

RADYO FREKANS TANIMLAMA SİSTEMLERİ

Yrd. Doç. Dr. Aktül Kavas-Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi
kavas@yildiz.edu.tr

1. GİRİŞ

Radyo frekans tanımlama (RFID) sistemleri radyo frekanslarını kullanarak durağan yada hareket halinde bulunan canlılar ve nesnelere tekil veya çoğul halde tanımlamakta kullanılmaktadır. RFID sistemleri ilk olarak 1940 lı yılların başlarında İngiltere’de dost ve düşman uçaklarının tanımlanmasında kullanılmıştır. Bunu 1970 li yıllarda nükleer malzeme izleme uygulamaları takip etmiş, ticari uygulamaları 1990 lı yıllarda başlamıştır. RFID sistemlerinin uygulama alanlarına örnek olarak: ürün dağıtım zinciri uygulamaları, üretim, envanter muhasebesi ve kontrolü, hastane, hasta tanımlama, tedavi ve tıbbi kayıtların kontrolü, kütüphane, müze, sanat galerisinde ürün tanımlama, kontrol ve güvenlik uygulamaları, otomotiv endüstrisinde ürün özellikleri ve bakım bilgi kayıtlarının takibinde, akıllı kart uygulamalarında, ürün satın alma, seyahat kartları uygulamaları, polis ve emniyet uygulamaları (delillerin ve delil noktalarının kayıtları), taşımacılıkta (konteyner ve bagaj bilgileri takibinde), değerli ürün üretimi ve değerli ürün izlenmesinde, kamu taşımacılığı, spor karşılaşmaları, kayak pist kullanımı gibi bilet gerektiren uygulamalar, karayolları geçiş ücretleri toplanması, gıda ve ilaç sanayinde özellikleri son kullanım tarihlerinin izlenmesi ve sahte ilaçların takibinde, ilaç tanımlamada, hayvanların kimlik ve aşı bilgilerinin izlenmesi ve pasaport uygulamaları verilebilir. [4]

Radyo frekans tanımlama sistemleri, tanımlama uygulamasını radyo dalgalarını kullanarak gerçekleştirdiğinden alıcı ve verici arasında doğrudan temas ve doğrudan görüş şartına gerek duymamaktadır.

RFID ticari uygulamalarının en önemlilerinden biri olan kamu taşımacılığı 1995 yılında Fransa (Paris) otoyol ücretlendirilmesinde, 1997 de Kore’de “otobüs kartı” uygulamasında ve Thailand (Bangkok) metro ücretlerinin toplanması uygulamasıyla başlamıştır. Ekim 2004 yılında Japonya’da (Tokyo) cep telefonlarına gömülü RFID çip vasıtasıyla taksit ücretlerinin telefon sahibinin kredi kartından alınması pilot uygulama olarak başlatılmıştır.

RFID Erişim kontrolü ve güvenlik uygulamaları, laboratuvar, hava liman-

ları, okullar gibi güvenlik nedeniyle erişimin kontrollü olarak uygulandığı alanlarda gerçekleştirilmektedir. Mart 2004 yılında Kanada hava taşımacılık şirketi (Canadian Air Transport Authority CATA) havalimanlarında erişimin kontrollü olarak verildiği alanlarda RFID teknolojisi ile erişim uygulaması başlatmıştır.

Nisan 2005 yılında Japonya Tokyo Rikkyo ilkokulunda öğrencilerin gerçek zamanlı okula geliş gidişlerinin takibi için RFID kart uygulaması başlatmıştır. RFID kartlarının öğrencilerin kişisel eşyalarına (çanta, mont vb) monte edilmesi istenmiştir. Aktif RFID etiketleri dolayısı ile öğrencilerin okula geldiği ve okuldan ayrıldığı saatler gerçek zamanlı olarak tespit edilebilmektedir. Yine kullanılmakta



