



Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi

Dergiye Geliş Tarihi: 24.10.2016
Yayına Kabul Tarihi: 06.12.2016

Baş Editör: Ebubekir ALTUNTAŞ
Alan Editörü: Zafer DOĞAN

Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum

Levent GÖKREM ^{a,1} (levent.gokrem@gop.edu.tr)
Mehmet BOZUKLU ^a (mehmetbozuklu7413@gop.edu.tr)

^aGaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 60240 Tokat

Özet – Nesnelerin İnterneti (IoT), çevremizdeki fiziksel olayları kontrol etmemizi ve takip ederek analiz etmemizi sağlayan cihaz, yazılım ve erişim hizmetlerini kapsayan bir iletişim ağıdır. Bu fiziksel olaylar, üretim süreçleri, enerji şebekeleri, hasta takip sistemleri, geri dönüşüm süreçleri, taşımacılık, akıllı binalar, alışveriş vs. gibi alanlardaki ölçülebilir büyüklükler veya kontrol sistemleri olabilir. Ayrıca bu ağda bulunan cihazlar ve algılayıcılar insan-makine, makine-makine (M2M) iletişimi kurabilen organizmalardır. Bu organizmaya dâhil olan cihazların ürettiği büyük veriyi analiz etmek ve bu verilerin güvenliğini sağlamak üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Bu araştırma makalesinde; nesnelerin internetine genel bir bakış yapılmış, önceki çalışmalarla tespit edilen uygulama alanları incelenmiş ve ülkemizdeki mevcut durum hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler –
nesnelerin interneti,
nesnelerin interneti
uygulama alanları,
ülkemizdeki mevcut
durum.

Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research 13 (2016) 47-68

Internet of Things: Application Fields and The Current Situation in Our Country

Abstract – Internet of Things (IoT) is the communication network that allows us to control the physical events in our environment and to analyze with monitoring them, which is covering with software, access services and devices. These physical events would be measurable attributes or control systems that production processes, energy networks, patient monitoring systems, recycling processes, transportation, smart buildings, shopping, retails etc. in such areas. Additionally devices and sensors in this network are organisms, which can be established communication between human-machine and machine-machine (M2M). There are several studies to analyze big data that is produced by the devices included in this organism and ensuring the safety of the data. In this research article; made an overview to the internet of things, application fields are examined with previous studies that have been identified and are given information about the current situation in our country.

Keywords –
internet of things,
internet of things
application fields,
current situation in
our country.

Received: 24.10.2016

Accepted: 06.12.2016

¹Sorumlu Yazar Levent GÖKREM

1. Giriş

James Watt tarafından kömürle çalışan modern buhar motorunun icadıyla başlayan sanayi devrimini (Lira, 2013), elektriğin ve petrolün seri imalatta kullanılması takip etmiş (Rifkin, 2014), internetin yaygınlaşmasıyla ve nesnelerin internetiyle dördüncü sanayi devrimine ulaşılmıştır (Anonim, 2014).

Nesnelerin İnterneti kavramı, 1999 yılında Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisinin P&G firması için sağladığı yararlarla ilgili bir sunumda Kevin Ashton tarafından ilk kez kullanılmıştır (Ashton, 2009). Ancak tarihteki ilk Nesnelerin İnterneti uygulaması, 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki bir grup akademisyen tarafından kameralı bir sistem ile bir kahve makinesinin görüntülerinin internet üzerinden paylaşılmasıdır (Armentia ve ark., 2012). Bu sistem 22 Ağustos 2001 yılına dek kullanılmıştır (Anonim, 2001).

Şekil 1.'de nesnelerin interneti organizmasının katmanları gösterilmiştir. IoT alanında henüz standart bir mimari yoktur. Literatürde çok sayıda farklı IoT mimari çerçevesi de bulunmaktadır. IEEE P2423 gibi henüz üzerinde çalışılan bir standart vardır. Şekil 1'de verilen katmanlar yaptığımız bu çalışmada ortaya çıkardığımız kendimize özgü bir çalışmadır. Nesnelerin interneti çekirdeği doğal çevreyi ve sıcaklık, konum, ağırlık, ışık şiddeti, nabız sayısı, tansiyon, sertlik, karbondioksit oranı, nem, ph değeri, ses şiddeti vs. gibi fiziksel büyüklüklerin bulunduğu ortamı ifade eder. Çekirdek katmanında her türlü ölçülebilir büyüklük ham halinde bulunur. Cihaz katmanında bu ham veriler algılanarak analog veya sayısal sinyallere dönüştürülürler. Doğadan alınan bu verilerin işlenmesi için iletilmesi gerekmektedir ve insan-makine, makine-makine iletişimi için gerekli olan RFID, Zigbee, 802.5.4, NFC, Kızılötesi, Bluetooth, ModBus, M-Bus, GPRS ve GSM, Bacnet, LPWAN, elektrik hattı taşıyıcıları, Ethernet gibi kablosuz ve kablolu iletişim altyapısı ve iletişim protokolleri iletişim katmanında yer alır. Daha sonra bu veriler ilgili iletişim protokolleriyle bilinç olarak adlandırılan veri işleme merkezine gönderilirler. Burada küçük çaptaki veri işleme işlemleri gömülü sistemler ile gerçekleşir. Daha büyük uygulamalarda ise bu veriler depolanmak üzere bulut bilişim sistemlerine iletilir. Burada depolanan veriler artan yığınlar halinde büyük veriyi oluştururlar. Verimliliğin artırılabilmesi için bu büyük miktardaki verinin analiz edilmesi gerekmektedir ve bu da makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilir. Güvenlik, gizlilik, kimliklendirme, tanıma gibi işlemler bu katmanda gerçekleştirilir.



Şekil 1. Nesnelerin İnterneti Katmanları

2. Uygulama Alanları

Nesnelerin İnterneti; E-Sağlık, Ev Otomasyonu, Akıllı Çevre, Akıllı Su, Akıllı Tarım, Akıllı Hayvancılık, Akıllı Enerji, Akıllı Şehirler, Akıllı Ölçüm, Endüstriyel Kontrol, Güvenlik ve Acil Durumlar, Alışveriş, Lojistik gibi uygulamalarda kullanılır. Bu alanlarda daha kaliteli hizmet vermek, verimliliği ve üretkenliği arttırmak için sensörlerden ilgili veriler toplanır. Bu veriler Büyük Veriyi oluşturarak Bulut Bilişim sistemlerinde depolanır. Makine Öğrenimi yöntemleriyle analiz edilirler ve ilgili iyileştirmelerin yapılmasına katkı sağlarlar.

2.1 E-Sağlık Alanındaki Çalışmalar

Nesnelerin interneti için tıbbi bakım ve sağlık hizmetleri en cazip uygulama alanlarından birini temsil eder (Pang, 2013). Bu alanda yapılan kapsamlı bir araştırmayla nesnelerin internetinin sağlık alanında ortaya koyacağı avantajlar belirtilmiş ve sağlık alanındaki çözümlere dikkat çekilmiştir (İslam ve ark., 2015).

E-Sağlık uygulamalarındaki en popüler nesne, EKG için kullanılan kalp ritminizi ölçen bir sensördür. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaları şöyle sıralayabiliriz: (Chung ve ark., 2008; You ve ark., 2011; Castillejo ve ark., 2013; Agu ve ark., 2013; Jara ve ark., 2013; Li ve ark., 2014; Yang ve ark., 2014; Rasid ve ark., 2014; Yang ve ark., 2014; Hu ve ark., 2015). E-Sağlık alanındaki diğer çalışmalara yaşlı insanların hastanede veya evlerinde sağlık durumlarıyla ilgili gözetim sistemleri (Hossain ve Muhammad, 2016), yaşlı insanlar veya engelliler için düşmelerini algılayıcı sistemler (Luo ve ark., 2012; Han ve ark., 2014; Ramesh ve ark., 2014; Felisberto ve ark., 2014; Tunca ve ark., 2014; Magaña-Espinoza ve ark., 2014; Dalahoz ve Labrador, 2014), organik elementler, aşular ve ilaçlar için medikal soğutucular, yüksek performans merkezlerindeki sporcu gözetimleri (Quwaider ve Jararweh, 2015), belirli saatlerde yoğun UV ışınlarına maruz kalan insanları uyarıcı sistemler (Anonim, 2015) örnek verilebilir.

2.2 Ev Otomasyonu Alanındaki Çalışmalar

Ev otomasyonu için kullanılan Nesnelerin İnterneti uygulamaları ağırlıklı olarak su ve enerji tüketimiyle ilgili çalışmalardır (Kim, 2016). Bunun yanında uzaktan kontrol uygulamaları, özellikle müzeler için saldırı ve hırsız tespit sistemleri kurulmaktadır. Bu sistemler kurulurken bir takım riskleri de beraberinde getirir.

Ev otomasyonu sistemlerinin güvenliği ve kullanıcı gizliliği en önemli risk faktörleridir, yapılan bir çalışmada toplamda 32 risk faktörü belirlenmiş, bunlardan dördü ciddi riskler olarak tanımlanmıştır. Bu ciddi riskler yazılım bileşenlerine ve insan davranışlarını bağlı risklerdir: risk analizi, güvenlik, gizlilik, güvenlik ve gizlilik tasarımı. Bu risklerin ortadan kaldırılması için tasarım aşamasında güvenliğin ve gizliliğin entegre edilmesi gerekmektedir (Jacobsson ve ark., 2015).

