



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
Bluetooth Low Energy (BLE)**

Doç. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ



- ❑ Bluetooth, kişisel, ofis ve endüstri ortamlarında kısa mesafeli, hızlı, güvenilir, düşük maliyetli bir kablosuz ağ modelidir.
- ❑ Bluetooth açık bir standart olup, üretici bağımsız bir teknolojidir.
- ❑ Temel Bluetooth standardı, lisans gerektirmeyen **2.4 GHz ISM (Industrial, Scientific, Medical)** bandında maksimum 1 Mbit/s veri iletim hızı ile 10m gibi kısa mesafede ses ve veri transferini desteklemektedir.
- ❑ İlk Bluetooth sürümü olan **1.0** 2001 yılında, **Bluetooth 1.1**, 2002'de ve **Bluetooth 1.2** versiyonu 2003 yılında tanıtılmıştır.
- ❑ **Bluetooth 2.0**, 2 Mbit/s, **2.0 EDR** versiyonu ise 3 Mbit/s veri iletim hızını desteklemekte ve eski versiyonlar ile uyumlu olarak çalışmaktadır.
- ❑ **Bluetooth 3.0** 2009 yılında sunulmuş ve önceki versiyonlardan farkları arasında daha düşük enerji tüketimi ve yüksek hızlı veri taşıyıcı olarak 802.11'in eklenmesidir.
- ❑ **Bluetooth 4.0** versiyonunun öne çıkan özelliği ise yüksek güvenlik için 128 bit AES şifreleme kullanmasıdır.

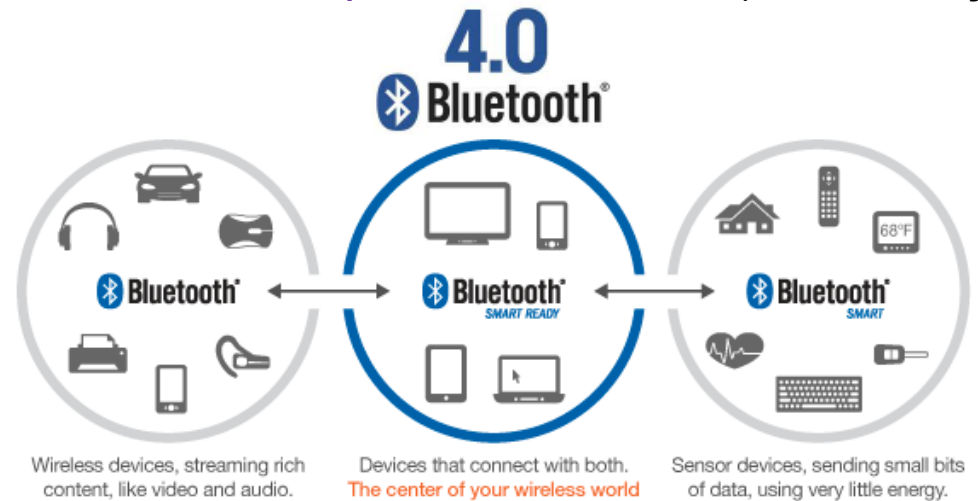


Bilgi : Bluetooth, IEEE 802.15 standart ailesinin temeli olarak kabul edilir.

- ❑ Yakınlık ağ mantığına dayanan eş-eş (peer to peer, ad-hoc) topolojiyi destekler.
- ❑ İki eleman birbirlerinin alanı içerisine girdiğinde otomatik olarak haberleşme bağlantısı kurarlar.
- ❑ Bluetooth cihazlar Master ve Slave olarak çalışır. Master'ın görevi, Bluetooth cihazlar arasındaki Frekans Atlamalı Geniş Spektrum (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS) haberleşmenin senkronizasyonunu yönetmektir.
- ❑ Birbirleri ile haberleşen Bluetooth cihazların oluşturduğu en küçük ağ birimi Piconet olarak adlandırılır. İki veya daha fazla Piconet kısmen üst üste bindiğinde oluşan yapıya Scatternet denir.
- ❑ Bir Piconet maksimum 8 aktif cihazdan oluşur ve bunlardan biri Master diğerleri Slave olarak ağ içerisinde çalışırlar. Ayrıca Master, park modundaki 255 Slave'e kadar bağlantı kurabilir.

Mesafe	10 m	
Frekans Aralığı	2402-2480 MHz	
Kanal Sayısı ve Bant Genişliği	1 MHz'lik bant genişliğine sahip 79 kanal	
Modülasyon	Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK)	
Sembol Hızı	1 M sembol/sn	Binary GFSK kullanır, bağlantı hızı 1 Mbps ve bit gönderme zamanı 1µsn
Frekans Atlama Oranı	1600 atlama/sn	Kanalda kalma zamanı 625µsn
Gönderme Gücü	Sınıf 3 : 0 dBm (1 mW) Sınıf 2 : 4 dBm (2,5 mW) Sınıf 1 : 20 dBm (100 mW)	
Alıcı Hassasiyeti	Bir Bluetooth alıcı, -70 dBm veya daha düşük bir giriş sinyal seviyesinin %0.1 oranında ham bit hata oranına (BER) ulaşmalı	-70 dBm hassasiyet seviyesi herhangi bir eş Bluetooth gönderici tarafından üretilen giriş sinyeli için elde edilecek