olan aktif etiketler 10 metre uzaklıktan okunabildiği için okula giriş ve çıkışlarda öğrencilerin durdurulmalarına özel giriş- çıkış kapısına ve özel yollara gerek duyulmamaktadır. Öğrenci erişim kontrolünde kullanılmakta olan RFID kartlar öğrenciye ait özel bir numara ile tanımlanmakta öğrencilerin kişisel tanımlama bilgilerini içermemektedir. Böylece kartın kaybolması durumunda kimlik bilgilerine erişme mümkün olmamaktadır. Yine RFID uygulaması sayesinde okula geliş-gidiş kontrolünün tanımlanmış web sitesi üzerinden takibi ve aktif RFID etiketlerinin gerçek zamanlı olarak hangi konumda (sınıfta, kantinde, kütüphanede vb.) olduğu bilgisi kamera görüntüsü ile izlenebilmektedir. Diğer yandan kaza veya doğal afet olaylarında acil elektronik posta tabanlı bilgilerle okul idaresi ve aileler zamanında uyarılabilmektedirler.

RFID ürün dağıtım zinciri uygulamasında; RFID etiketler ürün dağıtım zincirinde yer alan ürünlerin doğrudan izlenmesini sağlar. Üreticinin ön kapısı ile satıcının arka kapısı arasında gerçekleşen kayıp ve çalıntı olaylarını engeller. RFID uygulaması ile ürünün bulunduğu noktaların izlenmesi mümkün olmaktadır.

RFID Tıp ve eczacılık uygulamalarında; hastalara uygulanmış küçük RFID etiketler ile özellikle yeni doğanlar, zihinsel özürlü hastalar ve yaşlıların uzun vadeli tedavilerinin takibi ve hasta bakımları mümkün olmaktadır. Özellikle bilinci kapalı ve konuşma özürlü olan hastalara uygulanmış RFID etiket sayesinde daha önce uygulanmış tedavilere erişilebilmektedir.

Eczacılık uygulamalarında ilaçların izlenmesi, doğru adrese yönlendirilmesi, yasal yollarla üretilmemiş olan ilaçların tedarik zincirine girmesinin engellenmesi, kullanım süresi dolmuş olan ilaçların raflardan alınması RFID etiketlerle mümkün olmaktadır.

RFID tarım ve gıda endüstrisi uygulamalarında; RFID etiketleri ile tarladan alınan ürünlerin satış noktasına ula-

şınca kadar geçirdiği aşamalar ve bekleme süreleri zarfında oluşacak bozulmalar takip edilmektedir.

RFID gıda endüstrisinde özellikle et ve et ürünleri gibi soğuk zincir gerektiren uygulamaların takibinde uygulama alanı bulmaktadır. RFID tarım uygulaması Kasım 2004 de Namibia'dan İngiltere'ye dondurulmuş et ithalatında gerçekleştirilmiştir. RFID etiketleri ile et yüklü konteynerin, konum bilgileri, konteynerin yolculuk sırasında açılıp açılmadığı bilgisi, mühürlerin kırılma bilgisi, konteynerlerin yolculukları sırasında tanımlanmış güzergahlarda kalış süreleri bilgilerinin takibi mümkün olmuştur.

RFID e-devlet uygulamalarında; ehliyet ve pasaportların RFID etiket taşıması, evsizlerin RFID etiketlerle takibi, şehirde yaşayanlarla şehre dışarıdan gelenlerin izlenmesi suretiyle terörizmin önlenmesi, paraların üzerine konacak RFID etiketlerle çalıntı ve tahribatın önlenmesi uygulamaları verilmektedir.

RFID savunma ve gizlilik uygulamalarında; kişilerin kimliklerinin RFID etiketleri ve biyometrik uygulamalarla belirlenmesi böylece yetkisiz kişilerin bilgiye erişiminin engellenmesi ile savunmanın güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

RFID kütüphane uygulamaları; ödünç verilen ve rafta bulunan kitapların gerçek zamanlı olarak izlenmesi için

RFID teknolojisinden faydalanılır. 2003 yılından beri Japonya'da (Tokyo) 2004 yılında beri Hollanda'da kütüphanelerde RFID uygulaması gerçekleştirilmektedir.

