

Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Makineden Makineye İletişim (M2M) Mimari İlişkileri Üzerine Bir Araştırma

Dr. Kamil Aykotalp GÜNDÜZ^{1*}

¹ Elektronik ve Otomasyon Bölümü / Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

*(aykotalp@selcuk.edu.tr)

Özet – Haberleşme teknolojilerinin ve yapay zekânın kuvvetli bir şekilde ilerlemesiyle günlük hayat içerisinde verilerin bulut sisteminde toplanması, yorumlanması, kayıt altına alınarak izlenmesi ve karar verme algoritmalarının oluşturulması büyük önem kazanmaktadır. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT) teknolojisi ile dünyayı gözlemleme yeteneğine sahip, veri işleyebilen, verileri analiz edebilen ve karar verme işlemleri gerçekleştirebilen, kablosuz algılayıcılar yardımıyla canlı cansız nesnelere tanımlayabilen sistemler geliştirilmeye başlanmıştır. IoT teknolojisinin omurgasını Makineden Makineye İletişim (M2M) oluşturur. IoT destekli cihazlar, internet üzerinden birbirleriyle konuşabilir ve böylece kendi aralarında veri aktarımı yapabilirler. Bu çalışmada IoT ve M2M'nin mimarileri hakkında genel bilgiler ve bu mimarilerin birbirleri arasındaki ilişkiyi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Endüstri 4.0, İot, İletişim, M2M, Mimari.

I. GİRİŞ

Endüstri 4.0 ile birlikte ilerleyen teknolojik gelişmeler, internete bağlanan insan ve makine sayısının artmasına neden olmaktadır. CISCO VNI Forecast 2017-2022 yılları için internetin durumuna dair uzman tahminlerini ortaya koyar. Her geçen yıl daha fazla cihaz birbirine bağlanır ve internet trafiği büyümeye devam ederken bazı şaşırtıcı durumlar meydana gelmektedir.

Bu özelliğinden dolayı IoT teknolojilerinin verdiği olanaklarla, akıllı şehir, akıllı ev, akıllı trafik, akıllı tarım ve biyomedikal sistemlerinin yanı sıra bu tez çalışmasına da konu olan akıllı çiftlik ve hayvancılık alanlarında da kullanımı günden güne artmaktadır.

IoT, hakkında çok fazla araştırma çalışması olduğundan ve halen gelişmesi devam eden bir teknoloji olması sebebiyle birçok tanımı bulunmaktadır. Casagras'ın final raporunda (Coordination and Support Action Global RFID-related Activities and Standardization), fiziki donanıma sahip nesnelere ile sanal nesnelere arasında iletişimi kuran, veri üretilmesi ve üretilen verilerin paylaşımını sağlayan küresel bir altyapı olduğuna vurgu yapılmıştır. Nesnelerin ortak çalışma

yapabilmesine ve internetin olduğu her ortamda çalışabilme olanağı verdiğine yer verilmiştir [1].

IoT tanımı ilk defa 1999 yılında Kevin Ashton tarafından Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün Auto-ID laboratuvarı tarafından geliştirilmiş ve Procter&Gamble firmasının tedarik zincirinde kullanılmaya başlanan Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisi ile internet ile haberleşen nesnelerin oluşturduğu ağı isimlendirmek amacıyla ortaya konmuştur [2]. Bu tanım, internete bağlanabilen bilgisayarların ve mobil cihazların dışındaki "şeylerin" internet ortamına girmesinden bahsetmektedir. Birbirleri ile konuşabilen ve haberleşebilen cihazların sadece bilgisayarlardan ibaret olmadığı, yapısında mikrodenetleyici barındıran "her şey" olarak tanımlanmıştır. Sonuçta kavram, Nesnelerin İnterneti şeklinde bir karşılık bulmuş ve bu tanımlama diğer araştırmacılar tarafından da kabul görmüştür. IoT, GE (General Electric) Türkiye tarafından 4. sanayi devrimi olarak tanımlanmıştır. Dijital Devrim'in ülkemiz gibi teknoloji zor üreten ve gelişmiş ülkelere nazaran düşük ekonomik duruma sahip ülkeler açısından günceli yakalamak için faydalı olacağı öngörülebilir. Ülkemiz