- ❑ Bluetooth smart veya Bluetooth 4.0 olarak ta bilinir.
- ❑ Bluetooth teknolojisi ile aynı kapsama alanına sahip olup düşük enerji tüketimi sunar.
- ❑ Teknik Özellikleri
 - Frekans Atlamalı Geniş Spektrum (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS),
 - 2.4 GHz frekans bandı (Industrial Scientific Medical, ISM),
 - Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) ortam erişim yöntemi,
 - 1 Mbit/s veri iletim hızı,
 - 5917 slave ile ölçeklenebilirlik,
 - 0.01 – 0.5 w güç tüketimi,



Bluetooth Low Energy (BLE)

❑ BLE 7 profil sunar.

- Health care profiles
- Sports and fitness profiles,
- Internet Connectivity,
- Generic Sensor,
- HID Connectivity,
- Proximity sensing,
- Alert and time profiles,





- ❑ Bluetooth Düşük Enerji (BLE) teknolojisinin kısa mesafeli diğer kablosuz teknolojiler ile karşılaştırılması

Kablosuz teknoloji	Veri iletim hızı	Çalışma frekansı	Kapsama alanı	Ortalama ağ ömrü
BLE IEEE802.15.1 (v4)	1 Mbit/s	2.4GHz	10-50 m	1-2 yıl
Bluetooth IEEE802.15.1	1-24 Mbit/s	2.4GHz	10-100m	Gün – ay
UWB IEEE802.15.3a	110–480 Mbit/s	3.1 -10.6 GHz	10 m	1 – 2 yıl
ZigBee IEEE802.15.4	20–250 Kbit/s	2.4GHz	100 m	6 ay – 1 yıl
Z-Wave	40 Kbit/s	868/908MHz 2.4 GHz	100 m	1 yıl

Kaynak: C. Bayılmış, M. Özdemir, "Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisine Sahip İşaretçi ve Akıllı Telefon Temelli Öğrenci Yoklama Sistemi", Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi, 9 (3), 249–254, 2016.

Beacon: BLE Teknolojisine Sahip İşaretçi Cihazlar

- ❑ Beacon cihazlar, BLE teknolojisi ile donatılmış, düşük güçlü ve düşük maliyetli yakınlık mantığına dayalı kablosuz bildirim sağlayan elektronik vericilerdir/cihazlardır.
- ❑ Android ve iOS cihazlar ile haberleşebilmektedir. iOS  
- ❑ Beacon cihazlar, **BLE Advertising** olarak ta adlandırılan belirli sıklıkta kablosuz sinyaller yayar.
- ❑ Mobil cihazlar, Beacon cihazlardan aldıkları verilere göre tepki vermektedirler. (uygulama çalıştırmaktadır)
- ❑ Böylelikle mikro konum belirleme, bulunulan mekana göre aktivitelerde bulunma gibi yakınlığa duyarlı uygulamalar gerçekleştirilmektedir.



Beacon: BLE Teknolojisine Sahip İşaretçi Cihazlar

Beacon Cihazlar



Blesh



Estimote



Eddystone

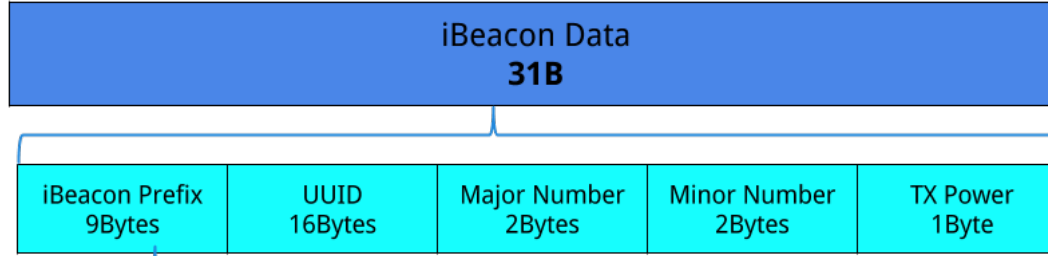
Google



Phoneist

- ❑ İşaretçi (Beacon) cihazlar, BLE teknolojisi ile donatılmış, düşük güçlü ve düşük maliyetli elektronik vericilerdir.
- ❑ Örneğin, bazı Beacon cihazlarda kullanılan bluegiga BLE 113 çipi gönderim işleminde maksimum 18,2 mA, alımda maksimum 14.3 mA, uyku modunda ise 0,4 μ A enerji tüketimine sahiptir.
- ❑ Beacon geliştiren bazı firmalar
 - Apple: iBeacon for developers, <https://developer.apple.com/ibeacon/>
 - Estimote beacon, <https://estimote.com>
 - Google beacon eddystone, <https://developers.google.com/beacons/>
 - Blesh beacon, <https://www.blesh.com>
 - Boni beacon, <https://www.boni.me>
 - Phoneist beacon, <https://www.phoneist.com>