RFID spor uygulamaları; araba yarışlarında arabalara yerleştirilen RFID etiketleri maraton yarışlarında sporcunun ayakkabısına monte edilen RFID etiketleri ile yarış kazanan hassas olarak belirlenebilmektedir. Bunlara ek olarak özellikle kayak pistleri gibi ellerin bağımsız olarak kullanıldığı uygulamalarda RFID etiketleri kullanılmaktadır.

İngiltere Manchester futbol kulübü RFID etiketleri kullanarak taraftarlarının biletsiz olarak stadyuma girmesini sağlayan ilk futbol kulübüdür.

RFID tüketici uygulamaları; RFID günlük hayatımızda paralı yollarda, bürolarda ve kütüphanelerde aktif olarak kullanılmaktadır. Yakın gelecekte alışveriş merkezlerinde ve spor karşılaşmalarında da uygulama alanı bulacaktır.

RFID kişisel refah ve güvenlik uygulamaları; hastaların bakım ve tedavilerinde RFID teknolojisi kullanılmaktadır. Diğer taraftan RFID etiketlerin konuma duyarlı bilgisinin gerçek zamanlı olarak elde edilmesiyle kişisel güvenlik ve kişilerin (özellikle çocuk ve yaşlıların) ev dışında, parklarda ve şehirde takibini mümkün kılmaktadır.

2. RADYO FREKANS KİMLİK TANIMA SİSTEM BİLEŞENLERİ

Radyo frekans tanımlama sistemleri, radyo frekansı ile yapılan sorguları almaya ve cevaplama olanak tanıyan etiket (transponder), okuyucu (alıcı-verici) ve alınan bilgilerin depolandığı veri tabanından oluşmaktadır.

Radyo frekans kimlik tanıma sistem haberleşmesinde okuyucu radyo frekans sinyallerini gönderir. Okuyucunun radyo frekans alanına girmiş bulunan pasif etiket, haberleşmesi için gerekli olan enerjiyi bu alandan



alır. Etiket haberleşmesi için gerekli olan enerjiyi aldığı anda, üzerinde depolanmış bilgiye göre taşıyıcı sinyali modüle eder. Modüle edilmiş taşıyıcı etiketten okuyucuya gönderilir. Okuyucu modüle edilmiş sinyali algılar, şifresini çözer ve okur. Son olarak alınan bilgi veri tabanının bulunduğu bilgisayara aktarılır.

Okuyucunun görevleri:

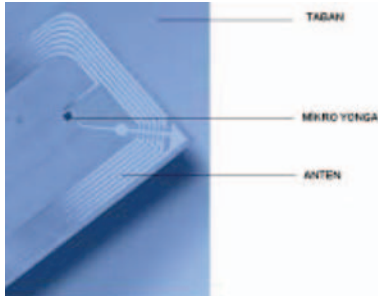
- Etikete enerji sağlar,
- Taşıyıcı sinyali gönderir,
- Etiket tarafından modüle edilmiş sinyali algılar, şifresini çözer ve okur.

Etiketin görevleri:

- Okuyucunun gönderdiği enerjiyi alır,
- Etiket içinde depolanmış bilgiye göre taşıyıcı sinyali modüle ederek okuyucuya gönderir.

2.1 RFID Etiketleri

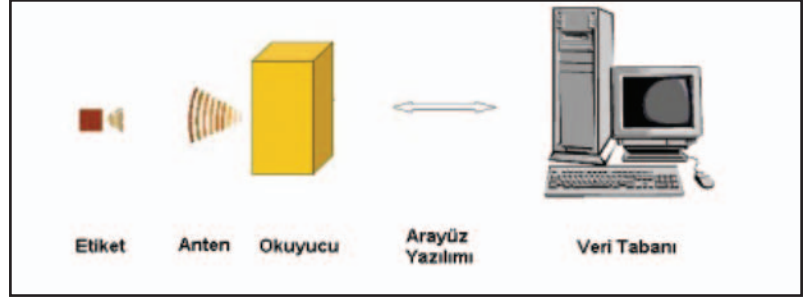
RFID etiketi, radyo frekansı kullanılarak yapılan sorgulamaları alan cevaplayan sınırlı kapasitede belleğe sahip, taşınabilen, içinde bilgi barındıran, mikro yonga, anten ve taban malzemesinden



