



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NESNELERİN İNTERNETİ İÇİN MİMARİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP BOZDOĞAN

OCAK 2015

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Zeynep Bozdoğan tarafından hazırlanan Nesnelerin İnterneti İçin Tasarım Mimarisi isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14.01.2015 tarih ve 2015/28 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç.Dr., Resul KARA
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç.Dr., Pakize ERDOĞMUŞ
Düzce Üniversitesi

Üye
Yrd.Doç.Dr., Fatih KAYAALP
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 15.01.2015

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Zeynep Bozdoğan'ın Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

15.01.2015

Zeynep Bozdoğan

Sevgili Aileme

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Resul Kara'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

15 Ocak 2015

Zeynep Bozdoğan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	I
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
ÇİZELGE LİSTESİ.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT.....	3
1. GİRİŞ.....	5
1.1. NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ALANLARI	6
1.1.1. Çevre ve Altyapı İzleme	7
1.1.2. Endüstriyel Uygulamalar	7
1.1.3. Enerji Yönetimi.....	7
1.1.4. Medikal Endüstri	7
1.1.5. Ev ve Bina Otomasyonu	8
1.1.6. Taşımacılık	8
1.1.7. Gıda Sektörü	8
2. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	9
2.2. NESNELERİN İNTERNETİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER	9
2.2.1. IPV6.....	9
2.2.2.1. IPv6'nın Getirileri	10
2.2.2. WSN	10
2.2.3. RFID.....	11
2.2.4. ZIGBEE	12
2.2.3.1. Zigbee Ağ Yapıları	12

2.2.3.2. ZigBee Katmanları.....	13
2.2.5. NFC	13
2.3. LİTERATÜRDE KATMANLI MİMARİ ÇALIŞMALARI	13
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	22
5. KAYNAKLAR.....	23
ÖZGEÇMİŞ.....	26

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları	7
Şekil 2.1. RFID etiketi ve RFID okuyucusu	11
Şekil 3.1. OSI ve TCP/IP Katmanlı Modelleri	18
Şekil 3.2. Yeni IoT Mimarisi Önerisi	19
Şekil 3.3. Yeni IoT Mimarisi Önerisinde Protokol Yığın Yapısı	20

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Algılama teknolojilerin karşılaştırılması	12
Çizelge 3.1. Literatürdeki IoT katmanlı mimari önerileri	21

SİMGELER VE KISALTMALAR

CoAP	Kısıtlı Uygulama Protokolü
EPC	Elektronik Ürün Kodu
IoT	Nesnelerin İnterneti
6LoWPAN	Düşük Güçlü Kablosuz Alan Ağları
NAT	Ağ Adresi Dönüştürme
RFID	Radyo Frekanslı Tanımlama
UDP	Kullanıcı Veri Protokolü
QoS	Servis Kalitesi

ÖZET

NESNELERİN İNTERNETİ İÇİN TASARIM MİMARİSİ

Zeynep Bozdoğan

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Resul KARA

Ocak 2015, 36 sayfa

Algılayıcı teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak çok küçük ve düşük maliyetli algılayıcıların üretimi artmıştır. Buna paralel olarak internetin hayatımızın vazgeçilmezi haline gelmesi, bilgisayar, el bilgisayarı veya akıllı telefon gibi sistemlerin yanında bilgisayar sistemleri barındırmayan nesnelere de internetten erişilmesi ihtiyacını doğurdu. Günlük hayatta kullanılan nesnelere birbirleriyle ve internetle haberleşebilmesi için oluşturulacak ağların standart bir yapıya kavuşturulması bir ihtiyaçtır. Bu çalışmada nesnelere interneti (IoT) hakkında detaylı bilgiler verilmiş, literatürdeki IoT katmanlı yapı önerileri incelenmiş ve yeni bir mimari önerilmiştir, önerilen mimarinin diğer katmanlı modellerle karşılaştırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Her şeyin interneti, katmanlı model, katmanlı mimari, nesnelere interneti

ABSTRACT

ARCHITECTURAL DESIGN FOR INTERNET OF THINGS

Zeynep Bozdoğan

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer
Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Associate. Prof. Dr. Resul KARA

October 2015, 36 pages

Depending on developments in sensor technology, the production of very small and low-cost sensors has been increased. In parallel, thanks to the internet becoming an indispensable part of our lives, accessing from internet to computer, handheld computer, smart phone or other objects become a prerequisites. The networks which used daily life objects communicate each other must be stand robust structure. In this study, we have proposed detailed information about Internet of things (IoT) and a layered structure for IoT and we have compared with other layered model.

Keywords: Internet of everything, Internet of things, layered model, layered architecture.

EXTENDED ABSTRACT

ARCHITECTURAL DESIGN FOR INTERNET OF THINGS

Zeynep Bozdoğan
Duzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer
Engineering
Master of Science Thesis
Supervisor: Associate. Prof. Dr. Resul KARA
October 2015, 36 pages

1. INTRODUCTION:

Communicating of objects with people became easier along with developing mobile network and internet and the people have always controlling and observation advantage them from everywhere that it leads to development of IoT's concept. IoT is technology which provides to be able to set up a system by connecting with each other in the world and gets easy human life in near future. Nowadays, search on IoT technology continues intensively.

All objects must/should to have a mutual (IoT standard) architecture in order to communicate with this technology. However, since IoT technology is still developing, a standard IoT architecture is lacking for all objects. Various IoT architecture has been proposed in the literature, but a standard IoT architecture not accepted yet. Therefore, this thesis has been proposed the new standard IoT architecture for this defiance.

2. MATERIAL AND METHODS:

This thesis the proposal standard IoT architecture compared by each other IoT architecture proposal in the literature while have been proposed that a new standard IoT architecture compatible with IoT technology.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

This thesis has been proposed four layer IoT architecture. The proposed architecture consist of application, transport, network, sensing layers. The sensing layer involve two layers. It is responsible for data sensing and transmission. The data communicate and data sending occurs in network layer. Transport layer provide to implementation of Service Quality (QoS), reliability, security rules. In the application layer, the end-user operations be constituted. Application software and application software service components is running in the application layer.

