



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

**BSM 451**  
**NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMALARI**  
(Internet of Things (IoT) and Applications)

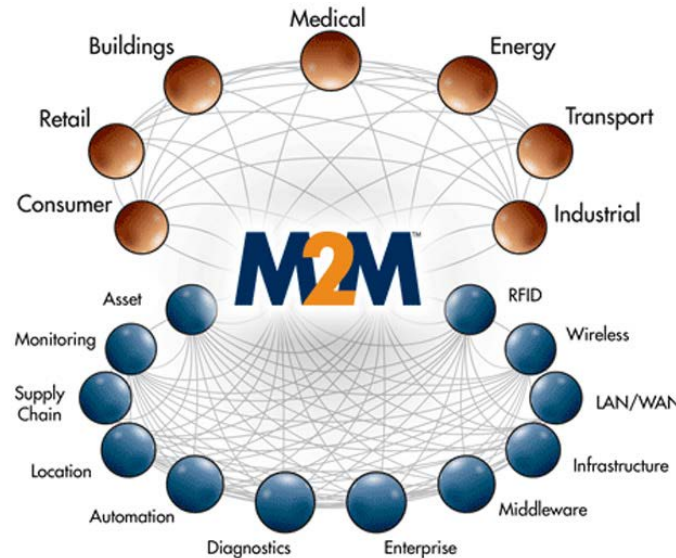
**MAKİNELER ARASI İLETİŞİM**  
(Machine-to-Machine Communication, M2M)

**Doç. Dr. Cüneyt BAYILMIŞ**



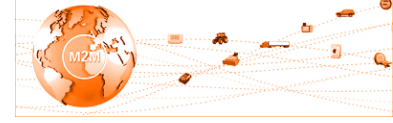
# Giriş

- ❑ Bilgi ve iletişim teknolojileri alanında en önemli araştırma ve çalışma alanlarından birisi makineler arası iletişimidir (**Machine-to-Machine Communication, M2M**).
- ❑ M2M, nesnelerin interneti ekosisteminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir.
- ❑ Makineler arası iletişim, insan müdahalesi olmadan cihazların uçtan uca haberleşmesidir.
- ❑ M2M uygulamaları, ulaşım, sağlık, güvenlik gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.



# Makineler Arası Haberleşme

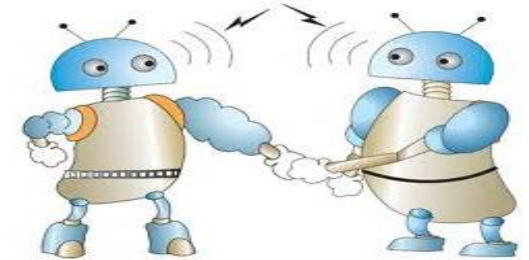
(Machine-to-Machine Communication, M2M)



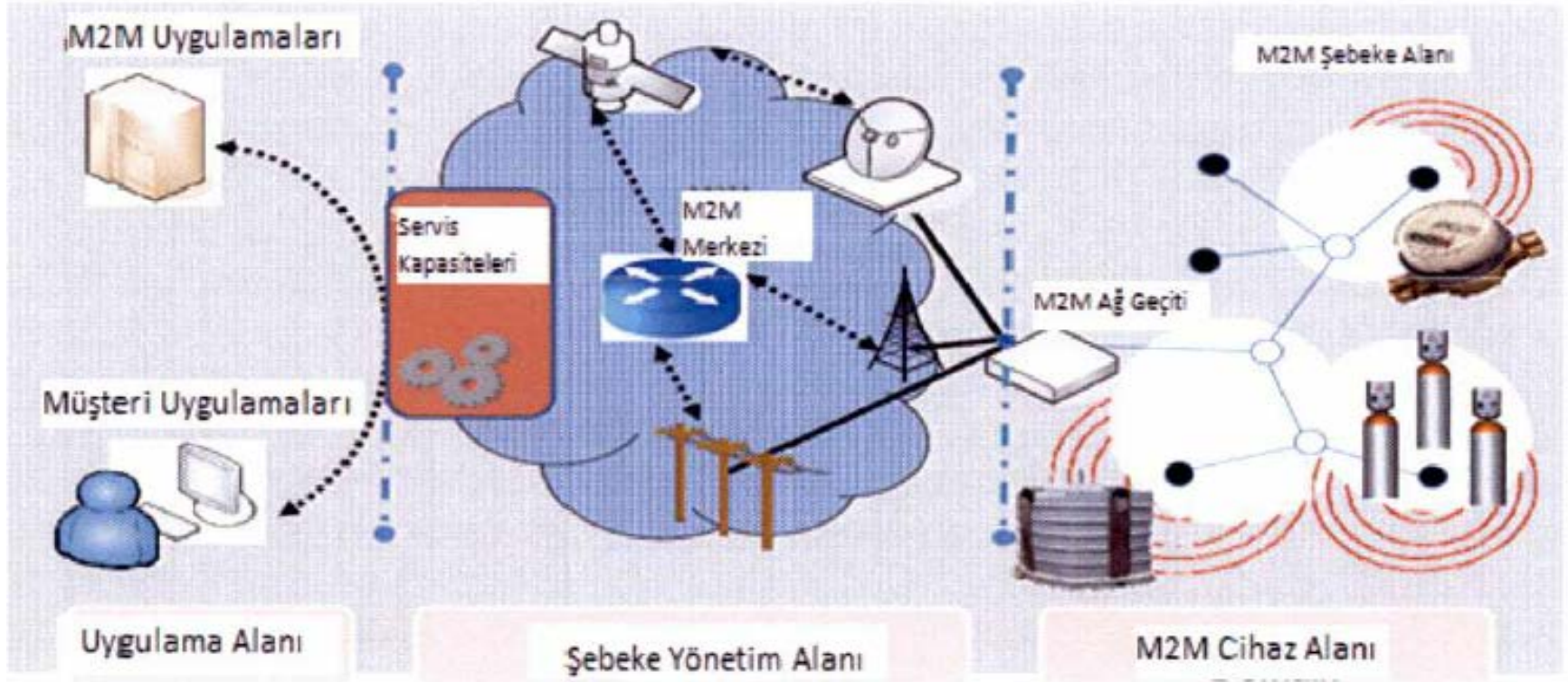
- ❑ M2M, iki ya da daha fazla makinenin/cihazın önceden belirlenmiş kurallar ve protokoller çerçevesinde **kablolu** ya da **kablosuz** iletişim ortamı üzerinden haberleşmesidir.
- ❑ OECD'ye göre M2M, kablolu ve kablosuz şebekeler üzerinden sürekli iletişimde olan ancak bilgisayar sınıfına girmeyen cihazlar aracılığıyla çoğunlukla internet ve benzeri yapılar üzerinden gerçekleştirilen iletişimdir.
- ❑ ITU'ya göre ise M2M, iki ya da daha fazla makinenin insan ihtiyacı olmadan ya da minimum insan ihtiyacıyla haberleşmesidir.
- ❑ ETSI, M2M'i iki ya da daha fazla sayıda cihazın insan müdahalesi olmaksızın birbirleriyle iletişim kurması olarak tanımlamıştır.
- ❑ Avrupa merkezli CEPT bünyesindeki çalışma grupları M2M'i, iki ya da daha fazla bilgi ve iletişim teknolojileri bileşeni arasında büyük ölçüde ya da tamamen otomatik olarak gerçekleştirilen ve bir elektronik haberleşme şebekesi üzerinden sağlanan haberleşme türü şeklinde tanımlamaktadır.

