



**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**  
**Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi**  
**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**BSM 451**

# **NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMALARI**

(Internet of Things (IoT) and Applications)

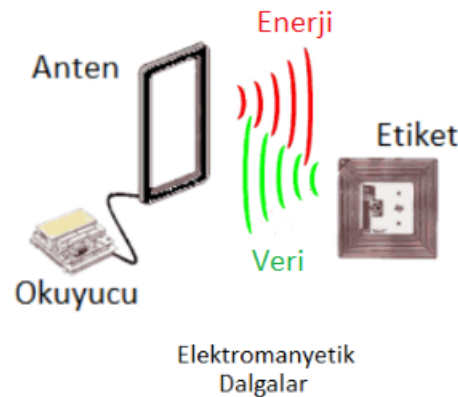
**NESNELERİN İNTERNETİ UYGULAMALARINDA  
SIKLIKLA KULLANILAN KABLOSUZ TEKNOLOJİLER  
RFID - NFC**

**Doç. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ**



# Radyo Frekansı İle Tanımlama (RFID)

- ❑ RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification), nesnelerin veya canlıların kimlik bilgilerinin radyo dalgaları aracılığıyla iletilmesini sağlayan kablosuz bir teknolojidir.
- ❑ RFID sistemleri ilk olarak 1940'lı yıllarda İngiltere'de dost ve düşman uçaklarının tanımlanmasında kullanılmıştır.
- ❑ Ticari uygulamaları 1990'lı yıllarda başlamıştır.
- ❑ Temas gerektirmemesi, veri okuma ve yazabilme özelliği, farklı okuma (iletişim) mesafe desteği ve sağlamlık özellikleri ile yaygın olarak tercih edilmektedir.
- ❑ Veri iletişimde şifreleme tekniklerinin kullanılabilmesi ile yüksek güvenlik sağlar.

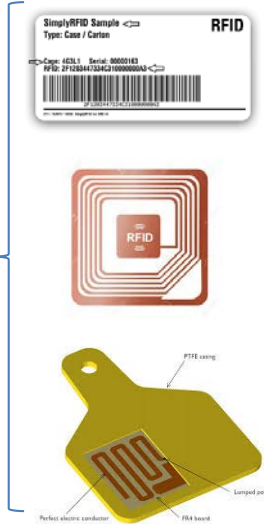


# RFID Sistemi ve Bileşenleri

Aktif  
RFID Etiket



Pasif  
RFID Etiket



RFID Anten

RFID  
Okuyucu



RS232  
RS485  
RJ45

Orta Katman  
Yazılımı  
(Middleware)



Bilgisayar

# RFID Etiket (RFID Tag)

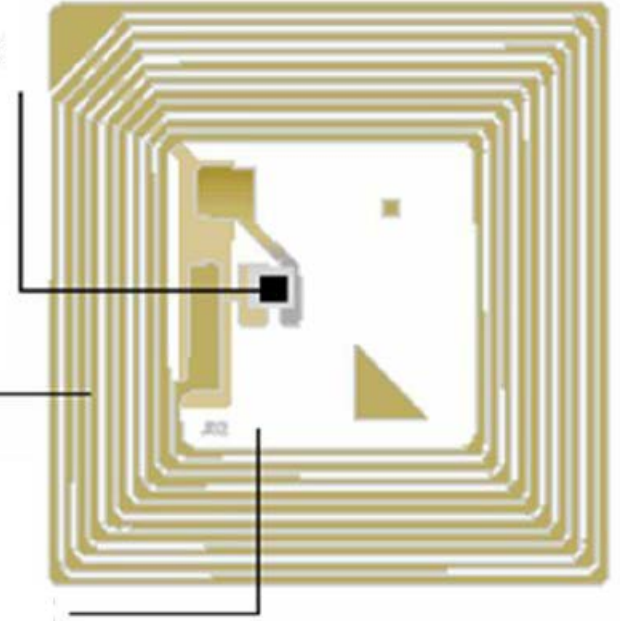
- ❑ RFID sınırlı bellek kapasitesine sahip taşınabilir bir nesnedir.
- ❑ RFID etiketler yalnızca kimlik bilgisi (ürün kodu) değil ürünün üretim zamanı, son kullanma zamanı, nakliye aşaması vb bilgilerde kaydedilebilir.
- ❑ Bir RFID etiket, mikroçip, anten ve kaplama olmak üzere 3 temel kısımdan/bileşenden oluşmaktadır.