The proposed layered model is different from other proposed model in terms of operation of transport layer and sensing layer's sublayers. Layered architecture model is similar TCP/IP model in terms of performed roles.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

The objects communicate with each other and connect each other and information share due to various communication protocols. This protocols may be different for belong to each object, there is various IoT architecture proposal for all objects working but yet the standard IoT architecture not accepted. This thesis, the composed of about IoT technology and IoT architecture detail information and has been proposed a new standard reference IoT architecture.

1. GİRİŞ

Nesnelerin İnterneti kavramı ile ilgili literatürde pek çok tanım yer almaktadır. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından yapılan tanımıyla IoT, herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her nesnenin birbine bağlanabileceği bir teknolojidir. Bazı kaynaklarda nesnelerin interneti yerine herşeyin interneti olarak da yer alabilmektedir. Var olan tanımlardan yola çıkılarak Nesnelerin İnterneti, tüm nesnelerin çeşitli haberleşme protokolleri ve algılama yöntemleri aracılığıyla tanımlanarak birbirleri ile iletişime geçebileceği, internet ortamına çıkabilecekleri akıllı ağlardan oluşan bir teknoloji olarak tanımlanabilir [1].

1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki yaklaşık 15 akademisyenin kahve makinesini görebilmek için kurduğu kameralı sistemin nesnelerin internetinin ilk adımı olarak varsayılmaktadır [2]. 1999 yılında MIT Auto-ID Laboratuvarı tarafından Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramı önerilmiştir. Ardından 2005 yılında Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)'nun konuya dair ilk raporunu yayımlaması ve 2009 yılında IBM'in CEO'su Samuel J.Palmisano tarafından Smart Planet kavramının önerilmesi ile ilgi odağı haline gelmiştir [3]. IoT teknolojisi ilk ortaya atıldığı tarihten itibaren giderek gelişmektedir. IoT, bilgisayar ve internetten sonra üçüncü dalga dünya endüstrisi olarak nitelendirilmektedir.

IoT teknolojisinde her nesne RFID, NFC, sensörler gibi algılama yöntemleri aracılığı ve Wifi, Wimax, Zigbee, Bluetooth, kızıl ötesi vb. kablosuz iletişim teknikleri ile nesneler hakkında bilgiler edinilebilir.

IoT teknolojisi ile günlük hayatımızda kullandığımız tüm nesnelerin iletişime geçebilecektir. Bu teknoloji sayesinde nesnelere bulunan sıcaklık, ışık, basınç, ses gibi durumları sensörler aracılığıyla gözlemlenerek, nesneler düşünebilir ve karar verebilir hale gelmesi sağlanabilir. Nesneler, edindikleri bilgileri saklayabilir ya da paylaşabilirler.

Nesnelerin İnterneti kavramının temelini, Makineler Arası İletişim (M2M) oluşturduğu düşünülmektedir. M2M teknolojisinde insan müdahalesine gerek duyulmadan makinelerin birbirleri ile iletişimde bulunabilirler [4]. IoT, M2M teknolojisinden daha geniş kapsamlı bir teknolojidir. Makineler arası iletişimde sürece insan müdahalesi gerekmezken IoT teknolojisinde insan-makine etkileşimi de dahil olabilir.

Çeşitli firmalar IoT teknolojisi alanında yatırımlar yapmaktadır. AT&T, Cisco, GE, IBM ve Intel kuruluşları işbirliği ile Industrial Internet Consortium (IIC) kurulmuştur. 2013 yılında AllSenn Alliance kurulmuştur. Allsen Alliance marka, işletim sistemi ve altyapı farklılıkları gözetmeksizin birbirlerine bağlı akıllı cihazların ve nesnelerin beraber çalışabilmesi üzerine çalışmalar yapmaktadır. Cisco, IBM, Intel gibi pek çok kuruluşun IoT teknolojisi kapsamında geliştirdikleri ürünler bulunmaktadır.

Farklı firmaların IoT teknolojisi kapsamında geliştirecekleri ürünlerin birbiri ile entegre olarak çalışabilmesi için standart bir IoT mimarisine ihtiyaç vardır bununla ilgili geliştirme çalışmaları yapılmaya devam edilmektedir. Bu noktadan hareketle tez çalışmasında IoT teknolojisi ile ilgili literatürdeki mimari önerileri hakkında bilgiler ve yeni bir IoT mimari önerisine yer verilmiştir.

Tez çalışmasının bu bölümünde nesnelerin interneti ve uygulama alanları hakkında detaylı bilgi verilmiştir. İkinci bölümde nesnelerin internetinde kullanılan teknolojiler ve literatürde yer alan IoT standart mimarilerine yer verilecektir. Üçüncü bölümde yeni önerilen mimari hakkında bilgiler verilecektir.

1.1. NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ALANLARI

Nesnelerin interneti teknolojisi çok geniş bir alanda kullanılabilir. Bu noktada ihtiyaçlar ve hayal gücü ve teknik yeterlilikler doğrultusunda pek çok alanda uygulanabilir. Uygulama alanlarından bazıları aşağıda belirli başlıklar altında bahsedilmiştir.

Bu bölümde çevre ve altyapı izleme, endüstriyel uygulamalar, enerji yönetimi, medikal servisler, bina otomasyonu, taşımacılık başlıkları yer almaktadır.



Şekil 1.1. Nesnelerin interneti uygulama alanları [5].

1.1.1. Çevre ve Altyapı İzleme

Sensörler aracılığı ile su kirliliği, hava kirliliği, atmosferik olaylar, yaşam koşulları gibi çevre koşulları incelenerek ilgili merkezlere iletebilir. Ayrıca deprem, tsunami vb. doğal afetlere karşı erken uyarılarda bulunabilir [6].

1.1.2. Endüstriyel Uygulamalar

Yeni ürün üretme süreci hızlandırılabilir, gözlemlenen duruma göre üretim hızı değiştirilebilir. Ulusal ağlar aracılığı ile bağlantılar kurulup, üretimin durumu ile ilgili kararlar verilebilir [6].

1.1.3. Enerji Yönetimi

Enerji tüketen tüm cihazlar internete bağlanabilecek, bu sayede uzaktan kumanda ile kontrol enerji durumları kontrol edilebilecektir [6].