Şekil 1. RFID etiket yapısı



Şekil 2. RFID Etiket tipleri



Radyo frekans kimlik tanıma sistem bileşenleri

oluşmaktadır. Mikro yonga etiketin üzerinde yer aldığı nesneye ilişkin bilgileri depolar. Anten radyo frekansı kullanarak nesneye ait bilgilerin okuyucuya gönderilmesini sağlar. Taban malzemesi ise etiketin nesne üzerine yerleştirilebilmesi için mikro yonga ve anteni çevreler. Etiketler kullanım yerlerine bağlı olarak değişik boyut ve fonksiyonda olabilmektedir.

RFID etiketleri fonksiyonları bakımından

- Aktif etiketler
- Pasif etiketler
- Yarı pasif etiketler

olarak sınıflandırılırlar.

Aktif etiketler, devrelerinin çalışması ve cevap sinyali üretebilmelerini sağlayan güç kaynağı içerirler. Etiket üzerinde yer alan pil dolayısıyla performansları ve haberleşme mesafeleri yüksektir. 1km uzaklığa kadar sinyal gönderen aktif etiketler mevcuttur. Özellikle demiryolları ve denizyolları endüstrisi taşımacılığında kullanılan aktif etiketler GPS ve uydu haberleşme sistemleri ile uyumlu çalışarak üzerine monte

edildikleri ürünün dünya üzerinde izlenmelerine olanak tanımaktadır. Pil içermeleri dolayısı ile bakım gerektirmekte olup maliyetleri diğer etiket çeşitlerine göre yüksektir.

Pasif etiketler, kendi güç kaynakları yoktur. Okuyucudan aldıkları güçle çalışırlar. Haberleşme mesafeleri küçük olmalarına rağmen bakım gerektirmemeleri basit ve ucuz olmaları dolayısı ile tercih edilmektedirler.

Yarı-pasif etiketler güç kaynağı içerirler. Üzerlerinde yer alan pil sadece mikro yonganın devrelerine güç sağlamaktadır. Haberleşme pasif etiketlerde olduğu gibi okuyucudan gelen sinyallerle aktif olan etiketle sağlanır. Sözkonusu etiketler sıcaklık ve hareket bilgisi gibi algılayıcı (sensör) giriş bilgilerini depolamak için kullanılırlar. Yarı pasif etiketlerin haberleşme mesafeleri büyük olup güvenilirdirler. Üzerlerinde yer alan güç kaynağı dolayısı ile okuyucuya daha hızlı cevap verebilmektedirler.

RFID etiketleri depoladıkları bilgiler açısından

- Sadece okunabilen
- Okunabilen/Yazılabilen
- Okunabilen/Yazılabilen/Yeniden yazılabilen

olarak sınıflandırılırlar.

Sadece okunabilen etiketler, genellikle pasif RFID etiketleridir. Bilgi depolama kapasiteleri küçüktür. Üretim sırasında üzerlerine yazılan bilgiyi saklarlar ve bu bilgi değiştirilemez. Bu nedenle uygulamalarda tanıtıcı etiket olarak

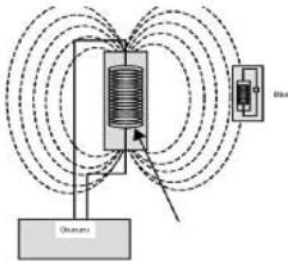
kullanılmaktadırlar. Sadece okunabilen etiketlerin kullanıldığı sistemlerde merkezi bilgisayar sistemi ve veritabanını radyo frekans tanımlama sisteminde kullanılan nesnelere ilgili tüm işlemlerin kontrolünü gerçekleştirir.