# M2M Sağladığı Yararlar Nelerdir?

- ❑ Maliyetlerin azalması,
- ❑ Verimliliğin artması,
- ❑ Yeni iş modelleri,
- ❑ Kalitenin geliştirilmesi,
- ❑ Önceden arıza vb. olayların tahmini,



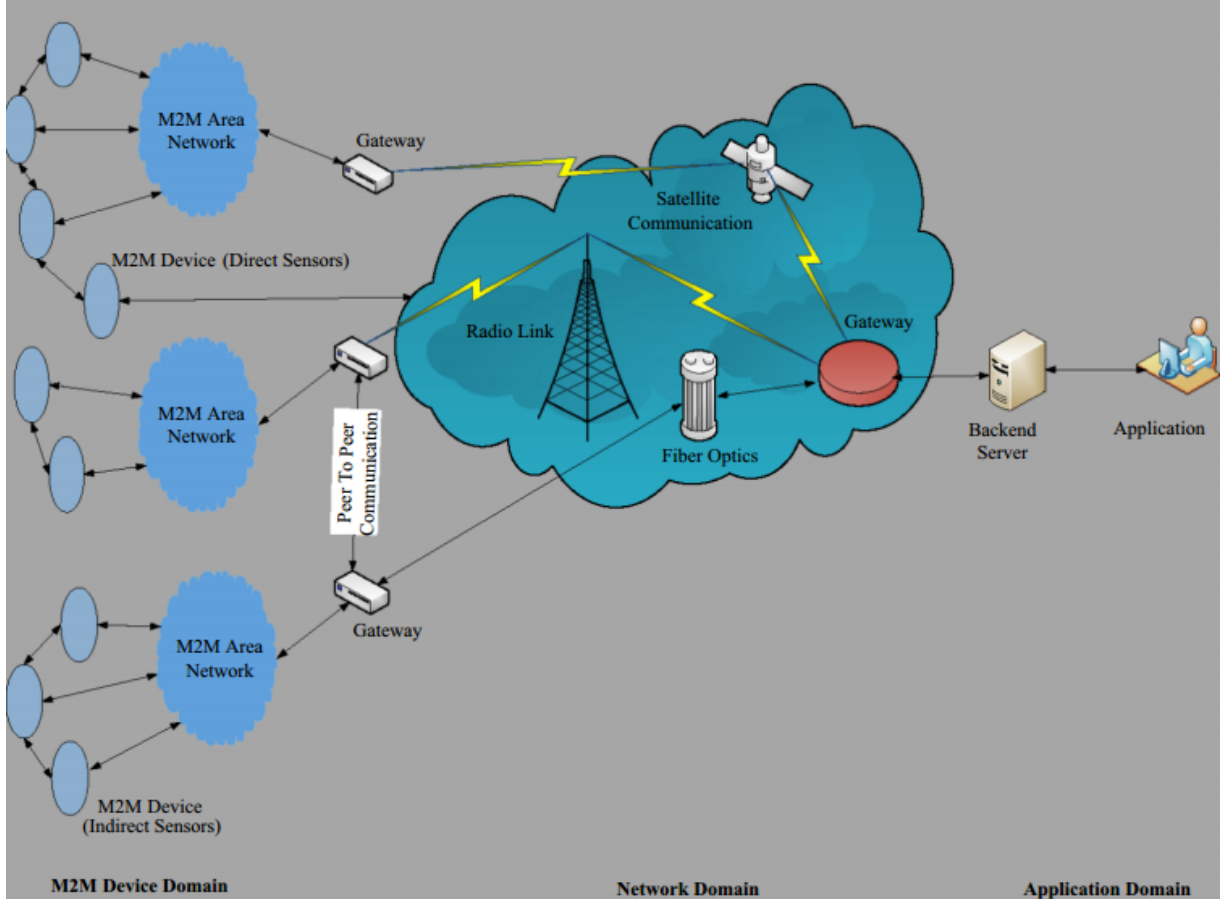
# M2M Mimari Yapısı



Kaynak: ETSI, 2012.

- ❑ M2M cihazların otonom ya da bir kullanıcı tetiklemesiyle bilgi üretimi
- ❑ M2M uygulama alanından elektronik forma dönüşmüş verilerin iletişim kurulacak diğer makineler ile haberleşmesinin sağlanması
- ❑ Diğer M2M cihazların bulunduğu alandır. İstenen hizmetle ilgili verilerin işlendiği asıl işlemin gerçekleştiği yerdir.