1.1.4. Medikal Endüstri

Canlıların üzerine konulan sensörler ile genel sağlık durumu izlenerek ön tanı ve acil

durumlar için derhal tıbbi yardım sağlayarak hastanın hayatını kurtarılabilir. Nesnelerin internetinin en yoğun kullanım alanları, uzaktan izleme ve acil durum bildirme sistemleridir. Tansiyon, kanser, şeker, kalp hastalıkları gibi pek çok hastalık için uzaktan izleme üzerine uygulamalar yapılabilir.

1.1.5. Ev ve Bina Otomasyonu

Binalardaki mekanik, elektrikli ya da elektronik sistemlerde nesnelerin interneti aracılığıyla kontrol edilebilir. Bina otomasyonunda aydınlatma, ısıtma, soğutma, iletişim, eğlence ve güvenlik sistemlerini kontrol etmek mümkündür. Günümüzde akıllı ev, akıllı bina konseptleri ile yapılmış pek çok uygulama mevcuttur [6].

1.1.6. Taşımacılık

Araçlar ile iletişim, trafik düzenlemeleri, otopark sistemleri, uluslararası kargo sistemleri, elektronik gişeler (OGS, HGS gibi) vb. alanlarda kullanılabilir [6].

1.1.7. Gıda Sektörü

Ürünlerin depolanması, muhafazası, dağıtımı ve tüketimi aşamalarındaki süreçleri sensör ağlar, RFID sistemleri gibi cihazlar aracılığıyla izlenerek, kontrol edilip olası problemlerin önüne geçilebilir. Bu sayede gıda alanında daha verimli sonuçlar elde edilebilir .

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

IoT teknolojisi ile dünya üzerindeki her türlü nesnenin internete bağlanabileceği hedeflenmektedir. IoT teknolojisinde nesnelerin haberleşme yapabilmeleri için mutlaka bir IP adresine sahip olmaları gerekmektedir. IPv4'ün gelecekte bu konuda yetersiz kalacağından daha fazla IP adresi ve daha olumlu özellikler sağlayabilen IPv6 sistemine geçiş önem kazanmıştır.

2.2. NESNELERİN İNTERNETİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Nesnelerin interneti uygulamalarında iletişim için birçok farklı teknoloji (IPv6, 6LowPAN, ZigBee, Bluetooth, RFID, NFC, 3G, Wi-Fi, GSM, 4G/LTE, Wimax vb.) kullanılabilmesi yeni iş modellerini de beraberinde getirmektedir. Bilgisayar ağlarından aşına olduğumuz geleneksel iletişim altyapısının, IoT bileşenleri için birebir uygulanmasında yetersiz kalmaktadır. Henüz standartlaştırılmış bir yapının olmamasından dolayı da farklı protokollerde çalışan IoT ağlarının birbirleri ile beraber çalışabilirliği konusunda problemler yaşanabilmektedir.

Bu bölümde IPv6 ve Nesnelerin İnternetinde Kullanılan Teknolojilerin en önemlileri hakkında detaylı bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde yeni önerilen mimari hakkında bilgiler verilecektir.

2.2.1. IPv6

İnternet Protokolü (IP), ağdaki cihazların birbirleri ile iletişim kurabilmek için kullandıkları ortak kurallardır [7]. Bu protokol kapsamında ağdaki her cihazın iletişim kurabilmek için edindiği haberleşme adresine IP adresidir. Bu adres, gönderilen bilginin doğru hedef ile iletişim kurabilmesini sağlar. Cihazların internet ortamına çıkabilmeleri için IP adresine sahip olmaları gerekir.

Araştırmalara göre gelişen teknoloji ile birlikte yapılan internete bağlı nesne sayısı yeryüzündeki toplam insan nüfusundan daha fazla olduğu ve bu rakamın 2020 'de 20 milyarın üzerine çıkması beklenilmektedir [8].

Nesnelerin İnterneti teknolojisinde her nesne internete çıkmayabilir fakat her nesnenin iletişim için mutlaka bir ip adresine sahip olması gerekir. IoT teknolojisi ile birlikte çok fazla IP adresine ihtiyaç duyulacağından, mevcut IPv4 sisteminin gelecekteki IP adresi sayısını karşılayamayacak olacağından 32 bitlik adres alanı olan IPv4'n yerine 128 bitlik adresleme sağlayan IPv6 sistemine geçişe gerek duyulmuştur. IPv6 protokolüne geçiş ile, IP çakışmalarının önüne geçilmesini adına önemli bir engeli ortadan kaldırılması sağlanmıştır. IPv6 sistemine geçiş ile gelecekte beklenen büyüme desteklenerek, IP adreslerinde yaşanacak eksiklik giderilerek çok daha fazla cihazın IP adresine sahip olup birbirleriyle iletişim kurması sağlanabilecektir.

2.2.2.1. IPv6'nın Getirileri

IPv6, 128 bitlik adres uzunluğu ile genişletilmiş adres alanı sunmasının yanı sıra, pek çok olumlu özelliği beraberinde getirmiştir. IPsec özelliği ile daha güvenilir bir hizmet sunmaktadır. Bunun dışında multicast özelliği, sadeleştirilmiş başlık yapısı, geliştirilmiş servis kalitesi özellikleri, komşu düğümler ile etkileşim için yeni ICMPv6 protokolü, otomatik adres yapılandırılması, Network Adress Transmission (NAT)'a gerek duyulmaması gibi bir çok olumlu özelliği beraberinde getirmiştir.

2.2.2. Wsn

Sensörler, IoT teknolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Isı, sıcaklık vb. nesne durum bilgilerinin algılanması sağlarlar. Kablosuz sensör ağlardaki en büyük problem sensörlerin kısıtlı güç kaynağına sahip olmalarıdır. Askeri savunma, biyomedikal, uzaktan kontrol gibi pek çok alanda kullanılırlar.

2.2.3. Rfid

RFID, nesnelerin interneti kapsamında yer alan en önemli teknolojilerden biridir. RFID, Etiket ve okuyucudan oluşan, etiketin anteninden yayılan elektromanyetik dalgalar ile okuyucuya bilgi gönderimi sağlayan radyo frekanslı kablosuz iletişim teknolojisidir. Kullanım amaçlarına göre farklı frekanslarda çalışırlar. Frekansları etiket ve okuyucunun birbirlerini algılamaları için gereken mesafeyi etkiler [9].