Okunabilen/Yazılabilen etiketler, bilgi depolama kapasiteleri yüksek etiketlerdir. Yazılabilme özelliği olan bu etiketlere okuyucu kapsama alanındayken yeni bilgiler eklenebilir ya da etiket üzerinde var olan bilgiler değiştirilebilir. Bu özellikleri dolayısıyla hareketli veri tabanı gibi davranabilirler. Maliyetleri sadece okunabilen etiketlere göre yüksektir.

Okunabilen/Yazılabilen/Yeniden yazılabilen etiketler üzerindeki bilgilerin değiştirilebilme özelliği ve yüksek depolama kabiliyetleri dolayısıyla geniş uygulama alanına sahiptirler. Haberleşme açısından cevap verme süreleri kısadır. Maliyetleri diğer etiketlere göre fazladır.

2.2 RFID Okuyucu İşlevi

Okuyucu etiketle haberleşebilmek için gerekli enerjiyi, radyo frekans kimlik tanıma sisteminin çalışma frekansına bağlı olarak seçilen çalışma frekansında zamanla değişen manyetik alan yaratarak sağlamaktadır. Okuyucu ürettiği, zamanla değişen manyetik alanı genellikle çerçeve anten vasıtasıyla etikete gönderir. Okuyucunun dairesel çerçeve anteninden akım aktığında çerçeve antene dik düzlemde oluşan manyetik alan şiddeti [2],[3]



Şekil 3. RFID çalışma prensibi

$$H = \frac{INR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (1)$$

olarak hesaplanmaktadır. Burada

I = Çerçeve antenden akan akım

N = Çerçeve anten sarım sayısı

R = Anten yarıçapı

x = Anten düzlemine dik doğrultudaki alıcı uzaklığını tanımlar.

Denklemden de görüleceği üzere manyetik alan şiddeti mesafenin küpü ile ters orantılıdır. Endüktif bağlaşım prensibine dayanan radyo frekans kimlik tanıma sistemlerinde alanın mesafenin küpüyle ters orantılı olarak zayıflaması ana sınırlayıcı faktördür.

Okuyucu tarafından gönderilen radyo frekans enerjisi etiketin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için taşıyıcı sinyal içermektedir. Taşıyıcı sinyal etikete enerji sağlamasının yanı sıra, etiketteki bilgilerin okuyucuya gönderilmesini ve haberleşmenin senkronizasyonunu sağlar. Etiket okuyucu tarafından gönderilen sinyali alır ve modüle ederek tekrar okuyucuya gönderir. Etiket tarafından gönderilen okuyucu antenine gelen sinyaller geri saçılım sinyalleri olarak adlandırılır. Okuyucu doğrultusunda geri saçılan sinyaller okuyucu tarafından şifresi çözülerek alınır.

2.3 Okuyucunun Tasarım ve Performansı

Okuyucu aynı zamanda alıcı-verici olduğundan alıcı ve verici kısımlarını

içermektedir. Verici sinyali osilatörde üretir, kuvvetlendirir, filtreler ve akord devresi yardımıyla antenden etiket doğrultusunda gönderir. Alıcı kısımda ise etiketin göndermiş olduğu bilgiler zarf dedektörü ile işlenir, filtrelerin ve kuvvetlendirilerek mikro kontrolöre veri tabanına gönderilmek üzere iletilir.

(1) ifadesine göre anten yarıçapı artırıldığında manyetik alan şiddeti de artmaktadır. Diğer taraftan NI da artırıldığında H da artacaktır. Manyetik alan şiddetinin artırılması için her iki durumda da sınırlamalar mevcuttur.

Anten yarıçapı büyütüldüğü zaman okuyucu portatif özelliğini kaybedecek ve maliyeti artacaktır.

NI değeri artırıldığında okuyucu anten endüktansı artacak, yüksek endüktans yükü de büyük oranda geriye yansıyan güce sebep olacaktır.

Sonuç olarak NI çarpanını mümkün olduğu kadar küçük tutup haberleşme için gerekli manyetik alan şiddeti seviyesini elde edecek sistem tasarlanmalıdır.