iBeacon Paket Formatı



- ❑ Beacon cihazlarda yayılan Bluetooth Sinyaller 4 farklı veri taşımaktadır.
- ❑ **Global Tekil Kimlik** (Universal Unique Identifier, **UUID**)
 - Tüm bir beacon ağını tanımlamak için kullanılır (Üretici firma bilgisi)
 - 16 bayt uzunluğundadır.
 - Örneğin, mobil cihazdaki uygulama kendine ait UUID algıladığında veri paketinin geri kalan kısmını dinlemeye başlar.
- ❑ **Major**
 - Üst ağ adresidir. 2 bayt uzunluğundadır.
- ❑ **Minor**
 - Alt ağ adresidir. 2 bayt uzunluğundadır.
 - Aynı üst ağ içerisindeki ilgili cihazı göstermek için kullanılır.
- ❑ **TX Power**
 - Beacon cihazın uzaklığını tespit etmek için kullanılan RSSI (Received Signal Strength Indication) değerini içerir. (1m'deki RSSI bilgisidir)



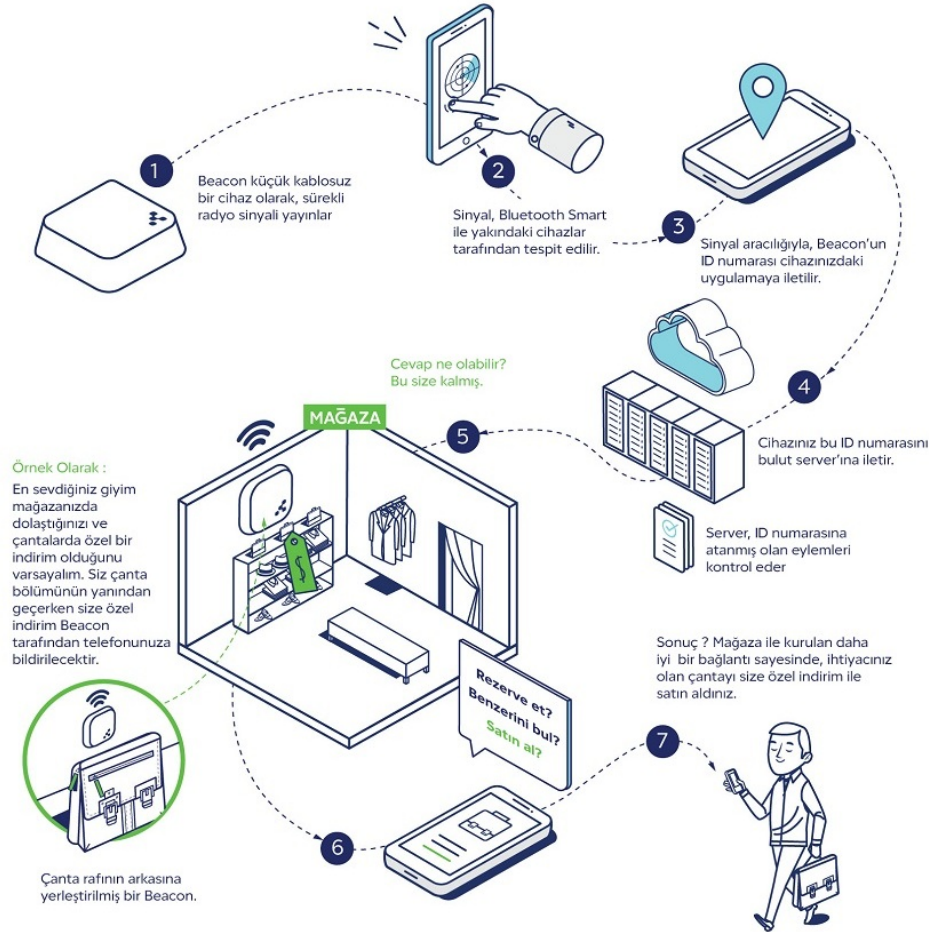
Örnek: Fakültemize beacon yerleştirdiğimizi düşünecek olursak, fakülte bilgisi UUID, birinci kat, major 1, birinci kattaki 1003 nolu sınıf minör 03 bilgisine sahip olacak.