Şekil 2.1. RFID etiketi ve okuyucusu

RFID sistemleri daha yeni bir teknoloji olduğundan, henüz bu sistemlerin kullanılacağı standart bir frekans aralığı kabul edilmemiştir. Farklı RFID etiketleri farklı frekans aralıklarını kullanabilir. Frekans aralıkları 100 kHz ile 5 GHz arasında yer alır. Düşük frekans 125–134 kHz, yüksek frekans 13.56 MHz, ultra yüksek frekans 860–960 MHz, 2.45 GHz ve süper yüksek frekans 5.8 GHz frekanslarında kullanılabilir [10].

Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği (CEPT) tarafından 2004 yılında RFID'nin 865 - 868 MHz frekans bandında, LBT protokolü ile 2 W güç seviyeleri ile kullanılması gerektiğine dair bir standart geliştirilmiştir. Telekomünikasyon Kurumu tarafından 2007 yılında kabul edilen Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Yönetmeliği'ne göre ülkemizde RFID okuyucuları 865-865.6 frekans bandında maksimum 100mW güç ile, 865.6–867.6 MHz frekans bandında maksimum 2W güç ile ve 867.6-868 bandında maksimum 500 mW ile kullanılabilir [10].

RFID ile ilgili EPC Global, ISO/IEC ve UID uluslararası standartları bulunmaktadır. Bunlardan en bilinen ve etkili olanın EPC Global olduğu düşünülmektedir [11].

2.2.4. ZigBee

Zigbee, arıların çiçekten çiçeğe dolaşırken diğer arıların kaynaklara nasıl ve nereden ulaştığı bilgileri ile hareket ettikleri zigzag yolundan esinlenerek isimlendirilen IEEE 802.15.4 standartını temel alan düşük güç tüketen bir kablosuz iletişim teknolojisidir. Zigbee Alliance tarafından ilk Zigbee genel standardı belirlenmiştir [46]. Zigbee aygıtları uykuya dalarak enerji tasarrufu sağlarlar.

Çizelge 2.1. Algılama teknolojilerin karşılaştırılması [12].

Özellik	Zigbee	Gprs/Gsm	Wifi	Bluetooth
Odaklanma Alanı	İzleme ve Kontrol	Geniş alan ses ve veri	Web, E-posta,Görüntü	Kablo Yerine
Sistem Kaynağı	4-32 Kb	16 Mb +	1 Mb +	250 Kb +
Pil Ömrü (Gün)	100-1000 +	01.Tem	0,5-5	01.Tem
Ağ Boyutu (adet)	Sınırsız	1	32	7
Ağ Veri Genişliği (kb/s)	20-250	64-128 +	11000 +	720
Kapsama Alanı (metre)	1-100 +	1000 +	1-100	1-10 +
Başarı alanları	Dayanıklılık, Maliyet, Güç Tüketimi	Ulaşılabilirlik, Kalite	Hız,Esneklik	Maliyet, Rahatlık

2.2.3.1. Zigbee Ağ Yapıları

ZigBee'nin en önemli özelliklerinden bir tanesi de çeşitli ağ yapılarını desteklemesidir. Zigbee teknolojisinde üç ayrı ağ yapısı vardır. Bunlar yıldız ağ yapısı ve noktadan noktaya ve ağaç ağ yapısıdır [13].

2.2.3.2. ZigBee Katmanları

Fiziksel katman, ortam erişim katmanı, ağ katmanı, uygulama katmanı olarak dört katmanı vardır. IEEE 802.15.4 standartını temel aldığı için ortam erişim ve fiziksel katmanları OSI modeline göre fazla değişmemiştir. Zigbee'de bir düğüm komşusuna kendisinin ağ'da var olduğu ile bilgisini yollar [13].

2.2.5. Nfc

NFC (Yakın Alan İletişimi) kısa mesafelerde radyo frekansı ile iletişim sağlayan ISO 18092 standartını kullanan kablosuz iletişim teknolojisidir. NFC bu yönüne RFID teknolojisine benzer fakat, RFID daha uzun mesafelerde iletişim sağlar. NFC sistemleri 13.56 MHz frekansında ve yaklaşık 10 cm alan kapsama alanı içinde çalışır [9,14].

NFC teknolojisi Bluetooth, Wifi, Zigbee gibi kablosuz iletişim teknolojilerine kıyasla daha kısa mesafede ve daha düşük bant genişliğinde iletişim sağlar. NFC'nin en önemli özelliği cep telefonlarına entegre edilebilmesi sayesinde mobil ödeme, bankacılık, e-biletler, elektronik geçiş sistemleri vb. pek çok alandaki uygulamalarda kullanılarak günlük yaşantımızda kolaylıklar sağlayabilmektedir. Noktadan noktaya çalışması özelliği ve RSA, DES, AES güvenlik teknikleri sayesinde yüksek güvenlik gerektiren uygulamalarda kullanılabilir [9].

2.3. Literatürde Katmanlı Mimari Çalışmaları

Nesnelerin interneti henüz gelişmekte olan bir teknoloji olduğundan bu konuda pek çok farklı firma tarafından farklı cihazlar geliştirilmekte fakat bu cihazların IoT teknolojisi kapsamında istenen amaçlara uygun olarak birbirleri ile haberleşebilmeleri için geliştirilmiş bazı katmanlı mimari önerilerinde bulunulmuştur, fakat henüz kabul edilmiş standart bir katmanlı mimari modeli bulunmamaktadır.

Literatürde yer alan katmanlı önerilerinden bir çoğu Jammes ve Smith [15] tarafından önerilen katmanlı mimariyi esas alır. IOT için üç katmanlı bir yapı önerilmiştir. Bunlar algılama katmanı, ağ katmanı ve uygulama katmanıdır. Algılama katmanı iki boyutlu

RFID etiketleri ve okuyucuları, kameralar, GPS'ler, tüm sensörler, sensör ağları ve makine-makine cihazlarının çalıştığı katmandır. Algılama katmanının esas görevi fiziksel özellikleri algılama, algılama yapan nesneyi belirleme ve bilgi toplama. Ağ katmanı tüm haberleşme türleri için birleştirilmiş bir ortam sunar. IOT yönetim sistemi ve bilgi sistemi ağ katmanının elemanlarıdır. Ağ katmanı evrensel bir servis olarak çalışır. Uygulama katmanı akıllı uygulama teknolojilerinin gerçekleştirildiği katmandır. Endüstriyel uygulamaların birbirleriyle bütünleştiği son noktadır.