**Yonga:** etiketin üzerinde bulunduğu nesne hakkında bilgi taşır.

**Anten:** radyo dalgaları kullanarak okuyucuya bilgi gönderir.

**Kaplama:** etiketin nesne üzerine yerleştirilebilmesi için yonga ve anteni çevreler.



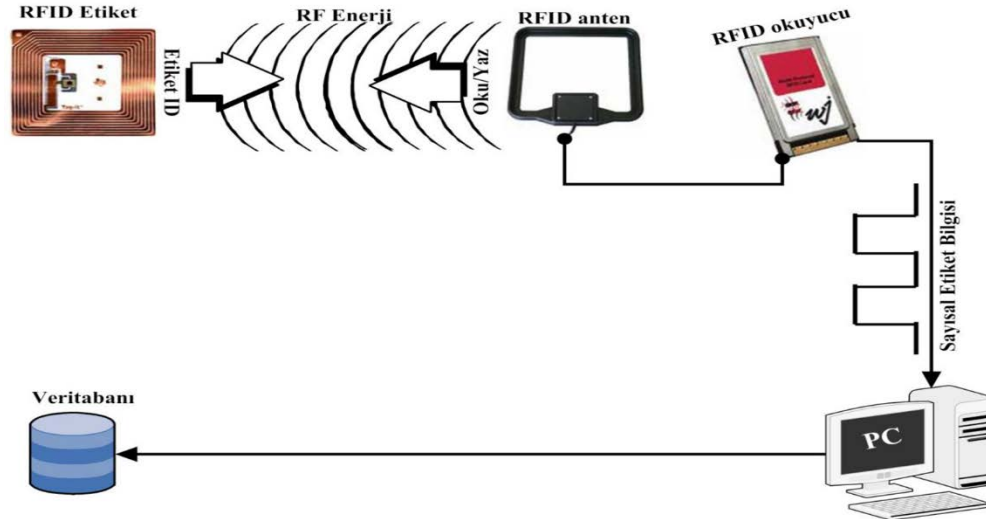
# RFID Okuyucu (RFID Reader)

- ❑ RFID okuyucunun temel görevi, kapsama alanı içerisindeki RFID etiketlerin sahip oldukları kimlik bilgilerini okumaktır.
- ❑ Bu amaçla, haberleşmenin gerçekleşmesi için pasif etiketlerin ihtiyacı olan enerjiyi zamanla değişen manyetik alan oluşturarak sağlarlar.
- ❑ Okuyucu bu manyetik alanı anten aracılığıyla etikete iletir.



# RFID Okuyucu ile Etiket Arasında İletişim Nasıl Gerçekleşir?

- ❑ RFID iletişim okuyucu (**reader**) ve etiket arasında elektromanyetik dalgalar aracılığıyla sağlanır.
- ❑ Etiket, okuyucunun yaymış olduğu elektromanyetik alana girdiğinde aktif olur.
- ❑ Okuyucunun anten aracılığıyla yaymış olduğu elektromanyetik dalgalar, etikete enerji (**etiketin anteninde endüklenen gerilimden**) olarak yansımakta ve enerji sonucunda etiketten okuyucuya veri transferi (**kimlik bilgileri vd.**) gerçekleşmektedir. Okuyucu, etiketten gelen verileri sayısala dönüştürerek bilgisayar vb. sistemlere iletmektedir.

