

# **RFID ve Tedarik Zinciri**

*Dr. Alp ÜSTÜNDAĞ*

# İçindekiler



- Giriş
- RFID Sistem Tanım
- RFID Tarihçe
- RFID Sistem Komponentleri
- RFID Standartlar
- RFID Güvenlik ve Gizlilik
- RFID Uygulaması Proje Aşamaları
- RFID Pazar Durumu
- Tedarik Zinciri ve RFID

- Etkin bir tedarik zinciri yönetiminde; doğru, tam ve gerçek zamanlı bilgi
- Auto-ID sistemlerinin rolü
- Barkod teknolojisinin yetersizlikleri
  - Karmaşık süreçler içinde izleme ve kayıt işlemlerinin zorluğu
  - İşçilik maliyetlerinin yüksekliği,
  - Zaman kayıpları
  - Etiket içinde saklanabilen veri kapasitesinin yetersizliği

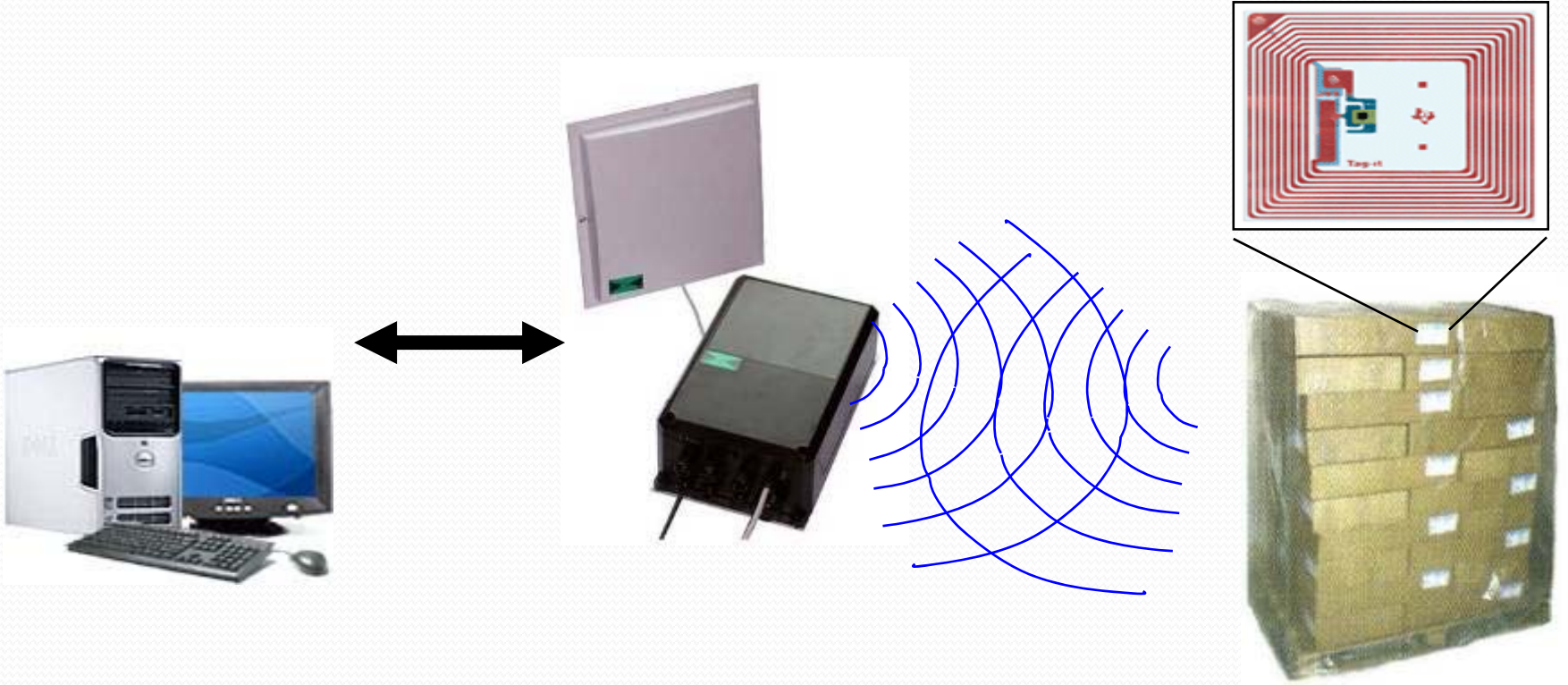
- Ucuzlayan RFID teknolojisi, Barkod teknolojisinin yetersizliklerini ortadan kaldırarak, iş süreçlerinin yeniden ele alınmasını sağlayacaktır.

- RFID teknolojisi, tedarik zincirinde süreç verimliliğini, doğruluk, güvenlik ve görünürlük seviyelerini arttırmaktadır.
  - Zincirin daha sıkı izlenmesi ve yönetilmesi
  - Stok yönetiminin daha az çalışan ile yürütülmesi
  - İşçilik maliyetlerinin ve fire oranlarının azaltılması
  - Müşteri hizmet kalitesinin arttırılması
  - Müşteri davranışlarının daha iyi izlenmesi
  - Gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisinin üretici, dağıtıcı ve perakendeci tarafından zincirin her aşamasında paylaşılması

- Belirli bir ürün ya da malzemeye atanmış tekil kimlik bilgisi
- Ürün ya da malzeme üzerine iliştirilmiş, veri depolama kapasitesine sahip ve elektronik olarak çevresi ile iletişim kurabilen bir kimlik etiketi

