünler hakkında çeşitli bilgilerin elde edilmesi ve paylaşılması olanağı sağlanır. Veri elde etmek için, özgün bir EPC tanımlayıcısı taşıyan EPC etiketleri konteynır, palet, kasa ve/veya tekil birimlere iliştilir. Daha sonra, tedarik zinciri boyunca geçiş kapılarında stratejik olarak yerleştirilmiş EPC okuyucular her bir etiketi geçiş yaparken okur. Sonra bu veri (EPC numarası, zaman, tarih ve yer bilgisi vb. bilgiler içeren veri) uygun yönetim için kablolu ya da kablosuz ağ ile middleware' e aktarılır. Keşif Servisleri middleware' a EPCIS örneğinin yer bilgisini sağlar. Middleware işlenmiş veriye yer ve olay bilgisi ekler ve bunu depolama ve hareket (eylem) için uygun EPCIS örneklerine nakleder. Bilgi elde edildikten sonra, tedarik zincirindeki izin

sahibi ticari ortaklar arasında bilgi paylaşımı için yine Internet/ağ teknolojileri kullanılarak bir EPCglobal ağı oluşturulur. EPC yazılımı EPC'yi, EPC etiketlerini, okuyucuları ve yerel altyapıyı kontrol eder, ağ üzerinden bu sistemlerin birbirine bağlanmasını ve etkileşimli çalışmasını sağlar [17], [18].

5. SONUÇ

Günümüzde RFID teknolojisi hemen her sektörde farklı uygulama alanlarıyla bir çok avantaj sağlamaktadır. Başarısı her geçen gün artan bu yeni teknoloji ile firmaların çalışan ve operasyonel maliyetleri azalmakta, verimlilik ve karlılıklar ise artmaktadır. RFID teknolojisi ile iş süreçlerindeki değişimler planlanabilir ve analiz edilebilir; en uygun etiket düzenlemesi ile sistem kurulup verimli bir şekilde yönetilmeye başlanabilir. Üretim, lojistik, perakende, finans, kamu gibi çok çeşitli sektörlerde envanter takibi, üretim bandı otomasyonu, depo yönetimi gibi detaylı iş süreçlerinin projelendirildiği ve veri tabanı ile entegre edilen geniş kapsamlı uygulamalar geliştirilebilir. RFID, yapabilecekleri sadece ürün tanımlama ve takibi ile sınırlı olmayan, çok geniş uygulama alanları bulunan bir teknolojidir. Gerçek zamanlı ticaret yapan ve varlıklarını her an kontrol edebilecek dinamik sistemlere ihtiyaç duyan firmalar için biçilmiş bir kaftandır.

6. KAYNAKLAR

- [1]. Finkenzeller K., "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", *John Wiley & Sons Ltd.*, Chichester, 2003
- [2]. Bhatt H., Glover B., "RFID Essentials", *O'Reilly Publishing*, 2006
- [3]. Brown, D., "RFID Implementation", *McGraw-Hill Comp.*, New York, 2007
- [4]. Garfinkel, S., Rosenberg, B., "RFID: Applications, Security, and Privacy", *Addison-Wesley Professional*, Indiana, 2005
- [5]. Lahiri, S., "RFID Sourcebook", *IBM Press*, Massachusetts, 2006
- [6]. J.D. Kraus and R.J. Marhefka, "Antennas-For All Applications, 3rd ed.", New York: McGraw-Hill, 2002
- [7]. 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, 2006
- [8]. 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
- [9]. Floerkemeier C., Roduner, C., Lampe M., “RFID Application Development With the Accada Middleware Platform”, *Systems Journal, IEEE*, pp. 82-94, 2007
- [10]. Jieun S., Howon K., “The RFID middleware system supporting context-aware access control service”, *Advanced Communication Technology, ICACT2006*, pp. 4,2006
- [11]. Liang D., Dong W., Huanye S., “Design of RFID Middleware Based on Complex Event Processing”, *Cybernetics and Intelligent Systems*, pp. 1-6, 2006
- [12]. Wang Y., Zhao X., Wu Y., Xu P., “The research of RFID middleware’s data management model”, *Automation and Logistics, ICAL*, pp.2565-2568, 2008
- [13]. Fummi F., Perbellini G., “Embedded Design Exploration of EPCglobal Architecture”, *RFID, IEEE International Conference*, pp. 220-227, 2007
- [14]. Barber G., Tsibertopoulos E., “An analysis of using EPCglobal class-1 generation-2 RFID technology for wireless asset management”, *Military Communications Conference, MILCOM*, pp. 245- 251, 2005.
- [15]. Jaemin P., Junchae N., Minjeong K., “A Practical Approach for Enhancing Security of EPCglobal RFID Gen2 Tag”, *Future generation communication and networking*, pp. 436- 441, 2007
- [16]. Cantero J.J., Guijarro M.A., Arrebola G., Garcia E., Baos J., Harrison M., Kelepouris T., “Traceability applications based on discovery services”, *Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA*, pp.1332-1337, 2008
- [17]. Tieyan Li., Deng R., “Scalable RFID authentication and discovery in EPCglobal network”, *Communications and Networking in China, ChinaCom*, pp.1138-1142, 2008
- [18]. Weinstein R., “RFID: a technical overview and its application to the enterprise”, *IT Professional*, pp. 27-33, 2005