Beacon Nasıl Çalışır



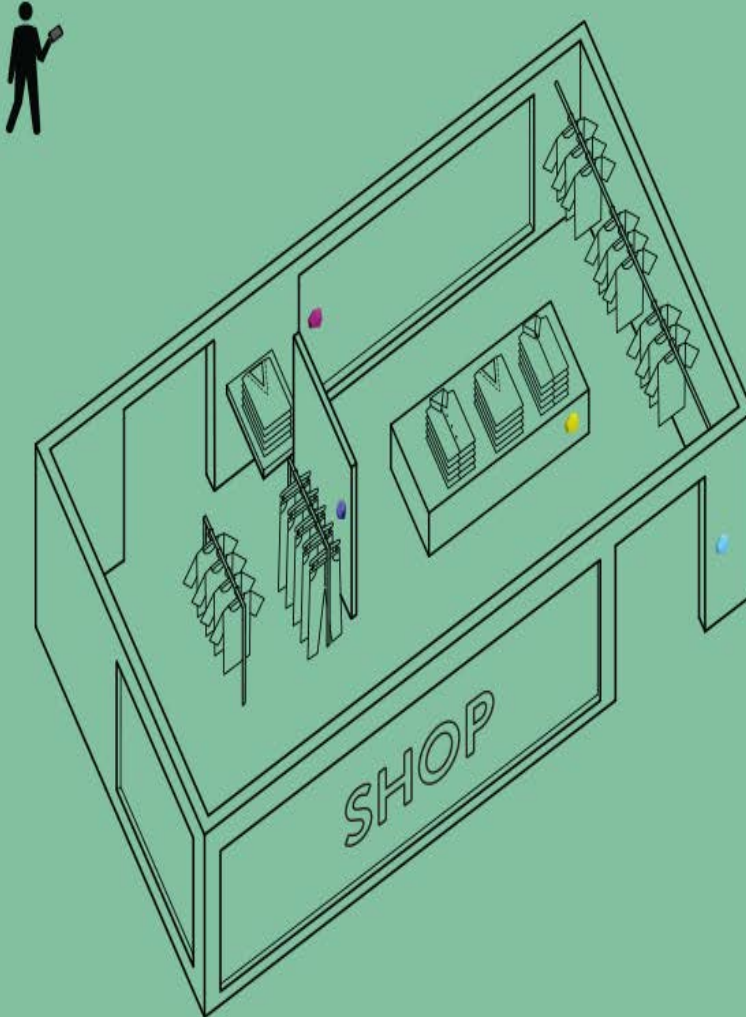
Beacon Nedir ve Nasıl Çalışır?



Kaynak: <http://www.endustri40.com/beaconbluetooth-tabanlı-etkileşim-teknolojisi/>

Beacon Kullanımı

Using Beacons – an example retail implementation



John is headed to his favorite retail store. He has the store's mobile app on his smartphone and although it's in his pocket, it's picking-up signals from beacons located in the store.

Beacon Kullanımı

Using Beacons – an example retail implementation



As John approaches the entrance, the violet beacon positioned in the window, sends a personalized message to his phone engaging him to read the welcome message.

Beacon Kullanımı

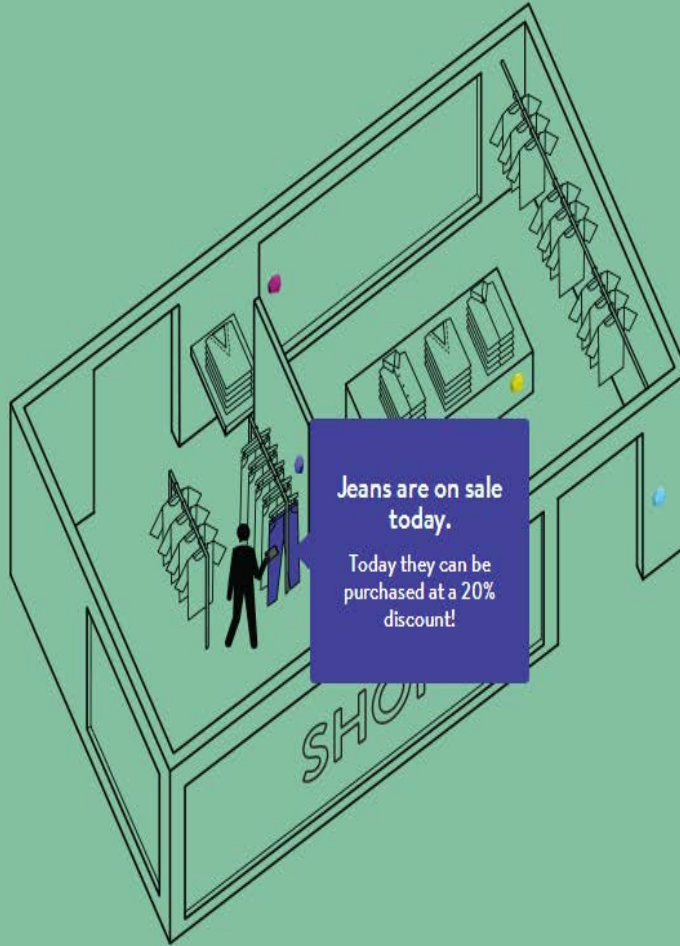
Using Beacons – an example retail implementation



As John approaches the entrance, the violet beacon positioned in the window, sends a personalized message to his phone engaging him to read the welcome message.

Beacon Kullanımı

Using Beacons – an example retail implementation



John sees some great jeans and wants to learn more about them. Thanks to another beacon located near the product, he can immediately receive more information and a special offer.

Beacon Kullanımı

Using Beacons – an example retail implementation



As he approaches the t-shirt section of the store the yellow beacon sends a new message to John's phone with a recommendation for a new purchase. John decides to buy both of the items and uses the store's mobile app to finalize the purchase.