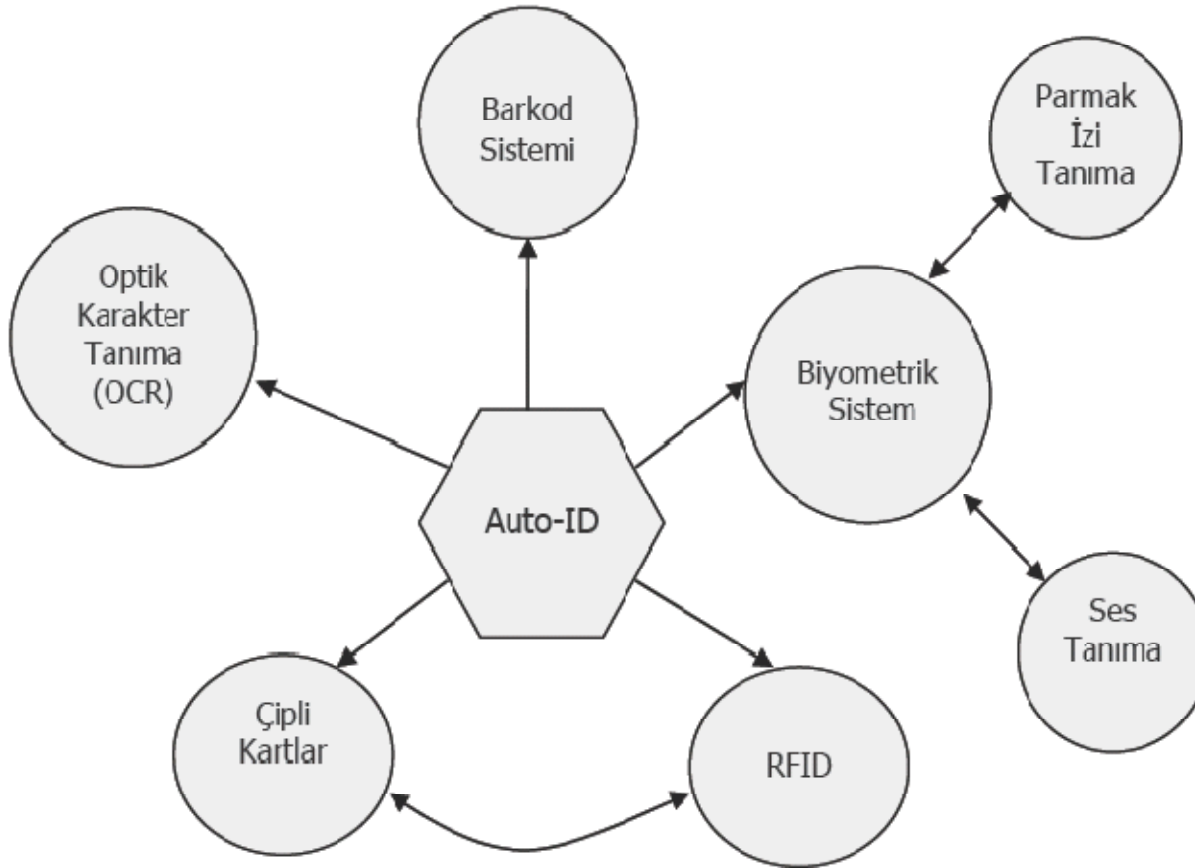
- Çok sayıda etiketten gelen sinyali yüksek bir hızda okuma ve doğru bir şekilde işleme yeteneğine sahip, RFID okuyucuları ve veri işleme sistemlerinden oluşan ağ yapısı
- Çok sayıda ürün bilgisini depolama yeteneğine sahip, ağ içinde yer alan bir veya birden fazla veritabanı.

# RFID Sistem Tanım





# RFID Sistem Tanım



# RFID Sistem Tanıtım



RFID Sistemi	Barkod Sistemi
Etiket ve okuyucu arasındaki veri değişimi hatasız olarak gerçekleşmektedir.	İlk okuma sırasında hata olasılığı her zaman vardır.
Etiketler içindeki tutulan bilgi değiştirilebilmektedir.	Bilgiyi değiştirmek için etiketi değiştirmek gerekmektedir.
Depolanan bilgi miktarı yüksektir.	Depolanan bilgi çok daha sınırlıdır.
Etiket içindeki bilgilerin okunabilmesi için, etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olması gerekmektedir.	Etiket üzerindeki kodların lazer okuyucu tarafından okunabilmesi için, etiket kesinlikle okuyucunun görüş alanı içinde yer almalıdır.
Kirli ve nemli ortamlar içinde etkilenmemektedir.	Kirlenme ve yıpranma çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.
Etiketler toplu şekilde okunabilmektedir.	Etiketlerin tek tek okunması gerekmektedir.
Etiketlerin okunma hızı ve uzaklığı yüksektir.	Etiketlerin okunma hızı ve uzaklığı düşüktür.
Etiketlerin kopyalanması ve içeriğinin gözle okunabilmesi zordur.	Kolaylıkla kopyalanıp değiştirilebilmektedir.
Etiket okuma işi otomatik bir şekilde gerçekleşmekte ve personel maliyeti oluşmamaktadır.	Etiket okuma işi manuel bir şekilde gerçekleşmekte ve personel maliyeti oluşmaktadır.

# RFID Tarihçe



- 1880'lerde elektromanyetik dalga teorisinde gelişmeler sağlanıyor.
- 1897 Marconi tarafından radyo icat ediliyor.
- 1922 radar teknolojisi geliştiriliyor.
- 1937 yılında NFL (Amerikan Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı) IFF (Identification of Friend or Foe) teknolojisini geliştiriyor. Düşman uçakların havada tespit edilmesi sağlanıyor.
- 1950 başlarında RFID teknolojisi araştırma laboratuvarlarında kullanılıyor.

# RFID Tarihçe



- 1950 sonlarında IFF hava trafik kontrol sistemlerinin temelini oluşturuyor.
- 1958'de Jack Kilby entegre devre sistemlerini Texas Instruments laboratuvarlarında geliştiriyor.
- 1970 başlarında Sensormatic ve Checkpoint firmaları EAS sistemini geliştirerek ürünlerin hırsızlık ve çalıntıya karşı kontrol edilmesini sağlıyor. İlk defa ticarileşme bu yıllara rastlamaktadır.

# RFID Tarihçe



- 1970'lerde hayvan izleme, araç izleme ve fabrika otomasyonunda ilk uygulamalar başlıyor.
- 1980'lerde uygulamalar tam anlamı ile yaygınlaşıyor. İtalya, İspanya, Fransa, Portekiz, Norveç'de köprülerde elektronik ödeme sistemleri (OGS) kuruluyor.
- Kapı giriş kontrollerinde kısa mesafe okuma sistemleri kullanılıyor.
- 1990 Amerikan Demiryolları vagon izlemede RFID teknolojisini kullanıyor.

# RFID Tarihçe



- 1991 Texas Instruments TI-RFID adı altında şirket kurarak ilk etiket ve okuyucularını piyasaya sürüyor.
- Tedarik zincirinde kullanılmak üzere ilk UHF frekansını kullanan sistemler piyasaya çıkıyor.
- 2000'lerde Wal-Mart tedarikçilerinin bir kısmını RFID sistemlerine entegre etmek için karar çıkartıyor.
- 2003'de Amerikan Ordusu Irak Savaşında RFID sistemlerini kullanıyor.
- 2003 MIT Auto-ID Labs EPCGlobal'a dönüşerek RFID standartlarını oluşturmaya başlıyor.

# RFID Sistem Komponentleri - Etiket



# RFID Sistem Komponentleri - Etiket



- RFID etiketleri kullanılan enerji açısından aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır:
  - Pasif etiketlerin kendi sahip oldukları bir enerji kaynağı yoktur. Okuyucunun oluşturduğu elektromanyetik alan içinde etiketler aktive olur.
  - Aktif etiketlerde ise bir destek pil bulunmaktadır. Bu sayede etiket kendi enerjisini kendi üretir. Aktif etiketler daha pahalı olmakla birlikte yüksek okunma uzaklığına sahiptir.



