



BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

**M2M (MACHINE-TO-MACHINE)
İLETİŞİM KABİLİYETİNE SAHİP
CİHAZLARIN PİYASA GÖZETİMİ VE
DENETİMİ KAPSAMINDA
İNCELENMESİ, ÜLKE
UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI
VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER**

Süleyman BAYRAM

Teknik Uzmanlık Tezi

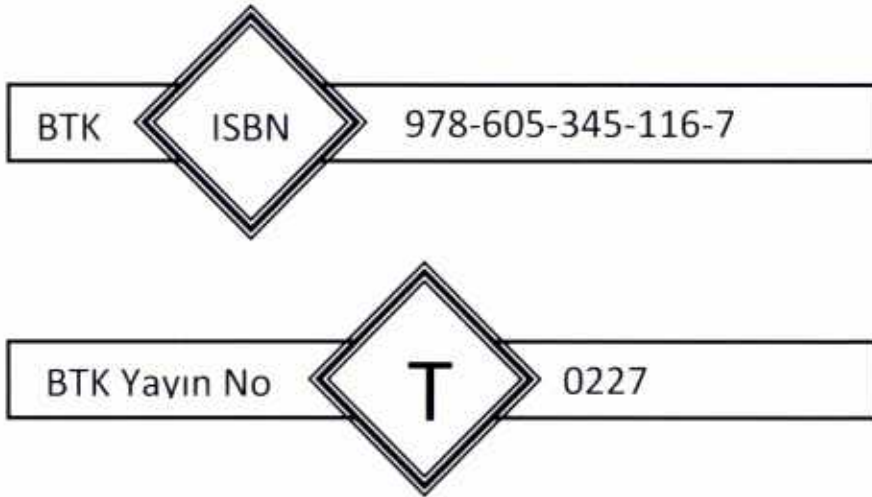
Mayıs 2015

Ankara

©Bu eserin tüm telif hakları
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.



Bu yayında öne sürülen fikirler eserin yazarına aittir;
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun görüşlerini yansıtmaz.





BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

**M2M (MACHINE-TO-MACHINE)
İLETİŞİM KABİLİYETİNE SAHİP
CİHAZLARIN PİYASA GÖZETİMİ VE
DENETİMİ KAPSAMINDA
İNCELENMESİ, ÜLKE
UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI
VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER**

Süleyman BAYRAM

Teknik Uzmanlık Tezi

Mayıs 2015

Ankara

Süleyman BAYRAM tarafından hazırlanan "M2M (MACHINE-TO-MACHINE) İLETİŞİM KABİLİYETİNE SAHİP CİHAZLARIN PİYASA GÖZETİMİ VE DENETİMİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ, ÜLKE UYGULAMALARININ ARAŞTIRILMASI VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER" adlı bu tezin Teknik Uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.




Ankara Bölge Müdürü, Atilla ARSLAN

Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Teknik Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan



Celalettin DİNÇER

Üye



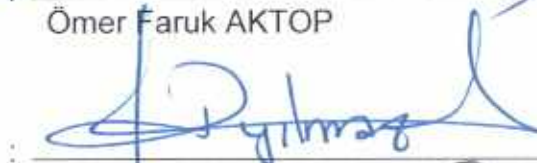
Kemal Sacid SARIKAYA

Üye



Ömer Faruk AKTOP

Üye



Ramazan YILMAZ

Üye



Atilla ARSLAN

Bu tez, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vii
GİRİŞ	1
1. M2M TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ	7
1.1. M2M'e Genel Bakış	7
1.2. Çalışma Prensipleri ve Mimari	11
1.3. M2M İletişimi	14
1.3.1. Kablolü iletişim	14
1.3.1.1. Kapalı alan elektrik tesisatı	15
1.3.1.2. Kablolü ağlar	15
1.3.1.3. Enerji hattından iletişim	16
1.3.2. Kablosuz iletişim	16
1.3.2.1. WPAN	16
1.3.2.2. Wi-Fi	17
1.3.2.3. 2G/3G/4G mobil teknolojiler	18
1.3.2.4. Uydu	19
2. M2M KULLANIM ALANLARI, UYGULAMALAR VE CİHAZLAR	21
2.1. M2M Teknolojisi Kullanılan Endüstriler ve Uygulamalar	21
2.1.1. Ulaştırma Sektörü	21
2.1.1.1. Otomotiv	21
2.1.1.2. Taşımacılık ve lojistik	24
2.1.2. Enerji sektörü	27
2.1.3. Akıllı şehirler ve evler	31
2.1.3.1. Akıllı şehir	31
2.1.3.2. Akıllı ev	35
2.1.4. Sağlık sektörü	37

2.1.5. Üretim, tüketim ve finans sektörü	40
2.1.5.1. Üretim	40
2.1.5.2. Tüketim	42
2.1.5.3. Finans	44
2.1.6. Güvenlik ve denetim sektörü	47
2.2. M2M Cihazları	49
3. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA M2M SEKTÖRÜ	56
3.1. Türkiye'de M2M	56
3.1.1. Mobil işletmecilerin M2M yaklaşımı	59
3.2. Dünya'da M2M	65
3.3. M2M İçin Düzenleme Gereklilikleri	68
3.3.1. Spektrum	69
3.3.2. Numaralandırma	70
3.3.3. Gizlilik ve güvenlik	73
4. ÜLKE UYGULAMALARI	75
4.1. Finlandiya	76
4.2. Yeni Zelanda	77
4.3. Almanya	78
4.4. Japonya	79
4.5. İspanya	80
4.6. Hong Kong	81
4.7. Estonya	82
4.8. Romanya	83
4.9. Litvanya	84
4.10. Slovenya	85
4.11. Diğer	85
5. PİYASA GÖZETİMİ VE DENETİMİ	89
5.1. PGD'ye Genel Bakış	89
5.1.1. PGD faaliyetleri	93
5.1.2. Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü	96
5.1.2.1. EMC Laboratuvarı	100
5.1.2.2. RF Laboratuvarı	102

5.1.2.3. LVD Laboratuvarı.....	103
5.1.2.4. SAR Laboratuvarı	105
5.2. R&TTE Direktifi	106
5.2.1. TTTE yönetmeliği	108
5.2.2. RED.....	109
5.3. Türkiye'de ve Dünya'da PGD'nin İlerleme Durumu ve Yenilikler ..	110
6. PGD KAPSAMINDA M2M İNCELEMESİ.....	113
6.1. Genel Değerlendirme.....	113
6.2. PGM Kapsamında M2M İncelemesi	115
6.2.1. EMC deneyleri için inceleme	115
6.2.2. RF deneyleri için inceleme	120
6.2.3. LVD deneyleri için inceleme	123
6.2.4. SAR deneyleri için inceleme.....	126
6.3. Örnek M2M Cihazı İçin PGD ve PGM Süreç Değerlendirmesi	130
6.3.1. Cihazın Tespit Edilmesi.....	130
6.3.2. Cihazın Çalışma Prensiplerinin ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	131
6.3.3. Cihazın PGD Açısından Değerlendirmesi	131
6.3.4. Cihazın PGM Açısından Değerlendirmesi	133
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	138
KAYNAKLAR	154
EKLER.....	161
EK-1: Türkiye'deki Mobil İşletmecilere M2M ile İlgili Sorulan Sorular.....	161
EK-2: Ülke Otoritelerine E-posta Yoluyla Sorulan Sorular	163
EK-3: R&TTE Direktifi Kapsamı Dışında Bırakılan Cihazlar	164
EK-4: R&TTE Direktifi Kapsamındaki Cihazların Sınıflandırılması	165
ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ	167
ÖZGEÇMİŞ.....	168

ÖZET

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU	
Tezin Adı	M2M (Machine-to-Machine) İletişim Kabiliyetine Sahip Cihazların Piyasa Gözetimi ve Denetimi Kapsamında İncelenmesi, Ülke Uygulamalarının Araştırılması ve Türkiye için Öneriler
Türü	Teknik Uzmanlık Tezi
Yazar	Süleyman BAYRAM
Teslim Tarihi	13 Mayıs 2015
Anahtar Kelimeler	M2M, IoT, PGD, PGM, TTTE, İletişim
Tez danışmanı	Atilla ARSLAN
Sayfa Adedi	xi + 168
<p>Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, akıllı cihazların günlük hayatta önemli yer edinmesinin başlıca unsurları arasında sayılabilir. Makinelerin birbirlerine ve internete bağlı olmasını temel alan Makineler Arası İletişim (Machine to Machine Communication, M2M), yaşanan teknolojik gelişmelerde önemli bir yer tutmaktadır. M2M iletişim kabiliyetine sahip akıllı cihazların denetlenmesi insan sağlığı ve kamu yararı bakımından gerekli hususlardandır. Bu tez çalışması kapsamında, M2M'e ilişkin temel bilgilere yer verilmiş, M2M cihazları sınıflandırılarak kullanıcılara yönelik ne tür riskler içerdiği incelenmiştir. Ayrıca, Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) kavramı ve faaliyetleri hakkında bilgiler verilerek, Türkiye'de M2M cihazlarının PGD kapsamına alınmasına ilişkin değerlendirmelere yer verilmiştir.</p>	

ABSTRACT

INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES AUTHORITY	
Thesis	Determination of Devices that has M2M (Machine-to-Machine) Communication Capability in the Scope of Market Surveillance and Audit, Investigation of Country Practices and Suggestion for Turkey
Type	Technical Expert Thesis
Author	Süleyman BAYRAM
Submission Date	13 May 2015
Key Words	M2M, IoT, MSA, MSD, R&TTE, Communication
Advisor	Atila ARSLAN
Total Page	xi + 168
<p>Developments in information technologies are among the main elements of the important role of smart devices in everyday life. Machine to Machine Communication (M2M), based on concept that machines connect to each other and internet, has an important role in the technological developments. Monitoring of smart devices capable of M2M communication is necessary issue for human health and public interest. In this thesis, basic information has given about M2M, M2M devices has been classified and analyzed to contain what kind of risks for users. Additionally, information has given about Market Surveillance and Audit (MSA) concepts and activities, and assessments have given about M2M devices whether are in the scope of MSA in Turkey.</p>	

TEŐEKKÖR

Çalıőmam boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Sayın Atilla ARSLAN'a, tez hazırlama sürecinde olumlu yaklaşımları ile çalıőmama yaptıkları önemli katkılarından dolayı birim amirim Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürü Sayın Ramazan YILMAZ'a ve Teknik Düzenlemeler Dairesi Başkanı Sayın Ahmet Emin TURGUT'a, yine katkılarından dolayı LVD laboratuvar sorumlusu Sayın Muammer ŐEYLAN'a, Almanya BNetzA Berlin PGD yöneticisi Sayın Metin KÜÇÜK'e, değerli çalışma arkadaşlarım Sayın Gürkan GEBİÇ ve Sayın Resul DOĞAN'a, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü'nde çalışan mesai arkadaşlarıma, her türlü desteği hiçbir zaman esirgemeyen arkadaşım Sayın Furkan ŐAVŐATLI'ya, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli eőim Elif'e ve aileme teőekkörü bir borç bilirim.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Taşımacılık ve Lojistik Sektöründe M2M Faydası	25
Tablo 2.2 Taşımacılık ve Lojistik Sektöründe M2M Uygulamaları.....	27
Tablo 2.3 Akıllı Şebeke Yapısı Anahtar Bileşenleri	29
Tablo 2.4 Akıllı Şehir İşlevleri Topolojisi.....	34
Tablo 2.5 M2M Cihaz Sınıflandırması İçin Nitelikler.....	49
Tablo 2.6 Cihaz Sınıfı Örnekleri ve Kullanılan İletişim Teknolojileri	52
Tablo 3.1 Mobil İşletmecilerin M2M'e Yönelik Çözüm ve Uygulamaları	60
Tablo 3.2 Mobil İşletmeciler İçin En Önemli M2M Sektörleri	68
Tablo 3.3 E.164 Numara Kıtlığı İçin Çözüm Opsiyonları.....	72
Tablo 4.1 Estonya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	82
Tablo 4.2 Romanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	83
Tablo 4.3 Litvanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	84
Tablo 4.4 Slovenya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)	85
Tablo 4.5 2014 Sonu - Dünya Ülkelerinde M2M İstatistikleri.....	86
Tablo 5.1 Türkiye'de Yetkili PGD Kuruluşları ve Sorumlu Oldukları Ürün Grupları	91
Tablo 5.2 BTK Bölge Müdürlüklerinin Sorumlu Oldukları İller	95
Tablo 5.3 LVD Laboratuvarında Deneye Tabi Tutulan Cihazlar ve Uygulanan Deneyler	104
Tablo 5.4 R&TTE Direktifinde Yer Alan Temel Gereklilikler	107
Tablo 6.1 M2M Cihazı İçin EMC Deney Değerlendirmesi	118
Tablo 6.2 M2M Cihazı İçin RF Deney Değerlendirmesi	122
Tablo 6.3 M2M Cihazı İçin LVD Deney Değerlendirmesi.....	124
Tablo 6.4 M2M Cihazı İçin SAR Deney Değerlendirmesi.....	129

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 IoT Mimarisi.....	9
Şekil 1.2 M2M Sistem Diyagramı	12
Şekil 2.1 Tahmini M2M Uyumlu Araç Yüzdesi (2010-2025).....	22
Şekil 2.2 Araç Takip Sistemi	26
Şekil 2.3 Bina Dışı Akıllı Sayaç Yerleşimi ve Akıllı Sayaç Görseli.....	30
Şekil 2.4 AB Ülkeleri Akıllı Sayaç Sayıları (2012-2019)	30
Şekil 2.5 Akıllı Şehir Mimarisi.....	31
Şekil 2.6 Avrupa ve Kuzey Amerika'da Toplam Akıllı Ev Sayısı (2012-2017)	35
Şekil 2.7 Örnek Akıllı Ev Tasarımı	37
Şekil 2.8 Dünya Nüfusu ve Bağlı Cihaz Sayıları (2003-2020).....	43
Şekil 2.9 Mobil POS Cihazı	46
Şekil 2.10 Türkiye'de POS Sayısı Değişimi (2009-2014).....	46
Şekil 2.11 AB Ülkelerinde Güvenlik Uygulamalarında Kullanılan Hücresel M2M Bağlantı Sayısı (2012-2018)	48
Şekil 3.1 Türkiye'de M2M Abone Sayısı (2011-2014).....	56
Şekil 3.2 Türkiye'de Mobil Ağ İşletmecilerinin M2M Hizmet Gelirleri (2011- 2012).....	57
Şekil 3.3 M2M Abonelerinin Aylık SMS Kullanım Bilgileri	58
Şekil 3.4 M2M Abonelerinin Aylık Veri Kullanım Bilgileri.....	58
Şekil 3.5 Dünya'da Mobil M2M Bağlantısı (2011-2021)	66
Şekil 3.6 Kıtalaraya Göre Mobil İşletmecilerin Sunduğu M2M Hizmetinin Toplam Mobil Bağlantıya Oranı	66
Şekil 3.7 Dünya Genelinde Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2010-2014).....	67
Şekil 4.1 Ülkelerin E-posta Dönüşlerine İlişkin Sayısal Bilgiler	75
Şekil 4.2 Finlandiya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	76
Şekil 4.3 Yeni Zelanda Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	78
Şekil 4.4 Almanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2010-2014)	79
Şekil 4.5 Japonya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2011-2014).....	80
Şekil 4.6 İspanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014).....	80

Şekil 4.7 Hong Kong Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)	81
Şekil 5.1 PGM'de PGD Kapsamında Teste Tabi Tutulan Cihaz Sayısı.....	99
Şekil 5.2 PGM'de PGD Kapsamında Uygulanan Toplam Test Sayısı.....	99
Şekil 6.1 Mobil POS Cihazının Düz Fantoma Hizalanması	128
Şekil 6.2 Araç Takip Cihazı Görselleri.....	130
Şekil 6.3 EMC İletimle Yayınım Deney Sonuç Verileri	134
Şekil 6.4 Araç Takip Cihazının Fantoma Hizalanması ve Mesafeye Göre SAR Değerleri	136

KISALTMALAR

2G	İkinci Nesil Mobil Telekomünikasyon (Second Generation Mobile Telecommunications)
3G	Üçüncü Nesil Mobil Telekomünikasyon (Third Generation Mobile Telecommunications)
3GPP	Üçüncü Nesil Ortaklık Projesi (Third Generation Partnership Project)
4G	Dördüncü Nesil Mobil Telekomünikasyon (Fourth Generation Mobile Telecommunications)
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Alternatif Akım (Alternating Current)
ADSL	Asimetrik Sayısal Abone Hattı (Asymmetric Digital Subscriber Line)
AKOS	Slovenya Haberleşme Şebeke ve Hizmeti Ajansı (Agency for Communication Network and Service)
ANCOM	Romanya Haberleşmede Düzenleme ve Yönetim için Ulusal Otorite (National Authority for Management and Regulation in Communications)
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
ATM	Bankamatik (Automated Teller Machine)
BEREC	The Body of European Regulators for Electronic Communications (Elektronik Haberleşme için Avrupa Düzenleyiciler Kurumu)
BNetzA	Almanya Ulusal Şebeke Ajansı (Federal Network Agency, Bundesnetzagentur)
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CAN	Denetici Alan Şebekesi (Controller Area Network)
CCTV	Kapalı Devre Televizyon (Closed Circuit Television)

CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
CE	Avrupa Uygunluğu (Conformité Européenne)
CEPT	Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)
CN	Çekirdek Ağ (Core Network)
CSD	Devre Anahtarlama Veri (Circuit Switched Data)
DC	Doğru Akım (Direct Current)
DECT	Sayısal Geliştirilmiş Kordonsuz Telefon (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)
DoC	Uygunluk Beyanı (Declaration of Conformity)
DSRC	Kısa Mesafe Frekans Tanımlı İletişim (Dedicated Short Range Communications)
EB	Ekonomi Bakanlığı
EC	Avrupa Komisyonu (European Commission)
ECC	Elektronik Haberleşme Komitesi (The Electronic Communications Committee)
EDGE	Küresel Evrim için Geliştirilmiş Veri Hızları (Enhanced Data rates for Global Evolution)
EHK	Elektronik Haberleşme Kanunu
EMC	Elektromanyetik Uyumluluk (Electromagnetic Compatibility)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute)
FICORA	Finlandiya Haberleşme Düzenleyici Otoritesi (Finnish Communications Regulatory Authority)
FTTH	Eve kadar Fiber (Fiber to the Home)
GPRS	Genel Paket Radyo Hizmeti (General Packet Radio Service)
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GSM	Küresel Mobil Haberleşme Sistemi (Global System for Mobile Communications)

GSMA	Özel Mobil Grubu Birliği (Groupe Speciale Mobile Association)
HSDPA	Yüksek Hızlı Paket İndirme Erişimi (High Speed Downlink Packet Access)
IEEE	Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IMSI	Uluslararası Mobil Abone Kimliği (International Mobile Subscriber Identity)
IoT	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
IP	İnternet Protokolü (Internet Protocol)
IPv4	İnternet Protokolü Versiyon 4 (Internet Protocol Version 4)
IPv6	İnternet Protokolü Versiyon 6 (Internet Protocol Version 6)
ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)
LED	İşık Yayan Diyot (Light Emitting Diode)
LTE	Uzun Dönem Evrimi (Long-Term Evaluation)
LVD	Alçak Gerilim Direktifi (Low Voltage Directive)
M2M	Makineler Arası İletişim (Machine to Machine Communication)
M-BUS	Sayaç Veri Yolu (Meter Bus)
MIM	Makine Tanımlama Modülü (Machine Identification Module)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OFCA	Hong Kong Haberleşme Otoritesi Ofisi (Office of Communications Authority)
OMA	Açık Mobil Platform (Open Mobile Alliance)
OTA	Havadan (Over The Air)
Örn.	Örneğin
PGD	Piyasa Gözetimi ve Denetimi
PGM	Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü
PLC	Enerji Hattından İletişim (Power Line Communication)

PMR	Kişisel Mobil Telsiz (Personal Mobile Radio)
POS	Satış Noktası (Point of Sale)
R&TTE	Radio and Telecommunications Terminal Equipment
RED	Telsiz Ekipmanları Direktifi (Radio Equipment Directive)
RF	Radyo Frekansı (Radio Frequency)
RFID	Radyo Frekansı ile Tanıma (Radio Frequency Identification)
SAR	Özgül Soğurma Oranı (Specific Absorption Rate)
SC	Servis Özellikleri (Service Capabilities)
SCL	Servis Özellikleri Katmanı (Service Capabilities Layer)
SD	Güvenli Sayısal (Secure Digital)
SIM	Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module)
SMS	Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)
SVT	Çalıntı Araç Takibi (Stolen Vehicle Tracking)
TCU	Telematik Kontrol Ünitesi (Telematics Control Unit)
TED	Teknik Düzenlemeler Dairesi
TISPAN	Gelişmiş Ağlar için Hizmetler ve Protokollerle birleşmiş Telekomünikasyon ve İnternet (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking)
TTTE	Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
UICC	Uluslararası Entegre Devre Kartı (Universal Integrated Circuit Card)
UMTS	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (The Universal Mobile Telecommunications System)
USB	Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus)
UTRAN	Evrensel Karasal Telsiz Erişim Şebekesi (Universal Terrestrial Radio Access Network)

UWB	Ultra Geniş Bant (Ultra Wide Band)
W-CDMA	Genişbant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access)
Wi-Fi	Kablosuz İnternet Alanı (Wireless Fidelity)
WiMAX	Mikrodalga Erişim için Dünya Çapında Birlikte Çalışabilirlik (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
WLAN	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi (Wireless Local Area Network)
WPAN	Kablosuz Kişisel Alan Ağı (Wireless Personal Area Network)
YK	Yetkili Kuruluş

Simgeler

B	Bayt (Bellek birimi – 8bit)
dB	Desibel (Logaritmik birim)
dBm	Desibel-miliwatt (1 mW'a göre güç)
Gbit	Gigabit (10^9 bit)
GHz	Gigahertz (10^9 Hz)
Hz	Hertz (Frekans birimi)
kg	Kilogram (Ağırlık birimi)
KHz	Kilohertz (10^3 Hz)
km	Kilometre (10^3 m)
m	Metre (Uzunluk birimi)
MB	Megabayt (10^6 B)
Mbit	Megabit (10^6 bit)
MHz	Megahertz (10^6 Hz)
mm	Milimetre (10^{-3} m)
mW	Miliwatt (10^{-3} W)
s	Saniye (Zaman birimi)
V	Volt (Gerilim birimi)
W	Watt (Güç birimi)

GİRİŞ

Küreselleşen dünyada bilgi ve iletişim teknolojileri, teknolojik gelişmelerin başrolünü oynamaktadır. Hızla gelişen teknoloji sayesinde insan hayatını etkileyen, değiştiren ve dönüştüren yenilikler sürekli karşımıza çıkmakta ve çıkmaya devam etmektedir. İletişim teknolojilerinde önceki zamanlarda kablolu sistemler çok daha önemli bir rol oynamaktayken, son zamanlarda kablosuz sistemler daha büyük gelişimler yaşamakta ve teknolojik gelişmelerde en önemli rolü oynamaktadır. Kablosuz ağlar, tüm dünyayı birbirine bağlanmış duruma getirmektedir. Bu yapıda tüm sistemler birbirleriyle iletişime geçerek dünyayı küresel bir köy haline dönüştürmektedir.

Kablosuz ağlardaki bu gelişim elbette ki pek çok yeniliğe yol açmaktadır. 'Nesnelerin İnterneti' (Internet of Things, IoT) kavramı da bu gelişimler sayesinde ortaya çıkmış, iletişim teknolojilerinin geleceğini oluşturan, her şeyin bağlanması ve iletişime geçmesi fikrinin en geniş bakış açısını oluşturmuştur. Bu sayede insan hayatı kolaylaşmakta ve bir o kadar da zamandan tasarruf edilmesi sağlanmaktadır.

Makineler Arası İletişim (Machine to Machine, M2M, Communication), IoT kavramının alt bir perspektifi olarak değerlendirilmektedir. M2M teknolojiyle iki veya daha çok makinenin iletişime geçmesi sağlanmaktadır. Bu sayede birçok cihazın akıllı hale gelmesi sağlanmakta ve teknolojik gelişmelerin temel noktasını oluşturan insan hayatını kolaylaştırma unsuru önemli ölçüde gerçekleştirilmektedir.

Özellikle 2000'li yıllardan itibaren çok ciddi gelişim gösteren M2M teknolojileri günümüzde çok ciddi boyutlara ulaşmış bulunmaktadır. 2010 yılı itibarıyla dünyada mobil şebekeye bağlı yaklaşık 80 milyon cihaz bulunmaktadır. Yine tüm dünyada 2020 yılında bağlı cihaz sayısının 50 milyarı bulacağı öngörülmektedir (OECD, 2012a). 2012 yılında tüm dünya genelinde 6,5 milyar

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Doları olan M2M hizmet gelirlerinin de 2021 yılında 51 milyar ABD Doları bulacağı öngörülmektedir (Hilton, 2013). Yine tüm dünyada 2014 yılı itibarıyla yaklaşık 240 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır (GSMA, 2015).

M2M'in geldiği yeri ve gelecekteki rolünü anlamak için bahsedilen bu değerlere bakmak önemli bir veri oluşturmaktadır. Hâlihazırda birçok sektörde etkisini hissettirmekte olan M2M'in, yakın gelecekte hemen hemen insan hayatının tüm yaşam alanlarına etki edeceği öngörülmektedir. Başlıca M2M sektörlerine bakıldığında; enerji, otomotiv, lojistik, sağlık ve finans sektörleri en gelişmiş ve en çok uygulamanın bulunduğu sektörler olarak görülmektedir.

Enerji sektöründe akıllı sayaçlar, otomotivde araç takip sistemleri, lojistikte filo yönetim sistemleri, sağlıkta uzaktan bakım sistemleri ve finans sektöründe ise POS (Point of Sale, Satış Noktası) cihazları en yaygın kullanılmakta olan uygulamalar olarak yer almaktadır.

Türkiye'de de dünyayla eş zamanlı olarak M2M sektörü, büyüme ve gelişmesini sürdürmektedir. Pek çok alanda çok yaygın kullanılan uygulamalarla M2M hızla toplum hayatına nüfuz etmektedir. Türkiye'de en yaygın kullanım alanı olarak POS cihazları ve akıllı sayaçlar ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra yine otomotiv, sağlık, lojistik ve tarım gibi sektörlerde de birçok uygulama bulunmaktadır. Bahsedilen tüm alanlarda mevcut olmak üzere Türkiye'de 2014 yılı sonu itibarıyla 2,515 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır (BTK, 2015a).

M2M sektöründe yaşanmakta olan bu baş döndürücü gelişim, kendisiyle birlikte çeşitli sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Sektörün daha hızlı ve fazla gelişebilmesi ve çok daha verimli hale gelebilmesi açısından bu problemlerin çözülebilmesi veya en az seviyeye indirilebilmesi gerekmektedir.

Frekans ve spektrum tahsisi, M2M cihazları için numaralandırma, bu numaraların taşınabilirliği ve yine M2M'e ilişkin vergiler, güvenlik ve gizlilik hususları ile birlikte standardizasyon ve uygulama standartları konuları M2M sektörünün en önemli düzenleme konularını ihtiva eden faktörler olarak öne çıkmaktadır. Avrupa'da ve dünyada birçok kurum ve kuruluş mezkûr konuları konuşmak, tartışmak ve çözümler üretmek amacıyla toplantılar, çalıştaylar ve konferanslar düzenlemektedir. M2M ile ilgili konular bu platformlarda görüşülmekte ve öneriler yapılmaktadır. Türkiye'de de benzer toplantı ve çalışmalar yapılmakta, sektörü hızlı bir şekilde geliştirmek amacıyla yoğun faaliyet gösterilmektedir.

Hızla gelişmekte ve büyümekte olan M2M sektörü ile birlikte çok ciddi bir cihaz yoğunluğu ve artışı da yaşanmaktadır. Tüm bu cihazlar kablolu veya kablosuz şekilde iletişime geçmekte ve birçok güvenlik sorununu da ihtiva etmektedirler. Çok yüksek sayılara ulaşmakta olan bu cihazların ürün güvenliği hususunda bazı riskler oluşturmakta oldukları düşünülmektedir.

Türkiye ile Avrupa Birliği (AB) arasında 01/01/1996 tarihinde yürürlüğe giren Gümrük Birliği Antlaşması çerçevesinde, Türkiye'nin AB mevzuatlarını ulusal mevzuatlara uyumlaştırması gerekmektedir. Bu kapsamda pek çok düzenleme yapılmış ve birçok mevzuat AB ile uyumlu hale getirilmiştir. Malların serbest dolaşımı ve güvenli ürünlerin piyasaya sunulmasının sağlanması da bu kapsamda uyumlaştırılmış hususlardandır.

Ürün güvenliğini ön planda tutan ve ürünlerin üretim aşamasında veya piyasada iken gerekli şartlara uygun olduğunu denetleyen ve tüketicilere güvenli ürünlerin ulaştırılmasını amaçlayan Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) faaliyetleri de AB ile uyumlu şekilde gerçekleştirilmektedir.

Türkiye'de PGD faaliyetleri Ekonomi Bakanlığı (EB) koordinasyonunda gerçekleştirilmektedir. 29/06/2001 tarih ve 4703 Sayılı 'Ürünlerle İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun' gereği, 05/11/2008

tarih ve 5809 sayılı 'Elektronik Haberleşme Kanunu'nda yer almakta olan telsiz ve telekomünikasyon terminal ekipmanlarının (TTTE) teknik düzenlemelerinin hazırlanması ve ilgili PGD faaliyetlerinden Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) sorumludur.

Bu sorumluluk kapsamında BTK tarafından, AB 1995/5/EC sayılı Radio and Telecommunication Terminal Equipment (R&TTE) Direktifi ulusal mevzuata uyumlaştırılarak TTTE Yönetmeliği hazırlanmıştır. Yönetmeliğin güncel hali 24/03/2007 tarih ve 26472 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Yine bu kapsamda, TTTE'nin piyasaya arzı aşamasında veya piyasada iken ilgili teknik düzenlemelere uygunluğunun denetimine ilişkin usul ve esasları belirlemek amacıyla, BTK tarafından 'TTTE'nin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik' hazırlanmış olup güncel hali 06/02/2013 tarih ve 28551 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. İlgili mevzuatlar gereği BTK tarafından PGD faaliyetleri gerçekleştirilmekte, TTTE Yönetmeliği kapsamındaki cihazların PGD'si yapılmakta ve ekipmanların mevzuatlara uygunluğu denetlenmektedir. Uygun olmayan cihazlarla ilgili de mevzuatta öngörülen gerekli tedbirler alınmaktadır.

R&TTE Direktifi ve uyumlaştırılmış TTTE Yönetmeliği kapsamında bulunan cihazlar, ilgili mevzuatlarda belirtilmektedir. Kablolu ve kablosuz şekilde iletişime geçebilmekte olan pek çok cihaz da bu kapsama girmektedir. M2M iletişim kabiliyetine sahip cihazlar da kablolu ve kablosuz iletişim yöntemlerini kullanarak birbirleriyle ve sistemlerle iletişime geçebilmektedir.

Bu tez kapsamında; M2M iletişim kabiliyetine sahip cihazların PGD kapsamında değerlendirilerek, PGD faaliyetlerine tabi tutulup tutulamayacağına ortaya konulması amaçlanmıştır. M2M teknolojisinin incelenmesi, M2M iletişim kabiliyetine sahip cihazların sınıflandırılması, M2M sektörünün değerlendirilmesi ve PGD faaliyetlerinin değerlendirilmesi de bu tez kapsamında araştırılacaktır. M2M cihazlarının PGD ve TTTE kapsamında değerlendirilmesi sonucunda, BTK Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü

(PGM) bünyesinde teste tabi tutulup tutulamayacağı araştırılacak ve bu kapsamda öneriler sunulacaktır. Denetim kapsamının genişlemesi ve bu sayede daha çok ürünün güvenli hale getirilmesiyle, tüketicilerin bu çalışmadan faydalanacağı düşünülmektedir. Yine kapsam genişlemesi açısından PGD faaliyetlerinin ve sisteminin etkinliğinin artırılması ve geliştirilmesi de bu çalışma kapsamında hedeflenen konulardandır.

Bu amaçlar ışığında, birinci bölümde M2M teknolojisi incelenecektir. M2M teknolojisi ve tarihi gelişimi hakkında genel bilgiler verildikten sonra M2M sistemlerinin çalışma prensipleri ve çalışma mimarileri anlatılacaktır. M2M iletişim teknolojileri incelenecek, kablolu ve kablosuz iletişim yöntemlerine değinilecektir.

İkinci bölümde, M2M teknolojisinin yoğun olarak kullanılmakta olduğu sektörler anlatılacaktır. Bu sektörlerdeki uygulamalara örneklerle değinilecektir. Daha sonra M2M iletişim teknolojileri ve bu iletişim teknolojileri ile haberleşen cihazlar sınıflandırılacaktır.

Üçüncü bölümde, Türkiye'deki M2M sektörünün durumu incelenecektir. Türkiye'de faaliyet göstermekte olan mobil işletmecilerin M2M yaklaşımları hakkında bilgiler verilecektir. Dünya'da M2M'in durumu ve gelişimi anlatılacaktır. Son olarak M2M sektöründe yaşanmakta olan zorluklar ve bu durumlarla ilgili gerçekleştirilebilecek düzenlemeler hakkında bilgiler verilecektir.

Dördüncü bölümde, dünya ülkelerinin M2M yaklaşımları incelenecektir. Bu kapsamda ülke otoritelerine gönderilen sorulara verilen cevapların ve çeşitli araştırmalar sonucu elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi yapılarak, ülkelerin M2M Pazar durumları ortaya konulacaktır.

Beşinci bölümde, PGD kavramı genel olarak incelenecektir. PGD faaliyetlerinin nasıl yapıldığına dair bilgiler verilecektir. PGD kapsamında PGM

laboratuvarında yapılmakta olan testler anlatılacaktır. R&TTE Direktifi ve TTTE yönetmeliği incelenecek ve cihaz kapsamı değerlendirilecektir. Son olarak, PGD'nin Türkiye ve dũnyadaki ilerleme durumu incelenecektir.

Altıncı bۆlũmde, PGD kapsamında M2M ve M2M cihazlarının genel bir değerlendirilmesi yapılacaktır. Daha sonra PGM bũnyesindeki laboratuvarlar açısından M2M cihazlarının test edilebilirliği incelenecektir.

Sonuç ve öneriler bۆlũmũnde, tez kapsamında incelenen ve araştırılan hususların sonuçları değerlendirilerek verilecektir. M2M cihazlarının PGD kapsamına alınması hakkında ve M2M'in gelişimi açısından gereken dũzenlemeler hususunda değerlendirmeler yapılarak bazı öneriler sunulacaktır. Son olarak bu çalışmanın sağlayacağı faydalar hakkında değerlendirmelerde bulunulacaktır.

1. M2M TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde M2M teknolojisi genel olarak açıklanmıştır. Ayrıca çalışma mimarileri işlenmiştir. Son olarak M2M iletişim yöntemlerinin detaylarına değinilmiştir.

1.1. M2M'e Genel Bakış

"M2M, iki ya da daha fazla makinenin önceden belirlenmiş kurallar ve protokoller çerçevesinde kablolu ya da kablosuz iletişimi olarak adlandırılmaktadır" (ITU, 2013).

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)¹, M2M'i kablolu ya da kablosuz şebekeler üzerinden sürekli iletişimde olan cihazlar yardımıyla internet ve benzeri yapılar üzerinden gerçekleştirilen iletişim şekli olarak tanımlamaktadır (OECD, 2012a).

M2M teknolojisinde ana amaç, makineler arasında insan ihtiyacı olmadan iletişim kurulmasıdır. Bu vasıta ile, insan gücüne olan bağımlılığın ve enerji tüketiminin azalması, yapılan işlemlerde verimin artması, harcanan sürenin azalması ve maliyetlerin azaltılması büyük oranda gerçekleştirilebilir olmaktadır.

Küreselleşen dünyada insanlar ihtiyaçlarını gidermek için çok daha pratik, faydalı ve ekonomik yöntemlere gereksinim duymaktadırlar. Günümüzde teknolojik gelişmeler son derece hız kazanmış durumdadır. Teknolojik alandaki gelişmelerin temel dayanağını da bu gereksinim oluşturmaktadır. Gündelik hayatta yaşanan yoğunluklar ve meşguliyetler oldukça artmış ve insanların yaşam kalitesini düşürecek seviyeye gelmiştir. Yaşanan gelişmeler

¹ OECD: 1961'de Paris'te kurulmuş uluslararası bir ekonomi örgütüdür.

hayatı yoğunlaştırdığı gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Tüm bu sorunların çözümü için harcanan çaba vasıtasıyla da teknolojik alanda birçok yenilik ve gelişim elde edilmektedir. Yaşanan bu gelişim baş döndürücü seviyelere ulaşabilmektedir. İnsanların inanmakta zorluk çektiği pek çok şey şu an gerçekleşmiş ve toplumsal hayatta normalleşmiş durumdadır.

Tabii bu gelişim pek çok hususta faydalar sağlamakta, insan hayatını kolaylaştıran ve ekonomik açıdan da çok daha uygun çözümler sunmaktadır. Bundan 10-15 yıl önce birçok insanın bir araya gelerek yapabildiği bir iş artık makineler vasıtasıyla çok daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Makineleri belli kurallar çerçevesinde yöneterek ve yönlendirerek, cihazların akıllı davranışlar sergilemesi ve var olan problem veya ihtiyaca en uygun çözümü üretmesi sağlanmaktadır. Bu da hem zamandan hem insan gücünden hem de maliyetten tasarruf sağlanması anlamına gelmektedir.

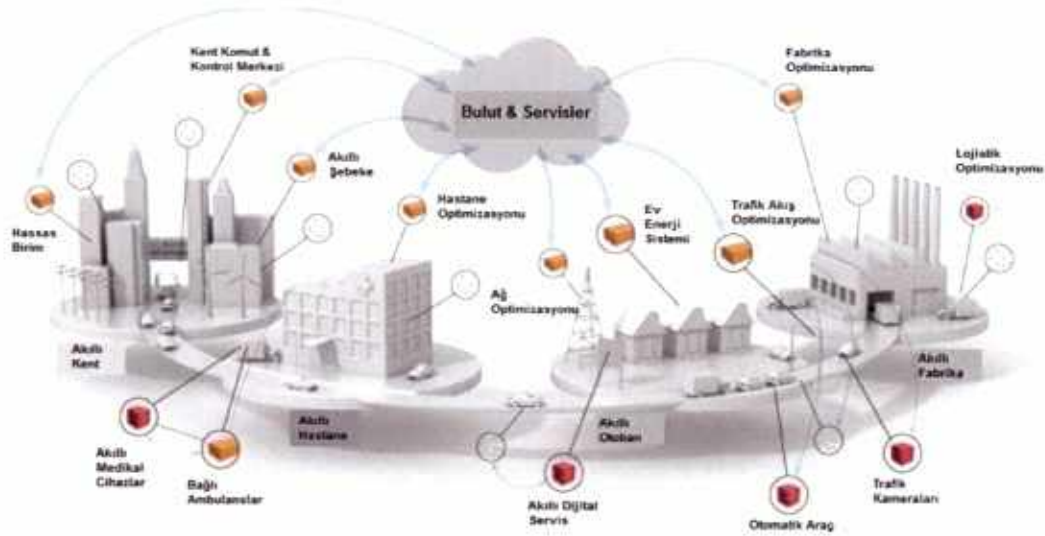
Bu prensipleri genel olarak bünyesinde toplayan olgu "Nesnelerin İnterneti (IoT)" olarak adlandırılmaktadır. IoT "benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları" olarak tanımlanmaktadır (Yetimler, 2012).

Şekil 1.1'de IoT'nin tüm uygulamalar için genel bir mimarisi bulunmaktadır. IoT ilk olarak 1999 yılında İngiliz asıllı Kevin Ashton tarafından ortaya atılmıştır. Dünyadaki tüm nesnelerin başka bir deyişle "şeylerin" internete sahip olabileceği temeline dayanan bu sistemde, nesnelerin sahip oldukları internet vasıtasıyla kendi verilerini aktarabilmeleri ve bu yolla daha iyi şekilde yönetilebilmeleri sağlanmaktadır.

Örneğin (Örn.) üretilen bir cihaz vasıtasıyla bir insanın kalp atışlarının durumu doktora iletilmekte ve buna göre kişi takip edilebilmektedir.

Bir başka örnekte ise Hollanda'da bir çiftçi, ineklerine bağladığı internet vasıtasıyla her hayvandan yılda yaklaşık 200 MB (Megabayt)² veri toplamakta ve bu verileri çiftliğini daha efektif hale getirmek için kullanmaktadır.

Şekil 1.1 IoT Mimarisi



Kaynak: (VESLABS, 2013)

Bu ve benzeri örnekleri istediğimiz kadar çoğaltmak mümkündür. İnsan beyni ve teknolojik gelişmeler bir araya gelince bundan sonra da akıllara gelmeyecek birçok yeniliğin hayatımıza gireceği aşikârdır.

IoT genel prensip olarak düşünülürse, M2M bu prensibin alt başlığında yer alan ve makineler yardımıyla insan hayatını kolaylaştıran ve de günümüzde son derece yaygınlaşan bir teknolojidir.

M2M'in ne kadar yaygınlaştığını anlamak için mobil abone sayılarına ve elde edilen ekonomik gelirlere bakmak yeterlidir. Tüm dünyada 2012 yılı sonu itibarıyla M2M mobil abone sayısının 100 milyon olduğu ve bu yolla elde edilen gelirin yaklaşık 6,5 milyar ABD Doları olduğu tahmin edilmektedir (Hilton,

² Bayt (Byte, B): 8 bitten oluşan bir bellek birimidir.

2013). OECD verilerine göre ise 2020 yılında tüm dünyada M2M teknolojisini kullanan cihaz sayısının yaklaşık 1 milyar olacağı tahmin edilmektedir (OECD, 2012a).

Tüm bu rakamlar hâlihazırda ve bundan sonraki süreçte M2M'in hem teknolojik alanda çok önemli bir rol oynayacağını hem de ekonomik anlamda çok önemli bir pazar oluşturacağını göstermektedir. Tezin ilerleyen bölümlerinde de değinileceği üzere Türkiye'de de M2M sektörü gelişmeye son derece açık durumdadır.

M2M'i herhangi bir alana veya sektöre kısıtlamak mümkün değildir. Makinelerin kullanıldığı her yerde her alanda bir M2M çözümü kullanılabilir. Oluşan ihtiyaçlara göre, gerekli ekonomik koşullar ve şartlar uygun olduğunda her alanda ve her sektörde M2M uygulamalarına rastlamak mümkündür. Bir evde beyaz eşyalarda, klimalarda, televizyonlarda, lojistik firmalarının araçlarında, ambulanslarda, hastanelerde, binalardaki akıllı sayaçlarda ve bunun gibi pek çok yerde M2M çözümü bulunmaktadır. Bununla beraber M2M çözümleri özellikle enerji, sağlık, ulaşım ve güvenlik alanlarında yoğunlaşmış durumdadır. Diğer sektörlerde de birçok uygulama bulunmakla birlikte en çok uygulamaya rastlanan sektörler günümüzde başlıca bu sektörlerdir.

İnsan beyninin sınırlarını zorladığında neler yapabildiği düşünülürse, bu alanda da daha birçok yenilik ve gelişim yaşanacağı görülmektedir. M2M'i sadece makineleri birbirine bağlamak kapsamında düşünmek son derece eksik bir bakış açısıyla bakmak olur. İnsan hayatını kolaylaştırmak, insan gücüne olan bağımlılığı azaltmak, maliyetleri düşürmek, kıt kaynakları daha ekonomik kullanmak ve belki de en önemlisi zamandan kazanmak gibi avantajları düşünüldüğünde ve mümkün olan her platformda uygulanabilir olduğu birlikte değerlendirildiğinde M2M teknolojisinin, bilim ve teknoloji dünyasının gelişiminde başrol oynayacağı görülmektedir.

1.2. Çalışma Prensipleri ve Mimari

M2M, aynı kabiliyetlere sahip cihazların birbiriyle kablolu veya kablosuz iletişime geçmesini temel alan bir teknolojidir. M2M, bir uygulama için kablolu veya kablosuz bir ağ üzerinden geçirilen bir olayı yakalamak için, bu yakalanan olayı anlamlı bilgiye dönüştüren cihazlar (sensör, sayaç vb.) kullanır. Modern M2M teknolojisi bire bir iletişimin ötesinde bir gelişim göstermiş ve kişisel uygulamalar için veri transferi yapan şebekelerden oluşan bir sisteme dönüşmüştür. Bu şebekeler, ürünlerin satılması açısından, üretici ve tüketici arasında yeni iş fırsatları ve bağlantılar dizisi oluşmasına imkân tanımaktadır. Bir M2M sisteminde;

- Cihazlar birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunabilecekleri aynı şebekeye bağlanmakta,
- Cihaz verisi toplanabilmekte ve cihaz insan müdahalesi olmadan doğrudan kontrol edilmekte,
- Cihazlardan toplanan veriler çok çeşitli servislerde kullanılabilir (Ranachandran ve Roychowdhury, 2013).

Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) M2M mimarisi halihazırda küresel, uçtan uca, M2M hizmet düzeyi iletişimleri için Avrupa'nın önemli telekomünikasyon şirketleri tarafından referans kabul edilmektedir. Sistem mimarisi mevcut ağ ve uygulama alanı standartlarına dayalı ve M2M uygulamaları ve Servis Özellikleri³ katmanlarıyla (Service Capabilities layers - SCLs)⁴ genişletilebilmektedir. SCL fonksiyonları; uygulamaların kayıtlarını, depolama için araçların sağlanmasını, bilgi dağıtımını için iletişim araçlarının politik tabanlı seçimini, birden çok yönetim protokolünün desteklenmesini veya

³ Servis Özellikleri-SC; farklı M2M uygulamaları arasında paylaşım fonksiyonu sağlar.

⁴ SCL; Ağ alanı, M2M cihazı veya M2M ağ geçidi üzerindeki Servis Özellikleridir (Service Capabilities - SC).

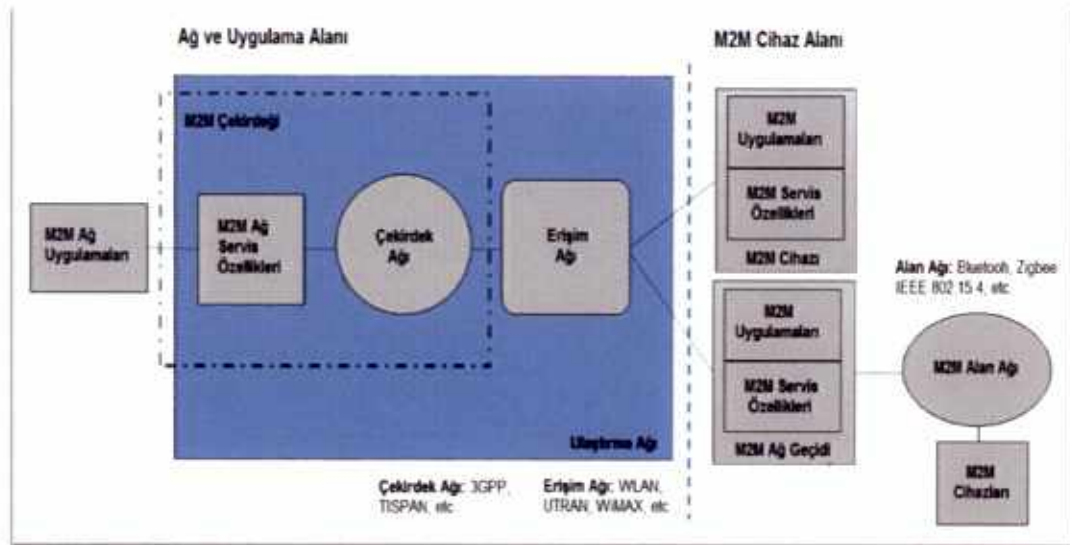
ağ geçitleri ve cihazların uzaktan yönetim desteğini içerir, ancak bununla sınırlı değildir (ETSI, 2013a).

M2M mimarisinin en önemli elemanları şunlardır:

- M2M Cihazı, ağ etki alanı ve M2M özelliklerini kullanarak uygulamaları çalıştırır. Akıllı bir cihaza gömülüdür ve istekleri cevaplar veya veri gönderir. Bir cihaz, cihazın içinde ihtiva edilen veri isteklerine yanıt verir.
- M2M Ağ Geçidi (Gateway), M2M cihazının ağ ile ve onun birlikte çalışabildiği elemanlarla ara bağlantısını sağlamaktadır.
- M2M Uygulaması, servis mantığını çalıştırır ve açık arayüzler üzerinden erişilebilir SC kullanır.
- M2M Alan Ağı, cihaz ve ağ geçidi arasındaki bağlantıyı sağlar.
- M2M Ağ ve Uygulama Etki Alanı, ağ geçidi ve uygulama arasındaki bağlantıyı sağlar (ETSI, 2013b).

Şekil 1-2'de ETSI M2M sistem diyagramı görülmektedir.

Şekil 1.2 M2M Sistem Diyagramı



Kaynak: (ETSI, 2013c)

Ağ ve Uygulama Etki Alanı; erişim ağı, ulaştırma ağı ve M2M çekirdeğinden oluşmaktadır. Erişim Ağı, M2M cihaz alanı ile M2M çekirdeği arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Ulaştırma ağı, ağ ve uygulama etki alanı içerisindeki bağlantıyı sağlamaktadır.

Uydu, UTRAN⁵, WLAN⁶, UWB⁷ ve WiMAX⁸ teknolojileri erişim ağı içerisinde kullanılmaktadır. M2M çekirdeği, Çekirdek Ağ (Core Network-CN) ve M2M ağ servis özelliklerinden (SCs) oluşmaktadır. CN; M2M çekirdeği içerisinde IP⁹ bağlantısını, ara bağlantıları ve dolaşım yeteneklerini (roaming capabilities) sağlamaktadır. 3GPP¹⁰ ve TISPAN¹¹ tarafından kullanılan teknolojiler CN içerisinde kullanılabilir.

M2M cihaz etki alanı; M2M cihazları, M2M alan ağı ve M2M ağ geçidinden oluşmaktadır. M2M cihazları erişim şebekesini kullanarak doğrudan ağ ve uygulama etki alanına veya M2M alan ağını kullanarak ilk olarak ağ geçidine bağlanabilmektedirler. İlk durumda, cihaz uygulamayı çalıştırır ve bir M2M SCL'ye sahip olur. İkinci durumda ise, ağ geçidi uygulamayı ve bir SCL'yi çalıştırır ve cihazın erişim ağına erişebilmesini sağlar. Ancak, cihazda yalnızca uygulama çalışıp SCL çalışmazsa bu ETSI'ye uygun olmaz. Alan ağı, M2M cihazı ve ağ geçidi arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır ve Bluetooth¹², UWB,

⁵ UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access Network (Evrensel Karasal Telsiz Erişim Şebekesi), gerçek zamanlı devre anahtarlamaından internet protokolüne paket anahtarlamaını kullanarak çok sayıda trafik tipi taşıyabilen iletim ağıdır.

⁶ WLAN: Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Şebekesi)

⁷ UWB: Ultra Wide Band (Ultra Geniş Bant), kısa mesafede düşük enerjide kullanılan telsiz teknolojisidir.

⁸ WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access (Mikrodalga Erişim için Dünya Çapında Birlikte Çalışabilirlik), 50 km (kilometre) etki alanı ve 75 Mbit/s (Megabit bölü saniye) indirme hızına sahip olabilen, kablosuz internet altyapı teknolojisidir.

⁹ IP: Internet Protocol (İnternet Protokolü), internete bağlanan her bilgisayara servis sağlayıcı tarafından atanan adrestir.

¹⁰ 3GPP: 3rd Generation Partnership Project (3. Nesil Ortaklık Projesi), telekomünikasyon şirketleri arasındaki üçüncü nesil mobil iletişim ortaklık projesidir.

¹¹ TISPAN: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (Gelişmiş Ağlar için Hizmetler ve Protokollerle birleşmiş Telekomünikasyon ve İnternet), ETSI'nin bir standardizasyon kuruluşudur.

¹² Bluetooth: Kablo bağlantısını ortadan kaldıran kısa mesafe radyo frekansı teknolojisinin adıdır.

ZigBee¹³, M-BUS¹⁴ ve IEEE 802.15.4¹⁵ teknolojilerini kullanarak inşa edilebilmektedir.

M2M yönetim fonksiyonları ağ ve uygulama etki alanında M2M uygulamaları ve M2M SCs'yi yönetmek için gerekli tüm fonksiyonlara sahiptir. Aynı zamanda ağ yönetim fonksiyonları erişim, çekirdek ve ulaştırma ağlarını yönetmek için gerekli tüm fonksiyonlara sahiptir. Yönetim fonksiyonu; performans yönetimini, yapılandırma yönetimini, hata yönetimini, yazılım ve cihaz yazılım güncelleme yönetimini içermektedir. M2M uygulaması yaşam döngüsü yönetimi, M2M cihazı veya ağ geçidi içerisindeki uygulamanın kurulması, kaldırılması ve güncellenmesini içermektedir. M2M alan ağı yönetimi kendisi için yapılandırma yönetimini içermektedir. M2M cihaz yönetimi, cihaz veya ağ geçidi için yapılandırma yönetimini içermektedir. ETSI M2M mimarisinde, M2M servis platformu yatay katmanlı olduğundan, uygulamalar ortak çevre, altyapı ve ağ elemanlarını paylaşmaktadır (Pereira ve Aguiar, 2014).

1.3. M2M İletişimi

Bu bölümde, M2M iletişimi kablolu ve kablosuz olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir.

1.3.1. Kablolu iletişim

Bu kısımda; kapalı alan elektrik tesisatı, kablolu ağlar ve enerji hattından iletişim başlıkları altında kablosuz M2M iletişimi anlatılacaktır.

¹³ ZigBee: düşük güçlü dijital radyolar kullanılarak oluşturulan yüksek düzeyde iletişim protokollerinin özelleştirilmesidir.

¹⁴ M-BUS: Meter Bus (Sayaç Veri Yolu), sayaçların uzaktan okunması için hazırlanmış bir Avrupa standardıdır.

¹⁵ IEEE 802.15.4: The Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) standardıdır.

1.3.1.1. Kapalı alan elektrik tesisatı

Ev veya işyerindeki birçok cihaz bir noktaya sabitlenmiş ve hareket edemez pozisyonda bulunmaktadır. Bu durumlarda tüm bu cihazları birbirine bağlayan tek bir ağ olabilmektedir. Çamaşır, bulaşık makineleri, klimalar ve merkezi ısıtma gibi cihazlar tek bir elektrik şebekesine bağlı olabilmektedir. M2M ile birlikte sadece bir ağ iletişimine bağlı cihazlar değil, aynı zamanda prizler ve soketlerde kendileriyle iletişim kurabilmektedir. Birçok şirketin enerji kullanımını ölçen ve azaltan, aşırı yüklenmeyi ve yangını önleyen ve çocukları koruyan ev ve işyerleri yapılabileceğine dair fikirlerle birleşmiş ürünleri ve cihazları bulunmaktadır. Normal cihazlar iletişim ağının yelpazesini genişletmek için elektrik ağlarını kullanmaktadır.

Bu yöntemi kullanmanın avantajı, yapıdaki tüm bileşenlerin sistemle uyumlu olması ve 600Mbit/s bant genişliği sağlayabilmesidir. Uygulaması, sisteme bir cihaz bağlamak veya var olan sokete bir M2M soketi dâhil etmek kadar basit olabilmektedir.

1.3.1.2. Kablolu ağlar

Kablolu iletişim ağ desteğini kullanan çok çeşitli standartlar bulunmaktadır. Bugün bilgisayar ağları için varsayılan standart, bükülmüş bakır ve fiber temelli ağlarda 10Mbit¹⁶ ve 100Gbit arasında her seviyeyi destekleyen IEEE 802.3 Ethernet standardına dayanmaktadır. Kablolu iletişimin avantajı kablosuz iletişime göre dış müdahaleye daha kapalı olmasından kaynaklanmaktadır. Ağın hızı daha iyi garanti edilmektedir. En önemli dezavantaj ise, bir kablo bir cihaza bağlı olmak durumundadır ve bu iş gücü ve maliyet gerektirmektedir. Aynı zamanda sonradan yapılacak eklemeler (sensör gibi) için çok ciddi alan ve yer sıkıntısı bulunmaktadır (OECD, 2012a).

¹⁶ Bit: Bilgi depolama ve haberleşme sistemlerinin en küçük temel birimidir. 0 ve 1'lerle simgelenir.

1.3.1.3. Enerji hattından iletişim

Enerji Hattından İletişim (Power Line Communication, PLC), akıllı sayaçlar kapsamında kullanılmaktadır. Elektrik şebekesinin her yerde bulunması ve üzerinden sinyal iletilebilmesi, bu amaçla kullanılabilmesini sağlamaktadır. Çünkü şebekedeki her düğüm aynı akımı ve sinyali almaktadır. Aracı düğümler sinyalin tüm düğümlere iletilmesini beklemeden yeniden iletim yapması dolayısıyla bu ağ iletişim açısından farklı çalışmakta ve bu sebeple bu sinyal için hat üzerinde önemli bozulma olmaktadır. PLC'nin akıllı sayaçlarda sınırlı kullanımının bazı önemli dezavantajları vardır. Bunlar;

- Yüzlerce düğümün olduğu düzende tüm düğümlerin sorgulanmasının 24 saate kadar sürebilmesi,
- Gerçek zamanlı mesajlaşma kabiliyeti bulunmaması, böylece sayacın okunmasının önemli zaman alması ve
- Müşteri tercihinine göre özenle seçilmiş konumun veya alanın özel bir parçasının yapılması ya da yıkılmasını beklemenin mümkün olmamasıdır.

Bu teknolojinin sayaç ölçümleri haricinde kullanılması verim getirmemektedir.

1.3.2. Kablosuz iletişim

Kablosuz iletişim yöntemleri dört başlıkta incelenmektedir.

1.3.2.1. WPAN

Kablosuz Kişisel Alan Ağı (Wireless Personal Area Network, WPAN), kısa menzilli ağlar için genel bir terim olarak kullanılmaktadır. Seçmek için çok çeşitli standartları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Bluetooth, ZigBee,

kablosuz USB¹⁷'dir. Bu teknolojiler, kullanıcıların kabloları ortadan kaldırmasına izin vererek iletişim kabiliyetini geniş bir cihaz yelpazesine yaymayı amaçlamaktadır. Akıllı sayaçlarla, ev otomasyonlarıyla, mobil telefon güç soketleriyle, klavyelerle, araçlarla, lastiklerle, dış sensörlerle ve bunun benzeri birçok cihazla bütünleştirilmiş şekilde çalışmaktadırlar. Bu teknolojiler aralıkları, penetrasyonları, verimlilikleri ve güç sarfiyatlarına göre farklı avantajlar sunmaktadırlar.

WPAN'ın en önemli avantajı kabloların olmamasıyla birlikte oluşan düşük enerjidir. WPAN tabanlı cihazlar, aynı ağda erişimi dışında bulunan geniş internete, buluta veya diğer cihazlara bağlanmak için bir röleye ihtiyaç duymaktadır.

1.3.2.2. Wi-Fi

Kablosuz İnternet Alanı (Wireless Fidelity, Wi-Fi) olarak bilinen IEEE 802.11 standart ailesi en başarılı ağ standartlarından biridir. Hemen hemen tüm dizüstü bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve daha birçok çevresel ekipmanla bütünleştirilmiştir. Cihazların 250 metreye kadar olan mesafelerde 1Mbit/s ile 600Mbit/s arasındaki hızlarda çalışmasına izin vermektedir. Bununla birlikte çok fazla enerji harcadığı göz önünde bulundurularak M2M ekipmanlarındaki kullanımı sınırlandırılmaktadır. Bu da kendini düzenli olarak şarj edebileceği bir pil veya elektrik şebekesi bağlantısına sahip olması gerektiği anlamına gelmektedir. Aynı WPAN'da olduğu gibi kullanıcıların internet bağlantılarını yapılandırmaları gerekmektedir. Birçok tüketici kendi kullanım alanlarında Wi-Fi'nin çeşitli formlarını kullanıyor olmasına rağmen, M2M cihazlarına bağlantı görüldüğü kadar kolay değildir. Çünkü cihaz, ağa erişmek ve bazı araçlarla cihazın içine girmek için farklı şifreleri bilmeye ihtiyaç duymaktadır.

¹⁷ USB: Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veri Yolu), dış donanımların bilgisayarlar ile bağlantı kurmasını sağlayan bir veri yoludur.

1.3.2.3. 2G/3G/4G¹⁸ mobil teknolojiler

Sayısal mobil kablosuz teknoloji, dünyada erişim sağlanması bakımından en başarılı iletişim teknolojisidir. Tüm dünyada yaklaşık 7 milyar mobil abone bulunmaktadır (ITU, 2014). GSM¹⁹ (2G), GPRS²⁰, CDMA²¹, UMTS²² (3G), WiMAX and LTE²³(4G) teknolojileri ve ilgili standartlar kullanılmaktadır. Bu teknoloji birçok yönden M2M uygulamaları için oldukça uygundur. Bu uygunluğun nedenleri;

- İnsanların yaşadığı her yerde küresel erişilebilirlik,
- SIM²⁴ kart kullanımı sayesinde merkezi yönetim sunmak ve kullanıcı etkileşimi olmadan anlık aktivasyon sağlamak,
- Ağlar arasında dolaşım desteği sağlamak ve
- Makul kapalı alan kapsamı olarak sıralanabilmektedir.

M2M çözümünü esas alan tasarımı hesaba katan mobil kablosuz teknolojiyi kullanmanın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlar şu şekilde sıralanmaktadır;

- Evrensel olarak 2G teknolojisinin kapsama alanı oldukça iyi durumdadır. 3G kapsama alanı ise çoğu ülkede nüfus yoğunluğu olan bölgelerle sınırlı bulunmaktadır. 4G ise şu anda pek yaygın durumda

¹⁸ 2G/3G/4G: İkinci Nesil, Üçüncü Nesil ve Dördüncü Nesil Mobil Telekomünikasyon (Second Generation, Third Generation and Fourth Generation Mobile Telecommunications)

¹⁹ GSM: Global System for Mobile Communications (Küresel Mobil Haberleşme Sistemi), cep telefonu iletişim protokolüdür.

²⁰ GPRS: General Packet Radio Service (Genel Paket Radyo Hizmeti), 2G şebekesi üzerinden paket anahtarlama olarak veri iletimi sağlayan teknolojidir.

²¹ CDMA: Code Division Multiple Access (Kod Bölme Çoklu Erişim), Yayılı spektrum teknolojisi kullanan bir iletim teknolojisidir.

²² UMTS: The Universal Mobile Telecommunications System (Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi), üçüncü nesil mobil hücreli sistemdir.

²³ LTE: Long-Term Evaluation (Uzun Dönem Evrimi), cep telefonlarında 100Mbit/s, Wi-Fi'de 1 Gbit/s bağlantı hızını destekleyen dördüncü nesil kablosuz telefon teknolojisidir.

²⁴ SIM: Subscriber Identity Module (Abone Kimlik Modülü), cep telefonlarının iletişim kurmasına yarayan çipe verilen addir.

değildir. Birçok ülkede henüz faaliyete geçmemekle birlikte yakın bir gelecekte yetkilendirmesi yapılacaktır.

- Karanlık noktalar, statik dağılımlar için sorun olarak gözükmektedir. Bu tür konumlarda, ağ kullanılabilir olsa bile uzun bir süre için hizmet sunmak mümkün olmamaktadır. Karanlık noktalar kapalı alanda açık alandan daha fazla görülmektedir. M2M dağıtım süresi boyunca belli oranlarda kısa ve uzun süreli kapsama sorunları yaşanabilmektedir. Yüzbınlerce cihazın çalıştığı düşünülürse bu oranlar önemsiz kalabilmektedir. Karanlık noktanın nerede ne zaman ortaya çıkacağı ve ne kadar süreceği bilinmemektedir. Birden fazla ağ üzerinde dolaşmak karanlık nokta oluşma olasılığını ciddi oranda arttırmaktadır. Bazı işletmeciler yabancı veya uluslararası SIM kart kullanarak bu sorunu müşterileri için çözmektedirler.
- 2G ağlarının önümüzdeki 15 yıl içerisinde dönüşümleri sağlanarak 4G ağlarıyla değiştirilmesi planlanmaktadır. M2M çözümlerini şu aşamada sadece 2G ile uyumlu yapmak geleceğe dönük iyi bir tercih olarak gözükmemektedir. Bununla birlikte, şuan kullanılabilir 4G modülü bulunmamakta ve 3G'nin evrensel düzeyde kapsamaya sahip olması beklenmemektedir.
- Standart SIM kartlar, M2M cihazından çalınmaya ve ciddi titreşim ve sıcaklık farkı gibi sert ortamlarda başarısız olmaya yatkındır. Bazı durumlarda SIM çipini lehimlemek çözüm olabilmektedir.

Bu dezavantajların bugün ve ileriki dönemde ciddi olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. M2M hizmetlerinin gelecekteki gelişmelerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir (Ziegler, 2011).

1.3.2.4. Uydu

Uydu (Satellite) iletişimi, kara tabanlı ağların ekonomik bir alternatif sunamadığı alanlardaki M2M uygulamalarında kullanılmaktadır. Telemetry,

lojistik ve uzaktan izleme çözümleri için kullanılmaktadır. OECD ülkelerinde geniş bir yelpazede uydu ağı seçme şansı bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı evrensel kapsamaya, bir kısmı da özel bölgelerde iletişim kabiliyetine sahip bulunmaktadır. Iridium iletişim uyduları²⁵ gibi başlangıçta sadece ses uygulamaları için inşa edilen bazı ağlar, M2M için kullanılmaktadır. Teknolojinin temel bazı dezavantajları;

- Uydu için görüş hattı ihtiyacından kaynaklanan karasal ve dağlık alanlarda kullanımının zorlaşması,
- Ekipmanların büyüklüğü ve
- Düşük veri hızları olarak sıralanmaktadır.

Çoğunlukla oldukça uzak erişim ve deniz alanlarında kullanılmaktadır (OECD, 2012a).

²⁵ Iridium İletişim Uyduları: Uydu telefonlarının ve çağrı cihazlarının birbirleriyle olan bilgi ve ses akışını sağlamak için Dünya'nın yörüngesine oturtulmuş uydulardır

2. M2M KULLANIM ALANLARI, UYGULAMALAR VE CİHAZLAR

Bu bölümde, M2M teknolojisinin kullanıldığı endüstriler anlatılmıştır. Her endüstri alanına özel uygulamalar belirtilmiştir. Son olarak M2M cihaz sınıflandırmaları yapılmıştır.

2.1. M2M Teknolojisi Kullanılan Endüstriler ve Uygulamalar

2.1.1. Ulaştırma Sektörü

2.1.1.1. Otomotiv

M2M teknolojisi kullanan akıllı araç ve taşıma sistemleri; araçların nasıl kullanılacağı, yollarda ne yapılacağı ve yolculuk güvenliği gibi konuların geleceğini şekillendirmektedir. M2M teknolojisi, araç üreticileri tarafından araçlarda bütün bir sistemle birlikte güvenliği ve işlevselliği arttırmak için kullanılmaya başlamış bulunmaktadır. Uzak teşhis imkânı sayesinde olası sorunlar ve çözümler için sürücüler ve çözüm merkezleri uyarılabilmektedir. Trafik bilgisi ile birlikte yol alt yapısı ve araçlar arasındaki M2M iletişimi, navigasyon sayesinde yol işaret ve uyarıları ve kazalar hakkında bilgilendirme yaparak sürücüye yardım etmektedir. Trafik hareketlerini izleme ve tahmin etme, M2M teknolojisiyle keşfedilen alanlardandır. Makro düzeyde M2M uygulamaları karbon emisyonunu ve trafik sıkışıklığını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır.

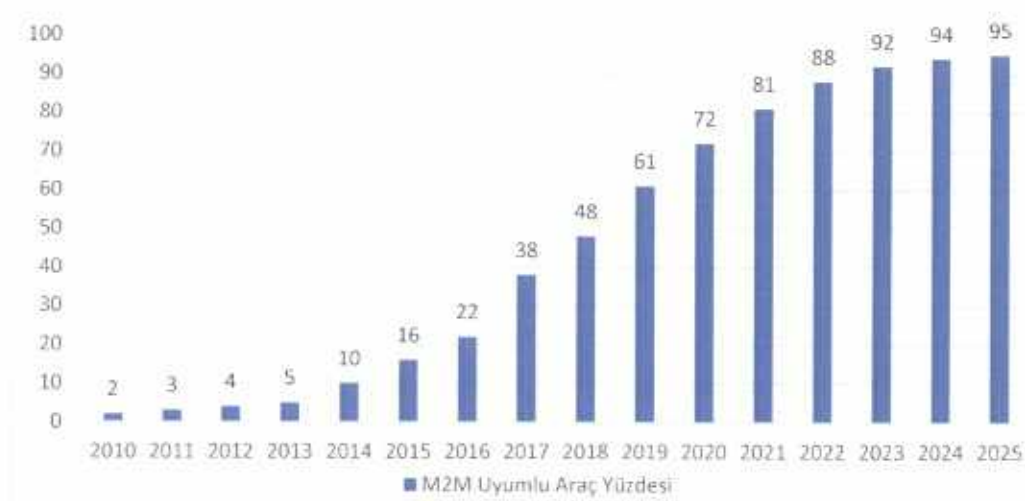
Otomotiv sektörü yeni sorunlarla karşı karşıya bulunmaktadır. Üreticiler, bayiler, sigortacılar ve servis sağlayıcılar; işletim maliyetlerini kontrol etmek, yeni düzenlemelere uyum sağlamak, sürücü deneyimini geliştirmek ve gelir akışı oluşturmak için yeni yollar aramaktadırlar. Otomotiv endüstrisinde kullanılmakta olan uygulamalar sayesinde şu faydalar elde edilmektedir:

- Güvenliğin artması ve gelişmesi,

- Bakımların ve sürdürülebilirliğin kolaylaşması,
- Sürüşün daha uygun hale gelmesi,
- Sürücü ve yolcuların eğlenmesi,
- Hizmet geliri elde edilmesi,
- Filo verimliliğinin artması ve
- Tedarik zincirinin optimize edilmesi.

Özel Mobil Grubu Birliği (Groupe Speciale Mobile Association, GSMA), şekil 2.1'de görülmekte olduğu üzere 2025 yılında satılan binek yolcu araçlarının %90'dan fazlasında M2M sistemi gömülü olacağını, yani yaklaşık 600 milyon M2M uyumlu aracın yollarda olacağını öngörmektedir.

Şekil 2.1 Tahmini M2M Uyumlu Araç Yüzdesi (2010-2025)



Kaynak: (GSMA, 2012)

Aşağıda ulaştırma sektöründeki bazı M2M uygulamalarına yer verilmektedir.

- **bCall (arıza çağırısı-breakdown call):** İhtiyaç anında bir çağrı başlatmakta ve yol yardım işletmesine aracın o anki konumunu göndermektedir. bCall tetikleyicisi hizmeti aktif etmek amacıyla kullanıcı tarafından basılan bir anahtardan oluşmaktadır. Gelişmiş bCall

hizmetleri, konum bilgisine ek olarak mevcut araç tanılama bilgilerinin de gönderilmesine olanak tanımaktadır (Minoli, 2013, s.48-94).

- **SVT (çalıntı araç takibi-stolen vehicle tracking):** Otomotiv M2M iletişimi için temel uygulama, araç filolarını yönetme veya çalınan aracı izleyebilme amacıyla mobil değerlerin izlenmesidir. SVT sisteminin amacı hırsızlık durumunda aracın bulunmasını kolaylaştırmaktır. SVT servis sağlayıcısı periyodik olarak Telematik Kontrol Ünitesi'nden (Telematics Control Unit-TCU) konum bilgisi talep etmekte ve polisle iletişime geçmektedir. TCU ayrıca aracın izinsiz ve yasadışı hareketlerine dayanarak hırsızlık alarmı gönderebilme yeteneğine de sahip olabilmektedir. Araçlar, konum belirleme teknolojisiyle arayüz bağlantısı kurabilen ve M2M çekirdeğindeki sunucuyla mobil hücresel ağ üzerinden iletişim kurabilen gömülü M2M cihazlarını içermektedirler. Çalıntı izleme uygulamalarında, hırsız tarafından kolayca engellenememesi için M2M cihazı erişilemez veya fark edilemez bir yere yerleştirilmektedir.
- **Uzaktan Teşhis (Remote Diagnostic):** Uzaktan teşhis hizmetleri aşağıdaki kategorilere ayrılmaktadır:
 - Bakım Hatırlatması; araç belirli bir kilometreye ulaştığında, TCU üreticiye bir mesaj göndermektedir.
 - Sağlık Kontrolü; periyodik olarak TCU dâhili teşhis raporlama işlevini kullanarak aracın genel durumunu raporlar ve üreticiye iletir.
 - Hata Bildirimi; araç sisteminde bir hata oluştuğunda, TCU üreticiye hata mesajı gönderir.
 - Gelişmiş bCall; bCall hizmetindeki konum bilgisine ek olarak, TCU aynı zamanda üreticiye hata kodu gönderir.

- **Araçtan Altyapıya İletişim (Vehicle-to-Infrastructure Communications):** Avrupa Akıllı Ulaşım Sistemleri Direktifi¹ araçlarda e-güvenlik uygulamalarının bulunmasını istemektedir. Bazı araç üreticileri araçtan araca iletişim kabiliyetli araçlar üretmeye başlamış durumdadır. Araçtan yol yardımına iletişim kabiliyetli araçlar ise henüz tam gelişmiş durumda bulunmamaktadır. Bu tür araçlar konum belirleme teknolojisini kullanmakta ve merkezi sunucuyla telekom ağından iletişime geçebilmektedir. Bu uygulamada M2M cihazının bazı özelliklere sahip olması beklenmektedir. Bunlar;
 - Araçtaki dış etkileri ve hızı ölçebilen sensörlerle arayüz bağlantısı oluşturmak,
 - Konum belirleyen cihazla arayüz bağlantısı oluşturmak,
 - Mobil telekomünikasyon şebekesiyle bağlantı kurmak ve
 - Trafik bilgi servisine, trafik ve güvenlik bilgilerini, yüklemek veya indirmektir.

Yukarıda anlatılan bu uygulamalar Akıllı Ulaşım Sistemleri ve telematik uygulamalarının en çok kullanılan örnekleridir.

Cihazlar, bazı dış etkiler, motor arızaları veya başka bir sebeple tetiklenerek mobil şebeke üzerinden sunucuyla iletişim kurma amacıyla yapılandırılmaktadırlar (Minoli, 2013, s.48-94).

2.1.1.2. Taşımacılık ve lojistik

Taşımacılık işlemleri ve lojistik izleme için M2M kullanımı, şirketlerin kaynaklarını ve nakliye mallarını anlık takip ederek önde olmaları için çok önemli bir gereklilik haline gelmektedir. Akıllı cihazlar, işletmeler üzerinde

¹ Avrupa Akıllı Ulaşım Sistemleri Direktifi; Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, karayolu taşımacılığı alanında akıllı ulaşım sistemlerinin konuşlandırılması hususu üzerine 7/7/2010'da yayımlanan 2010/40/EU sayılı direktiftir.

önemli bir kontrol ve izlenebilirlik kazanmak amacıyla filo yönetiminde kullanılmaktadır. M2M uygulamaları; araçların izlenmesini ve kargo araçlarının malları yerine dağıtmasını, hızlı sürüş, yakıt tasarrufu, ekonomik ve verimli filo yönetimi sağlamaktadır. M2M teknolojisi kullanan şirketler; bilgiyi daha iyi kontrol etmeyi, daha iyi kaynak yönetimi, işlem ve maliyet verimliliği sayesinde kendilerine daha yarışçı bir pozisyon sağlamaktadırlar. Tablo 2.1'de bu sektörde M2M kullanımının getirdiği avantajların, M2M olmadığı duruma göre iyileşme yüzdesi ve diğer sektörlerdeki aynı yüzdenin karşılaştırması verilmektedir.

Tablo 2.1 Taşımacılık ve Lojistik Sektöründe M2M Faydası

M2M'den Beklenen Faydalar	Taşımacılık ve Lojistik Sektörü	Diğer Tüm Sektörler
Maliyet Azaltma	56%	51%
Müşteri Hizmetleri	53%	37%
İş Becerisi	45%	34%
Süreç ve Verimlilik İyileştirmeleri	44%	41%
Piyasa Genelinde Teslimat Tutarlılığı	34%	27%

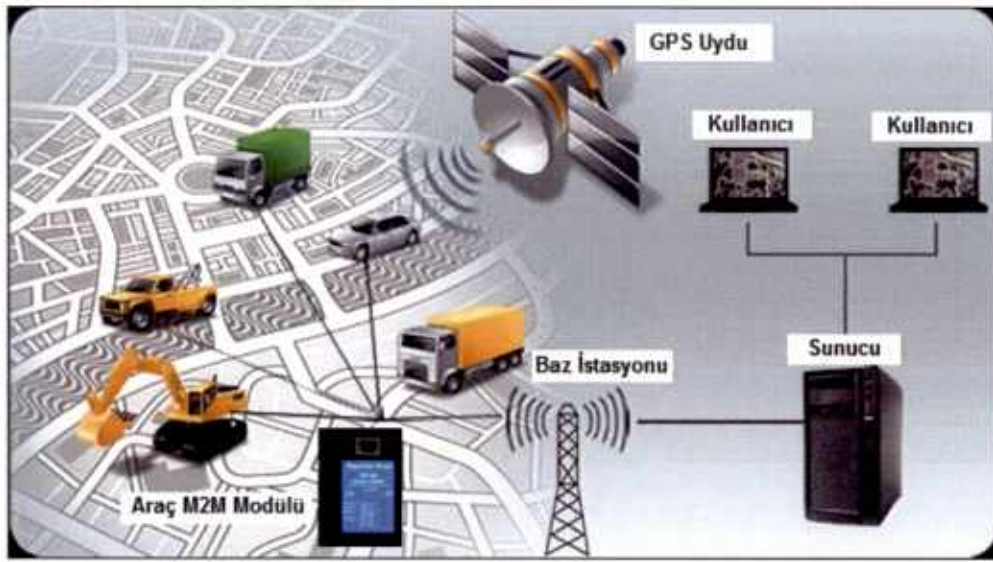
Kaynak: (VODAFONE, 2013a)

Takip ve izleme uygulamaları, otomotiv sektörü dışında, üretim sektörü, dağıtım ve perakende sektörlerinde de kullanımı olan ve genellikle RFID² etiketleri kullanılan uygulamalardır. Otomotiv uygulamaları; insanlar için fiziksel güvenlik, çalıntıya karşı varlık takibi ve filo yönetimine, diğer uygulamalar ise; uzaktan teşhis, navigasyon sistemleri ve benzeri yöntemlere odaklanmaktadır. Bu tür uygulamalarda, çalışma koşullarının zorluğu sebebiyle M2M cihazı geniş bir sıcaklık ve nem aralığına dayanmak

² RFID: Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanıma), radyo frekansı kullanarak nesnelere tekil ve otomatik olarak tanıma yöntemidir.

durumundadır. Aynı zamanda titreşime karşı da dayanıklı olmak durumundadır. Bu nedenle izleme cihazları genelde sert ve sabit konumlara yerleştirilmektedir. Şekil 2.2'de araç takip sistemlerinin genel bir görünümüne yer verilmektedir.

Şekil 2.2 Araç Takip Sistemi



Kaynak: (Amaidhi Technology, 2015)

Şekil 2.2'de de görüldüğü üzere izleme, genellikle GPS³ sistemi ile birlikte kullanılmaktadır. Hücresel teknolojiler de eş zamanlı kullanılabilir. GPS, sürekli sinyal gönderen uydu kümelerine dayanmaktadır. GPS alıcıları, uydular tarafından gönderilen sinyallerin gönderilmesi ve alınması arasındaki süreye göre konumunu belirlemektedir. Bu teknolojiye bazı M2M uygulamaları Tablo 2.2'de verilmektedir.

³ GPS: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi), yer ve zaman bilgileri sağlayan uzay tabanlı uydu navigasyon sistemidir.

Tablo 2.2 Taşımacılık ve Lojistik Sektöründe M2M Uygulamaları

Uygulama	Açıklama
Varlık İzleme	Sisteme dayalı olarak ürün tutma yerini belirlemekte ve izlemektedir. İzlenecek ürünler için müşteriye 24 saat izlenebilirlik sağlamaktadır. Ürünlerin doğru izlenmesini, kullanımın daha verimli olmasını ve uzun ömürlü, kolay yerleşen ve kablo gerektirmeden kolayca taşınabilen sistemler sağlamaktadır.
Filo Yönetimi	Bu uygulama için; konum, zamanlama, trafik sıkışıklığı, bakım verileri ve ziyaret edilen konumların hava durumu gibi bilgileri toplayan M2M iletişim modülü yerleştirilmiş bir araç gerekmektedir. Bu bilgiler modül tarafından mobil şebeke kullanılarak sunucuya iletilmektedir. Sunucu, anlık verileri kullanarak, bir dağıtım planı ve güzergâhı belirlemekte ve bu planı sürücüye iletmektedir.
Sigorta Telematiği	İşletme maliyetlerini optimize etmek ve dolandırıcılığı azaltmak için kullanılan bir sistemdir. Sürücülerin sürüş davranışlarını toplayarak ve analiz ederek, sigorta şirketlerine her bir sürücünün kendi riski çerçevesinde poliçe hazırlama imkânı sunmaktadır. Ayrıca ürün güvenliğini arttırmakta ve kaza anında otomatik bildirim göndermektedir. Yine bu bilgilerle bakım planı gerçekleştirilebilmekte veya uzaktan acil bakım gerçekleştirilebilmektedir. Buna ek olarak, çevresel sensörler yardımıyla depolama ortamı ve ürün durumu hakkında bilgi toplanabilmektedir.
İnsan/Hayvan Koruma/İzleme	Bu uygulamada, insanlar veya hayvanlar, durum ve konum bilgisini izleme amacıyla sunucuya bilgi gönderen M2M iletişim modülü içeren giyilebilir veya taşınabilir bir cihazla donatılmaktadırlar. Hücresel veya GPS tabanlı sistemler kullanılmaktadır.
Nesne Koruma/İzleme	Bu uygulama takip ve izleme amacıyla kullanılmaktadır. Nesnelere M2M iletişim modülü içeren giyilebilir cihazla donatılmaktadır. Konum ve durum bilgileri otomatik olarak sunucuya gönderilmekte ve bilgiler izlenebilmektedir.

Kaynak: (Minoli, 2013, s.48-94)

2.1.2. Enerji sektörü

Enerji sektöründe en geniş kullanılan ve yer alan M2M uygulaması akıllı şebekelerdir. Akıllı şebekeler, akıllı sayaçlar ve çok çeşitli bilgi ve iletişim

teknolojisi altyapısını içeren bir çatı terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teknoloji, çok çeşitli optimizasyonlara izin vererek müşteri ve hizmet veren kuruluş arasında bilgi akışını sağlayan bağlı bir sistem içermektedir. Akıllı şebekeler; enerji üretimi, iletimi ve kullanımındaki verimliliği önemli düzeyde arttırmakta ve enerji sektöründeki kaynakların kullanımını azaltmaktadır (Cullinen, 2013).

Akıllı şebeke, milyonlarca akıllı sayacın bağlanmasıyla oluşan modeli temel almaktadır. Bu teknolojiye akıllı sayaçlar, enerji dağıtımı ve güç gereksinimlerini tanımlarken insan müdahalesine gerek duymadan işlevlerini gerçekleştirmektedir. Güç sağlayıcılar, dağıtıcılar ve tüketiciler; akıllı yetenekteki şebekelerin yardımıyla, şebekedeki diğer elemanların çalışma gereklilikleri ve kabiliyetleriyle ilgili gerçek zamanlı bilgi sahibi olmaktadır. Akıllı şebeke bu yolla, en akıllı ve verimli şekilde enerji üretmekte, dağıtmakta ve tüketmektedir.

Dünya genelinde artan enerji tüketimi ve bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının az olması akıllı şebeke teknolojisine duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Akıllı şebekeler verimli kaynak kullanımı ile elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanımını artırarak fosil kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bu yöntemde ileri teknoloji şebeke kontrol sistemleri kullanılmakta, iletim ve dağıtımdaki kayıpları ciddi oranda azalmaktadır. Tüketicilerin kullandıklarını daha iyi yönetmelerini, üreticilerin de yatırım planlarını daha verimli yapmalarını sağlayarak tüketim verimliliği oluşmasını sağlamaktadır. Akıllı şebeke, ileri düzey izleme ve teşhis teknolojileri kullanmaktadır. Bu sayede varlıkların potansiyelinin ve performansının üst düzeylere çıkmasını sağlayarak varlıkların verimliliğini arttırmaktadır. Olası bir insan hatası veya doğal afet anında sistemin en az zararla kurtulmasını sağlamaktadır. Tablo 2.3'de görülmekte olduğu üzere akıllı şebekeler daha fazla iyi kalitede gerçek zamanlı veri toplama temeline dayanmaktadır.

Tablo 2.3 Akıllı Şebeke Yapısı Anahtar Bileşenleri

Olay Önleme	Kendini Onaran Şebeke	Gelişmiş Sayaç Altyapısı
<ul style="list-style-type: none"> Uzaktan Yönetimi Şebeke Aktiviteleri İncelemesi Gelişmiş Analizi Şebeke Ölçümü 	<ul style="list-style-type: none"> Gelişmiş Varlık Yönetimi Gerçek Zamanlı Şebeke Durumunun İzlenmesi Otomatik Şebeke Anahtarlama Sensör Olarak Sayaç Trafo Yük Yönetimi Duruma Bağlı İnsan Kaynağı Yönlendirmesi Şebeke Olay ve Konum Algılanması 	<ul style="list-style-type: none"> Sayaçlar Sayaç Sorgulaması Sayaç Açma/Kapama Elektrik Kesintisi Uyarısı Sayaçlar ile İki Yönlü Haberleşme

Kaynak: (Şanlı ve Hınç, 2009)

Akıllı şebeke sayesinde elektrik veya doğal gaz sağlayıcınız size birim fiyatın gün ortasında artışa geçtiğini haber verdiği an siz uzaktan tek tuş hareketi ile klimanın veya elektrikli aletlerin gücünü kısabilmekte, buzdolabını akşam soğutmaya almak için kurabilmekte, açık elektronik eşyaları hazır hale geçirebilmektesiniz. Böylece hem kullanıcı daha ekonomik faturalarla karşılaşmakta hem de şirketler gereksiz yüklerden kurtulmaktadır. Tüm sistemi birbirine uyumlu hale getirmek mümkün olmakta ve her açıdan daha verimli bir enerji yönetimi sağlanmaktadır (Tanrıöver vd., 2011).

Akıllı sayaçlar bina içi ve dışına yerleştirilebilmekte ve ortak bir sistem üzerinden çalışarak verimli şekilde yönetilebilmektedirler. Özellikle bazı AB ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) oldukça yaygın kullanımı bulunmaktadır. Şekil 2.3'de ABD'de örnek bir binanın dış kısmında bulunmakta olan akıllı sayaçlar bütünü gösterilmektedir. Bunun yanında bir adet akıllı sayaç da yakın plana alınarak verilmektedir.

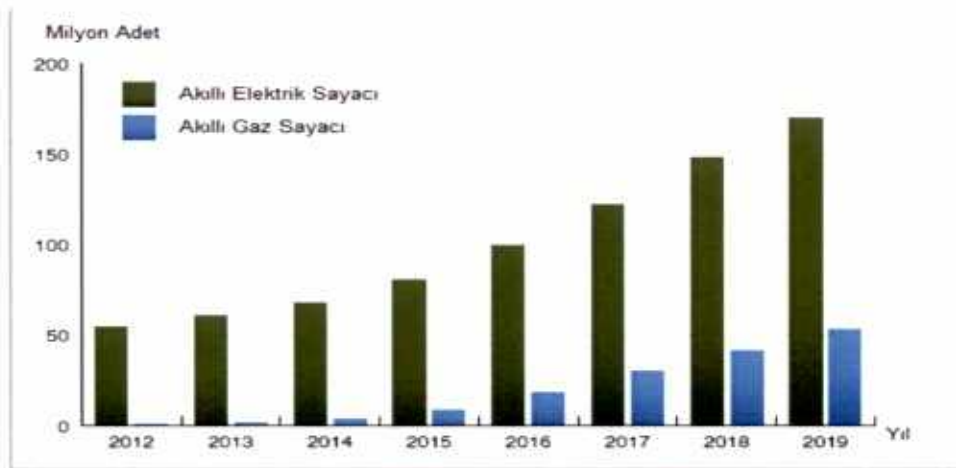
Şekil 2.3 Bina Dışı Akıllı Sayaç Yerleşimi ve Akıllı Sayaç Görşeli



Kaynak: (PG&E, 2015)

AB üye devletleri, akıllı sayaç konusunda çok gelişmiş durumdadır. 2014 sonu itibarıyla yaklaşık 70 milyon akıllı sayaç mevcut bulunmaktadır. Elektrik sayaçları, gaz sayaçlarına göre çok daha yoğun şekilde kullanılmaktadır. Ancak ilerleyen dönemde gaz sayaç sayılarında da önemli artış beklenmektedir. Şekil 2.4'te AB ülkelerinin toplamında halihazırdaki akıllı sayaç sayıları ve 2019 tahminleri yer almaktadır.