Beacon Kullanımı

Using Beacons – an example retail implementation



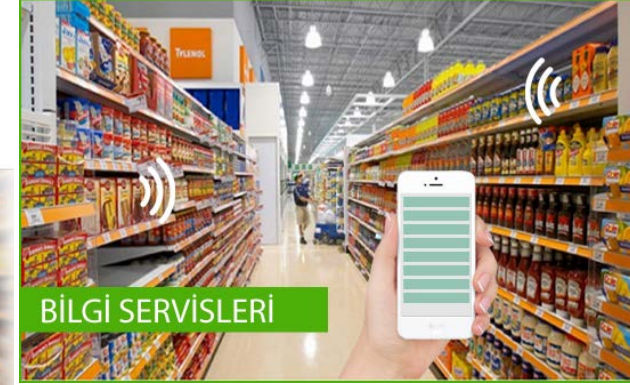
As John exits the store the light blue beacon triggers a thank you message with shipping information which appears on his phone. His purchase was completed with the credit card information stored in the store's mobile app.

Thank you John!

The items you purchased will be shipped today and be delivered to your home address.

Beacon Kullanım Alanları

- ❑ Alış-veriş merkezlerindeki işyerlerinin ürün ve reklam tanıtımı (kişiyeye özel bildirim ve kampanya mesajları),
- ❑ Sergi, müze ve tarihi mekanların tanıtımı,
- ❑ Toplantı katılım, yoklama sistemleri,
- ❑ Kapalı alan konum belirleme (navigasyon)
- ❑ Bankacılık işlemleri (kartsız ATM kullanımı, gişeye sıra işlemleri vb.)



- ❑ Eddystone Google'ın geliştirdiği açık kaynaklı ve birden çok platform destekli (Şuan için Android ve iOS) BLE Beacon formatıdır.
 - <https://github.com/google/eddystone>
- ❑ Google Eddystone Temmuz 2015'de tanıtılmıştır.
- ❑ Kısaca Google Eddystone beacon üreten firmalar için açık kaynak platformudur.
- ❑ Google Eddystone, birçok farklı beacon üreticisinin (Estimote, Kontak.io, Blesh, Radius Networks [Altbeacon] vd.) ürünleri ile çalışabilmektedir.
- ❑ ibeacon ve Eddystone aslında BLE cihazları ile benzer yapıda tanımlama paketleri yayınlamak için kullanılmaktadır.

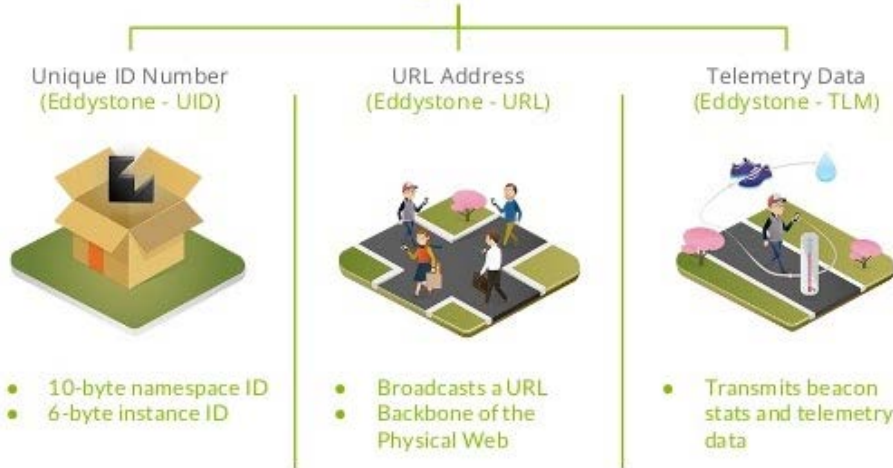


Not: Eddystone'un diğer BLE Beaconlar'dan en önemli farkı BLE paket içerisinde URL bilgisi gönderimidir.



- ❑ Eddystone ise 3 farklı paket tipine (UID,URL,TLM) sahiptir ve Google tarafından hem Android hem de iOS platformunda desteklenmektedir.
- UID, beacon UUID ile aynı görevi görür. 10 baytlık beacon tanımlayıcı bilgisi (Namespace) ve 6 baytlık aynı grup ya da üreticiye ait beaconların ayrımını belirten bilgi alanı (instance) olmak üzere iki alandan oluşur.
- URL paket (17 bayt) ile uygulamalar doğrudan URL'ye gider. (Sıkıştırılmış URL)
- TLM (**telemetry**) ise beaconın pil, sıcaklık, nem gibi sensörlerden elde edilen verileri içerir.