Furness [16] tarafından beş katmanlı bir mimari önerilmiştir. Bu yapıda kenar teknoloji katmanı, erişim geçidi katmanı, internet katmanı, ara yazılım katmanı ve uygulama katmanı bulunmaktadır. Kenar teknoloji katmanında RFID teknolojisi gibi algılama teknolojileri yer alır. Erişim geçidi katmanında teknolojiler arası haberleşme cihazları yer almaktadır. IP bazlı haberleşme internet katmanında sağlanmaktadır. Ara yazılım katmanı uygulama katmanı yazılımlarının arka planda çalışan servislerini barındıran katmandır.

ITU (International Telecommunication Union) tarafından ortaya konulan katmanlı mimari ağ eleman katmanı, eleman yönetim katmanı, ağ yönetim katmanı, servis yönetim katmanı ve iş yönetim katmanı olmak üzere beş katmandan oluşmaktadır. Ağ eleman katmanında algılayıcılar yer alır. Eleman yönetim katmanı alt katmanda çalışan elemanların teknolojisinden bağımsız olarak onları yönetmeye odaklanmıştır. Ağ yönetim katmanı geniş coğrafi alanlara yayılmış fiziksel elemanların fonksiyonel adreslemesinden sorumludur. Servis yönetim katmanının görevi servis isteklerini alma ve sonuçlandırmadır. En üst katman olan iş yönetim katmanı tüm uygulamaların işleyişinden sorumludur [17].

Wu M. ve diğ. [18] iş katmanı, uygulama katmanı, işleme katmanı, aktarım katmanı, algılama katmanlarından oluşan bir mimari önerisinde bulunmuşlardır. ITU mimarisi esas alınarak hazırlanmıştır. Algılama katmanı dış ortamdan verinin RFID, sensörler vb. teknolojiler aracılığıyla algılanması sürecinden sorumludur. Aktarım katmanı algılama katmanında alınan verinin ağ üzerinde taşınmasından sorumludur. IPv6 protokolü bu katmanda yer alır . FTTx, 3G, Wifi, Bluetooth, ZigBee, UMB, kızılötesi teknoloji gibi teknikler bu katmanda bulunur. Aktarım katmanında alınan verinin

depolanması, analizi ve işlenmesi gerçekleştirilir. Bulut hesaplama ve benzersiz hesaplama teknolojileri bu katmanda yer alır. Uygulama katmanının görevi ise her türlü endüstri alanı için uygulamalar sağlayabilmektir. İş katmanı geliştirilen uygulamanın hangi iş koluna nasıl hizmet edeceği ve nasıl yönetileceği süreçleri ile alakalıdır.

Zhang ve diğ. [19] tarafından EPC Global ve US benzersiz ID tarafından sunulan yapıyı temel alarak geliştirilmiş kodlama katmanı, bilgi toplama katmanı, bilgi erişim katmanı, ağ katmanı, bilgi birleştirme katmanı, uygulama servisi katmanlarından oluşan yeni bir mimari önerilmiştir. Kodlama katmanı, her nesnenin bir kimlik alması döngüsünden sorumludur. Bilgi toplama katmanı, sensörler, RFID, GPS vb. aracılığı ile nesnelere tanımlamak ve biriktirmek görevini üstlenir. Bilgi erişim katmanı, bir önceki katmanda alınan verilerin iletimini gerçekleştirir. Ağ katmanında IPv6 platformu yer alır. Bilgiyi birleştirme katmanı, bilgileri süzerek daha sonra kullanılabilmesi için hazır hale getirir. Uygulama katmanı çeşitli uygulamalar için hizmet sunar.

Khan ve diğ. [20] tarafından IoT mimarisi 5 katmanda ele alınmıştır. Bunlar algılama, ağ, arayüz, uygulama ve iş katmanlarıdır. Algılama katmanı, fiziksel nesnelere ve sensör cihazlardan oluşur. Sensörler, RFID, 2-D barkodlar ve kızıl ötesi kullanarak nesnelere tanımlayabilirler. Katman temel olarak nesnelere tanımlama ve nesnelere ilgili bilgileri toplama işlemlerinden sorumludur. Sensörlerin türüne bağlı olarak bilgiler sıcaklık, hareket, titreşim, nem, konum vb. hakkında olabilir. Toplanan veriler ağ katmanına iletilir. Ağ katmanı, aktarım katmanı olarak da isimlendirilebilir. Ağ katmanı 3G,UMTS, Wifi, Bluetooth, Infrared, Zigbee ve vb. teknolojiler aracılığıyla verileri güvenli bir şekilde arayüz katmanına iletir. Arayüz katmanı, hizmet yönetimi ve ağ katmanından alınan verinin veritabanında depolanmasından sorumludur. Aynı hizmet türündeki cihazların çalışmasını sağlar. Uygulama katmanı, arayüz katmanından işlenen nesnelere bilgilerine dayanarak akıllı ev, akıllı şehir vb. son kullanıcı uygulamalarının yönetimini sağlar. İş katmanı, IoT teknolojisinin hizmet edeceği iş modelinin yönetiminden sorumludur, uygulama katmanından alınan verinin akıl şemaları, grafikler, iş modellerine dayalı olarak yapılandırılmasını içerir. İş katmanının IoT teknolojisinin başarıya ulaşması ve gelişimi açısından önemlidir.

Bandyopadhyay ve Sen [21] tarafından önerilen mimari uygulama katmanı, arayüz katmanı, internet katmanı, ağ geçidi erişimi katmanı, kenar katmanından oluşmaktadır. Kenar katmanı sensör düğümler, RFID etiketleri ve okuyucusu vb. donanımlar aracılığıyla verinin algılanmasını ve alınan verinin depolanması işlemlerini içerir. Ağ geçidi erişimi katmanı, veri işleminin ilk aşaması bu katmanda gerçekleştirilir. Ayrıca bu katmanda mesaj yönlendirme, yayınlama gibi işlemler ve eğer gerekirse çapraz platform iletişimi işlemleri gerçekleştirilir. Ara katman en kritik işlemlerin gerçekleştirildiği katmandır, çift yönlü çalışır. Uygulamaların çalıştığı katman ile donanımların bulunduğu katmanlar arası arayüz görevi üstlenir. Aynı zamanda cihaz yönetimi, bilgi yönetimi, veri filtreleme, veri toplama, semantik gibi analiz, erişim kontrolü, bilgi dağıtımı (EPC ve ONS gibi) gibi kritik fonksiyonları gerçekleştirir. Uygulama katmanı, farklı uygulamaların çeşitli kullanıcılara dağıtımından sorumlu katmandır.