# RFID Sistem Komponentleri - Etiket



- RFID sistemleri frekans değeri yükseldikçe etiket in okunma uzaklığı da yükselir.
  - Düşük Frekans (LF, 30 kHz-300 kHz)
  - Yüksek Frekans veya Radyo Frekansı (HF,RF 3 MHz-30MHz)
  - Ultra Yüksek Frekans (UHF, 300 MHz – 3 GHz) veya Mikrodalga (>3 GHz)

# RFID Sistem Komponentleri - Okuyucu

Hem etiket içindeki veriyi okuyabilir, hem de etiket üzerine veri yazabilir, bununla birlikte bir veya birden fazla frekans aralığını destekleyebilir.



# RFID Sistem Komponentleri -Anten

Anten, okuyucunun ürettiği radyo sinyallerini yayar. Uygulamaya özel olarak kapı geçiş sistemi ya da tünel şeklinde tasarlanabilir, depo kapısına veya forklift üzerine monte edilebilir.



# RFID Sistem Komponentleri - Yazıcı

RFID chip'in programlanması ve doğrulanması ile beraber etiket üzerine görsel baskı (barkod vb.) yapma imkanını da sağlar.



# RFID Sistem Komponentleri -Yazılım



- RFID Sistem Yazılımı (okuyucu – etiket)
  - Okunma / Yazılma
  - Anti – Collision
  - Hata Belirleme / Bulma
  - Güvenlik / Doğrulama
- RFID Arakatman Yazılım (okuyucu –uygulama yazılımı)
  - Okuyucu durum izleme
  - Veri yönetimi (toplama, işleme, filtrasyon , birleştirme, normalizasyon)
- Uygulama Yazılımı
  - Depo / Stok yönetimi gibi uygulamalar

# RFID Standartlar



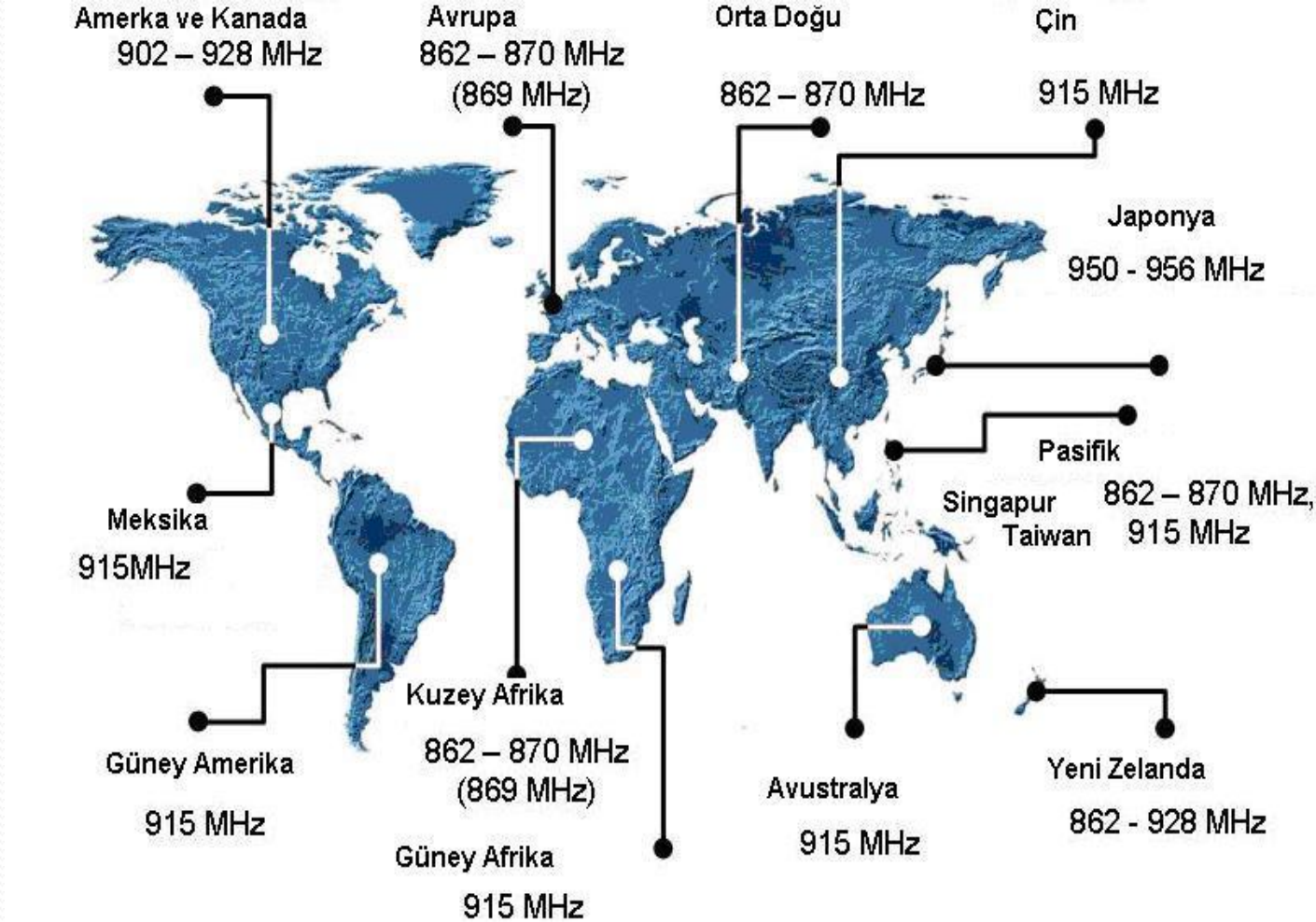
- UHF spektrumunda RFID standartları için EPCGlobal ve ISO çalışmalarını yoğun bir şekilde sürdürmektedir.
- EPCGlobal, EPC Sınıf 1 Gen2 standardını 2004 yılı sonunda piyasaya sürmüştür.
- ISO ise 18000-6 standardını Ağustos 2004'de duyurmuştur.

# RFID Standartlar



- Ülkelerin UHF radyo spektrumu konusunda uyum içinde olmaması, standartların gelişmesinde zorluklar oluşturmaktadır.
- Amerika ve Kanada, UHF RFID sistemlerini 902 – 928 MHz band aralığında kullanırken,
- Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) 865,6 ve 867,6 MHz band aralığını UHF RFID kullanımı için tahsis etmiştir.