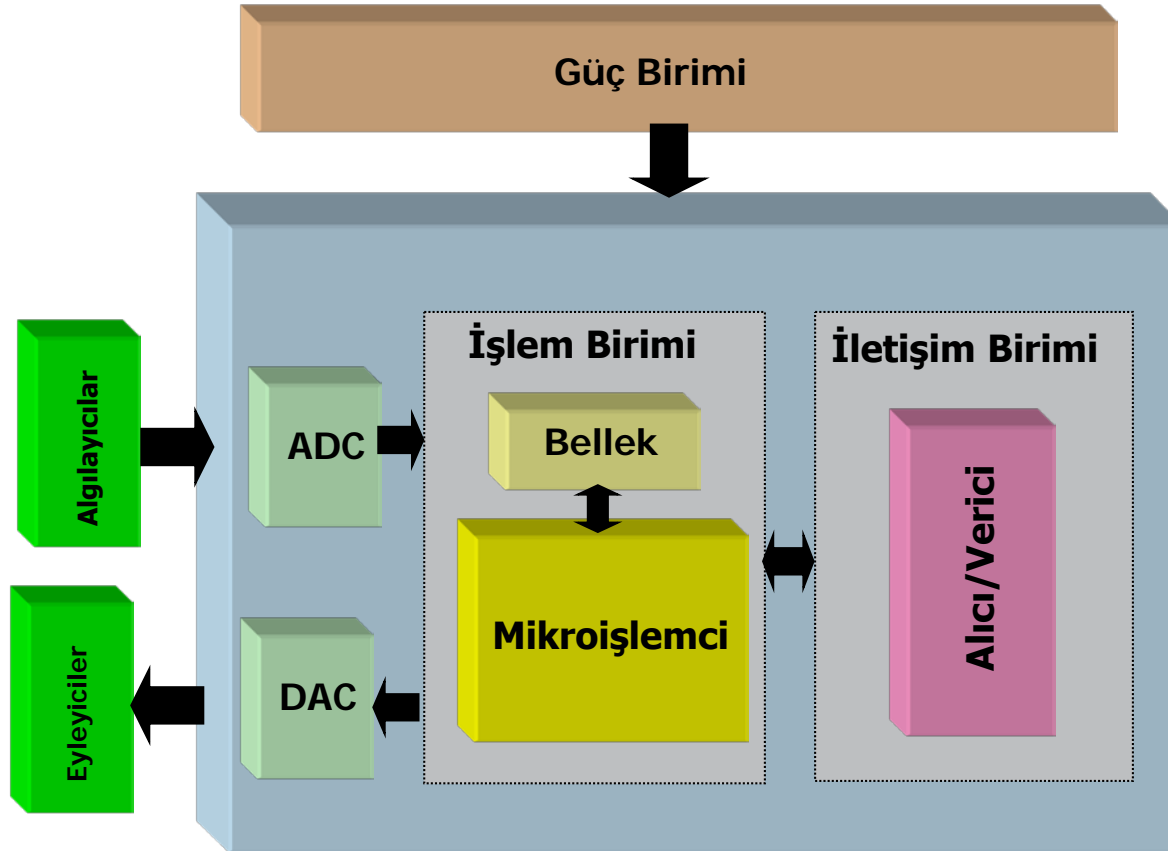
# M2M Haberleşme Sistem Mimarisi



## ❑ M2M şebeke yapıları

- PSTN,
- Kablolu şebekeler,
- Bina içi enerji kabloları,
- WiFi,
- 2G/3G/4G/4.5G/5G
- Uydu,

# M2M Cihaz





# M2M Temel Bileşenleri

## ❑ Bilgi toplama teknolojileri:

- Sensörler, RFID, BLE Beacon



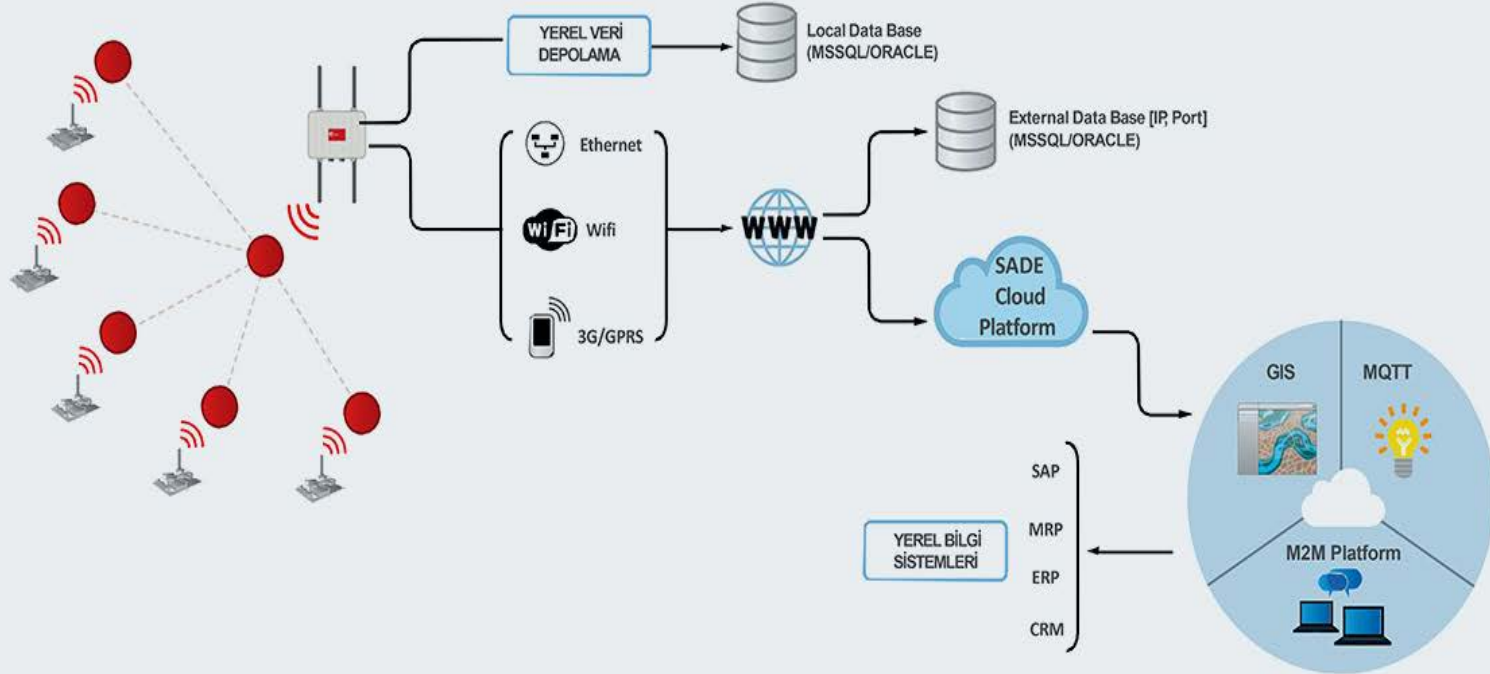
## ❑ Haberleşme teknolojileri:

- Ethernet, WiFi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave, GSM, GPRS, 3G / 4G / 4.5G





# M2M Nasıl Çalışır?



Kablosuz sensör ağı ile veri toplama örnek diyagramı

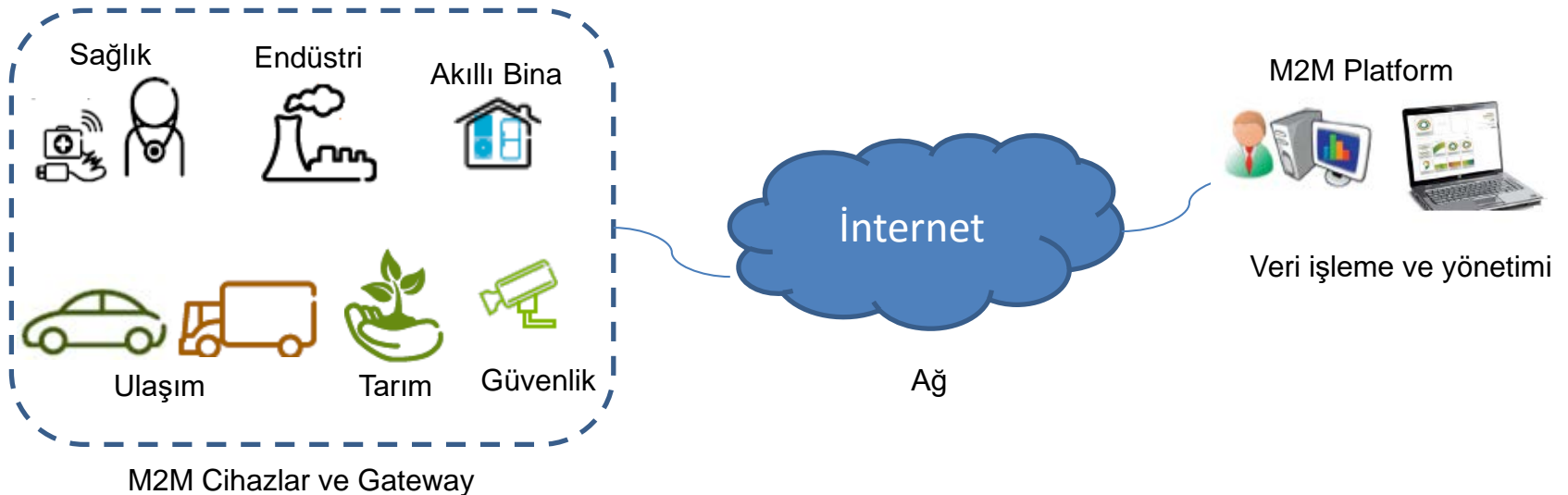
## ❑ M2M teknolojisi ne sağlar?