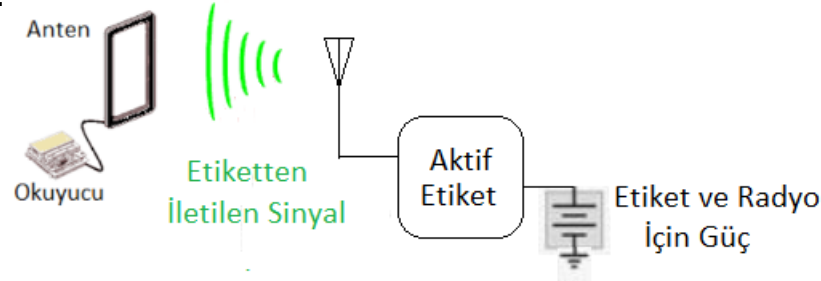


Pasif etikete göre anlatılmıştır. Çünkü aktif etiket, enerjiyi sahip olduğu batarya/pil aracılığıyla sağlamaktadır.

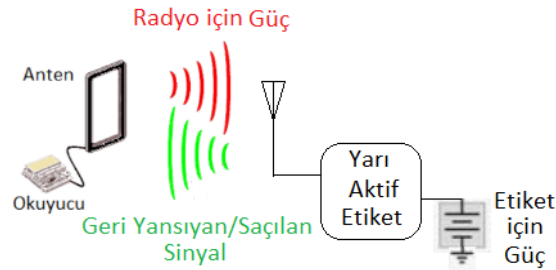
# RFID Etiket Çeşitleri

## ❑ Fonksiyonlarına göre RFID etiketler:

- **Aktif Etiketler:** Bilgilerini korumak ve çalışmak için pil kullanırlar. Okuma mesafesi yüksek olmasına karşın fiyatları da yüksektir.



- **Yarı Aktif Etiketler:** Etiketin içerisindeki çipin çalışması için güç kaynağı kullanılırken, veri iletişimi okuyucunun manyetik alanı ile sağlanır.



- **Pasif Etiketler:** Herhangi bir güç kaynağına sahip değildirler ve bu nedenle ucuzdurlar. Bir yansıtıcı gibi çalışırlar. Okuyucunun manyetik alanı ile enerjilenirler ve veri iletişimini gerçekleştirirler.



# Aktif ile Pasif Etiketlerin Karşılaştırılması



Özellik	Pasif Etiket	Aktif Etiket
Güç Kaynağı İhtiyacı	Yok	Var
Enerji	Okuyucunun elektromanyetik alanı ile enerjiyi üretir.	Sahip oldukları güç kaynağı ile kendi enerjilerini üretirler.
Okuma Mesafesi (anten özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir)	3 – 5 m	Max. 300 m
Bakım İhtiyacı	Yok	Var
Bellek Türüne Göre	Çoğunlukla okunabilir	Çoğunlukla yazılabilir ve okunabilir
Maliyet	Ucuz	Pahalı
Boyut	Küçük	Büyük



# RFID Etiket Çeşitleri

## ❑ Çalışma frekanslarına göre RFID etiketler:

- **Alçak Frekans (Low Frequency, LF):** 30 – 300 KHz. İletişim mesafesi 1 – 5 cm.
- **Yüksek Frekans (High Frequency, HF):** 3 – 30 MHz . İletişim mesafesi 1 cm – 0.7 m.
- **Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency, VHF):** 30 – 300 MHz . İletişim mesafesi 1 – 3 m.
- **Ultra Yüksek Frekans (Ultra High Frequency, UHF):** 300 – 1000 MHz . İletişim mesafesi 1 – 3 m.
- **Mikrodalga (Microwave):** 1 GHz ve üzeri. İletişim mesafesi 1 – 10 m.

Not: Çoğunlukla 13.56 MHz frekans bandında çalışan etiketler kullanılır.

## ❑ Bellek tipine göre RFID etiketler:

- **Yalnızca Okunabilir Etiketler:** Düşük kapasiteye sahiptirler. Genellikle pasif etiketlerdir. Bilgi üretim aşamasında yüklenir ve bir daha değişmez.
- **Okunabilir ve Yazılabilir Etiketler:** Yüksek kapasiteye sahiptirler. Pasif ve Aktif etiket olabilirler. Okuyucu aracılığıyla yeni bilgi eklenebilir ya da mevcut bilgileri değiştirilebilir. Fiyatları daha yüksektir.
- **Bir Kez Yazılabilen Sürekli Okunabilir Etiketler:** Üretim sırasında bir kez yazılabilen, kullanım esnasında sürekli okunabilen etiketlerdir.