Ev otomasyonu sisteminde bulunan tüm nesneler birbirleriyle kablosuz ağlar veya kablosuz sensör ağları yardımıyla haberleşmektedirler. Bu haberleşmelerin gerçekleşmesi için makine-makine (M2M) uygulama tabanlı bir akıllı ev ve güvenlik sistemi kurulabilir (Jiang ve ark., 2012).

Çeşitli algılama cihazlarıyla işbirliği ve verimli çalışma yapabilen bir Nesnelerin İnterneti Nesnesi bina ve tesislerde, akıllı bina ve Bulut Bilişim tabanlı teknolojileri kullanılabilir. Bina yönetim sistemlerinin kullanılması, akıllı binalar tarafından tüketilen enerjinin büyük bir miktarını azaltmak için oldukça önemlidir. Kurulacak bulut tabanlı bina yönetim sistemi ile bilgisayar kaynakları ve depoları optimum cihaz özelliğini seçer (Yu ve ark., 2015).

2.3 Akıllı Çevreler ile İlgili Çalışmalar

Akıllı Çevreleri oluşturan başlıca öğeler, riskli alanların tanımlanması için yangın önleyici koşulların ve yanıcı gazların takibiyle kurulacak olan orman yangınları gözetimi, fabrikaların karbondioksit salınımlarının, otomobil ve çiftliklerin çevreye yaydığı zehirli gazların neden olduğu hava kirliliği kontrolü, yerel hava durumu takibi, kar ve yağmur seviyelerinin, toprak nemi, titreşim ve yer yoğunluğu izlenmesiyle olası sel, çığ ve heyelan felaketlerini önceden saptama, özellikle fay hattı boyunca belirlenecek noktalardaki titreşimlerin değerlendirilerek erken deprem algılanması sistemleridir.

Düşük maliyet, çok sayıda sensör, hızlı dağıtım, uzun ömürlülük, düşük bakım maliyeti, yüksek hizmet kalitesi için uygulama koşulları, platformun ve bileşenlerin tasarımı ve özellikleri olarak kabul edilir. Düşük bir zahmetle platformun yeniden uygulanabilmesi ilgili izleme uygulamalarının tüm tasarım seviyelerinde ve özelliklerinden başlatılması olarak değerlendirilmektedir. Yapılan bir çalışmayla çevresel takip sisteminin kablosuz sensör ağlarıyla bir prototipi oluşturulmuştur (Lazarescu, 2013).

Son zamanlarda iklim değişikliği, ortam gözlenmesi ve yönetimi oldukça önem gösterilen konular olmuştur ve Entegre Bilgi Sistemi (IIS) yüksek değer kabul edilir. Nesnelerin İnterneti, Bulut Sistemi, Jeoenformatik [(uzaktan algılama (RS), Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ve Küresel Konumlama Sistemi (GPS)] ve çevre takibi ve yönetimi anlamında e-Bilim kombinasyonundan oluşan bölgesel iklim değişikliği ve ekolojik etkiler üzerine bir durum çalışması ile yeni bir IIS yöntemi kullanılabilir. Çoklu sensör ve web hizmetleri kullanılarak veriler ve diğer bilgiler toplanabilir. Hem paylaşım açık ağlar hem de özel ağlar ağ katmanındaki kitle verileri ve diğer bilgilere erişmek ve taşımak için kullanılabilir. Anahtar teknolojiler ve araçlar gerçek zamanlı işlemsel veri tabanını (RODB), ayıklama-dönüşüm-yüklemeyi (ETL), Online analitik işlemleri (OLAP) ve ilişkisel OLAP'ı, adlandırma, adresleme ve profil sunucusunu (NAPS), Uygulama ağ geçidini, farklı platformlar ve görevler için uygulama yazılımlarını, Nesnelerin İnterneti uygulama altyapısını, GIS ve e-Bilim platformlarını, Rest/Java veri tabanı bağlantısını içerir. IIS'nin ara katmanlarında Uygulama Programlama Arayüzleri (API) uygulanabilir. Bu uygulama katmanı depolama, düzenleme, işleme, veri paylaşımı gibi işlevlerin yanı sıra, çevre izleme ve yönetiminde uygulama işlevleri de sağlar. Yapılan bir çalışmada ise geleneksel çevre takip ve yönetimi sistemleri ile Nesnelerin İnterneti teknolojisi birleştirilerek oluşan Büyük Verinin analiziyle yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları son 50 yılda Xinjiang'daki hava sıcaklığında görünür bir artış olduğunu göstermektedir (Fang ve ark., 2014). Bir diğer çalışmada ise parçacık sürüsü optimizasyonu düzeltilmesi ile ağırlık faktörü tahmini kullanılarak, eğim, nem, sıcaklık gibi çevresel koşullar incelenmiş ve ilgili verilerin ilgili kullanıcılara iletilmesi sağlanmıştır (Sung ve Hsu, 2013).

Bina enerji ölçümleri ve çevre koşulları izleme ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapılmış ve yararları ve sınırları, kendi seçimini etkileyen faktörler, sürücüler ve çeşitli iletişim protokolleri incelenmiştir (Ahmad ve ark., 2016).

2.4 Su Yönetimi ile İlgili Çalışmalar

Su, canlılar için hayati bir kaynaktır ve günümüzde onun yönetimi oldukça önemli bir konudur. Akıllı su uygulamaları şehirlerdeki musluk suyu kalitesi için içme suyu izlenmesi, su kaçaklarının tespiti için tanklardaki ve boru hatlarındaki basınç değişimlerinin saptanması, akarsularda fabrikaların atıklarını algılayan kimyasal sızıntı tespiti, denizlerdeki gerçek zamanlı kirlilik seviyesi ölçümleri, havuz koşullarının kontrolü, olası taşkınlar için nehir ve barajların su seviyesi değişimlerinin izlenmesi gibi konuları kapsamaktadır.

Su kontrolü için bilgi ve iletişim teknolojisi sistemleri, şu anda izleme ve kontrol ekipmanlarındaki standardizasyonun destek eksikliği nedeniyle, birlikte çalışabilirlik sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Bu sorun, su tüketimi, dağıtım, sistem tanımlama ve ekipman bakımı gibi su yönetimi konusunda çeşitli süreçleri etkiler. İş Kontrolü Tümüleşik Mimarisi için Nesne Bağlama ve Gömülmesi (OPC UA) lojistik ve imalat sektörlerinde süreçlerin kontrolü için bir platform bağımsız hizmet odaklı bir mimariye sahiptir. Bu standarda dayanarak iş süreçleri koordinasyon ve karar destek sistemleri ile Nesnelere İnterneti teknolojilerini birleştiren akıllı su yönetim modeli kullanılabilir (Robles ve ark., 2015).

2.5 Modern Tarımdaki Çalışmalar

Modern tarımda da Nesnelere İnterneti platformunu kullanan uygulamalar mevcuttur. Bu uygulamalar, topraksız tarım, bitki sağlığının ve meyvelerdeki şeker oranının kontrolü için toprak neminin ve gövde çapının izlenmesi, seralardaki mikro-iklim koşullarının kontrolüyle meyve ve sebze kalitesini ve üretimini maksimize etmeye yönelik çalışmalar, besi yemlerinin üretiminde oluşabilecek mantar ve mikrobik maddeleri önlemek için yonca, ot ve samanlardaki nem ve sıcaklık seviyelerinin kontrolü, su kaynaklarının verimli kullanılması anlamında kuru bölgelerdeki seçici sulama faaliyetleri, özellikle don, kar, yağmur, kuraklık ve rüzgâr değişikliklerinin tahmin edilmesi ve hava koşullarının incelenmesi uygulamalarıdır.

Yapılan bir çalışmada hassas tarım ürünlerinin gerçek zamanlı bilgileri kablosuz sensör ağları ile gerçek zamanlı olarak mobil telefonlardan izlenmiştir (Lihua ve ark., 2010; Sungwook ve Hyenki, 2014). Tarım uygulamalarından biri olan dikey çiftlikler de kentsel bölgelere göç nedeniyle tarımın geleceği olarak kabul edilir. Kablosuz sensör ağlarına bağlı yaygın bilişim tarımda da hızlı işlem ortamları için ortaya çıkmaktadır. Nesnelere İnterneti arasındaki anlamsal birlikte çalışabilirlik olmadan dikey çiftlikler için sistemin kurulması karmaşıktır. Bu yüzden yapılan bir çalışmada dikey çiftlikler için yaygın sensör ağlarını kullanan bir ontoloji modeli önerilmiştir (Saraswathi ve ark., 2013).

2.6 Modern Hayvancılıktaki Çalışmalar

Modern Hayvancılıkta özellikle büyük alanlarda GPS veya RFID ile hayvanların takibi, süt kalitesi ve verimliliğinin takibi, yavruların bakımında gerekli koşulların sağlanması ve havalandırma ve hava kalitesi çalışmalarındaki dışkılardan gelen zehirli gaz düzeylerinin incelenmesi için Nesnelere İnternetinden faydalanılmaktadır.

