

## **OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE RADYO FREKANSLI TANIMA (RFID) SİSTEMLERİNİN KULLANIMI**

**Alp ÜSTÜNDAĞ, Başar Öztayşı**

**İstanbul Teknik Üniversitesi  
Endüstri Mühendisliği Bölümü**

### **ÖZET:**

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), etrafında anten sarıllı olan bir mikroçip (etiket) ve bir okuyucudan oluşan otomatik tanıma sistemidir (Auto-ID). Veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. RFID etiketleri, yüksek miktarda bilgi depolayabilmekte, toplu halde hatasız ve hızlı bir şekilde okunup yazılabilmektedir. Farklı çevresel koşullar içinde kullanılabilen ve okuyucular sayesinde veri iletişimini uzak mesafelerden sağlayabilmektedir. RFID sistemlerinin, mobil ve kablosuz iletişim teknolojileri içindeki önemi giderek artmakta, farklı kullanım alanları ile çok sayıda sektörü etkileyeceği bilinmektedir. Otomotiv sektöründe RFID teknolojisinin kullanımı üç farklı alanda incelenebilir: parça izleme, sabit varlıkların yönetimi ve araçla ilgili uygulamalar. Bu çalışmada otomotive sektöründe yer alan potansiyel kullanım alanları belirlenecek, mevcut uygulamalardan örnekler verilecektir. Bir otobüs fabrikasında yer alan küçük parça ambarı için RFID sistemi önerilecektir. Otomotiv sektöründe RFID uygulamalarına geçişte etken faktörler ve uygulama sırasında yaşanabilecek sorunlar incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), otomotiv sektörü, sabit varlık yönetimi, parça izleme

## 1. GİRİŞ

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemleri'nin (RFID) mobil ve kablosuz iletişim teknolojileri içindeki önemi giderek artmakta, farklı kullanım alanları ile çok sayıda sektörü etkileyeceği bilinmektedir. RFID, radyo dalgalarını kullanarak ürün ve malzemelerin tanınmasını sağlayan bir otomatik tanıma sistemidir.

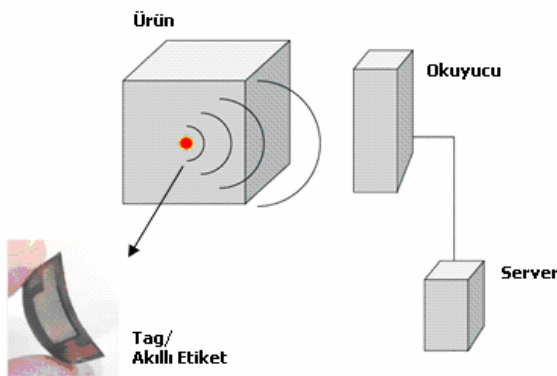
RFID etiketleri, yüksek miktarda bilgi depolayabilmekte, toplu halde hatasız ve hızlı bir şekilde okunup yazılabilmekte, farklı çevresel koşullar içinde kullanılabilen ve okuyucular sayesinde veri iletişimini uzak mesafelerden sağlayabilmektedir. Bu özellikler RFID teknolojisinin, diğer otomatik tanıma sistemlerinden biri olan Barkod teknolojisine olan üstünlükleri olarak gösterilebilir. RFID teknolojisi ile ilgili veri iletişim / saklama standartlarının gelişmesi ve yarı iletken teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı maliyet düşüşü ile birlikte bu teknolojinin hızla yaygınlaşması beklenmektedir.

RFID pazarındaki gelişmeler, uygulama alanındaki hareketliliğin giderek arttığını göstermektedir. IDTechEx şirketi tarafından yayımlanan araştırma raporunda, 2006 yılına kadar 2,4 milyar adet RFID etiketinin satıldığı ve bu satışların 600 milyon adedinin sadece 2005 yılında gerçekleştiği bildirilmektedir. 2006 yılında 2,71 milyar USD olan bu pazarın, 2016 yılında 26,23 milyar USD olacağı beklenmektedir. Venture Development Şirketi'nin yayımladığı raporda RFID pazarının otomotiv sektörü içindeki payı 2005'de toplam 312 milyon dolara ulaşmıştır. Yıllık % 20 büyüme tahmini ile 2010 yılında RFID pazarının otomotiv sektöründe 765 milyon doların üzerine çıkması beklenmektedir. Ayrıca RFID donanımlarının bu pazarın % 56'sını oluşturduğu tahmin edilmektedir.