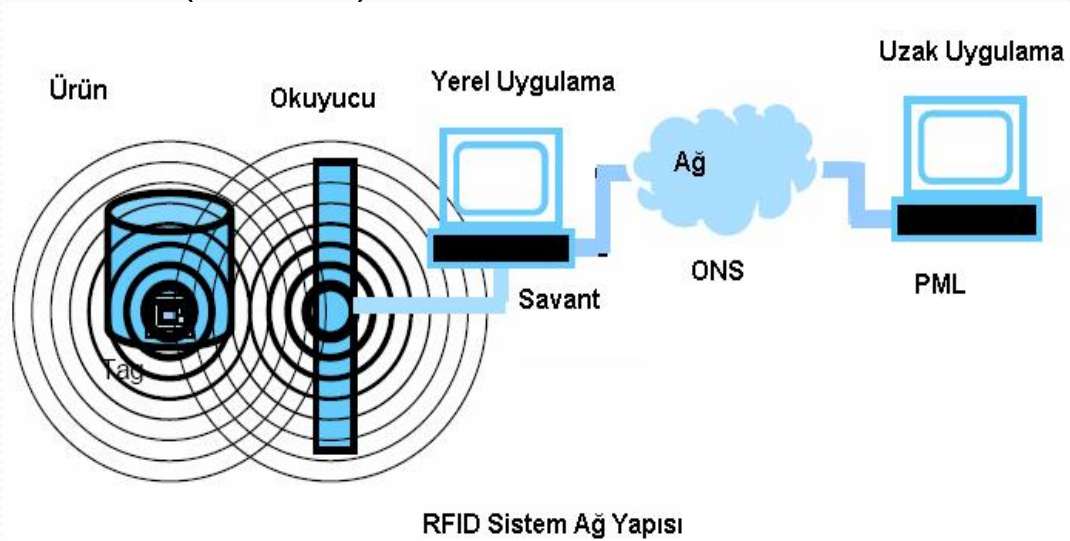
# RFID Standartlar





# RFID Standartlar

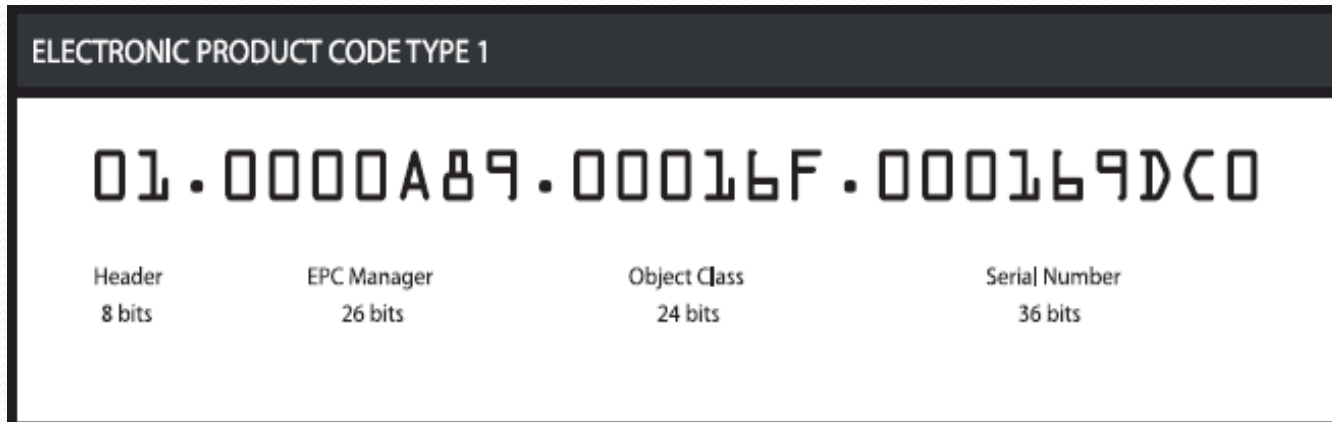
- Elektronik Ürün Kodu (EPC)
- Düşük Maliyetli etiket ve okuyucular
- Savant (Arakatman yazılım)
- Nesne İsim Servisi (ONS)
- EPC Bilgi Servisi (EPCIS)



# RFID Standartlar



Auto-ID Merkezlerinde yürütülen çalışmalarda Elektronik Ürün Kodu (EPC) standartları oluşturulmuştur. Kurum daha sonra EPCGlobal adını almıştır.



- EPC versiyon numarası (Header)
- Kurumu tanımlayan numara (EPC Manager)
- Ürün sınıf kategorisini belirleyen numara (Object Class)
- Ürünü tanımlayan tekil numara (Serial Number)

# RFID Güvenlik ve Gizlilik



RFID konusunda tehdit algısının yükselmesi ile birlikte, başlangıç aşamasında üç temel çözüm önerisi geliştirilmiştir:

- Öldürme “kill” komutu
- Faraday kafesi
- Sinyal karıştırma

Güvenlik ve gizlilik çerçevesinde önerilen teknik çözüm ve yöntemler:

- Verinin şifrelenmesi (kriptoloji),
- Okuyucu ve etiket arasında yetkilendirme (otorizasyon) mekanizmasının kurulması vb. olarak gösterilebilir.

## CASPIAN (Consumers against Supermarket Privacy Invasion and Numbering)

- Metro, müşteri onaysız RFID loyalty kart uygulaması
- <http://www.boycottgilette.com/>
- <http://www.boycottbenetton.com/>

# RFID Uygulaması Proje Aşamaları

## - Veri Toplama:

Şirket yapısını açıklayan organizasyon şemaları, süreç diyagramları, operasyon planları, performans oranları, malzeme, makine, teçhizat ve işçilik ile ilgili veriler toplanır.

## - Mevcut Süreç Analizi:

Mevcut süreçler incelenmekte ve potansiyel RFID uygulama noktaları belirlenmektedir. Süreç diyagramları oluşturulur. Kritik performans faktörleri belirlenir.

# RFID Uygulaması Proje Aşamaları

- Yeni süreç ve çözümlerin tasarımı:

RFID uygulamalı yeni süreçler tasarlanarak diyagramları oluşturulur, uygun donanım ve yazılım altyapısı belirlenir. ROI analizleri yapılır.

Etiket ve okuyucu tipleri için seçim yapılırken, sorulara cevap aranır.

- *Etiket boyutları ve şekli nasıl olmalı?*

- *Çevresel koşullara karşı özel bir koruma (nem, sıcaklık vs.) gerekiyor mu?*

# RFID Uygulaması Proje Aşamaları

- Yeni süreç ve çözümlerin tasarımı:
  - *ISO veya EPC gibi özel standart beklentisi var mı?*
  - *Süreç içinde toplu okuma gerçekleştirilecek mi?*
  - *Okuma uzaklığı ne olacak?*
  - *Okuma sırasında ürünün hareket hızı nedir?*
  - *Okumanın yanı sıra yazma işlemi olacak mı?*
  - *Hangi frekans aralığında sistem işleyecek?*
  - *Yeniden kullanılabilir etiketler mi yoksa tek kullanımlık etiketler mi tercih edilecek?*



# RFID Uygulaması Proje Aşamaları

- Yeni süreç ve çözümlerin tasarımı:

