SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

BSM 313
NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMALARI

(Internet of Things (IoT) and Applications)

NESNELERİN İNTERNET'İNDE GÜVENLİK

Doç. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ

Nesnelerin İnternetinde Güvenlik

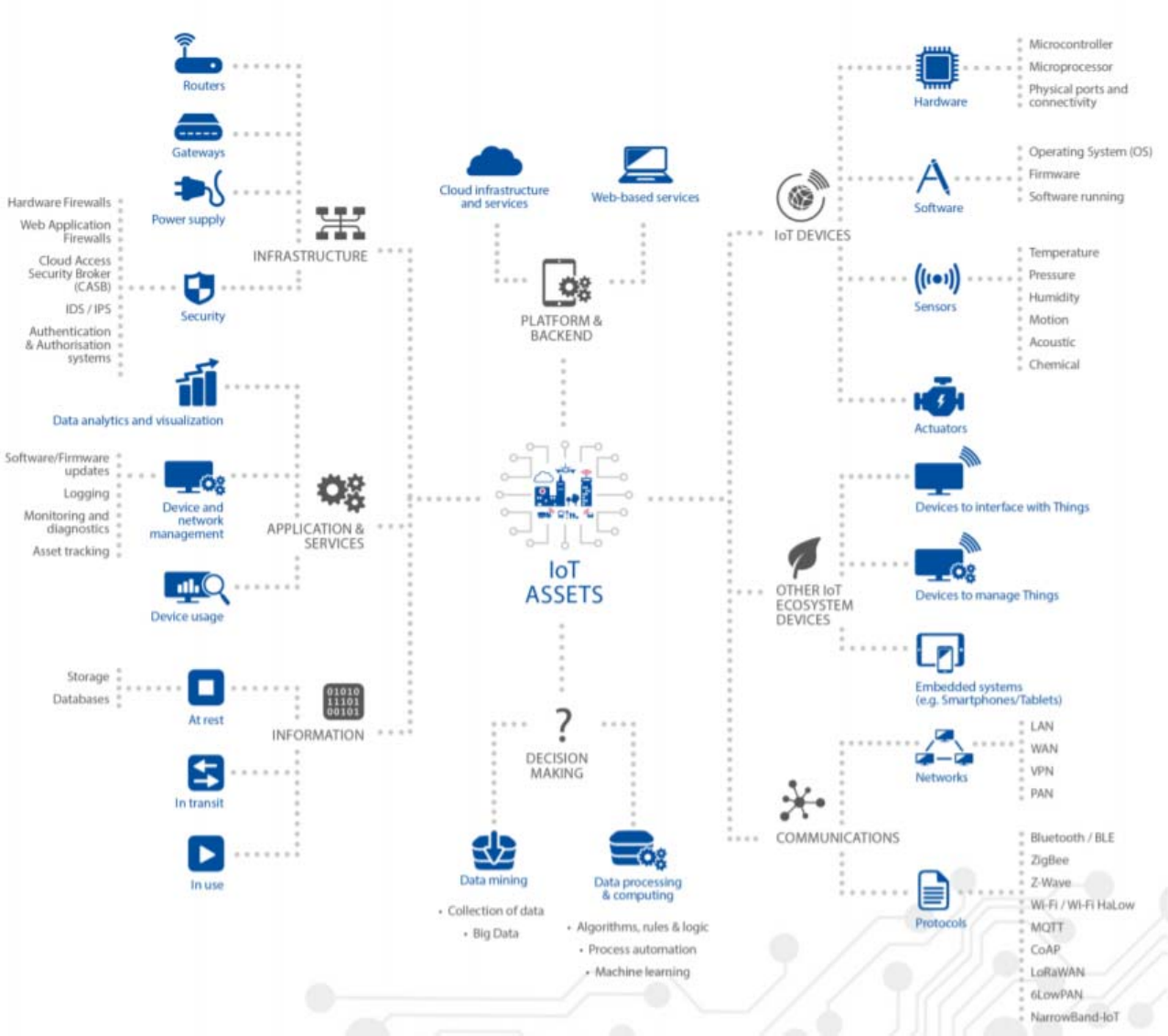
(Security in IoT)

- Günümüzde iş, sosyal ve sağlık alanındaki uygulamaları ile hayatımızın her noktasında yer almakta olan IoT uygulamaları dikkate alındığında güvenlik büyük bir önem arz etmektedir.