teknolojik ürünlere çok para ödemek zorunda olan bir ülke olduğundan bu dijital devrim ile teknoloji giderek ucuzlayacağından büyük ve karmaşık yaşamı kolaylaştıran IoT ağları kurulabilir, organizasyonunu sağlanabilir ve bu pazarda söz sahibi olup ekonomiye katkıda bulunulabilir. IoT, insanlar, makineler ve farklı nesnelere arasındaki iletişim dünyasını incelemeye önemli rol oynamaktadır. Nesnelere kimliklendirilip internet ağına girmesiyle, anlık olarak izlenmeleri, verilerin toplanıp işlenerek yeni bir bilgi üretmek mümkün olmaktadır.

Kısacası IoT insanlar, hayvanlar, araçlar, cihazlar ve benzeri birçok “şeyin” kendi ve birbiri arasındaki hareketlerini anlamlandırmaya yaramaktadır. IoT’yi bu kadar önemli hale getiren, donanımların hem birbirleri ile hem de sayısal diğer cihazlarla, örneğin bilgisayarlarla ve yazılımlarla haberleşmeyi sağlıyor olmasıdır. Bu olanak cihazların çoklu nokta prensibi ile bulut bilişim sistemleri üzerinden gerçek zamanlı verileri izlenmesine ve yorumlamasına imkân sağlamaktadır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma gerçekleştirilirken yayınlanmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin yanı sıra yayınlanmış makale ve tam metin bildiriler incelenmiştir. Kullanılan mimariler ve teknolojilerin birileri ile olan ilişkisi gösterilmiştir.

A. IoT ve M2M Genel Bilgiler

IoT’ye örnek sayılan ilk çalışma 1991 yılında Cambridge Üniversitesi’ndeki bir grup çalışan, farklı bir katta konumlanmış kahve makinesine ait görüntüyü basit bir web kamerası yardımıyla yerel alanlarında kurulu olan ağa gönderen küçük bir sistem geliştirmişlerdir. Cambridge Üniversitesi’nde yapılmış kahve makinesi ile ilgili uygulama görseli Şekil 1’de verilmiştir.

Kurulan sistem dakikada üç defa kamera görüntüsünü alıp, tekrar tekrar güncel görüntüyü yenilemektedir. 1993 yılında internet üzerine verilen bu görüntüler günde milyonlarca kez izlenmeye başlanmış ve 2001 yılına kadar internet üzerinden bu görüntüler yayınlanmıştır. Daha sonra geliştirilen HTTP protokolü ile daha fazla yaygın hale gelen bu uygulama, araştırma bölümünün farklı bir binaya taşınmasıyla sona ermiştir [3].



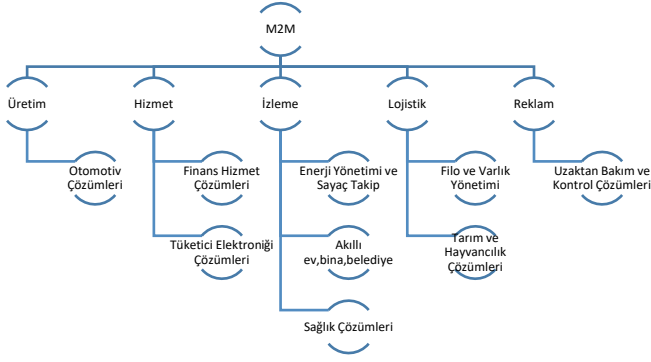
Şekil 1. Kahve makinesinden farklı zamanlarda alınmış görüntüleri ve kullanılan web kamerası

Projede bulunanlardan Dr. Stafford-Fraser: “Hayatımda bir daha yer aldığım hiçbir şey bu kadar heyecanlı bir kapsamda olmayacak ve bu sadece bir öğleden sonra için çılgınca bir fikirdi” demiştir.