Otomotiv sektöründe RFID teknolojisinin kullanımı üç farklı alanda incelenebilir: parça izleme, sabit varlıkların yönetimi ve araçla ilgili uygulamalar. Bu çalışmada otomotive sektöründe yer alan potansiyel kullanım alanları belirlenecek, mevcut uygulamalardan örnekler verilecektir. Otomotiv sektöründe RFID uygulamalarına geçişte etken faktörler, uygulama sırasında yaşanabilecek sorunlar incelenecek, bir otobüs fabrikası küçük parça ambarı için RFID sistemi önerilecektir.

## 2. RFID TEKNOLOJİSİ

Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID), etrafında anten sarılı olan bir mikroçip ve bir okuyucudan oluşan otomatik tanıma sistemidir (Auto-ID). Veri ve enerji transferi, mikroçip ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve mikroçipteki devreleri harekete geçirmektedir. Mikroçip dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürmektedir. (Şekil 1)



Şekil 1: RFID Sistemi

### 3. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE DEĞER ZİNCİRİ VE RFID

Otomotiv sektöründe değer zinciri, parça tedarikçisi, lojistik servis sağlayıcı, üretici, bayi ve servis istasyonlarından oluşur. Tedarikçi, otomotiv montajında kullanılan hammadde veya parça üretimini gerçekleştirir. Lojistik servis sağlayıcı, otomotiv değer zinciri üzerinde taşıma ve depolama hizmeti verir. Üretici, müşterinin satın aldığı aracın üretiminden sorumludur. Bayi, araç, yedek parça ve aksesuar satış işlerini gerçekleştirir. Servis istasyonları da tamir ve bakım işlemlerinden sorumludur.



Şekil 2: Otomotiv Değer Zinciri

RFID sistemi, tedarik zincirinin tüm halkasında uygulandığı zaman gerçek anlamda fayda sağlamaktadır. Verilerin zincir üzerindeki paylaşımı belirlenmiş standartlar dahilinde gerçekleştirilir. Üretilen her parçanın etiketlenmesi tedarik sürecinde tam görünürlüğün sağlanmasında ideal durum olarak gösterilebilir. Parça tedarikçisi etiketleme işlemini uygulamaya koyarken, üretim süreçlerini değiştirmekte ve etiket maliyetine katlanmaktadır. Depo yönetiminde iyileşme sağlarken, dağıtımı hızlandırmaktadır. Bu senaryoda etiketleme maliyeti parça tedarikçisi açısından yük oluştururken, en fazla getiriye üretici sağlamaktadır. Parçalar etiketlenmiş ve hazır olarak geldiği için tek üstlenilen maliyet okuyucu altyapısının kurulması ve mevcut IT altyapısına entegre edilmesidir. RFID sistemi stok yönetimi, hırsızlık kontrolü, orijinal parçanın doğrulanması, üretim ve geri dönüşüm gibi konularda çok sayıda fayda sağlanmaktadır. Tedarik zinciri üzerindeki maliyet ve faydalar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

	<b>Parça Tedarikçisi</b>	<b>Üretici</b>	<b>Bayi / Servis</b>
<b>MALİYET</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Etiketleme</li><li>- Üretim sürecindeki değişiklikler</li><li>- Okuyucu altyapısı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Okuyucu altyapısı</li><li>- Mevcut IT sürecine entegrasyon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Okuyucu altyapısı</li></ul>
<b>FAYDA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dağıtım</li><li>- Hırsızlık Kontrolü</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Stok yönetimi</li><li>- Hırsızlık kontrolü</li><li>- Orijinal parça doğrulama</li><li>- Montaj</li><li>- Dağıtım</li><li>- Geri çağrı için destek</li><li>- Geri dönüşüm</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dağıtım</li><li>- Bakım</li><li>- Hırsızlık kontrolü</li><li>- Orijinal parça doğrulama</li></ul>