Kore'de yapılan bir çalışmada domuz çiftliklerinde hayvanların ağırlığına göre yemleme yapılması Nesnelere İnterneti sayesinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada ortamdaki karbondioksit ve nem seviyeleri, tüketilen su ve süt miktarı da incelenmiştir.

Bunun neticesinde de doğum kazaları ve yavruların benimsenmesi çalışması deneysel olarak gözlemlenmiştir (Kang ve ark., 2015).

Bir çok kuruluş tarafından hayvan sahiplenilmesine teşvik olmasına rağmen, başıboş hayvanların sahiplenme oranı Tayvan'da sadece %3.8'dir. Tayvan hükümeti ötenaziye her yıl daha da fazla para harcamaktadır. Bu nedenle sahiplenme artış oranının artması için hayvanların daha iyi bir çevrede ve sağlıklı yaşamaları için bir izleme algoritması önerilmiştir. Bu çalışma Nesnelerin İnterneti ile gerçekleştirilmiştir. RFID, hayvanları tanımlamak için kullanılmıştır. Kablosuz algılayıcı ağları kurularak algoritma aracılığıyla veriler analiz edilmiştir (Huang ve ark., 2015).

Ekologlar için çevresel değişikliklere karşı hayvanların tepkisini anlamak önemlidir. Kablosuz sensör ağları kullanılarak yaban hayatı ve çevresel parametreleri doğru, gerçek zamanlı ve kapsamlı verilerle ölçmek, yaban hayatın korunması, izlenmesi ve araştırılması için oldukça önemlidir. Yapılan bir çalışmada geleneksel algılama teknolojisi, hayvan ekolojisindeki Nesnelerin İnterneti kavram ve uygulaması, Nesnelerin İnternetinin avantaj ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Hayvan ekolojisi içinde Nesnelerin İnternetinin mevcut teorik sınırları da tartışılmıştır. Nesnelerin İnterneti, hayvan ekolojik araştırmalarında yeni bir yön sunmasına rağmen, daha da araştırılması, aynı zamanda hayvan ekolojisini anlamak için uygun bilimsel çerçevelere bir teorik sistem olarak geliştirilmesi ve uygulanması gerekir (Songtao ve ark., 2015).

2.7 Enerji Yönetim Sistemleri Çalışmaları

Enerji Yönetim Sistemlerinde de verimliliğin artırılması bakımından Nesnelerin İnterneti platformu tercih edilmektedir. Entegre enerji yönetim sistemlerinin geliştirilmesi, bağlantılabilirlik ve birlikte çalışabilirlik, endüstriyel tesisler için oldukça önemli özelliklerdendir. Tesis enerji yönetim sistemleri ara bağlantı ve birbirleriyle işbirliği gerektirir. Bir tesisteki birimler arasındaki enerji ile ilgili bilgi alışverişi için basit ve ortak bir strateji şu anda eksiktir. Bu amaç doğrultusunda, yapılan bir çalışmanın hedefi sanayi müşterileri için bir talep yanıtı olarak enerji yönetim sisteminin gelişimini kolaylaştırmak için ortak bir bilgi modeli ile Nesnelerin İnterneti tabanlı iletişim çerçevesi sunmaktır. Ayrıca, bir endüstriyel tesisteki talep yanıtı, enerji yönetimi dağıtmak için entegre enerji şebekelerinin avantajlarıyla ortak bir bilgi modeli ve açık iletişim protokollerine dayalı bir Nesnelerin İnterneti tabanlı enerji yönetimi platformu geliştiriyor ve hayata geçiriyor. Bu çalışmanın deneysel sonuçları önerilen platformun sadece endüstriyel enerji yönetimi sistemlerinde birimlerin birleştiriciliğini arttırmak değil, aynı zamanda sanayi tesislerinin enerji maliyetlerini azaltmak olacağını göstermiştir (Wei ve ark., 2015).

Bir diğer çalışmada enstrümantasyon telemetrisi ile iletişim teknolojisi altyapısı ve akıllı şebekeler ile endüstriyel süreçler benzetmesinde bulunarak, akıllı şebekelerin kritik uygulamaları ve parametreleri üzerinde durulmuştur. Bu kritik uygulamalar; gelişmiş ölçüm altyapısı, durum izlenmesi ve trafo otomasyonu, güç ağlarının izlenmesi, ev otomasyon ağları, talep yanıtı, güneş enerjisi entegrasyonudur. Kritik parametreler ise; güvenilirlik, ölçeklenebilirlik, yoğunluk, enerji verimliliği, gecikme ve güvenlidir (Bhatt ve ark., 2014).

Nesnelerin İnterneti sayesinde ev ortamında kullanılan cihazların faaliyetlerini belirlemek ve kullanılmayan bir cihazı kullanıcıya bildirmek veya otomatik olarak kapatmak mümkündür. Kurulan sistemle cihazların kullanım alışkanlıkları geliştirilerek elektrik

tasarrufunda verimlilik arttırılabilir (Cho ve ark., 2013). Bina enerji yönetimiyle ilgili bir diğer çalışmada Zigbee kullanarak bir ağ oluşturulmuştur. Enerji yönetimi teknolojisi, performans izleme teknolojisi ve bilgi iletişim teknolojisi ile uygulamaları entegre etmek için, enerji sistemlerinin verimliliğini arttırılabilir ve konut veya ticari binalarda enerji tüketimini azaltabilir olduğu görülmüştür (Li, 2014). Ev otomasyonu ve bina enerji yönetim sistemleriyle ilgili detaylı bir çalışmada onların önemi ve sınırlamaları ile literatürdeki hesaplama yöntemleri anlatılmakta, enerji maliyetinin azaltılabilir bileşenleri ve onların özellikleri belirtilmekte, bir birleşik maliyet optimizasyonu çerçevesi önerilmekte ve akıllı şebekelerdeki genel yerleşim enerji maliyet optimizasyonu probleminde bağlı zorluklar giderilmektedir (Alam ve ark., 2016).

2.8 Akıllı Şehirler ile İlgili Çalışmalar

Akıllı şehirler canlıların yaşamını daha verimli ve rahat hale getirmek için dijital teknolojiler veya bilgi iletişim teknolojilerini kullanan bir kent olarak tanımlanabilir. Akıllı evler, ev bağlamında akıllı cihazları kapsayan, yakın geleceğimizdeki yaşamımız için çok büyük olanaklar vaad etmektedir. Aynı zamanda, yaşam alışkanlıklarımızı değiştirme etkisine sahip olabilir. Yapılan bir çalışmada hedefe ulaşma yolundaki zorluklar ele alınarak akıllı bir ev ve şehir gerçekte nasıl olabilir anlatılmaktadır (Misra ve ark., 2015).

Akıllı şehirlerdeki başlıca uygulamalar şöyle olabilir: şehirlerdeki boş park yerlerini saptayan akıllı park sistemleri, özellikle köprülerde ve tarihi yapılar ve binalardaki titreşim ve malzeme koşullarının takibi sistemleri, gerçek zamanlı olarak bar alanları ve şehir merkezleri gibi merkezi bölgelerde gürültü haritası çıkarılması, baz istasyonları ve Wifi yönlendiriciler tarafından yayılan elektromanyetik alan seviyelerinin ölçülmesi, iklim veya kazaya bağlı trafik sıkışıklığını algılayarak araç ve yayalara alternatif yollar sunan akıllı trafik uygulamaları, hava durumuna göre kendini uyarlayan akıllı sokak ve otoyol aydınlatmaları, çöp düzeylerinin saptanması ve çöp yollarının optimize edilmesini sağlayan atık yönetimi sistemleri.

Akıllı şehir altyapılarındaki kablosuz algılayıcı ağlarının son dağıtımı özellikle çevresel izleme, sağlık izleme ve ulaşım izleme uygulamaları da dahil olmak üzere her gün üretilen verinin çok büyük çapta olmasına yol açmıştır. Artan veri miktarlarından yararlanmak için akıllı ve dinamik kaynakların kullanımını yönetmede yardımcı olabilen bilgi üretmek ve bunların analizini gerçekleştirmek için etkili bir veri yönetimi hususunda yeni yöntem ve tekniklere ihtiyaç vardır. Yapılan bir araştırma ile anlamsal web teknolojileri ve Dempster-Shafer belirsizlik kuramına dayalı çoklu seviye akıllı ev mimarileri önerilmektedir. Önerilen mimari işlevsellik açısından ve bazı gerçek zamanlı bağlam bilinçli senaryolarla anlatılmış ve açıklanmıştır (Gaur ve ark., 2015).