3. RFID FREKANS BANDLARI

Radyo frekans tanımlama sistemleri için spektrum kullanımı Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği (European Conference of Postal and Telecom-



Şekil 4. Çeşitli tip ve fonksiyonda RFID okuyucu antenleri

munications Administrations-CEPT) tarafından düzenlenmiş ve standartlar tanımlanmıştır. Spektrumun Türkiye'de kullanımı ise 06.03.2004 tarih 25394 sayılı Resmi gazetede yayınlanan "Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazlarının (KET) Kurma ve Kullanma Esasları" yönetmeliği uyarınca Telekomünikasyon Kurumu tarafından belirlenmiştir.[1]

RFID sistemleri kısa mesafe uygulamaları için Düşük Frekans (LF) 120-135kHz; akıllı kart ve etiket uygulamaları için Yüksek Frekans (HF) 13.56MHz; aktif düşük güçlü etiket uygulamaları için Ultra Yüksek Frekans (UHF) 433MHz ve tedarik zinciri uygulamaları için Ultra Yüksek Frekans (UHF) 860-960 MHz ve aktif etiketlerle daha büyük haberleşme mesafeleri ve daha yüksek hızlarda veri iletimi için Süper Yüksek Frekans

(SHF) 2450MHz frekans bandlarını kullanmaktadır.

Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği RFID haberleşmesi için Avrupa Standardı olarak Eylül 2004 de ETSI EN 302 208 standardının uygulanmasına karar vermiştir. ETSI EN 302 208 standardı 865-868 MHz frekans bandını kullanan 3 MHz band genişliğine sahip Söylemeden Dinle (LBT) protokolü ile 2W eşdeğer izotropik radyasyon güç seviyelerinde haberleşmeyi öngörmektedir.

Spektrumun Türkiye'de kullanımı ise 06.03.2004 tarih 25394 sayılı Resmi gazetede yayınlanan "Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazlarının (KET) Kurma ve Kullanma Esasları" yönetmeliği uyarınca

Belirli Hizmet İçin Kesin Olarak Tanımlanamayan Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazları

Madde 6- Sayısal veya analog her türlü ses ve veri iletimini sağlayan, öncelikle uzaktan kumanda, uzaktan ölçüm, alarm, oyuncak telsiz ve araçları ile video-kamera, eş zamanlı tercüme uygulamalarından oluşan bu cihazlar, Tablo.3'de belirtilen kriterlere uygun olmak kaydıyla kullanılır.

Radio Frekanslı Tanımlama Sistemleri

Madde 18- Fabrika, depo, antrepo ve büyük alışveriş merkezleri gibi kapalı lokal alanlarda ya da mülkiyeti kullanıcıya ait kampüs veya açık alanda frekans sinyalleri yoluyla, veri iletimi, dosyalama, depolama, yer belirleme, depo arşivleme, yakınlık sensörü, el cihazlarından data transferi, kablosuz etiket vb. işlemleri yapan ve sadece dahili kullanıma izin verilen sistemler, Tablo.4'de belirtilen kriterlere uygun olmak kaydıyla kullanılır.

Tablo 1. Dünya genelinde kullanılan RFID frekansları

Frekans Bandı	Uygulamalar
433.5 - 434.5 MHz	Avrupa'da ISM bandı kullanılmaktadır. Japonya ve Kore'de uygulanmak üzere ayrılmıştır.
865 - 868 MHz	ETSI 302-208 düzenlemeleri sonucunda tanımlanan spektrum
869.4 - 869.65 MHz	Avrupa'da RFID ve diğer uygulamaları için lisans gerektirmeyen bandda ayrılmış 250 kHz lik spektrumdur.
902 - 928 MHz	Kuzey Amerika'da yayılı spektrum haberleşmesi için ayrılmış lisans gerektirmeyen banddır..
918 - 926 MHz	ERP 1 Watta kadar müsaade edilen Avustralya standardıdır.
950 -956 MHz	Japonya'da RFID uygulamaları için ayrılmıştır.
2.4 GHz (mikrodalga)	Dünyanın birçok ülkesinde lisans gerektirmeden yayılı spektrum uygulamaları için tanımlanmış olan banddır. Bluetooth ve WLAN uygulamaları için de kullanılmaktadır. (IEEE 802.11b ve 802.11g)