Tablo 1: Otomotiv Değer Zinciri Maliyet/Fayda

RFID sistem uygulamalarında maliyetin zincir üzerindeki paylaşımı önem arz etmektedir. En çok fayda sağlayan zincir üyesinin, üretici olması dolayısı ile sistemin entegrasyonu için de tedarikçiye finansal destek sağlaması uygun gözükmetedir.

Otomotiv değer zinciri üzerindeki RFID uygulamalarını üç farklı grupta inceleyebiliriz: Parça izleme, sabit varlık yönetimi ve araçla ilgili uygulamalar.

Parça izleme, tedarik zincirine stok yönetimi, orijinal parça doğrulama, hırsızlık kontrolü, montaj, bakım, ürün geri çağırma, geri dönüşüm gibi satış sonrası hizmetler açısından faydalar getirir. Bu süreçte RFID etiketleri yeniden kullanılabilir değildir ve açık çevrim söz konusudur. Bu nedenle tedarik zincirinin her halkasında standartlaştırılmış RFID altyapısı gerektirir. Sabit varlıkların yönetiminde firma içinde yer alan kaynakların yönetimi söz konusudur ve bu nedenle kapalı çevrimden

bahsedilebilir. Konteynır ve araç/ gereç gibi firma kaynaklarının yönetimi bu kapsamda düşünölmelidir. Araç tanıma, giriş kontrol, lastik basınç izleme araçla ilgili uygulamalar sınıfında sayılmaktadır.

<b>Parça izleme</b>	<b>Sabit varlık yönetimi</b>	<b>Araç ile ilgili uygulamalar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Stok Yönetimi</li><li>- Orijinal parça doğrulama</li><li>- Hırsızlık Kontrol</li><li>- Montaj</li><li>- Bakım</li><li>- Ürün Geri Çağırma</li><li>- Geri Dönüşüm</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Konteynır Yönetimi</li><li>- Araç/gereç Yönetimi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Araç Tanıma</li><li>- Giriş Kontrol</li><li>- Lastik Basınç İzleme</li></ul>

Tablo 2: Otomotiv Değer Zinciri RFID kullanımı

A.T Kearney'nin yaptığı araştırmaya göre etkin çalışmayan tedarik zincirinde operasyon maliyetleri %25 artmaktadır. Malzeme ve bilgi akışı arasındaki farklılık kamçı etkisini arttırmaktadır. Etkin olmayan zincirde fazla üretim gerçekleşir, stokta bulunmama durumu oluşur ve güvenlik stokları artar.

Parça izlemede iki değişik yöntem kullanılabilir. İlk yöntemde her parça için bir etiket kullanılır. Bu parçalar araç kimlik (ID) numarası ile ilişkilendirilir. İkinci yöntemde etiket, parçaların taşındığı palet ya da konteynırlarda kullanılır. Bu yöntemde birden fazla parça, konteynır ya da paket üzerindeki etiketler ile izlenir. Özellikle yeniden kullanılabilir taşıma sistemlerinde parça izleme daha düşük maliyet ile sağlanabilir. Stok yönetimi açısından malzemelerin depolara giriş ve çıkışları, montaj istasyonları arasındaki geçişleri izlenebilir. Bu sistemin faydalarını şu şekilde özetleyebiliriz: Daha düşük güvenlik stokları, malzeme akışının daha hızlı ve doğru bir şekilde sağlanması, yüksek maliyetli acil siparişlerin azalması, malzeme giriş çıkışlarında

otomasyon sağlanması. Parçaların RFID etiketleri ile izlenmesi, parçaların gerçeklik kontrolünü sağlamakta, sahteciliği engellemekte, hırsızlık kontrolü gerçekleştirmektedir. Fire oranı da azalmaktadır.