Eddystone



Eddystone

31 Bytes Data Packet

Prefix Data
11 Bytes

Frame Data
20 Bytes

Eddystone-UID
20 Bytes

- Frame Type
- Tx Power
- Etc
4 Bytes

Namespace

10 Bytes

Instance

6 Bytes

Eddystone-URL
6-20 Bytes

- Frame Type
- Tx Power
- Etc
3 Bytes

URL Data

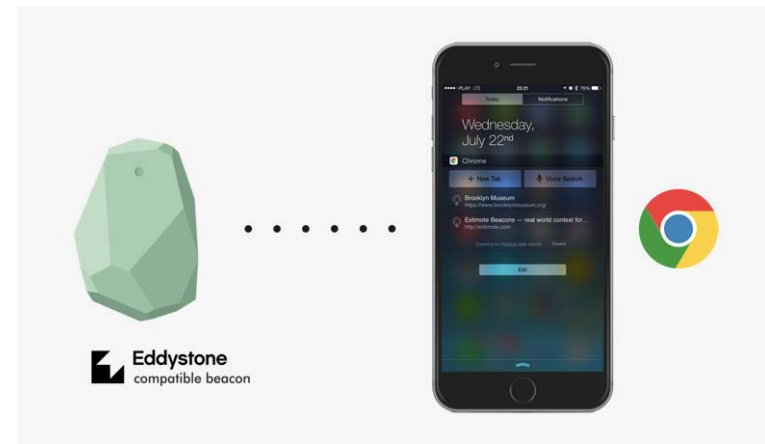
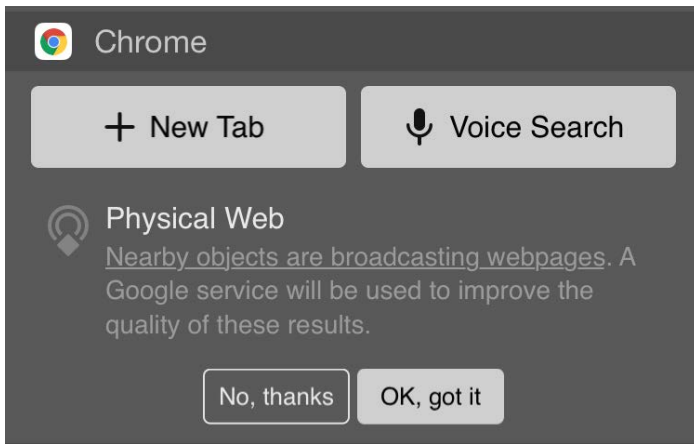
Upto 17 Bytes

Eddystone-TLM (Telemetry)
14 Bytes

Frame Type, Battery status, Temp & Etc

14 Bytes

- ❑ Mobil uygulama yükleme gereksinimi olmaksızın, web tarayıcılar (Chrome) aracılığıyla BLE teknolojisine sahip nesneler (beacon) ile iletişim kurmamızı ve onları kontrol edebilmemizi sağlayan bir teknolojidir.
- ❑ Google Eddystone-URL paket yapısından yararlanmaktadır.
- ❑ Fiziksel Web kısaca şu şekilde çalışmaktadır. BLE teknolojisi ile donatılmış nesnelerin (beacon) yaymış oldukları URL bilgisine sahip BLE sinyaller/paketler akıllı telefonlarda Chrome aracılığıyla alınmakta ve ilgili web sayfası açılmaktadır.



iBeacon ile Eddystone Karşılaştırması



Özellik	ibeacon	Eddystone
Platform Desteği	Yalnızca iOS	Android ve iOS
Paket Formatı Çeşitliliği	Tek Tip Paket (UUID)	3 Farklı Paket Tipi UID, URL, TLM
Son Kullanıcı İçin Mobil Uygulama Gereksinimi	Gerekli	Eddystone-URL paket formatı ile mobil uygulama gerekmemekte

Beacon Mesajların Android Uygulama ile Alınması

- ❑ Android uygulamasında beacon mesajların alınması/dinlenmesi

```
...BeaconManager.getInstance(context).registerRangingListener(new ...BeaconListener() {  
  
    @Override  
    public void onNearestRangedBeacon(...Region ...Region,  
                                     ...Beacon ...Beacon)
```

!!! ... yerine Beacon üretici firma ismi kullanılmaktadır.

- ❑ ...Beacon sınıfından oluşturulan nesne ile beacon'a ait bilgiler çekilir. Bu işlem **onNearestRangedBeacon** metodu içerisinde yapılmalıdır.
- ❑ ...Beacon.getMinor() ile sinyali aldığımız beaconın minor adresini elde ederiz.
- ❑ ...Beacon.getRssi() ile de beacondan gelen sinyalin gücü ölçülebilir.

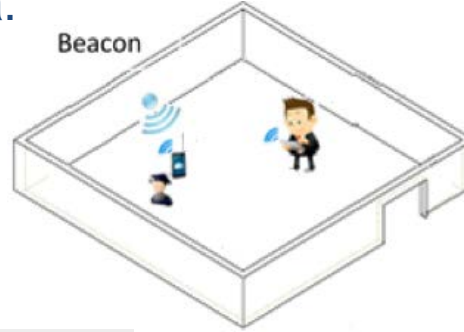
Beacon Cihazlar Nasıl Programlanabilir?

- ❑ Geliştirme Kitleri ya da programlayıcılar aracılığıyla Beacon cihazların major, minor gibi adres değerleri, TX gibi gönderim güçleri ayarlanabilir.
- ❑ Bluegiga BLE113 çiplerini programlamak için DKBLE113 geliştirme kiti kullanılmaktadır.