Ma [22] tarafından 4 katmanlı IoT mimarisi önerilmiştir. Nesne algılama, veri değişimi, bilgi birleştirme, uygulama hizmetleri katmanlarından oluşmaktadır. Nesneleri algılama katmanı fiziksel nesnelere algılar ve verileri elde eder. Veri değiştirme katmanı, verileri şeffaf bir şekilde işler. Bilgiyi birleştirme katmanı ağdaki bilgiyi yeniden birleştirme, temizleme ve eritme işlemlerini gerçekleştirme işlemlerinin ardından elde edilen bilgiyi kullanılabilir bilgi ile birleştirir. Uygulama katmanı, çeşitli kullanıcılar için servis içerikleri sağlayan katmandır, bu katman son kullanıcı uygulamalarına hizmet eder.

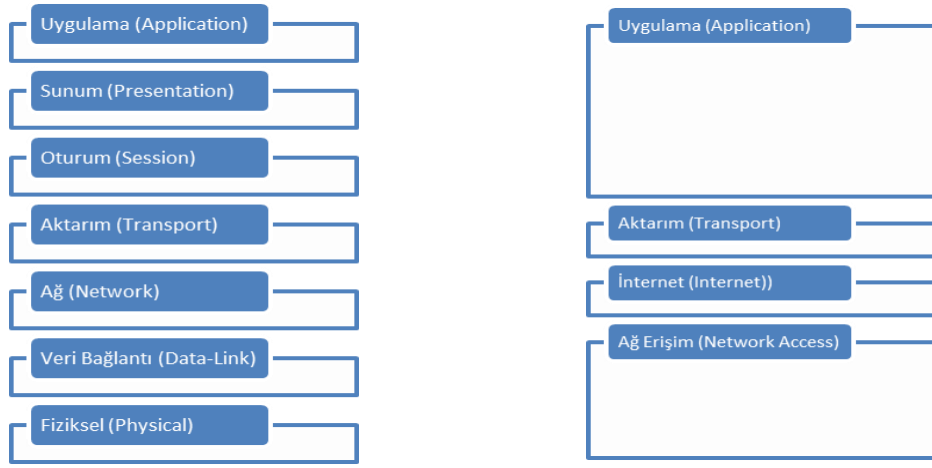
Lopes ve diğ. [23] tarafından 4 katmanlı IoT mimarisi önerilmiştir. Önerilen modelde cihaz, ağ, servis ve uygulama katmanlarından oluşmaktadır. Modelin özellikle engelli insanlara uygun olması dikkate alınarak tasarlanmıştır, ayrıca diğer IoT uygulamaları içinde uygun olabileceği belirtilmiştir. Ağ katmanında, uçtan uca aktarım, adresleme ve yönlendirme işlemleri gerçekleştirilir. Cihaz katmanı fiziksel dünyadan bilgileri toplamak ve IPv6, 3GPP, Wifi vb. yöntemler aracılığı ile ağ katmanına iletmekten sorumludur. Önerilen modelde, yerine getirilen işlemler bakımından ağ katmanı TCP/IP modelindeki fiziksel ve veri bağlantı katmanlarına, ağ katmanı ise aktarım ve ağ katmanlarına benzemektedir.

An ve diğ. [24] tarafından dört katmanlı mimari önerisinde bulunmuştur. Önerilen mimari algılama ve kontrol katmanı, ağ katmanı, bilgi işleme katmanı, kaynak yönetimi katmanı olmak üzere beş katmanlı bir yapıdan oluşmaktadır. Algılama ve kontrol katmanı veriyi algılama ve algılanan veriyi en yakın ağ geçidine gönderim sürecini gerçekleştirir. Ağ katmanı farklı tip ağların entegrasyonundan, yönlendirme ve adres dönüştürme süreçlerinden sorumludur. Kaynak yönetimi katmanı, çeşitli kaynaklar arasında kaynak etkileşimi ve koordinasyonu sağlar. Bilgi işleme katmanı Verileri anlamlandırma sorgulama, depolama, analiz, madencilik süreçleri gerçekleştirilir. Uygulama katmanı işlenen verilerin çeşitli uygulamalarda kullanılabilir olmasını sağlar.

Tan ve Wang [25] tarafından 7 katmanlı bir IoT mimari yapısı önerilmiştir. Önerilen mimaride en alt kısımda kenar teknoloji katmanı, erişim katmanı, tek başına var olan uygulama sistemi katmanları, omurga ağ katmanı, koordinasyon katmanı, arayüz katmanı ve uygulama katmanları yer almaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

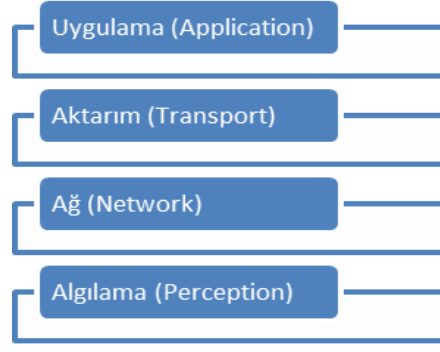
Bilgisayar ağları dünyasında ilk ortaya konan model TCP/IP modelidir. Şekil-1’de verilen bu model 4 katmandan oluşmakta ve TCP/IP protokol yığınına esas almaktadır. Bu katmanın ana noktası protokol etkileşimleridir. Sonraları ağ dünyasında standart bir dil ortaya konulabilmesi için OSI (Open System Interconnect) modeli geliştirilmiştir. Şekil 3.1’de TCP/IP ve OSI modeli ile birlikte verilen mimaride 7 katman yer almaktadır.



Şekil 3.1. OSI ve TCP/IP katmanlı modelleri.

Bu modeller kablolu ve kablosuz bilgisayar ağları için elverişlidir. Bütün ağ üreticileri ve kullanıcıları bu modeli referans alırlar. Benzer biçimde IoT için de katmanlı model kullanımı hem üreticiler hem de kullanıcılar arasında birliği sağlayacaktır.