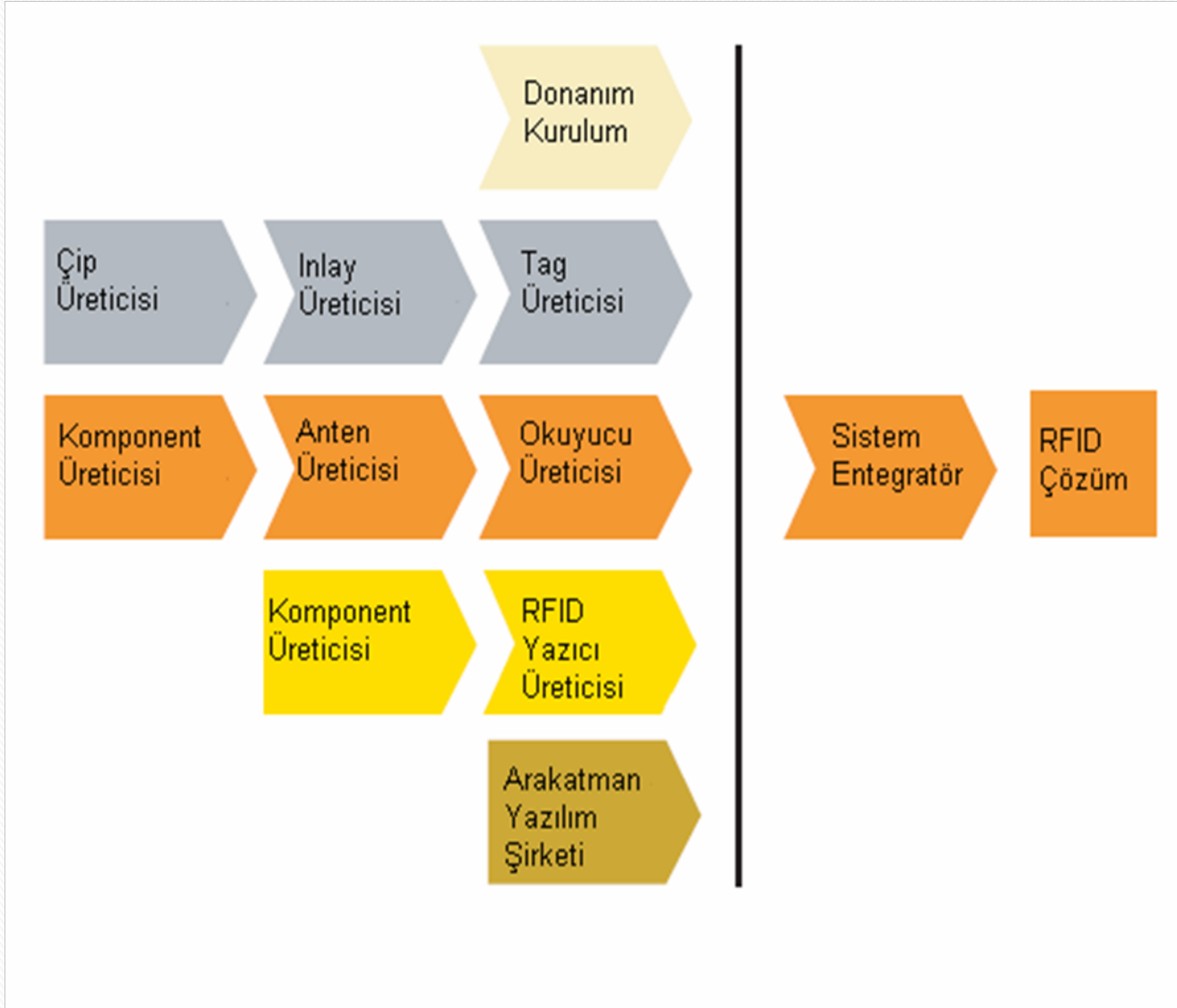
- *Etiketler hangi seviyelerde kullanılacak (ürün, kutu veya palet)?*
- *Etiket ürünün üzerinde hangi bölgeye yerleştirilecek?*
- *Etiket pasif mi, aktif mi, yarı aktif mi olacak?*
- *Ne tür antenler kullanılacak?*

# RFID Uygulaması Proje Aşamaları

- Test ve pilot çalışma:
- Sistem entegrasyonu:

Uygun sistem entegratörü firma seçilerek sistem kurulumu gerçekleştirilir. Bütün yazılım, donanım, ağ sistemi kurulumu ve konfigürasyonu tamamlanır. Çıktılardan yararlanılarak sistem hataları, eksikleri ortadan kaldırılır. Uygulama ekibine gerekli eğitimler verilir.

# RFID Pazar Durumu



# RFID Pazar Durumu



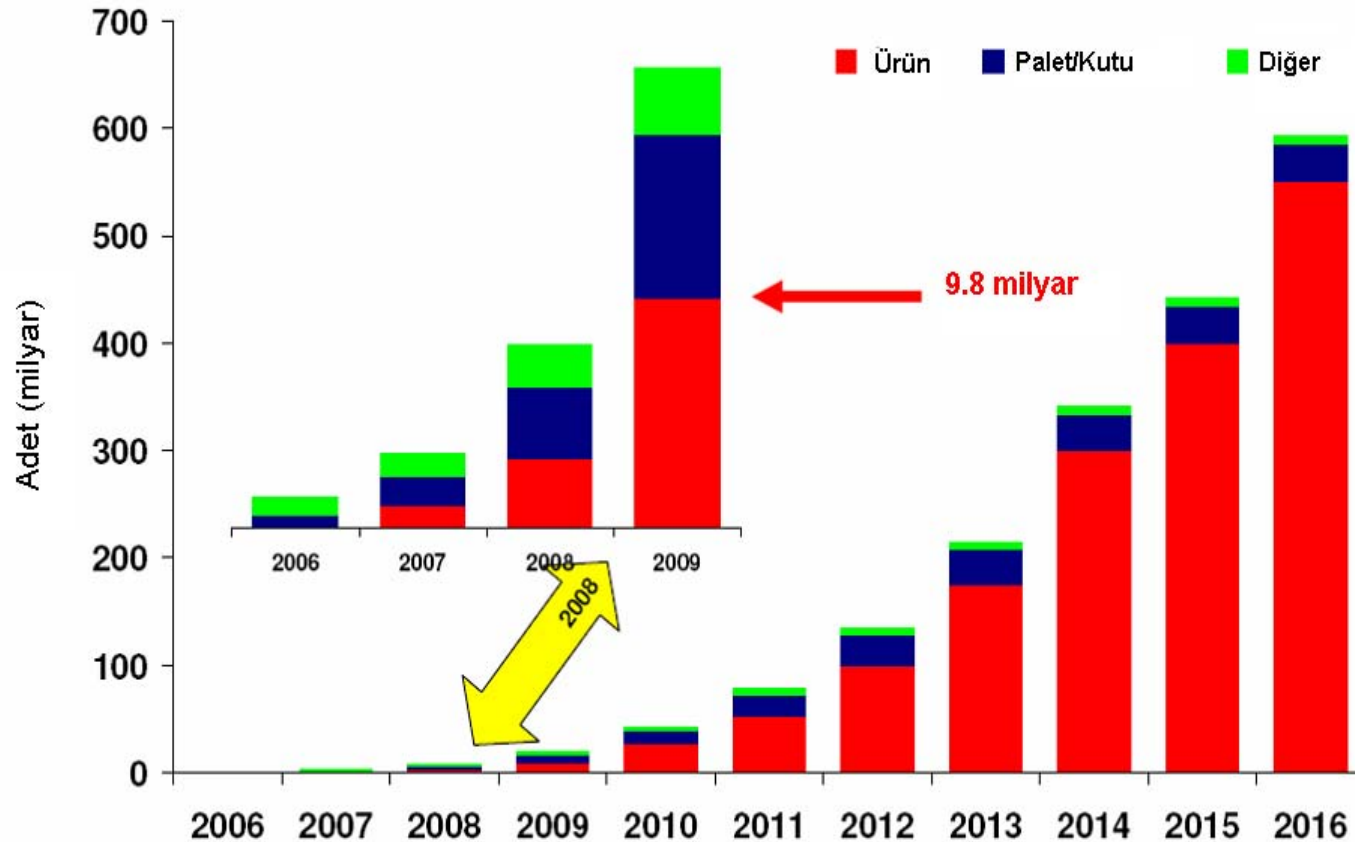
- IDTechEx (2007) raporuna göre 2007 yılı başı itibarı ile son 60 yılda satılan toplam RFID etiket sayısı 3,752 milyar adettir.
- Bu satışların sadece % 27'si 2006 yılında, %19'u 2005 yılında gerçekleşmiştir.
- 2006 yılında satılan 1,02 milyar etiketin % 35'ini RFID kartları oluşturmaktadır.