Uygulama Örnekleri: Beacon Mikro Konum Belirleme Programı

- ❑ Beacon cihazının kapsama alanına girdiğinizde ve çıktığınızda bildirim gönderen ya da müzik çalan uygulama.



Bildirim Gönderen Uygulama

Müzik Çalan Uygulama

Öğrenci Adı : Ahmet
Soyadı: YILMAZ
Tarih : 06/02/2017
Giriş Saati : 16:50:25
Çıkış Saati : 16:51:22

BeaconMuzikliOrnek

Hello World!

Müzik başlatılıyor.....

BeaconMuzikliOrnek

Hello World!

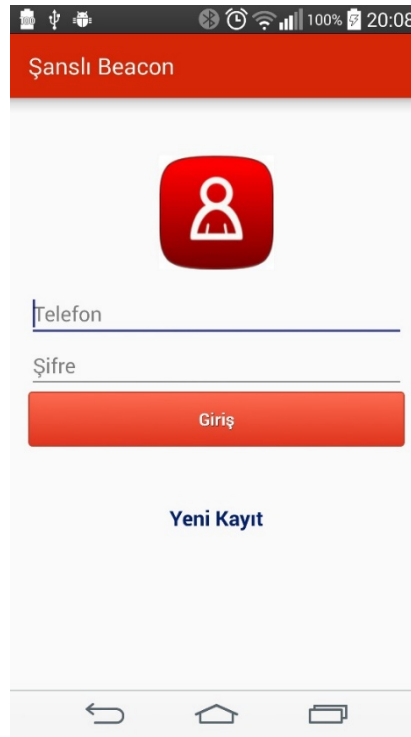
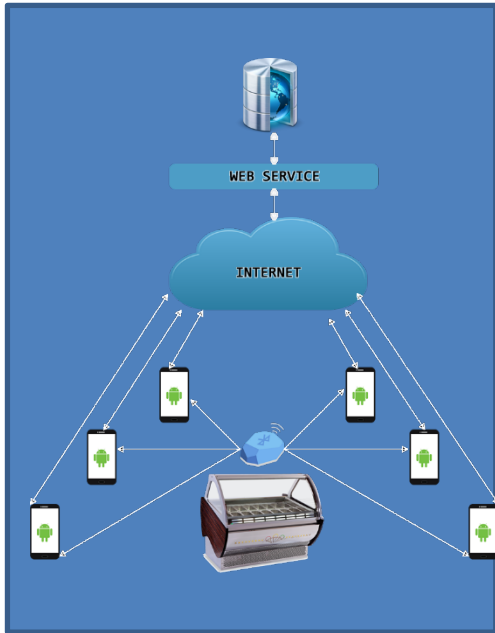
Müzik sonlandırılıyor.....

Uygulama Örnekleri: Şanslı Beacon

- ❑ İşletmeye belirli bir sırada (beacon kapsama alanına) giren kullanıcı şanslı kullanıcı olarak kabul edilmekte ve ilgili kullanıcıya firma tarafında hediye verilmekte ya da indirim yapılmaktadır.

Kullanılan Teknolojiler

- ✓ Android Platformu
- ✓ BoniBeaconSDK.jar
- ✓ NodeJS
- ✓ MongoDB



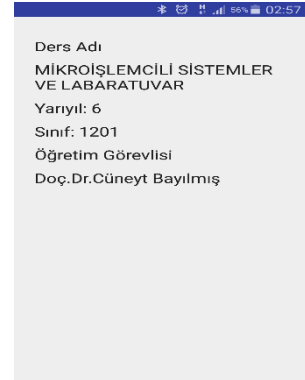
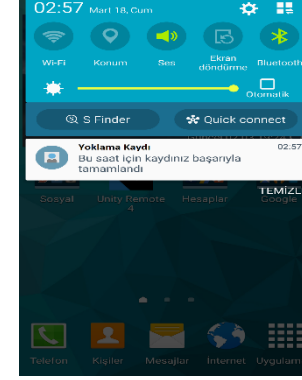
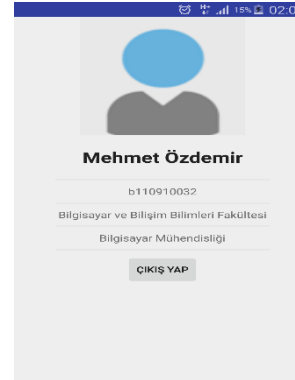
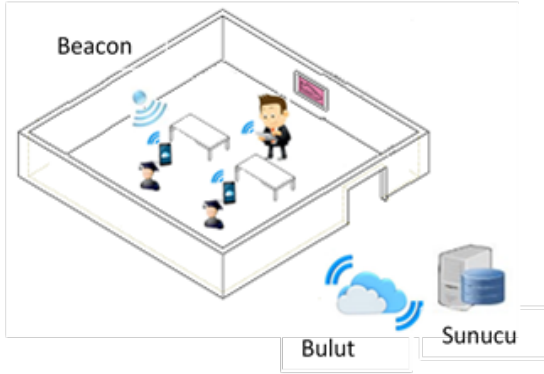
Uygulama Örnekleri: Şanslı Beacon