Şekil 2.4 AB Ülkeleri Akıllı Sayaç Sayıları (2012-2019)



Kaynak: (Ryberg, 2013)

2.1.3. Akıllı şehirler ve evler

Bu kısımda akıllı şehir ve evler ayrı ayrı başlıklar halinde anlatılacaktır.

2.1.3.1. Akıllı şehir

Kentlerde gün geçtikçe artan nüfus yoğunluğu beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Trafik sıkışıklığı, yoğun enerji tüketimi, çevre kirliliği ve güvenlik sorunları bunlardan sadece birkaçını oluşturmaktadır.

Akıllı şehir tabiri uzun zamandır kullanılmakta olmasına rağmen çok ciddi gelişmeler elde edilememiştir, ancak 'M2M' teknolojisi gibi gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerinin sunduğu akıllı ve verimli çözümler sayesinde gerçekleştirilebilir bir sistem halini almıştır. M2M teknolojisi kullanılarak, şehirleri yıkmaya gerek kalmadan, tertemiz sokakları olan, trafik sıkışıklığı olmayan, suç ve kirlilik oranlarının azaldığı, toplu taşımanın mükemmelleştiği ve enerjinin çok daha verimli kullanıldığı akıllı şehirler oluşturulabilmektedir. Şekil 2.5'te örnek bir akıllı şehir mimarisine yer verilmektedir.

Şekil 2.5 Akıllı Şehir Mimarisi



Şekil 2.5'te de görüldüğü üzere akıllı şehirler kurarak birçok alanda faydalar elde edilmektedir. Akıllı şehirler oluşturularak elde edilen faydalar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

- Karbon emisyonunun ve enerji maliyetlerinin düşmesi: Enerji maliyetleri ve buna bağlı karbon emisyonu yıldan yıla artmaktadır. M2M teknolojisi kullanılarak oluşturulan çözümlerle kentlerin enerji yönetimi tek bir merkezde toplanabilmektedir. Birçok noktaya yerleştirilen akıllı sayaçlar yardımıyla elektrik, gaz ve su verileri toplanabilmekte, raporlanabilmekte ve yönetilebilmektedir. Sayaçlar aynı zamanda her yapının özelinde enerji kullanım verilerini iletebilmekte bunun yanında ısınma ve aydınlanma gibi bilgileri de merkeze iletebilmektedir. Toplanan bu veriler sayesinde enerji merkezinde, daha verimli tarifeler oluşturulabilmekte ve işletmelere özel çözümler üretilebilmektedir.
- Hava kalitesinin geliştirilmesi: Kentlerde hava kirliliği günden güne artmaktadır. Bu nedenle hava kirliliğini azaltmak için ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Bu konudaki en etkin çözüm hava kirliliği merkezi oluşturmaktır. Kentin belirli yerlerine yerleştirilen sensörler; nem, toz seviyesi, zararlı kimyasallar, basınç ve diğer faktörlerin bilgilerini anlık şekilde merkeze raporlamaktadır. Bu bilgileri kullanarak yetkililer kirlilik olan bölgelerdeki trafiği ve endüstrileşmeyi kısıtlayabilmektedir. Aynı zamanda hava kalitesini arttırmak için yapılan planlama ve hazırlanan bütçelerde bu veriler ışığında oluşturulabilmektedir.
- Sokak aydınlatmalarının optimize edilmesi: Tüm sokak aydınlatmalarını tek bir merkezden yöneterek çok daha verimli bir çözüm oluşturulabilmektedir. Az kullanılan veya az trafik olan konumlardaki aydınlatmalar kısılarak ya da kapatılarak elektrik maliyetleri düşürülebilmektedir.
- Atık toplamanın optimize edilmesi: Taşan çöp kutuları kentlerde ciddi sağlık sorunları oluşturmaktadır. Tüm kutuları tek tek gezerek kontrol etmek hem zaman hem de maliyet kaybına yol açmaktadır. Tüm çöp kutularına doldukları zaman çöp kamyonlarına bilgi gönderecek M2M

sensörleri yerleştirilerek hem zamandan, hem enerjiden hem de maliyetlerden kar edilebilmektedir. Bu yolla çöp kamyonları çok daha az seyahat etmekte ve önemli bir yakıt tasarrufu sağlamaktadır.

- Trafik akışının optimize edilmesi: Gittikçe artan araç sayısı ile birlikte trafik sıkışıklığı ve park sorunu kentlerin en önemli sorunlarından biri haline gelmektedir. M2M çözümleri daha düzgün bir trafik için çok verimli çözümler sunmaktadır. M2M uyumlu kameralar sayesinde trafik yoğunluğu verileri bir merkezde toplanabilmektedir. Bu kameralar sayesinde çeşitli faydalar sağlanmaktadır.

- Yollardaki dijital uyarı levhalarını güncelleyerek, sürücülerini sakin trafik ve uygun park yerlerinin olduğu alanlarla ilgili bilgilendirmek,
- Araç akışını optimize edecek şekilde trafik ışıklarını uyarlamak,
- Kavşaklara yaklaşan acil durumu olan araçları tespit ederek geçiş üstünlüğü sağlamak ve
- Yolların güvenlik durumunu izlemek ve gerektiğinde acil servisleri bilgilendirmek bunlardan bazılarıdır.

Ayrıca M2M uyumlu araçlar ve yollar sayesinde hızlı köprü geçişleri ve park ödemeleri yapılabilmektedir. Önceden tanımlı araçlar sayesinde ön ödeme yapılarak bu işlemler hızlandırılabilir.

- Toplu taşımanın geliştirilmesi: İnsanları toplu taşımaya yönlendirmek hala ciddi bir zorluktur. M2M çözümleri kullanılarak yetkililer toplu taşımayı insanlar için cazip hale getirebilme imkânına sahiptirler. M2M izleme cihazları, konumlarını anlık belirleme amacıyla otobüslere, metrolara ve tramvaylara yerleştirilmektedir. Araçların geç kalma durumunda, M2M sistemi duraklardaki tabelayı güncelleyebilmekte veya yolculara mesaj yoluyla ya da mobil uygulama yoluyla bildirim yapabilmektedir. Bu da kullanıcıların yolculuklarını planlarken ihtiyaç duydukları bilgileri her zaman elde edebilmelerini sağlamaktadır.

- Gözetim ve denetimin geliştirilmesi: Kentin birçok noktasına yerleştirilen M2M uyumlu kapalı devre kamera sistemleri sayesinde güvenlik çok daha kolay sağlanabilmektedir (VODAFONE, 2013b).

Akıllı şehirler işlevsel açıdan hayatın birçok aşamasına akıllı olabilme özelliği ve yeteneği katmaktadır. Bu özelliği sayesinde de şehirlerin bir bütün olarak akıllı hale gelmesi ve tek bir akılla çok daha verimli yönetilmesi sağlanmaktadır. Yani akıllı bir şehir oluştururken insanların, şehir yönetimlerinin, çevrenin, ekonominin ve daha bir sürü ögenin aynı anda akıllı halde olması gerekmektedir. Tabi tüm bu öğeleri akıllı hale getirirken onları belirli düzeylere getirmek ve belirli işlevleri yapabilir kabiliyete getirmek gerekmektedir. Tablo 2.4'de akıllı şehir işlevlerinin topolojisine yer verilmektedir.

Tablo 2.4 Akıllı Şehir İşlevleri Topolojisi

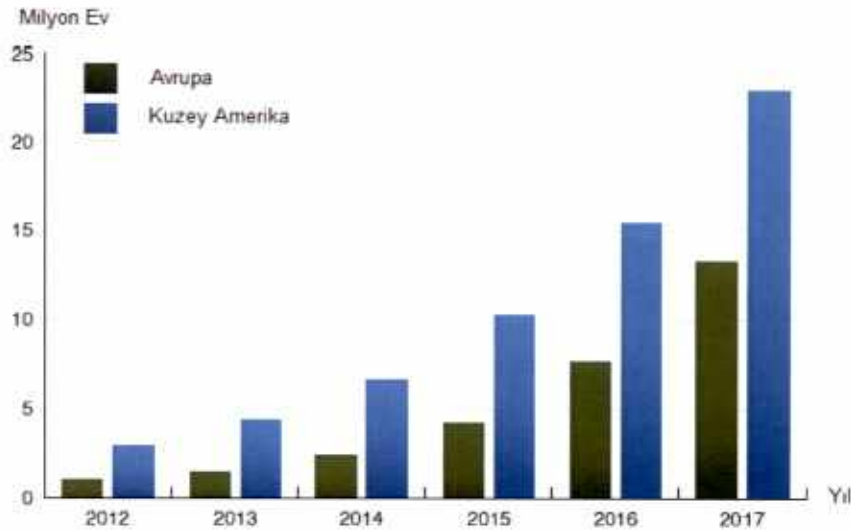
AKILLI EKONOMİ	AKILLI İNSANLAR	AKILLI YÖNETİM
<ul style="list-style-type: none"> • Yenilikçi Ruh • Girişimcilik • Üretkenlik • Uluslararası iç içe geçmişlik • Dönüşüm kabiliyeti 	<ul style="list-style-type: none"> • Yeterlilik düzeyi • Yaşam boyu öğrenme • Sosyal ve etnik farklılıklar • Rahatlık / Kreatiflik • Toplu yaşama uyum 	<ul style="list-style-type: none"> • Karar verme katılımı • Sosyal hizmetler • Şeffaf yönetim
AKILLI HAREKETLİLİK	AKILLI ÇEVRE	AKILLI YAŞAM
<ul style="list-style-type: none"> • Yerel erişilebilirlik • Ulusal/Uluslararası erişilebilirlik • Bilgi teknolojisi altyapısı mevcudiyeti • Sürdürülebilir ve güvenli taşıma sistemi 	<ul style="list-style-type: none"> • Doğal koşulların korunması • Kirlilik • Çevresel koruma • Sürdürülebilir kaynak yönetimi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kültürel tesisler • Sağlık koşulları • Bireysel güvenlik • Konut kalitesi • Eğitim tesisleri • Turistik çekicilik • Sosyal kaynaşma

Kaynak: (Vienna UT, 2007)

2.1.3.2. Akıllı ev

Son yıllarda daha modern, konforlu ve belirli durumlara tepki veren evlere akıllı evler adı verilmektedir. Farklı uygulama katmanları olan ve bahsedilen tepkileri sistemin içindeki dedektör ve sensörler vasıtasıyla veren evlerdir. Akıllı evler sadece konfor için değil çoğu projede enerji yönetimi ve tasarrufu için kullanılmaktadır. Akıllı ev birbirleri ile haberleşen, bir bütün olarak çalışan ve birbirinin durumlarını anlayabilen sistemlerdir. Örn. ayrı bir perde otomasyonu ile ayrı bir güvenlik sistemi akıllı ev kabul edilemez. Akıllı ev tanımına uyması için hareket sensörünün durumlarına ya da gün ışığına göre perdeleri açıp kapatan bir sistem olması gerekmektedir. Avrupa'da ve dünyada birçok akıllı ev uygulaması bulunmakta ve gün geçtikçe de kullanımı yoğunlaşmaktadır. Şekil 2.6'de Avrupa ve Kuzey Amerika'da yıllara göre akıllı ev kullanım sayıları verilmektedir.

Şekil 2.6 Avrupa ve Kuzey Amerika'da Toplam Akıllı Ev Sayısı (2012-2017)



Kaynak: (Varghese, 2014)

Akıllı ev uygulama alanları şu şekilde sıralanmaktadır:

- Özel konut ve rezidans otomasyonu: Bir konutun tüm ısıtma-soğutma sisteminin kontrol edilmesi, aydınlatmaların kontrol edilmesi, perdelerin kontrol edilmesi ve tüm elektrikli cihazların kontrol sistemine dahil edilmesini kapsamaktadır. Bu sistem sayesinde tüm ihtiyaçların karşılanacağı şekilde konutu yönetebilmek mümkün olmaktadır. Özel komutlar vererek konutun kendiliğinden uygulamaya geçmesi de sağlanabilmektedir.
- Ticari binalarda otomasyon: Bu tür binalarda genellikle enerji tasarrufu ve yönetimi, iklimlendirme ve güvenlik konuları ön plana çıkmaktadır. Hastaneler, alışveriş merkezleri, bankalar ve fabrikalar gibi yerlerde yoğunlukla kullanılmaktadır.

Akıllı ev uygulamaları için bazı örnekler aşağıda verilmektedir. Bunlar:

- Işıklandırma Kontrolü,
- İklimlendirme Kontrolü,
- Ev içi Görüntüleme,
- Beyaz Eşya Kontrolü,
- Kapı Erişim Telefonu,
- Pencere Kilit Sistemi,
- Yangın Alarm Sistemi,
- Bebek İzleme Sistemleri ve
- Elektrikli Cihaz Yönetimi şeklinde sıralanmaktadır.

Şekil 2.7'da örnek bir akıllı ev tasarımına yer verilmektedir.

Şekil 2.7 Örnek Akıllı Ev Tasarımı



Kaynak: (Future For All, 2015)

2.1.4. Sağlık sektörü

Son yıllarda tüm dünyada hastane ve sağlık sistemlerindeki yönetim modelleri önemli ölçüde değişmiştir. Sigorta sektörü, elektronik hasta kayıtları, doktorlar, hasta bakıcıları ve yöneticiler de bu değişime ayak uydurmuştur. Sağlık sistemindeki bu dönüşümün temel sebebi M2M teknolojisidir. Sağlık sektöründeki M2M çözümleri hızla gelişmektedir. M2M teknolojisi sayesinde aktarılan gerçek zamanlı medikal bilgiler sağlık çalışanlarına duyulan ihtiyacın azalmasına, sektörde verimliliğin artmasına ve yanıt sürelerinin kısalmasına yardım etmektedir.

Sağlık sektöründeki M2M potansiyeli gün geçtikçe daha fazla fark edilmektedir. Hasta bakımlarında ciddi talep artışı yaşanmakta ve bu da çalışanlara ciddi yükler getirmektedir. Dünya üzerinde kronik hastalıklarının takip edilmesi gereken yaklaşık bir milyar insan bulunmaktadır. Sağlık

sektöründeki bu hastalara ulaşmak ve tedavi etmek için daha iyi yollar bulmak gerekmektedir. Gittikçe büyüyen talepler dolayısıyla, daha fazla hastaya daha kaliteli bakım sunma gerekliliği doğmaktadır. Tüm bu artan ihtiyaçları karşılamamanın yolu M2M teknolojisinden geçmektedir. M2M sayesinde evde bakım gerektiren hastalara sürekli izleme ve destek hizmeti sunma noktasında çok ciddi gelişmeler görülmektedir.

Sağlık sektöründe çok farklı M2M uygulamaları bulunmaktadır. Uzaktan izleme cihazları ve hastalara takılan giyilebilir cihazlar sayesinde doktorlar ve hasta bakıcılar, hastanede olmayan hastalarının durumlarını takip edebilmektedir. Evinden takip edilen hastaların düzensiz kalp atışları, yüksek kan basıncı, glikoz⁴ düzeyleri ve kan yağ düzeyi gibi durumları kontrol edilmektedir. Tıbbi personel acil bir durum olduğunda sistemden uyarı almakta ve gerektiğinde müdahale etmektedir. Hastalar tarafından ilaç durumunu izlemek amacıyla da kullanılabilir.

Sağlık izleme uygulamaları; kronik hastalık izleme, kişisel sağlık izleme ve kişisel zindelik (fitness) izleme uygulamalarından oluşmaktadır.

Kronik hastalıklara diyabet, astım, kalp hastalıkları ve uyku bozuklukları örnek verilebilir. Özellikle hastalığın ileri aşamalarında ciddi izleme gerekmektedir.

- Epizodik⁵ hasta izleme; bu yöntem durumu kritik olmayan hastaların takip ve izlemede kullanılmaktadır. Bu yöntemde, hastanın hayati bulguları ve hastalığa özel göstergelerin anormallikleri ve eğilimleri izlenmektedir. İzleme periyodik olarak yapılmaktadır. Tıbbi sensörlerle toplanan tüm bilgiler zamanı belirtilerek hasta izleme sistemi işlevi gören ağ geçidine iletilmektedir. Ağ geçidi de toplanan bu bilgileri güvenli bir şekilde veri tabanı sunucusuna iletmektedir. Tıbbi personel

⁴ Glikoz: Hücrelerde enerji kaynağı olarak kullanılan bir karbonhidrattır(şeker).

⁵ Epizodik: Ayrı ayrı zamanlarda meydana gelen ve belli dönemlerde tekrarlanan hastalıklardır.

ve aile bakıcıları veri tabanı sunucusundaki bu bilgileri hastalığın durumunu gözlemlemek amacıyla izlemektedirler.

- Sürekli hasta izleme; bu yöntem sürekli veya sıklıkla takip gerektiren akut koşulları olan hastalıklarda kullanılmaktadır. Bu yöntemde, istirahat veya hafif egzersiz anında hastanın sürekli izleme yoluyla hayati bulgularının takip edilmesi sağlanmaktadır. Hayati bulgu ölçümlerinin dalga formları, veri birleştirme ve ardışık depolama için vücuda yerleştirilmiş veri toplayan bir üniteye güvenli şekilde aktarılmaktadır. Veriler, kayıt ve veri analizi için vücut dışı bir ağ geçidine iletilmektedir. Hasta veya uzaktan bakımı sağlayan kişi vücut dışındaki birim üzerinden vücuttaki sensörleri aktive edebilmektedir. Vücut sensörlerinden gelen ölçüm verileri geçici olarak kayıt edildiği vücut birimine güvenli şekilde sürekli iletilmektedir. Daha sonra bu ölçüm verisi, vücut dışındaki kalıcı kayıt birimine iletilmektedir. Ayrıca bu vücut dışı birim, ölçüm esnasında güvenli dalga formu izlerken de kullanılabilir. Sağlık personeli, bu verileri uygun teşhisi koymakta ya da tedavi düzeyini ayarlamakta kullanmaktadır.
- Hasta alarm izleme; bu yöntemde hastaya veya hastalığa özgü koşullara göre alarmın tetiklenmesi gerekmektedir. Bu yöntemde, hastanın hayati bulguları ve hastalığa özgü belirtileri sürekli olarak izlenmektedir. Sensörlerden gelen veri, zamanı belli ve güvenli şekilde hasta izleme sistemi olarak davranan ağ geçidine iletilmektedir. Ağ geçidi toplanan verileri veri tabanı sunucusuna iletmektedir. Önceden belirlenmiş ayarlarla alarm otomatik olarak tetiklenebilmektedir. Örn., bir diyabet hastası izlenirken kanındaki glikoz değeri belli bir seviyenin altına düşünce, tıbbi personele otomatik olarak uyarı gönderilebilmektedir.

Kişisel sağlık izleme uygulamaları kişinin faaliyetleri ve güvenliğiyle ilgilenmektedir. Sigara alarmı, panik alarmı, ev alarmı ve hareket sensörü gibi faaliyetlerin izlenmesini içermektedir.

- Kişisel faaliyet izleme; genelde yaşlı kişilerin günlük aktivitelerinin izlenmesinden oluşmaktadır. Giyilebilir cihazlar ve sensörler yardımıyla hayati bulgular izlenebilmektedir. Bu kişilerin bakıcılarının günlük durumlarını izleyebileceği bir takip programları olmak durumundadır. Bu program tamamlanmadığında sistem bakıcıya bir uyarı göndermektedir.
- Kişisel güvenlik izleme; ev ortamındaki güvenliğin izlenmesi sağlanmaktadır. Ev ortamındaki zehirli gazlar, su ve yangını da içeren güvenlik tehlikeleri izlenmektedir. Ayrıca kişinin evdeki hayati bulguları da izlenebilmektedir.

Kişisel zindelik izleme uygulamaları, zindelik düzeyi ve kişisel zindelik takviminin takibini ve izlenmesini içermektedir.

- Zindelik düzeyinin izlenmesi; birey tarafından yapılan zindelik düzeyinin ve gelişiminin izlenmesine odaklanmaktadır. Takip edilmek istenen parametreler izleme sistemine kaydedilmektedir. Vücut sensörleri yardımıyla veriler sisteme gönderilerek gerçek zamanlı olarak verilerin izlenmesi sağlanmaktadır.

2.1.5. Üretim, tüketim ve finans sektörü

Bu kısımda üretim, tüketim ve finans sektörleri ayrı başlıklarda anlatılacaktır.

2.1.5.1. Üretim

Üretim sektörü; günümüzde çok ciddi maliyetler gerektiren, ham madde ihtiyacının sürekli artmakta olduğu ve teknolojiyle oldukça uyumlaşmaya başlamış bir sektör haline gelmektedir.

Bugün tüm üreticiler, dalgalanan talepler ve enerji, iş gücü ve ham madde fiyatlarındaki artış dolayısıyla sorunlar yaşamaktadır. Sektörde başarı; stokları

verimli yönetmek, yenilikçi yollar bulmak ve tüketiciye yönelik üretim yapmaktan geçmektedir.

M2M teknolojisi sayesinde üretim mekanizmaları gerçek zamanlı olabilmektedir. Bu sayede zamandan ve paradan ciddi tasarruf sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra M2M teknolojisi kullanılarak bu sektörde pek çok fayda sağlanmaktadır.

- Daha iyi ürünler üretmek: Gelecek nesil ürünleri geliştirmek için, tüketicilerin bu ürünleri yaşamlarında nasıl kullandıkları hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Üretici tüm ürettiği ürünlere M2M uzaktan izleme kabiliyeti kazandırarak, sıcaklık, titreşim, basınç ve cihazın nasıl kullanıldığıyla ilgili diğer bilgileri de gerçek zamanlı olarak elde etmiş olacaktır. Uzaktan izleme sistemi ayrıca tüketicinin ürünü ne sıklıkta, nerede ve ne zaman giydiğiyle ilgili de bilgi vermektedir. Elde edilen bu veriler daha verimli ve kullanıcı isteği odaklı ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır.
- Üretim hatlarının sürekliliğini sağlamak: Üretim ve montaj hattındaki problemler, üretimi ve piyasaya sürümü yavaşlatabilmektedir. M2M teknolojisi üretim hatlarındaki erken uyarı sistemi sayesinde, üretimin sürekli olmasını sağlamaktadır. Yerleştirilen izleme sistemleri oluşan hataları tespit etmekte, buna göre üretimin yönünü ve programını değiştirmekte ve hataları minimuma indirmektedir.
- Enerji maliyetlerini ve karbon emisyonunu düşürmek: Enerji maliyetlerinin ve karbon emisyonunun artması, enerji politikalarına ciddi önem verilmesi gerekliliğini doğurmaktadır. M2M, enerji veri yönetimi sistemleri sayesinde enerji tüketimini azaltmaktadır. Üretilen ve kullanılan akıllı sayaçlar sayesinde, enerji kullanımları izlenmekte ve denetim altına alınmaktadır. Böylece çok daha verimli bir enerji yönetimi sağlanmaktadır.
- Tedarik zincirini hızlandırmak: Tedarik zinciri tamamen M2M teknolojisiyle bağlı olduğunda; stok yönetimi, sipariş verilmesi ve teslimi

ve görev atama gibi tüm işlemler insan müdahalesine gerek kalmadan otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. M2M teknolojisiyle verimli şekilde oluşturulmuş bir tedarik zinciri sayesinde, depolama maliyetleri ve ürün amortismanı düşürülerek, depolardaki stok seviyeleri en az düzeye indirilmektedir. Bu sistem sayesinde, müşteriler sipariş verdiğinde, en hızlı ve verimli şekilde görev yerine getirilmektedir (VODAFONE, 2013c).

2.1.5.2. Tüketim

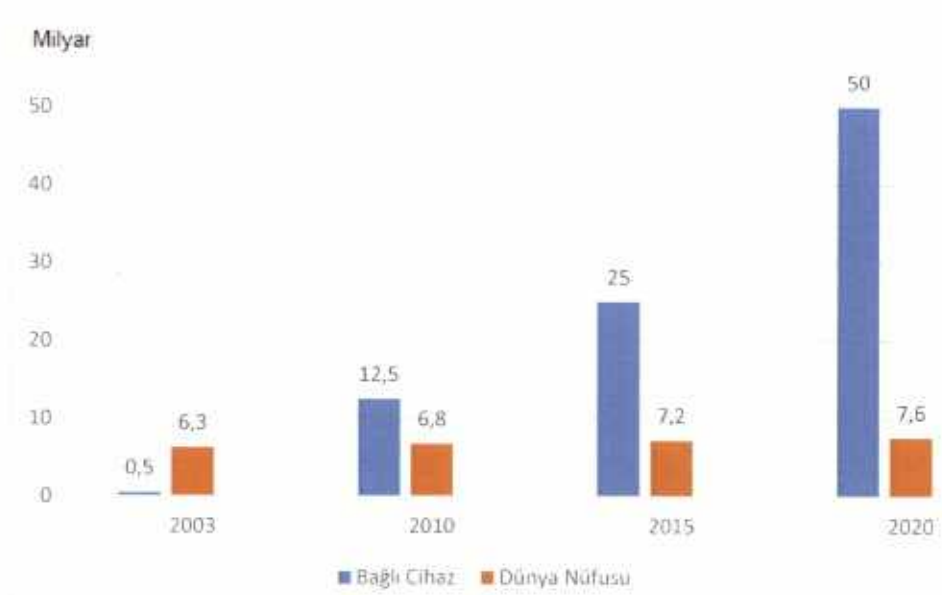
Hızlı büyüyen ve gelişen dünyada tüketim, bu büyüme ve gelişimin baş aktörlerinden biri olarak yerini almaktadır. Sanal ve mobil kanallar yoluyla rekabetçilik artmakta ve yeni pazarlar birçok imkânlar sunmaktadır.

Hızla değişen tüketim sektörü, perakende ve üretim sektörü üstünde de ciddi etkilere sahiptir. Bunlar; marjlardaki baskı, dinamiklerin değişmesi, bilgili müşterilerin çoğalması, çok kanallı alışveriş ve marka sadakatinin azalması olarak sıralanmaktadır.

M2M teknolojisi, tüm bu sistemin değişmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır. Mağaza ve depo sistemleri arasındaki gerçek zamanlı iletişim sayesinde tüketicisiyle daha güçlü ilişkiler kurulmaktadır. Talep eğilimleri daha iyi anlaşılmakta, satın alma davranışlarının değişimleri izlenebilmekte ve tedarik zinciri üzerinde verimlilik sağlanabilmektedir.

Tüketim sektörü içinde en ciddi ve büyük yeri, son zamanlarda elektronik ürünler almaktadır. Tüketici elektroniği pazarı, yeni teknoloji eğilimleri ile birlikte son yıllarda büyük bir gelişim yaşamaktadır. M2M teknolojisi kullanan cihazlar artık her yerde yer almaktadır. Bu büyüme, tüketicilere M2M uyumlu olmayan cihaz varlığını hayal dahi ettirmeyecek seviyeye gelmektedir. 2020 yılında bağlı cihaz sayısının yaklaşık 50 milyar olacağı öngörülmektedir. Şekil 2.8'de 2020 yılına kadar bağlı cihaz sayısındaki ciddi artışa yer verilmektedir.

Şekil 2.8 Dünya Nüfusu ve Bağlı Cihaz Sayıları (2003-2020)



Kaynak: (Evans, 2011)

Bu sektördeki M2M teknolojisi kullanımı kablosuz bağlantıların artmasıyla iyice gelişmektedir. E-okuyucular, dijital bağlı çerçeveler, kişisel navigasyon aletleri ve oyun konsolları M2M teknolojisiyle çalışan önemli cihazlardandır. M2M, tüketici cihazıyla entegre çözümler sunduğu için son kullanıcıyla doğrudan iletişim kurulabilmektedir. M2M çözümleri sayesinde tüketici elektroniği ve son kullanıcı alanında çok daha önemli değişiklikler yaşanmaya devam etmektedir. Geçmiş zamanlarda, tüketiciyle üretici sadece ürün alımı aşamasında ilişki kurmaktaydılar. Ürün satıldıktan sonra üreticilerin tüketiciyle ilişki kurmasının çok az yolu bulunmaktaydı. Ancak M2M teknolojisiyle bu durum tamamen değişmiştir.

Ürün yeteneklerini geliştirme özelliği sayesinde, cihazların M2M bağlantısı oluşturulurken kullanıcıya cihazla etkileşim kurması için birçok yeni fırsat sunulmaktadır. Tek bir özelliğe sahip olan cihazlar, büyük yeni hizmetlere imkân veren uygulama platformlarına dönüştürülebilmektedir. Cihazlarda M2M uyumlu hizmet bulunması yeni gelir akışları oluşturulması ve tüketiciden daha

fazla gelir edilmesini sağlamaktadır. Örn.; tüketiciye bir oyun konsolu satmak yerine, tüketiciye evinde kullanım sağlayan ve aylık düzenli gelir getiren bir oyun üyeliği satmak çok daha avantajlı olmaktadır. Elbette ki M2M sadece gelir anlamında bir avantaj sağlamamaktadır. Kullanım verisi, kullanım zamanı ve yeri gibi birçok konuda avantaj sağlayabilmektedir.

Cihaz bakımını yönetmek için de kolay yöntemler sunulmaktadır. Bazı ürün kategorilerinde, kullanıcı deneyimi ve gelirler açısından bakım ve hizmetler önem arz etmektedir. M2M teknolojisi sayesinde bakım ve hizmetler çok daha verimli şekilde yapılmaktadır. Uzaktan kontrol M2M izleme sistemleri, arıza oluşmadan önce bakım gerektiren durumları izleme imkânı sağlamaktadır. Böylece daha duyarlı hizmet sağlanmaktadır.

Cihazda M2M bağlantısı sağlandığında, tüketiciye evdeyken veya dışardayken uzaktan kontrol imkânı sağlanmaktadır. Evlerde kullanılan akıllı cihazlar sayesinde birçok konuda kolaylıklar sağlanmaktadır. Örn.; içerisindeki deterjan seviyesine göre bildirim yapan çamaşır makineleri, içindeki gıda seviyesi veya açık kalan kapısı ile ilgili bildirim yapan buzdolapları, kamera ve sensörler yardımıyla evin sürekli izlenebilmesi ve akıllı termostatlarla sıcaklığın ölçülüp klimaların buna göre davranması M2M teknolojisinin sağladığı avantajlar arasında bulunmaktadır (VODAFONE, 2014).

2.1.5.3. Finans

Birçok sektörde olduğu gibi finans sektöründe de çok ciddi gelişimler bulunmaktadır. Tüketiciler artık bankalarıyla iletişime geçerken ve ödeme yaparken, kişiselleştirilmiş, rahat ve güvenli şartlar arzu etmektedirler. M2M teknolojisi, bu şartları yerine getirme konusunda büyük faydalar sağlamaktadır. Kanun dışı faaliyetlerden korunma amacıyla müşteri güvenliğini arttırmak, var

olan ATM⁶'leri koruyarak daha verimli ve kullanışlı bir ağ elde edilmesi, sürdürülebilir ekonomi politikalarına uyum sağlanması ve gerçek zamanlı veri yardımıyla müşterilere daha ilgi çekici hizmet sunulması M2M teknolojisinin finans sektörüne faydaları arasında sayılmaktadır.

Bankacılıkta güvenlik sistemleri, M2M teknolojisi sayesinde çok önemli gelişmeler yaşamaktadır. Daha iyi çok yönlü bir güvenlik sistemi, şube ve çalışanları korumak için iyi bir yol olduğu gibi, sigorta primlerini düşürme anlamında da iyi bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Mevcut şubeleri güçlendirmek ve yeni yerler açmak için M2M uyumlu güvenlik çözümleri gerekmektedir. M2M uyumlu kameralar yardımıyla daha iyi bir güvenlik sistemi oluşmakta ve çalışanlar daha iyi korunmaktadır. Kullanılmakta olan kablolu ve kablosuz sistemlerle daha fazla verimlilik ve esneklik sağlanmaktadır.

Bankamatiklerde M2M kullanımı sayesinde, bakımlar ve stoklamalar uzaktan daha verimli şekilde kontrol edilebilmektedir. Bakım ve kurulum maliyetleri düşerken, birçok konuma cihaz bağlamak da kolay hale gelmektedir. Kablolu bağlantının uygulanabilir olmadığı yerlerde geçici kablosuz bağlantılar kurulabilmektedir. Bunlara alışveriş merkezleri, konser ve fuar alanlarını örnek gösterilebilmektedir.

Diğer bir kullanım alanı ise, POS⁷ cihazlarıdır. Kablosuz teknoloji yaygınlaşmasını müteakiben POS kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Güvenlik, gerçek zamanlı ödeme, alışveriş ve izlenebilirlik sağlamaktadır. POS M2M uygulamaları, kullanıcılar tarafından her gün kredi kartıyla ödeme yaparken, ATM kullanırken ya da bilet makinesi kullanılırken kullanılmaktadır. Perakende sektörü giderek satış işlemlerini kolaylaştırmak için kablosuz teknoloji cihazları kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Şekil 2.9'da mobil POS cihazı görseline yer verilmektedir.

⁶ ATM: Automated Teller Machine (Bankamatik), bankalar tarafından kullanılmakta olan ve para çekme, yatırma gibi işlemlerin yapılabildiği dağıtım kanallarıdır.

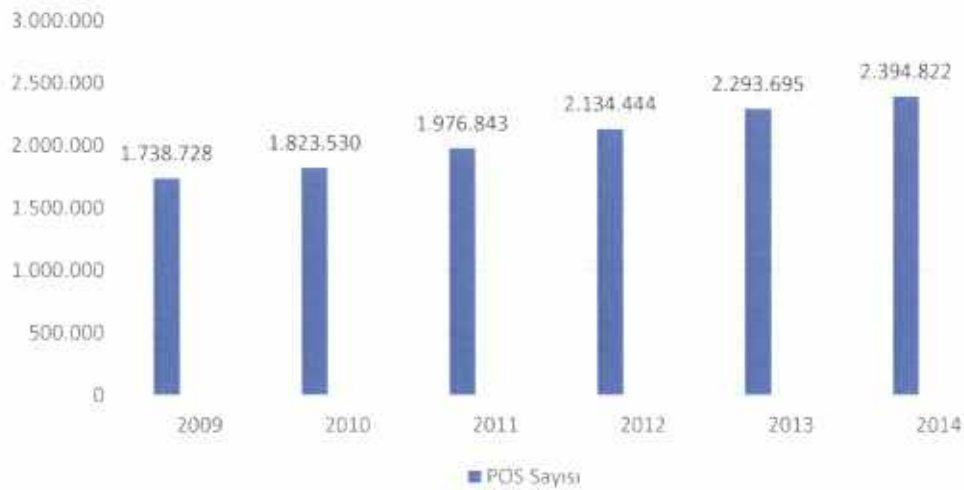
⁷ POS: Kredi kartıyla alışveriş imkânı sağlayan seyyar ATM olarak bilinmektedir.

Şekil 2.9 Mobil POS Cihazı



Özellikle, Türkiye'de yazarkasa POS sistemine geçildiği için M2M teknolojileri bu alanda oldukça ilerlemiş bulunmaktadır. Dünya'da Brezilya'dan sonra Türkiye POS sayısında ikinci durumdadır. Şekil 2.10'de Türkiye'de yıllara göre POS sayısındaki değişim görülmektedir.

Şekil 2.10 Türkiye'de POS Sayısı Değişimi (2009-2014)



Kaynak: (BKM, 2014)

2.1.6. Güvenlik ve denetim sektörü

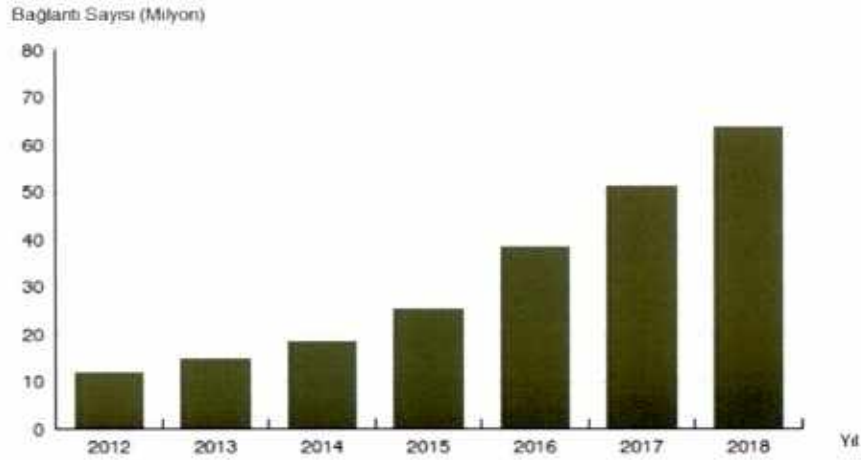
Güvenlik sektörü hızla değişim göstermektedir. Hırsızlık, yangın ve diğer risklere karşı, işletmeler ve şirketler kendi olanaklarını oluşturmaya çalışarak hızla gelişmektedirler. M2M teknolojisi güvenlik sektöründeki alarm sistemleri, araç güvenliği, denetim, çalışan güvenliği, CCTV⁸ ve demirbaş takibi alanlarında önemli bir etki yapmaktadır.

Her yıl ev ve işyerlerine karşı binlerce suç işlenmekte ve bunların çoğu tespit edilememektedir. Çünkü suçlular; kamera kablolarını kesmekte, kamera ve alarm kurmak için uygun imkân olmayan konumları hedef almakta, izlenemeyen kamera ve alarm sayısının oldukça fazla olmasından yararlanmakta ve koruma alanından uzak kamyon ve kamyonetlerdeki değerli malları hedef almaktadırlar. Tüm bunlara karşı güvenliği arttırmak için yeni bir bakış açısı gerekmektedir. Kamera ve alarmların, uzaktan kontrol edilebilme özelliğine haiz olması gerekmektedir. Cihazların tehlike anında pasif değil, akıllı olması ve uyarı bildirimlerini yapabilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda kapsama alanından uzaktayken de geçerli olması gerekmektedir.

M2M teknolojisi, bağlı cihazlardan oluşan bir güvenlik sunmaktadır. Tüm kameralar, alarmlar ve izlenen elemanlar bir güvenlik sağlayıcı ve işletme sahibi tarafından oluşturulmuş merkezi bir izleme sistemiyle iletişim kurmaktadır. Genelde SIM teknolojisi kullanarak kablosuz iletişim kurulmakla birlikte M2M cihazları kablolu veya uydu sistemiyle de bağlanabilmektedir. Şekil 2.11'da AB ülkelerinde güvenlik uygulamalarında kullanılan M2M bağlantılarına yer verilmektedir.

⁸ CCTV: Closed Circuit Television (Kapalı Devre Televizyon), kameraların görüntüleri belli bir merkeze ilettikleri sistemdir.

Şekil 2.11 AB Ülkelerinde Güvenlik Uygulamalarında Kullanılan Hücresel M2M Bağlantı Sayısı (2012-2018)



Kaynak: (Malm, 2014)

Bağlantıların farklı modelleri olabilmektedir. Örn.; bir alarm, belli aralıklarla durum güncellemesi gönderir ve ihlal durumunda acil servis merkezini bilgilendirir. Kamera, ulusal kontrol merkezine görüntülerini iletebilmektedir. Beklenmedik durumlar karşısında uyarı gönderebilmektedir. Demirbaş takibinde ise, merkezi sistemden aracın güzergâhı ve hızı izlenmektedir. Planlanan dışında bir hareket varsa sistem uyarı vermektedir (VODAFONE, 2013d).

M2M için gerekli tüm teknolojiler bu uygulamalarda mevcuttur. SIM dolaşım sisteminin M2M cihazlarında kullanılmasıyla birlikte tüm dünya üzerinde kablosuz kapsama alanı sorunu da bulunmamaktadır. Aynı zamanda küresel kablosuz standartları cihazların M2M uygulama ve altyapılarına uygunluğunu sağlamaktadır.

2.2. M2M Cihazları

M2M cihazlarını tek bir cihaz gibi tanımlamak ve cep telefonları ya da tabletler gibi belli bir tip cihaz olarak tanımlayabilmek mümkün olmamaktadır. M2M, bir iletişim teknolojisi olduğu için, bu kabiliyette çalışmakta olan cihazları da iletişim teknolojilerine göre değerlendirmek daha doğru olmaktadır. Günlük hayatta kullanılmakta olan herhangi bir cihaz, M2M iletişim kabiliyetine sahip hale getirilebilmekte ve M2M cihazı adını alabilmektedir. ETSI standart çalışmalarında M2M mimarisi incelenmiş ve belli çalışmalar yapılmıştır. Bu standart ve çalışmalar ışığında Açık Mobil Platform (Open Mobile Alliance, OMA) tarafından, yedi fiziksel ve mantıksal nitelik kullanılarak M2M cihaz sınıflandırması yapılmıştır. Tablo 2.5'te M2M cihaz sınıflandırması için niteliklere yer verilmektedir.

Tablo 2.5 M2M Cihaz Sınıflandırması İçin Nitelikler

Nitelik Belirteci	Nitelik Açıklaması	Nitelik Kısaltmaları ve İlgili Anlamlar
1	Wireless Wide Area Network Interface (Kablosuz Geniş Alan Şebeke Arayüzü)	<ul style="list-style-type: none"> • WW: Kablosuz Geniş Alan Şebekesi arayüzü ile çalışan (3G, 4G, WiMAX, GPRS vb.) • NWW: Herhangi bir Kablosuz Geniş Alan Şebekesi ile çalışmayan
2	Wireless Local Area Network Interface (Kablosuz Yerel Alan Şebeke Arayüzü)	<ul style="list-style-type: none"> • WL: Kablosuz Yerel Alan Şebekesi arayüzü ile çalışan (Yerel Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee vb.) • NWL: Herhangi bir Kablosuz Yerel Alan Şebekesi arayüzü ile çalışmayan

Tablo 2.5 M2M Cihaz Sınıflandırması İçin Nitelikler (Devam)

3	Fixed Wide Area Network Interface [Sabit (Kablolu) Geniş Alan Şebeke Arayüzü]	<ul style="list-style-type: none"> • FW: Sabit Geniş Alan Şebekesi arayüzü ile çalışan (ADSL⁹, FTTH¹⁰, PLC vb.) • NFW: Herhangi bir Sabit Geniş Alan Şebekesi arayüzü ile çalışmayan
4	Fixed Local Area Network Interface (Sabit Yerel Alan Şebeke Arayüzü)	<ul style="list-style-type: none"> • FL: Sabit Yerel Alan Şebekesi arayüzü ile çalışan (Ethernet, USB, RS232¹¹ vb.) • NFL: Herhangi bir Sabit Yerel Alan Şebekesi arayüzü ile çalışmayan
5	IP Stack (IP Yığını)	<ul style="list-style-type: none"> • IP: İletişim yığnında IP kullanan • NIP: İletişim yığnında IP kullanmayan (SMS¹², CSD¹³ vb.)
6	User Input/Output (Kullanıcı Giriş/Çıkışı)	<ul style="list-style-type: none"> • IO: Kullanıcı Giriş/Çıkışı kullanan (tuş takımı, dokunmatik ekran, hoparlör vb.) • NIO: Kullanıcı Giriş/Çıkışı kullanmayan
7	Persistent Configuration Storage (Kalıcı Yapılandırma Belleği)	<ul style="list-style-type: none"> • PS: Kalıcı Yapılandırma Belleği kullanan (SIM kart, gömülü SIM, microSD¹⁴ kart) • NPS: Kalıcı Yapılandırma Belleği kullanmayan

Kaynak: (OMA, 2012)

⁹ ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line (Asimetrik Sayısal Abone Hattı), internet bağlantısı için kullanılmakta olan kablolu bağlantı tekniğidir.

¹⁰ FTTH: Fiber to the Home (Eve Kadar Fiber), evlerde kullanılan tüm hatların tek bir fiber kablo üzerinden eve kadar taşınmasıdır.

¹¹ RS232: Seri veri haberleşmesinde iletim için kullanılan bir standarttır.

¹² SMS: Short Message Service (Kısa Mesaj Servisi), cep telefonlarından yazılan bir mesajın başka bir cep telefonuna iletilmesini sağlayan hizmettir.

¹³ CSD: Circuit Switched Data (Devre Anahtarlama Veri), 2G ağı üzerinde düşük hızlı veri iletim imkanı tanıyan sistemdir.

¹⁴ SD: Secure Digital (Güvenli Sayısal), taşınabilir cihazlarda kullanılan hafıza kartlarıdır.

Tablo 2.5'te iletişim teknolojilerine göre yedi farklı nitelik belirlenmiştir. Her niteliğin yanında iki farklı kısaltma kullanılarak o niteliğin kullanılma veya kullanılmama durumları simgelenmektedir. Bu tablo M2M cihaz sınıflandırmasının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Tablo 2.5'te en sağ sütunda verilen kısaltmalar, Tablo 2.6'da kullanılacak ve cihazların hangi cihaz sınıfında yer aldığını belirtecektir. İkinci aşamada ise bu sınıflara dâhil olan cihazlar ve hangi niteliklere haiz olduklarının bilgileri yer almaktadır. Bahsedilen ikinci aşama bilgilerine Tablo 2.6'da yer verilmektedir.