## ❑ Fiziksel şekline göre RFID etiketler:

- Disk,
- Akıllı kart,
- Cam,
- Saat,
- Etiket,
- Anahtarlık,



# RFID Çalışma Frekansları

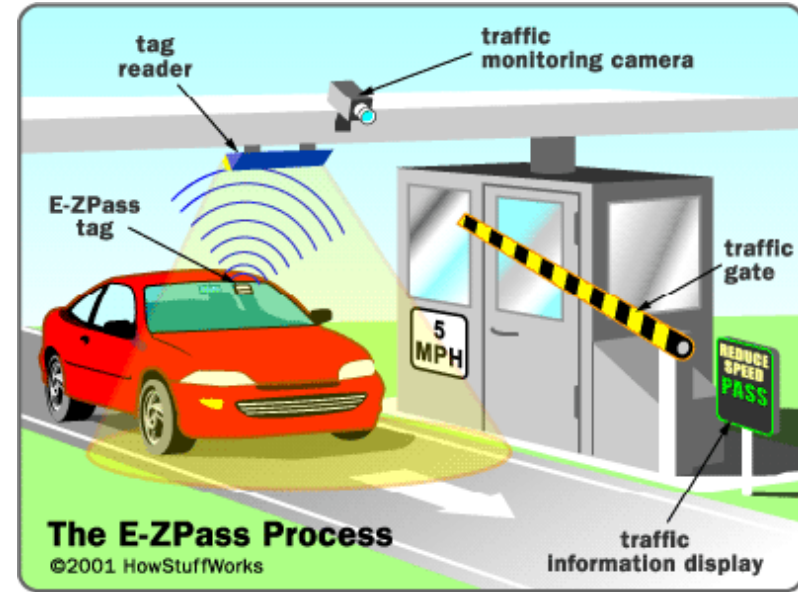
- ❑ RFID okuyucunun temel görevi, kapsama alanı içerisindeki RFID etiketlerin sahip oldukları kimlik bilgilerini okumaktır.

Frekans Bandı	Frekans Aralığı	Ülke / Bölge	Kullanılan Uygulama Türü
Alçak Frekans (LF)	120 – 135 KHz	ABD, Kanada, Japonya, Avrupa	Kısa mesafeli uygulamalar, pasif etiketler kullanılır
Yüksek Frekans (HF)	13.56 MHz	ABD, Kanada, Japonya, Avrupa	Akıllı kart ve etiketler için kullanılır.
Ultra Yüksek Frekans (UHF)	433 MHz	Avrupanın büyük bir kısmı, ABD	Aktif düşük güçlü etiketler
	860 – 960 MHz	865- 868 MHz Avrupa 866-869 MHz Güney Kore 902-928 MHz ABD 952-954 MHz Japonya	Tedarik Zinciri uygulamaları
Mikrodalga	2.450 GHz	ABD, Kanada, Japonya, Avrupa	Aktif etiketler ile yüksek mesafe ve hızlı veri iletimi



# RFID Kullanım Alanları

- ❑ Ücretli yol ve köprü geçiş sistemleri
- ❑ Bina giriş/çıkış kontrolü
  - Güvenlik kontrolü,
  - otopark/garaj vb.
- ❑ Temassız ödeme sistemleri
  - toplu ulaşım araçlarında,
  - oyun salonları vb.