Günümüzde akıllı şehirler oluşmaya başlamıştır. Bunlardan bazıları veri bağlantısı gerektiren her türlü bakım hizmetleri ve şehir yönetimi için belediye erişim ağları ile dağıtım fırsatı bulur. Pratikte Nesnelerin İnternetinin veri erişim ağları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, birleştirici optimizasyon ve elektronik mühendisliğinin entegrasyonu ile şehirlerin yönetim sistemlerinin gelişimine nasıl katkıda bulunulabileceğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmayla internet üzerinden çöp hacmi verilerini okuyarak, toplayarak ve sensörlerle donatılmış gömülü bir Nesnelerin İnterneti prototipi kullanarak, çöp kutuları hakkında haberleşmeye dayalı bir atık toplama çözümü sunulmuştur. Üretilen veriler bir uzay-zamansal bağlam içine yerleştirilir ve grafik teorisi optimizasyon algoritmaları tarafından işlenen bu veriler dinamik ve verimli atık toplama stratejilerini yönetmek için

kullanılabilir. Ekonomik faktörler de dâhil olmak üzere, geleneksel bir atık toplama yaklaşımlara kıyasla bu tür bir sistemin yararlarını araştırmak için deneyler gerçekleştirilmiştir. Kopenhag şehrinden açık kaynak verileri alınarak gerçekçi bir senaryo ile üçüncü kişilere akıllı kent çözümleri geliştirmek ve katkı sağlamak için bu tip girişimlerin yarattığı fırsatlar vurgulanmıştır (Gutierrez ve ark., 2015).

Santander kentinde konuşlandırılmış Nesnelerin İnterneti mimarisi tesisinin dağıtım ve deneyimlerini açıklayan bir çalışma yapılmıştır. Avrupa Komisyonu tarafından yürütülen geleceğin internet araştırma ve geliştirme projelerinden biri olan SmartSantander projesi, herhangi bir dünya kenti ölçekli deneysel araştırma tesisi olarak eşsiz bir tesisi temsil eder. Ayrıca, bu tesis akıllı bir kentin tipik uygulamalarını ve hizmetlerini destekler. Nesnelerin İnterneti ve nesnelerin hizmeti açısından geleceğin internet mimarisi tasarımının tanımı ve özelliklerini etkilemesi beklenmektedir. Tesis, sensörlerle donatılmış birkaç kentsel senaryoyla konuşlanan çok sayıda Nesnelerin İnterneti cihazını içerir. Mevcut dağıtımın sunulmasının yanında, sensörlerle donatılmış büyük ölçekteki Nesnelerin İnterneti mimarisi tasarımı açısından ana anlayışlar da sunulmaktadır. Ayrıca gerekli deneme ortamı işlevlerini ele alan farklı bileşenlerin uygulanması için benimsenen çözümler kabataslak olarak yer almaktadır. Yapılan bu çalışmada Nesnelerin İnterneti deneme tesisi gerçek yaşam koşulları altında büyük ölçekli deneyler ve Nesnelerin İnterneti kavramının değerlendirilmesi için uygun bir platform sağlamak adına tasarlanmıştır (Sanchez ve ark., 2013).

2.9 Akıllı Ölçüm Sistemleri Çalışmaları

Akıllı Ölçüm sistemleri, yenilenebilir enerji kaynakları entegrasyonunu ve gelişmiş tarife sistemleri uygulamalarını, verilerinin otomatik olarak toplanmasını ve işlenmesini, elektrik tüketicilerinin davranışlarının tahminini, elektrik fiyatlarına ilişkin eğilimlerin analizini, tüketicilerin tüketim iyileştirmesini vb. sağlayabilir bilişim çözümlerini gerektirir. Yapılan bir çalışmada akıllı ölçüm sistemi ve akıllı ölçüm sistemi mimarisi için işlemsel gereksinimler ile ilişkili çeşitli bilişim çözümleri, üç farklı düzeyde (temel düzey, orta düzey, üst düzey) ve yük profili hesaplama yöntemleri ile anlatılmaktadır (Oprea ve Lungu, 2015).

Akıllı şebekelerdeki bir çalışmada Nesnelerin İnternetinin entegrasyonu ve son ölçüm yöntemi ile müşteri ve elektrik dağıtımcıları arasında çift yönlü veri akışının sağlanacağı belirtilmiştir. Bu çalışmadaki yenilik ve avantajlar, aynı altyapıdaki akıllı ev uygulamaları ile, akıllı şebekelerin kesintisiz entegrasyonu, heterojen sensör iletişim protokollerinden veri toplama, güvenli ve özelleştirilmiş veri iletişimi, eş zamanı uygulamalar inşa edilebilen ortak bir soyutlama katmanına sensör ve aktüatör haritalama olarak değerlendirilebilir (Spanò ve ark., 2015). Bir diğer çalışmada ev aletleri tarafından tüketilen toplam güç miktarının ölçülmesi ve izlenmesi ile enerji tasarrufu yapabilen Nesnelerin İnterneti tabanlı Güç Tasarruf Sayacı yapılmıştır (Sinha ve Alexv, 2015).

Akıllı Ölçüm sistemleri genellikle endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılır. Akıllı ölçümleri oluşturan başlıca uygulamalar: su, petrol ve gaz seviyelerinin izlenmesini gerektiren tank seviye sistemleri, güneş enerjisi santrallerinin performans optimizasyonu ve takibinde kullanılan fotovoltaik sistemler, özellikle kavitasyon oluşmasını engellemek amacıyla kullanılan su basıncı ölçümleri, malların veya hammaddenin boşluk seviyesini ve ağırlığını ölçen akıllı silo stok hesaplama uygulamalarıdır.

2.10 Endüstriyel Nesnelerin İnterneti Çalışmaları

Endüstriyel Nesnelerin İnterneti, Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri, makine-makine iletişimi, Bulut Bilişim ve birbirine bağlı sensörlerin oluşturduğu verilerin gerçek zamanlı analizinin birleşimidir (Chen ve ark., 2014). Endüstriyel Nesnelerin İnterneti uygulamalarından bir kaç tanesi şöyle sıralanabilir: özellikle kimyasal ürün üreten endüstriyel tesislerdeki işçilerin ve ürünlerin güvenliğini sağlamak için içerideki zehirli gaz ve oksijen seviyelerinin izlenmesini sağlayan iç hava kalitesi ölçüm ve iyileştirme sistemleri, endüstriyel veya tıbbi alanlardaki hassas ürünlere yönelik sıcaklık kontrolü, robotik uygulamalar, giyilebilir teknolojiler, gıda fabrikalarındaki et kurutma sürecinde ozon seviyelerinin izlenmesi, kapalı alan konum algılanması için kullanılan Zigbee gibi aktif, RFID, NFC etiketleri gibi pasif algılama sistemleri gibidir.

Nesnelerin İnternetinin devam eden devrimi ve hayatın birçok faaliyetinde robotların giderek artan etkisiyle birlikte Nesnelerin İnterneti destekli robotik uygulamalar yaklaşan geleceğimizin somut bir gerçeğidir. Buna göre robotlar ve nesnelere arasındaki etkileşime dayalı yeni gelişmiş hizmetler insanlara yardımcı olma konusunda tasarlanmaktadır. Bununla birlikte, Nesnelerin İnterneti destekli robotik uygulamaların olgunlaşması için birkaç önemli sorunun çözülmesi, tasarım yöntemleri ve güçlü mimari seçimlerin ele alınması gerekir. Yapılan kapsamlı bir çalışmada Nesnelerin İnterneti destekli robotik alandaki teknolojik etkiler, açık sorunlar ve hedef uygulamalar tartışılır. Özel olarak bu katkı dört katmanlıdır. Birincisi, Nesnelerin İnterneti destekli robotik hizmetlere ilişkin ana konularda katı durum sağlar: iletişim ağları, dağıtımdaki ve yaygın ortamlardaki robotik uygulamalar, anlamsal odaklı yaklaşımlar, ağ güvenliği. İkincisi, karşı karşıya olduğu en önemli araştırma konularını vurgular. Üçüncüsü, günümüzde mevcut teknolojik araçlar anlatılmaktadır. Dördüncüsü, tamamlayıcı beceriler ile araştırma ekipleri arasındaki ortak bilimsel soruşturma özetlenmektedir (Grieco ve ark., 2014).

Robotikte birçok yol planlama algoritmaları önerilmiştir ancak hemen hemen hepsi sadece kendi yolunun uzunluğunu değerlendirir. Ancak bu değerlendirme insan yeteneğinden tamamen bağımsızdır. Son zamanlarda bir insan birçok robot ile birlikte yaşamak niyetindedir. Bu nedenle tecrübesel olarak her bir yol planlama algoritması tarafından gözetimlenen yaşam alanımızdaki insan ve robot arasındaki etkileşimleri birçok türde değerlendirmeliyiz. Maalesef gerçek dünyada böyle etkileşimleri araştırmak imkânsız, pahalı ve tehlikelidir. Yapılan bir çalışmada bu tür sakıncaları aşmak için, bir insan tarafından yol planlama algoritması değerlendirmek için giyilebilir tabanlı bir sistem önerilmiştir. Bir insan iki ayağını (kendi hareket yeteneğini kullanarak) ve iki gözünü (görüntüleme özelliği) kullanarak sanal robotların bazı uzuvlarını ortadan kaldırır. Önerilen giyilebilir sistemde, birçok mantıksız teknik sınırlamaları dikkate almadan akıllı robotlar ve algılayıcılar geliştirilebilir. Bu nedenle sanal ortamda algılayıcı tabanlı yol planlama algoritması test edilmiştir. Bunu kullanarak, insan olmanın görsel ve hareket yetenekleri ile birlikte kendi üstünlükleri kontrol edilir (Shikata ve ark., 2003).