Tablo 2.6 Cihaz Sınıfı Örnekleri ve Kullanılan İletişim Teknolojileri

Cihaz Sınıf Nitelikleri	Açıklamalar	İlgili M2M Cihaz Örnekleri
WW, WL, NFW, FL (Örn. RS232), NIP, NIO, PS (Örn. SIM)	Kablosuz Geniş ve Yerel Alan Şebekeleri, Sabit Yerel Alan Şebekesi ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> GSM kullanımlı akıllı sayaç ağ geçitleri
NWW, WL (Örn. Wi-Fi), NFW, NFL, IP, NIO, PS	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi, IP Yığını ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> Temizlik Robotları Gözetim Robotları
NWW, WL (Örn. Wi-Fi), NFW, FL (Örn. Ethernet), IP, IO, PS	Kablosuz ve Sabit Yerel Alan Şebekeleri, IP Yığını, Kullanıcı Giriş/Çıkışı ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<p>Wi-Fi uyumlu akıllı uygulamalar;</p> <ul style="list-style-type: none"> Çamaşır ve Bulaşık Makineleri Çamaşır Kurutma Makineleri Fırınlr Buzdolapları ve Soğutucular
NWW, WL (Örn. ZigBee, ANT+), NFW, NFL, NIP, NIO, NPS	Sadece Kablosuz Yerel Alan Şebeke arayüzü ile çalışmaktadır	<ul style="list-style-type: none"> ZigBee Hava Sensörleri Ev Güvenlik Sensörleri ANT+¹⁵ Zindelik (Fitness) Sensörleri
NWW, WL (Örn. ANT+), NFW, NFL, NIP, IO (Örn. Dokunulabilir Ekran), PS (Örn. microSD kart)	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi yanında Kullanıcı Giriş/Çıkışı ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile de çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> Taşınabilir GPS Cihazları ANT+ Medikal İzleme Cihazları Bluetooth Araç Ses Sistemleri Araç Eller Serbest (Hands Free) Telefon Birimleri

¹⁵ ANT+: Uzaktan izleme sistemlerinde sensörlerden veri toplama ve iletme için tasarlanmış birlikte çalışma fonksiyonudur.

Tablo 2.6 Cihaz Sınıfı Örnekleri ve Kullanılan İletişim Teknolojileri (Devam)

WW (Örn. 3G/4G), WL (Örn. Wi-Fi, Bluetooth), NFW, NFL, IP, IO (Örn. Dokunulabilir Ekran), PS (Örn. UICC ¹⁶)	Kablosuz Geniş ve Yerel Alan Şebekeleri, IP Yığını, Kullanıcı Giriş/Çıkışı ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> • Mobil Telefonlar
WW (Örn. GPRS), WL (Örn. DSRC ¹⁷), NFW, FL (Örn. CAN ¹⁸), NIP, NIO, PS	Kablosuz Geniş ve Yerel Alan Şebekeleri, Sabit Yerel Alan Şebekesi ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> • Telematik Araç Birimi
NWW, WL, NFW, NFL, IP, IO veya NIO, PS (Örn. UICC)	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi, IP Yığını, Kullanıcı Giriş/Çıkışı olan veya olmayan ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> • IP Robot; • Hoparlör ve Ekranlı Öğretim (Teaching) Robotu • Kullanıcı Giriş/Çıkışı Olmayan Temizlik Robotu
NWW, WL(Örn. Wi-Fi), FW (Örn. FTTH/ADSL), FL (Örn. Ethernet), IP, NIO, PS	Kablosuz Yerel Alan Şebekesi, Sabit Geniş ve Yerel Alan Şebekeleri, IP Yığını ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> • Yerleşik Ağ Geçidi
NWW, NWL, FW (Örn. PLC), FL, NIP, NIO, PS	Kablolu Geniş ve Yerel Alan Şebekeleri ve Kalıcı Yapılandırma Belleği arayüzleri ile çalışmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> • Akıllı Sayaçlar (PLC kullanılan)

Kaynak: (OMA, 2012)

¹⁶ UICC: Universal Integrated Circuit Card (Uluslararası Entegre Devre Kartı), GSM şebekelerindeki mobil terminallerde kullanılan akıllı kartlardır.

¹⁷ DSRC: Dedicated Short Range Communications (Kısa Mesafe Frekans Tanımlı İletişim), özellikle otomotiv kullanımı için tasarlanmış orta menzilli kablosuz iletişim kanalları için tek veya çift yönlü kısa menzillerdir.

¹⁸ CAN: Controller Area Network (Denetici Alan Şebekesi), otomotiv otomasyonunda kullanılmak üzere geliştirilen bir seri ağ teknolojisidir.

Yukarıda yer almakta olan sınıflandırmaya başka cihazlar eklemek de mümkün olabilmektedir. Tablo 2.6'da M2M teknolojisine sahip cihazların çalıştığı teknolojilere genel olarak yer verilmiş ve bir kısım cihaz örnekleri verilmiştir.

Günlük kullanımda, pek çok farklı işlevle kullanılan cihazlar; sensörler, M2M iletişim modülleri ve M2M SIM kartları sayesinde M2M iletişim kabiliyetine sahip hale gelmektedir.

Sensör; yerleştirildikleri ortamdaki sıcaklık, nem, basınç ve hız gibi değişkenleri algılayıcıları yardımıyla algılayıp, bu değişkenleri elektriksel forma dönüştüren cihazlardır. M2M teknolojisinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Ortamdan elde ettikleri verileri M2M cihazına iletmektedirler. Bu sayede cihazın durumu denetleyip karar vermesine yardımcı olmaktadır.

M2M iletişim modülü; M2M veri haberleşmesini sağlamak için kullanılan cihazlardır. Kablolu veya kablosuz iletişime imkân vermektedirler. Tablo 2.5 ve 2.6'da verilen iletişim yöntemleriyle cihazların iletişim kurması için özel olarak tasarlanmaktadır. Çoğunlukla cihazlara gömülü şekilde yerleştirilmekte ve çıkarılamamaktadır. Ancak gömülü olmayan uygulamalar da mevcuttur.

M2M SIM kartı; genellikle mevcut GSM mimarisi kullanılmakla birlikte, SIM karttan kaynaklı arızaların en aza indirilmesi için aşırı sıcak-soğuk, nemli, titreşimli veya ekstra dayanıklılık gerektiren ortamlarda kullanılabilen, M2M için özel tasarlanmış SIM kartlardır. Bazı uygulamalarda, Makine Tanımlama Modülü (Machine Identification Module-MIM) olarak da kullanılmakta ve bilinmektedir. GSM teknolojisi uygulanan iletişim modüllerinin içine genelde gömülü olarak yerleştirilmektedir. Gömülü şekilde kullanılabildiği gibi kolay şekilde takılıp çıkarılabilen uygulamalara rastlamak da mümkündür. M2M SIM kartlarıyla yukarıda bahsedilen fiziksel dayanıklılıkların yanında, uzun yaşam ömrü, küçük kullanım alanı ve cihaza entegre olabilme gibi avantajlar da sağlanmaktadır.

M2M cihazları yapıları itibarıyla genelde başka amaçla üretilmiş bir cihaza sonradan yukarıdaki yöntemlerle iletişim kabiliyeti kazandırmak suretiyle elde edilmektedirler. Bu sebeple çok farklı tiplerde M2M cihazı bulunmaktadır. Bazı cihazlar belli bir konuma montelenmiş şekilde sabit olarak kullanılırken (Örn. akıllı sayaçlar), kimi cihazlarda taşınabilir veya hareketli şekilde kullanılabilir (Örn. POS cihazları).

3. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA M2M SEKTÖRÜ

Bu bölümde, Türkiye ve Dünya pazarında M2M sektörü incelenmiştir. Türkiye'de faaliyet gösteren mobil işletmecilerin M2M yaklaşımları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Sayısal veriler yardımıyla M2M sektörünün durumu resmedilmiştir. Son olarak da M2M sektöründeki zorluklar ve düzenleme gereklilikleri açıklanmıştır.

3.1. Türkiye'de M2M

Türkiye'de M2M sektörü gelişimine sürekli devam etmektedir. Birçok alanda yeni uygulamalar ve çözümler kullanılmaktadır. 2014 sonu itibarıyla yaklaşık 2,515 milyon mobil M2M abonesi bulunmaktadır. Bu aboneler, M2M hizmetlerini mobil işletmeciler sayesinde almaktadırlar. Mobil işletmeciler M2M amaçlı SIM kartları kullanıcılara sunarak bu hizmetten faydalandırmaktadır. M2M kullanımı ve abone sayıları da hızla artmakta ve önemli düzeylere ulaşmaktadır. Şekil 3.1'de 2011'den 2014 yılı sonuna kadar Türkiye'deki M2M abone sayılarının değişimi verilmektedir. Bu veriler Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından mobil işletmecilerden her ay için toplanmakta ve üç aylık pazar verileri raporlarında sunulmaktadır.

Şekil 3.1 Türkiye'de M2M Abone Sayısı (2011-2014)

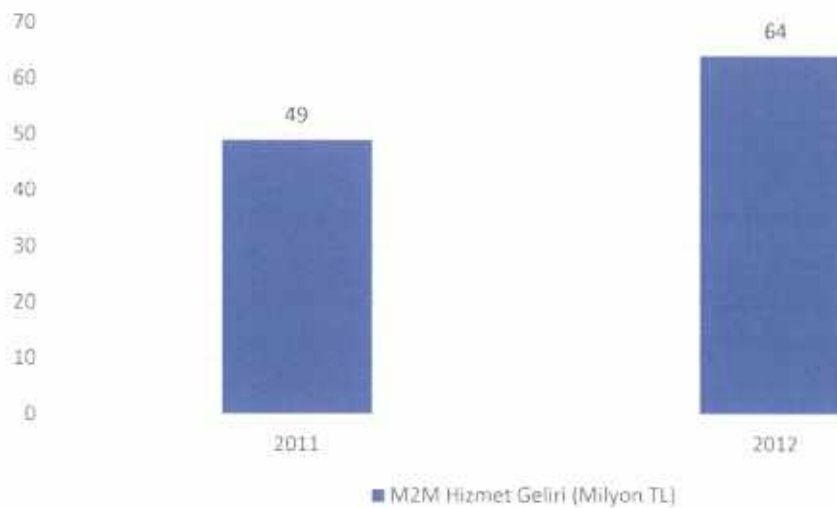


Kaynak: (BTK, 2014)

Şekil 3.1'de görüldüğü üzere 2011 yılında 1,2 milyon olan M2M abone sayısı 2014 yılı sonunda 2,5 milyonu geçmiş bulunmaktadır. Bu durum da, M2M'in Türkiye'de 2011'den sonra önemli bir ivme yakaladığını göstermektedir. En çok M2M abonesi; güvenlik ve araç takip sistemleri ile mobil POS hizmetlerinde olmakla birlikte, akıllı sayaç, sağlık hizmetleri ve tüketici elektroniği alanlarında da çok yoğun kullanım bulunmaktadır.

M2M uygulamaları gün geçtikçe artmakta, hemen her sektörde M2M çözümleri kullanılmaya başlamaktadır. Bu duruma mukabil mobil ağ işletmecilerinin M2M hizmetlerinden elde ettikleri gelirler de önemli artış göstermektedir. Şekil 3.2'de Türkiye'de hizmet veren üç mobil ağ işletmecisinin M2M hizmetleri karşılığında 2011 ve 2012 yıllarında elde ettikleri toplam gelir bilgisi¹ verilmektedir.

Şekil 3.2 Türkiye'de Mobil Ağ İşletmecilerinin M2M Hizmet Gelirleri (2011-2012)

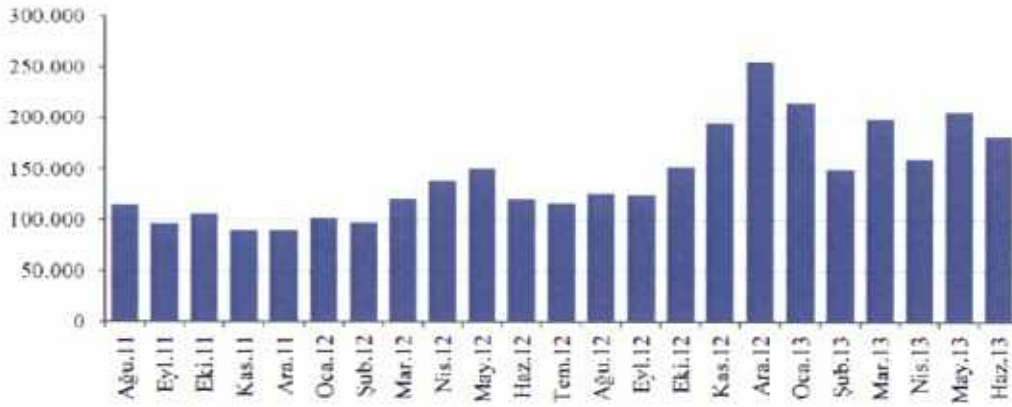


(BTK, 2013)

¹ BTK tarafından, işletmecilerden M2M hizmet gelir bilgileri en son 2012 yılı sonu itibarıyla istenmiş ve mevcuttur. 2013 ve 2014 bilgileri bulunmamaktadır.

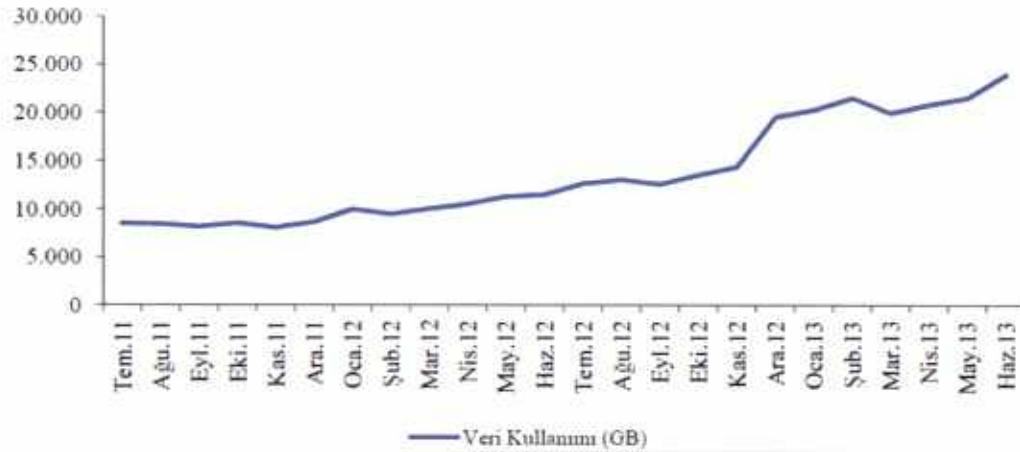
Yine BTK tarafından mobil işletmecilerden M2M abonelerinin aylık SMS ve veri trafiği bilgileri toplanmaktadır². Bu trafik bilgileri de M2M kullanımındaki artış oranını göstermektedir. Şekil 3.3'te M2M abonelerinin aylık SMS bilgileri ve Şekil 3.4'te ise aylık veri kullanım miktarları verilmektedir.

Şekil 3.3 M2M Abonelerinin Aylık SMS Kullanım Bilgileri



Kaynak: (BTK, 2013)

Şekil 3.4 M2M Abonelerinin Aylık Veri Kullanım Bilgileri



Kaynak: (BTK, 2013)

² SMS ve veri trafiği bilgileri BTK tarafından son olarak Haziran 2013'ü kapsayacak şekilde alınmıştır. Daha sonraki bilgiler mevcut değildir.

M2M sektörü, hem uygulamaların hem de abone ve hizmet gelirlerinin artmasıyla telekomünikasyon sektöründe çok önemli bir konuma gelmektedir. Türkiye'de yoğun kullanılmakta olan çözümlere bakıldığında; elektrik, su ve doğal gaz sayaçları ve enerji yönetimi, otomotiv ve filo yönetimi, uzaktan bakım ve sağlık hizmetleri, tüketici elektroniği ve ATM, POS ve finans hizmetleri öne çıkmaktadır. Tüm işletmecilerin bu alanlarda önemli çözümleri bulunmakta ve bu sayede zaman ve ekonomi yönünden tasarruflar sağlanmaktadır.

3.1.1. Mobil işletmecilerin M2M yaklaşımı

Türkiye'de faaliyet göstermekte olan üç mobil işletmeciye EK-1'de yer alan sorular gönderilmiş ve gelen cevaplar ışığında mobil işletmecilerin M2M yaklaşımlarına bu bölümde yer verilmiştir. EK-1'de yer alan soruların sıralamasıyla aynı olacak şekilde mobil işletmecilerin M2M yaklaşımı maddeler halinde verilmektedir;

[Redacted content]

Tablo 3.1 Mobil İşletmecilerin M2M'e Yönelik Çözüm ve Uygulamaları

Çözümler	Uygulama ve Açıklamalar
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>



³ EDGE: Enhanced Data rates for Global Evolution (Küresel Evrim için Geliştirilmiş Veri Hızları), GSM altyapısında kullanılan, mobil iletişimde 3.nesilin başlangıcı olarak kabul edilen yüksek hızda veri iletişimi sağlayan teknolojidir.

⁴ HSDPA: High Speed Downlink Packet Access (Yüksek Hızlı Paket İndirme Erişimi), en yüksek veri indirme hızı 337 Mbit/s olarak belirtilen 3G teknolojisidir.



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

⁵ OTA: Over The Air (Havadan); kablosuz bağlantı sunan cihazların, kablosuz şekilde güncelleme yapabilmesini sağlayan teknolojidir. Bu teknolojiyle cihazlar her türlü yazılım güncellemesini kablosuz şekilde gerçekleştirebilmektedir.

3.2. Dünya'da M2M

Dünya'da telekomünikasyon sektörü içerisinde son zamanlarda en çok büyüme gerçekleştiren ve büyümeye devam etmekte olan sektörlerden biri M2M'dir. M2M sektörü, dünya çapında mobil işletmeciler için bağlantı kaynaklarını artırma noktasında giderek büyüyen bir pazardır. Birçok pazarda M2M'e bakış açısı, mobil hizmetlerin büyümesindeki yavaşlamayı dengeleyeceği hatta pozitif çevireceği yönündedir.

2010 yılında dünya üzerinde 80 milyon mobil şebekeye bağlı cihaz bulunmaktaydı. Bu rakamın 2015'te 290 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak 2020 yılında internete bağlı mobil telsiz cihaz sayısının 50 milyarı bulacağı düşünülmektedir. Mobil şebekeye bağlı cihaz sayısının 2015 yılı itibarıyla her yıl yaklaşık 100 milyon artacağı ve 2020 yılında en kötü ihtimalle 1 milyarı bulacağı öngörülmektedir (OECD, 2012a). Önümüzdeki 10 yıllık süreçte telekomünikasyon sektöründe en fazla büyümenin M2M alanında görüleceği düşünülmektedir. Mobil M2M bağlantı sayısının yaklaşık 2 milyarı bulacağı tahmin edilmektedir. Şekil 3.5'de dünyada 2011-2021 yılları arasındaki mobil M2M bağlantı sayısı verilmektedir.

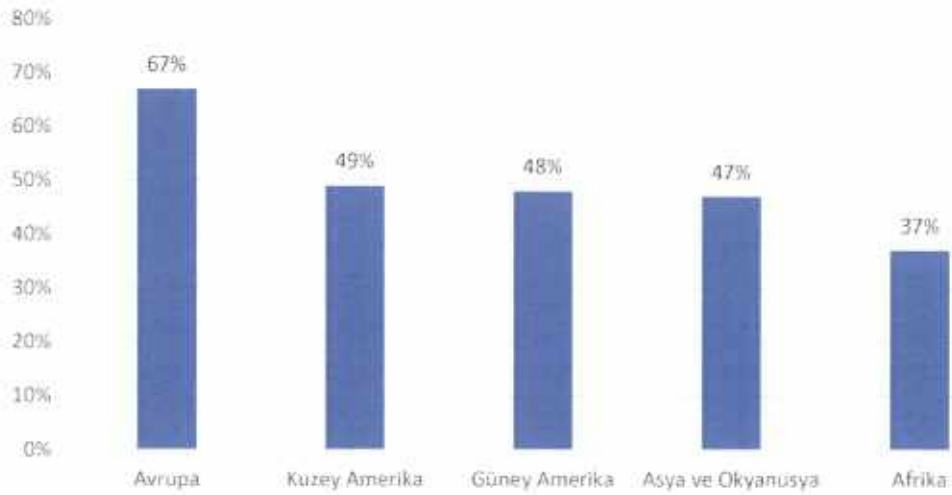
Ocak 2014 itibarıyla dünya üzerinde 190 ülkede 468 mobil işletmeci M2M hizmeti sunmaktadır. Bu toplam mobil işletmeci sayısının %40'ına tekabül etmektedir. En yüksek oranlı M2M hizmeti sunan kıta, Avrupa kıtasıdır. Yaklaşık olarak her 3 işletmeciden 2'si M2M hizmeti sunmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki mobil işletmecilerin yaklaşık %60'ı M2M hizmeti sunmaktadır. Ayrıca, bu ülkelerin küresel mobil işletmeci havuzuna katkısı da %66 civarında bulunmaktadır. Şekil 3.6'te kıtalara göre mobil işletmecilerin M2M hizmeti sunma oranı verilmektedir.

Şekil 3.5 Dünya'da Mobil M2M Bağlantısı (2011-2021)



Kaynak: (Hilton, 2013)

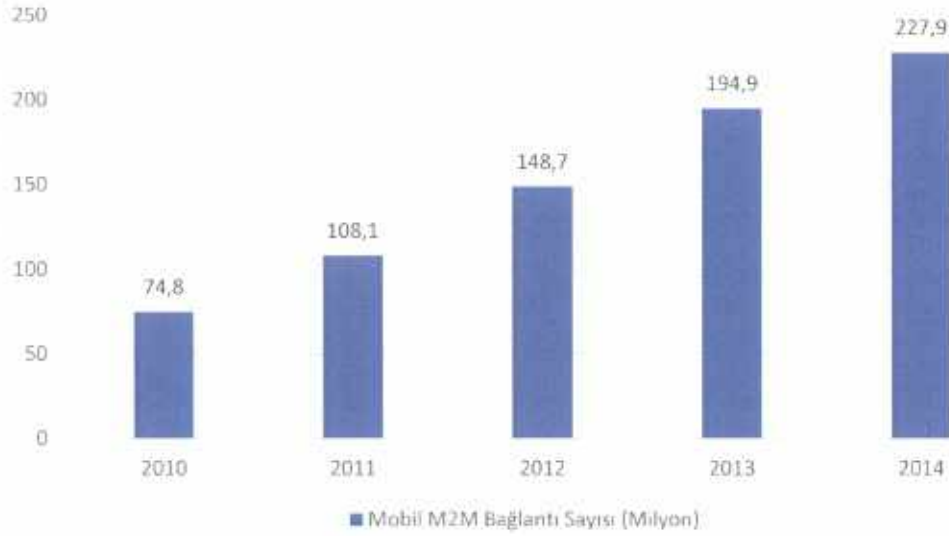
Şekil 3.6 Kıtalaraya Göre Mobil İşletmecilerin Sunduğu M2M Hizmetinin Toplam Mobil Bağlantıya Oranı



Kaynak: (GSMA, 2014)

M2M hizmetleri, uygulamaları ve kullanım alanı büyüdükçe abone sayıları da önemli oranlarda artmaktadır. Şekil 3.7'de dünya genelinde 2010-2014 yılları arasında mobil M2M bağlantı sayılarına yer verilmektedir.

Şekil 3.7 Dünya Genelinde Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2010-2014)



Kaynak: (GSMA, 2014)

2012 yılında dünya genelinde mobil işletmecilerin M2M hizmetlerinden elde ettikleri gelir toplam 6.5 milyar ABD Doları iken, bu gelirlerin 2021 yılında, yıllık yaklaşık %26 artış oranıyla, 51 milyar ABD Doları bulacağı tahmin edilmektedir. Bu gelirlerin büyük kısmını otomotiv ve perakende sektörü oluşturmakla beraber, 2021 yılında kamu hizmetlerinden de çok ciddi gelir elde edileceği öngörülmektedir (Hilton, 2013).

M2M sektöründe yaşanan bu gelişmeler birçok sektöre yayılmış durumdadır. Hemen tüm sektörlerde belli oranlarda M2M çözümleri ve uygulamaları kullanılmaktadır. Ancak elbette ki bazı sektörler bu alana daha fazla uyum sağlamış ve gelişmelere daha iyi ayak uydurmuştur. Analysys Mason şirketi tarafından 2013 yılında tüm dünyada pazar payı en fazla olan mobil işletmecilerle yapılan anket sonucunda en çok öneme haiz sektörlerin otomotiv, enerji ve güvenlik olduğu göze çarpmaktadır. Tablo 3.2'de en önemli puan 1 olarak değerlendirilerek sektörlere puanlar verilmekte ve anket sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.2 Mobil İşletmeciler İçin En Önemli M2M Sektörleri

Sektörler	Önem Derecesi (1:En önemli - 10:Az Önemli)
Otomotiv	1,1
Enerji	3,7
Güvenlik	4,9
Tüketici Elektronikleri	5,3
İzleme	5,7
Sanayi / Üretim	6,1
Perakende	6,4
Sağlık	6,9
Finans Hizmetleri	8,2
Akıllı Şehirler	8,5

Kaynak: (Hilton, 2013)

Tablo 3.2'den de görüldüğü üzere henüz bazı sektörler yaygın kullanım aşamasında olmamakla birlikte ilerleyen süreçte bu sektörlerde de ciddi gelişimler yaşanabileceği tahmin edilmektedir.

3.3. M2M İçin Düzenleme Gereklilikleri

Hızla artmakta olan M2M kullanımı frekans, numaralandırma, gizlilik ve kamu bilgilerine erişim gibi bazı konularda çeşitli sorunlar oluşturmaktadır. M2M ile ilgili oluşan sorunlar geçmiş dönemdekilerden farklılıklar arz etmektedir. Örn. akıllı sayaçlarla gizlilik konusundaki sorunlar gündeme gelmiş, çözümler aranmış ve belli oranda bulunmuştur. Yine kablosuz iletişim yöntemleriyle frekans ve numaralandırma sorunları oluşmuş ve bunlara çözümler aranmaktadır.

3.3.1. Spektrum

Telsiz spektrumu, önemli sayıda kablosuz bağlantı göz önüne alındığında M2M için belirli ihtiyacı karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. M2M için ne kadar ek spektrum gerekeceği, hangi frekans bantlarının uygun olacağı ve yetkilenmiş veya lisanssız spektrum yaklaşımının mı daha uygun olacağına dair spektrum talep ölçeklendirmeleri henüz belirlenmemiş durumdadır.

Şu anda pek çok M2M uygulaması yerel veya geniş alan çalışması olup olmadığına bağlı olarak lisanssız hücrenel veya kısa mesafe şebeke kullanmaktadır. Bazı uygulamalar her iki teknolojiyi de kullanabilmektedir. Kimi kullanıcılar hayati M2M uygulamalarına sahip olabilmektedir. Bu tür durumlarda kullanıcı genelde yüksek hizmet kalitesi amacıyla kendi şebekesini kullanmayı tercih etmektedir, ancak gelecekte teknolojik gelişmeler öncelikli kamu şebekesi veya paylaşılmış telsiz spektrumu kullanımı gibi alternatif çözümler sunabilecektir.

M2M iletişimde, kullanıcı tercihi ve uygulamanın doğasına bağlı olarak bir dizi teknoloji ve frekans bandı kullanılmaktadır. Birçok uygulama birden çok teknoloji kullanmaktadır. Bu teknolojilerin bir kısmı hâlihazırda yaygın kullanımda iken bir kısmı da gelişme aşamasındadır.

Yerel alan teknolojileri Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee ve kısa mesafe cihaz standartlarını içermektedir. Alarmlar, medikal cihazlar, RFID ve telematik gibi uygulamaya özel standartlar da bulunmaktadır. Geniş alan teknolojileri 2G, 3G ve 4G'yi içermektedir. Hücrenel ağların SIM kart kullanma gerekliliği, belirli bir ağ işletmecisine bağlı kalmak istemeyen kullanıcılar için sorun teşkil edebilmektedir. Bu sorun yabancı ağa kayıtlı bir SIM dolaşımı sayesinde aşılabilmektedir.

Mobil şebeke işletmecileri, spektrum kapasitesinin kıt kaynak olması nedeniyle işletmeciler ve düzenleyiciler için sorun teşkil ettiğini belirtmektedirler. Bu konu

M2M için henüz sorun teşkil etmemektedir. Çünkü M2M yetkilendirilmiş spektrum kullanmaktadır. Bununla birlikte birçok cihaz kısa mesafe veri iletimi için yetkilendirilmemiş 868 MHz (Megahertz) bandını kullanmaktadır. Bu bant çok dardır ve geniş kullanıcı aralığında kullanılmaktadır. Kısa mesafe cihaz sayısı arttıkça enterferans⁶ problemi görülmektedir. Bu sebeple bantı 868-876 MHz'e genişletmekte fayda görülmektedir.

M2M uygulamaları tarafından üretilen veri miktarı diğer mobil veri pazarına kıyasen çok düşük kalmaktadır. Ancak gelecekte bağlantı sayısının artmasıyla birlikte diğer mobil bağlantı sayısını aşabileceği düşünülmektedir.

Gelecekte öngörülen spektrum talebi açısından, birçok etmeni bir arada değerlendirmenin daha sağlıklı olacağı ve yeni nesil tahsisli geniş alan M2M şebekelerinin, hücresel ve kısa mesafe cihazı için lisanssız şebekelerin kurulmasında tamamlayıcı ve rekabetçi bir rol oynayacağı düşünülmektedir (BEREC, 2014).

3.3.2. Numaralandırma

M2M cihazlarının ağda çalışması için birçok numara gerekmektedir. Pek çok cihazın ihtiyaç duyduğu numaralar ise;

- IP adresleri (IPv4⁷ ve IPv6⁸),
- Telefon numaraları (E.164⁹) ve
- IMSI¹⁰ numaralarıdır.

⁶ Enterferans: Radyo dalgalarının, dış etkiye ve girişime maruz kalarak bozulmasıdır.

⁷ IPv4: Internet Protocol Version 4 (İnternet Protokolü Versiyon 4), en geniş alanda kullanılan internet katman protokolüdür.

⁸ IPv6: Internet Protocol Version 6 (İnternet Protokolü Versiyon 6), 32 bitlik adres yapısıyla IPv4'ün adreslemede yetersiz kalmasıyla geliştirilmiştir.

⁹ E.164: ITU tarafından oluşturulmuş uluslararası telefon numaralandırma planıdır.

¹⁰ IMSI: International Mobile Subscriber Identity (Uluslararası Mobil Abone Kimliği), hücresel şebekelerde kullanıcıyı tanımlamak için kullanılmaktadır.

Tüm bu sayıların kullanımıyla oluşabilecek ve dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır.

IPv4 adreslerinin yakın bir gelecekte tükeneceği öngörülmektedir. Bu nedenle birçok platformda IPv6 adreslerine geçilmesi sürekli dillendirilmekte ve talep edilmektedir. IPv6'nın, M2M'i pazarda daha etkin hale getirmek için ciddi bir teşvik etkisi olacağı tahmin edilmektedir. Milyonlarca M2M cihazı düşünüldüğünde IPv4'ün bu kadar çok numara sağlayamayacağı aşikârdır. Ancak, IPv6 için altyapı hazır olmasına rağmen, bu adres bloklarına geçiş henüz sağlanmamıştır. Bu gerçekleştiği zaman hızlı bir şekilde geçiş mümkün olabilecektir.

ITU tarafından tanımlanan E.164, M2M için kullanılabilir bir başka kıt kaynak durumundadır. 2G ve 3G mobil ağları telefon numaraları olmadan çalışmamaktadır. M2M cihazlarında ses görüşmesi yapılmadığı için bu bir çelişki gibi gözükse de aslında durum farklıdır. Çünkü 2G/3G ağları tasarlanırken M2M göz önüne alınmamıştır. Bir cihazı IPv4/6 tabanlı adreslemek bu yüzden mümkün değildir. Eğer bir cihaz aktif IP oturumu olmadan pasif durumda çalışmakta ise, ulaşılabilirlik için öncelikle telefon numarasına dayalı bir iletişim kurmalı ve IP oturumunu aktif etmelidir. SMS gönderme ise sadece geçerli bir E.164 numarasıyla mümkün olmaktadır. 4G'nin bu problemi çözeceği düşünülse de 2G ve 3G kullanımının daha uzun süre devam edeceği öngörülmektedir (OECD, 2012a).

Elektronik Haberleşme Komitesi (The Electronic Communications Committee, ECC) ve Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT), M2M ile birlikte E.164 numaralarında yaşanacak kıtlığa 2020 yılı bakışıyla bir rapor yayınlamıştır. Bu rapora göre 4 adet olası çözüm sunulmakta ve bu çözümlerle birlikte sağlanabilecek faydalar ve oluşabilecek problemler belirtilmektedir. Tablo 3.3'de bu 4 çözümle ilgili detaylar verilmektedir.

Tablo 3.3 E.164 Numara Kıtılığı İçin Çözüm Opsiyonları

Opsiyonlar	Açıklamalar
Opsiyon A Var olan mobil numara aralıklarının kullanılması	<ul style="list-style-type: none"> Numara aralıkları zaten tamamen dolu olabilmektedir. M2M için klasik mobil numaralardan farklı uzunlukta numara kullanılırsa bu da numara analizinde problem oluşturabilmektedir. Düzenleyici bakış açısıyla M2M numaralarını farklı değerlendirmek pek mümkün gözükmemektedir.
Opsiyon B Yeni numara aralığının kullanılması	<ul style="list-style-type: none"> Yeni numara aralıkları tamamen kullanıma uygun durumdadır. Her işletmeci için büyük kullanım blokları mevcuttur. Numara analizi için yeni bir bakış sağlamaktadır. Olası düzenleyici gereklilikleri için yeni bir bakış sağlanmaktadır.
Opsiyon C Uluslararası numara aralığı	<ul style="list-style-type: none"> Numara aralığı ITU tarafından tahsis edilmelidir. Numara analizinde ve verimli iş planında sorunlar olabilmektedir. Diğer uluslararası trafik gibi aynı şekilde düşünülebilir.
Opsiyon D Şebeke içi numaralar	<ul style="list-style-type: none"> Birçok ülkede kullanılmamaktadır, kararlar ve yönetimi işletmeciye bırakılmaktadır. Herhangi bir izin olmadan işletmeciler kullanabilmektedir. Numaralar genellikle E.164 numarası olmamaktadır. Fazla kapasite sunan uzun numaralar kullanılmaktadır.

Kaynak: (ECC, 2010)

IMSI numaraları, kişisel SIM numaralarını tanımlamaktadır. Numaralar 15 hane uzunluğunda olmaktadır. İlk beş veya altı hane mobil işletmecilerin tanımlayıcısıdır. Bu sistemle mobil telefon ve cihazlar için yaklaşık 10 milyar

numara sağlanmaktadır. Bu nedenle numara tükenmesiyle ilgili yakın gelecekte bir sorun öngörülmemektedir. Ancak bazı ülkeler, cihazlar ülkede sabit kalacak şekilde ulusal mobil işletmecilere kayıtlı ulusal telefon numaralarının kullanılmasını istemektedirler. Bu da küresel ölçekli numara kullanan büyük M2M kullanıcıları için sorun teşkil etmektedir.

3.3.3. Gizlilik ve güvenlik

M2M'in gizlilik hususu değerlendirilirken sadece hizmetin kendisine bakmak yeterli olmamaktadır. Kullanılan şebeke de bu hususta etkileyici rol oynamaktadır. M2M hizmeti ile ilgili kayıtlar, bir mobil şebeke sağlayıcının veri tabanında ya da bir ağ geçidi veya cihazda bulunabilmektedir. Bulut servisleri üzerinde veri birleştirme ve paylaşma da kişisel verilerin tutulduğu konumları arttırmaktadır.

İnsan müdahalesi olmadan iki makinenin iletişime geçmesi gündeme geldiğinde kullanıcı ve veri güvenliği de ilk sırada ele alınmak durumundadır. Veri ve kullanıcı güvenliğinin M2M hizmetlerindeki önemi pek çok yerde vurgulanmaktadır. Özellikle, insan etkisinin çok az düzeyde olması bu hususları daha önemli hale getirmektedir.

M2M yeniliklere ve gelişime çok açık bir sektör olmakla birlikte, otomatik bilgi transferiyle birlikte kullanıcı güvenliği için de önemli riskler içermektedir. Kullanıcılar, kendi kullanımları ve güvenlikleri bazı durumlardan genellikle haberdar olmamaktadırlar. Örn., bir servis sağlayıcıdan elektrik sağlayan bir müşteri, fatura detaylarında yer alan kullanım alışkanlıklarının bir ağ üzerinden elektrik sağlayıcısına iletildiğinden genelde habersizdir.

M2M uygulamalarının esas güvenlik etkisi, Örn. bir sayaç veya şebekeye telekomünikasyon ağı üzerinden gerçekleştirilen saldırılar yoluyla olmaktadır. Kamu ağlarının güvenilirliği ve dayanıklılığı akıllı şebekeler için yeterli

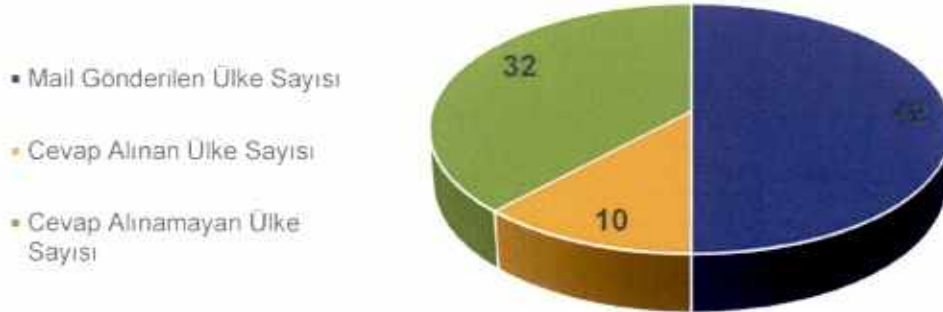
olmayabilmektedir. M2M kullanımı ile oluşan güvenlik sorunlarına aşağıdaki bazı örnekler verilebilmektedir.

- 'Sürdüğün kadar öde' sigorta izleme cihazlarının kayıtlarını tutabildiği konum, hız, zaman, uzaklık ve diğer verilerle sigorta primleri etkilenebilmektedir. Bu da sürücülerin yaşamlarına ve aracın kullanımına detaylı bakabilmeyi sağlamaktadır. Bu sadece sigorta şirketleri tarafından değil başka firmalar tarafından yapılabilmektedir. Mobil telefondan farklı olarak, araçtaki M2M modülü araç çalışınca aktif olup araç durdurulduğunda pasif duruma geçmektedir. AB ülkelerindeki mobil işletmeciler bundan sonra AB veri saklama kanunu kapsamında her iletişimin başlangıcını ve bitişini kayıt altına almak zorundadırlar. Araçlar her çalıştırıldığında kayıt başlayacak ve durdurulduğunda bitirilecek. Böylece seyahatin kaydı tutulmuş olacaktır (EC, 2006).
- Bazı M2M hizmetleri binlerce veya milyonlarca cihazdan paylaşılan verilerin bir araya gelmesine güven duymaktadırlar. Buna örnek olarak navigasyon cihazlarının sağlayıcıları tarafından elde edilen araç hareket verileri gösterilebilir. Bu veriler, inşaatların ve yeni yolların etkilerinin ölçmek isteyen kanun koyucu veya otoriteler için çok kullanışlı olabilmektedir. Bu verileri isim olmayacak hale getirmek oldukça zor bir konudur. Araştırmacılar bu veriler sayesinde kullanıcının kişiliğinin tespit edilebilmekte olduğunu belirtmektedirler (OECD, 2012a).

4. ÜLKE UYGULAMALARI

Bu bölümde ülkelerin Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) faaliyetlerini yürüten yetkili kuruluşları, ülkede faaliyet gösteren ve M2M hizmeti sunan mobil işletmecileri, M2M yaklaşımları, M2M abone sayıları ve M2M planlamaları hususunda bilgi almak amacı ile EK-2'de yer alan sorular hazırlanmış ve e-posta yoluyla ülke otoritelerine gönderilmiştir. E-posta gönderilen ülke sayısı, e-postaya cevap veren ve cevap vermeyen ülke sayılarına ilişkin sayısal bilgilere Şekil 4.1'de yer verilmektedir.

Şekil 4.1 Ülkelerin E-posta Dönüşlerine İlişkin Sayısal Bilgiler



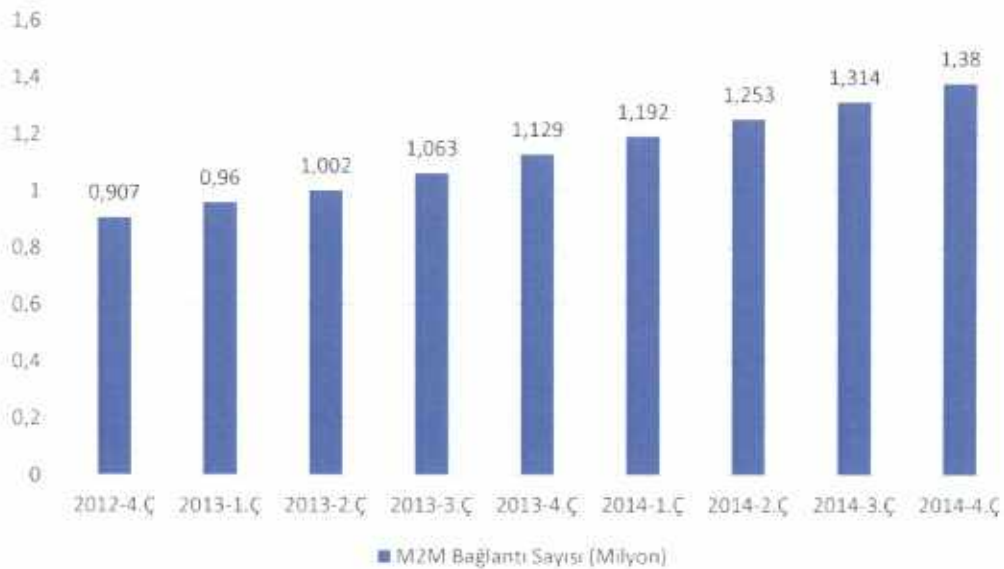
Ülke otoritelerine e-posta yoluyla gönderilen sorulara Şekil 4.1'de de görüldüğü üzere 10 ülke dönüş yapmıştır. Finlandiya, Yeni Zelanda, Almanya, Japonya, İspanya, Hong Kong, Estonya, Romanya, Litvanya ve Slovenya sorulan sorulara dönüş yapan ülkelerdir. Bazı ülkeler sorulara gayet açıklayıcı yanıtlar vermiş ve tüm soruların cevabını net olarak göndermiştir. Ancak, bazı ülkeler gerek ellerindeki verilerin yetersiz oluşu gerekse yetki alanlarının sınırlı olması sebebiyle pek bilgi vermeyen ve olumsuz sonuçlar içeren cevaplar göndermiştir.

Ülkelere; PGD ve M2M'den sorumlu yetkili otoriteleri, M2M hizmeti sunan mobil işletmecileri, M2M abone sayıları, M2M ile ilgili düzenlemeler ve öngörüler ile tahminleri ile ilgili görüşlerine yönelik sorular sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar, GSMA verileri ve diğer araştırmalar neticesinde ülke uygulamaları değerlendirilmiş ve karşılaştırmalı sonuçlar verilmiştir.

4.1. Finlandiya

Finlandiya'da PGD faaliyetleri için yetkili olan kuruluşun adı Finlandiya Haberleşme Düzenleyici Otoritesi (Finnish Communications Regulatory Authority, FICORA)'dır. Ülkede, FICORA'dan ayrı olmak üzere M2M konusunda yetkili bir kuruluş bulunmamaktadır. M2M hizmeti sunan 3 mobil işletmeci bulunmaktadır. Bu üç işletmeciden toplanan verilere göre 2014 yılı itibarıyla yaklaşık 1,380 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Bu bağlantı sayılarının yakın gelecekte daha fazla artacağı tahmin edilmektedir. Şekil 4.2'de Finlandiya'da 2012-2014 yılları arasında mobil M2M bağlantı sayısı verilmektedir.

Şekil 4.2 Finlandiya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)



FICORA tarafından M2M uygulama ve çözümleri aktif olarak takip edilmemekle birlikte, ülkedeki en gelişmiş sektörün enerji sektörü olduğu ve en çok akıllı elektriksel güç sayaçlarının kullanıldığı anlaşılmaktadır. Yakın gelecekte finans, otomotiv ve güvenlik sektörlerinin de gelişime en açık sektörler olduğu öngörülmektedir.