B. Makineler Arası İletişim (M2M)

Makine kavramı olarak, amacı bir işi yapmaya yarayan, haberleşme kabiliyeti kendinden olan ya da sonradan kazandırılabilen cihaz olarak tanımlanabilir. M2M, (Makineden Makineye İletişim) iki veya daha fazla sayıdaki makinenin, birbirleri ile protokoller yardımıyla veri alışverişi yaparak haberleşme kurmalarını sağlayan sistemlerin arasında insan müdahalesi olmaksızın ya da çok sınırlı insan müdahalesi bulunan makine odaklı bir iletişim şeklidir [4].

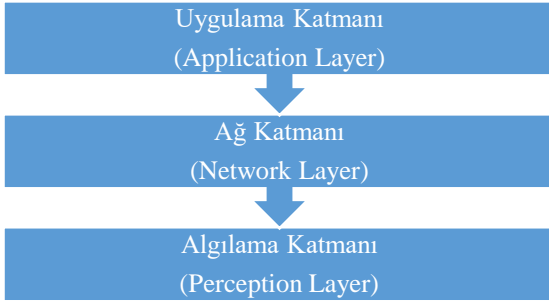
IoT kavramının omurgasını M2M oluşturmaktadır. Sistem, karar mekanizması için ise genel olarak merkezi bir sunucu barındırır. M2M, kablolu ve kablosuz sistemlerin protokoller yardımıyla uygun diğer nesnelere haberleşmeye olanak sağlar. M2M ile, insan faktörünün tamamen devreden çıkabileceği ve sadece makineler arası veri alışverişinin sağlanabileceği, özel iletişim ortamlarıyla büyük kapasitede veri üretilip aktarılabilmesi düşünülmektedir. Şekil 2’de M2M hizmetlerinin ülkemizdeki yaygın görüldüğü alanlar gösterilmiştir.



Şekil 2. Ülkemizde verilen M2M hizmetleri [5]

C. IoT ve M2M Mimarileri

IoT' ye ait çeşitli mimari kavram tanımları olsa da temel kabul edilen ve genel amaçlı mimari yapılardan birisi Şekil 3'te gösterilen üç katmanlı mimaridir.



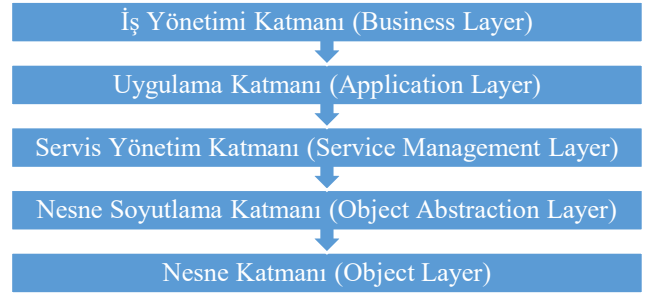
Şekil 3. Üç katmanlı mimari model

Algılama katmanı (Perception layer): IoT mimarisinin görme, işitme, dokunma gibi algılayıcıları olarak da adlandırılır. Nesnelerin kimliklendirildiği ve verilerin işlenmeden önceki toplanmasında rol oynayan katmandır. Algılayıcılardan alınan çevresel ölçümler ve verilerin ayrıştırılması veya başka paketlere dönüştürülmesi için algılayıcıların yanında etiketleyiciler kullanılabilir[6]. Bu katman nesnelere tanıma ve nesnelere hakkında veri toplama işlemlerinin gerçekleştiği katman olarak adlandırılır.

Ağ katmanı (Network layer): Temelde veri işleme ve paket iletiminin gerçekleştiği kısımdır ve sistemin beyni olarak da tanımlanır. İlk katmandan alınan verileri uygulama katmanına iletir. IPv4, IPv6, TCP, IP, LowPAN vb. gibi protokoller bu katmanda yer almaktadır.

Uygulama katmanı (Application layer): Diğer iki katmanı tamamlayıcı, son kullanıcının verileri kontrol etmesini ve izlemesini sağlayan katmandır[7].

IoT'de en fazla örnek gösterilen bir diğer mimari yapı ise Şekil 4'te gösterilen Uluslararası Haberleşme Birliği (ITU) tarafından geliştirilmiş 5 katmanlı mimari yapıdır [8]. Diğer yapılara kıyasla farkı, en üst katmanda bir yönetim katmanının olmasıdır. Alt katmanlarda oluşan aksaklıklar veya yönlendirmelere müdahale edebilmeyi ve giderilmeyi sağlar. İşlem süreçlerinin ve işlemlerin gözlemlenebilir olduğu katmandır[9].