❑ Uygulamaya ait kod parçası

```
BoniBeaconManager.getInstance(context).registerRangingListener(new BoniBeaconListener() {  
    @Override  
    public void onNearestRangedBeacon(BoniRegion boniRegion, BoniBeacon boniBeacon) {  
        if (boniBeacon.getMinor().equals("0002") && boniBeacon.getRssi() > -70) {  
            //JSON object oluşturuluyor  
            try {  
                JSONObject jsonObject = new JSONObject();  
                jsonObject.accumulate("phone", file.getString("PlaceControl", null));  
                jsonObject.accumulate("address", boniBeacon.getDeviceAddress().toString());  
                String json = jsonObject.toString();  
                //Sunucu ile bağlantı kurulup servis de kullanıcı kontrolü yapılıyor  
                String result = new ServiceGetCaller(json).execute(Connection.getWebServiceURL() +  
                    "campaignControl").get();  
  
                if (new JSONObject(result).getString("result").equals("LUCKY")) {  
                    notifications = new Notifications(getApplicationContext(),  
                        "Şanslı Kişi Sizsiniz", "Tüm ürünlerimizde %50 İNDİRİM");  
                    notifications.sendNotification();  
                } else {  
                    if (region != null) {  
                        BoniBeaconManager.getInstance(context).stopRangingBeacons(region);  
                    }  
                }  
            } catch (InterruptedException e) {  
                e.printStackTrace();  
            } catch (ExecutionException e) {  
                e.printStackTrace();  
            } catch (JSONException e) {  
                e.printStackTrace();  
            }  
        }  
    }  
});
```

Uygulama Örnekleri: Öğrenci Yoklama Sistemi

- ❑ Sınıflara yerleştirilen beacon ve akıllı telefonlar aracılığıyla otomatik öğrenci yoklama sistemi ile devam takip işlemleri öğrencinin derse katılım süresine göre belirlenebilir.



Devam Takip Sistemi

Ders Bilgileri	Ders Açıklaması
Adı : MİKROİŞLEMCİLİ SİSTEMLER VE LABARATUVAR	Bu derste, günümüz bilgisayar teknolojileri içerisindeki programları işleyen ve çeşitli mikro işlemci sistemleri hakkında bilgi verilmesi, endüstride yaygın kullanılan 8085 mikro işlemci ve 8051 denetleyici mimari yapılarını ve kodlarını inceleyerek, laboratuvar ortamında uygulamalı örnekler ile öğrencilerin teorik ve pratik bilgiler kazanması hedeflenmektedir.
Öğretim Görevlisi : Doç.Dr. Cüneyt Bayılmış	
Yarıyıl : 6	
Gün : Salı	
Saat : 13:00:00 - 17:00:00	
Sınıf : 1201	
Hafta Durumu : 6 / 14	

Dersi Alan Öğrenciler

Öğrenci No	Öğrenci Adı	Katılım Durumu
b110910032	Mehmet Özdemir	% 45.83
b110910033	Onur Güneş	% 83.33
b110910024	Zafer Erdoğan	% 0

Devam Takip Sistemi



Öğrenci Bilgileri
Öğrenci No : b110910032
Adı : Mehmet Özdemir
Fakültesi : Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bölümü : Bilgisayar Mühendisliği
Derse Katılım Yüzdesi : % 45.83

Ders Bilgileri

Ders Adı	Gün	Saat
MİKROİŞLEMCİLİ SİSTEMLER VE LABARATUVAR	Salı	13:00:00 - 17:00:00

Detaylı Öğrenci Katılım Durumu

Hafta	Tarih	1.Saat	2.Saat	3.Saat	4.Saat	H.K.Y.*
1	2016-02-23	Var	Var	Yok	Var	% 75
2	2016-03-01	Var	Var	Var	Var	% 100
3	2016-03-08	Yok	Yok	Yok	Yok	% 0
4	2016-03-15	Var	Var	Yok	Yok	% 50
5	2016-03-22	Yok	Yok	Var	Var	% 50
6	2016-03-29	Yok	Yok	Yok	Yok	% 0

* Haftalık Katılım Yüzdesi

Kaynak: C. Bayılmış, M. Özdemir, "Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisine Sahip İşaretçi ve Akıllı Telefon Temelli Öğrenci Yoklama Sistemi", Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi, 9 (3), 249–254, 2016.

Kaynaklar

❑ C. Bayılmış, M. Özdemir, “Bluetooth Düşük Enerji Teknolojisine Sahip İşaretçi ve Akıllı Telefon Temelli Öğrenci Yoklama Sistemi”, Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi, 9 (3), 249–254, 2016.

❑ Beacon Geliştiren Firmalar

- Apple: iBeacon for developers, <https://developer.apple.com/ibeacon/>
- Estimote beacon, <https://estimote.com>
- Blesh beacon, <https://www.blesh.com>
- Boni beacon, <https://www.boni.me>
- Phoneist beacon, <https://www.phoneist.com>
- Google beacon eddystone, <https://developers.google.com/beacons/>

❑ BLE Çip Üretici firmalar

- Bluegiga BLE113, <https://www.bluegiga.com/en-US/products/ble113-bluetooth-smart-module/>