Yapılan bir çalışmada, bir kapalı çevrim kontrol sisteminde ve sistemin kendisi üzerinde olacak etkilerde, bulut kullanmanın yolları araştırılmıştır. Bu çalışma, kontrol sisteminde ve sonuçların değerlendirilmesinde bulutun sahip olduğu etkileri ve gecikmeleri değerlendirmek için bir prototip içerir (Didic ve Nikolaidis, 2015).

Gelişmiş üretimler bilgilerin zamanında elde edilmesine, dağıtılmasına ve makineden gelen bilginin kullanılmasına ve işlenmesine bağlıdır. Bu faaliyetler, kaynak ihtiyaçlarının ve

tahsisinin, bakım planlamasının ve kalan ekipman ömrünün tahmin edilmesindeki doğruluğunu ve güvenilirliğini arttırabilir. Gelişmekte olan altyapı olarak bulut sistemleri gelişmiş üretim hedeflerine ulaşmak için yeni fırsatlar sunar. Yapılan bir çalışma prognoz kavramları ve tekniklerinin tarihsel gelişimini inceler ve gelişmekte olan bulut altyapısı ile gelecekteki büyümesini yansıtır. Üretim için bulut özellikli prognoz paradigmasında bu tekniklerin etkisinin yanı sıra Bulut Bilişim teknikleri de vurgulanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada üretim için bulut özellikli prognoz zorluklarıyla öngörülen mimari arasındaki ilişki anlatılır (Gao ve ark., 2015).

Akıllı endüstri, Nesnelerin İnternetinin algılama yetenekleri ile çeşitli endüstriyel işlemleri otomatikleştirmek amacıyla sanayi altyapısını birleştirir. Akıllı endüstride Nesnelerin İnterneti sistemi tarafından toplanan veriler manuel çalışan değerlendirme sistemini değiştirmek için de kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada akıllı endüstride çalışanların otomatik performans değerlendirmesi için bir model önermektedir. Bu model, çalışanların çeşitli endüstriyel faaliyetlerini belirlemek için akıllı sanayi sistemindeki gömülü sensörler tarafından toplanan veriler yardımıyla kullanır. Belirlenen faaliyetler daha sonra pozitif, negatif ve nötr faaliyetler olarak sınıflandırılır. Ek olarak, bir çalışan ve faaliyet eş konumlu ise işçinin o faaliyete katıldığı söylenebilir. Bu nedenle, bu model her çalışanın konum verilerini toplar ve konum verilerine dayanarak pozitif, negatif ve nötr faaliyetleri hesaplar. Dolayısıyla elde edilen bilgiler daha sonra oyun teorisi kullanılarak çalışanlar için bilişsel kararlar tanımlamak için kullanılır. Bu deneysel çalışma çalışan değerlendirme sistemi kılavuzuyla önerilen modeli karşılaştırır. Otomatik sistemin çalışanlardaki etkisi daha sonra hem deneysel hem de matematiksel olarak değerlendirilir. Sonuçlar model tarafından çalışanların doğru değerlendirilmesini ve çalışanların, endüstri lehine motive olduğunu göstermektedir. Böylece önerilen model, etkin ve verimli bilişsel çalışan değerlendirme sistemi ve akıllı endüstride karar verme sürecini otomatik hale getirir (Kaur ve Sood, 2015).

Kesinlikle Güvenli ve Sağlıklı Fabrika (FASyS), Geleceğin Avrupa Fabrikaları (EFoF) kavramı ile uyumlu, işçi sağlığı ve iş güvenliği risklerini en aza indirmeyi amaçlayan ve işçilerin imalat, işleme ve montaj fabrikalarında refah ve konforunu güvence altına almak için yeni bir fabrika modeli geliştirir. Bu amaçla, özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri ve kablosuz iletişim teknolojileri dağıtımını uygulamak için çok değerli araçlarını ve sürekli çalışma koşullarını, işçi sağlığı ve iş güvenliği koşullarını algılayan mobil uygulamayı temsil edebilir. Kritik ortamlarda bu tür uygulamaların etkin dağıtımını, uzaktan kumanda merkezlerine mobil algılayıcılar bağlanacak olan kablosuz ağların çalışmasını ve performansını izlemek için yetenekli bir platform kullanılmasını gerektirir. Yapılan bir çalışmada FASyS projesi kapsamında bu amaçla uygulanan bir platform sunuluyor. Kablosuz ağların durumunu takip etmenin yanı sıra, uygulanan platformu olası arıza veya Ağ iletişimi Hizmet Kalitesi (QoS) parçalanma bildirimlerine dayalı kablosuz düğümlerin uzaktan iletişim ayarlarının tekrar yapılandırılması için olanak sağlıyor. Bu işlevler bilgi ve iletişim teknolojileri yenilikçi iş gücü risk önleme uygulamalarını oluşturmak için endüstriyel ortamdaki güvenilir kablosuz iletişimin garanti altına alınmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir (Gisbert ve ark., 2013).

Geri dönüşüm merkezlerinde hurda araçlar için pratik geri dönüşüm oranının tahminini kolaylaştırmada söküm işleminin takibi önemlidir. Hurda araçlar kentsel madencilikte değerli kaynaklardır ve yasalar gereği (G. Kore'de) %95 oranında geri dönüştürülebilir olmalıdır. Hurda aracı taşıyan akıllı arabaların her biri, ağırlığın belirlenmesi için yük hücresi, etiket tanımlama için RFID ve kablosuz iletişim için Zigbee ile donatılmıştır. Bu

akıllı araçlara demonte için hurda araç yüklendiğinde taşıyıcı araç hurda araçla kayıtlanır. İş istasyonuna geldiğinde taşıyıcı istasyonun RFID okuyucu tarafından tanımlanır ve Zigbee cihaz üzerinden hurda aracın ağırlığını aktarır. Gerekli söküm talimatları araç parçası veri tabanına dayalı istasyonun bilgisayar monitörü üzerinden gösterilir. Geliştirilen sistem merkezi G. Kore’de olan bir geri dönüşüm merkezinde uygulanmıştır. Her iş istasyonundaki söküm işlemleri internet üzerinden gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmektedir. Parçaların söküm sonuçları gelecekteki doğrulamalar için bilgisayar sunucusunda saklanır (Yi ve Park, 2015).

2.11 Güvenliğin Sağlanması ve Acil Durumlar ile İlgili Çalışmalar

Güvenliğin sağlanması ve acil durumlar için de Nesnelerin İnternetinden yararlanılır. Başlıca uygulamalar: Özellikle içme suyu yataklarında ve yetkili olunmayan bölgelerde insan algılama amacıyla çevre erişim kontrolü, arıza ve korozyonu önleme gerekçesiyle veri merkezleri, depolar ve hassas yapılardaki nem ve sıvı algılama sistemleri, nükleer santral ortamlarında kaçaklara karşı uyarılar oluşturmak için dağıtılmış radyasyon seviye ölçümleri, kimyasal fabrikalar ve maden iç bölgelerindeki patlayıcı ve zararlı gaz tespittir.

Nesnelerin İnternetinin 2005 yılında tanıtılmasından bu yana, başlıca küresel tedarik zinciri yönetimi, çevre izleme olmak üzere çok çeşitli uygulamalar için, iletişim, algılama ve hareket yeteneğiyle akıllı ağ oluşturan yeni nesil nesneler görülmektedir. Yapılan bir çalışmada acil durum yönetiminde kullanılmak üzere Nesnelerin İnterneti teknolojisi tanıtılıyor. Acil müdahale işlemlerinde sıralı ve farklı üç ritmi desteklemek için gerekli bilgiler göz önüne alındığında: Hareketli ritim, ön durum değerlendirmesi ritmi ve müdahale ritmi. Bu çalışma acil müdahale operasyonları geliştirmek ve Nesnelerin İnterneti teknolojisine bu üç ritmin nasıl dâhil edileceğini araştırmak için kullanılan bir yaklaşımı önermektedir. Araştırmanın bulguları şu iki hipotezi desteklemektedir. Birincisi nesnelerin interneti teknolojisi tanımlanmış bilgi gereksinimlerine dayanır. İkincisi nesnelerin interneti teknolojisi verimli işbirliği, hassas durum farkındalığı ve kaynakların tam görünürlüğüne edinme bakımından acil müdahale operasyonlarına katma değer sağlar (Yang ve ark., 2013).