Ülkede, M2M cihazlarına yönelik herhangi bir PGD faaliyeti ya da test faaliyeti mevcut değildir. Bu konuyla ilgili bir planlamaları da bulunmamaktadır. M2M ile ilgili yapılan tek düzenleme ise 32 Numaralı Kanun¹ ile yapılmıştır. İlgili kanunla, M2M numaraları için 049 ile başlayan özel numaralar tahsis edilmiştir. Ancak, diğer numaralarda M2M amacıyla kullanılabilirlerdir.

4.2. Yeni Zelanda

Yeni Zelanda'da telekomünikasyon sektörünün düzenlenmesi Commerce Commission (Ticaret Komisyonu) tarafından yürütülmektedir. M2M faaliyetleri ile ilgili veriler yakın zamandan beri toplanmaktadır. Ülkede faaliyet gösteren üç mobil işletmeci bulunmakta ve tamamı M2M hizmeti sunmaktadır. İşletmecilerden alınan verilere göre ülkede yaklaşık 1,198 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Şekil 4.3'de Yeni Zelanda'da 2012-2014 yılları arasındaki mobil M2M bağlantı sayıları yer almaktadır.

Ülkede en gelişmiş M2M alanının enerji, en gelişmiş uygulamanın da akıllı elektrik sayaçları olduğu belirtilmektedir. M2M'e ve M2M cihazlarına yönelik herhangi bir PGD faaliyeti bulunmamaktadır.

¹ 32 Numaralı Kanun: Kamu telefon şebekesi numaralarının düzenlenmesi amacıyla 16 Aralık 2013 tarihinde FICORA tarafından düzenlenmiş ve 1 Ocak 2014 tarihinde yürürlüğe girmiş kanundur.

Şekil 4.3 Yeni Zelanda Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)



4.3. Almanya

Almanya'da telekomünikasyon sektörünün düzenleyici kurumu Federal Network Agency (Ulusal Şebeke Ajansı, Bundesnetzagentur, BNetzA)'dır. Ülkede M2M hizmeti sunmakta olan 4 mobil işletmeci bulunmaktadır. 2014 itibarıyla ülkede yaklaşık 6,707 milyon mobil M2M abonesi bulunmaktadır. Şekil 4.4'te 2010-2014 yılları arasında Almanya'da mobil M2M bağlantı sayıları yer almaktadır.

M2M uygulamalarının gelişimi çok önemli şekilde izlenmemekle birlikte; otomotiv, enerji (akıllı şebeke ve sayaç), akıllı evler, lojistik ve sağlık uygulamaları en yaygın alanları oluşturmaktadır. Yakın zamanda M2M'in çok daha güçlü şekilde gelişeceği kanaatini taşımaktadırlar.

Ülkede M2M cihazlarına yönelik herhangi bir PGD faaliyeti uygulanmamaktadır. Bu konuyla ilgili olarak Elektronik Haberleşme için Avrupa Düzenleyiciler Kurumu (The Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC) M2M alt grup toplantılarına katılım sağlamaktadırlar. M2M ile ilgili hususlarla ilgili BEREC ile ortak hareket etme düşüncesi taşımaktadırlar.

Şekil 4.4 Almanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2010-2014)



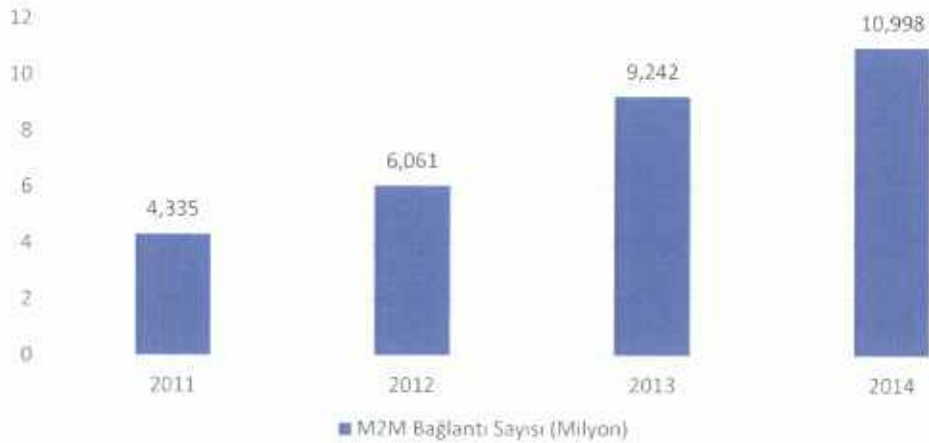
4.4. Japonya

Japonya'da telekomünikasyon sektörünü düzenleyen kurum Ministry of Internal Affairs and Communications (İçişleri ve İletişim Bakanlığı, MIC)'dir. Ülkede M2M hizmeti sunan 3 mobil işletmeci bulunmaktadır. 2014 yılı sonu itibarıyla ülkede yaklaşık 11 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Şekil 4.5'te 2011-2014 yıllarında Japonya'daki mobil M2M bağlantı sayıları yer almaktadır.

Ülkede M2M cihazlarına yönelik herhangi bir PGD faaliyeti bulunmamaktadır. Sağlık, enerji kontrolü, tarım ve altyapı taşımacılığı en önemli M2M sektörleridir. M2M hizmetlerinden elde edilen gelir 2013 sonu itibarıyla yaklaşık 135 milyar Japon Yen'idir. Ülkede M2M hizmetlerinin düzenlenmesi için Telekomünikasyon İş Yasası ve Radyo Yasası bulunmaktadır.

M2M ile birlikte sadece yeni iş sahaları oluşturmayı değil; aynı zamanda aşırı yaşlanan toplum, altyapısal bozulmalar, kaynak sorunu ve bölgesel canlandırma gibi çeşitli sosyal sorunlara çözüm bulabilmeyi de planlamaktadırlar.

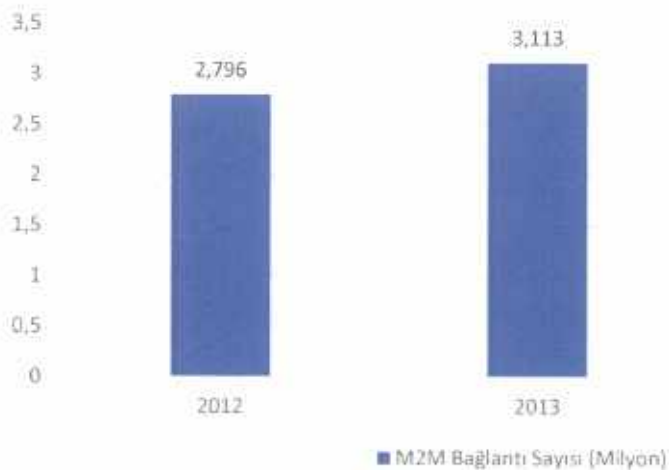
Şekil 4.5 Japonya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2011-2014)



4.5. İspanya

İspanya'da telekomünikasyon sektörünün düzenleyici kurumu Commission National of Markets and Competition (Ulusal Piyasa ve Rekabet Komisyonu)'dur. Ülkede M2M hizmeti sunan 3 mobil işletmeci bulunmaktadır. 2014 yılı itibarıyla ülkede yaklaşık 2,981 milyon mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Şekil 4.6'te 2012-2014 yıllarında İspanya'da mobil M2M bağlantı sayıları verilmektedir.

Şekil 4.6 İspanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)

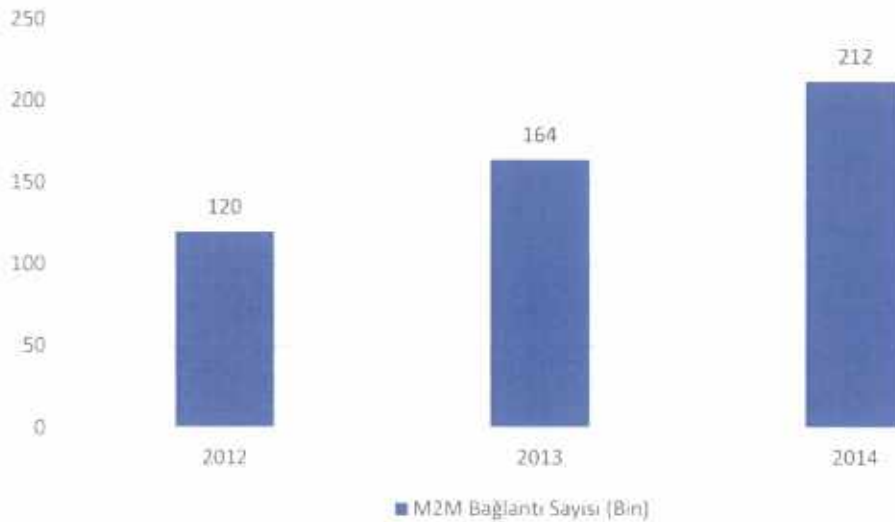


Ülkede, M2M'e yönelik bir PGD faaliyeti bulunmamaktadır. M2M için numaralandırma planı yapılmış olup, Nisan 2012'den beri 153 ile başlayan 13 haneli numaralar M2M bağlantıları için kullanılmaktadır. En gelişmiş M2M alanı ise pek çok ülkede olduğu gibi akıllı sayaçlardır.

4.6. Hong Kong

Hong Kong'da telekomünikasyon sektörünün düzenleyici otoritesi Haberleşme Otoritesi Ofisi (Office of Communications Authority, OFCA)'dır. Ülkede M2M hizmeti sunan dört mobil işletmeci bulunmaktadır. OFCA işletmecilerden M2M ile ilgili herhangi bir veri toplamamaktadır. Ülkedeki M2M bağlantı sayılarına GSMA verilerinden ulaşmak mümkündür. Şekil 4.7'te 2012-2014 yıllarında Hong Kong'da mobil M2M bağlantı sayıları verilmektedir.

Şekil 4.7 Hong Kong Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)



Kaynak: (GSMA, 2015)

OFCA'ya göre kamu mobil şebekelerine bağlı M2M cihazları otoritenin belirlediği standartlara uymak zorundadır. Cihaz üreticileri, tedarikçileri ve bayileri cihazların Radyo Frekansı (Radio Frequency-RF) iletimi, radyasyon güvenliği ve elektriksel güvenlik alanlarında ilgili standartlara uygunluğunu sağlamak zorundadırlar. Bu şartlardan biri sağlanmıyorsa mobil işletmeciler cihazın kendi şebekelerine kabul etmeyebilmektedirler. Ayrıca, ülkede uygun olmayan telsiz cihazı kullanmak 50 bin ABD Doları ve 2 yıl men ile cezalandırılmaktadır.

OFCA, M2M'e yönelik herhangi bir PGD faaliyeti gerçekleştirmemektedir. M2M ile alakalı olarak sadece numaralandırmanın ilerleyen dönemde sorun teşkil edeceği düşünülmektedir. IPv4 adreslerinin tükenmek üzere olması nedeniyle bu sorunun IPv6 adresleri kullanılarak çözülebileceği düşünülmektedir.

4.7. Estonya

Estonya'da telekomünikasyon sektörünü düzenleyen kurum Technical Regulatory Authority (Teknik Düzenleme Otoritesi)'dir. Ülkede faaliyet gösteren ve M2M hizmeti veren üç mobil işletmeci bulunmaktadır. Toplanan verilere göre ülkede 2014 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 240 bin M2M bağlantısı bulunmaktadır. Tablo 4.1'de Estonya'da 2012-2014 yılları arasındaki M2M bağlantı sayısı verilmektedir.

Tablo 4.1 Estonya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)

Estonya	2012	2013	2014
M2M Bağlantı Sayısı	70.797	127.811	240.953

Ülkede en gelişmiş M2M sektörleri otomotiv, güvenlik ve akıllı şebekeler olarak öne çıkmaktadır. M2M'e yönelik herhangi bir PGD faaliyeti ya da herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Tüm cihazların genel AB gerekliliklerine uyma zorunluluğu bulunmaktadır. M2M cihazlarına yönelik özel numara tahsisi düşünülmemektedir. IP adresleri sayesinde böyle bir sorun yaşanmayacağı öngörülmektedir.

4.8. Romanya

Romanya'da telekomünikasyon sektörü Haberleşmede Düzenleme ve Yönetim için Ulusal Otorite (National Authority for Management and Regulation in Communications, ANCOM) tarafından denetlenmekte ve düzenlenmektedir. Ülkede hizmet veren dört mobil işletmeci olmakla birlikte bunlardan üçü M2M hizmeti sunmaktadır. 2014 yılı sonu itibarıyla Romanya'da yaklaşık 523 bin mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Tablo 4.2'de Romanya'da 2012-2014 yılları arasındaki M2M bağlantı sayısı verilmektedir.

ANCOM tarafından M2M'e yönelik henüz bir düzenleme yapılmamıştır. M2M cihazlarına yönelik PGD faaliyetleri de yapılmamaktadır. Şu aşamada diğer elektronik cihazlarla aynı kategoride değerlendirilmektedir.

Tablo 4.2 Romanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)

Romanya	2012	2013	2014
M2M Bağlantı Sayısı	342.493	427.287	522.638

4.9. Litvanya

Litvanya'da telekomünikasyon sektörünü düzenleyen kurum Communications Regulatory Authority (Haberleşme Düzenleme Otoritesi)'dir. Ülkede M2M hizmeti sunan dört mobil işletmeci bulunmaktadır. 2014 yılı sonu itibarıyla Litvanya'da yaklaşık 161 bin mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Tablo 4.3'de Litvanya'da 2012-2014 yılları arasındaki M2M bağlantı sayısı verilmektedir.

M2M konusunda en gelişmiş sektör olarak enerji sektörü öne çıkmaktadır. M2M'e yönelik herhangi bir düzenleme veya PGD faaliyeti bulunmamaktadır. Sadece pazar verileri toplanmaktadır.

Tablo 4.3 Litvanya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)

Litvanya	2012	2013	2014
M2M Bağlantı Sayısı	108.591	132.557	161.518

4.10. Slovenya

Slovenya'da telekomünikasyon sektörünü düzenleyen kurum Haberleşme Şebeke ve Hizmeti Ajansı (Agency for Communication Network and Service, AKOS)'tur. Ülkede M2M hizmeti sunmakta olan beş mobil işletmeci bulunmaktadır. 2014 yılı sonu itibarı ile yaklaşık 38 bin mobil M2M bağlantısı bulunmaktadır. Tablo 4.4'te 2012-2014 yılları arasındaki M2M bağlantı sayılarına yer verilmektedir.

Tablo 4.4 Slovenya Mobil M2M Bağlantı Sayısı (2012-2014)

Slovenya	2012	2013	2014
M2M Bağlantı Sayısı	22.209	29.432	37.809

Ülke otoritesine gönderilen sorulara verilen cevaplarda; M2M sektöründeki gelişmiş sektörlerle veya M2M ile ilgili düzenlemelere dair her hangi bir kayıt tutulmamakta ve görüş belirtilmemektedir.

4.11. Diğer

E-posta yoluyla cevap alınan ülkelerin uygulamalarına yukarı kısımlarda değinilmektedir. Bu kısımda ise dünya ülkeleri M2M bağlantı sayıları, toplam mobil bağlantı sayıları ve ülke nüfuslarına göre oranlamalar gibi ölçütlerle karşılaştırılmakta ve göreceli olarak önde olan ülkeler belirtilmektedir. Tablo 4.5'de dünya ülkelerinin mobil M2M bağlantı sayıları, toplam mobil bağlantı sayıları, ülke nüfusları ve oranlar verilmektedir.

Tablo 4.5 2014 Sonu - Dünya Ülkelerinde M2M İstatistikleri

Ülkeler	Mobil M2M Bağlantı Sayısı	Toplam Mobil Bağlantı Sayısı	Ülke Nüfusları	Mobil M2M Bağlantı Sayısının Toplama Oranı (%)	Mobil M2M Bağlantı Sayısının Nüfusa Oranı (%)
İsveç	6.580.142	21.718.361	9.662.572	%30,3	%68,1
Yeni Zelanda	1.198.110	6.857.101	4.573.873	%17,5	%26,2
Norveç	1.181.725	7.878.284	5.117.383	%15,0	%23,1
Finlandiya	1.380.498	11.506.498	5.452.045	%12,0	%25,3
Fransa	8.416.037	72.622.209	64.812.087	%11,6	%13,0
Estonya	240.953	2.070.348	1.281.999	%11,6	%18,8
ABD	41.652.367	370.529.493	323.855.320	%11,2	%12,9
Kanada	3.436.141	32.427.192	35.698.008	%10,6	%9,6
Danimarka	903.128	9.721.696	5.650.954	%9,3	%16,0
Belçika	1.247.709	14.333.991	11.163.916	%8,7	%11,2
Birleşik Krallık ²	6.781.379	81.542.720	63.666.545	%8,3	%10,7
Hollanda	1.546.342	19.479.082	16.823.329	%7,9	%9,2
İtalya	6.605.271	88.930.289	61.106.223	%7,4	%10,8
Japonya	10.998.221	170.347.406	126.908.914	%6,5	%8,7
İsviçre	764.360	11.953.837	8.198.253	%6,4	%9,3

² Birleşik Krallık: Büyük Britanya adasında yer alan İngiltere, İskoçya, Galler ile İrlanda Adasında yer alan Kuzey İrlanda'dan oluşmaktadır.

Tablo 4.5 2014 Sonu - Dünya Ülkelerinde M2M İstatistikleri³ (Devam)

Avustralya	2.061.273	32.082.577	23.776.635	%6,4	%8,7
Almanya	6.707.555	118.273.916	82.607.130	%5,7	%8,1
İspanya	2.980.630	53.325.848	47.132.736	%5,6	%6,3
Çin	73.246.542	1.365.941.542	1.397.685.223	%5,4	%5,2
Güney Kore	2.891.219	58.849.458	49.631.130	%4,9	%5,8
Portekiz	717.241	17.366.576	10.610.159	%4,1	%6,8
Birleşik Arap Emirlikleri	617.641	17.228.641	9.511.376	%3,6	%6,5
Brezilya	10.145.545	285.676.785	202.845.440	%3,6	%5,0
Türkiye	2.515.527	71.888.414	76.263.765	%3,5	%3,3
Litvanya	161.518	4.558.773	3.003.628	%3,5	%5,4
Yunanistan	504.586	17.074.413	11.127.119	%3,0	%4,5
Malezya	1.281.103	43.051.827	30.419.536	%3,0	%4,2
Rusya	6.014.206	251.214.066	142.282.896	%2,4	%4,2
Romanya	522.638	27.719.335	21.609.985	%1,9	%2,4
Slovenya	37.809	2.212.758	2.077.339	%1,7	%1,8
Hong Kong	212.260	12.899.948	7.286.563	%1,6	%2,9
Hindistan	3.273.409	949.408.196	1.274.896.076	%0,3	%0,3

Kaynak: (GSMA, 2015)

³ Tablo 4.5'te mobil penetrasyonun yüksek olduğu görülen ülkelerde numara taşınabilirliği olmasına rağmen, mobil sonlandırma ücretinin yüksek olduğu ve penetrasyonun bu nedenle yüksek olduğu görülmektedir (OECD, 2012b).

Tablo 4.5'de görüldüğü üzere en fazla sayıda M2M bağlantısı olan ülke olarak Çin görülmektedir. Bunun esas sebebi doğal olarak Çin'deki nüfusun yüksek olmasıdır. Çin'den sonra bağlantı sayısında ABD ve Japonya gelmektedir.

En fazla sayıda bağlantıya sahip olmak en gelişmiş pazara sahip olmak anlamına gelmemektedir. Bu açıdan bakıldığında M2M'in toplam bağlantı sayılarındaki oranına göre dünyada en gelişmiş pazarlar İsveç (%30,3), Yeni Zelanda (%17,5), Norveç (%15,0) ve Finlandiya (%12,0) olarak görülmektedir. Bu ülkelerdeki gelişimin temel sebebi, girişimcilerin düzenleyiciler tarafından teşvik edilmesidir. Özellikle de akıllı sayaç alanında çok ciddi atılımlar bulunmaktadır. İsveç'te Temmuz 2009'dan beri her hanenin aylık elektrik tüketimini izlemesi yasal zorunluluk haline gelmiştir. Bu yasa dolayısıyla İsveç'te 2,5 milyona yakın akıllı sayaç kullanıcısı bulunmaktadır.

5. PİYASA GÖZETİMİ VE DENETİMİ

Bu bölümde; PGD kavramı incelenmiş, PGD faaliyetleri ve PGM hakkında bilgi verilmiş, R&TTE Direktifi ve TTTE Yönetmeliği incelenmiş ve son olarak PGD'nin ilerleme durumu gözden geçirilmiştir.

5.1. PGD'ye Genel Bakış

Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD), 4703⁴ sayılı 'Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun'un 3.maddesinin (s) bendinde;

Yetkili Kuruluşlar (YK)⁵ tarafından, ürünün piyasaya arzı veya dağıtımı aşamasında veya ürün piyasada iken ilgili teknik düzenlemeye uygun olarak üretilip üretilmediğinin, güvenli olup olmadığının denetlenmesi veya denetlettirilmesi

olarak tanımlanmaktadır.

PGD; ürünlerden kaynaklanabilecek hasar ve yaralanmaları önlemek, ürünlerin insan sağlığına, can güvenliğine ve çevreye zarar vermeyecek şekilde üretilip üretilmediğini denetlemek, haksız rekabetleri engelleyerek piyasada eşit koruma düzeyi sağlamak amaçlarıyla kamu kurumlarınca ürünlerin denetlenmesi ve tüketiciler için gerekli tedbirlerin alınmasını da içermekte olan bir kamu görevi olarak da tanımlanabilmektedir (Öncü, 2011).

⁴ 4703 Sayılı "Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun": Tüm ürünlerin güvenliğine yönelik hükümleri tek bir çatı altına toplamaktadır. 11/07/2001 tarihli ve 24459 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

⁵ Yetkili Kuruluş: Ürünlere ilişkin mevzuat hazırlamaya ve yürütmeye yasal olarak yetkili olan kamu kurum veya kuruluşudur.

AB'nin ürünlerin serbest dolaşımı yaklaşımı penceresinden bakılınca PGD, ürünlerin birliğin teknik mevzuatlarının gereklerine uygun şekilde piyasaya sürüldükten sonra denetlenmesi faaliyetidir. AB ile Türkiye arasında imzalanan Gümrük Birliği⁶ anlaşması gereğince pek çok AB mevzuatının Türkiye'de uyumlaştırılması zorunluluk haline gelmiştir. Türkiye'de PGD faaliyetinin kamu kurumlarınca yürütülmesi uygun mütalaa edilerek, AB teknik mevzuatını uyumlaştıracak kamu kurum ve kuruluşları 15/01/1997 tarih ve 97/9196 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmiştir. Bu Karar ile Telsiz Genel Müdürlüğü, (2001'de Telekomünikasyon Kurumu ve 2008'de Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'na bu yetkiler geçmiştir), telekomünikasyon alanında teknik mevzuatı uyumlaştırmak için yetkili kamu kuruluşu olarak tayin edilmiştir. Ayrıca PGD çalışmalarının koordinasyon hususu 08/06/2011 tarihli 1. Mükerrer Resmi Gazete'de yayımlanan Kanun Hükmünde Kararname ile EB'ye verilmiştir (Özşin, 2013). EB koordinasyonunda ülkemizde PGD faaliyetlerini gerçekleştirmekte olan yetkili kuruluşlar ve sorumluluk alanları Tablo 5.1'de verilmektedir.

⁶ Gümrük Birliği: Anlaşma yapan ülkeler arasında gümrükler kalkmakta ve serbest ticaret alanı bulunmaktadır. Türkiye ile AB arasında bu anlaşma 01/01/1996 tarihinden itibaren yürürlüktedir.

Tablo 5.1 Türkiye’de Yetkili PGD Kuruluşları ve Sorumlu Oldukları Ürün Grupları

Yetkili PGD Kuruluşu	Ürün Grupları
Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	ATEX ürünleri, asansörler, aerosol kaplar, basınçlı ekipmanlar, gaz yakan cihazlar, makineler, motorlu araçlar, sivil kullanım amaçlı patlayıcılar, taşınabilir basınçlı ekipmanlar, kazanlar, ölçü aletleri, hazır ambalajlı mamuller, hazır giyim-tekstil ve ayakkabı (etiket kontrolü)
Gümrük ve Ticaret Bakanlığı	Deterjanlar, oyuncaklar, kimyasal ürünler (dövme mürekkebi, temizleme ve yıkama ürünleri), çocuk bakım ürünleri, düzenlenmemiş alanda yer alan hazır giyim tekstil ve ayakkabı (kimyasal ve fiziksel risk denetimi), dekoratif malzemeler, mobilyalar, el aletleri, aygıtlar, hobi ve spor ekipmanları, mutfak/pişirme gereçleri, çakmaklar, kırtasiye ürünleri, çocuk ekipmanları, gıda görünümlü ürünler.
Sağlık Bakanlığı	Kozmetik, tıbbi cihazlar
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Gıda maddeleri, gıdalarla temas eden madde ve malzemeler, yem, gübreler, bitki koruma ürünleri, veterinerlikte kullanılan tıbbi ürünler
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Yapı malzemeleri, katı yakıtlar, pil ve akümülatörler
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu	Telsiz ve telekomünikasyon terminal ekipmanları
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı	Kişisel koruyucu donanımlar
Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı	Gezi tekneleri, gemi teçhizatı
Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu	Tütün mamulleri ve etil alkol
Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu	Akaryakıtlar

Kaynak: (EB, 2014)

Yukarıda zikredilen Bakanlar Kurulu Kararı ışığında 4703 Sayılı Kanun hazırlanmıştır. Bu kanun ile ürünler piyasaya sunulmadan önceki uygunluk değerlendirilmesi ve usul esaslar, denetim faaliyetleri ve ithalatçılar, üreticiler,

dağıtıcılar ve PGD için yetkili kuruluşların görev ve yetkileri belirlenmiş ve ürün güvenliği hususu yasal mevzuatlarla desteklenmiştir. Bu kanunla üreticilerin yalnızca güvenli ürünleri piyasaya sürmek zorunda olmaları hükme bağlanmaktadır. BTK tarafından, AB teknik mevzuatıyla uyumlaştırma faaliyeti olarak, 1999/5/EC⁷ sayılı 'Radio and Telecommunications Terminal Equipment (R&TTE)' direktifi ile ilgili 'Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları (TTTE)' Yönetmeliği hazırlanmış ve 11/05/2003 tarih ve 25015 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Daha sonra bu yönetmelik yeniden düzenlenerek 24/03/2007 tarih ve 26472 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. R&TTE direktifi ve TTTE yönetmelikleri ile ilgili tezin ilerleyen bölümlerinde daha detaylı açıklamalara yer verilmektedir.

Elektronik haberleşme sektöründe düzenleme ve denetleme yoluyla etkin rekabetin tesisi, tüketici haklarının gözetilmesi, ülke genelinde hizmetlerin yaygınlaştırılması, kaynakların etkin ve verimli kullanılması, haberleşme alt yapı, şebeke ve hizmet alanında teknolojik gelişimin ve yeni yatırımların teşvik edilmesi ve bunlara ilişkin usul ve esasların belirlenmesi amacıyla, 05/11/2008 tarihli ve 5809 sayılı 'Elektronik Haberleşme Kanunu' (EHK) 10/11/2008 tarihli ve 27050 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. EHK'nın 4'üncü maddesinin birinci fıkrasının (i) bendinde;

Elektronik haberleşme cihaz ve sistemlerinin kurulması, kullanılması ve işletilmesinde insan sağlığı, can ve mal güvenliği, çevre ve tüketicinin korunması açısından asgarî uluslararası normların dikkate alınması

hükmü bulunmaktadır. Yine EHK'da BTK'ya ilişkin 'Kurumun görev ve yetkileri' başlıklı 6'ncı maddenin birinci fıkrasının (g) ve (n) bendlerinde;

⁷ 1995/5/EC: Avrupa Komisyonu'nun (European Commission-EC) telekomünikasyon alanında yayımladığı teknik mevzuattır.

Elektronik haberleşme ile ilgili olarak Bakanlığın strateji ve politikalarını dikkate alarak, yetkilendirme, tarifeler, erişim, geçiş hakkı, numaralandırma, spektrum yönetimi, telsiz cihaz ve sistemlerine kurma ve kullanma izni verilmesi, spektrumun izlenmesi ve denetimi, piyasa gözetimi ve denetimi de dâhil gerekli düzenlemeler ile denetlemeleri yapmak

ve

Elektronik haberleşme sektöründe kullanılacak her çeşit sistem ve cihazların, uyumlaştırılmış ulusal standartlarını yayımlatmak ve uygulanmasını sağlamak, teknik düzenlemelerini yapmak, piyasa denetimini yapmak ve/veya yaptırmak, bu amaçla laboratuvarlar kurup işletebilmek ve bu laboratuvarlarda verebileceği eğitim ve danışmanlık hizmetleri karşılığında alınacak ücretleri belirlemek

hükümleri bulunmaktadır. EHK'da yer almakta olan bu hükümler uyarınca da BTK, PGD faaliyetlerini yürütme hususunda yetkilendirilmiştir.

5.1.1. PGD faaliyetleri

PGD faaliyetleri, piyasaya arz edilen ürünlerin YK tarafından mevzuat hükümlerine uygunluk açısından izlenmesi ve gerekli hallerde düzeltici önlemlerin alınması aşamalarından oluşmaktadır. Ürün piyasaya arz edildiğinde teknik düzenleme ve mevzuat hükümlerine uygunluğu bakımından YK tarafından izlenmekte ve denetlenmektedir. PGD, piyasaya sürüldükten sonra yapılabileceği gibi üretim aşamalarında da yapılabilmektedir. PGD'yi etkin hale getirebilmek için uygunsuzluğun sık görüldüğü riskli ürünlere yoğunlaşmakta fayda bulunmaktadır.

Ürünlerin izlenmesi aşamasında idari ve teknik kontrol yöntemleri uygulanmaktadır.

İdari kontrol, piyasaya sunulmuş ürünün ilgili teknik mevzuattaki belge işaretlemelerinin uygunluğunun kontrol edilmesidir. İdari kontrolde ürünün; CE⁸ ve diğer işaretleme etiketlerinin kontrolü, ürün piyasaya arz edilirken üretici adı ve adreslerinin kontrolü, işaretleme uygun yapılandırıldığına kontrolü, Uygunluk Beyanı (Declaration of Conformity-DoC)⁹ kontrolü, Teknik Dosya¹⁰ kontrolü ve kullanım kılavuzu kontrolü incelemelerini kapsamaktadır (Öncü, 2011).

Teknik kontrol ise teknik dosya incelemesi ve gerekli hallerde laboratuvar testlerinden oluşmaktadır. Ürünün güvenli olmadığına dair ciddi şüphe bulunmaktaysa test yapılması zorunluluk halini almaktadır.

Ürünün temel gerekliliklere uymaması, belgelerde tahrif, taklit ve usulsüzlük bulunması, teknik dosyanın bulunmaması gibi nedenler PGD açısından uygunsuzluk olarak değerlendirilmektedir. Uygunsuzluk gerçekleştiği durumlarda çeşitli önlemler alınmaktadır. Bunlar; düzeltici, tamamlayıcı, koruyucu ve yaptırım önlemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu önlemler uygunsuzluğun derecesine göre uygulanmaktadır (Aydın, 2006).

BTK, mezkûr PGD faaliyetlerini Teknik Düzenlemeler Dairesi (TED) Başkanlığı, PGM ve Bölge Müdürlükleri ile yürütmektedir. Bu birimlerde görev yapmakta olan Bilişim Uzman ve Yardımcıları, Teknik Uzman ve Yardımcıları, İdari Uzman ve Yardımcıları, Mühendis ve tekniker kadrolarındaki personeller gerekli eğitimleri alarak yetkilendirilmiş ve PGD faaliyetlerini yürütmektedirler.

⁸ CE: Conformité Européenne (Avrupa Uygunluğu). AB teknik mevzuatı uyumu çerçevesinde malların serbest dolaşımını sağlamak amacıyla ürünlerin gerekli bütün uygunluk değerlendirme faaliyetlerinden geçtiğini, sağlık, güvenlik, tüketici ve çevrenin korunması gerekliliklerine uygunluğunu gösteren işarettir.

⁹ DoC: Ürünün, ilgili teknik düzenlemelere uygunluğunun muayene edilmesi ve belgelendirilmesine ilişkin her türlü faaliyettir.

¹⁰ Teknik Dosya: Ürünün ilgili teknik düzenlemelerde belirtilen gerekliliklere uygunluğunu gösteren belgelerdir.

TED Başkanlığı; PGD kapsamındaki mevzuat ve prosedür güncellemelerini yapmak, ulusal ve uluslararası toplantılara katılım sağlamak, denetçiler için eğitim programları oluşturmak, PGD planlamasını yapmak, ürünler ile ilgili risk analizi değerlendirmesi yapmak ve yıllık faaliyet raporlarını oluşturmak gibi görevleri yürütmektedir.

Bölge Müdürlükleri, TED Başkanlığınca hazırlanan PGD planları kapsamında ve ihbar ve şikâyetler üzerine denetim yapmak ve gerekli görülmesi halinde üründen numuneler alarak PGM'ye göndermek görevlerini yürütmektedir (Özşin, 2013). BTK teşkilat yapılanmasında 7 bölge bulunmaktadır. İstanbul, Ankara, İzmir, Mersin, Samsun, Diyarbakır ve Erzurum Bölge Müdürlükleri ve onların sorumluluklarında olan iller Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2 BTK Bölge Müdürlüklerinin Sorumlu Oldukları İller

Bölge Müdürlüğü	Sorumlu Olduğu İller
İstanbul	Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ, Yalova
Ankara	Aksaray, Bolu, Çankırı, Düzce, Eskişehir, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Sivas, Yozgat
İzmir	Afyon, Aydın, Balıkesir, Burdur, Denizli, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak
Mersin	Adana, Antalya, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Karaman, Kilis, Konya, Niğde, Osmaniye
Samsun	Amasya, Bartın, Çorum, Giresun, Karabük, Kastamonu, Ordu, Tokat, Zonguldak
Diyarbakır	Adıyaman, Batman, Bitlis, Elazığ, Hakkâri, Malatya, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Tunceli, Van
Erzurum	Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bingöl, Erzincan, Gümüşhane, Iğdır, Kars, Muş

Kaynak: (BTK, 2015b)

PGD faaliyetlerinin test ile kontrol kısmını PGM yürütmektedir.

5.1.2. Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü

Tezin önceki kısımlarında belirtildiği üzere 4703 sayılı çerçeve kanun ile BTK'ya telekomünikasyon sektöründe PGD yapma görevi verilmiş olup, bu görev EHK'nın yine önceden zikredilen 6.maddesinin (g) ve (n) bentlerinde de belirtilmektedir.

AB uyumlaştırma sürecinde BTK tarafından R&TTE direktifini uyumlaştırmak için yayımlanan TTTE yönetmeliğinin 13.maddesinde;

Kurum, cihazın piyasaya arzı veya dağıtımı aşamasında veya cihaz piyasada iken bu Yönetmeliğe uygun olarak üretilip üretilmediğini, uygun şartlarla hizmete sunulup sunulmadığını denetler veya denettirir. Gerektiğinde piyasaya arz edilen cihazdan numuneler alabilir veya yetkilendireceği bir kuruluş vasıtasıyla da numunelerin alınmasını sağlayarak, bu Yönetmelik ile Kurum tarafından bu konuda yapılan düzenlemeler çerçevesinde gerekli inceleme ve testleri yapar veya yaptırabilir. Denetim sonucunda bu Yönetmeliğin hükümlerine aykırılık tespit edilmesi halinde, bu Yönetmeliğin 20'nci maddesi hükümleri uygulanır

hükmü bulunmaktadır. Bu hükümler çerçevesinde 22/12/2006 tarihinde AB Mali İşbirliği Projesi kapsamında Hacettepe Üniversitesi Teknokent Alanı içerisinde piyasa gözetimi faaliyetlerini yürütmek üzere BTK tarafından PGM kurulmuştur. Resmi açılış töreni 17/04/2007 tarihinde yapılan PGM'nin toplam bütçesi 4,8 milyon Avro olup bu bütçenin %75'ine tekabül eden 3,6 milyon Avrosu AB tarafından karşılanmıştır.

PGM'nin kurulması sonrasında, daha önceden teknik dosya üzerinden yapılmakta olan telsiz ve terminal ekipmanlarının denetimi sürecine gerekli

hallerde piyasaya arz edilen numunelerin toplanarak laboratuvarda teste tabi tutulması süreci de eklenmiştir.

PGM, TTTE Yönetmeliğinin 5.maddesinin 2.fıkrasında yer alan;

Cihaza ait numunelerin test edilmesi veya ettirilmesi suretiyle cihazın temel gereklere uygun ve güvenli olup olmadığının belirlenmesini

ve yine aynı Yönetmeliğin 9.maddesinin 1. ve 2.fıkralarında yer alan;

Yetkili birim; uygulanacak testleri, testlerde ölçülecek parametreleri, ölçüm kriterlerini ve test edilecek numune sayısını; cihazın insan sağlığı ve güvenliğine etkilerini, cihazla ilgili risk değerlendirmelerini ve cihazın özelliklerini dikkate alarak TTTE Yönetmeliğinin 5 inci maddesinde yer alan temel gerekler ve Kurum düzenlemeleri çerçevesinde belirleyebilir

ve

Temel gerekler çerçevesinde uygulanacak testlerin belirlenmesinde temel gerekleri karşılayan uyumlaştırılmış Avrupa standartlarının veya bu standartlara dayalı olarak yayımlanan uyumlaştırılmış ulusal standartların ilgili bölümleri esas alınır

hükümleri çerçevesindeki insan sağlığı ve güvenliği hususundaki temel gereklilikleri karşılama amacıyla kurulmuştur.

2008 yılında PGM'de TS EN ISO/IEC17025 'Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar' Standardı kapsamına uygun bir laboratuvar yönetim sistemi kurulmuştur. Bu kapsamda uluslararası yeterlilik kazanmak amacı ile 2008 yılında Türk Akreditasyon Kurumu

(TÜRKAK)'a akreditasyon¹¹ başvurusu yapılmış ve PGM, TÜRKAK tarafından 28/04/2009 tarihinde akredite edilmiştir.

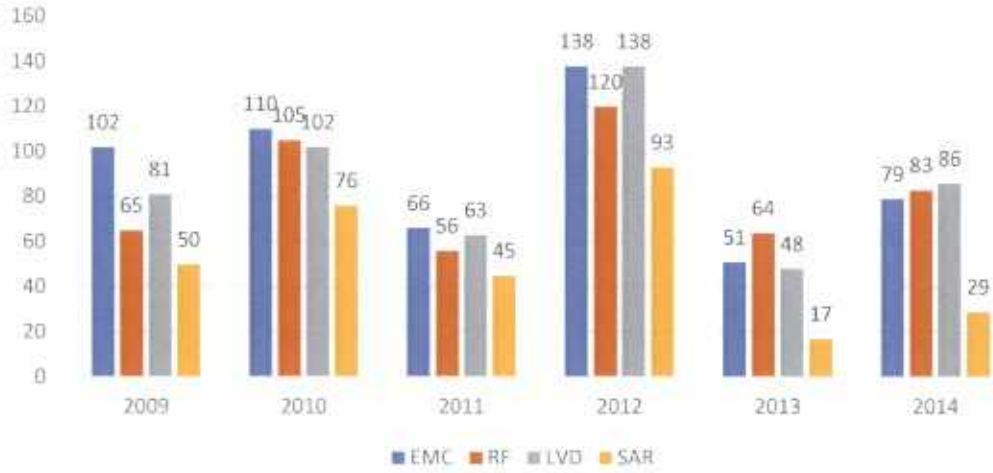
PGM bünyesinde akredite olmuş dört laboratuvar bulunmaktadır. Bunlar;

- EMC (Electromagnetic Compatibility - Elektromanyetik Uyumluluk) Laboratuvarı,
- RF (Radio Frequency - Radyo Frekans) Laboratuvarı,
- LVD (Low Voltage Directive - Alçak Gerilim Direktifi) Laboratuvarı ve
- SAR (Specific Absorption Rate - Özgül Soğurma Oranı) Laboratuvarı

olarak sıralanmaktadır. PGM bünyesinde akreditasyon kapsamında bilgi teknolojisi cihazı sınıfı altında; TTTE'ler, GSM cihazları, kablolu telefon cihazları, Sayısal Geliştirilmiş Kordonsuz Telefon (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT) cihazları, Kişisel Mobil Telsiz (Personal Mobile Radio, PMR) cihazları, çeşitli modemler, IP tabanlı telefonlar ve kara el telsizleri teste tabi tutulabilmektedir (TÜRKAK, 2015). 2009-2014 yılları arasında yukarıda zikredilen cihazlara PGD kapsamında uygulanan deney sayılarına Şekil 5.1'de yer verilmektedir.

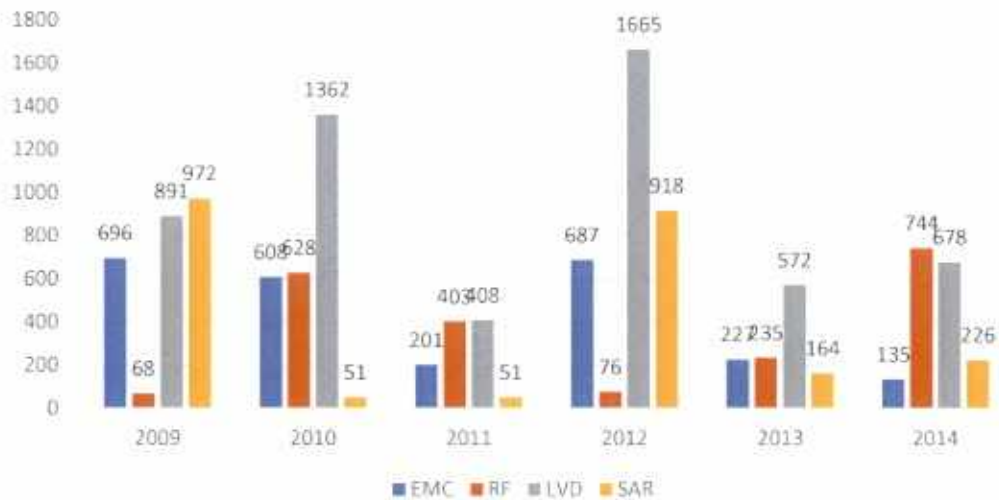
¹¹ Akreditasyon: Uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin yeterliliğinin ve uluslararası standartlara uygunluğunun bağımsız bir otorite tarafından değerlendirilerek onaylanmasıdır. Uluslararası bir kavram olan akreditasyon, tüm ülkelerde ortak standartlar ve kıstaslar esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

Şekil 5.1 PGM'de PGD Kapsamında Teste Tabi Tutulan Cihaz Sayısı



Şekil 5.1'de de görüldüğü üzere, 2014 içerisinde EMC laboratuvarında 79 adet cihaza 135 adet test, RF laboratuvarında 83 adet cihaza 744 adet test, LVD laboratuvarında 86 adet cihaza 678 adet test ve SAR laboratuvarında 29 adet cihaza 226 adet test uygulanmıştır. Bahse konu her bir cihaza yönelik olarak, her laboratuvarda birden fazla deney uygulanmaktadır. Bu çerçevede yıllar itibarıyla PGD kapsamında cihazlara uygulanan toplam test sayılarına Şekil 5.2'de yer verilmektedir.

Şekil 5.2 PGM'de PGD Kapsamında Uygulanan Toplam Test Sayısı



5.1.2.1. EMC Laboratuvarı

EMC deneyleri, elektrikle çalışan her çeşit alet, cihaz ya da sistemin bulunduğu ortamdaki diğer alet, cihaz ya da sistemlerin istendiği şekilde çalışmasını engelleyecek seviyede elektromanyetik gürültü oluşturmaması ve ortamdaki elektromanyetik gürültülere maruz kaldığında istendiği şekilde çalışmasına devam edebilmesi amacıyla yapılan deneylerdir (BTK, 2015c).

EMC deneylerinde bir ekipman veya sistemin kendi elektromanyetik ortamında, o ortamda bulunan herhangi bir ürün veya sisteme telafi edilemez bir elektromanyetik bozulma vermeksizin çalışabilmesinin yanında, ortamdaki elektromanyetik gürültülere maruz kaldığında istendiği şekilde çalışmasına devam edebilme yeteneği ölçülmektedir. EMC deneyleri iki ana deney grubundan oluşmaktadır. Bunlar cihazın bulunduğu ortama verdiği, kendisinden kaynaklı elektromanyetik rahatsızlıklar olan "emission-yayınım" ile cihazın bulunduğu ortamdaki kaynaklı elektromanyetik yayınlara karşı gösterdiği tepki olan "immunity-bağışıklık" olarak tanımlanmaktadır. PGM EMC Laboratuvarında 1 adet yarı yansız, 1 adet tam yansız ve 3 adet yalıtımlı olmak üzere toplam 5 adet deney odası ile 2 adet kontrol odası ve 1 adet RF yükseltici (amplifier) odasında, toplam 10 farklı yayınım ve bağışıklık deneyleri yapılmaktadır.