Montaj otomasyonu için üç farklı senaryodan bahsedilebilir: a) Tam Otomatik Montaj: Tüm parçaların üzerinde etiket bulunur. RFID sistemi üretim süreçlerinin tam otomasyonunu sağlar. Makineler her parçayı tanır ve montaj en doğru şekilde gerçekleşir. Faydalarını da şu şekilde sıralayabiliriz: Entegre toplam kalite kontrol, sürecin gerçek zamanlı izlenmesi ile en doğru çıktı planlamasının yapılması, üretim süreçlerinde sürekli gelişimin sağlanması, makinelerin daha esnek bir şekilde kullanımının sağlanması, insan gücünden kaynaklanan hataların ve manüel işlerin ortadan kaldırılması. b) Siparişe göre üretim: Özel bazı parçaların etiketlenmesi ile müşteriye yönelik siparişlerin daha doğru hazırlanması sağlanır. Konfigürasyon hatalarının ortadan kaldırılması ve otomatik kalite kontrolü ile daha hızlı montaj yapılması bu senaryonun faydaları arasında sayılabilir. c) Süreç içi izleme: Montaj hattında ürün durumunun gerçek zamanlı olarak izlenmesi ile planlama faaliyetlerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır. Bu senaryoda faydalar şu şekilde sıralanabilir: Çıktı planlamasının daha iyi yapılması, montaj istasyonlarında kapasite kullanımının iyileştirilmesi ve çevrim sürelerinin düşürülmesi, üretim sürecinin bazı adımlarında kalite kontrolünün iyileştirilmesi.

Satış sonrası hizmetler kapsamında parçaların tarihçesinin bilinmesi ile araç bakım kararlarının daha iyi verilmesi sağlanmaktadır. Etiketlenen her parça demontaja gerek kalmadan sistem içinde görüntülenebilmektedir. Gerçekleştirilen bakım/tamirat işlemleri otomatik olarak kayıt altına alınmakta, bakım sürecinde yapılan hatalar ortadan kaldırılmakta, önleyici bakım sağlanmakta ve yedek parçalar üzerinde ürün bilgileri tutulmaktadır. Etiketlenmiş parçaların araç kimlik (ID) numarası ile ilişkilendirilmesi hata durumlarında geri çağrılacak ürünlerin kolayca belirlenmesini

sağlamaktadır. Geri dönüşüm için demonte edilecek araçlarda parçaların doğru tasnif edilmesi ve parça değerinin belirlenmesi sağlanmaktadır.

Sabit varlıkların yönetimi kapsamında kapalı çevrim içinde konteynır, palet ya da diğer taşıyıcı birimlerin etkin bir şekilde izlenmesi gerçekleştirilir. Bu süreç dahilinde kazanımları şu şekilde sıralayabiliriz: Konteynırlarda rota hatalarının azalması, kargo terminallerinde konteynırların daha hızlı elleçlenmesi, kaynakların daha etkin kullanımı, konteynırların yeniden kullanıma daha hızlı hazırlanması, gönderim yerinin etikette saklanabilmesi, barkod etiketlere göre dayanıklılığının daha yüksek olması. Üretimde kullanılan araç ve gereç kullanımlarının izlenmesi ayrıca yanlış yerlerdeki araç/gereçlerin belirlenmesi ve eksikliklerin kontrol edilmesini sağlamaktadır.

Araçla ilgili uygulamalar kapsamında araç yeri belirleme, otomatik geçiş ve lastik basınç izleme gibi işlemler sayılabilir. Araçta bulunan RFID etiketi ile aracın saha içindeki yeri belirlenmekte, hırsızlık kontrolü sağlanmakta ve geçişlerde otomatik ödeme (köprü, otopark) yapılabilmektedir. Anahtarda bulunan RFID etiket ile güvenlik kontrolü sağlanmaktadır. Her lastik için verilen ayrı kimlik (ID) numarası ile lastik basınç değerleri izlenmektedir.