- Değişik iletişim protokolleri aracılığıyla birbirleri ile haberleşebilen, algılama ve veri işleme yeteneğine sahip nesnelerin/cihazların oluşturduğu küresel bir ağ IoT mimarisi dikkate alındığında, sensörlerden, gömülü sistemlere, haberleşme teknolojilerinden bulut sistemlere tüm süreçlerde güvenlik ele alınmalıdır.

IoT Uygulamalarındaki Bileşenler

(Büyük Resim)



Kaynak: C. Skoulodi, A. Malatras, 'Introduction to IoT Security', ENISA IoT Security Team, European Union Agency for Network and Information Security

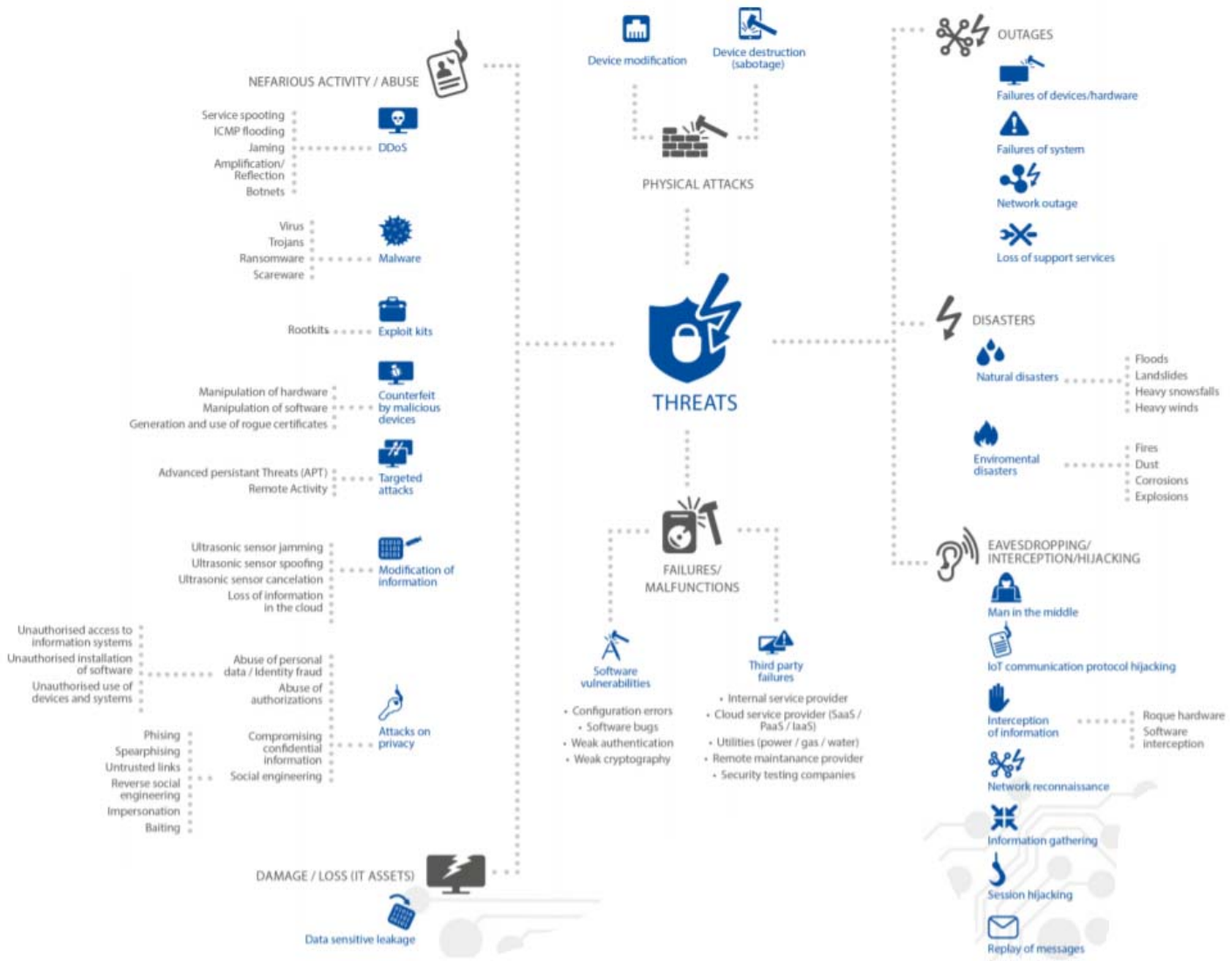
Nesnelerin İnternetinde Güvenliğin Önemi