# RFID Kullanım Alanları

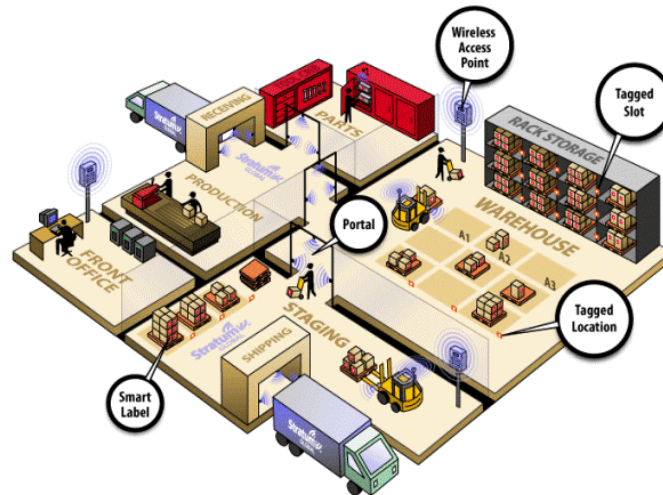
## ❑ Kütüphane yönetim sistemi

- Raf Yönetimi,
- Kitapların takibi (alım/iade vb.)
- İzinsiz alıma karşı önlem,
- Stok takibi.



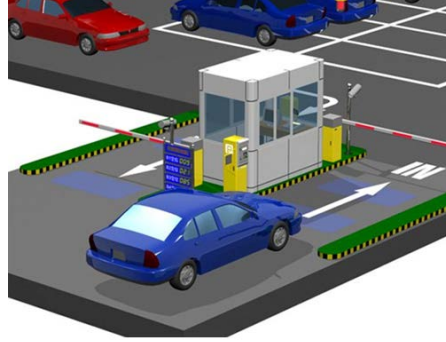
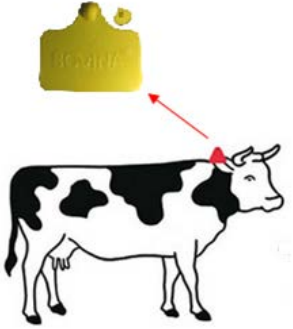
## ❑ Lojistik

- Ürün dağıtım zinciri



# RFID Kullanım Alanları

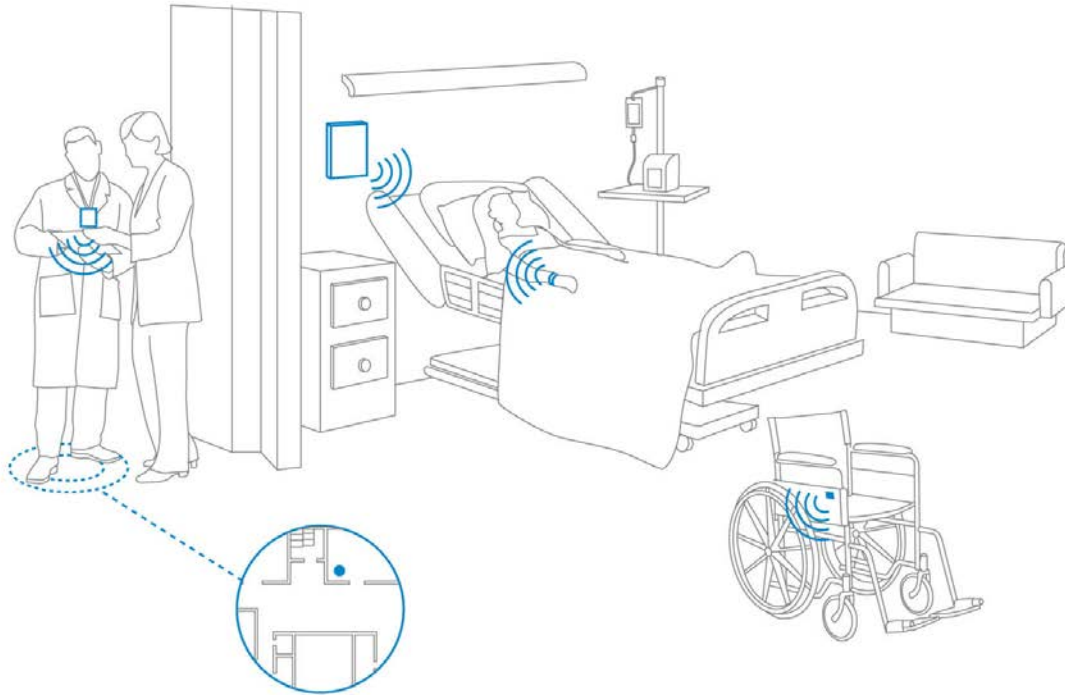
## ❑ Kimliklendirme uygulamaları (hayvan, araç, insan)