# RFID Pazar Durumu



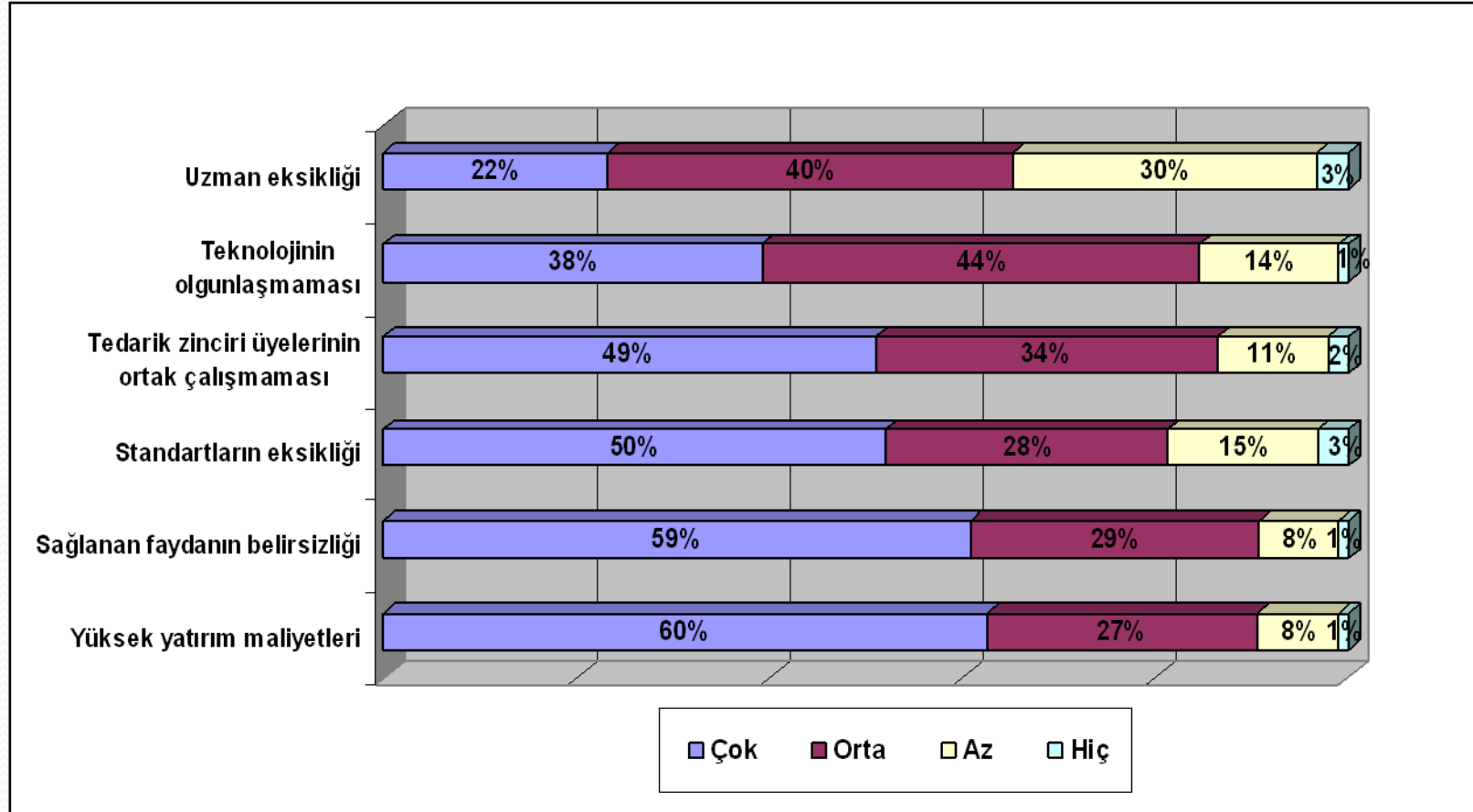
- 2017'de pazar değerinin 27,88 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.
- RTLS gibi (aktif RFID bazlı gerçek zamanlı konum belirleme sistemi) yeni pazarların oluşması ve bu pazarların 6 milyar doların üzerine çıkması beklenmektedir.