- Tamamen güvenli denebilecek IoT nesnesi (uygulaması) yoktur denmesi hatalı olmayabilir.
- Bunun nedenleri arasında şunlar sayılabilir:
  - IoT uygulamalarının 3. parti (third party) bileşen, donanım ve yazılımlar içermesi,
  - IoT uygulamalarının, ağlara (internet, WiFi, vb.) ve harici servislere bağımlılığı,
  - IoT uygulamalarında kullanılan protokollerin zafiyetleri,
  - IoT nesnelerinin tasarımında güvenliğe önem verilmemesi,
  - Güvenlikten önce IoT uygulamasının fonksiyonelliğine önem verilmesi,
  - Güvenlikle ilgili yatırımların sınırlı olması,
  - Sorumluklara yönelik yasal çerçevenin tam olarak ortaya konulmaması (eksikliği)

IoT Güvenliğindeki Temel Zorluklar

- IoT nesnelerinin sınırlı kaynaklara sahip olması,
- Çok geniş saldırı yüzeyi ve IoT nesnelerinin geniş bir alanda konuşlandırılmaları,
- Standart ve yönetmeliklerin eksikliği,
- Tasarım süreçlerinde güvenliğin en öncelikli olmaması ve güvenliksiz (güvenlik süreçlerinin dikkate alınmadığı) geliştirme
- IoT güvenliği alanında uzman eksikliği,
- IoT cihazlarına güvenlik güncellemelerinin uzaktan yüklenme zorluğu,
- Sorumlulukların/yükümlülüklerinin açıkça belirtilmemesi,

IoT Uygulamalarındaki Bileşenlere Yönelik Tehditler

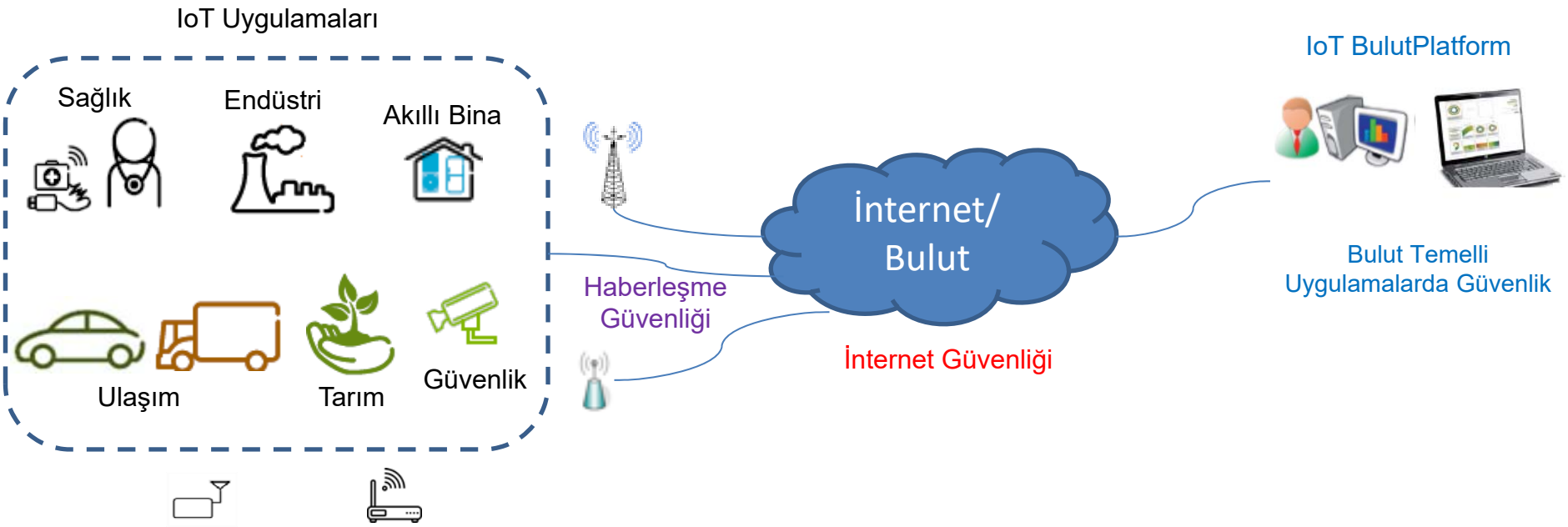


Kaynak: C. Skoulodi, A. Malatras, 'Introduction to IoT Security', ENISA IoT Security Team, European Union Agency for Network and Information Security