EMC yayınım (emission) deneyleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır;

- Işınım ile Yayınım (Radiated Emission) Deneyi, cihazın çalışması esnasında bulunduğu ortama radyo frekansı yoluyla yaydığı elektromanyetik kirlilik seviyesini tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- İletimle Yayınım (Conducted Emission) Deneyi, cihazdan bağlı olduğu enerji ya da telekomünikasyon şebekesi gibi şebekelere iletim yolu ile yayılan elektromanyetik kirlilik seviyelerini tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.

- Harmonik Akım Yayınımı (Harmonic Current Emmission) Deneyi, cihazın beslenmiş olduğu güç hatlarına 50 Hz frekansında yaymış olduğu 40. harmoniğine kadar olan akımın ölçülmesi amacıyla uygulanmaktadır.
- Gerilim Dalgalanması ve Kırpışma (Voltage Fluctuations and Flicker) Deneyi, cihazın beslenmiş olduğu güç hatlarında meydana getirdiği gerilim dalgalanmaları ve kırpışmanın ölçülmesi amacıyla uygulanmaktadır.

EMC bağışıklı (immunity) deneyleri aşğıdaki şekilde sıralanmaktadır;

- Işınım Bağışıklık (Radiated Immunity) Deneyi, cihazın çalışması esnasında bulunduğu ortamda radyo dalgalarına maruz kalması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- İletimle Bağışıklık (Conducted Immunity) Deneyi, cihazın çalışması esnasında cihaz kablolarına elektromanyetik enerji kuplajlanması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- Ani Voltaj Yükselmesi (Surge) Deneyi, cihazın anahtarlama veya yıldırım düşmesi ile oluşan geçici gerilim kabarmalarına maruz kalması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- Elektriksel Hızlı Geçişler ve Patlama (Electrical Fast Transients and Burst) Deneyi, cihazın elektrik şebekesindeki arızalar veya anahtarlama nedeniyle oluşan kısa süre içerisinde tekrarlanan değışimlere maruz kalması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- Gerilim Çukuru ve Kısa Kesintiler (Voltage Dips, Short Interruptions and Voltage Variations) Deneyi, cihazın çalışması esnasında şebeke geriliminin düşmesi, kısa süreli kesilmesi ve/veya dalgalanması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır.

- Elektrostatik Boşalma (Electrostatic Discharge) Deneyi, cihaza doğrudan ve/veya yakınında bulunan cisimlerle olan teması aracılığıyla statik elektrik boşalması durumunda cihazda meydana gelebilecek performans bozulmalarını tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır (BTK, 2015d).

5.1.2.2. RF Laboratuvarı

RF deneyleri, radyo dalgaları ile çalışmakta olan cihazların normal kullanımlarında çalışma frekanslarını, çıkış güçlerini ve zararlı yayınlarını tespit ederek buldukları ortamda herhangi bir girişime neden olup olmadıklarını belirlemek amacıyla yapılan deneylerdir (BTK, 2015e).

RF standartlarında belirtilen deney parametrelerinin kapsamındaki cihazlar, kullanım amaçlarına göre değil, cihazın iletişim teknolojisi temeline ve frekans bantlarına göre belirlenmektedir. RF laboratuvarındaki deneyler aşağıda sıralanmaktadır:

- Çıkış Gücü Deneyi: Radyo frekans spektrumunda kablosuz çalışan cihazların üreticisi tarafından beyan edilen veya ürün standardında belirtilen çıkış güçlerinde çalışıp çalışmadığını tespit etmek amacıyla yapılır.
- RF İstenmeyen Yayınlar Deneyi: Radyo frekans spektrumunda kablosuz çalışan cihazların, tahsisli frekans veya frekans bantlarında çalışırken, bu frekans veya frekans bandı dışında zararlı yayınlar yapıp yapmadığının tespitidir.
- Frekans Hatası Deneyi: Radyo frekans spektrumunda kablosuz çalışan cihazların, tahsisli frekansta çalışırken, ürün standartlarında belirtilen limit değerler içinde çalışıp çalışmadığının tespitidir.
- Frekans Sapması: Maksimum frekans sapması, modülasyonlu verici sinyalinin anlık frekansı ile vericinin modülasyonsuz frekansı arasındaki maksimum farktır.

- Yan Kanal Gücü: Nominal kanalda çalışan modülasyonlu bir vericinin toplam çıkış gücünün, vericinin alt ve üst yan kanallarının bant genişlikleri içerisinde kanal kısmıdır.
- Frekans Kararlılığı: Batarya ile çalışan bir cihazın, batarya voltajının belirtilen seviyeden aşağı düşmesi durumunda kanallı cihazlar için kanalda kalabilme, kanalsız cihazlar için de çalışma frekansında kalabilme kabiliyetidir (BTK, 2015f).

5.1.2.3. LVD Laboratuvarı

LVD laboratuvarında belirli gerilimi aşmayan şebeke ya da batarya ile beslenen cihazların tüketiciler için yanma, elektrik çarpması ve yaralanma risklerinin azaltılması ve güvenirliliğinin tespiti amacıyla elektriksel, mekanik, ısısal ve çevresel deneyler yapılmaktadır. AB'nin, "belirli gerilim limitleri dâhilinde kullanılması için tasarlanmış elektrikli cihazlarla ilgili AB üye devletlerindeki kanunların uyumlaştırılması direktifi"ne, "Alçak Gerilim Direktifi" denilmektedir ve kısaca LVD direktifi olarak kullanılmaktadır. LVD direktifi, alternatif akım (alternating current – AC) için 50 – 1000 V (Volt) arasında, doğru akım (direct current – DC) için 75 – 1500 V arasındaki çalışma gerilimleri ile kullanılmak için tasarlanmış elektrikli bütün ekipmanlara uygulanmaktadır.

LVD güvenlik deneyleri için uyumlaştırılmış AB standardı olan "EN60950-1 Bilgi Teknolojisi Cihazları - Güvenlik Bölüm 1: Genel Kurallar" başlıklı standart kullanılmaktadır. EN 60950-1 standardı, beyan gerilimi 600 V'u aşmayan, elektrikli ticarî cihazlar ile bunlara bağlı cihazları da kapsayan, batarya veya şebeke ile beslenen bilgi teknolojisi cihazlarına uygulanmaktadır. Yanma, elektrik çarpması ve yaralanma risklerini azaltmaya yönelik güvenlik kurallarını kapsayan bu standart kapsamında uygulanan deneyler, tamamen cihazların kullanıcı için güvenli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Tablo 5.3'te LVD laboratuvarında uygulanan deneyler ve deneye tabi tutulan cihazlara yer verilmektedir.

Tablo 5.3 LVD Laboratuvarında Deneye Tabi Tutulan Cihazlar ve Uygulanan Deneyler

Deneye Tabi Tutulan Cihazlar	Uygulanan Deneyler
Bigi Teknolojisi Cihazları:	Güç arayüzü
	Giriş akımı
	İşaretler ve talimatlar
Access Point	Etiket dayanıklılığı
ADSL Modem	Elektrik çarpması ve enerji tehlikelerinden korunma
DECT Telefon	Deşarj olma süresi
	TNV devreleri
DSL Modem Router (Kablolu/Kablosuz)	Elektriksel yalıtım
	Yalıtma aralıkları, yüzeysel kaçak yolu uzunlukları ve yalıtımla ilgili uzunluklar
IP Tabanlı Telefonlar	Topraklama ve bağlama ile ilgili önlemler
	Kablolama, bağlantılar ve güç kaynağı
Kara EI Telsizi	Şebeke kaynağına bağlantı
Mobil Telefon	Şebeke kaynağından bağlantının kesilmesi
	Cihazların birbirine bağlanması
PMR EI Telsizi	Fiziksel kurallar
Kablolu Sabit Telefon	Mekanik dayanıklılık
	Tasarım ve üretim
	Hareket eden tehlikeli parçalara karşı koruma
	Isıl kurallar
	Mahfazalardaki açıklıklar
	Yangına dayanıklılık
	Temas akımı
	Elektrik dayanımı
	Telekomünikasyon şebekelerine bağlantı

5.1.2.4. SAR Laboratuvarı

BTK SAR laboratuvarı Türkiye'de aktif olarak çalışan tek SAR laboratuvarıdır. SAR değeri bir mobil cihazın kullanımı esnasında vücudun soğurduğu birim kütledeki elektromanyetik güç miktarı olarak ifade edilmektedir (BTK, 2015g).

Bilindiği gibi, elektronik cihazlar iletişim halinde buldukları ortama RF sinyalleri yaymakta ve bu sinyaller ortamda bir elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Cihaz kullanıcıları bu manyetik alanlardan etkilenmekte ve belli miktarlarda enerjiye maruz kalmaktadırlar. Kullanıcıların maruz kaldıkları bu enerjinin zamana göre oranına "Özgül Soğurma Oranı" denmektedir. Söz konusu RF enerjisinin emilim oranı SAR kavramı olarak karşımıza çıkmaktadır ve birimi W/kg'dır. Her cihazın kendine özgü bir SAR değeri vardır. SAR deneyleri ile mobil cihazların çeşitli frekanslarda yaydığı elektromanyetik alanın baş, gövde, tüm vücut ve uzuvlar gibi vücudun çeşitli bölümleri için tanımlanan limit değerleri aşıp aşmadığı belirlenmektedir. SAR deneyleri ile AB Konseyi'nin 1999/519/EC sayılı tavsiye kararıyla AB ülkelerinde uygulanan ve elektromanyetik alanlara maruz kalınabilecek en yüksek SAR değeri olan 2 W/kg (Watt bölü kilogram) limitine uygun olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

SAR laboratuvarında mobil telefonların deneyleri baş üzerinde ve vücut üzerinde olmak üzere iki farklı yöntemle ölçülebilmektedir. Bu deneyler, SAR düzeneğinde insan baş ve vücudunu temsil eden fantomlar üzerinde gerçekleştirilmektedir. Mobil telefon tam şarj edilir ve şebeke simülatörüyle iletişime geçirilmektedir. Baş üzerindeki deneylerde mobil telefon yanak veya 15° açılı olarak ikiz fantomun sağ ve sol tarafına hizalanarak gerçekleştirilirken, vücut üzerindeki deneylerde vücudu temsil eden düz fantomun alt kısmına üretici tarafından aksi belirtilmedikçe 15 mm (milimetre) mesafe bırakılarak gerçekleştirilmektedir.

5.2. R&TTE Direktifi

R&TTE Direktifi, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 1999/5/EC sayılı kararını müteakip 07/04/1999 tarihinde AB Resmi Gazetesinde yayımlanmış ve 08/04/2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir (EC, 1999). Direktif ile birlikte telsiz frekans spektrumunu kullanan, R&TTE Direktifinin Ek-1'inde ve bu çalışmanın EK-3'ünde yer alan cihazlar haricindeki tüm telekomünikasyon ekipmanları ile kamu telekomünikasyon şebekesine bağlanan ekipmanlar kapsam dâhiline alınmıştır. Direktifin amacı, TTTE'nin piyasaya arz edilmesi, serbest dolaşımı ve hizmete sunulmasını uyumlu hale getirmek için düzenleyici çerçeveyi kurmaktır. Direktif AB üyesi olan ve müzakere halinde olan ülkelerde ulusal mevzuatlara göre uyumlaştırılmıştır.

R&TTE Direktifi, tip onayı sisteminin ve 98/13/EC¹² sayılı telekomünikasyon ekipmanları direktifinin yerini almıştır. Direktif aynı zamanda EMC ve LVD direktiflerinin gerekliliklerini de kapsamaktadır (ODTR, 2000).

Kendinden önceki uygulamalarla kıyaslandığında R&TTE Direktifinin getirdiği önemli değişiklikler;

- Uygunluk beyanının üreticinin sorumluluğunda olması,
- Tüketici cihazları için tek bir pazar oluşturulması,
- Gerekliliklerin azaltılması,
- Şebeke arayüz kıstaslarının yayımlanması,
- Radyo frekans planının yayımlanması,
- Spektrumun etkin kullanılması,
- Temel gerekliliklerin belirlenmesi ve
- Ekipmanın tasarlanan kullanımı konusunda bilgi verilmesi

¹² 98/13/EC: Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 98/13/EC sayılı ve 12/02/1998 tarihli kararı ile yayımlanan, 'Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları ve Uydu Yer İstasyon Ekipmanları ve Bunların Uygunluklarının Karşılıklı Olarak Sağlanması' direktifidir.

şeklinde sıralanmaktadır (Sadın, 2013).

R&TTE Direktifi kapsamındaki cihazlar iletişim şekillerine göre sınıflandırılmış ve EK-4'te bu cihaz sınıflandırmasına yer verilmiştir.

AB piyasasına sürülen tüm cihazlar direktife uymak zorundadır. Cihaz üreticileri, cihazın R&TTE Direktifindeki temel gereklere uygun olmasını sağlamak zorundadırlar. Direktifte yer alan temel gereklilikler Tablo 5.4'te verilmektedir.

Tablo 5.4 R&TTE Direktifinde Yer Alan Temel Gereklilikler

Madde		Açıklama
Madde 3.1	(a)	LVD Direktifindeki gerilim sınırlamasına bakılmaksızın, tüm cihazların, kullanıcı ve diğer kişilerin sağlığını ve güvenliğini sağlaması gerekmektedir.
	(b)	Tüm cihazların EMC Direktifinde yer alan gerekliliklere uygun olması gerekmektedir.
Madde 3.2		Telsiz ekipman ¹³ larının, karasal/uzaysal telsiz haberleşmesine tahsis edilen spektrumu ve yörünge kaynaklarını enterferansa sebep vermeyecek şekilde etkin kullanmaları gerekmektedir.
Madde 3.3	Genel	Madde 15'te yer alan gerekliliklere göre, Komisyon aşağıdaki belli cihaz sınıfları veya özel tip cihazlarla ilgili karar alabilmektedir;
	(a)	Şebeke aracılığı ile diğer parçalarla birlikte çalışabilen ve uygun tipteki arayüzlere bağlanabilen cihazlar
	(b)	Şebekeye veya işlevselliğine zarar vermeyen veya yanlış kullanmayan, hizmetin kabul edilemez derecede azalmasına sebep vermeyen cihazlar
	(c)	Kullanıcıların ve abonelerin kişisel verilerini ve gizliliğini koruyan önlemleri sağlayan cihazlar
	(d)	Dolandırıcılığı engelleyen belirli özellikleri destekleyen cihazlar
	(e)	Acil servislere erişimi sağlayan belirli özellikleri destekleyen cihazlar
	(f)	Engelli kullanıcıların kullanımını kolaylaştırmak amacıyla belirli özellikleri destekleyen cihazlar

Kaynak: (EC, 1999)

¹³ Telsiz Ekipmanı: R&TTE Direktifinde 9 KHz (Kilohertz) ile 3000 GHz (Gigahertz) frekans aralığında suni bir iletim olmaksızın uzayda yayınlanan radyo dalgaları göndermek veya almak suretiyle iletişim sağlayan cihaz ve sistemler olarak tanımlanmaktadır.

5.2.1. TTTE yönetmeliği

AB uyum süreci kapsamında R&TTE Direktifi, BTK tarafından ülke mevzuatına uyumlaştırılmış olup 'Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları (TTTE)' Yönetmeliği hazırlanmış ve 11/05/2003 tarih ve 25015 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Daha sonra bu yönetmelik yeniden düzenlenmiş olup 24/03/2007 tarih ve 26472 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

TTTE Yönetmeliği; cihazların piyasaya arz koşulları, PGD, güvenli olmayan cihazların piyasaya arzının yasaklanması, toplatılması veya bertaraf edilmesi, uygunluk değerlendirme prosedürleri, Onaylanmış Kuruluşların çalışma usul ve esasları, CE işareti, uygulamalarla ilgili olarak, AB Komisyonuna, AB üyesi ülkelere ve diğer AB kuruluşlarına yapılması öngörülen bildirimler gibi hususları düzenlemektedir (BTK, 2007).

TTTE Yönetmeliği kapsamında BTK tarafından bazı düzenlemeler yapılmıştır (BTK, 2015h). Bunlar;

- Bildirim Formu; AB'ye paralel olarak, frekans veya güç kısıtlamasına sahip telsiz ekipmanları ithalatçısı veya yetkili temsilcisinin cihazı piyasaya arz etmeden 4 hafta önce 'Sınıf 2¹⁴ Bildirim Formu'nu BTK'ya teslim etmesi gerekmektedir.
- Piyasa Gözetimi ve Denetimi; TTTE'nin piyasaya arzı aşamasında veya piyasada iken ilgili teknik düzenlemelere uygunluğunun denetimine ilişkin usul ve esasları belirlemek amacıyla, BTK tarafından 'TTTE'nin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik' hazırlanmış olup güncel hali 06/02/2013 tarih ve 28551 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

¹⁴ Sınıf 2: BTK tarafından servis verilmesi ve piyasada yer alması hususunda kısıtlama uygulanan telsiz ekipmanlarını tanımlar.

- Arayüz Kriterleri; TTTE'nin bağılandıkları kamu şebekesine zarar vermemesi gereği çerçevesinde, Türk Telekom A.Ş. internet sitesinde yayımlanmakta olan kriterlerdir.
- Onaylanmış Kuruluşlar; TTTE Yönetmeliği kapsamında görev yapacak Onaylanmış Kuruluşlara dair usul ve esasları belirlemek amacıyla, BTK tarafından 'Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelik' hazırlanmış ve 26/02/2014 tarihinde yürürlüğe girmiştir.
- TÜRKA ile BTK Arasında Protokol; Onaylanmış Kuruluşların BTK tarafından belirlenmesi amacıyla imzalanmış ve 09/12/2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir.
- Uyumlaştırılmış Standartlar; İlgili standartların listesi 'TTTE Yönetmeliğinin Atıfta Bulunduğu Standartlara Dair Tebliğ (2007/1)'in ekinde 18/08/2007 tarih ve 26617 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış ve yürürlüğe girmiştir.

5.2.2. RED

Telsiz Ekipmanları Direktifi (Radio Equipment Directive-RED), Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 2014/53/EU sayılı karar ile kabul edilmiştir. Direktif, 22/05/2014 tarihli AB Resmi Gazetesinde yayımlanmıştır, ancak AB üye ve aday ülkelere R&TTE Direktifinin yürürlükten kalkma tarihi olan 12/06/2016'ya kadar ulusal mevzuatlarını RED'e göre uyumlaştırmaları için süre tanınmıştır.

AB; ticari işletmeler üzerindeki gereksiz idari yükleri azaltmak, direktifte mevcut bulunan bazı belirsizlikleri gidermek, taşınabilir cihazlar (cep telefonu, tablet, giyilebilir saat, gözlük vb.) için ortak şarj cihazı yardımıyla kullanım kolaylığı sağlamak, çevreye verilen kirliliği azaltmak gibi amaçlarla R&TTE Direktifini değiştirmeye karar vermiştir.

RED ile birlikte bazı değişiklikler yapılmış ve R&TTE Direktifi kapsamında yaşanan sorunlar giderilmeye çalışılmıştır. Yapılan değişiklikleri kısaca şöyle sıralamak mümkündür;

- Direktifle birlikte sadece telsiz ekipmanları kapsam altına alınmaktadır. Daha önceden kapsamda olan kamu şebekesine bağlı sabit TTTE'ler EMC ve LVD direktifleri kapsamında olacaktır.
- Daha önceden kapsam dışı olan kablo ve tellerden, sadece ses ve televizyon alıcısı olarak hizmet verenler direktif kapsamına alınmıştır.
- Bazı tanımlamalar eklenmiş ve güncellenmiştir. Bu kapsamda telsiz ekipmanlarının tanımı netleştirilerek telsiz haberleşmesi yapan tüm cihazlar kapsama alınmıştır.
- Telsiz ekipmanının spektrumu etkili kullanması yanında verimli kullanması gerekliliği belirtilmiştir. Yine telsiz ekipmanının ortak şarj cihazı gibi aksesuarlarla birlikte çalışabilmesi gerektiği belirtilmiştir.
- Üreticilerin yükümlölükleri yeni maddelerle daha net belirlenmiş ve imalatçılara teknik dosyayı merkezi veri tabanına koyma zorunluluğu getirilmiştir.
- Yetkilendirici kuruluşlar ve onaylanmış kuruluşlar ile ilgili görev sorumlulukları belirleyen yeni maddeler eklenmiştir.
- Direktifi uygulama hususunda üye devletlere iki yılda bir bildirim yapma zorunluluğu getirilmiştir.

RED ile birlikte BTK'nın, TTTE ve TTTE'nin Piyasa Gözetimi ve Denetimi yönetmeliklerini güncellemesi ve AB ile uyumlu hale getirmesi gerekebilecektir.

5.3. Türkiye'de ve Dünya'da PGD'nin İlerleme Durumu ve Yenilikler

PGD, temelde ürün güvenliği kavramını esas alan ve bunu sağlamak amacıyla oluşturulan faaliyetler bütünü olarak da değerlendirilebilmektedir. Küreselleşen dünyada çok çeşitli ürün yelpazesiyile birlikte çok ciddi ticari bir dolaşım söz konusu olmaktadır. Bu kapsamda düşünöldüğünde ürün güvenliği hususu;

insan sağlığı ve güvenliğinin yanında RED'de de bahsedildiği üzere çevrenin ve hayvanların da sağlığı ve güvenliği önemli bir gündem oluşturmaktadır. Türkiye'de ve birçok ülkede ürün güvenliği hususu artık bir kamu görevi haline almaktadır.

TTTE'nin Piyasa Gözetimi ve Denetimi Türkiye'de bilindiği üzere BTK tarafından gerçekleştirilmektedir. Etkin ve verimli bir PGD gerçekleştirebilmek; iyi işleyen, risk değerlendirmesi yapabilen, teknik yeterliliğe sahip personel ve laboratuvar ile mümkün olabilmektedir. Ayrıca, mevcut durum sürekli değerlendirilerek eksik hususlar üzerinde durulması yoluyla da ileriye dönük gelişme kaydetmek mümkün olabilmektedir.

Hem Türkiye'de hem dünyada mevcut durumda, R&TTE kapsamındaki cihazlar için PGD uygulanmaktadır. Bu kapsamdaki cihazların genel bir sınıflandırmasına EK-4'te yer verilmektedir. Bu kapsamda 2008-2013 yılları arasında Türkiye'de 70 ilde, 876 marka ve 3202 model cihaz için toplam 5131 PGD gerçekleştirilmiştir. Denetlenen bu cihazlarda 826 aykırılık ve 13 uygunsuzluk tespit edilmiştir. Yine gerçekleştirilen bu denetimlerde laboratuvar da test edilmek üzere 788 numune cihaz alınmış ve bunların 69'u testlerden kalmış ve güvensiz olarak belirlenmiştir.

Yıllara göre gelişen ve izlenen bu duruma göre PGD sürekli kendini güncellemekte ve çoğunlukla riskli olduğu değerlendirilen ve şüphede duyulan ekipman üzerine denetimler yoğunlaştırılmaktadır.

AB'de genellikle PGD planlamaları uzun vadeli plan olarak bilinen 3-5 yıllık planlar şeklinde olmaktadır. AB'de planlamalar; kaza rapor ve istatistikleri, tüketici şikâyetleri, RAPEX¹⁵ gibi çeşitli veri tabanlarında toplanan bilgiler, üretici ve ithalatçılardan toplanan bilgiler ve önceki PGD sonuçlarına öncelik

¹⁵ RAPEX: Rapid Exchange of Information System (Hızlı Değerşen Bilgi Sistemi), tehlikeli ürünlerin AB dâhilinde çabuk öğrenilebilmesi amacıyla oluşturulmuş bir uyarı sistemidir.

tanınarak yapılmaktadır. PGD, AB'de esasen mevcut kaynakları etkin kullanarak ürün güvenliğini en üst düzeye çıkarmak için yapılmaktadır.

R&TTE Direktifi ve RED kapsamına bakıldığı zaman dünyada tüm cihazların denetim altında olduğu ve test edildiğini söylemek imkânsızdır. Çok geniş cihaz ve ekipman yelpazesi dolayısıyla da bütün cihazları denetlemek mümkün görünmemektedir.

BTK'da PGD'si ve laboratuvar testi yapılmakta olan cihaz çeşitliliğini artırma düşüncesi sürekli gündeme gelmektedir. Daha fazla ürünü denetlemek daha fazla ekipmanın ve daha çok kişinin güvenliğini ve sağlığını koruma anlamlarına gelmektedir. Bu hususta TED Başkanlığı ve PGM bünyelerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Giyilebilir cihazların PGM'de test edilebilmesi sürecinin araştırılması amacıyla PGM tarafından bir rapor hazırlanmış ve TED'e sunulmuştur. Yine bilgi teknolojisi cihazlarında kullanılan bataryalara uygulanabilecek güvenlik testlerinin araştırılması konusunda da PGM LVD laboratuvar grubu tarafından bir rapor hazırlanarak TED'e sunulmuştur. Ayrıca 2013 ve 2014 yılları TÜRKAK denetimleri sonrasında denetçilerin de önerilerine binaen PGM'de test edilebilen cihaz kapsamı genişletilmiş ve daha çok cihaz PGD faaliyetine tabi olmuştur. Bu çalışmalar ışığında PGD faaliyetleri kapsam genişletme ve daha çok ürünü denetleme hususlarında önemli gelişme kaydetmeye devam etmektedir. Ayrıca, RED kapsamında yeni cihaz yelpazesi oluşmaktadır. İlerleyen süreçlerde Türkiye'nin de bu kapsamda kendini uyumlaştırmak durumunda olacağı düşünülmektedir.

6. PGD KAPSAMINDA M2M İNCELEMESİ

Bu bölümde öncelikle PGD kapsamında genel bir M2M değerlendirmesi yapılmaktadır. Daha sonra ise PGM bünyesindeki laboratuvarlar açısından M2M cihazları için incelemeler yapılmaktadır.

6.1. Genel Değerlendirme

BTK tarafından gerçekleştirilmekte olan PGD faaliyetleri, R&TTE kapsamındaki cihazlar ekseninde uygulanmaktadır. Çalışmanın önceki bölümlerinde ifade edildiği gibi, R&TTE kapsamına giren bütün cihazlara PGD uygulanamamakta ve tamamı test edilememektedir. Hâlihazırda, GSM teknolojisi kullanılan mobil cep telefonları başta olmak üzere, DECT telefonlar, kablolu sabit telefonlar, PMR el telsizleri, kablolu/kablosuz modemler ve IP tabanlı telefonlar PGD kapsamında denetlenmekte ve laboratuvarında test edilmektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte pek çok yeni cihaz ortaya çıkmakta ve yaygın kullanılmaya başlanmaktadır. Tüketicilerin yoğun kullanımında olan bu tip cihazları ürün güvenliği kapsamında denetlemek ve güvenilirliklerini test etmek PGD faaliyetlerinin temel unsurlarındandır.

Bu kapsamda düşünüldüğünde, M2M cihazları daha önce de anlatıldığı üzere kablolu ve kablosuz iletişim teknolojilerini kullanmaktadır. Kullandıkları teknolojiye göre sınıflandırılabilen M2M cihazlarını, R&TTE kapsamındaki cihaz sınıflarıyla beraber düşünmek daha doğru olacaktır.

Örn., R&TTE kapsamında olan ve BTK tarafından PGD'si yapılmakta olan cep telefonları GSM teknolojisini kullanmaktadırlar. Buna benzer şekilde evlerde, işyerlerinde vb. alanlarda kullanılmakta olan akıllı sayaçların büyük bir bölümü de yine GSM teknolojilerini kullanmaktadırlar. Bu çerçeveden bakıldığında bu

iki cihaz çeşidini PGD kapsamında aynı sınıfta ve kullanıcı için oluşturdukları riskleri yine aynı şekilde değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Wi-Fi teknolojisi ile çalışan modemler, BTK tarafından PGD faaliyetine tabi tutulmaktadır. M2M cihazları içerisinde Wi-Fi teknolojisi ile çalışmakta olan pek çok cihaz bulunmaktadır. Beyaz eşyalar Wi-Fi teknolojisi kullanılarak M2M cihazı haline getirilmektedir. Yine yukarıdaki bakış açısıyla kullanıcılar için Wi-Fi teknolojisi ile çalışan modemler ne kadar risk oluşturmakta ise, beyaz eşyalar da aynı seviyede risk oluşturmaktadır.

Bu ve benzeri örnekleri çoğaltmak mümkündür. Bu örneklerden anlaşılacağı üzere, M2M cihazları kullandıkları teknolojilere göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar kapsamında da kullandıkları teknolojiler, R&TTE kapsamındaki cihazlarda kullanılan teknolojilerle birebir örtüşmekte ve kullanıcılar açısından benzer riskler muhteva etmektedir.

PGD faaliyetleri cihaz piyasa sürüldükten sonra yapılabildiği gibi, cihaz üretim aşamasındayken de yapılabilmektedir. M2M cihazlarını her anlamda diğer R&TTE cihazları gibi düşünmek pek doğru olmayacaktır. M2M cihazları, mobil telefon gibi önemli sayılarda üretilip piyasaya sürülen ve pek çok noktada satışa sunulan cihazlar gibi yaygın kullanıma sahip değillerdir. Bu kapsamda düşünüldüğünde M2M cihazlarının PGD'ye tabi tutulması noktasında bazı sorunlar gözükmemektedir. Bunlar;

- Piyasada ve satış noktalarında yaygın şekilde M2M cihazı satışı bulunmaması,
- Kullanıcı ve müşteri talepleri ve ihtiyaçları doğrultusunda, üreticiler tarafından üretilmesi nedeniyle her cihazda farklılıklar arz edebilmesi,
- Bazı cihazlar yerli üreticiler, bazı cihazlar da yabancı üreticilerce üretilmektedir. Üreticilerle iletişime geçilmesi hususunda yabancı üreticisi olan cihazlarda bazı sorunlar yaşanabilmesi gibi sorunlardır.

6.2. PGM Kapsamında M2M İncelemesi

PGD faaliyetlerinin önemli bir kısmını PGM laboratuvarında yapılmakta olan testler oluşturmaktadır. Piyasadan toplanan cihazlar PGM laboratuvarına gönderilmekte ve EMC, RF, LVD ve SAR laboratuvarlarında R&TTE kapsamındaki bu cihazlara çeşitli testler uygulanmaktadır. Uygulanan bu testler sonucunda cihazların kullanıcılar için risk oluşturma durumu denetlenmektedir.

PGM bünyesindeki her laboratuvarda kendine özgü standartlar ve direktifler bulunmakta ve bu standart ve direktifler çerçevesinde cihazlara testler uygulanmaktadır. Çalışmanın bu kısmında M2M cihazları PGM bünyesindeki laboratuvarlar çerçevesinde değerlendirilecektir.

6.2.1. EMC deneyleri için inceleme

EMC deneylerinde bir ekipman veya sistemin kendi elektromanyetik ortamında, o ortamda bulunan herhangi bir ürün veya sisteme telafi edilemez bir elektromanyetik bozulma vermeksizin çalışabilmesinin yanında, ortamdaki elektromanyetik gürültülere maruz kaldığında istendiği şekilde çalışmasına devam edebilme yeteneği ölçülmektedir.

TTTE'lerin;

- Havaalanı yakınlarında çalışan uydu alıcı cihazlarının uçak iniş sistemlerini etkilemesi,
- Radyo kulesi yakınında uçan bir helikopterin kontrolden çıkabilmesi,
- Cep telefonu veya kablosuz iletişim cihazlarının; araçların fren sistemlerini, klima veya elektronik kontrol donanımlarını olumsuz etkileyebilmesi,
- Bilgisayarların radyo yayınlarını bozabilmesi ve

- Hastanelerde cep telefonu ve benzeri kablosuz iletişim cihazlarının tıbbi cihazları etkileyebilmesi

gibi olaylara sebebiyet vermeyecek şekilde elektromanyetik uyumluluk koşulları dikkate alınarak üretilmesi, piyasaya arz edilmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir (Bakmaz, 2009).

TTTE'lerin elektromanyetik uyumluluk koşullarına uygunluğunun sağlanması amacıyla çeşitli standartlar ve EMC Direktifi yayınlanmıştır. R&TTE Direktifi temel gereklilikler madde 3.1.b'de, tüm TTTE'nin EMC Direktifi gerekliliklerine uygun olarak üretilmesi gerekliliği belirtilmektedir. Ekipmanlar, EMC Direktifi ve diğer gereklilikleri yerine getirmek amacıyla PGM bünyesindeki EMC laboratuvarında teste tabi tutulmaktadır. Bu testler çeşitli standartlar kapsamında yapılmaktadır.

EMC deneylerinde ölçüm metotları temel standartlarla uygun olarak belirlenmektedir. Yayınım testleri için EN 55022 ve EN 61000-3 temel standartları, bağışıklık testleri için ise EN 55024 ve EN 61000-4 temel standartları kullanılmaktadır. Ayrıca ürün gruplarına göre standartlar bulunmaktadır. GSM (2G) teknolojisiyle çalışan cihazlar için EN 301-489-1/-7 standartları, UMTS (3G) teknolojisiyle çalışan cihazlar için EN 301-489-1/-24 standartları ve Bluetooth veya Wi-Fi gibi genişbant veri iletişimi teknolojileriyle çalışmakta olan cihazlar içinse EN 301-489-1/-17 standartları kullanılmaktadır.

Tablo 2.5 ve 2.6'da yer verildiği üzere M2M cihazları da kablolu ve kablosuz iletişim yöntemlerini kullanmaktadır. M2M cihazlarının önemli bir kısmı GSM teknolojisini kullanmaktadır. Daha önceki kısımlarda anlatıldığı üzere tüm dünyada mobil M2M bağlantı sayıları da bu veriyi desteklemektedir. GSM sistemli çalışan M2M cihazları 2G'de veri ve SMS iletişimi yapmaktadır. Ancak Bluetooth, Wi-Fi ve ZigBee gibi sistemleri kullanan cihazlar da önemli ölçüde bulunmaktadır.

Bu kapsamda bakıldığında çalıştığı teknolojiler uyarınca M2M cihazlarının yukarıda bahsedilen elektromanyetik uyumluluk koşullarını bozacak olaylara sebebiyet verebilecekleri görülmektedir. Bu nedenle bu koşulları sağlamaları açısından üretim, piyasaya arz ve piyasada denetim aşamaları kapsamında değerlendirilebileceği görülmektedir.

PGM bünyesindeki EMC laboratuvarında, hâlihazırda eldeki altyapıyla beraber 2G sistemli telefonlar, DECT telefonlar, PMR cihazları ve kablolu sabit telefonlar test edilmektedir.

M2M cihazlarının teknolojileri düşünüldüğünde 2G sistemli cihazlar, mobil telefonlarla oldukça benzer sistemde çalışmakta ve teste tabi tutulma açısından EMC laboratuvarında benzerlik göstermektedirler. Bu kapsamdaki cihazlara; ışınlama yayılımı, ışınlama bağışıklık, iletimle yayılımı, iletimle bağışıklık, ani voltaj yükselmesi, elektriksel hızlı geçişler ve patlama, gerilim çukuru ve kısa kesintiler ve elektrostatik boşalma deneyleri uygulanmaktadır.

3G ve 4G/LTE sistemi, Bluetooth, Wi-Fi ve ZigBee gibi teknolojiler kullanan cihazlar; EMC laboratuvarında teknik altyapı sebebiyle test edilememektedir. Bu cihazların mevcut altyapıyla, normal kullanım koşulları simüle edilememektedir. Bu kapsamda düşünüldüğünde bu teknolojilerle çalışmakta olan M2M cihazlarının test edilebilirliği açısından, mevcut durumdaki altyapı yeterli gözükmemektedir. Tablo 6.1'de M2M cihazları için EMC deney değerlendirmesi yer almaktadır.

Tablo 6.1 M2M Cihazı İçin EMC Deney Değerlendirmesi

Deneyler	Açıklamalar
Ön Değerlendirme	Cihazın R&TTE kapsamına girip girmediğine bakılır. Eğer giriyorsa yukarıda bahsedilen standartlar kapsamında deneyler uygulanır.
İşinimla Yayınım Deneyi (EN 55022 Standardı)	<p>Amaç: Cihazın bulunduğu ortama işinim yoluyla yaydığı elektromanyetik gürültü seviyeleri ölçülmektedir. EN 55022 standardında cihaz türüne göre belirtilen limit değerlere uygunluk kontrol edilir. 30 – 1000 MHz frekans aralığında uygulanmaktadır.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, buldukları ortama elektromanyetik gürültü yayarlar. Böylece diğer cihazların çalışmalarını bozabilir ve bu sebeple ciddi sonuçları olan tehlikelere yol açabilirler. Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkileri olduğu gözlemlenmektedir. Yüksek elektromanyetik alana maruz kalan insanlarda kanser, lösemi gibi hastalıklar ve yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi gibi sorunların yaşandığı gözlenmektedir (EMO, 2015).</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 30 – 1000 MHz frekans aralığında çalışan M2M cihazları, buldukları ortama elektromanyetik gürültü yayarsa, diğer cihazları çalışamaz duruma getirebilir ve bozabilirler. Ayrıca insan sağlığı açısından yukarıda bahsedilen riskleri taşıyabilir.</p> <p>Öneri: 30 – 1000 MHz frekans aralığında çalışan M2M cihazlarının, bu deneye tabi tutularak belirtilen riskler açısından denetlenmesi gerekmektedir.</p>
İletimle Yayınım Deneyi (EN 55022 Standardı)	<p>Amaç: Cihazın bağlandığı şebekeye kabloları yoluyla ilettiği elektromanyetik gürültü seviyeleri ölçülmektedir. EN 55022 standardında cihaz türüne göre belirtilen limit değerlere uygunluk kontrol edilir. 150 KHz ile 30 MHz frekans aralığında uygulanmaktadır.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, bağlandıkları şebekeye elektromanyetik gürültü yayarlar. Böylece diğer cihazların, Örn. yüksek gürültü yayan bir cihaz bir evde kablo şebekesine bağlı buzdolabı, klima, televizyon vb. çalışmalarını bozabilir. Bu da insan yaşamını olumsuz etkiler.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 150 KHz ile 30 MHz frekans aralığında çalışan M2M cihazları, Örn. bir akıllı sayaç, bağlandıkları şebekeye elektromanyetik gürültü yayarsa, bahsedilen cihazların çalışmalarını bozarlar.</p>

Tablo 6.1 M2M Cihazı İçin EMC Deney Değerlendirmesi (Devam)

	<p>Öneri: 150 KHz ile 30 MHz frekans aralığında çalışan M2M cihazlarının, ışınımla yayılım deneyine tabi tutulması ve çalıştıkları şebekeye yaydıkları elektromanyetik gürültünün belirlenmesi gerekmektedir.</p>
<p>İşinimla Bağışıklık Deneyi</p> <p>(EN 55024 Standardı)</p>	<p>Amaç: Cihazın, normal yaşam koşullarında maruz kalabileceği elektromanyetik dalgalara karşı dayanıklılığı veya tepkisi test edilmektedir. 80 – 1000 MHz frekans aralığında uygulanmaktadır. Ayrıca cihaza özel standart varsa, o kapsamdaki frekanslarda da uygulanır. Örn. GSM için 1,4 – 2,0 GHz frekans aralığında da uygulanır.</p> <p>Risk: Dayanıklılığı yeterli olmayan cihazlar; gürültüyü şebekeye ve kullanıcıya aktarabilir. Böylece; hem şebekedeki diğer cihazların çalışmasını bozabilir hem de kullanıcılar için elektromanyetik alan maruziyeti oluşturabilirler. Işınımla yayılım deneyinde bahsedilen risklere sebebiyet verebilirler.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 80 – 1000 MHz frekans aralığında (GSM için 1,4 – 2,0 GHz aralığı da dâhil) çalışan M2M cihazlarının dayanıklılıkları yeterli değilse, diğer cihazları çalışamaz duruma getirebilir ve kullanıcılara elektromanyetik alan dolayısıyla zarar verebilirler.</p> <p>Öneri: 80 – 1000 MHz frekans aralığında (GSM için 1,4 – 2,0 GHz aralığı da dâhil) çalışan M2M cihazlarının, ışınımla bağışıklık deneyine tabi tutulması ve elektromanyetik dayanıklılıklarının denetlenmesi gerekmektedir.</p>
<p>İletimle Bağışıklık Deneyi</p> <p>(EN 55024 Standardı)</p>	<p>Amaç: Cihazın, bağlı bulunduğu şebekeden kabloları yoluyla maruz kalabileceği elektromanyetik gürültüye karşı dayanıklılığı veya tepkisi test edilmektedir. 150 KHz ile 80 MHz frekans aralığında (gerekirse 230 MHz'e kadar) uygulanmaktadır.</p> <p>Risk: Dayanıklılığı yeterli olmayan cihazlar; gürültüyü şebekeye ve kullanıcıya aktarabilir. Böylece, hem şebekedeki diğer cihazların çalışmasını bozabilir hem de kullanıcılar için ışınımla yayılım deneyinde bahsedilen tehlikeli riskleri oluşturabilirler.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 150 KHz ile 80 MHz frekans aralığında (gerekirse 230 MHz'e kadar) çalışan M2M cihazlarının dayanıklılıkları yeterli değilse, diğer cihazları çalışamaz duruma getirebilir ve kullanıcılara sağlık açısından zarar verebilirler.</p> <p>Öneri: 150 KHz ile 30 MHz frekans aralığında çalışan M2M cihazlarının, iletimle bağışıklık deneyine tabi tutulması ve elektromanyetik dayanıklılıklarının denetlenmesi gerekmektedir.</p>

6.2.2. RF deneyleri için inceleme

R&TTE Direktifi temel gereklilikler madde 3.2'de;

Telsiz ekipmanlarının, karasal/uzaysal telsiz haberleşmesine tahsis edilen spektrumu ve yörünge kaynaklarını enterferansa sebep vermeyecek şekilde etkin kullanmaları gerekmektedir

hükmü bulunmaktadır.

Bu hüküm gereğince; alıcı/verici, sadece alıcı veya verici özelliğe sahip telsiz haberleşme cihazlarının frekans spektrumunu verimli kullanmaları ve enterferansa sebebiyet vermemeleri için çalıştıkları ortamdaki radyo yayınımları RF deneyleri kapsamında ölçülmektedir (Öncü, 2011).

RF deneyleri çerçevesinde, frekans spektrumunda radyo dalgaları ile kablosuz olarak çalışmakta olan cihazların normal kullanımlarında çalışma frekanslarının, çıkış güçlerinin ve zararlı yayınların tespit edilerek buldukları ortamda herhangi bir enterferansa neden olup olmadıklarının tespiti yapılmaktadır.

RF deneyleri ETSI tarafından yayımlanmış standartlar çerçevesinde yapılmaktadır. 2G sistemli cihazlar için EN 301 511 RF standardı, DECT telefonlar için ise EN 301 406 RF standardı kullanılmaktadır.

RF standartlarında belirtilen deney parametrelerinin kapsamındaki cihazlar, kullanım amaçlarına göre değil, cihazın iletişim teknolojisi temeline ve frekans bantlarına göre belirlenmektedir. PGM bünyesindeki RF laboratuvarında mevcut durumda GSM sistemli telefonlar, DECT telefonlar, PMR cihazları, ADSL modemler ve muadil kablosuz ekipmanlar test edilmektedir.

RF iletişim özellikleri aynı olan 2G sistemli bir M2M cihazı ile bir cep telefonu RF testlerinin gerçekleştirilmesi bakımından farklılık arz etmemektedir. Bu kapsamdaki cihazlara; çıkış gücü ve istenmeyen yayınlar deneyleri uygulanabilmektedir.

3G ve 4G/LTE teknolojilerini kullanmakta olan cihazlar mevcut altyapı ile test edilememektedir. Bu teknolojiyle test uygulayabilmek için cihazların ilgili çalışma bantlarında simüle edilmesi gerekmektedir. Bu teknolojilerle çalışmakta olan M2M cihazlarının mevcut altyapı ile test imkânı mümkün olmamaktadır.

Wi-Fi teknolojisi kullanan cihazların testleri mevcut durumda ADSL hat özelliği kullanılarak belli oranda gerçekleştirilmektedir. Ancak bu deneyler cihaz maksimum çıkış gücünde yapılamamaktadır. Wi-Fi ile çalışan M2M cihazlarının da bu kapsamda kısıtlı olsa da test edilebileceği öngörülmektedir. Ancak mevcut altyapı ile tam kapasite test uygulamak için gerekli şartlar sağlanamamaktadır.

Bluetooth ve RFID teknolojileri ile çalışmakta olan cihazlar mevcut altyapı imkânları ile test edilememektedir. Bu kapsamdaki M2M cihazlarının testleri de hâlihazırda mümkün gözükmemektedir.

RF Standartları frekans bantlarına göre ayrılmış durumdadır. GSM 900 ve GSM 1800 MHz bantlarında EN 301 511, 2,4 GHz bandını kullanan Wi-Fi cihazlarında ise EN 300 328 standardı kullanılmaktadır. Uygulanan testler ise aynıdır. Bunlar çıkış gücü ve istenmeyen yayınlar deneyleridir. M2M cihazları için RF deney değerlendirmelerine Tablo 6.2'de yer verilmektedir.