Şekil 4. Beş katmanlı mimari model

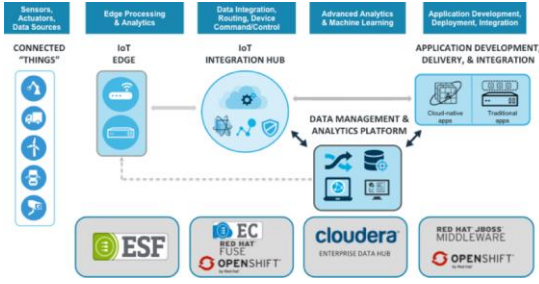
Üç katmanlı mimariden farklı olarak diğer katmanların yapısı incelendiğinde:

Nesne soyutlama katmanı (Object abstraction layer): Bir alt katmanda yer alan nesne katmanından alınan verilere uygun paketleri ekleyerek üst katmanda bulunan servis yönetimi katmanına iletmek için yönlendiren kısımdır. Veri iletimi, Zigbee, bluetooth, Wi-fi, 3G ve 4G gibi kablosuz teknoloji uygulamaları sayesinde gerçekleşmeye başlanmıştır.

Servis yönetimi katmanı (Service management layer): Sensörlerden toplanan verilerin isimlerinin istemciden gelen isteğe bağlı olarak bir servis yardımıyla karşılaştırıldığı katmandır. Verileri alınır, işlenir ve uygulama katmanına yönlendirilir.

Uygulama katmanı (Application layer): Verilerin son kullanıcıya onların anlayabildiği şekilde sunulduğu katmandır. Başlıca özelliği verilerin kullanıcının istediği şekilde gösterilebileceği uygulama ve ortamların olmasıdır.

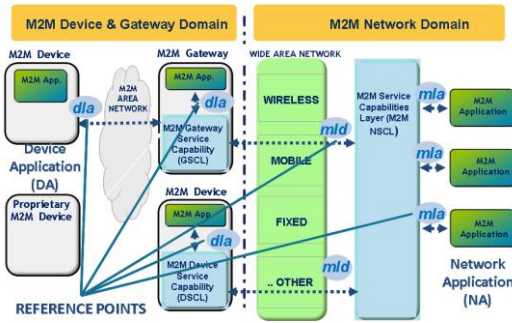
IoT günden güne ilerleyen bir teknoloji olmasından dolayı bulut sistemleri ve makine öğrenimi ortamı sunan Cloudera, Red Hat ve Eurotech ile birlikte Şekil 5'te gösterilen yeni, uçtan uca ve açık kaynak bir IoT mimarisi başlatmıştır[10].



Şekil 5. Cloudera'nın başlattığı yeni IoT mimarisi

Endüstri 4.0 standartları üzerine kurulmuş bu IoT mimarisi tamamıyla bütünlük ve esnek bir yapıya sahip olup hibrit ortamlarda çalışabilir. Kurulan bu mimari, büyük veri kullanan yapıların IoT ihtiyaçlarını güvenli ve hızlı bir şekilde karşılamak için oluşturulmuştur.

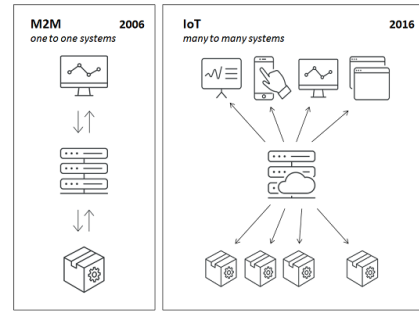
OneM2M standartlarına göre M2M mimarisinde ana yapı cihaz, şebeke ve uygulama alanı olarak üç temel kısımdan oluşmaktadır[11]. Bu mimari yapı Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. M2M'nin fonksiyonel mimarisi

M2M cihaz alanı ve M2M ağ alanları yapısında ikiye ayrılmış mimari olup kendi içerisinde de alt alanlara bölünmektedir. Üçüncü sıradaki katman olan servis yetenekleri katmanının varlığı ile verilerin ölçeklenmesi arttırılmıştır. Uygulamalardan ve cihazlarından gelen istekler servis yetenekleri katmanında yorumlanır[12].