OWASP IoT Güvenlik Riskleri

- OWASP (Open Web Application Security Project) dünya üzerindeki kurulu olan birçok platformda bulunan zafiyetlerin güncel sürümlerini yayınlamaktadır.
- IoT cihazların potansiyel güvenlik riskleri
  - Zayıf, tahmin edilebilir veya gömülü kodlanmış şifreler
  - Güvensiz ağ servisleri
  - Güvensiz ekosistem arayüzleri
  - Güvenli güncelleme mekanizması eksikliği
  - Güvensiz veya eski bileşenlerin kullanımı
  - Yetersiz gizlilik koruması
  - Güvensiz veri aktarımı ve depolanması
  - Cihaz yönetimi eksikliği
  - Güvensiz varsayılan ayarlar
  - Fiziksel güçlendirme eksikliği

Nesnelerin İnternet'i Bileşenleri Seviyesinde Güvenlik İhtiyacı

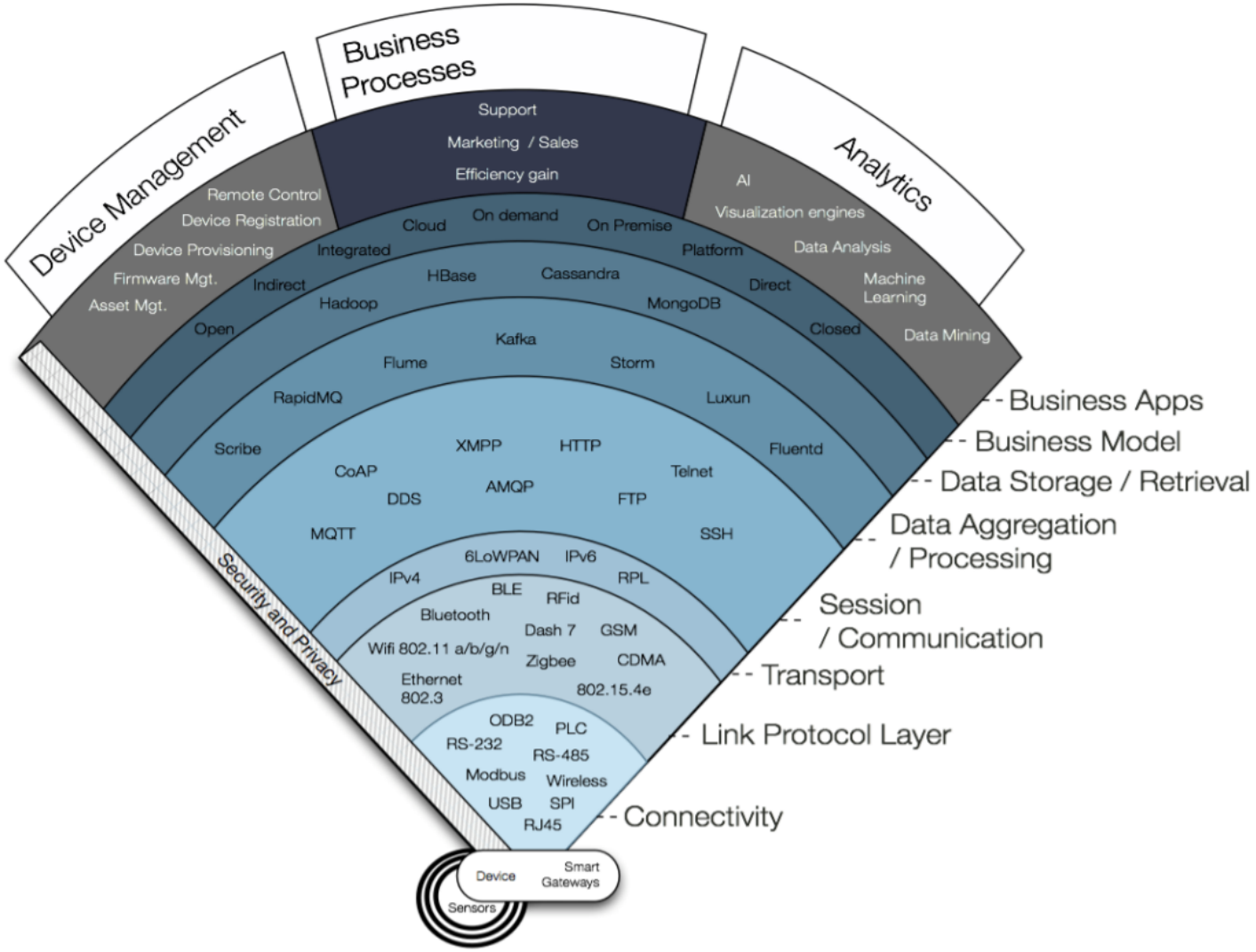


IoT Uç Cihaz ile Ağ Geçidi
ve
IoT Uygulamalarını Gerçekleştirmede Kullanılan Yardımcı Teknolojilerin Güvenliği (RFID, NFC, BLE, GSM vb.)

IoT uygulamalarının büyük bir çoğunluğu bulutta ya da IoT nesnesi üzerinde hassas bilgi içermektedir.