2.12 Alışveriş Alanındaki Çalışmalar

Alışveriş alanındaki Nesnelerin İnternetini özellikle NFC teknolojisinin mobil telefonlarla birlikte kullanılması ve e-Cüzdan gibi uygulamaların artmasıyla yaygınlaşmıştır. Alışveriş alanındaki başlıca uygulamalar: Toplu taşıma araçları, spor salonları, eğlence parkları vb. konum ve faaliyet merkezli alanlardaki NFC ödeme işlemleri, satış noktalarında müşteri alışkanlıklarına, tercihlerine, aynı zamanda onlar için alerjik bileşenlerine göre tavsiyede bulunabilen akıllı alışveriş uygulamaları, stok yenileme süreçlerini otomatikleştirmek için raflardaki ve depolardaki ürünlerin rotasyon kontrolünde akıllı ürün yönetimi sistemleri, ürün takibi amacıyla tedarik zinciri boyunca saklama koşullarının izlenmesini sağlayan tedarik zinciri denetimi uygulamalarıdır.

Yakın Alan İletişimi (NCF) teknolojisi cihazlar arasında veri alışverişini yapmasına olanak veren bir kısa menzilli radyo iletişim kanalıdır. NFC, kişisel bilgisayarlar, kişisel dijital yardımcılar, akıllı telefonlar arasında veri aktarımı için temassız teknoloji sağlar. Bu, cep telefonunun müşteriler için kimlik ve kredi kartı gibi hareket etmesini sağlar. Bununla birlikte NFC çip, kart okuyucu gibi davranabilir ve aynı zamanda simetrik protokolleri tasarlamak için kullanılabilir. NFC ekosistemi 3. şahıslara sahip olması ve ortak bir

standardın olmaması, tüm tarafların müşteri bilgilerine (banka hesap bilgileri gibi) erişmesini iddia eder ve bu da teknolojinin güvenliğini etkiler. NFC işlem sürecinde tarafların dinamik ilişkileri, servis ortamında çalışan uygulamalarda kendi erişim izinlerini paylaşır bir şekilde onları ortak yapar. Bu taraflar sadece kendi parçalarına erişim hakkına sahiptir ve diğer tarafların hak ve erişim izinlerinin farkında değildir. Taraflar arasındaki bilgi eksikliği NFC ekosisteminin yönetimini ve sahiplenmesini karmaşıklaştırır. Bu sorunu çözmek için, Güvenli Eleman (SE) adlı bir güvenlik modülü NFC için güvenlik üssü olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak yine de SE kişiselleştirmenin, yönetim, mülkiyet ve mimarisi ile bazı güvenlik sorunları vardır ve bu da saldırganlar tarafından istismar edilebilir ve NFC ödeme teknolojisini yaygınlaşmasını geciktirebilir. Bu teknolojinin başarısı için yeniden düzenlenmesi ve nelerin gerekli olduğunun tanımlanması, bu iş alanının gelişiminin hızlandırılması için mevcut ekosistem modelleri genişletilmiştir. Güvenli NFC işlemleri sağlamak için kullanılacak teknolojilerden biri, NFC özellikli bir cep telefonunda tek bir unsur olarak SE kullanımı ile karşılaştırıldığında geniş avantajlar sunan Bulut Bilişimdir. Bulut Bilişim NFC uygulama yönetimi açısından birçok sorunu çözebilir. Bu nedenle yapılan bir çalışmayla NFC Bulut Cüzdan olarak adlandırılan yeni bir ödeme modeli önerilmiştir. Bu model, sistematik yönetilebilir ve etkin bir biçimde gelişim süresince bir NFC ödeme gereksinimlerini karşılayan NFC ekosistemin güvenilir yapısı arz edilmektedir (Pourghomi, 2014).

Nesnelerin İnterneti dağıtım sektörüne depoları olmayan merkezi yönetimler için ideal bir platform sağlar. Yapılan bir çalışma, RFID ile çevreyle iletişim ve çoklu acente sistemine dayalı işbirlikçi depo sipariş altyapısı önerilmektedir. Bu da, fiziksel bir aygıtlar katmanından, ortam platformundan, çoklu bir acente sisteminden ve kurumsal bir kaynak planlamasından oluşmaktadır. Rekabet ve işbirliğine dayalı acenteler arasında organizasyon ve müzakere protokolleri gibi karar destek mekanizmaları ile bütünleşmektedir. Bu yaklaşım dinamik bir ortamda depo merkezi olmayan yönetimin tepki yeteneklerini geliştirmek için seçilmiştir. Önerilen altyapı uygulamasını göstermek amacıyla bir ortak depo örneği oluşturulmuştur (Reaid ve ark., 2014).

Nesnelerin İnterneti uygulamaların ticari boyutunu etkinleştirmek için yeni tipte iş modelleri geliştirilmesi gerekmektedir. İş modellerinin geliştirilmesini kolaylaştırmak için çerçeve planlar bulunmaktadır. Bu çerçeveler bir iş modeli olan yapı taşlarını tanımlar. Yapılan bir çalışmada Nesnelerin İnterneti uygulamaları için özel bir iş modeli çerçevesi sunar. Önerilen bu çerçeve Nesnelerin İnterneti uygulamaları için iş modelleri oluşturmada bir başlangıç noktası olarak geliştiriciler tarafından da kullanılabilir (Dijkman ve ark., 2015).

2.13 Lojistik ve Taşıt Takip Sistemleri ile İlgili Çalışmalar

Lojistikte ve araçlarda kullanılan başlıca Nesnelerin İnterneti uygulamaları: araç takip sistemleri, titreşim, darbe, konteynırların açıklıkları ve soğuk hava depolarının sigorta amaçlı izlenmesiyle sevk koşullarının kalitesinin sağlanması, depolar veya limanlar gibi büyük alanlardaki malların konumunun belirlenmesi, patlayıcı içeren kaplardaki maddelere yakın depolanan yanıcı mallarda depolama uyumsuzluklarını algılama, tıbbi ilaçlar, mücevher ya da tehlikeli ticari mallar gibi hassas mallar için yolların kontrolünde filo takip sistemleridir.

Lojistikte ürünlerin akışlarını yönetmek için kullanılan araçlar, çoğunlukla ERP, WMS, TMS veya diğer eski sistemler gibi bilgi sistemlerine dayanmaktadır. Bulut sistemlerin ve

Nesnelerin İnternetinin gelişimiyle birlikte ilgili bilgilere ve olaylara konu, transfer, depolanma, işleme ve paylaşım da eklenmiştir. Ayrıca, tedarik zincirinde daha iyi bir işbirliği ve birlikte çalışabilirlik gelişimi için lojistik akışları ile ilgili her olay bildirilmektedir. Bu konuları gidermek amacıyla, yapılan bir çalışmada, Nesnelerin İnterneti, bulut sistemleri, GPS ve RFID ile ilgili ileri teknolojilere dayalı işbirlikçi bir platform mimarisi önerilmiştir (Gnimpieba ve ark., 2015).

Geçtiğimiz on yıl içinde birçok yaklaşım seyahat zamanı tahmini için önermelerde bulunmuştur, bunlardan birçoğu otoyol ve basit arteriyel ağdaki seyahat süresinin tahminine odaklanmaktadır. Gerçek zamanlı olarak kentsel ağ için seyahat süresi tahminini çeşitli nedenlerle elde etmek zordur: Kentsel ağdaki yönlendirme problemi ve karmaşıklığı, gerçek zamanlı sensör verilerinin oluşturulamaması, uzay zamansal veri kapsama problemi ve eksik gerçek zamanlı olaylar. Yapılan bir çalışmada, seyahat tahmin zamanı kurallarına dönüştürme ve veri madenciliği tekniği ile konum tabanlı hizmetlerin ham verilerinden trafik kalıpları keşfetmek için gerçek zamanlı ve tarihsel seyahat süresi belirteçlerini içeren bir bilgi tabanlı gerçek zamanlı seyahat süresi tahmini modeli önerilmiştir. Ayrıca, Meta-kurallara göre iki belirtecin de dinamik ağırlık kombinasyonu, seyahat süresi tahmin hassasiyetini arttırmak için gerçek zamanlı trafik olay yanıt mekanizmasının oluşturulması önerilmiştir (Lee ve ark., 2009). Gürültülü gözlemlerden bir dizi GPS yörüngeleri harita eşleme bir yol ağındaki orijinal rotaların kurtarılması amacına hizmet eder. Devam eden bir çalışmada, harita eşleştirme için Koşullu Rastgele Alanlarda (CRF) özellik çıkarma ve mekânsal veri tabanı özelliği çıkarma sunulmuştur. İlk sonuçlar gerçek taksi GPS yörüngelerinden elde edilmiştir (Yang ve Meng, 2014).