#### **4. BİR OTOBÜS FABRİKASI KÜÇÜK PARÇA AMBARI İÇİN RFID SİSTEMİ ÖNERİSİ**

Bu çalışmada bir otobüs fabrikasının küçük parça ambarındaki (iki kutulu) malzemelerin imalat alanına sevkiyatı süreci için RFID sistemi önerilmiştir. İmalat içindeki farklı istasyonlarda küçük parçalar için iki kutu içinde stoklama yapılmaktadır. Kutulardan biri boşaldığında imalat sorumlusu, kutu içine kanban kartı yerleştirmektedir. İmalat alanında dolaşan depo sorumluları bu kartları toplayarak, imalat için gerekli küçük parça talebini karşılamaktadır. Süreç dahilinde dört tip küçük parça kutusu bulunmaktadır. Küçük parça kullanan 25 adet imalat istasyonu



bulunmaktadır. Küçük parça ambarında malzemelerin yeri sürekli değişmekle birlikte, sadece farklı taşıma kutusu tipleri için yerler sabittir. Dolaşımdaki toplam taşıma kutusu sayısı 10.000 adettir. Kanban kartları imalat raflarındaki kutulardan günde on defa toplanmaktadır. Mevcut sürecin adımları şu şekilde sıralanabilir:

- Biten malzeme için kanban kartının imalat personeli tarafından kutuya yerleştirilmesi
- Kartların depo personeli tarafından imalat alanında bulunan raflardaki kutulardan toplanması
- Kartların malzeme talebinin yapıldığı odaya götürülmesi
- Eski kartların lazer okuyucuda okutularak malzeme talebinin yapılması
- Yeni kartların yazıcılardan bastırılması
- Yeni kartların lazer okuyucuda okutularak talebin stoklardan düşürülmesi
- Yeni kartların depolama alanına götürülerek, depoda bulunan yerlerine göre sıralanması
- Malzemelerin ambardan çıkarılması ve bekleme alanına götürülmesi
- Malzemelerin dağıtım yerlerine göre sıralanması
- Malzemelerin taşıma aracı ile imalata sevkiyatının gerçekleştirilmesi

Önerilen yeni süreçte her kutuda sökülüp takılabilir RFID etiketi bulunmaktadır. Bu etiketlerin okunma ve yazılma özelliği bulunmaktadır. Raflardaki okuyucular talep emrini depo birimine iletmektedir. Talep listesi hazırlanmakta, ambar çıkışında malzemeler büyük bir elektronik kapıdan geçirilmektedir. Talep miktarı ambar stok kayıtlarından düşürülmektedir. Yeni sürecin adımları şu şekilde sıralanabilir:

- İmalat personelinin biten malzeme için RFID etiketini rafa yerleştirilmesi
- Etiketlin raflardaki okuyucudan okunması
- Günlük belirli bir periyotta malzeme talep listesinin oluşturulması (otomatik)
- Malzemenin talep listesine göre ambardan toplanması

- Taşıma kabının üzerindeki etiketlerin yazdırılması
- Malzemenin elektronik kapıdan geçirilerek bekleme alanına götürülmesi
- Malzemenin dağıtım yerlerine göre sıralanması
- Malzemenin taşıma aracı ile imalata sevkiyatının gerçekleştirilmesi

Yeni süreçte manüel kart okuma işlemleri ve insan hatası olasılığı ortadan kaldırılmakta, malzeme talebi gerçek zamanlı olarak oluşturulmaktadır. Süreç daha az personel ile daha kısa zamanda gerçekleştirilmektedir. Malzemenin toplanması ve ambar alanından çıkarılması ile birlikte stoklar gerçek zamanlı olarak kayıtlardan düşürülmektedir. Sürecin toplam süresi (günlük adam x saat), hata oranı, toplam kat edilen mesafe, personel sayısı, talebin ortalama karşılama süresi ve maliyet yeni sürecin mevcut süreç ile karşılaştırılmasında kullanılacak göstergelerdir.