- Sahadaki M2M cihazların konfigürasyon ve yönetimini,
- Sahadaki M2M cihazlardan veri toplama ve verilerin analizini,
- M2M cihazlara iş emri gönderme,
- M2M kullanıcılarına maliyet kazancı sağlar.

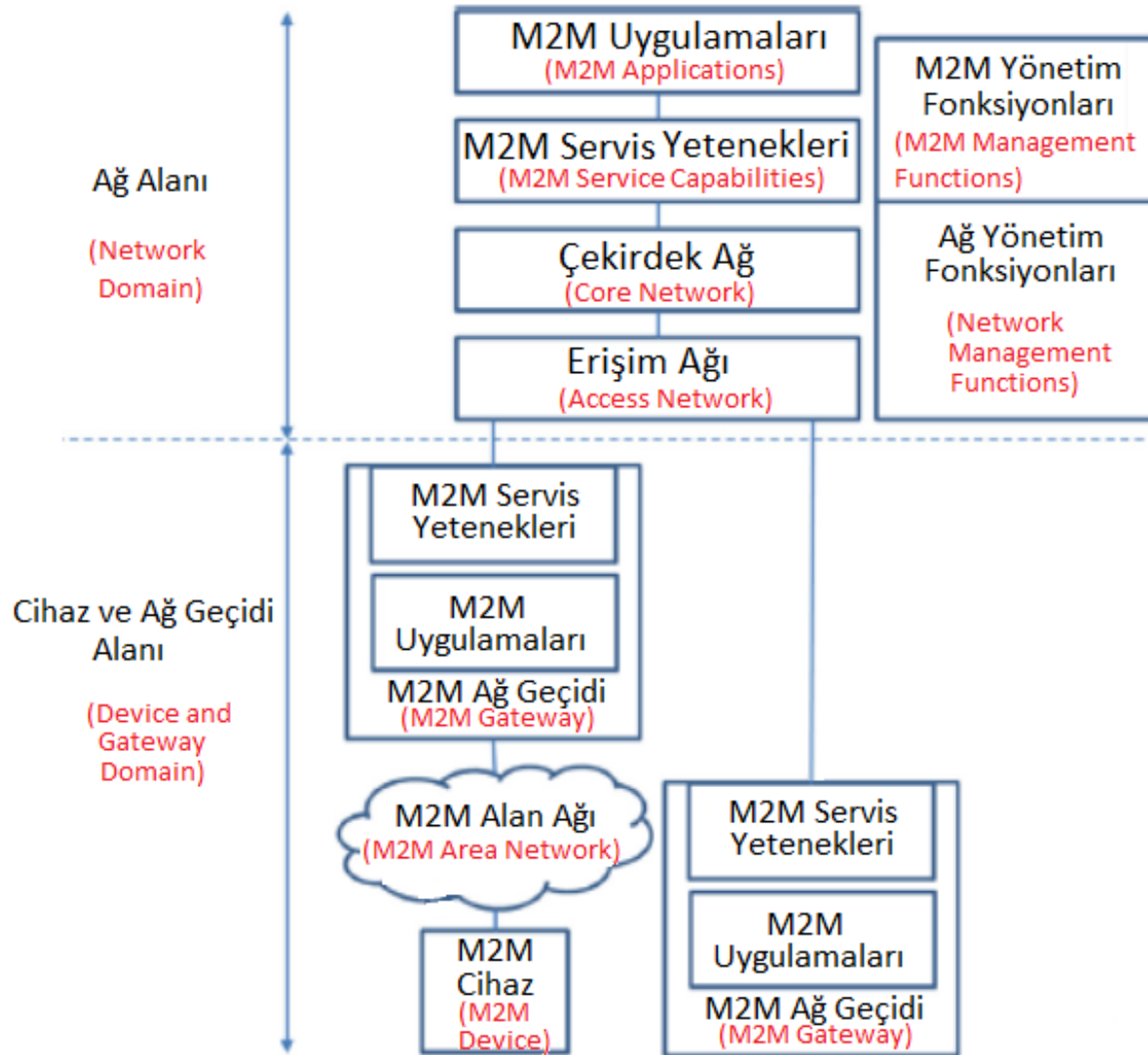
# M2M

## ❑ M2M sistemlerin genel karakteristikleri:

- Çok sayıda düğüm/cihaz bağlantı desteği,
- Birlikte çalışabilirlik,
- Otonom (**autonomous**) çalışma,
- Kendi kendine organizasyon (**self-organization**),
- Güç verimliliği,
- Güvenilirlik,



# M2M Fonksiyonel Mimarisi



# M2M Fonksiyonel Mimarisi

## Cihaz ve Ağ Geçiti Alanı

### ❑ M2M Cihaz (M2M Device)

- M2M cihaz, M2M uygulamaları ve servis yeteneğine sahiptir.
- Temel (basic) ve gelişmiş olmak üzere iki farklı cihaz türü bulunur.

### ❑ M2M Alan Ağı (M2M Area Network)

- M2M cihazları ile M2M ağ geçitleri arasında bağlantıyı sağlayan alan ağıdır.
- Yerel veya kişisel alan ağıdır.
- Bluetooth, ZigBee, KNX, vb. teknolojileri içerir.

### ❑ M2M Ağ Geçidi (M2M Gateway)

- M2M alan ağındaki M2M cihazların ağa (internete) bağlantısını sağlar. Bunun için gerekli dönüşüm mekanizmalarını yerine getirir.
- Ağ geçidi, M2M uygulamaları ve servis yeteneklerini içerir.

# M2M Fonksiyonel Mimarisi

## Ağ Alanı

### ❑ Erişim Ağı (Access Network)

- Bu ağ, cihaz ve ağ geçidi alanındaki cihazlara çekirdek ağ (internet) ile haberleşmek için izin verir.
- Erişim ağı teknolojilerine örnek olarak xDSL, WLAN, WiMAX, Uydu haberleşmeleri verilebilir.