Günümüzde internet uzun zaman önce önerilmiş, TCP/IP protokol yığını ve OSI Modelini iletişim için kullanmaktadır. Fakat IoT teknolojisi ile çok daha fazla cihaz iletişime geçecek ve bu da çok daha fazla ağ trafiği ve veri depolama ihtiyacını meydana getirecektir. Bu yüzden IoT teknolojisi için, IoT’un yapısını dikkate alan yeni bir standart mimari gerekmektedir. Gelişmekte olan bir teknoloji IoT konusunda literatürde çalışmalar bulunmasına rağmen standart olmuş bir çalışma bulunmamaktadır.



Şekil 3.2. Yeni IoT Mimarisi önerisi.

Bizim önerdiğimiz IoT mimarisi dört katmandan oluşmaktadır. Mimari oluşturulurken hem bilgisayar ağlarının alışlagelmiş modeli göz önünde bulundurulmuş hem de IoT kapsamında yer alan yeni teknolojilerin modelde kendilerine yer bulması sağlanmıştır. Buna göre Şekil-2’de yapısı verilen modelde algılama katmanı, ağ katmanı, transport katmanı ve uygulama katmanı yer alır.

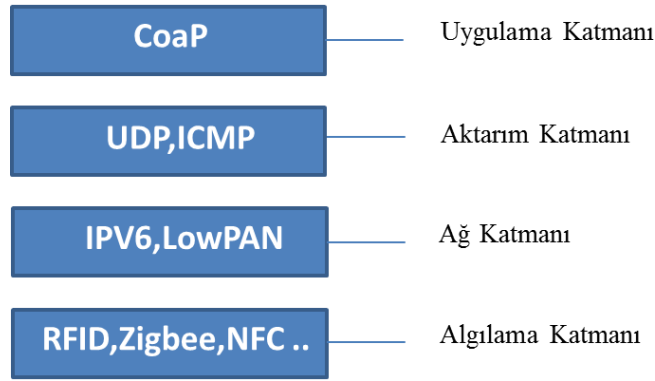
Algılama katmanı iki alt katmandan oluşur. Birincisi cihaz alt katmanı, ikincisi ise erişim alt katmanıdır. Cihaz alt katmanında, fiziksel büyüklüklerin ölçümünü yapacak tüm cihazların (algılayıcılar, RFID etiketleri, RFID okuyucuları, NFC okuyucuları gibi) çalıştığı katmandır. Erişim alt katmanı ise aynı tür veya aynı ortam erişim yöntemini kullanan cihazların birbirleri ile haberleşmesini sağlayan katmandır. Algılama katmanı bu rolleri ile eğer kullanılan teknoloji homojen ise algılanan verilerin iletilmesini sağlar.

Ağ katmanı, ağ düğümlerinin birbirlerine, farklı teknoloji kullanan eşdeğerlerine ve farklı ağlar üzerinden internete veri gönderiminin gerçekleştirildiği katmandır. Ağ katmanı IoT doğası gereği IP protokollerinden birini kullanması gerekir. IoT üzerinde haberleşmeye dahil edilmesi gereken çok sayıda nesne bulunmasından ve güvenlik politikalarının uygulanmasına imkan verebilmesi için IPv6 protokolünün varsayılan protokol olarak kullanılması bizim tarafımızdan önerilmektedir.

Transport katmanı servis kalitesi (Quality of Service-QoS), güvenilirlik (reliability) ve güvenlik (security) kurallarının uygulanabilmesi için oluşturulmuş bir katmandır. Ayrıca ağdaki verinin aktarımından sorumludur. Nesnelerin internetinde cihazlar arası

haberleşmede öncelik verilecek iletişim için servis kalitesinin uygulanması zorunludur. İletim çerçevelerinin alıcılar tarafından alındığının garanti edilebilmesi için güvenilirlik kuralları transport katmanında işletilebilir.

Uygulama katmanı tümleşik haberleşme yazılımlarının çalıştırıldığı, son kullanıcı işlemlerinin oluşturulduğu katmandır. Uygulama yazılımları ve bu yazılımların servis bileşenleri uygulama katmanında çalışır.



Şekil 3.3. Yeni IoT mimarisi önerisinde protokol yığının yapısı.

IoT teknolojisi beraberinde CoAP, ICMP, 6LowPAN gibi yeni teknolojik kavramları ortaya çıkarmıştır.

Constrained Application Protocol (CoAP), nesnelerin interneti teknolojisi ile uyumlu kısıtlı cihazlar ve ağlar için geliştirilmiş yeni bir web mimarisidir. Bir başka kavram olan Low Power Wireless Personal Area Networks (6LowPAN) ise IPv6 ağlarda IEEE 802.15.4 cihazlar için sıkıştırılmış IPv6 başlıkları ile düşük güç entegrasyonu sağlar.

Önerilen katmanlı mimari model literatürde yer alan modellere göre transport katmanı ve algılama katmanının alt katman işleyişleri açısından farklılık gösterir. Katmanlı modelde yerine getirilen roller açısından OSI ve TCP/IP modeline benzerlik gösterir.

Çizelge 3.1’de literatürde yer alan Nesnelerin İnterneti (IoT) mimarisi önerileri tablo halinde yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Literatürdeki IoT katmanlı mimari önerileri.