# RFID Pazar Durumu



# RFID Pazar Durumu

## Yatırımın önündeki engeller:



# RFID Pazar Durumu



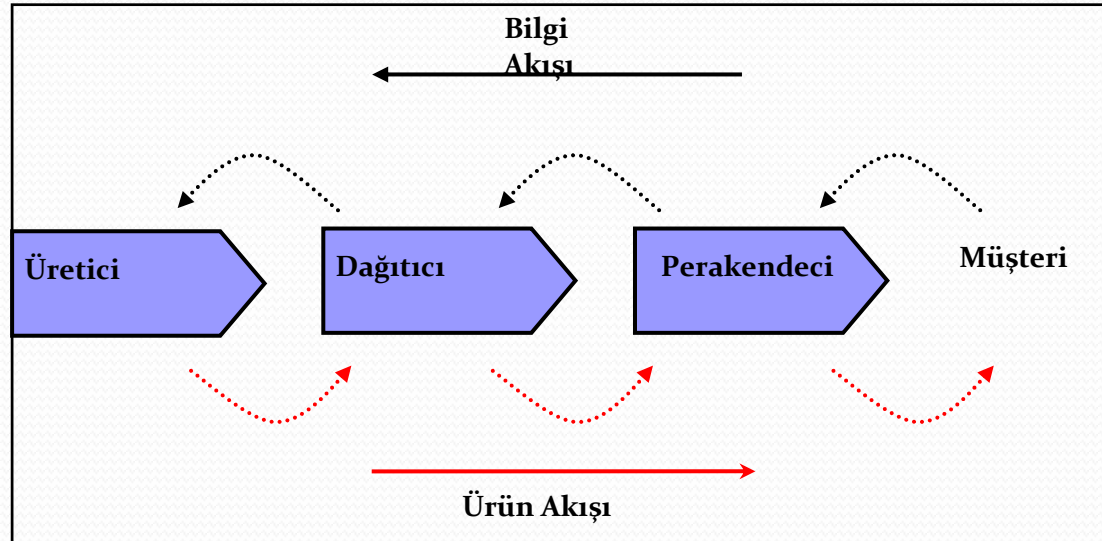
- Lojistik, Depo yönetimi
- Üretim ve Otomasyon
- Güvenlik sistemleri
- Ekoloji ve hayvancılık
- Geçiş kontrol sistemleri, otomatik köprü geçiş sistemleri
- Ödeme Sistemleri
- Zararlı atık takibi,
- Doküman Yönetimi
- Otomatik akaryakıt dolun, taşıt tanıma sistemleri
- Sabit kıymet, demirbaş yönetimi
- Bagaj takibi
- Kütüphahe yönetimi



# Tedarik Zinciri ve RFID

RFID uygulaması, dört seviyede sisteme maliyet avantajı sağlamaktadır.

- Verimlilik
- Doğruluk
- Görünürlük
- Güvenlik



# Tedarik Zinciri ve RFID : Verimlilik



RFID teknolojisi ile otomasyon sağlanmakta, süreçler yeniden yapılandırılmaktadır.

- *Segmentasyon:* Veri tanımlamaları yolu ile sınıflama,
- *Basitleştirme:* Süreç adımlarının elimine edilmesi ya da basitleştirilmesi,
- *Paralel yürütme:* Belirli adımların eş zamanlı olarak yürütülmesi,
- *Senkronizasyon:* Süreçlerin eş zamanlama ile sıralı olarak uyum içinde yürütülmesi,
- *Taşıma boyutunda farklılaştırma:* Daha büyük yükleme birimleri (örn. beş yerine sekizerli gruplar) kullanarak süreç için gerekli sürenin azaltılması,
- *Hızlandırma:* Otomasyon sayesinde süreç için gereksinim duyulan sürenin azalması.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Doğruluk



- Süreç kalitesi olarak da nitelendirebileceğimiz doğruluk seviyesinin artması, RFID uygulaması ile birlikte işlem hatalarının azalması ile sağlanmaktadır.
- Ürün kabul ya da yerleştirme sırasında oluşan hatalar ancak stok sayım ya da sipariş hazırlama sürecinde fark edilebilmektedir.

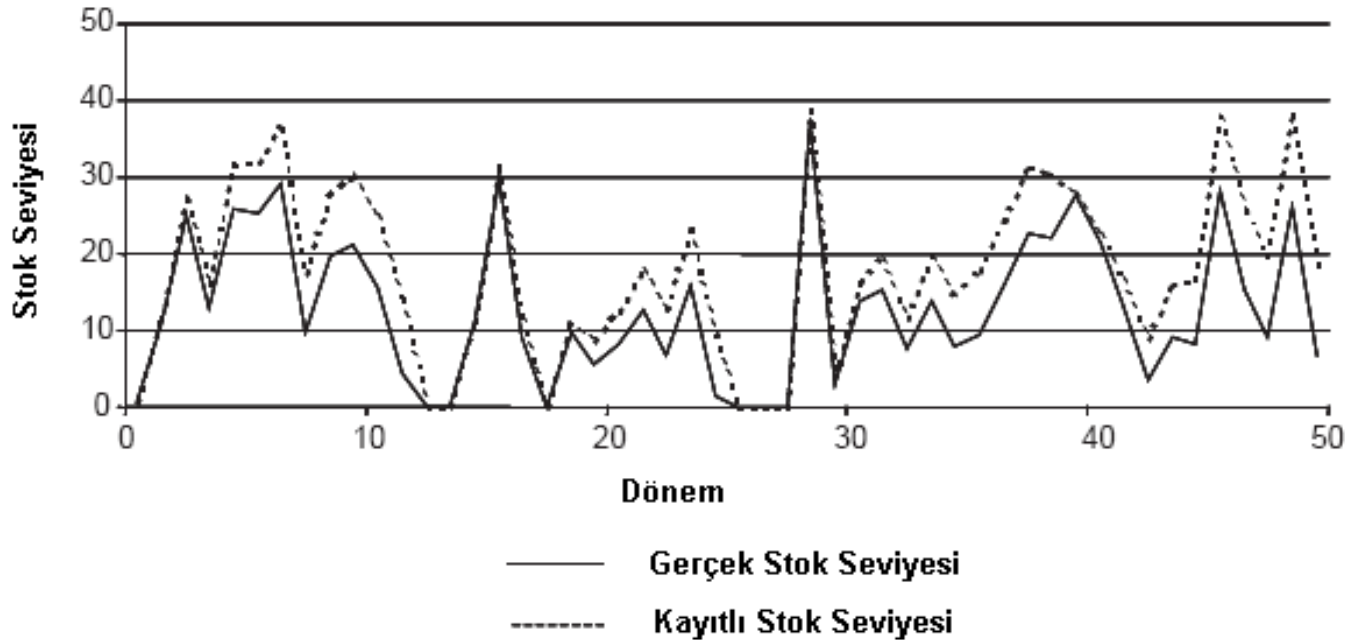
# Tedarik Zinciri ve RFID : Doğruluk



- Ürün toplama sırasında yapılan hatalar yükleme sırasında, yükleme sırasında fark edilemeyen hatalar da ancak müşterinin siparişi geri göndermesi ile ortaya çıkmaktadır.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Doğruluk

- Gerçek ve kayıtlı stoklar arasında fark oluşturmakta ve stokta bulunmama durumu ortaya çıkmaktadır. İşletme açısından daha çok güvenlik stoğu bulundurmak gerekmektedir.