# RFID Kullanım Alanları

## ❑ Sağlık uygulamaları

- Hasta bilgi ve tedavi süreçlerinin otomatik olarak gerçekleştirilmesi,
- Envanter/teçhizat takibi,
- Hasta ya da sağlık görevlisinin takibi,



# RFID Sistemlerinde Güvenlik

- ❑ RFID etiketler, okuyucunun kapsama alanına girdiğinde doğrudan iletişime geçtiklerinden en büyük problem izinsiz olarak okunmalarıdır. (Gizlilik Problemi)
- ❑ RFID Sistemlere Yapılan Saldırıları
  - Etiketlere Fiziksel Saldırıları: Yırtılma vb. zarar görmeler,
  - Servis Engelleme Saldırıları (Denial of Service, DoS): Sahte etiketler kullanılarak çok sayıda etiket varmış gibi okuyucunun devre dışı bırakılması.
  - Dinleme (Eavesdropping): RFID sistemdeki mesajların (okuyucu ile etiket arasındaki) izinsiz dinlenilmesi,
  - Veri Trafiği Analizi: RFID sistemdeki (okuyucu ile etiket arasındaki) dinlenen mesajların veri analizi yapılır.
  - Taklit ve Yanıltma: RFID etiketler taklit edilebilir ve böylece okuyucular yanıltılabilir.
  - Etiketlerin çalışamaz duruma getirilmesi (deactivation of tags): Yetkisiz kişilerce “kill” komutu ile etiketin etkisiz hale getirilebilir.
  - Okuyucu ile etiket arasındaki frekansın bozulması (Jamming),
- ❑ RFID Sistemlerin Güvenliğine Yönelik Çözümler
  - Kimlik doğrulama (authentication)
  - Şifreli veri iletimi,
  - “Kill” komutu kullanımı,
  - Her etiketin tek (unique) bir ID'ye sahip olması.
  - Okuyucunun eş zamanlı etiket okuma durumunun ALOHA, tree-walking gibi ortam erişim protokollerinin kullanımı ile giderilmesi.



# RFID ile Barcod Karşılaştırması



Özellik	Barkod	RFID
Teknoloji	Optik	Radio Frekans
Okuma/Yazma	Yalnızca Okunabilir	Okunabilir ve Yazılabilir
Bellek Kapasitesi	14 – 16 rakam (digits)	96 – 256 rakam (digits)
Veri Depolama (bayt)	1 - 100	16 – 64K
Okuma için Görüş Açısı	Gerekli	Gerekli Değil
Okuyucu ile maksimum mesafe	0 – 50 cm	0 – 5m
Okuma Hızı	Düşük (~4s)	Çok Hızlı (~0.5s)
Etiket Maliyeti	Çok Düşük	Barkod'un yaklaşık 10 katı
Dayanıklılık	Karalama ve kirliliğe karşı hassas	Dayanıklı
Veri Güvenliği	Düşük	Yüksek
Tekrar Kullanılabilirlik	Tek Kullanımlık	Tekrar Kullanılabilir



# Yakın Alan İletişimi (NFC)

- ❑ NFC, yüksek frekans ve düşük bant genişliğinde çalışan Radyo Frekansı ile Tanımlama (**Radio Frequency Identification, RFID**) teknolojisine dayalı kısa mesafeli bir kablosuz iletişim teknolojisidir.
- ❑ 2002 yılında Sony ile Philips (NXP) tarafından birlikte geliştirilmiştir.
- ❑ 2003 yılında ISO/IEC (**Uluslararası Standartlar Örgütü/Uluslararası Elektroteknik Komisyonu**) tarafından standartlaştırılmıştır.
- ❑ NFC teknolojisi, 2004 yılında kurulan NFC Forum tarafından geliştirilmektedir.
  - Samsung, Google, MasterCard, Visa, Microsoft, Texas Instruments gibi önde gelen teknolojik firmalar NFC forum üyesidir.