Araç ağlarında coğrafi-yayın, coğrafi reklam gibi birçok uygulama için hedeflenen coğrafi bölgeye mesaj iletilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu durum aracın hareketliliği nedeniyle oldukça zor bir iştir. Bir araç kendi geleceği yörüngeden ya da araçların yörüngeleriyle, hedef bölge örtüşme karşılaştırması durumunda hedef bölgeye daha yüksek bir mesaj iletim kabiliyeti sağlamaktadır. Bu gözlemden hareketle, kapsama yeteneği denilen ve başarılı bir coğrafi-yayın mesajını karakterize eden mesaj iletim metriği geliştirilmiştir. Kapsama yeteneği hesaplanırken, araç doğru varış zamanının yokluğundan kaynaklanan ciddi bir sorunla karşı karşıya kalınmıştır. Deneysel bir çalışma ile 2600 taksi, gerçek GPS izleriyle rastgele değişken olarak modellenmiş bir aracın seyahat süresinin gama dağılımını izlemiştir. Seyahat süresi modelleme, araçlar arası karşılaştırmalarla doğru tahminler yapmak için yardımcı olur. Geniş izleme odaklı simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve sonuçlar gösteriyor ki önerilen yaklaşım temsili bir coğrafi yönlendirme protokolü olan GPSR ile kıyaslandığında %37. oranında daha yüksek iletim ve %43 daha az iletim ek yükü sağlamaktadır (Jiang ve ark., 2014). Verimli araç takip sistemleri herhangi bir zamanda herhangi bir yerden donanımlı herhangi bir aracın hareketini izlemek için uygulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada önerilen sistem mikrodenetleyici ve akıllı telefon uygulamasını birleştiren popüler bir teknoloji kullanmaktadır. Bu, diğerlerine olan ucuzluk ve yapım kıyaslamasını kolaylaştırmaktadır. Tasarlanmış taşıt sistemi araç takip sistemlerinde sıkça kullanılan teknolojilerden biri olan GSM/GPRS teknolojisini ve GPS teknolojisini kullanmaktadır. Taşıtın içine yerleştirilen gömülü sistemle aracın pozisyonu belirlenir ve gerçek zamanlı olarak izlenebilir. GPS ve GSM/GPRS modüllerini kontrol etmek için mikrodenetleyici kullanılmıştır. Araç takip sistemi, düzenli zaman aralıklarla coğrafi koordinatları almak için GPS modülünü kullanır. Taşıt verilerinin alınması ve veri tabanında güncellenmesi için GSM/GPRS modülü kullanılmıştır. Sürekli olarak araç konumunun izlenmesi için de akıllı telefon uygulaması geliştirilmiştir. Google Harita API'leri akıllı telefon uygulamasında harita üzerinde aracın görüntülenmesi amacıyla

kullanılmıştır. Bu nedenle kullanıcılar sürekli olarak araç hareketini akıllı telefonlarını kullanarak gözlemleyebilecekler ve belirlenen hedef için tahmini zamanı ve mesafeyi hesaplayabileceklerdir. Sistemin fizibilite ve etkinliğini göstermek amacıyla, bu çalışma deneysel araç takip sistemi sonuçlarını ve pratik uygulamaları ile ilgili bazı deneyimler sunar (Lee ve ark., 2014).

Bulut sistemlerinin avantajları ve nesnelerin interneti artan ulaşım sorunlarından kaynaklanan sıkıntıları çözmek için umut verici bir gelişme sağladı. Yapılan bir çalışmayla bulut sistemi ve nesnelerin interneti teknolojileri kullanarak yeni çok katmanlı taşıt verileri için bulut platformu sunulmuştur. İki yenilikçi taşıt verileri, bulut hizmeti, bir akıllı park bulut hizmeti ve taşıt veri madenciliği bulut hizmeti de değerlendirilmiştir (Ashokkumar ve ark., 2015).

Günümüzde kara taşıtları büyük miktarda parametre toplanmasını sağlayan birçok gelişmiş algılayıcı içermektedir. Uygun bir iletişim mekanizması ile araçlar yol güvenliği, araç bakımı, kentsel hareketlilik, trafik sıkışıklığı, filo yönetimi, karbondioksit emisyonu gibi çok kullanışlı ve yetenekli akıllı nesnelere dönüştürülebilir. Problem bu uygulamanın kolay veya hızlı olamamasıdır. Birçok alt sistem ve heterojen unsur araya girmektedir. Bu gelişimde hız eksikliği olarak, trafik gibi birçok dinamik değişkene bağlıdır. Şu anda birçok platform akıllı nesnelere ve bunların uygulamalarıyla entegre olmuş haldedir. Ancak bunlardan hiçbiri karayolu taşıtlarına odaklanmamıştır. Yapılan bir çalışmada Vitruvius, hiçbir programlama bilgisine sahip olmayan kullanıcıların, hızlı bir şekilde tasarım yapabilecekleri ve uygulamaya sokabilecekleri algılayıcılardan gelen verilerle gerçek zamanlı zengin web uygulamaları oluşturabilecekleri bir platform sunar (Fernandez ve ark., 2014).

Nesnelerin interneti iletişim arabirimleri aracılığıyla onları birbirine bağlayan gerçek dünya nesnelere kimliklerinin belirlenmesine dayanmaktadır. Böyle basit bir fikir hemen hemen her alandaki bilginin çok sayıda yeni uygulamayla ortaya çıkmasını sağlamıştır. Nesnelerin interneti uygulamanın en önemli alanlarından biri, şu anda içinde ortalama olarak 50 den fazla algılayıcıya sahip ve bu algılayıcılardan gelen bilgilere standart bir protokol ile ulaşılabilir kara taşıtlarıdır. Bu sayede araçlar başka nesnelere veya herhangi bir yazılım sistemi ile etkileşime girebilir gerçek akıllı nesnelere haline gelmiştir. Bunu sağlamak için, yapılan bir çalışmayla programlama bilgisine olmayan kullanıcıların hızlı bir şekilde tasarlayabileceği ve oluşturabileceği sisteme bağlı taşıtların gerçek zamanlı verilerini kullanabileceği web uygulama tabanlı bir platform olan Vitruvius üzerinde durulmuştur. Sorun şu ki bu verilerin gönderilmesi kontrol dışındadır, bilgi gönderilmesindeki en iyi zamanın belirlenememesi ve bu bilgilerin saklandığı sistem ile araç arasında köprü görevi üstlenen cihazın mümkün olan en küçük kaynak tüketimi ile bu bilgileri gönderilememesidir. Bu nedenle, buna ek bir diğer çalışmada gerçek zamanlı araç takip sistemlerinde bağlamsallaştırılmış veri kalitesini korurken sürekli veri gönderebilen ve uygulamalar tarafından kullanılan kaynakların optimizasyonuna izin veren bir bulanık mantık algoritma önerilmiştir (Fernandez ve ark., 2014).

Araç geçici ağlarda (VANET'ler) araç-araç ve araç-altyapı iletişimi bulunur. Yapılan bir çalışmada VANET'lerin önemli uygulamalarının gerçekleştirilmesi için bir proje açıklanmaktadır. Bu ise, acil durum araçlarıyla modellenen yolun temizlenmesi için trafik sinyali öncelikli kontrol yöntemi ile güvenli sürüş uygulaması, bir akıllı telefona entegre edilmiştir. Sistem OBU, android uygulama SmaRTDRIVE (Systematic Management of Road Traffic through Data Retrieval In Vanet Environment), bir sunucu ve RSU' dan

oluşmaktadır. OBU sistemi araç içine yerleştirilir. RSU yol kavşaklara yerleştirilmelidir. Sunucu veri tabanından ve bir web uygulamasından oluşur (Sumayya ve Shefeena, 2014). Nesnelerin İnternetinin başarısı doğru ve verimli olarak ağ bileşenlerini, bilgi ve süreçleri yerleştirme yeteneğidir. Yapılan bir çalışmayla izole alanlarda konuşlandırılmış olanakları sınırlı nesnelerin yerleştirilmesine odaklanılmıştır. Özellikle dağıtım veya bağlantı düğümlerinin kullanımı masraflı yada pratik olarak olanaksız hale geldiği ve yerleştirme tekniklerinin bağımlılığının kaçınılmaz hale geldiği senaryo araştırılmıştır. Daha ayrıntılı olarak kendi kendine konumlanabilen veya kısa menzilli iletişim yeteneğine sahip akıllı araçlar gibi gelişmekte olan Nesnelerin İnterneti bileşenlerinin kullanımı savunulmuştur. Önerilen düzende mobil bağlantı, kablosuz konumlandırma düzeni fizibilitesi gösterilmektedir. Önerilen şemanın önemli bir avantajı her akıllı araç düz bir yörünge içinde hareketinden doğan eşdoğrusal yörünge sorununun üstesinden gelmektedir. Kalman filtresi konumlandırma sürecinde çok atlamalıdan oluşan konum hatasını azaltmak için kullanılır. Simülasyon yoluyla Kalman filtresi ile konumlandırma şemasının kullanımı ağırlıklı ortalama yaklaşımla karşılaştırıldığında %16 ve tek bir yönde bağlantı kullanılarak konumlandırmayla kıyaslandığında %31 oranında hataları azalttığını göstermektedir. Ayrıca Kalman filtresi ile düzeni sürekli sabit bağlantı ile tipik aralık tabanlı DV-Mesafe düzeni geride bırakmaktadır (İbrahim ve ark., 2014).