# Tedarik Zinciri ve RFID : Doğruluk



- RFID uygulaması ile birlikte ortalama stok seviyesi düşmekte, toplam stok elde bulundurma ve kayıp satış maliyetleri azalmaktadır.
- Geri dönen siparişlerden kaynaklanan ek işlem maliyetleri düşmektedir.
- Hata oranlarının düşmesi ile birlikte ürün bulunabilirliği ve müşteri memnuniyeti artmakta, işletme açısından gelir artışı sağlamaktadır.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Doğruluk



- Ürün kabul, yerleştirme, toplama, stok sayım ve yükleme süreçlerinde, RFID uygulaması ile oluşan hataların azalması doğruluk seviyesini arttırmakta, işletmenin personel üzerindeki iş yükü ve dolayısı ile işçilik maliyetleri azalmaktadır.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Görünürlük



- RFID teknolojisinin kullanımını ile birlikte gerçek zamanlı veri elde edilmekte, görünürlük seviyesi ve ürün bulunabilirliği artmaktadır.
- Geleceğe yönelik daha doğru tahmin ve planlama yapılabilmekte, ürün ve bunların taşındığı palet, kutu gibi lojistik ekipmanların izlenmesi ve geri dönüşümün sağlanması kolaylaşmaktadır.



# Tedarik Zinciri ve RFID : Görünürlük



- Görünürlüğün yüksek olması, işletmelerin stokta bulunmama oranını da azaltmaktadır.
- Görünürlük artışı ile birlikte elde tutulan stok miktarları ve stok maliyetleri azalmaktadır. Ürün izlenebilirliği artmakta, bu da müşteri tatminini arttırmaktadır.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Görünürlük



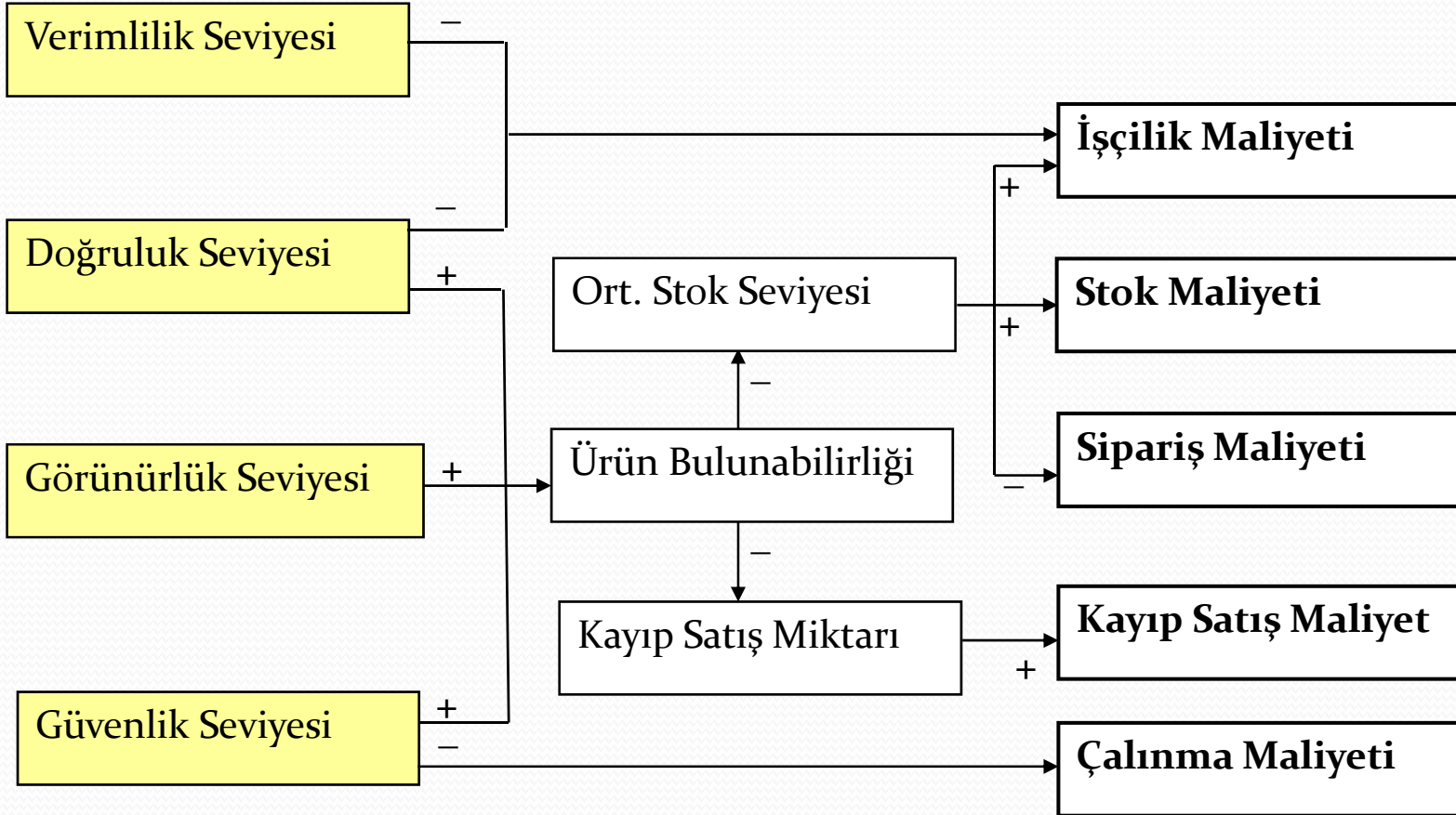
- Perakende sektörü için yapılan bir araştırmada, müşterinin aradığı her 13 üründen biri rafta bulunmamaktadır. Promosyon ürünleri için bu değer 7 olarak belirtilmektedir.

# Tedarik Zinciri ve RFID : Güvenlik



- Ürün seviyesinde kullanılan RFID sistemler firmanın güvenlik seviyesini arttırmakta, bu da çalınmadan kaynaklanan maliyetleri azaltmaktadır.
- Gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki farklar azalmakta, ürün bulunabilirliği, müşteri tatmini ve satış gelirleri artmaktadır.

# Tedarik Zinciri ve RFID



# Tedarik Zinciri ve RFID - Maliyet/Fayda



- Donanım maliyetleri; etiket, okuyucu, anten, bilgisayar, yazıcı ve ağ ekipmanlarından oluşmaktadır.
- Yazılım maliyetleri; ara katman yazılım ve diğer uygulama yazılımlarının, iç kaynaklar ile hazırlanması ya da dışarıdan satın alınması olarak gösterilebilir.
- Hizmet maliyetleri içinde, kurulum ve sistem bütünleştirme, eğitim, destek, bakım ve süreç yenileme (BPR) maliyetleri yer alır.

# Tedarik Zinciri ve RFID – Maliyet/Fayda



Performans  
Farkı



Performans Farkı = (İşçilik + Stok + Sipariş + Kayıp  
Satış + Çalınma) Maliyet Farkı

# Tedarik Zinciri ve RFID – Maliyet/Fayda



Donanım + Yazılım + Hizmet



$$\text{Yatırım Kazancı} = - \text{Sabit Maliyet} + [\text{Performans} \\ \text{Kazancı} - \text{Etiket Maliyeti}]_{\text{yıllık}}$$