IoT ve M2M arasındaki bağlantı; M2M, farklı iki terminali birbirine bağlayan bir hat gibi düşünülebilir, IoT ise birden çok M2M'lerden oluşan, haberleşme imkânı sunan bir yapıdır. Bu iki kavram arasındaki yapı farkı Şekil 7'de gösterilmektedir.



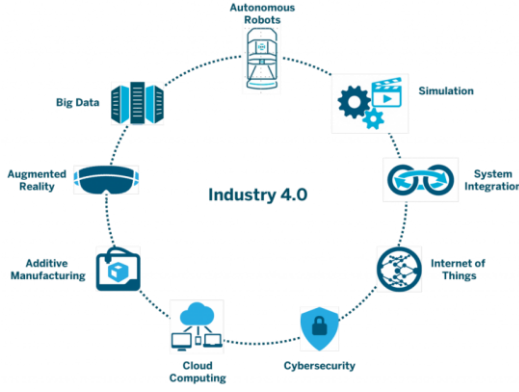
Şekil 7. IoT ve M2M arasındaki fark

Soupal (2016) yaptığı çalışmada, M2M'den IoT'ye geçiş avantajlarından bahsederken aşağıda belirtilen 8 maddeye dikkat çekmiştir[13]. Bunlar:

- Minyatürleşme; her nesnenin başka bir nesnenin içine girebilmesi durumudur.
- Donanım kullanılabilirliği; nesnelerin küçülmesi ile birlikte maliyetlerin de düşmesi durumudur.
- Pil; halen gelişmekte olan bir alandır ve büyümenin temel taşıdır.
- Yeni bağlanma biçimleri; LoPWA, 4.5G ve 5G gibi yeni bağlantı sistemleri geliştirilmiş olmasıdır.
- Bulutlaştırma; büyük verilerin yorumlanması ve işlenmesi için kullanıcılara yardımcı olmasıdır.
- API'ler; farklı sensörleri farklı ortamlarla uygulamalarla bağlamayı sağlamaktadır.
- Akıllı telefonlar ve tabletler; taşınabilir cihazlar aracılığıyla verileri kullanıcıya sunulabilir olması durumudur.
- Büyük veri; artan veri boyutları, hacimleri ve yorumlama yetenekleri açısından geleceğin ve bugünün önemli yapılarından olmasıdır.

III. BULGULAR

Dördüncü Sanayi Devrimi çok sayıdaki modern otomasyon sistemlerini, büyük veri alışverişlerini ve veri işleme teknolojilerini içeren bütünsel bir dönemdir[14]. Şekil 9'da Endüstri 4.0'ın temel yapısı gösterilmiştir. IoT, dünyadaki ağa bağlanma yeteneklerine sahip tüm cihazların birbiriyle veri alışverişinde kullanıldığı, türlü nesnelere bütünlük, algılayıcılar ve mikroişlemcilerle donatılmış sistemlerdir[15].



Şekil 9. Endüstri 4.0'ın yapısı (Kesayak, 2018)

Endüstri 4.0 ile birlikte ilerleyen teknolojik gelişmeler, internete bağlanan insan ve makine sayısının artmasına neden olmaktadır. CISCO VNI Forecast 2017-2022 yılları için internetin durumuna dair uzman tahminlerini ortaya koyar. Her geçen yıl daha fazla cihaz birbirine bağlanır ve internet trafiği büyümeye devam ederken bazı şaşırtıcı durumlar meydana gelmektedir. Sadece iki yıllık trafiğe bakıldığında, 2021 ile 2022 arasındaki tahmini yıllık IP trafiği artışı 923 exabayttır; bu, bir exabayt'ın bir kentilyonbayt'a eşit olduğu düşünüldüğünde büyük bir veridir[16].