### ❑ Çekirdek Ağ (Core Network)

- Çekirdek ağ, IP bağlantısı, servis ve ağ kontrolü, diğer ağlar ile arabağlantı ve dolaşım (roaming) fonksiyonlarını yerine getirir.
- 3GPP çekirdek ağı örnek olarak verilebilir.

### ❑ M2M Servis Yetenekleri (Service Capabilities)

- M2M servis yetenekleri çekirdek ağ fonksiyonlarının altındadır.
- Uygulamaları basitleştirmek için ağ fonksiyonlarını özetlemeyi amaçlar.

### ❑ M2M Uygulamaları (M2M Applications)

- Açık arayüzler ile M2M servis yeteneklerini kullanan belirli M2M uygulamalardır.

### ❑ Ağ Yönetim Fonksiyonları (Network Management Functions)

- Erişim ve çekirdek ağları yönetmek için gerekli konfigürasyon, hata yönetimi gibi fonksiyonları içerir.
- Uygulamaları basitleştirmek için ağ fonksiyonlarını özetlemeyi amaçlar.

### ❑ M2M Yönetim Fonksiyonları (M2M Management Functions)

- Ağ alanı içerisinde M2M servis yeteneklerini yönetmek için gerekli fonksiyonları içerir.
- M2M servis ön yükleme fonksiyonları ile güvenliğe yönelik fonksiyonları yerine getirir.

# M2M Veri Trafik Türleri

M2M uygulamaları enerjiden sağlığa kadar birçok alanı kapsadığından uygulama alanlarına özgü trafik türlerini desteklemektedir.

- ❑ Esnek Uygulamalar (*elastic applications*),
- ❑ Gerçek Zamanlı Uygulamalar (*real-time applications*),
- ❑ Veri İletim Hızı Değişken Uygulamalar (*rate-adaptive applications*),
- ❑ Mobil Veri Akışı (*mobile streaming*),
- ❑ Akıllı Ağ (*smart grid*),
- ❑ Acil Servisler (*emergency services*),
- ❑ Sağlık Uygulamaları (*e-healthcare*),
- ❑ Bilgi ve Navigasyon Servisleri (*information and navigation services*),



# M2M Servis Yetenekleri

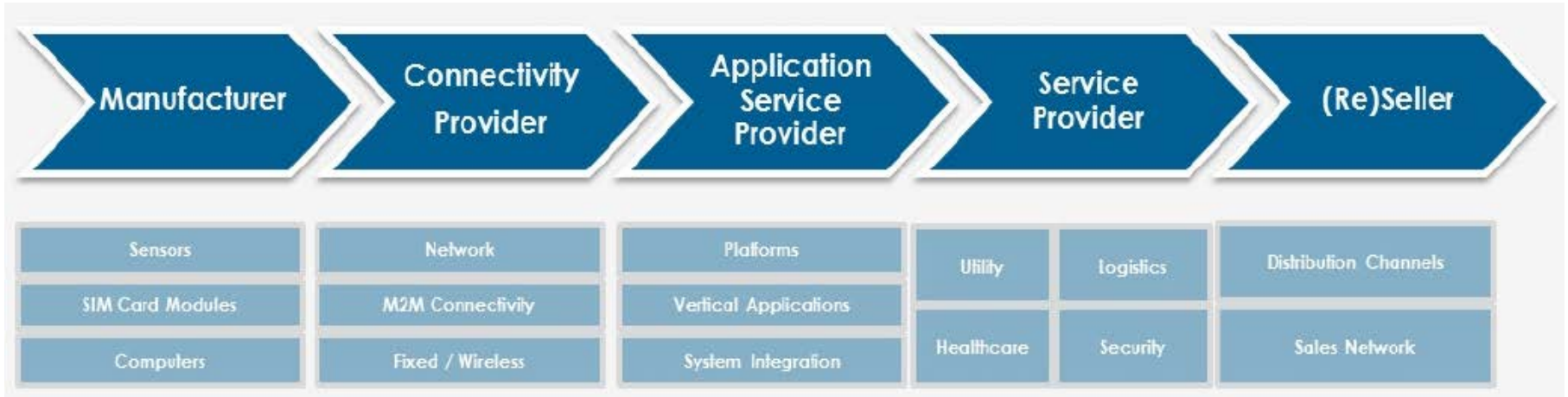
- ☐ Uygulama yetkilendirme,
- ☐ Genel haberleşme,
- ☐ Ulaşılabilirlik ve adresleme,
- ☐ Haberleşme seçimi,
- ☐ Güvenlik,
- ☐ İşlem yönetimi,
- ☐ Arabağlaşım,

# M2M Şebeke Teknolojisi Seçimindeki Kriterler

- ❑ Kapsama alanı,
- ❑ Desteklenen cihaz sayısı,
- ❑ Güç tüketimi,
- ❑ Kurulum kolaylığı ve bakım,
- ❑ Açık ya da kapalı sistem,
- ❑ Kullanıcılar ile etkileşimde esneklik,
- ❑ Desteklenen uygulama türü,
- ❑ Hareketlilik,
- ❑ Güvenlik ve gizlilik,
- ❑ Örnek uygulama desteği,