IoT uygulamalarında güvenlik konusunda birçok zaafiyet bulunmaktadır.

IoT Nesnesi ile Kullanılan Teknoloji, Protokol ve Yazılımlar



IoT Bileşenleri Seviyesinde Saldırı Türleri ve Riskler

❑ IoT nesneleri kapsamında akıllı telefon, gömülü sistem vb. birçok cihaz ile bu cihazların internete çıkmasını sağlayan ağ geçitleri akla gelmektedir.

❑IoT uç cihaz ve ağ geçidi seviyesinde saldırı türleri ve riskler

- Veri sızıntısı (data leakage),
- Cihazlar üzerindeki savunmasız yazılımlar,
- Düğüm yayımı bozma (jamming),
- Fiziksel hasar (efficiency),
- Kötü niyetli düğüm yazılımı (malicious node adware)
- Hizmet engelleme saldırıları (DoS)

IoT Bileşenleri Seviyesinde Saldırı Türleri ve Riskler

SESSION		AMQP, CoAP, DDS, MQTT, XMPP
NETWORK	ENCAPSULATION	6LowPAN, Thread
	ROUTING	CARP, RPL
DATALINK		Bluetooth / BLE, Wi-Fi / Wi-Fi HaLow, LoRaWAN, Neul, SigFox, Z-Wave, ZigBee, USB

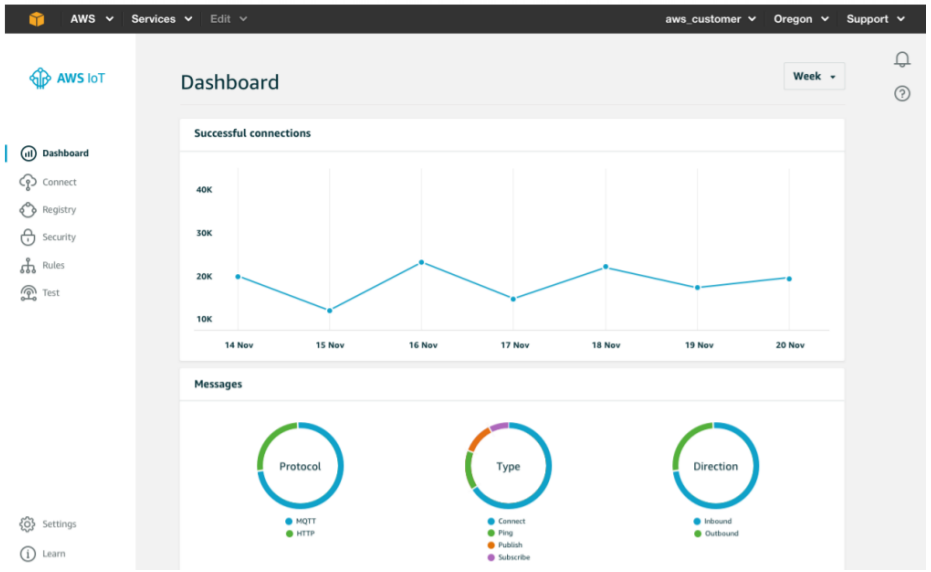
- Bağlantı (connectivity) seviyesinde güvenlik riskleri ve saldırılar (haberleşme ve internet)