IV. TARTIŞMA

IoT ve M2M'nin gelişmesiyle 2022 yılında dünya üzerindeki internete bağlı cihazların %51'ini M2M ve IoT cihazlarının oluşturacağı öngörülmektedir[17]. 2022 yılında internete bağlı kullanıcı sayısının tahmini bilgileri 4.8 milyar olarak öngörülmüştür. Bu sayı dünya nüfusunun %60'ına denk gelmektedir. 2023 yılının Ocak ayında yayınlanan rapora göre 2022 yılındaki bu rakamın 5,0 milyar olarak gerçekleştiği ve 2023 yılı sonu tahmini rakamı ise 5,3 milyar kullanıcı olarak öngörülmektedir[18].

V. SONUÇLAR

IoT ve M2M, akıllı ev sistemleri, e-sağlık, ekolojik sistemler, tarım, hayvancılık, enerji, şehirler, ölçümler, endüstriyel kontrol, güvenlik ve acil durumlar, alışveriş, lojistik gibi birçok alanda kullanılır IoT'nin uygulama alanları ve bunların yanı sıra bu teknolojiler yenilenebilir enerji pazarında da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

[1] CASAGRAS, (2012), Casagras -Final Raporu, Avrupa Birliği Framework 7, (Proje No: 216803).

- [2] Ulaş S., (2015), “Nesnelerin interneti ekosisteminde makineler arası özerk iletişim”, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [3] Kutup N., (2011), Nesnelerin interneti; 4h her yerden , herkesle , her zaman , her nesne ile bağlantı, 16. Türkiye’de İnternet Konferansı inet-tr’11, İzmir.
- [4] Yiğitbaşı Z.H., (2011), “Nesnelerin interneti ve makineden makineye kavramları için kilit öncül - IPv6”, Ulusal IPv6 Konferansı, 171, 103–108.
- [5] BTK, (2013), Makineler arası iletişim (M2M) [online], Ankara, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/makineler-arasi-iletisim-m2m.pdf>
- [6] Çelttek, A.S., Soy, H., Hacıbeyoğlu, M., (2015), Nesnelerin internetine doğru: güncel konular ve gelecekteki eğilimler, XVII. Akademik Bilişim Konferansı, Eskişehir.
- [7] Yang Z., Peng Y., Yue Y., Wang X., Yang Y., (2011), “Study and application on the architecture and key Technologies for IoT”, IEEE, 978-1-6128, 747–751.
- [8] ITU, (2000), Principles for a telecommunications management network, telecommunication standardization sector of ITU.
- [9] Çavdar, T., Öztürk, E., (2018), Nesnelerin interneti için yeni bir mimari tasarımı, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (1), 39–48.
- [10] Anonim, 2018a, Cloudera uçtan uca açık kaynak IoT mimarisi için Red hat ve Eurotech ile işbirliği yapıyor [online], <https://IoTurkiye.com/2018/09/cloudera-uctan-uca-acik-kaynak-IoT-mimarisi-icin-red-hat-ve-eurotech-ile-isbirligi-yapiyor/>
- [11] OneM2M, (2013), Onem2m Technical Report, OneM2M-TR-0002-Architecture_Analysis_Part_1-V-0.2.0.
- [12] Oyucu S., Polat H., (2017), M2M ve IoT platformları üzerinde prototip uygulama geliştirme, Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 9 (2), 11–20.
- [13] Soupal V., (2016), “7+1 things, that made IoT possible”, [online], <https://www.linkedin.com/pulse/7-1-things-made-IoT-possible-vit-soupal> [Ziyaret Tarihi: 2 Mart 2019].
- [14] Kesayak B., (2018), Endüstri tarihine kısa bir yolculuk [online], <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>
- [15] Anonim, 2017b, Endüstri 4.0 nedir? [online], <http://makina.dpu.edu.tr/tr/index/slide/2691/endustri-40-nedir>
- [16] Chan, S., (2018), The top internet and traffic trends you'll see by 2022 [online], <https://newsroom.cisco.com/feature-content?type=webcontent&articleId=1955660>
- [17] CISCO VNI., (2018), Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 [online], <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html> [Ziyaret Tarihi: 10 Mart 2019].
- [18] CISCO VNI., (2023), Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2018–2023 [online], <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html> [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2022].