Tablo 6.2 M2M Cihazı İçin RF Deney Değerlendirmesi

Deneyler	Açıklamalar
Ön Değerlendirme	RF deneyleri, RF iletişimi yapan telsiz ekipmanlarına uygulanır. RF deneylerinde öncelikle cihazların çalıştıkları frekans aralıkları değerlendirilir. Kullanılacak standarda buna göre karar verilir ve yukarıda anlatılan standartlar kullanılır. GSM 900 ve GSM 1800 MHz frekans bantlarında çalışan bir M2M cihazı için deney incelemesi aşağıda yapılacaktır.
RF Çıkış Gücü Deneyi (EN 301 511 ve TS 151 010-1 Standartları)	<p>Amaç: Verici veya alıcı-verici telsiz haberleşme cihazlarının çıkış güçlerini ölçmek amacıyla yapılmaktadır. Ölçülen değerler TS 151 010-1 standardında belirtilen değerler (GSM 900 için 33 ± 2 dBm (desibel-miliwatt), GSM 1800 için 30 ± 2 dBm) arasında olmalıdır.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, diğer cihazlar için enterferansa sebebiyet verirler. Çıkış gücü eğer limitten düşük olursa yakınlardaki cihazların çalışması etkilenir, yüksek olursa da uzaktaki cihazlar etkilenir.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: GSM 900 ve GSM 1800 MHz frekanslarında çalışan M2M cihazlarının; RF çıkış güçleri belirtilen aralıkların dışarısında ise, bu cihazlar diğer cihazlarda enterferansa sebebiyet vererek çalışmalarını etkilerler.</p> <p>Öneri: Yukarıda bahsedilen riskler çerçevesinde GSM 900 ve GSM 1800 MHz frekanslarında çalışan M2M cihazlarının, RF çıkış gücü deneyine tabi tutulması gerekmektedir.</p>
RF İstenmeyen Yayınlar Deneyi (EN 301 511 ve TS 151 010-1 Standartları)	<p>Amaç: Alıcı, verici veya alıcı-verici telsiz haberleşme cihazlarının, çalışma frekansları dışında yayınladıkları harmoniklerinin seviyelerini ölçmek amacıyla yapılmaktadır. Ölçülen değerler TS 151 010-1 standardında belirtilen limit değerlere (-30 veya -36 dBm) uygun olmalıdır.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, diğer cihazlar için enterferansa sebebiyet verirler. Örn. uçaklar 120 MHz civarı frekanslarda çalışmaktadırlar. Bu frekansta istenmeyen yayın olursa uçaklar bu durumda sorun yaşayabilirler. 2014 yılında Edime Polis Radyosunun frekansı bazı uçakların haberleşme sistemine karıştığı için radyo, yayınlarına ara vermiştir (Radikal, 2014).</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: GSM 900 ve GSM 1800 MHz frekanslarında çalışan M2M cihazlarının; istenmeyen yayınları belirtilen limitlerin üstünde ise, bu cihazlar diğer cihazlarda enterferansa sebebiyet vererek çalışmalarını etkilerler.</p> <p>Öneri: Yukarıda bahsedilen riskler çerçevesinde GSM 900 ve GSM 1800 MHz frekanslarında çalışan M2M cihazlarının, RF istenmeyen yayınlar deneyine tabi tutulması gerekmektedir.</p>

6.2.3. LVD deneyleri için inceleme

LVD Laboratuvarında 600 V beyan gerilimini aşmayan, şebeke ya da batarya ile beslenen cihazların tüketiciler için yanma, elektrik çarpması ve yaralanma risklerinin azaltılması ve güvenilirliğinin tespiti amacıyla elektriksel, mekanik, ısısal ve çevresel deneyler yapılmaktadır. LVD laboratuvarındaki deneyler performansa dayalı olmayıp tamamen cihazların kullanıcı için güvenli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

LVD deneyleri AB standardı olan EN 60950-1 standardı kapsamında uygulanmaktadır. Bu standart, beyan gerilimi 600 V'u aşmayan, elektrikli ticarî cihazlar ile bunlara bağlı cihazları da kapsayan, batarya veya şebeke ile beslenen bilgi teknolojisi cihazlarına uygulanır. Bu standart, ayrıca;

- Güç kaynağına bakılmaksızın telekomünikasyon altyapı cihazı ve telekomünikasyon terminal cihazı olarak tasarlanmış,
- Güç kaynağına bakılmaksızın doğrudan bir kablo dağıtım sistemine bağlanan veya bir altyapı cihazı olarak kullanılması amaçlanan ve bu şekilde tasarlanmış,
- Bir haberleşme iletişim ortamı olarak bir AC şebeke kullanacak şekilde tasarlanmış bilgi teknolojisi cihazlarına da uygulanır (IEC, 2013).

Yukarıda belirtilen kapsamlarda çalışan M2M cihazlarının LVD laboratuvarında test edilmesine herhangi bir engel bulunmamaktadır. Tablo 6.3'de bir M2M cihazının LVD laboratuvarı kapsamında değerlendirilmesine ve en önemli deneyler açısından incelenmesine yer verilmektedir.

Tablo 6.3 M2M Cihazı İçin LVD Deney Değerlendirmesi

Deneyler	Açıklamalar
Ön Değerlendirme	Öncelikle cihazın 60950-1 standardının yukarıda belirtilen kapsamına uygunluk yönüyle denetlenmesi gerekmektedir. M2M cihazı bu kapsama uygun bulunduğu takdirde, aşağıda verilen deneylerle ilgili değerlendirme yapılabilir. Bu kapsama uygun değilse, LVD laboratuvarı bünyesinde teste tabi tutulamaz.
Giriş Akımı Deneyi (EN 60950-1 Standardı Madde 1.6 Elektriksel Deney)	<p>Amaç: Cihazın bağlandığı elektrik şebekesinden çektiği akımın, cihaz üreticisinin beyan ettiği giriş akımı değerine uygunluğu test edilmektedir.</p> <p>Risk: Cihaz; şebekeden, üreticisinin beyan ettiğinden daha fazla bir akım çekerse, bu durumda cihazın iç devrelerinde hasarlar meydana gelebilir. İç devrelerinde hasar meydana gelen cihaz kararlı davranamaz ve böylece cihaz kullanıcılar için yangın gibi tehlikeli riskler teşkil edebilir.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: M2M cihazı bağlandığı elektrik şebekesinden, üreticisinin beyan ettiğinden daha fazla bir akım çekerse, iç devreleri ve çalışması hasar görebilir ve bu kapsamda hem cihazın kendisi hem de kullanıcılar için tehlike arz eder.</p> <p>Öneri: M2M cihazının yukarıda belirtilen riskler açısından giriş akımı deneyine tabi tutulması ve beyan edilen değerlere uygunluğunun denetlenmesi gerekmektedir.</p>
Sıcaklık Deneyi (EN 60950-1 Standardı Madde 4.5 Fiziksel Deney)	<p>Amaç: Cihazın; temas edilebilir parçalarının, bileşenlerinin, yalıtımının ve plâstik malzemelerinin veya cihazın kullanım ömrü boyunca normal çalışması esnasında diğer parçalarının elektrik ve mekanik özelliklerini bozabilen belli sıcaklıkları aşmadığının kontrol edilmektedir.</p> <p>Risk: Cihazın yukarıda belirtilen parçaları, 60950-1 standardında verilen sıcaklık değerlerini aştığı takdirde; cihazın elektriksel ve fiziksel özelliklerinde bozulmalar, erime ve buharlaşma gibi riskler gözlenebilmektedir. Bu da cihazın çalışmaması, cihazla irtibat halindeki kişilerin bu durumdan tehlikeye maruz kalması gibi sonuçlar doğurabilmektedir.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: M2M cihazı bileşenleri, normal çalışma koşulundayken aşırı sıcaklık yükselmesi yaşar ve çalışması zarar görürse, bu cihazın yukarıda belirtilen sorunlarla karşılaşması, çalışmasının bozulmasına neden olabilir. Böylece kullanıcıların ve cihazın güvenliği açısından önemli tehlikeler oluşturur.</p> <p>Öneri: M2M cihazının yukarıda belirtilen riskler açısından sıcaklık deneyine tabi tutularak, risk oluşturacak şekilde üretilmediğinin denetlenmesi gerekmektedir.</p>

Tablo 6.3 M2M Cihazı İçin LVD Deney Değerlendirmesi (Devam)

<p>Temas Akımı Deneyi</p> <p>(EN 60950-1 Standardı Madde 5.1 Elektriksel Deney)</p>	<p>Amaç: Cihazın; elektrik şebekesine bağlı şekilde çalışırken, dokunulabilir yüzeylerinde kullanıcılar için, temas (kaçak) akımı ve koruyucu iletken akımına karşı elektrik çarpması oluşturmayacak şekilde tasarlandığı ve üretildiği kontrol edilmektedir.</p> <p>Risk: Cihazın dokunulabilir yüzeylerinde 0,25 mA'dan daha fazla bir temas akımı varsa, bu kullanıcılar için ciddi yaralanma riskleri oluşturur. Böyle bir cihaza temas eden kullanıcı elektrik çarpmasına maruz kalabilir ve yaralanabilir.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: M2M cihazı elektrik şebekesine bağlı haldeyken, eğer cihaz standartta belirtilenden daha yüksek bir temas akımı değerine sahipse, cihazla temas eden bir kullanıcı bu durumda ciddi hasarlar görebilir, yanma ve yaralanmalara maruz kalabilir.</p> <p>Öneri: M2M cihazının yukarıda belirtilen riskler açısından, temas akımı deneyine tabi tutulmasında ve yüksek kaçak akım değerine sahip olup olmadığının denetlenmesi gerekmektedir. Özellikle evlerde ve işyerlerinde kullanılan ve sürekli kullanıcıyla temas durumunda bulunan cihazların bu teste tabi tutulması son derece önem arz etmektedir.</p>
<p>Elektrik Dayanımı Deneyi</p> <p>(EN 60950-1 Standardı Madde 5.2 Elektriksel Deney)</p>	<p>Amaç: Cihazın şebekeye bağlıyken, şebekede yaşanabilecek yüksek gerilimlere karşı dayanıklılığı kontrol edilmektedir. Cihazın dayanıklılığında kastedilen, cihazın elektriksel yalıtımın sağlam olması ve maruz kaldığı yüksek gerilimi keserek kullanıcıya yansıtmamasıdır. (Cihaz tipine göre 1500 veya 3000 V uygulanmaktadır.)</p> <p>Risk: Cihazın elektriksel yalıtımı sağlam değilse ve şebekeden gelebilecek yüksek gerilimi kesemezse, bu gerilim cihazla temas eden kullanıcı üzerinden toprağa akabilir. Böyle bir durumda ölüme kadar gidebilecek hasar ve yaralanmalar yaşanabilecektir.</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: M2M cihazının elektriksel yalıtımı sağlam değilse, cihazla irtibat halinde olan kullanıcılar ciddi risklere maruz kalabilir. Elektrik şebekesinde yaşanacak gerilim yükselmeleri neticesinde yangın vb. tehlikeler oluşturabilir.</p> <p>Öneri: M2M cihazının yukarıda belirtilen riskler açısından, elektrik dayanımı deneyine tabi tutulmasının ve yeterli elektriksel yalıtıma sahip olup olmadığının denetlenmesinde kullanıcılar için önemli faydalar görülmektedir.</p>

Tablo 6.3 M2M Cihazı İçin LVD Deney Değerlendirmesi (Devam)

Kızaran Tel Deneyi	Amaç: Belirlenen şartlarda kızaran telin, cihazın deneye tabii tutulacak bölümlerinin tutuşmasına yol açmadığını ve tutuşmuş ise, bir bölümünün, alevlerle veya deney numunesinden düşen, yanan veya kızaran parçacıklarla ateşin (alevin) yayılmaksızın, sınırlı bir yanma süresine sahip olduğunu sağlamak için yapılmaktadır.
(EN 60950-1 Standardı	Risk: Cihaz yukarıda belirtilen şartları sağlamıyorsa, kendisi alev alabilir veya eriyen parçaları düştüğü zeminlerde alevlenmeye yol açabilir. Böylece yangına sebebiyet verebilir.
Madde 4.7 Fiziksel Deney)	M2M Cihazı Değerlendirmesi: M2M cihazı yukarıda belirtilen şartlara uygun değilse, bulunduğu ortamda yangına sebebiyet verebilir. Özellikle, evlerde ve işyerlerinde kullanılan M2M cihazları açısından bu deney önem arz etmektedir. Bu tür ortamlarda yangına daha müsait bir ortam bulunmakta ve cihaz bu durumu tetiklememelidir.
	Öneri: Hâlihazırda PGM LVD laboratuvarında, PGD kapsamındaki cihazlara, yıkıcı (tahrip edici) bir deney olduğu için, bu deney uygulanmamaktadır. Akreditasyon kapsamı gereği senede bir kez uygulanmaktadır. Ev ve işyerlerinde kullanılan M2M cihazlarına kızaran tel deneyinin uygulanması ve yangına sebebiyet verme açısından denetlenmesinin önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.

6.2.4. SAR deneyleri için inceleme

Bilindiği gibi, elektronik cihazlar iletişim halinde buldukları ortama RF sinyalleri yaymakta ve bu sinyaller ortamda bir elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Cihaz kullanıcıları bu manyetik alanlardan etkilenmekte ve belli miktarlarda enerjiye maruz kalmaktadırlar. Kullanıcıların maruz kaldıkları bu enerji miktarının zamana göre oranına SAR denmektedir.

SAR değeri, kullanıcılar tarafından kullanılmakta olan kablosuz cihazların iletişim halinde oluşturmakta olduğu elektromanyetik alanlardan soğurulan RF enerji miktarını tespit etmek amacıyla ölçülmektedir.

SAR ölçümleri cihazın genel kullanım şekline göre farklılık arz etmektedir. Kulağa yakın tutulan kablosuz iletişim cihazları için SAR ölçümleri IEC 62209-1 standardı kapsamında, vücuda yakın tutulan kablosuz iletişim cihazları ise 62209-2 standardı kapsamında teste tabi tutulmaktadır. Cihazların genel kullanım koşullarına göre vücuda olan uzaklıkları 200mm içerisinde ise cihaza ilişkin SAR ölçümleri 62209-2 kapsamında yapılmaktadır. Aksi takdirde SAR ölçümleri IEC 62311 veya ürüne özel ilgili diğer standartlar kapsamında yapılmaktadır.

PGM bünyesindeki SAR laboratuvarındaki deneyler, kablosuz iletişim yöntemlerine ve cihazın kullanım şekillerine göre yapılmaktadır. SAR laboratuvarında iletişim teknolojilerine olarak GSM, W-CDMA¹⁶, HSDPA teknolojilerini kullanan cihazlar ve kulağa veya vücuda yakın tutulan mobil iletişim cihazlarından cep telefonu, 3G USB veri modemleri akreditasyon kapsamında test edilmektedir. Bunun yanında akreditasyon kapsamı dışında, müşteri taleplerine göre mezkûr iletişim teknolojileri ve kullanım şekillerini sağlayan kablosuz iletişim cihazlarına testler uygulanabilmektedir.

2G (GSM) ve 3G (W-CDMA ve HSDPA) teknolojileri ile çalışmakta olan M2M cihazların yukardaki kapsam gereği SAR laboratuvarında test edilebileceği düşünülmektedir. Ancak bu cihazların SAR değerlerinin ölçülebilmesi için, cihazların normal kullanım koşullarında vücuda 200 mm yakınlıkta veya kulağa yakın şekilde tutularak kullanılıyor olması gerekmektedir.

Bu gereklilik kapsamında düşünüldüğünde, Örn. akıllı sayaçlar günlük kullanımlarında kulağa yakın veya vücuda 200mm'den daha yakın tutulmamaktadırlar. Bu kapsamdaki cihazların SAR ölçümlerine gerek olmadığı düşünülmektedir. Ancak günlük kullanımlarında vücuda 200mm'den daha yakın tutulduğu bilinen M2M POS cihazlarının SAR ölçümlerinin

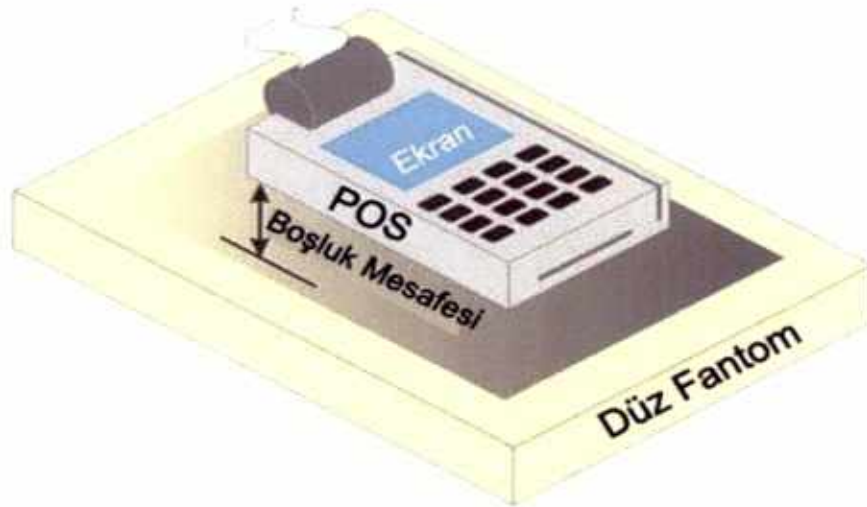
¹⁶ W-CDMA: Wideband Code Division Multiple Access (Genişbant Kod Bölme Çoklu Erişim), 3G uygulamalarında kullanılan yüksek hızlı bir iletişim protokolüdür.

yapılabileceği düşünölmektedir. Şekil 6.1'te mobil POS cihazının SAR ölçümü için düz fantoma hizalanmasına ilişkin görsel yer almaktadır. Mevcut durumda PGM SAR laboratuvarında POS cihazlarına deney uygulanmamaktadır. Bu kapsamda M2M POS cihazlarının kapsama alınmasının önemli olacağı düşünölmektedir.

Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee ve 4G/LTE teknolojilerini kullanan cihazlara SAR laboratuvarının mevcut altyapısı ile test uygulanamamaktadır. Bu teknolojilerle çalışan cihazların test edilebilmesi için ilgili simölatör cihazlar ve üretici desteği gerekmektedir. Bu kapsamda düşünöldüğünde bu teknolojilerle çalışmakta olan M2M cihazlarının mevcut durumda SAR laboratuvarında teste tabi tutulması mümkün gözükmemektedir.

Bir M2M cihazının, SAR laboratuvarı bünyesindeki deneyler açısından değeriendirilmesine Tablo 6.4'te yer verilmektedir.

Şekil 6.1 Mobil POS Cihazının Düz Fantoma Hizalanması



Kaynak: (IEC, 2010b)

Tablo 6.4 M2M Cihazı İçin SAR Deney Değerlendirmesi

Deneyler	Açıklamalar
Ön Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> Baş SAR ölçümü, insan kulağının karşısında tutulan ve insan kafasına yaklaştırılan cihazın ışıma yapan bölümü ile kullanılması amaçlanan elektromanyetik alan göndermesi yapan cihazlara uygulanır. Frekans aralığı 300 MHz - 3 GHz'dir (IEC, 2010a). Vücut SAR ölçümü; kablosuz iletişim yapan, normal kullanım koşullarında vücutta 200 mm'den daha yakın tutulan herhangi bir kablosuz cihaza uygulanır. Frekans aralığı 30 MHz - 6 GHz'dir (IEC, 2010b).
Baş SAR Ölçümü Deneyi (IEC 62209-1 Standardı)	<p>Amaç: Yukarıda belirtilen kablosuz cihazın Baş SAR değerinin AB'de geçerli olan 2 W/kg limit değerini geçip geçmediği kontrol edilmektedir.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, insanların yüksek elektromanyetik alana maruz kalmalarına sebep olurlar. Böylece insan sağlığı için kanser, lösemi gibi hastalıklar ve baş ağrısı, yorgunluk gibi riskler teşkil edebilirler (EMO, 2015).</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 300 MHz ile 3 GHz frekansları arasında iletişim yapan kablosuz M2M cihazlarının Baş SAR değerleri eğer 2 W/kg'dan yüksek çıkarsa, yakınlardaki insanlar yüksek elektromanyetik alana ve sağlık yönünden ciddi tehlikelere maruz kalırlar.</p> <p>Öneri: 300 MHz ile 3 GHz frekansları arasında iletişim yapan kablosuz M2M cihazlarının yukarıda belirtilen riskler açısından Baş SAR değerlerinin ölçülmesi ve beyan edilen değerlere uygunluğunun denetlenmesi gerekmektedir.</p>
Vücut SAR Ölçümü Deneyi (IEC 62209-2 Standardı)	<p>Amaç: Yukarıda belirtilen kablosuz cihazların Vücut SAR değerinin AB'de geçerli olan 4 W/kg limit değerini geçip geçmediği kontrol edilmektedir.</p> <p>Risk: Belirtilen limit değeri aşan cihazlar, insanların yüksek elektromanyetik alana maruz kalmalarına sebep olurlar. Böylece insan sağlığı için kanser, lösemi gibi ciddi tehlikeler teşkil edebilirler (EMO, 2015).</p> <p>M2M Cihazı Değerlendirmesi: 30 MHz ile 6 GHz frekansları arasında iletişim yapan kablosuz M2M cihazlarının Vücut SAR değerleri eğer 4 W/kg'dan yüksek çıkarsa, yakınlardaki insanlar yüksek elektromanyetik alana ve sağlık yönünden ciddi tehlikelere maruz kalırlar.</p> <p>Öneri: 30 MHz ile 6 GHz frekansları arasında iletişim yapan kablosuz M2M cihazlarının yukarıda belirtilen riskler açısından Vücut SAR değerlerinin ölçülmesi ve beyan edilen değerlere uygunluğunun denetlenmesi gerekmektedir.</p>

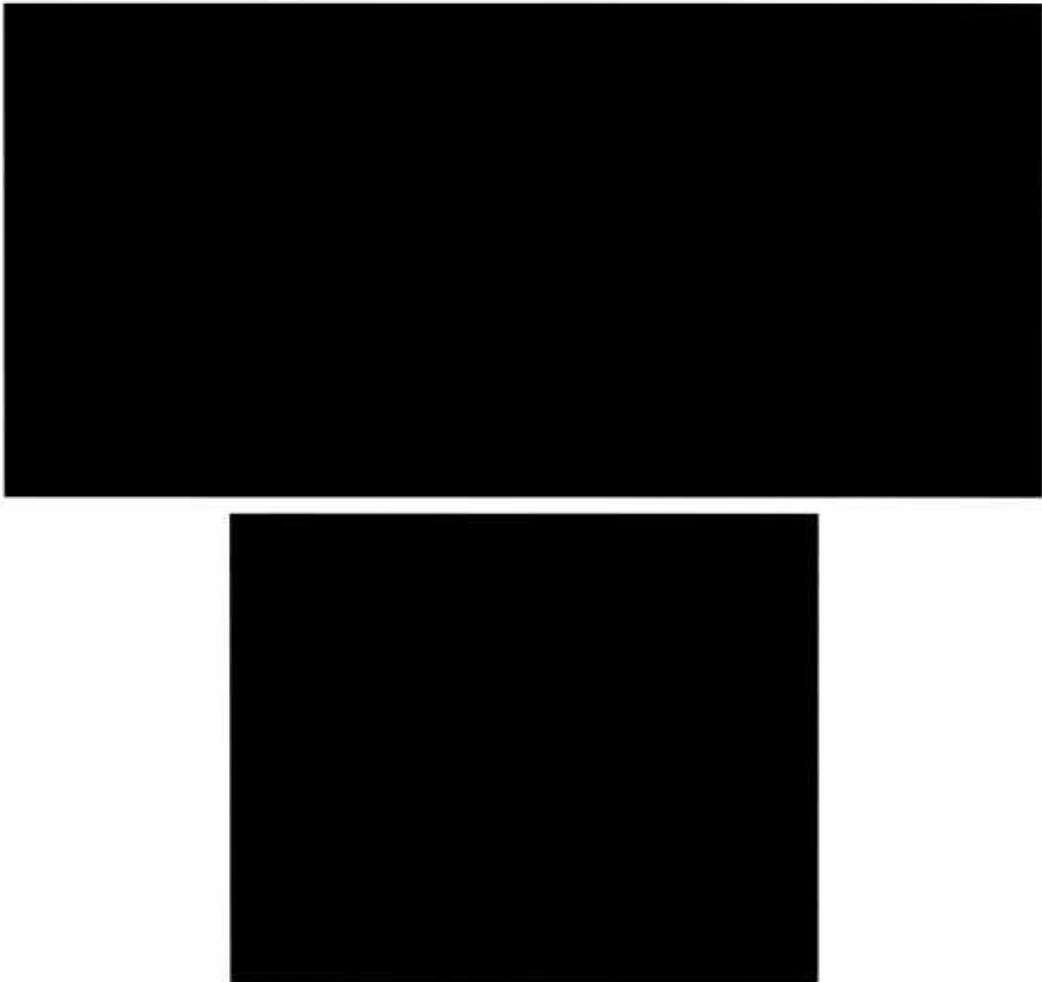
6.3. Örnek M2M Cihazı İçin PGD ve PGM Süreç Değerlendirmesi

Bu kısımda örnek olarak seçilen bir M2M cihazına, PGD ve PGM bünyesinde uygulanacak faaliyetler süreç olarak anlatılacaktır.

6.3.1. Cihazın Tespit Edilmesi

Örnek M2M cihazı olarak Araç Takip Cihazı seçilmiştir. İlgili cihazın görselleri Şekil 6.2'de yer almaktadır.

Şekil 6.2 Araç Takip Cihazı Görselleri



6.3.2. Cihazın Çalışma Prensiplerinin ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

6.3.3. Cihazın PGD Açısından Değerlendirmesi

Denetim kapsamındaki cihaz, öncelikle TED Başkanlığınca değerlendirilir. Cihazın hangi riskleri içerebileceği ve hangi testlere tabi tutulacağına yine TED Başkanlığınca karar verilmektedir.

Araç Takip Cihazı, öncelikle belgeleri yönüyle kontrol edilir. Cihazın daha önce de belirtildiği gibi CE işareti bulunmaktadır. Üretici bilgileri de cihazın

kitapçıklarında yer almaktadır. Daha sonra, cihazın kullanıcı açısından teşkil edebileceği riskler değerlendirilir.

Cihaz;

- Batarya ile veya aracın aküsü ile çalışmaktadır. Cihazın beyan değerlerinde yer alan değerler, cihaz tarafından karşılanmıyorsa; bu aracın aküsünde kısa devre, yanma ve patlama gibi tehlikeler yaşanmasına sebep olabilir. Bu kapsamda LVD deneyleri kapsamına girmektedir.
- GSM frekanslarıyla iletişime geçmektedir. Böylece;
 - GSM frekanslarına yakın frekanslarda iletişime geçen diğer telsiz cihazları için enterferansa sebep verebilir ve RF deneylerine tabi tutulması gerekmektedir.
 - Araçta direksiyonun alt kısmına veya torpido gözü kısımlarına monte edilen cihaz özellikle ön koltukta oturan kişilerin, elektromanyetik alan maruziyeti yönünden sağlıklarını tehlikeye düşürebilir. Bu yüzden SAR testine tabi tutulması gerekmektedir.
 - İletişim yaptığı ortamdaki cihazlara elektromanyetik gürültü verebilir veya bu cihazlardan elektromanyetik gürültü alabilir ve çalışmasında kalıcı hasarlar oluşabilir. Bu yüzden EMC testlerine tabi tutulması gerekmektedir.

Cihaz, kullanıcılar için risk oluşturduğu için laboratuvar testleri yapılmalı ve uygunluğu kontrol edilmelidir. Bu kapsamda, TED Başkanlığı cihazı test edilmek üzere PGM'ye gönderir.

6.3.4. Cihazın PGM Açısından Değerlendirmesi

Laboratuvara gönderilen cihaz öncelikle Lojistik birimine gelir. Burada cihazın kayıtları yapılır ve cihaz laboratuvar gruplarına gönderilir. Her laboratuvar grubu cihazı kendi standartları ve talimatlarına göre değerlendirir ve yapılması gereken deneylere karar verir.

EMC:

Cihazı EMC kapsamında değerlendirirken, öncelikle çalışma yöntemi belirlenir. Daha öncede anlatıldığı gibi cihaz, GSM frekansında iletişim kurmaktadır. Ayrıca cihaz, çalışması için gerekli enerjiyi araç aküsünden veya bataryasından almaktadır.

EMC deneylerindeki temel gereklilikler;

- Cihazın elektromanyetik gürültü oluşturarak ortamdaki diğer cihazların çalışmasını bozmaması ve
- Cihazın, ortamdaki elektromanyetik gürültüden etkilenmemesi ve çalışmasının bozulmamasıdır.

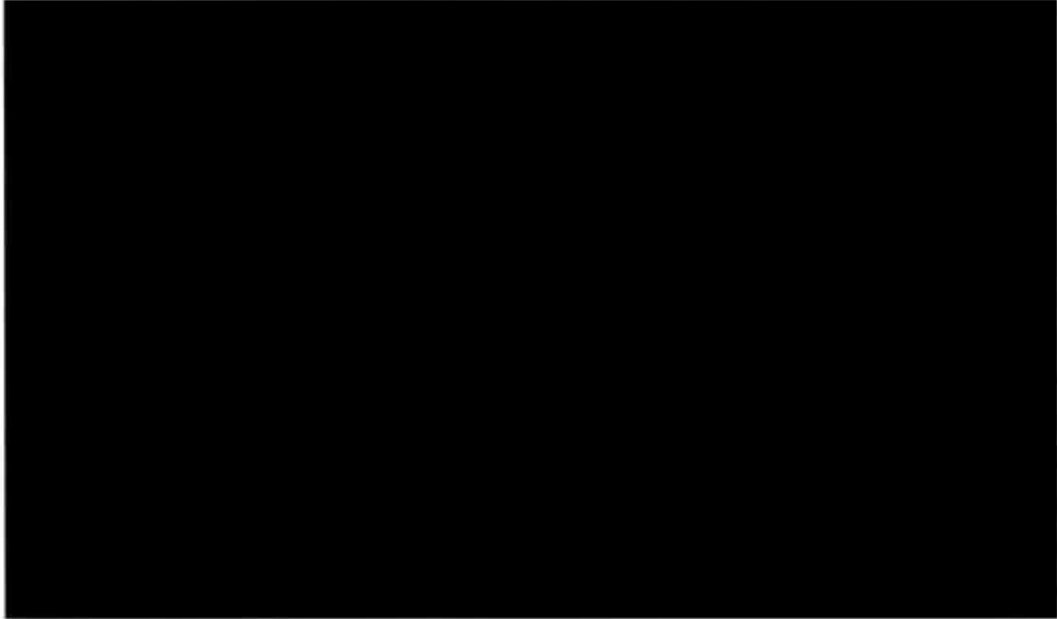
Bu kapsamda bakıldığında Araç Takip Cihazı; aracın fren sistemini etkileme, aracın bulunduğu konumun yakınlarındaki telsiz cihazlarının çalışmasını bozma veya ortamdaki cihazlar sebebiyle kendi çalışmasının bozulması gibi riskleri muhteva etmektedir. Tablo 6.1'de anlatılan diğer riskler de cihaz için geçerli durumdadır. Bu kapsamda cihaz;

- Ortamdaki telsiz cihazlarının çalışmasını bozması bakımından Işınımınla Yayınım,
- Ortamdaki telsiz cihazlarından gürültü alıp çalışmasının bozulması bakımından Işınımınla Bağışıklık,

- Bağlı bulunduğu aküye kabloları üzerinden gürültü vermesi bakımından İletimle Yayınım ve
- Bağlı bulunduğu aküden kabloları yoluyla gürültü alması bakımından İletimle Bağışıklık Deneylerine tabi tutulacaktır.

EMC deneylerinin sonuçları tamamen bilgisayar ortamında hazırlanmakta ve çıktısı yazılım üzerinden alınmaktadır. Şekil 6.3'de EMC İletimle Yayınım Deneyinin yazılım ortamındaki sonuçları görölmektedir. Bu görselde cihazın test edildiği frekanslar ve ilgili frekanslarda yaydığı gürültü değerleri görölmektedir.

Şekil 6.3 EMC İletimle Yayınım Deney Sonuç Verileri



RF:

Cihazın RF kapsamında test edilebilmesi için, kablosuz iletişim kurması gerekmektedir. Araç Takip Cihazı, GSM frekansları üzerinden kablosuz iletişim kurmakta ve RF kapsamına daha önce de söylendiği gibi girmektedir.

RF testlerindeki temel gereklilik cihazın kullandığı spektrumda enterferansa sebebiyet vermemesidir. Cihaz, araç yakınında ve içerisinde bulunan cep telefonlarına ve yakın frekanslarda çalışan diğer cihazlara enterferans verebilir. Yine aynı şekilde kendi de enterferansa maruz kalabilir. Böylece önemli iletişim kopuklukları yaşanabilir. Ayrıca Tablo 6.2'de bahsedilen riskler de cihaz tarafından taşınmaktadır.

Bu kapsamda cihaz,

- Üreticisinin beyan ettiği değerlere uygunluğu bakımından RF Çıkış Gücü,
- Kendi frekansı dışında çalışan cihazlarda enterferansa sebep vermemesi bakımından RF İstenmeyen Yayınlar ve
- Üreticisinin beyan ettiği frekanslara uygun çalışması bakımından da RF Frekans Hatası Deneyine tabi tutulacaktır.

LVD:

LVD kapsamında öncelikle cihazın beyan gerilim değerine bakılır. 12 V beyan gerilim değeri 600 V'dan düşük olduğu görülmektedir.

LVD testlerinde temel gereklilik kullanıcıların güvenliğidir. Cihazlar mekanik, fiziksel ve elektriksel yönden test edilmektedir. Cihazın, olası yüksek gerilimleri yalıtması, malzemesinin çok fazla ısınmaması ve dayanıklı olması, beyan ettiği akım ve gerilim değerlerine uygun olması gerekmektedir. Yine Tablo 6.3'te belirtilen risklere karşı da uygun olmalıdır.

Bu kapsamda cihaz, tüm LVD deneylerine tabi tutulacak ve kullanıcı güvenliği yönünden denetlenecektir.

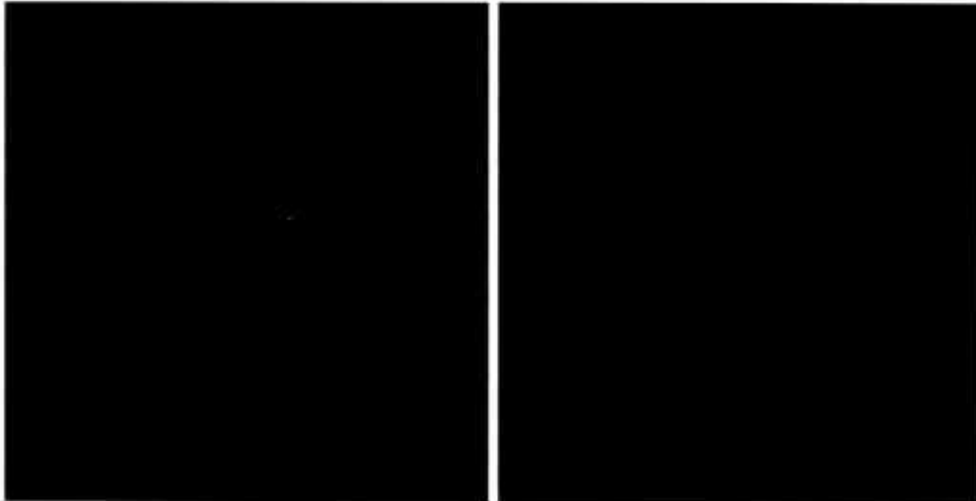
SAR:

SAR testleri için öncelikle cihazın kablosuz iletişim yapmasına ve başa veya vücuda yakın olmasına bakılır. Cihaz GSM frekansında çalıştığı ve araç içerisinde ön koltukta oturan kişilere yakın sayılabileceği için SAR kapsamına girmektedir.

SAR testlerindeki temel gereklilik cihazın, yakınlardaki kişiler için elektromanyetik alan maruziyeti oluşturmamasıdır. Elektromanyetik alana uzun süre maruz kalan kişilerin ne tür riskler yaşayabileceği Tablo 6.4'te belirtilmiştir.

Bu kapsamda cihaz Baş ve Vücut SAR deneylerine tabi tutulacaktır. SAR deney sonuçları bilgisayar üzerinde hazırlanmakta ve yazılım yardımıyla hazırlanmaktadır. Şekil 6.4'te cihazın SAR fantomuna hizalanması ve cihazın hizalanma mesafesine göre SAR değerleri görülmektedir.

Şekil 6.4 Araç Takip Cihazının Fantoma Hizalanması ve Mesafeye Göre SAR Değerleri



Laboratuvarda test süreci tamamlandıktan sonra her laboratuvar grubu, cihaz için bir test raporu oluşturacak ve bu raporlar TED Başkanlığınca değerlendirilerek cihazın uygunluğu belirlenecektir.

Cihaz testlerden geçerse uygun olarak değerlendirilecektir. Ancak cihaz testlerden kalsa bile TED Başkanlığı tarafından risk değerlendirmesine tabi tutulmaktadır. Eğer cihaz makul risk seviyesinde görülürse, uygun olarak değerlendirilir. Aksi takdirde uygun olmayan cihaz olarak değerlendirilir ve mevzuatla belirlenen ilgili yaptırımlar uygulanır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, M2M iletişim kabiliyetine sahip cihazların PGD kapsamında değerlendirilerek, PGD faaliyetlerine tabi tutulup tutulamayacağını ortaya konulması amaçlanmıştır. M2M teknolojisinin incelenmesi, M2M iletişim kabiliyetine sahip cihazların sınıflandırılması, M2M sektörünün ve PGD faaliyetlerinin değerlendirilmesi bu tez kapsamında araştırılmıştır. Ayrıca M2M cihazlarının PGD ve TTTE kapsamında değerlendirilmesi sonucunda, BTK Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü (PGM) bünyesinde teste tabi tutulup tutulamayacağını araştırılması ve kapsam genişlemesi açısından PGD faaliyetlerinin ve sisteminin etkinliğinin artması ve geliştirilmesi de bu çalışma kapsamında amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda; M2M teknolojisi, M2M iletişim şekilleri, M2M teknolojisinin kullanılmakta olduğu sektörler ve bu sektörlerdeki uygulamalar incelenmiş ve anlatılmıştır. Ayrıca, M2M teknolojisini kullanan cihazlar iletişim teknolojilerine göre sınıflandırılmıştır.

M2M sektörünün Türkiye'deki durumuna ve Türkiye'de faaliyet göstermekte olan mobil işletmecilerin M2M'e dair yaklaşımlarına yer verilmiştir. Daha sonra dünyada M2M sektörünün durumuna değinilmiş ve M2M ile ilgili bazı düzenleme gereklilikleri belirtilmiştir. Ayrıca, ülkelere e-posta yoluyla sorular gönderilerek, gelen cevaplar çerçevesinde ülkelerin M2M uygulamaları anlatılmıştır.

Daha sonraki bölümlerde, PGD kavramı, Türkiye'deki PGD faaliyetleri ve PGM bünyesindeki laboratuvarlarla ilgili bilgiler verilmiştir. Cihazlarla ilgili direktifler açıklanarak, PGD'nin Türkiye ve dünyadaki ilerleme durumlarına yer verildikten sonra M2M cihazları ve teknolojileri PGD ve PGM kapsamında incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Sonuçlar:

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, öncelikle M2M sektörüne yönelik genel sonuçlar ve sonrasında M2M'in PGD'sine yönelik sonuçlar olmak üzere iki başlıkta anlatılacaktır.

M2M İle İlgili Genel Sonuçlar:

➤ **M2M'in Gelişimi Hususu:** M2M ve IoT tüm cihazları ve nesnelere birbirine ve internete bağlama ve iletişime geçirme bakış açılarıyla ortaya çıkmış kavramlar ve teknolojiler olup, bu bakış açısını gerçeğe dönüştürme yolunda önemli mesafeler kat etmişlerdir. M2M'i IoT kavramının bir alt bakış açısı olarak düşünmenin doğru olacağı görülmektedir. IoT, tüm nesnelere birbirine bağlanmasını temel alırken, M2M makinelerin kablolu ve kablosuz şekilde bağlanmasını temel almaktadır.

M2M sektörü hızla büyümekte ve sürekli gelişmektedir. Her geçen gün M2M uygulamaları, çözümleri ve cihazları durmadan artmaktadır. 2010 yılı sonunda 80 milyon olan mobil M2M bağlantı sayısı, 2014 yılı sonunda 240 milyona yaklaşmıştır. Bu sayının 2021 yılında 2 milyarı bulacağı öngörülmektedir. Yine bunun yanında 2003 yılında 500 milyon olan bağlı cihaz sayısının 2014 yılı sonunda dünya nüfusu olan 7,2 milyarın yaklaşık 3,5 katına yani 25 milyara ulaştığı görülmektedir. Bu sayının 2020 yılında 50 milyarı bulacağı hatta geçeceği öngörülmektedir. Tüm dünyada M2M'den elde edilen hizmet gelirlerinin 2012 yılında 6,5 milyar dolarken, 2021'de 51 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir.

Çok kısa sürede yaşanan bu gelişim göz önüne alındığında, M2M sektörünün büyümesine hızla devam edeceğini, M2M'in öngörülen rakamlara ulaşacağını ve hatta geçebileceğini düşünmek doğru olacaktır.

➤ **M2M Uygulama Alanları Hususu:** M2M teknolojileri birçok sektörde kullanılmakta ve uygulanmaktadır. Genel olarak bakıldığında, M2M kullanımının görüldüğü sektörler olarak; ulaşım, taşımacılık, lojistik, enerji, sağlık, üretim, tüketim, finans, güvenlik ve denetim sektörleri ön plana çıkmaktadır. M2M uygulama ve çözümlerinin en yaygın olarak kullanıldığı alanların ise enerji, ulaşım ve finans olduğu görülmektedir.

Enerji sektöründe en yoğun kullanımı olan uygulama ve cihazlar, akıllı sayaçlar olarak gözükmektedir. Tüm dünyada yüksek sayıda uygulaması bulunan akıllı sayaçlar enerjinin verimli yönetilmesini sağlamakta ve kaynakların kullanımını ciddi oranda arttırmaktadır. Birçok ülkede çok gelişmiş durumdayken, Türkiye'de halihazırda istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Bunun temel sebebi M2M'in yeni sayılabilecek ve tam anlamıyla oturmamış bir teknoloji olması ve ilgili yasal düzenlemelerin henüz yapılmamış olmasıdır.

Ulaşım sektöründe en yoğun kullanım, araç takip sistemleridir. Genellikle uydu takip sistemleriyle çalışmakta olan bu sistemler, pek çok şirket tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Kiralık araçlar ve filolarda yoğun olarak kullanılmakta olduğu görülmüştür.

Finans sektöründe ise en yoğun kullanılan cihaz, POS cihazlarıdır. Kablosuz şekilde çalışmakta olan M2M POS cihazları sayesinde, alışveriş ve ödemelerde güvenlik ve gerçek zamanlılık sağlanmaktadır. POS cihazı sayılarında Türkiye dünyanın önde gelen ülkelerinden biri durumundadır.

Bahsedilen diğer sektörlerde ise akıllı ev ve şehirler, tıbbi izleme cihazları, izlenebilir güvenlik sistemleri, beyaz eşyalar ve daha pek çok uygulama ve çözüm bulunmaktadır.

➤ **Türkiye ve Dünya'da M2M Hususu:** M2M sektörü Türkiye'de son yıllarda önemli gelişimler yaşamıştır. Özellikle, mobil M2M bağlantı sayılarına bakıldığında bu durum çok net görülmektedir. 2014 yılı sonu itibarı ile mobil

M2M bağlantısı 2,5 milyonu geçmiş durumdadır. M2M'in en yoğun kullanım alanını güvenlik ve araç takip sistemleri ile POS cihazları oluşturmaktadır.

Türkiye'de faaliyet göstermekte olan mobil işletmecilerden edinilen bilgilere göre; M2M için mevcut GSM altyapıları kullanılmaktadır. Daha çok 2G (GPRS) olmak üzere 3G'de de veri iletişim hizmetleri sağlanmaktadır. Pek çok kamu ve özel kurum ve kuruluşla işbirlikleri yapılarak M2M hizmetlerinin yaygınlaşmasına katkılar sağlanmaktadır.

Mobil işletmecilere göre M2M'in Türkiye'de en büyük eksikliklerinden biri düzenleme politikasının netleştirilmemiş olmasıdır. Bu kapsamda Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi hususunda, vergi ve mali yükümlülüklerin yüksekliği konusunda ve M2M sistemleri arası uyum ve M2M standardizasyon çalışmaları hususlarında önemli düzenleme eksiklikleri bulunduğu düşünülmektedir. Ayrıca, cihazlara gömülü şekilde bulunan ve takip çıkarılması mümkün olmayan SIM kartlarda, numara taşınabilirliği için SIM kart değiştirme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem dezavantajlı olup, bu hususun da önemli bir sorun teşkil ettiği düşünülmektedir.