# M2M Değer Zinciri



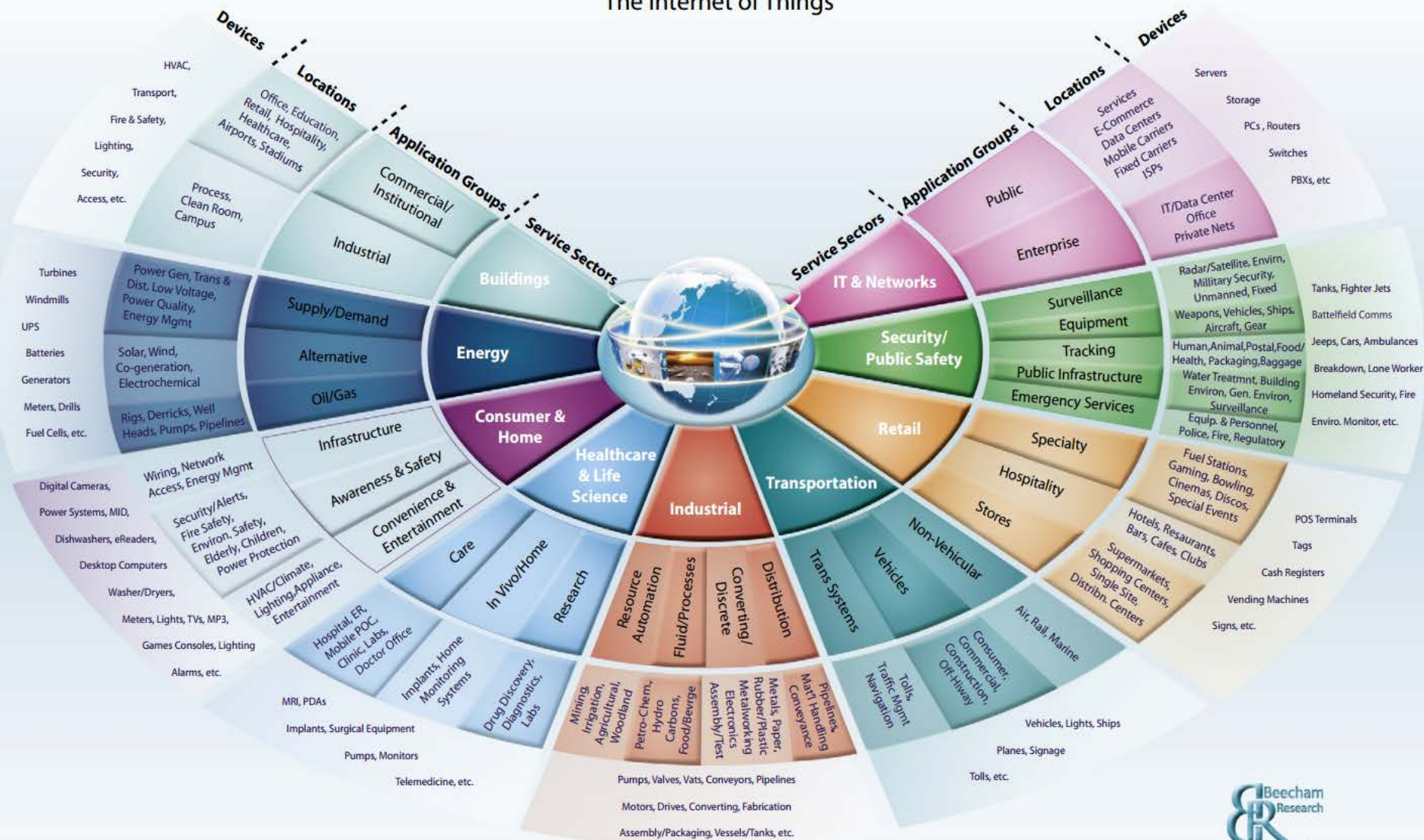
❑ Bilgisayar Mühendisi olarak bu zincirin neresinde yer alabilirsiniz?