# NFC Teknik Özellikleri

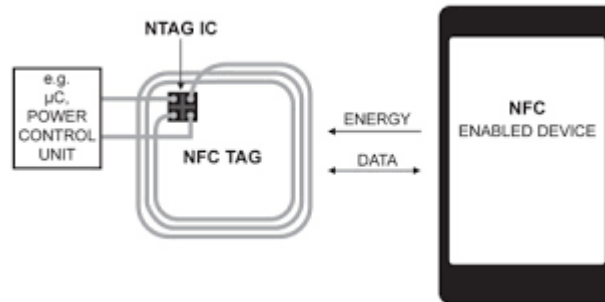
- ❑ Çok yakın kapsama alanı (<10 cm) (pratikte 4 cm),
- ❑ 13,56 MHz çalışma frekansı,
- ❑ 424 Kbit/s veri iletim hızı,
- ❑ Düşük güç tüketimi,
- ❑ Hızlı bağlantı (setup time) kurulumu,



# NFC Modül ve NFC Kartları



- ❑ NFC sistemler genel olarak NFC etiket ve NFC etiket okuyuculardan oluşmaktadır.
- ❑ NFC Okuyucu (Reader),
  - Desteklediği NFC etiketlerden veri okuyabilen veya yazabilen elektronik cihazlardır.



# NFC Nasıl Çalışır



## ❑ Oku / Yaz Modu,

- Tek yönlü veri iletim modudur ve aktif cihazın (genellikle akıllı cep telefonlarımız) başka bir cihaz üzerinde (pasif NFC etiket) yazılı olan veriyi okumasında kullanılır. Ayrıca yaz modu ile etiketteki veri değiştirilebilir.



## ❑ Eş-eş (Peer-to-Peer) Modu,

- İki cihaz arası veri transfer modudur. Cihazlar birbiriyle iletişime geçerek veri gönderirken aktif, veri alırken pasif konumda çalışırlar.
- Dosya transferi, kartvizit değişimi, sosyal ağ uygulamaları,



## ❑ Kart Emülasyon (Card Emulation) Modu,

- Standart NFC akıllı kart olarak davranan cep telefonları için tanımlanmıştır.
- Güvenli olan bu mod aynı zamanda mobil ödeme sistemlerinde kredi kartı olarak ve toplu taşıma kartı olarak kullanılabilir.

# NFC Kullanım Alanları

- ❑ Kimliklendirme uygulamaları (hayvan, araç, insan)
- ❑ Temassız ödeme sistemleri,
- ❑ Sağlık uygulamaları,
- ❑ Lojistik,
- ❑ Kütüphane yönetim sistemi,



# NFC ile RFID Karşılaştırması

- ❑ Aynı standartlar üzerine kurulmuşlardır.
- ❑ Kurulum süreleri aynıdır.
- ❑ İletişim mesafesi NFC'nin (10 cm) RFID'den (3 m) daha kısadır.
- ❑ Yakın iletişim mesafesi nedeniyle NFC, RFID'ye göre daha güvenlidir.
- ❑ NFC, RFID'den farklı olarak iki aktif cihazın haberleşmesine izin vermektedir.

# Kaynaklar

- ❑ B. Tuğaç, “Radyo Frekansı İle Kimlik Tanıma - RFID”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- ❑ E. S. Bayrak Meydanoğlu, “RFID Sistemleri ve Veri Güvenliği”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt 1, Sayı 3, 33-42, 2008.
- ❑ V. Coşkun, B. Özdenizci, K. Ok, “The Survey on Near Field Communication”, Sensors, 13348- 13405, 2015
- ❑ B. Özdenizci, K. Ok, M. N. Aydın, “Yakın Alan İletişimi Teknolojisi İncelemesi”, Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 4(1), 1-8, 2011.
- ❑ NFC Forum, <http://nfc-forum.org>