## 5. SONUÇ

RFID teknolojisinin otomotiv sektöründe tedarik zinciri açısından çok büyük yararları bulunmaktadır. Bunlar zincirin daha sıkı izlenmesi ve yönetilmesi, stok yönetiminin daha az çalışan ile sağlanması, düşük işçilik maliyetleri, müşteri hizmetlerinde gelişim sağlanması, fire oranlarında azalma, müşterilerin daha iyi hedeflenmesi ve müşteri davranışının daha iyi modellenmesi olarak sıralanabilir. RFID ile desteklenen tedarik zinciri uygulamalarında zincirde etkinlik, doğruluk ve güvenlik sağlanabilmektedir. Gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisi üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeciler tarafından zincirin her aşamasında paylaşılmaktadır.

RFID teknolojisinin gerçek faydaları, firma bazındaki kapalı çevrimlerden ziyade zincir üzerindeki geniş katılımlı kullanım ile sağlanmaktadır. RFID uygulamalarının başarıya ulaşması için, bazı sorunların öncelikli olarak ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunlardan ilki endüstriyel standartların ortaya koyulmasıdır. RFID

etiketlerinin okunma performansı metal objelerin bulunduğu ortamlarda azalmaktadır. Bununla ilgili çalışmalar devam etmekle birlikte, metal etkisini ortadan kaldıran pasif etiket tasarımları ve aktif sistemler dahilinde oluşturulan çözümler pahalılığını korumaktadır. RFID teknolojisinin entegrasyonunda standart ara yazılım eksikliği ve pratik tecrübe açısından gerçek uygulama sayısının azlığı da sorunlar arasında gösterilebilir. RFID sistemlerinin oluşturduğu faydalar, zincirin her halkasına eşit şekilde dağılmamakla birlikte, uygulamanın getirdiği finansal yükün zincirin üyeleri arasında nasıl paylaşılacağı da belirsizlik taşımaktadır. RFID teknolojisindeki pozitif gelişmeler tüm bu sorunlara rağmen, tedarik zinciri süreçlerini değiştirecek; tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeci bir araya gelerek ortak stratejik yatırım kararları alacaktır.

Bu çalışmada RFID teknolojisinin otomotiv sektöründeki potansiyel kullanım alanları belirlenmiş, uygulama için aşılması gereken sorunlar ortaya koyulmuştur. Bir otobüs fabrikasında yer alan küçük parça ambarı için RFID sistemi önerisi yapılmıştır. Gelecek çalışmada önerilen sistemin fayda ve maliyeti belirlenen performans ölçütleri açısından sayısallaştırılacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

Chow, K.H., Choy, K.L., Lee W.B., Lau, K.C. (2005), Design of a case based resource management system for warehouse operations, Expert Systems with Applications in press

Kärkkäinen, M., (2003) Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging, International Journal of Retail & Distribution Management , 31 , 529-536.

Lionel, M.N., Yunhao, L., Lau, Y.C., Abhishek, P.P., (2004) LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID, *Wireless Networks*, 10, 701-710.

McFarlane, D., Sarma, S., Chirn, J.L., Wong, C.Y., Ashton, K., (2003), Auto-ID systems and intelligent manufacturing control, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16, 365-376.

Ngai, S.M.T., Cheng, T.C.E, Au, S., Lai, (2005), K., Mobile commerce integrated with RFID technology in a container depot, *Decision Support Systems* in press

Sheffi, Y. (2004) RFID and the innovation cycle, *The International Journal of Logistics Management*, 15, 10

Strassner, M., Fleish, E. (2003), The Promise of Auto-ID in Automotive Industry, M-LAB whitepaper, MLB –AUTOID-BC-001.

Ustundag, A. (2005) RFID Technology: A Paradigm Shift in Business Processes, 35th International Conference on Computers and Industrial Engineering Conference, 35, 2065-2070.

Ustundag A., Tanyas M., (2006), Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Yatırımlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Çalışma, YAEM 26. Ulusal Kongresi, 26, 186-189.

Wu, N.C., Nystrom, M.A., Lin, T.R., Yu, H.C., (2005), Challenges to global RFID adoption, *Technovation*, in press