# M2M Kullanım Alanı

## M2M world of connected services

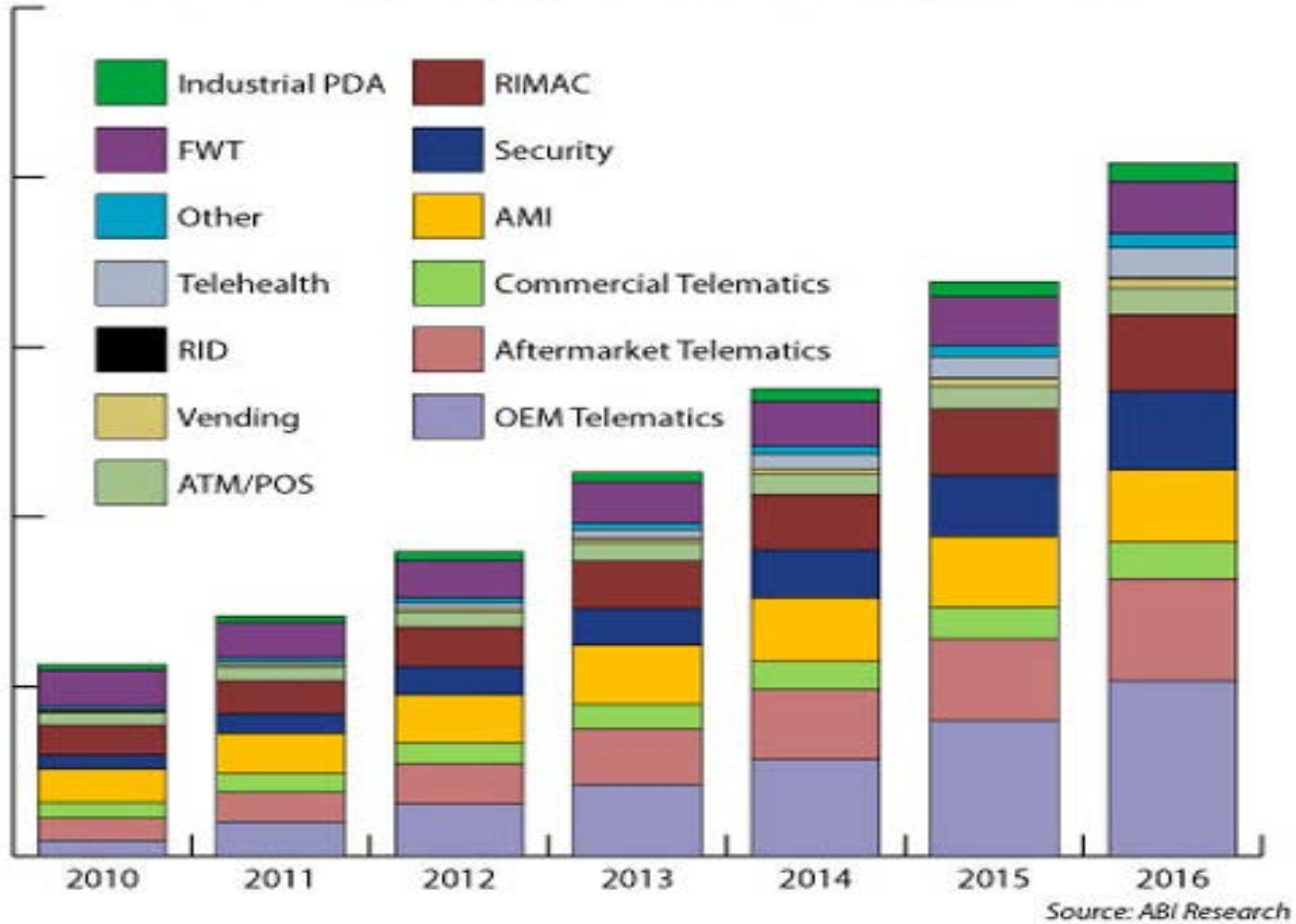
The Internet of Things



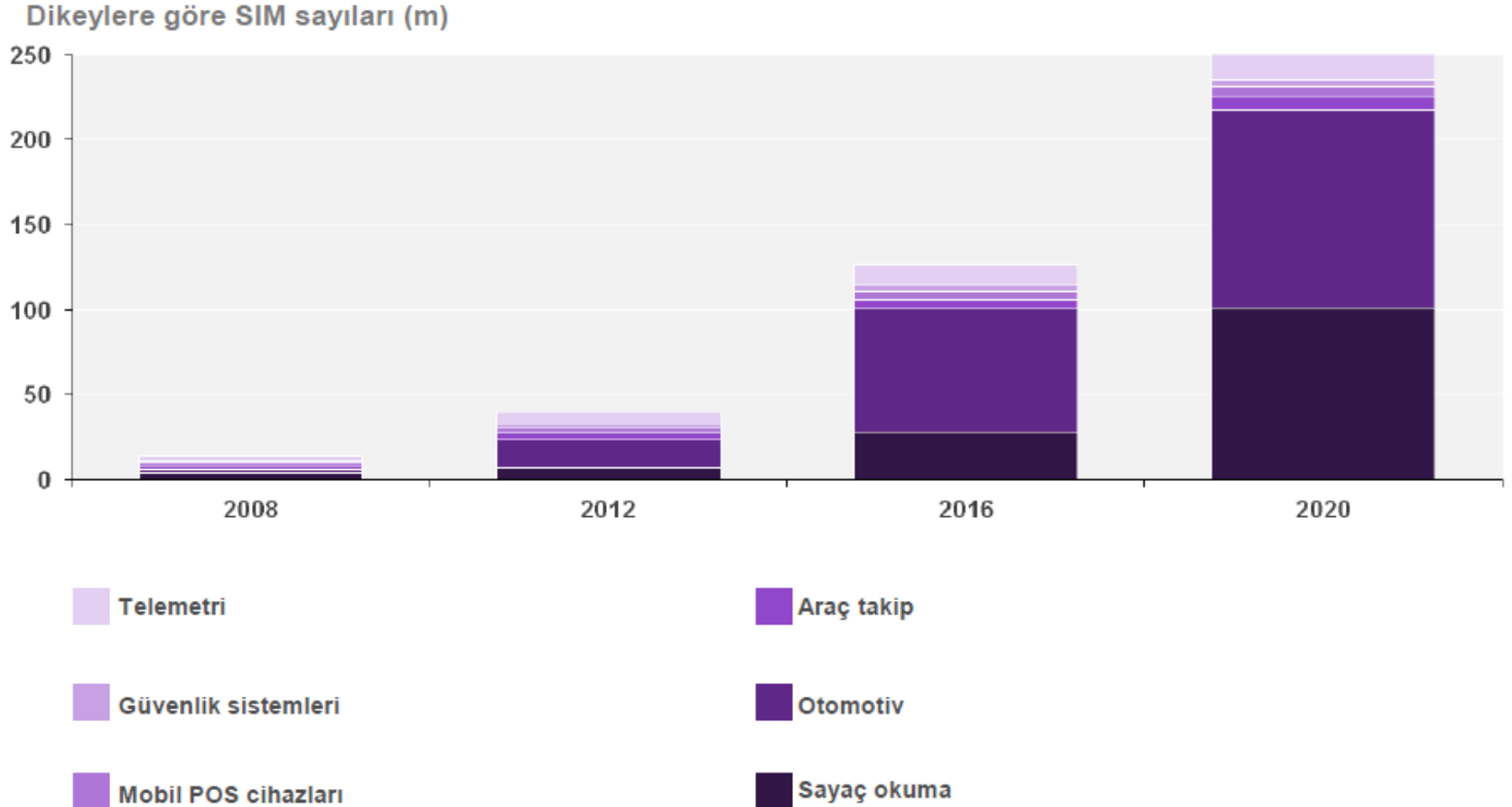


# Dünya'da M2M Uygulama Alanları ve Pazar Büyüklüğü

Total Cellular M2M Module Shipments by Application  
World Market, End User-Basis Forecast: 2010 - 2016