Tablo 2. RFID ETSI Frekansları

	ETSI 300-220	ETSI 302-208
Frekans	869.4 – 869.65 MHz	865 – 868 MHz
Band Genişliği	0.25 MHz	3 MHz
Maksimum Güç	0.5 Watt e.r.p	2 Watt e.r.p
Kanal	1	15

Tablo 3. Tanımlanamayan Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazları Teknik Kriterleri

Frekans Bandı	Çıkış Gücü (Maksimum)	Anten Tipi	Açıklama
6765-6795 kHz	10 metrede 42 dB μ A/m	Tümleşik veya Dâhili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir
13.553- 13.567 MHz	10 metrede 42 dB μ A/m	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir
26.957-27.283 MHz	10 metrede 42 dB μ A/m veya 10 mWe.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir
40.660-40.700 MHz	10 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	--
433.050-434.790 MHz	10 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir. 433.050-434.790 MHz bandises sinyalleri hariç.
433.050-434.790 MHz	1 mW e.r.p 13dBm/10kHz	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir. 433.050-434.790 MHz bandı ses sinyalleri hariç.
434.040-434.790 MHz	10 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir. 433.050-434.790 MHz bandı ses sinyalleri hariç.
868.000-868.600 MHz	25 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	--
868.700-869.200 MHz	25 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	--
869.300-869.400MHz	10 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	--
869.400-869.650 MHz	500 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	Tüm frekans band yüksek hızdaki veri aktarımlarında tek kanal olarak kullanılabilir.
869.700-870.000 MHz	5 mW e.r.p	Tümleşik veya Dahili	
2400-2483.5 MHz	10 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir. Aynı zamanda (2.4-2.5 GHz) video-kamera uygulamaları için de ayrılmıştır
5725-5875 MHz	25 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir.
24.00-24.25 GHz	100 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir.
61.0-61.5 GHz	100 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir.
122-123 GHz	100 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir.
244-246 GHz	100 mW e.i.r.p	Tümleşik veya Dahili	Bu band Sanayi, Bilimsel ve Tıbbi uygulamalar (SBT) için de tahsislidir.

Tablo 4. Radyo Frekanslı Tanımlama Sistemleri Teknik Kriterleri

Frekans Bandı	Çıkış Gücü (e.r.p)	Anten Tipi
2446-2454 MHz	500mW	Tümleşik veya dahili

Olarak belirlenmiştir.

4. KARŞILAŞILAN PROBLEMLER, ÇÖZÜMLER VE SONUÇ

Radyo frekans tanımlama teknolojisi ile akıllı evler ve akıllı şehirler geliştirilmeye başlanmıştır. Mart 2004 de Kore hükümeti Seul'de akıllı ev müzesi açmıştır. Bu müzede; evde yiyecekleri sipariş veren buzdolabı ağı, kablosuz güvenlik sistemleri, gün ışığına göre aydınlatmanın otomatik olarak yanıp söndüğü aydınlatma sistemleri, akıllı çamaşır makinaları (çamaşırın üzerinde yer alan RFID etiketlere göre çamaşırını yıkayan) ve yaşlıların/fiziksel engelli kişilerin evde tek başlarına yaşayabilmelerini sağlayan RFID etiketleri ile yaşam sergilenmektedir. Evde yaşayan yaşlı ve fiziksel engelli kişilerin üzerlerinde yer alan RFID etiketler yardımıyla hasta kişilerin ilaçlarını alıp almadıkları, tansiyon ve nabız bilgileri, evdeki konum bilgileri (banyoda, odada veya bahçede) ve sağlık durumu bilgileri kontrol edilmektedir.