Kaynak	Önerilen Modelde Yer Alan Katmanlar
[15]	1-Algılama, 2-Ağ , 3-Uygulama
[16]	1-Kenar teknoloji , 2-Erişim geçidi , 3-İnternet ,4-Ara yazılım
[17]	1-Ağ elemanı , 2-Element yönetim, 3-Ağ yönetim , 4-Servis yönetim, 5-İş yönetim
[18]	1-Algılama, 2-Aktarım, 3-İşleme, 4-Uygulama, 5-İş
[19]	1-Kodlama, 2-Bilgi Toplama , 3-Bilgi erişim , 4-Ağ , 5-Bilgiyi birleştirme , 6-Uygulama
[20]	1-Algılama , 2-Ağ , 3-Arayüz, 4-Uygulama , 5-İş
[21]	1-Kenar, 2-Ağ geçidi , 3-İnternet, 4-Arayüz , 5-Uygulama
[22]	1-Nesne algılama , 2- Veri değişimi , 3-Bilgi birleştirme , 4-Uygulama hizmetleri
[23]	1-Cihaz , 2- Ağ , 3-Servis , 4-Uygulama
[24]	1-Algılama ve kontrol , 2- Ağ , 3-Bilgi işleme , 4-Kaynak yönetimi , 5-Uygulama
[25]	1-Kenar teknoloji , 2- Erişim , 3-Tek başına varolan uygulama sistemi , 4-Omurga ağ , 5-Koordinasyon , 6- Arayüz , 7-Uygulama

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Haberleşme teknolojilerindeki gelişmelere ve özellikle algılayıcı teknolojilerinin ucuzlaması ve basitleşmesine bağlı olarak hayatımızda kullandığımız tüm nesnelere iletişimde olmak bir ihtiyaç olmuştur. Nesnelerin interneti veya literatürde yer alan adıyla Internet of Things araştırmacıların üzerinde yoğunlaştığı bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada nesnelerin interneti hakkında derlenmiş detaylı bilgiler sunulmuş ve IoT ile ilgili yeni bir katmanlı mimari model önerisinde bulunulmuştur. Bu modelin kablolu ve kablosuz bilgisayar ağları ile IoT için önerilmiş katmanlı modellerle karşılaştırması yapılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Lu D., Liu T., The application and development of iot, *IEEE, International Symposium on Information Technology in Medicine and Education*, (2012) 991-994.
- [2] Garcia Macias JA., Pinedo-Farusto ED., An experimental analysis of zigbee networks, *IEEE, 33rd IEEE Conference*, (2008) 723- 729.
- [3] Liu Y., Zhou G., Key technologies and applications of internet of things, *IEEE, Fifth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, (2012) 197-200.
- [4] Yiğitbaşı Z., Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül, *Ulusal IPv6 Konferansı*, (2011) 103-108.
- [5] Buyya R., Gubbia J., Marusic S., Palaniswami M., Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions, *Elsevier, Future Generation Computer Systems* 29 (2013) 1645-1660.
- [6] Anonim, <http://www.teknomani.com/2014/12/internet-of-things.html> (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2014).
- [7] Aydoğan EK., Çetin S., Gencer C., Soylu MY., Soysal M. ve diğ., IPv4'den IPv6'ya geçiş için ahp modeli, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, (2011), 26(3), 701-709.
- [8] Köse Ü., Şehir Tanıtım Amaçlı Projeler: Şehir Portalı, *19.Türkiyede İnternet Konferansı*, (2014).
- [9] Özdemir S., Yakın Alan Haberleşmesi Teknolojisi Kullanılarak Bir Uygulama Gerçekleştirilmesi, *Bitirme Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2011) 26.
- [10] Anonim, <http://tr.wikipedia.org/wiki/RFID> (Erişim Tarihi: 10 Aralık 2014).
- [11] Kutup N., Nesnelerin interneti; 4H her yerden ,herkesle, her zaman, her nesne ile bağlantı, *İnternet Teknolojileri Derneği 16.Konferansı*, İzmir, (2011).

- [12] Köse, S., Atay, F., Bilgin, V., ve Akyüz, İ., Kimyasal püskürtme tekniği, *TMMOB Elektrik Elektronik Mühendisleri Odası Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Elazığ, (2004) 203-206.
- [13] Kılıç B., Uğuz S., Şişeci M., Akıllı Ev Otomasyonu Sistemlerinde Zigbee Tabanlı Ağ Uygulamaları, *III. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi kapsamında 6. Kontrol Otomasyon ve Yapı Elektronik Sistemleri Sempozyumu*, İzmir, (2013).
- [14] Demir İ., Güvenli Bir Nfc Uygulamasının Fpga Üzerinde Gerçeklenmesi, *Bitirme Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2012) 46.
- [15] Jammes F., Smit H., Service-oriented paradigms in industrial automation, *IEEE*, (2005), 62-70.
- [16] Anthony Furness, CASAGRAS and the Internet of Things, (2008)
- [17] ITU, ITU-T Recommendation M.3010: Principles for a Telecommunications Management Network, Telecommunication Standardization Sector of ITU, 15-19.
- [18] Du HY., Lu T., Ling FY., Ling S., Sun J., Wu M., Research on the architecture of Internet of things, *IEEE*, 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), (2010) 484-487.
- [19] Cheng X., Sun F, Zhang M., Architecture of internet of things and its key technology integration based-on RFID, *IEEE*, 2012 Fifth International Symposium on Computational Intelligence and Design, (2012) 294-297.
- [20] Khan R., Khan SU., Khan S., Zaheer R., Future Internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges, *IEEE*, 10th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT), (2012) 257-260.
- [21] Bandyopadhyay D., Sen J., Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization, *Springer*, (2011) 49-69.
- [22] Ma HD., Internet of Things: Objectives and Scientific Challenges, *IEEE*, (2011) 919-924.

- [23] Lopes NV., Furtado P., Pinto F., Silva J., IoT Architecture proposal for disabled people, *IEEE*, 2014 Third International Workshop on Internet of Things (IoT) Communications and Technologies, **(2014)** 152-158.
- [24] An J., Gui XL., He X., Study on the architecture and key technologies for internet of things, *IEEE*, 2012 International Conference on Electrical and Computer Engineering Advances in Biomedical Engineering 11 **(2011)** 329-334.
- [25] Tan L., Wang N., Future Internet: The Internet of Things, *IEEE*, 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), **(2010)** 376-380.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Bozdoğan, Zeynep
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 18.10.1988 Osmangazi
Telefon : 05465723972
Faks :
E-posta : zeynepbozdogan@duzce.edu.tr

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Eğitim Birimi</i>	<i>Mezuniyet tarihi</i>
Yüksek Lisans	Düzce Üniv. Mühendislik Fak. Bilgisayar Müh.	-
Lisans	Düzce Üniv. Teknik Eğitim Fak. Bilgisayar Öğrt.	2010
Lise	Ali Osman Sönmez Teknik Lisesi	2002

İş Deneyimi

<i>Yıl</i>	<i>Yer</i>	<i>Görev</i>
2012-	Bilgi İşlem Daire Başkanlığı	Uzman

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

- 1.
- 2.
- 3.