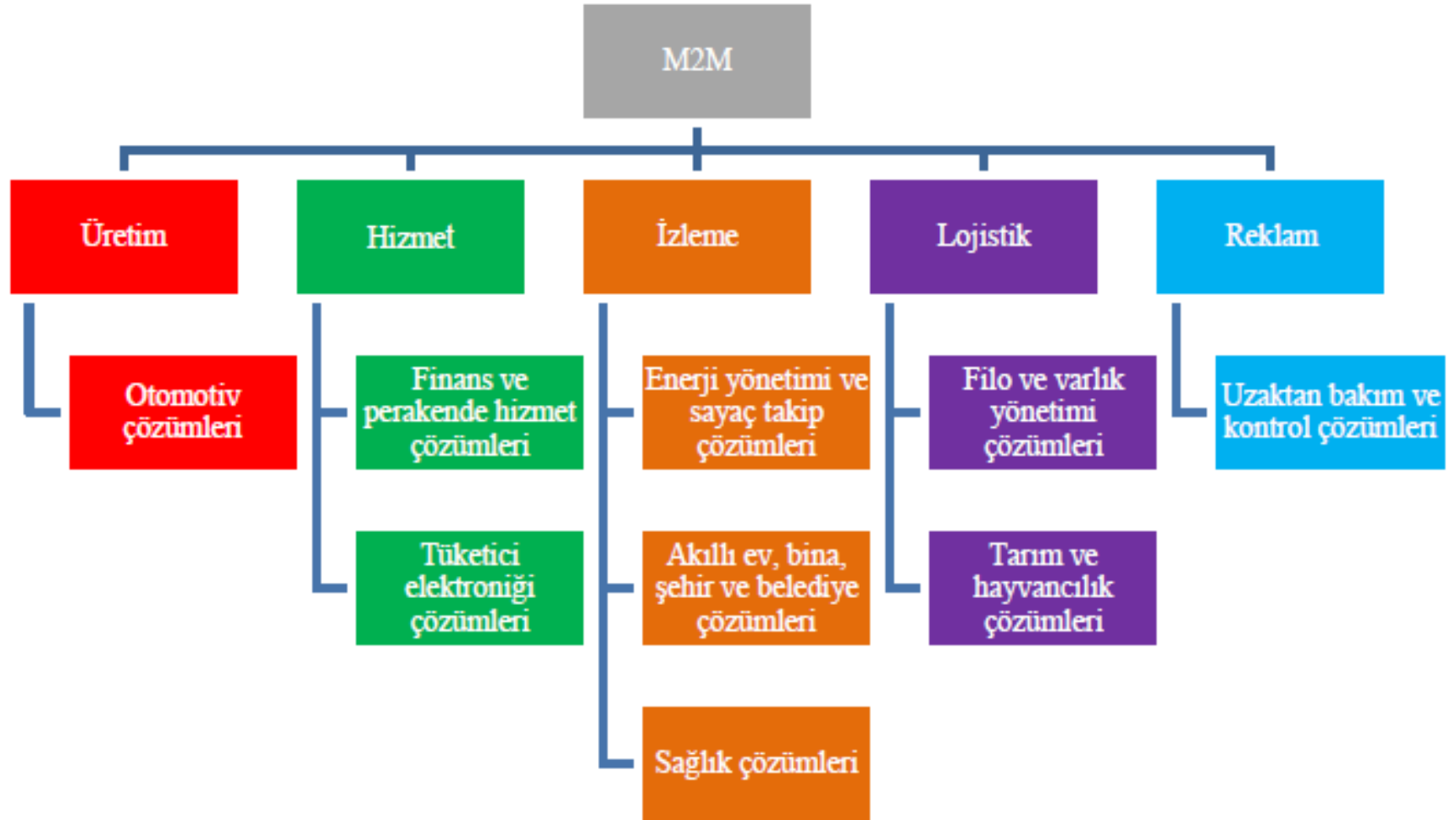


# Avrupa M2M Uygulama Alanı ve Pazarı





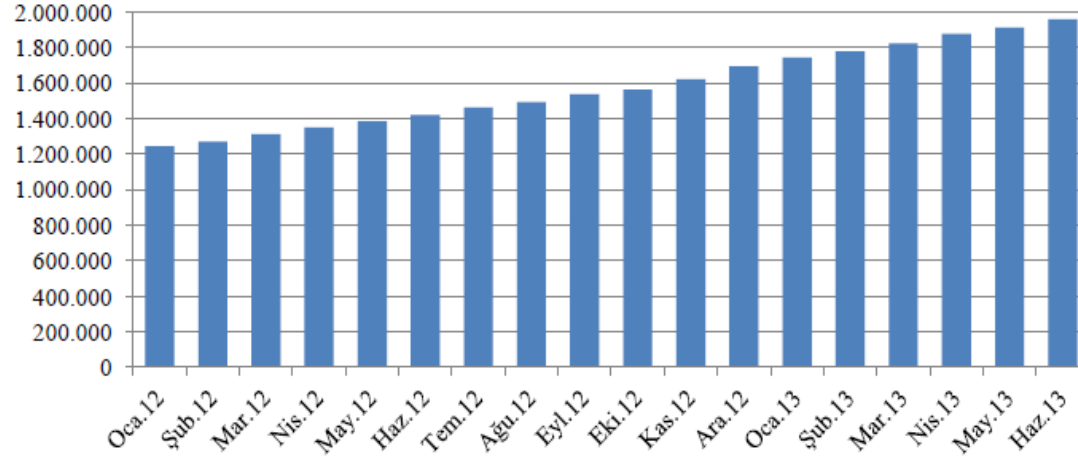
# Ülkemizdeki M2M Kullanım Alanları



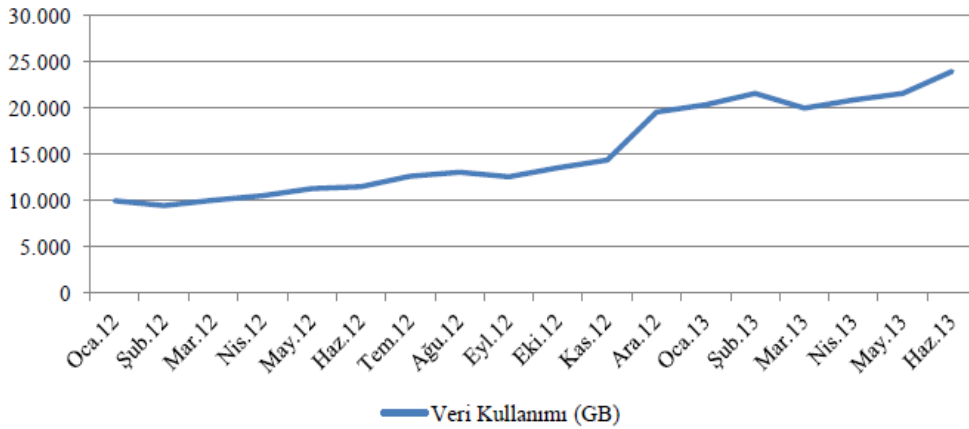
Kaynak: BTK M2M Raporu, 2013

# Ülkemizdeki M2M Pazarı

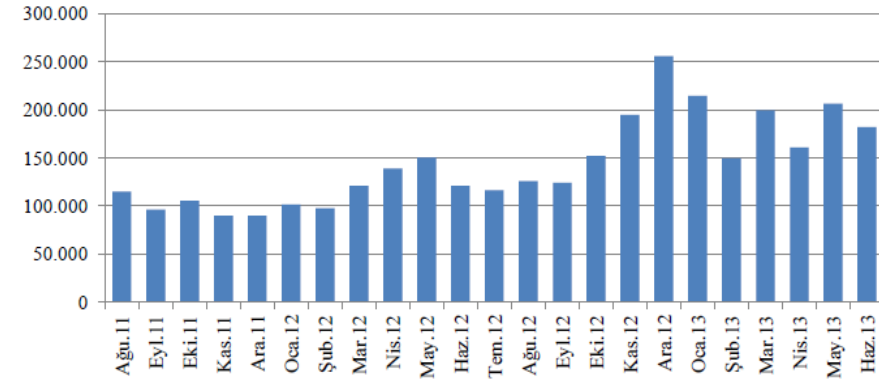
M2M Abone Sayısı



Aylık Veri Kullanımı (GB)



Aylık SMS Miktarı



Kaynak: BTK M2M Raporu, 2013

# M2M ve IoT Karşılaştırması

	M2M	IoT
Uygulama ve Servisler	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hedef probleme dayalı çözüm</li><li>- Tek uygulama, tek cihaz</li><li>- Haberleşme ve cihaz merkezli</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yeniliğe dayalı</li><li>- Çoklu uygulama, çoklu cihaz</li><li>- Bilgi ve servis merkezli</li></ul>
İş	<ul style="list-style-type: none"><li>- İş operasyonları kapalı</li><li>- B2B (İşletmeden İşletmeye)</li><li>- Kurum içi konuşlanmış,</li><li>- Kurulmuş değer zinciri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Açık market yerleştirme</li><li>- B2B, B2C (İşletmeden Tüketicie)</li><li>- Bulutta konuşlanmış</li><li>- Gelişmekte olan ekosistem</li></ul>
Teknoloji	<ul style="list-style-type: none"><li>- Özelleştirilmiş cihaz çözümleri</li><li>- De Facto ve tescilli</li><li>- Kendine özgü kapalı veri formatları ve servis tanımlamaları</li><li>- Kapalı özelleştirilmiş yazılım geliştirme</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Genel ticari cihazlar</li><li>- Standartlar ve açık kaynak</li><li>- Açık APIs ve veri tanımlamaları</li><li>- Açık yazılım geliştirme</li></ul>

# Çalışma Soruları

- ☐ M2M kısaca açıklayınız?
- ☐ M2M mimari yapısını açıklayınız?
- ☐ M2M ile IoT arasındaki farklar nelerdir?
- ☐ ETSI fonksiyonel mimarisindeki bileşenler nelerdir?

# KAYNAKLAR

## ❖ Kaynaklar

- “Makineler Arası İletişim (M2M)”, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2013.
- J. Höller, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Karnouskos, S. Avesand, D. Boyle, “Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence”, Elsevier, 2014.
- P. K. Verma et al., “Machine-to-Machine (M2M) communications: A survey”, Journal of Network and Computer Applications, Vol. 66, 83-105, 2016.