Evler akıllı evlere doğru geliştikçe insanlarda daha akıllı olmaya doğru donanımsal olarak gelişim göstermektedir. Washington Üniversitesi ve Intel işbirliği sonucunda geliştirilen

akıllı saat sayesinde evden/ kamusal alandan ayrılırken yanımıza almamız gerekenleri (anahtar, para cüzdanı, gözlük, cep telefonu vb.) hatırlatmaktadır.

Kısaca radyo frekans tanımlama sistemleri mağazalardaki ürün uygulamalarından çıkıp hızla sosyal yaşantımıza girmekte ve yaşamımızın tüm kesimlerinde yer almaktadır.

Radyo frekans tanımla sistemlerinin diğer kimlik tanımlama sistemlerine göre karşılaştırılması Tablo.5'de verilmektedir.

Günlük hayatta uygulama yeri ve fonksiyonları açısından RFID etiketleri barkodlara göre pahalı olabilmektedir. RFID sistemlerinin mevcut envanter sistemlerine entegrasyonu yatırım maliyeti gerektirmektedir. (Okuyucu, uygun yazılım, uygun veri tabanı) Metal, sıvı içeren kaplar, dielektrik özellik gösteren malzemeler üzerine monte edilen RFID etiketlerinin interferans etkileri nedeniyle okunamaması radyo frekans tanımlama sistemlerinin dezavantajı olarak gözükmektedir.

Değişik ülke ve bölgelerde çalışan RFID sistemlerinin çalışma frekansları ve çıkış güçleri açısından birlikte çalışılabilirlik özelliği taşımaması şimdilik

sorun olarak yer alsın bile sistemler arası uyum çalışmaları devam etmektedir. Özellikle pasif etiketlerin okuma mesafelerinin kısa olması radyo frekans tanımlama sistemleri için dezavantaj oluşturmaktadır. Aynı anda birden çok RFID etiketinin okunabilmesi için çarpışma önleyici algoritmaların ve şifreli okuma yazma algoritmalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

[1] "Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazlarının (KET) Kurma ve Kullanma Esasları" yönetmeliği 06.03.2004 tarih 25394 sayılı Resmi gazete

[2] Klaus Finkenzeller "RFID Handbook" John Wiley&Sons ISBN 0-470-84402-7

Second Edition september 2004.

[3] John D. Kraus, Ronald J. Marhefka "Antenna for All Applications" McGraw Hill, ISBN 0-07-232103-2

Third Edition, 2002,

[4]: "The Case of Radio Frequency Identification" International Telecommunication Union Workshop on Ubiquitous Network Societies, Document UNS/04 April 2005.

Tablo.5 Sistemlerin Karşılaştırılması

Sistem Parametreleri	Barkod	Optik Karakter Tanıma	Ses Tanıma	Biometrik Uygulamalar	Akıllı Kart	RFID Sistemleri
Veri depolama (bytes)	1-100	1-100	-	-	16-64k	8M
Veri yoğunluğu	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek
Cihaz tarafından okunabilirlik	İyi	İyi	Pahalı	Pahalı	İyi	İyi
İnsan gözüyle okunabilirlik	Sınırlı	Basit	-	Zor	İmkânsız	İmkânsız
Kir/Rutubet etkisi	Çok Yüksek	Çok Yüksek	-	-	Mümkün	Etkisiz
Kılıf Etkisi	Haberleşme yetersizliği	Haberleşme yetersizliği	-	Haberleşme mümkün	-	Etkisiz
Yön ve pozisyon etkisi	Düşük	Düşük	-	-	Tek Yönlü	Etkisiz
Kılıf Zayıflatması	Sınırlı	Sınırlı	-	-	Kontaklar	Etkisiz
Yetkilendirilmemiş Kopyalama/Düzenleme	Önemsiz	Önemsiz	Mümkün (ses kasetleri)	İmkânsız	İmkânsız	İmkânsız
Okuma Hızı	Düşük	Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Düşük	Çok Hızlı
Alıcı verici arasındaki maksimum uzaklık	0-50cm	< 1cm tarayıcı	0-50cm	Doğrudan temas	Doğrudan temas	0-5m Milrodalga