  - Hizmet engelleme saldırıları (DoS)
  - Ortadaki adam saldırısı (man in the middle attacks),
  - İletişim güvenliği,
  - İzinsiz erişim (unauthorized access),
  - Sahte ağ mesajı
  - Yönlendirme atakları

IoT Bileşenleri Seviyesinde Saldırı Türleri ve Riskler

- IoT bulut bileşenleri olarak, veri depolama, web temelli servisler, cihaz yönetimi ve konfigürasyonu akla gelmektedir.

- IoT bulut seviyesinde güvenlik riskleri ve saldırılar
  - Savunmasız web uygulamaları ve API'ler

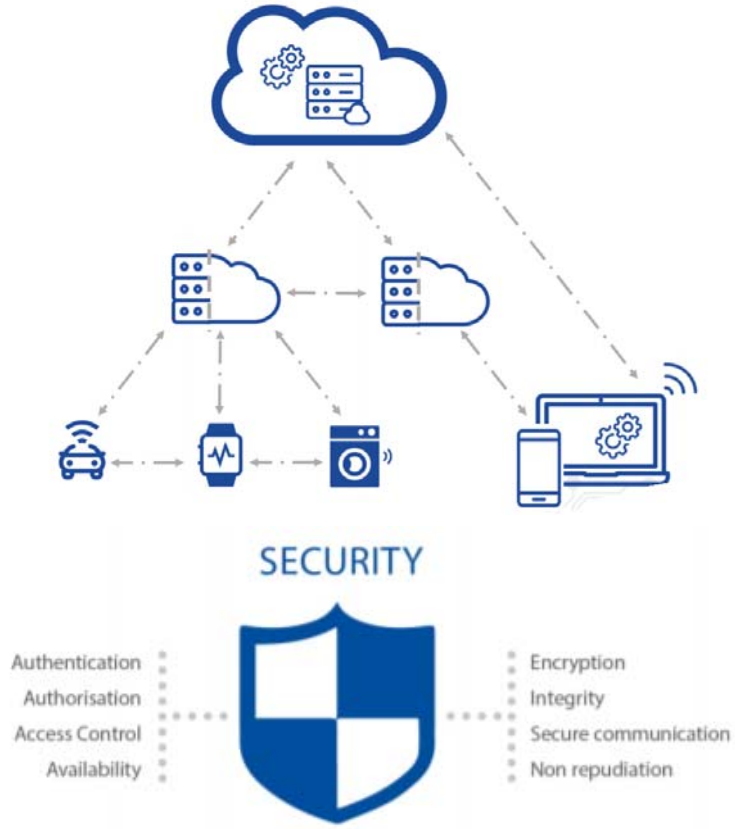


Birincil Güvenlik İlkeleri

- IoT uygulaması geliştirirken dikkat edilmesi gereken birincil güvenlik ilkeleri
  - Mesaj gizliliği (confidentiality),
  - Veri bütünlüğü (data integrity),
  - Veri tazeliği/güncelliği (data freshness),
  - Verimlilik (efficiency),
  - Kendi kendini idare etme (autonomy)
  - Kimlik doğrulama (authentication)

Güvenlik Çözümleri

- Bir IoT sistem, sahada konuşlanmış, birbirleri ve internet ile haberleşen çok sayıda IoT nesnesinden oluşmaktadır.
- IoT uygulamalarında güvenliğin dört temel bileşenden oluştuğu kabul edilebilir
  - IoT nesnesi kimlik doğrulama,
  - Güvenli iletişim bağlantıları,
  - Güvenli yazılımlar,
  - Güvenli depolama



KAYNAKLAR

❖ Temel Kaynaklar

- Doç. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ ve Doç. Dr. Kerem KÜÇÜK, **"Nesnelerin İnternet'i: Teori ve Uygulamaları"**, Papatya Yayınevi, 2019.

❖ Diğer Kaynaklar

- **owasp.org**
- **C. Skoulodi, A. Malatras, 'Introduction to IoT Security', ENISA IoT Security Team, European Union Agency for Network and Information Security**