Dünya'da telekomünikasyon sektörü içerisinde son zamanlarda en çok büyüme gerçekleştiren ve büyümeye devam etmekte olan sektörlerden biri M2M'dir. M2M sektörü, dünya çapında mobil işletmeciler için bağlantı kaynaklarını artırma noktasında giderek büyüyen bir pazardır. Birçok pazarda M2M'e bakış açısı mobil hizmetlerin büyümesindeki yavaşlamayı dengeleyeceği hatta pozitif çevireceği yönündedir. Ancak, bununla birlikte abone sayıları ciddi oranda artsa da gelir elde etme konusunda yeterli artış yaşanmamaktadır. Bu nedenle 2000'lerin başlarındaki gibi bir patlama yaşanmayacağı düşünülmektedir.

Daha önce de belirtildiği üzere uygulama ve cihaz sayıları anlamında çok ciddi gelişmeler yaşanmaktadır. Dünya'daki mobil M2M bağlantı sayısı 2014 sonunda 240 milyona yaklaşmış bulunmaktadır. M2M sektörünün gelişmişliği

olarak en önde gözüken kıta Avrupa kıtasıdır. Avrupa kıtasını sırasıyla Kuzey Amerika, Güney Amerika, Asya ve Okyanusya ve Afrika takip etmektedir.

➤ **Ülke Uygulamaları Hususu:** Dünya'da M2M hususunda ülkelerin ne durumda olduğu, planlamaları ve düzenlemeleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla ülke telekomünikasyon otoritelerine e-posta yoluyla 7 adet soru gönderilmiştir. Bu sorular; ülkelere M2M hizmetlerinden sorumlu kurumları, M2M hizmeti sunan mobil işletmecileri, mobil M2M abone sayıları, M2M ile ilgili düzenlemeleri, PGD yapıp yapmama ve gelecek planlamaları hususlarını içermektedir. Bu kapsamda Finlandiya, Yeni Zelanda, Almanya, Japonya, İspanya, Hong Kong, Estonya, Romanya, Litvanya ve Slovenya'dan geri dönüş alınmıştır.

Ülkelerin tamamına yakınında telekomünikasyon sektör otoritesinin aynı zamanda M2M hizmetlerini de takip etmekte olduğu görülmüştür. Ülke otoriteleri genellikle M2M abone sayılarını kayıt altına almakta ve hangi sektörlerin ön plan olduğuna dair fikir belirtmektedirler. Hemen hemen tüm ülkelerde enerji, otomotiv ve lojistik sektörleri en yaygın kullanım alanı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle, akıllı sayaçlar pek çok ülkede en çok kullanılan M2M cihazı olarak görülmektedir. Abone sayıları olarak yine ülkelerin tamamına yakınında son iki yılda ciddi artışlar yaşandığı gözlenmektedir.

M2M cihazlarını PGD kapsamında değerlendirme konusunda hiçbir ülkeden olumlu yanıt alınamamıştır. Cevap alınan hiçbir ülke M2M cihazlarına PGD uygulamamaktadır. Ancak, bazı ülkeler M2M cihazlarının da diğer elektronik cihazlarla aynı sınıfta değerlendirilebileceğini ve bu kapsamda ayrı bir değerlendirmeye gerek kalmayacağını belirtmişlerdir. Kimi ülkeler ise M2M ile ilgili henüz tam anlamda standardizasyon ve düzenleme çalışmalarının yapılmadığını ve bu kapsamda sektörün gelişimini bir süre daha izledikten sonra, daha sağlıklı değerlendirme yapılabileceğini belirtmişlerdir.

M2M cihazları için numara tahsisi yapan birkaç ülke bulunmaktadır. Bunun dışındaki ülkeler numaralandırma için ciddi bir sorun olmadığını düşünmekte ve böyle bir sorun yaşansa bile IPv6 numaralarıyla birlikte bu sorunların aşılabileceğini düşünmektedirler.

GSMA kayıtlarından toplanan veriler ışığında tüm dünyada mobil M2M bağlantı sayılarıyla ilgili istatistikler hesaplanarak M2M hususunda önde gelen ülkelerle ilgili fikir edinilmiştir. Bu kapsamda, mobil M2M bağlantı sayısının toplam mobil bağlantı sayısına oranına göre ülkeler sıralanmış ve İsveç, Yeni Zelanda, Norveç ve Finlandiya'nın en gelişmiş M2M pazarına sahip olduğu yönünde fikir edinilmiştir. Bu ülkelerdeki pazarın gelişmesinin en büyük sebebinin ise ülkelerin M2M sektörü için çeşitli yasal düzenlemeler getirmeleri ve sektörü teşvik etmeleri olduğu anlaşılmıştır. İsveç'te 2009 yılında getirilen bir kanunla tüm evlerin aylık elektrik tüketimlerini izlemeleri yasal zorunluluk haline getirilmiştir. Bu sayede ülkede yaklaşık 2,5 milyon akıllı elektrik sayacı kullanıcısı bulunmaktadır. Bu rakam, yasal düzenlemenin M2M gelişimi için çok önemli bir etken olduğu kanısını oluşturmaktadır.

➤ **M2M Düzenlemeleri Hususu:** M2M sektörü büyüdükçe bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan bazıları frekans ve spektrum tahsisi, M2M cihazları için numaralandırma, gizlilik ve güvenlik hususlarındadır.

M2M için henüz tahsis edilmiş bir frekans bandı bulunmamaktadır. M2M cihazları hücreli teknolojilerde mevcut GSM altyapısını, Wi-Fi ve Bluetooth teknolojilerinde de yine bu teknolojilerin mevcut frekans bantlarını kullanmaktadırlar. Kısa vadede M2M ile ilgili herhangi bir spektrum sorunu öngörülmesi de uzun vadede artan cihaz sayısı ile birlikte bu konuda sorunlar yaşanabileceği öngörülmektedir.

Numaralandırma hususu da M2M için önem arz etmektedir. Özellikle, mobil bağlantılarda mobil numaralar kullanmak gerekmektedir. Mevcut 2G/3G

sistemleri IP tabanlı çalışmadıkları için mobil numara gerekliliği bu sistemlerde zorunluluk teşkil etmektedir. IMSI numaraları şu an için yaklaşık 10 milyar numara sağlamaktadır. Kısa vadede sorun teşkil etmeyecek gibi gözükse de uzun vadede bağlı cihaz sayısının 50 milyarı bulacağı öngörüsü ile beraber düşünüldüğünde bu konuda sorunlar yaşanabileceği öngörülmektedir.

M2M iletişimi ile beraber kullanıcılara yönelik güvenlik ve gizlilik sorunları da gündeme gelmektedir. M2M cihazları çeşitli haberleşme altyapılarını kullanmakta ve bu yolla iletişime geçmektedirler. Bu kapsamda altyapı sağlayıcılarının, M2M hizmetinden faydalanmakta olan kullanıcıların bilgilerine erişebilme riski bulunmaktadır. Bu kapsamda, altyapı sağlayıcılarının bu gizlilikten sorumlu oldukları düşünülmektedir.

M2M'in PGD'sine Yönelik Sonuçlar:

➤ **PGD Hususu:** M2M cihazlarının iletişim yöntemleri, R&TTE kapsamındaki cihazların kullanmış oldukları iletişim yöntemleriyle örtüşmektedir. Telsiz ekipmanlarının çalışma aralıkları ve frekans bantları düşünüldüğünde, M2M cihazlarının da aynı frekansları kullanarak iletişime geçtikleri görülmektedir. Yine cep telefonlarının GSM teknolojisini kullandığı, diğer bazı TTTE'nin Wi-Fi ve Bluetooth gibi teknolojiler kullandıkları bilinmektedir. M2M cihazları da bahsedilen bu teknolojileri kullanmakta ve bu yolla iletişime geçmektedirler. Bu kapsamda bakıldığında M2M cihazlarının R&TTE kapsamına girdiğini söylemek mümkündür.

M2M cihazlarını R&TTE kapsamında değerlendirmek ve PGD faaliyetlerine tabi tutmak mümkün gözükmemektedir. Ancak, M2M cihazları daha önce de anlatıldığı üzere, diğer elektronik cihazlar gibi yaygın kullanıma ve satış alanına sahip değildir. Bu kapsamda, M2M cihazlarına PGD faaliyetleri uygularken belli sorunlar yaşanabileceği düşünülmektedir.

Piyasada ve satış noktalarında yaygın şekilde M2M cihazı satışı bulunmamaktadır. Bu nedenle, denetime tabi tutulacak cihazların temin edilmesinde sorunlar yaşanabileceği düşünülmektedir.

Üreticiler, cihazları kullanıcı ve müşteri talepleri doğrultusunda üretmektedirler. Bu da her numunenin birbirinden farklı özellikler arz edebilmesine neden olabilecektir. Bir numunesi denetlenen cihazın diğer numuneleri hakkında çıkarım yapılmasının mümkün olmayabileceği düşünülmektedir.

Cihazların piyasada yaygın olmaması sebebiyle üreticilerle ve dağıtıcılarla iletişim kurmak gerekecektir. Yerli üreticisi olan cihazlarda bir sorun yaşanmayacağı, ancak yabancı üreticisi olan cihazlarda üreticiyle temasa geçip cihaz tedarik etme noktasında sorunlar yaşanabileceği düşünülmektedir.

TTTE'nin PGD'sinden sorumlu kurum BTK'dır. M2M cihazları ise TTTE kapsamının yanında asıl işlevi bakımından başka cihaz kapsamına da girebilmektedir. Örn. tıbbi M2M cihazları Sağlık Bakanlığı'nın, beyaz eşya M2M cihazları Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın sorumluluk kapsamına girebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, bu tür M2M cihazlarına BTK tarafından PGD uygulanırken çeşitli bürokratik sorunlar yaşanabileceği düşünülmektedir.

M2M cihazları; işlevleri açısından tek bir cihaz sınıfında değerlendirilemediği gibi, boyutsal olarak da çok farklılıklar arz edebilmektedir. Bu kapsamda düşünüldüğünde, M2M iletişim kabiliyetine sahip tüm cihazların PGD faaliyetine ve PGM bünyesinde teste tabi tutulmasının uygun olmayabileceği düşünülmektedir. Akıllı sayaçlar, POS cihazları, çıkarılması mümkün (gömülü olmayan) M2M modüllerine sahip cihazlar vb. fiziksel olarak daha küçük olan cihazların denetime tabi tutulmasının daha kolay olacağı; beyaz eşyalar, medikal izleme cihazları, gömülü M2M modüllerine sahip cihazlar vb. fiziksel olarak büyük ve sökülmesi mümkün olmayan cihazların denetime tabi tutulmasının ise daha zor olacağı düşünülmektedir.

➤ **PGM Hususu:** PGD faaliyetlerinin teknik inceleme kısmında önemli bir yeri de laboratuvar testleri tutmaktadır. Piyasadan toplanan cihazlar PGM laboratuvarına gönderilmekte ve EMC, RF, LVD ve SAR laboratuvarları bünyelerinde test edilmektedir. M2M cihazlarının R&TTE kapsamına girdiği mütalaa edildiği için, PGM bünyesinde test edilebileceği düşünülmektedir.

EMC: 2G teknolojisi ile çalışan M2M cihazlarının EMC laboratuvarı bünyesinde teste tabi tutulabileceği düşünülmektedir. Bu cihazlara; ışınlama yayılımı, ışınlama bağımsızlık, iletimle yayılım, iletimle bağımsızlık, ani voltaj yükselmesi, elektriksel hızlı geçişler ve patlama, gerilim çukuru ve kısa kesintiler ve elektrostatik boşalma deneylerinin uygulanabileceği anlaşılmaktadır.

3G ve 4G/LTE sistemi, Bluetooth, Wi-Fi ve ZigBee gibi teknolojiler kullanan M2M cihazlarının EMC laboratuvarında teknik altyapı yetersizliği sebebiyle normal kullanım koşulları simüle edilemediğinden, test edilemeyeceği anlaşılmaktadır. Teknik altyapı yeterliliği sağlanması durumunda ise teste tabi tutulmak için bir engel kalmayacaktır.

RF: 2G teknolojisi ile çalışan bir M2M cihazına RF çıkış gücü ve RF istenmeyen yayınlar deneylerinin uygulanabileceği anlaşılmıştır. 3G ve 4G/LTE teknolojilerini kullanmakta olan M2M cihazlarının mevcut altyapı ile test edilemeyeceği anlaşılmıştır. Teknik altyapı yeterliliği sağlanması durumunda ise teste tabi tutulmak için bir engel kalmayacağı anlaşılmıştır.

Wi-Fi teknolojisi kullanan M2M cihazlarının testlerinin mevcut durumda ADSL hat özelliği kullanılarak belli oranda (cihaz tam kapasite çalıştırılmadan) gerçekleştirilebileceği anlaşılmaktadır. Altyapı desteği sağlanabilirse cihazların tam kapasite test edilmesine bir mani olmayacağı anlaşılmıştır.

Bluetooth ve RFID teknolojileri ile çalışan M2M cihazlarının testleri için mevcut altyapı yetersizdir.

LVD: Beyan gerilimi 600V'u aşmayan elektrik şebekesi veya batarya ile beslenmekte olan elektrikli M2M cihazlarının LVD laboratuvarı bünyesinde test edilebileceği anlaşılmıştır.

SAR: Normal kullanım koşullarında kulağa yakın şekilde tutulan veya vücuda 200mm'den daha yakın tutulan, 2G ve 3G (W-CDMA ve HSDPA) teknolojileri ile çalışmakta olan M2M cihazlarının (Örn. POS cihazı) SAR laboratuvarı bünyesinde teste tabi tutulabileceği anlaşılmıştır.

Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee ve 4G/LTE teknolojilerini kullanan M2M cihazları için SAR laboratuvarının mevcut altyapısı ile test uygulanamayacağı belirlenmiştir. Bu teknolojilerle çalışan cihazların test edilebilmesi için ilgili simülatör cihazlar ve üretici desteği gerektiği anlaşılmıştır.

Öneriler:

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında sunulacak olan öneriler, M2M ile ilgili genel öneriler ve M2M'in PGD'sine yönelik öneriler olmak üzere iki başlıkta sunulacaktır.

M2M İle İlgili Genel Öneriler:

M2M sektörü ve kullanım alanlarına dair;

- Hızla gelişmekte olan M2M sektörünün BTK tarafından yakından izlenmesinin hem sektörün gelişimi hem de kamuoyu açısından,
- Hâlihazırda devam etmekte olan M2M çalışma gruplarının, daha geniş kapsamlı sektörün tüm bileşenlerini bir araya getirecek şekilde yapılmasının ve bu sayede sektörün daha hızlı gelişme göstermesinin sağlanmasının,
- M2M göz önüne alındığında, hangi sektörlerin gelişmiş olduğu ve hangi sektörlerin daha az gelişmiş olduğunun BTK tarafından iyi takip edilerek, yapılacak düzenleme ve teşvikler hususunda bu takip mekanizmasından yararlanılmasının,
- En yaygın kullanım ve gelişim için en elverişli alanlar; araç takip sistemleri, POS cihazları ve akıllı sayaçlar olduğundan yoğunluğun bu alanlara çevrilerek, özellikle Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından teşvik edici çalışmaların yapılmasının

faydalı olacağı düşünülmektedir.

Türkiye'de faaliyet gösteren mobil işletmecilerden alınan bilgiler ışığında;

- M2M pazarının büyümesi ve beklenen ölçüğe ulaşması için telsiz ruhsatname ve kullanım vergilerinin BTK'ya bakan yönlerinin, Maliye

Bakanlığı'nın görüşleri çerçevesinde yeniden gözden geçirilerek kullanıcılar için daha uygun hale getirilmesi,

son derece faydalı olacaktır.

Ülke otoritelerine sorulan sorulara verilen cevaplar ışığında;

➤ Özellikle İsveç, Yeni Zelanda, Norveç ve Finlandiya gibi M2M hususunda gelişmiş pazara sahip ülkelerin, bu konuda ne gibi düzenlemeler yaptığının daha detaylı şekilde araştırılıp, sonuçların analiz edilmesinde ve de karşılıklı işbirliği faaliyetleri gerçekleştirilmesinde

fayda görülmektedir.

M2M düzenlemelerine dair;

➤ Uzun vadede ciddi artış gösterecek M2M cihaz sayısı göz önünde bulundurularak, Örn. kısa mesafe erişim cihazları gibi cihazların çalışması için spektrum planlamasının gözden geçirilmesinde,

➤ IMSI numaralarının sahip olduğu 10 milyar numaranın kısa vadede yeterli gözüktüğü, ancak uzun vadede artan cihaz sayısı ile birlikte IPv6 adreslerine geçiş için çalışma yapılmasında,

➤ M2M cihazlarına iletişim için altyapı sağlayan firmalara, kullanıcı güvenlik ve gizliliklerini korumaları yönünde yaptırımlar uygulanmasında ve hem M2M cihaz üreticileri hem de tüketici ve kullanıcılar için gerekli standartların oluşturulmasında

fayda görülmektedir.

M2M'in PGD'sine Yönelik Öneriler:

PGD faaliyetlerine dair;

- Yeni bilgi teknolojisi cihazlarının çoğalmasi sebebiyle, bu tür cihazların incelenerek PGD kapsamında değerlendirilmesinin,
- Denetimlerde uygunsuz bulunan cihazlar belirlenerek, bu tip cihazlara yönelmenin,
- R&TTE Direktifinin güncellenmiş hali olan RED gibi yeni direktifler ve standartların incelenerek ne gibi yenilikler getirildiğine dair analizler yapılmasının

yararlı olacağı düşünülmektedir.

M2M cihazlarının PGD'sine dair;

- M2M cihazlarının kullandıkları iletişim yöntemleri sebebiyle R&TTE kapsamında değerlendirilmesinin,
- R&TTE kapsamında değerlendirildiği için uygun olan tüm M2M cihazlarının PGD faaliyetlerine tabi tutulmasının,
- Fiziksel olarak küçük olan, büyük bir cihaza gömülmüş şekilde kullanılmayan M2M cihazlarının - Örn. akıllı sayaçlar, POS cihazları, sökülebilir M2M modülleri vb. – PGD faaliyetleri kapsamına alınmasının ve gerekli görülen durumlarda PGM bünyesinde teste tabi tutulmasının,
- Fiziksel olarak büyük veya bir cihaza gömülü şekilde kullanılan M2M cihazlarının PGD faaliyetleri kapsamına alınmasına gerek olmayabilecektir. Ancak bu tür cihazlara yerinde denetim ve teknik dosya denetimi gibi faaliyetler uygulanmasının,
- PGD kapsamına alınması uygun görülen cihazların, PGM bünyesinde test edilebilmesi için 2G, 3G, Wi-Fi, Bluetooth vb. teknolojileri kullanıyor olmasına dikkat edilmesi ve bu teknolojiler ile çalışmakta olan cihazlara PGD

uygulanmasının, (bahsedilen teknolojiler için PGM altyapısı ile test imkânı mümkün değilse bu durumlar için öneriler ilerleyen kısımlarda yapılacaktır)

- M2M cihazlarını piyasadan toplama hususundaki zorluklar nedeniyle, üreticilerle ve dağıtıcılarla iletişime geçerek cihazların satışları öncesinde numune toplama yönteminin benimsenmesinin,
- Yabancı üreticisi olan cihazlar için, varsa yerli dağıtıcı ve ithalatçılarla iletişime geçilmesi; aksi takdirde cihazların uluslararası bir güvenilirlik sağlıyor olmasına dikkat edilmesinin,
- Cihazların kendi öz işlevleri nedeniyle PGD'sinden sorumlu kurumlar varsa, bu kurumlarla irtibata geçilerek gerekli görüşme ve protokollerin yapılmasının

faydalı olacağı düşünülmektedir.

PGM faaliyetlerine dair;

- M2M cihazlarının teste tabi tutulması hususunda PGM'nin gerekli çalışmaları yapmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

EMC laboratuvarına dair;

- 2G teknolojisi ile çalışan M2M cihazlarının test edilebilmesi için gerekli çalışmaların yapılması ve ilgili deney talimatlarının hazırlanması faaliyetlerinin yapılmasında,
- 3G ve 4G/LTE sistemi, Bluetooth, Wi-Fi ve ZigBee gibi teknolojiler kullanan M2M cihazlarının EMC bünyesinde teste tabi tutulması için mevcut durumda bulunan altyapı eksikliklerin tespit edilmesi, bu eksikliklerin giderilmesi ve altyapının uygun hale getirilmesi için gerekli çalışmaların yapılmasında,
- Yukarıda bahsedilen teknolojiler ile çalışan tüm M2M cihazlarının test edilebilirliği sağlanması durumunda personel sayısının yeterli olup

olmayacağına dair çalışma yapılmasında ve gerekli durumda personel alımına gidilmesinde fayda görülmektedir.

RF laboratuvarına dair;

- 2G teknolojisi ile çalışan M2M cihazlarının test edilebilmesi için gerekli faaliyetlerin yapılması ve ilgili deney talimatlarının hazırlanması için çalışmalar yapılmasının,
- Wi-Fi ile çalışan M2M cihazlarının mevcut durumda ve tam kapasiteli şekilde test edilebilirliği için ayrı ayrı çalışmalar yapılması, mevcut durumdaki koşullar yeterli değilse altyapı eksikliklerin giderilmesi için gerekli çalışmaların yapılmasının,
- 3G, LTE, Bluetooth ve RFID gibi teknolojilerle çalışan M2M cihazlarının test edilebilmesi için gerekli altyapı eksikliklerinin tespit edilmesi ve bu kapsamda çalışmalar yapılarak uygun altyapının sağlanmasının,
- İlgili cihazların test edilmesi aşamasında, personel ihtiyacının ortaya çıkması durumunda personel alımı yapılmasının

faydalı olacağı düşünülmektedir.

LVD laboratuvarına dair;

- M2M cihazları ile ilgili çalışmalar yapılarak beyan gerilimi 600V altında olan cihazlar tespit edilerek bunların teste tabi tutulması için gerekli hazırlığın yapılmasının,
- Ev ve işyerlerinde kullanılan M2M cihazlarına 'Kızaran Tel Deneyi' uygulanmasının,
- İş yükü artışı sebebiyle gerek duyulursa personel alımı yapılmasının

faydalı olacağı düşünülmektedir.

SAR laboratuvarına dair;

- Normal kullanım koşullarında kulağa yakın şekilde tutulan veya vücuda 200 mm'den daha yakın tutulan, 2G ve 3G (W-CDMA ve HSDPA) teknolojileri ile çalışmakta olan M2M cihazları ile ilgili araştırmaların yapılarak bu cihazların test edilmesine dair gerekli hazırlıkların yapılmasının,
- M2M POS cihazlarının teste tabi tutulmasının,
- Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee ve 4G/LTE teknolojilerini kullanan M2M cihazlarının SAR laboratuvarı bünyesinde test edilebilmesi için mevcut altyapıdaki eksikliklerin tespit edilmesi ve bu eksikliklerin giderilmesi hususunda gerekli çalışmaların yapılmasının,
- İlgili cihazların tamamının test edilmesi nedeniyle iş yükünde artış meydana gelmesi ve personel ihtiyacı duyulması halinde, personel alımı yapılmasının

yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmayla birlikte, M2M cihazları PGD kapsamında değerlendirilmiş ve bu kapsamda PGD ve PGM faaliyetlerine önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca, M2M konusu genel hatları ile incelenmiş ve sektörün gelişimine yönelik bazı önerilerde bulunulmuştur. Bu kapsamda bu çalışmanın, henüz yeni sektör olarak görülen M2M sektörünün gelişimine ve BTK'nın bu alandaki çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Amaidhi Technology, 2015, GPS Tracking System, Amaidhi Technology Ana Sayfası, <http://amaidhitechnology.com/gps.aspx>, (14.01.2015)

AYDIN Ayfer, 2006, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bilişim Uzmanlığı Tezi, AB Mevzuatı Çerçevesinde Piyasa Gözetimi ve Denetimi ile İthalat Kontrol Stratejilerinin Belirlenerek, E-Denetim Modelinin Geliştirilmesi, Ankara

BAKMAZ Hüsnü, 2009, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bilişim Uzmanlığı Tezi. Piyasa Gözetimi ve Denetimi Kapsamında Elektromanyetik Uyumluluk Deneylerinin Telekomünikasyon Cihazlarına Uygulanması, Avrupa İncelemeleri ve Türkiye için Öneriler, Ankara

BEREC, 2014, Machine-to-Machine Communications: 2014 Interim Report, Body of European Regulators for Electronic Communications

BKM, 2014, POS, ATM, Kart Sayıları, Bankalar Arası Kart Merkezi İstatistik Sayfası, http://www.bkm.com.tr/istatistik/pos_atm_kart_sayisi.asp, (01.10.2014)

BTK, 2007, 24/03/2007 tarih ve 26472 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları Yönetmeliği, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara

BTK, 2013, Makineler Arası İletişim (M2M), Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara

BTK, 2014, Üç Aylık Pazar Verileri Raporu - 2014 Yılı 3. Çeyrek - Temmuz - Ağustos - Eylül, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara

BTK, 2015a, Yazılı Görüşme, Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara

BTK, 2015b, Taşra Teşkilatı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Ana Sayfası, http://www.tk.gov.tr/kurum_hakkinda/kurulus/bolge_teskilati.php, (02.01.2015)

BTK, 2015c, EMC Deneylerinin Amacı, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü Sayfası, <http://pgm.btk.gov.tr/?q=EMCpurpose>, (04.01.2015)

BTK, 2015d, EMC Deneyleri, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü Sayfası, <http://pgm.btk.gov.tr/?q=EMCtests>, (04.01.2015)

BTK, 2015e, RF Deneylerinin Amacı, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü Sayfası, <http://pgm.btk.gov.tr/?q=RFpurpose>, (04.01.2015)

BTK, 2015f, EMC Deneyleri, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü Sayfası, <http://pgm.btk.gov.tr/?q=RFtests>, (04.01.2015)

BTK, 2015g, SAR Deneylerinin Amacı, Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü Sayfası, <http://pgm.btk.gov.tr/?q=SARpurpose>, (05.01.2015)

BTK, 2015h, Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanları ile İlgili Mevzuat, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Ana Sayfası, http://www.tk.gov.tr/elektronik_haberlesme_sektoru/piyasa_gozetimi_ve_denetimi/ttte_mevzuati.php, (10.01.2015)

CULLINEN Matt, 2013, Machine to Machine Technologies: Unlocking the potential of a \$1 trillion Industry, Carbon War Room, Washington

EB, 2014, Yetkili PGD Kuruluşları ve Sorumlu Oldukları Ürün Grupları, T.C. Ekonomi Bakanlığı, Ankara

EC, 1999, Directive 1999/5/EC of European Parliament and Council of 9 March 1999 on Radio and Telecommunication Terminal Equipment and The Mutual Recognition of Their Conformity

EC, 2006, Directive 2006/24/EC of The European Parliament and of The Council, The European Parliament and The Council of European Union, Article 5.1.f.1.

ECC, 2010, Numbering and Addressing in Machine-To-Machine (M2M) Communications, Electronic Communications Committee, Luxembourg

EMO, 2015, Elektromanyetik Alanların Etkileri, Elektrik Mühendisleri Odası Ekler Sayfası, http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf, (09.02.2015)

ETSI, 2013a, ETSI TS 102 690 V1.2.1. Machine-to-Machine Communications (M2M); Functional Architecture

ETSI, 2013b, ETSI TR 102 725 V1.1.1. Machine-to-Machine Communications (M2M); Definitions

ETSI, 2013c, ETSI TS 102.689 V2.1.1. Machine-to-Machine Communications (M2M); M2M Service Requirements

EVANS Dave, 2011, The Internet of Things How The Next Evolution of The Internet Is Changing Everything, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)

Future For All, 2015, Future Homes, Future For All Ana Sayfası, <http://www.futureforall.org/home/homeofthefuture.htm>, (20.01.2015)

GSMA, 2012, 2025 Every Car Connected: Forecasting the Growth and Opportunity, London

GSMA, 2014, From Concept to Delivery: The M2M Market Today, GSMA Intelligence

GSMA, 2015, Data, GSMA Intelligence Data Sayfası, <https://gsmaintelligence.com/data/>, (25.01.2015)

HILTON Steve, 2013, M2M Insights for Mobile Network Operators, Analysys Mason Limited, London

IEC, 2010a, Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-mounted Wireless Communication Devices – Human Models, Instrumentation, and Procedures - Part 1: Procedure to Determine The Specific Absorption Rate (SAR) For Hand-held Devices Used in Close Proximity to The Ear (Frequency Range of 300 MHz to 3 GHz), International Electrotechnical Commission

IEC, 2010b, Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-mounted Wireless Communication Devices – Human Models, Instrumentation, and Procedures. Part 2: Procedure to Determine the Specific Absorption Rate (SAR) for Wireless Communication Devices Used in Close Proximity to the Human Body (Frequency Range of 30 MHz to 6 GHz), International Electrotechnical Commission

IEC, 2013, Information Technology Equipment — Safety Part 1: General Requirements, International Electrotechnical Commission

ITU, 2013, Machine-to-Machine Applications, Cenevre

ITU, 2014, Measuring the Information Society Report, Cenevre

MALM Andre, 2014, M2M Research Series Security Applications and Wireless M2M, Berg Insight

MINOLI Daniel, 2013, Building The Internet Of Things With IPv6 AND MIPv6 The Evolving World of M2M Communications, WILEY, New Jersey, s.48-94

ODTR, 2000, Information on The R&TTE Directive, Office of The Director of Telecommunications Regulation, Dublin

OECD, 2012a, Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices, OECD Digital Economy Papers, No:192, OECD Publishing

OECD, 2012b, Developments in Mobile Termination, OECD Digital Economy Papers, No:193, OECD Publishing

OMA, 2012, White Paper on M2M Device Classification, Open Mobile Alliance, San Diego

ÖNCÜ Özkan, 2011, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bilişim Uzmanlığı Tezi, Elektronik Haberleşme Sektöründe Piyasa Gözetimi ve Denetimi Faaliyetleri Kapsamında Gerçekleştirilen Testlerin (EMC, RF, SAR, LVD ve TBR) ve Sonuçlarının Ürün Güvenliği Açısından Analizi ve Test Parametrelerinin Belirlenmesine İlişkin Öneriler, Ankara

ÖZŞİN Suzan, 2013, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Teknik Uzmanlık Tezi. Türkiye'de Piyasa Gözetimi ve Denetimi Faaliyetleri ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun Bu Alandaki Rolü, Ankara

PEREIRA Carlos, AGUIAR Ana, 2014, Towards Efficient Mobile M2M Communications: Survey and Open Challenges, Sensors

PG&E 2015, Pacific Gas and Electricity Corporation Ana Sayfası, <http://www.pge.com/>, (02.01.2015)

Radikal, 2014, Edirne Polis Radyosu Uçağı Düşürmemek İçin Yayınına Ara Verdi!, Radikal Gazetesi Ana Sayfası, http://www.radikal.com.tr/turkiye/edirne_polis_radyosu_ucak_dusurmemek_icin_yayinina_ara_verdi-1199075, (26.12.2014)

RANACHANDRAN Pradip, ROYCHOWDHURY Manoj, 2013, M2M – Concept and Architectural Overview, CSI Communications

RYBERG Tobias, 2013, M2M Research Series Smart Metering in Europe, Berg Insight, Gothenburg

SADIN Ayhan, 2013, Bilgi Teknolojileri İletişim Kurumu Teknik Uzmanlık Tezi, Telsiz ve Telekomünikasyon Terminal Ekipmanlarının İthalat Kontrolleri ile Piyasa Gözetimi ve Denetiminin Analizi, Avrupa Birliği Üyesi Ülke Örnekleri de Araştırılarak Etkin Denetimlere ilişkin Öneriler, Ankara

ŞANLI Barış, HINÇ Agah, 2009, Smart Grid (Akıllı Şebekeler) : Türkiye'de Neler Yapılabilir?, Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi, İzmir

TANRIÖVEN Kürşat vd., 2011, Geleceğin Elektrik Dağıtım Şebekesi Smart Grid, Fırat Üniversitesi, Elazığ

TÜRKAK, 2015, Akreditasyon Kapsamı, Türk Akreditasyon Kurumu Ana Sayfası, <http://www.turkak.org.tr/pdf/AB0259T.pdf>, (09.01.2015)

VARGHESE Alan, 2014, M2M Research Series Smart Homes and Home Automation, Berg Insight, Gothenburg

VESLABS, 2013, Nesnelerin İnterneti (IoT), VESLABS Digital Touch Blog Sayfası, <http://www.veslabs.com/nesnelerin-interneti/>, (21.12.2014)

Vienna UT, 2007, Smart Cities, Ranking of European Medium-sized Cities, Centre of Regional Science

VODAFONE, 2013a, The State of M2M in Transport and Logistics, Vodafone Group

VODAFONE, 2013b, Bringing the Smart City to Life, Vodafone Group

VODAFONE, 2013c, Improve the Product Lifecycle, Vodafone Group

VODAFONE, 2013d, Connect and Extend Your Site and Asset Security, Vodafone Group

VODAFONE, 2014, New Ways to Grow Business, Vodafone Group

YETİMLER Emrah, 2012, Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir? Cihazların Etkileşim Trendleri, KAREL Blog Sayfası, <http://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir- cihazlarin-etkilesim-trendleri>, (27.01.2015)

ZIEGLER Chris, 2011, 2G, 3G, 4G, and Everything in Between: an Engadget Wireless Primer, Engadget

EKLER

EK-1: Türkiye'deki Mobil İşletmecilere M2M ile İlgili Sorulan Sorular

- 1) M2M (makinalar arası iletişim) konusunda stratejileriniz nelerdir?
- 2) Spesifik olarak hangi sektör ve alanlarda M2M uygulama ve çözümleriniz bulunmaktadır?
- 3) Başarılı M2M çözümlerinizi ve uygulamalarınızı nelerdir?
- 4) M2M teknolojisine yönelik olarak, Ar-Ge amaçlı ya da proje bazında işbirliği tesis edilen kamu ya da özel sektör kurum, kuruluş ya da firmalar var mıdır? Lütfen isimlerini belirtiniz.
- 5) M2M alanında sunulan çözümlere yönelik olarak desteklenen teknolojik altyapı ve platformlar nelerdir? (örneğin: SIM kartlar, çipler, sensörler, radar, kameralar, embedded-gömülü cihazlar) Hangi tedarikçi firmaların ürünleri tercih edilmektedir?
- 6) Bahse konu teknolojilerin mevcut kurulu hücresel sistemlerle entegrasyon ve uyumu konusunda karşılaştığınız zorluk ve kolaylıkları belirtiniz. Örneğin, birlikte işlerlik konusunda çıkan sorunlar ya da kurulu mobil şebekelerin daha etkin ve optimum kullanımına destek olması gibi...
- 7) M2M teknolojisinin kullanımında ortaya çıkan trafik miktarı ve sinyalizasyon konularında neler söylemek istersiniz? M2M haberleşme mimarisini teknik olarak ve kısaca anlatır mısınız?
- 8) Genel olarak M2M teknolojisinin Türkiye'deki uygulamalarına bakıldığında hangi sektörler ve kullanım alanlarının öne çıkmakta olduğu görülmektedir? Sizce bunları farklı kılan hususlar nelerdir?
- 9) Hâlihazırda M2M abone sayınız nedir, sektörlere göre ve teknoloji bazında abone dağılımı nasıldır ve yıllara göre abone sayısı nasıl değişmektedir?
- 10) M2M hizmetlerinden elde edilen gelirleriniz nedir? Bu hizmetler için ayrı faturalandırma yapıyor musunuz? Proje bazında mı yoksa diğer hizmetlerle birlikte çoklu satış mı söz konusu? İş modellerinden ve ortaya çıkan finansal nakit akışından bahsedebilir misiniz?
- 11) M2M sektörünün gelişimi ve ilerlemesi ile ilgili öngörüleriniz nelerdir?
- 12) Ülkemizde M2M alanında yapılması gereken Ar-Ge çalışmaları ve yürütülmesi gereken projelerin yazılım temelli mi yoksa teknik altyapı temelli donanım bazında mı inovasyonu gerçekleştirilmelidir? Her ikisinin de önemli olduğunu düşünüyorsanız değer vererek karşılaştırma yapabilir misiniz?

- 13) Sizce Dünya'da M2M teknolojisi ve uygulamalarında gerek teknoloji ve sistem tasarımı gerekse bahse konu uygulamaların kullanımında hangi ülkeler daha ileri durumdadır ve Türkiye Dünyaya göre kıyasen ne durumdadır?
- 14) Regülasyonlar ve standardizasyon konularında kısa, orta ve uzun vadede spesifik olarak BTK'dan beklentileriniz nelerdir?

EK-2: Ülke Otoritelerine E-posta Yoluyla Sorulan Sorular

- 1) What is the name of institution which is responsible for 'M2M Technology' and 'Market Surveillance and Audit'?
- 2) What are the Mobile Operator's name?
- 3) What is the number of M2M subscribers currently? How to change subscriber's number by year (e.g. 2012,2013,2014)?
- 4) Which sectors are more developed on M2M applications and solutions?
- 5) Are there any law or regulation about M2M?
- 6) Do you make market surveillance and audit on M2M devices? And do you have any plan about this issue?
- 7) What is your expectation, plan and foresight about M2M in the near future?

EK-3: R&TTE Direktifi Kapsamı Dışında Bırakılan Cihazlar

- 1) ITU 'Telsiz Düzenlemeleri' Madde 1 Tanım 53'te yer alan ve ticari amaçla kullanılmayan telsiz amatörlerinin kullandıkları telsiz ekipmanları
- 2) 'Gemi Ekipmanları' hakkındaki 96/98/EC sayılı ve 20/12/1996 tarihli Konsey Kararı kapsamına giren ekipmanlar
- 3) Antenler dışındaki kablo ve teller
- 4) Sadece ses ve televizyon yayın hizmeti alması amaçlanan telsiz ekipmanları
- 5) EC 16/12/1991 tarih ve 3922/91 sayılı 'Sivil Havacılık Alanındaki Teknik Gereklilikler ve İdari Prosedürlerin Uyumlaştırılması' hakkındaki Kanun'un 2.maddesi kapsamı dâhilindeki ürün, teçhizat ve bileşenler
- 6) Avrupa Konseyi'nin 93/65/EEC sayılı ve 19/07/1993 tarihli 'Hava Trafik Yönetimi Ekipman ve Sistemlerinin Temini için Uyumlu Teknik Şartların Kullanımı ve Tanımlar' hakkındaki Direktifin 1.maddesi kapsamı dâhilindeki hava trafik yönetim ekipman ve sistemleri

Kaynak: (EC, 1999)

EK-4: R&TTE Direktifi Kapsamındaki Cihazların Sınıflandırılması

KABLO ŞEBEKESİ ÜZERİNDEN İLETİŞİM SAĞLAYAN CİHAZLAR			
Kablolu Telefon Cihazları	Görüntülü Haberleşebilen Kablolu Telefon Cihazları	Video/Ses Konferans Cihazı	
	Ses Haberleşmesinde Kullanılan Telefon Cihazları	Kablolu Analog Telefonlar	
		Ankesörlü Telefonlar	
		İF Tabanlı Telefonlar	
Veri İletilebilen Cihazlar	Faks/Modem Cihazları		
	POS Terminal Cihazları		
	ISDN Modem Cihazları		
	Abone Hatlarına İrtibatlandırılmış Güvenlik Amaçlı Alarm Sistemleri		
	Data Terminal Ara Birim Cihazları (DCE)	Analog Modem	
		Base Band Kablo Modem	
		Yüksek Hızlı xDSL Modem	
Kablo TV Modem (DOCSIS)			
Powerline Adaptor			
Kurumsal Amaçlı Lokal Telefon Santralleri	PSTN Abone Santrali		
	ISDN Santrali		
Çağrı Kayıt Cihazları	Ses İzleme ve Kayıt Sistemleri		
	Sesli Yanıt Cihazları		
Kapalı Devre Haberleşme Cihazları	Gemi Dahili Haberleşme Sistemi		
	Bina İçi Dahili Haberleşme Sistemi		
	Araç İçi Dahili Telefon Sistemi		
	Hastane Çağrı Cihazları		
Şebeke İşletmecilerin Altyapısında Kullanılan Cihazlar	Tandem / Ara Santrali		
	Veri Anahtarlama Amaçlı Kullanılan Sistemler	ATM Anahtar	
		IP Yönlendirici	
		X.25 Data Santralleri	
		Ethernet Bağlantılı Cihazlar	
		LAN Anahtarlama Cihazı	
	Analog ve Dijital Multiplex Cihazları	Frequency Division Multiplexing	
		Time-Division Multiplexing	
		Plesiochronous Digital Hierarchy	
		Synchronous Digital Hierarchy	
		Add-Drop Multiplexer	
		Dense Wavelength Division Multiplexing	
		Digital Subscriber Line Access Multiplexer	
		RADYO FREKANSI YOLUYLA İLETİŞİM SAĞLAYAN CİHAZLAR	
Kişisel Kullanım Amaçlı Telsiz Cihazları		GSM / 3G / HSDPA(3,5G) Telefon	
	GSM Terminal (FCT)		
	GSM / GPRS / EDGE/ Modül		
	GSM POS Terminal		
	DECT Kordsuz Telefon	DECT Repeater	
		DECT Kablosuz Kulaklık	
	Kablosuz Klavye, Kamera, Keyboard, Mikrofon, Kulaklık ve Mouse Cihazları		
	Endüstriyel Uzaktan Kumanda Cihazları		
	Bluetooth Özellikli Cihazlar	Bluetooth Kablosuz Kulaklık	
		Bluetooth Araç Kiti	
		Bluetooth Adaptor	
		Bluetooth Özellikli Diğer Cihazlar	
	RF Barkod Okuyucu Cihazları		
	Baby Monitor, Baby Camera, Baby Phone Cihazları		
UHF Data Modem Cihazları			
Telemetry Transceiver			

	Kablosuz Bina İçi Alarm ve Güvenlik Sistemleri
	Halk Bandı (CB) ve 49 MHz Alçak Güçlü Telsiz Cihazları
Kişisel Kullanım Amaçlı Telsiz Cihazları	Yön Bulucular
	GPS Alıcı Cihazları
	GPS Chartplotter
	Uydu Alıcı Cihazları
	WLAN Cihazları
	Wireless Access Point
	Wireless Ethernet Bridge
	Wireless DSL Modem/Router
	Wireless PC/PCI Card
	Wireless USB Adapter
Wireless Gateway	
Wireless Internet Camera	
Wireless Bluetooth Pocket PC	
Wireless Printer	
Wirofon Telefon	
	Wimax Özellikli Cihazlar (Eİ Terminali/ Modem vb.)
Deniz Telsiz ve Seyrüsefer Telsiz Cihazları	VHF/FM Deniz Telsizi
	VHF/FM GMDSS Deniz Eİ/ Sabit Telsizi
	MF/HF SSB Telsiz cihazı
	Otomatik Tanımlama Sistemi
	Emergency Position Radio Indication Beacons
	Search And Rescue Transponder
	INMARSAT Mini C
	INMARSAT B
	GPS Navigator
	DGPS Navigator
	NAVTEX Receiver
	FACSIMILE Receiver
	MF/HF DSC Watchkeeping Receiver
	DGPS/WAAS Navigator
	NAVTEC EPIRB
	WEATHER FAX
	Deniz X ve S Band Radar
	X ve S Band Marine Arpa Radar
Radar Transponder	
Hava Telsiz, Seyrüsefer ve Yer Hizmetleri Cihazları	VHF/FM Telsiz Cihazı
	Instrument Landing System
	Distance Measurement Equipment
	Non Directional Radiobeacon
	Automatic Direction Finder
	Radio Altimetre
Ground Proximity Warning System	
Kara Telsiz Cihazları	VHF/UHF Alıcı-Verici Kara Telsiz Cihazı
	HF/ SSB Kara Telsiz cihazı
	PMR Alçak Güçlü Eİ Telsiz Cihazı
	Amatör Telsiz Alıcı-Verici Cihazları
Şebeke İşletmecilerin Altyapısında Kullanılan Kablosuz Cihazlar	GSM Baz İstasyon
	GSM Repeater
	Televizyon ve FM -Radyo Verici Cihazları
	Alıcısı Bulunan Verici Radyolink veya Uydu Cihazları
	Radyolink
	VSAT
Uplink (SNG)	
Eutetracs	
INMARSAT Uydu Telefon	

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Meslek Personeli Yönetmeliğine uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

13/05/2015

Süleyman BAYRAM

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bingöl'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu'nda ve Trabzon Yomra Fen Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında Hacettepe Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılında Bingöl Belediyesi'nde Mühendis olarak 10 ay görev yaptı. 2012 yılı Ocak ayında Teknik Uzman Yardımcısı olarak göreve başladığı Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunda halen Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır. Evlidir.