Orta ve büyük ölçekli ağlarda hassas kinematik Küresel Konumlandırma Sistemleri verisi elde etmek için, troposferik ve iyonosferik gecikmelerden kaynaklanan atmosferik etkilerin tahmin edilmesi ve düzgün modellenmiş olması gerekmektedir. Ayrıca çözümlerin güvenilirliğini arttırmak için çoklu referans istasyonu kullanımı tercih edilebilir. Yapılan bir çalışmada, Konum-hız-ivme modeline dayalı büyük ölçekte ağ ortamı için GPS kinematik konumlama algoritmaları geliştirilmiştir. Dolayısıyla, bu algoritma yakın sabit hız varsayımının tutmadığı durumlarda bile gerçekleşebilir. Buna ek olarak, tahmin edilen kinematik ivmeler havadaki gravimetri için de kullanılabilir. Önerilen algoritmalar Kalman filtresi kullanılarak uygulanır. Önerilen algoritmaların performans analiz ve referans değerleriyle gelen sonuçlarla birlikte karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Sonuçlar konumda ve kinematik ivme seviyelerinde güvenilir ve benzer çözümlerin önerilen algoritmalar kullanılarak elde edilebileceğini göstermektedir (Hong ve ark., 2015).

Ayrıca yapılan başka bir çalışmada arabaların şehir içindeki karbon salınımlarının ölçümünde Nesnelerin İnternetinin kullanılabileceği düşünülmüştür (Wang ve Kexin, 2013).

Fiziksel bir aktivite aracılığıyla sağlık araştırmaları için bisiklet rolü üzerine yapılan araştırmalar bilgi eksikliğinden sınırlı kalmıştır. Mevcut akıllı telefon uygulamaları yoluyla yeni Büyük Veri kaynakları, otomotiv ve toplu taşıma modları için mevcut bilgilerin ölçeğine daha karşılaştırılabilir bisiklet hacmiyle zengin bir kaynak sağlar. Fitness takibi için akıllı telefon uygulamaları durumunda, bu verilerin sonuçları otomotiv seyahat ölçme için kullanılan küresel konumlandırma sistemleri uygulamalarına benzer şekilde kullanılabilir. Bir çalışmadaki yazarlar, öncelikle fitness amaçlı bisiklet kullananlardan belirlemek amacıyla Travis Country, Texas'tan verileri değerlendirmişlerdir. Bisiklet gezi hacimleri konut ve çevre yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği, bisiklet imkânları ve sağlık için seçilen yerleri karakterize etmek için arazi değerlendirilir. Gönüllü akıllı telefon uygulamasını kullanarak günlüğe kaydedilen bisiklet sürüşleri ve rotaları ile sınırlı olmasına rağmen, bu yöntem çok yönlü taşımacılık planlaması ve sağlık değerlendirmesi çalışmalarındaki uygulamalar için umut sağlar (Griffin ve Jiao, 2015).

3. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar ve Mevcut Durum

Selçuk Üniversitesi, Belkız TORĞUL tarafından yapılan “Nesnelerin İnterneti ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yeni bir Model Önerisi” yüksek lisans tezinde, kapalı döngü tedarik zinciri yöntemi ve önemi anlatılmaktadır. Bahsedilen tedarik zincirinde RFID etiketlerinin kullanılmasının sağlayacağı takip avantajlarından bahsedilmiştir. (Toğrul, 2015).

Düzce Üniversitesi, Zeynep BOZDOĞAN tarafından yapılan “Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarımı” yüksek lisans tezinde, literatürdeki nesnelerin interneti katmanları incelenmiş, Uygulama, Aktarım, Ağ ve Algılama katmanları olarak yeni bir mimari önerilmiş ve diğer modellerle karşılaştırılmıştır. (Bozdoğan, 2015).

Gazi Üniversitesi, Safiye ULAŞ tarafından yapılan “Nesnelerin İnterneti Ekosisteminde Makineler Arası Özerk İletişim” yüksek lisans tezinde, literatürdeki nesnelerin interneti makine-makine iletişim teknolojileri mimarisinden, uygulama alanları ve gelecekte tahmin edilen genel durumdan bahsedilmiştir. Ayrıca nesnelerin interneti makine-makine iletişimi için hizmet veren platformlar incelenmiş ve bir prototip uygulama gerçekleştirilmiştir. (Ulaş, 2015)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Görkem ÖZVURAL tarafından yapılan “Nesnelerin İnterneti için Sistem Tasarımı ve Kablosuz Kişisel Alan Ağlarında Ağ Kodlama Uygulamaları” yüksek lisans tezinde, düşük güç tüketimli kablosuz CC2530 ZigBee ve WICED WiFi kullanılarak uçtan uca nesnelerin interneti sistem altyapısı gerçekleştirilmiştir. WiFi ve ZigBee radyo arayüzleri de dahil olmak üzere heterojen radyo düğümleri, LR-WPAN ağının IP geçidi işlevselliği için tasarlanmıştır. XOR kodlama kullanılmış ve 1 sensör, 1 aktüatör ve 1 IP geçidi düğümünden oluşan 3 düğümlü LR-WPAN test edilmiştir. (Özvural, 2015).

Çankaya Üniversitesi, Ammar Jameel HUSSEIN ve Al BAYATI tarafından yapılan “Nesnelerin İnterneti için Ölçeklenebilir, Güvenli ve Birlikte Çalışabilir Tasarım” yüksek lisans tezinde, oluşturulan tasarım “Nesnelerin İnternetinin Ağı” olarak tanımlanmıştır. Bu tasarım nesnelere gelen verilerin kullanıcılar tarafından yönetilmesine ve sosyal ağlarda paylaşılmasına olanak tanıyan bir yapıdadır. (Hussein ve Bayati, 2016).

İstanbul Şehir Üniversitesi, Ömer ERDEM tarafından yapılan “HoneyThing: Nesnelerin İnterneti için Tuzak Sistem” yüksek lisans tezinde, TR-069 protokolü kullanan nesnelere için tuzak sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, nesnenin kullandığı sistemi simule ederek bilgi toplamayı hedeflemiştir. (Erdem, 2015).

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mert Onuralp GÖKALP tarafından yapılan “Dağıtık gerçek zamanlı sürekli sorguları işlemek için bulut tabanlı bir mimari” yüksek lisans tezinde, bulut bilişim sunucusu üzerinde verilerin saklanması veya saklanan verilerin sürekli sorgulanması yerine sorguları sürekli olarak akan verileri işlemek amacıyla oluşturulan mimarinin ölçeklenmesi ve uygulanabilirliği incelenmiştir. (Gökalp, 2015).

İstanbul Teknik Üniversitesi, Necip GÖZÜAÇIK tarafından yapılan “IoT ağlarında kullanılan RPL için ebeveyn temelli yönlendirme algoritması” yüksek lisans tezinde, PAOF (Parent Aware Objective Function / KaynakTemelli Amaç Fonksiyonu) ve MRHOF (Minimum Rank with Hysteresis Objective Function) karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma

Contiki işletim sistemi kullanılarak, Contiki ile gelen ContikiRPL mimarisi üzerindeki geliştirmelerle POAF çalıştırılarak, Cooja üzerinden yapılmıştır. Bu simulasyon sonucu MRHOF' a göre genelde daha başarılı ve verimli olduğu gözlenmiştir. (Gözüaçık, 2015).

Ege Üniversitesi, Bora Buğra SEZER tarafından yapılan, “Gömülü işlemciler üzerinde simetrik kriptografi” yüksek lisans tezinde, önerilen kriptolama Prince algoritması kullanılarak Microchip firmasının ürettiği 8 bitlik pic 16f877 üzerinde denenmiştir. Elde edilen sonuçlar diğer yöntemlerle karşılaştırılmıştır. (Sezer, 2015).

İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Üzeyir Arda ENER tarafından yapılan “Giyilebilir teknolojiler: İnsan ötesi ve gelecekteki uygulamalar üzerine bir çalışma” yüksek lisans tezi ile giyilebilir teknolojilerin etkileşimlerine ve örnek insan profillerine değinilmektedir. Bu araştırmada taşınabilir cihazlarla ve giyilebilir teknolojilerle günümüz insanını gelecekteki insana taşırken ki geçiş döneminin gözlemlenmesi ve çözümlenmesi anlatılmaktadır. (Ener, 2015).

Ülkemizde Nesnelerin İnterneti hızla gelişen sektörler arasında bulunmaktadır. Bu alanda çalışmalar yapan başarılı şirketlerden bazıları sıralayacak olursak; Büyük veri, veri analizi platformu ve bulut bilişim platformu alanında Teradata, Bimetri, Iot Ignite, Wipelot; Akıllı tarım ve hayvancılık takip sistemleri alanında G4tech, Pedkod; Akıllı ev ve ev otomasyonu alanında Arnido, Bean, Core, Ingenious, Inohom, Piralev, Zipato; Akıllı şehirler ve atık yönetimi sistemleri alanında Verisun, Onlab; Enerji yönetimi alanında Asay Enerji, Bilims, Cosa, Positive Enerji, Reengen; Sağlık ve spor alanında Borda, Cepte Sağlık, Formetre, Sanitag; Mikrolokasyon ve kalabalık analizi alanında Mihmandar, Derivalabs; Elektronik DIY projeler alanında KarıncaLab, TinyLab; Araç sürüş ve takip sistemleri alanında Marvin, Tag2Sense; Beacon yönetimi alanında Blesh, Infonomi, Arıkovanı, Pointr; Çeşitli alanlardaki nesnelerin interneti uygulamaları ile AtölyeLabs, Pubinno, Sade, Sensmarine, Skysens, Tabtoys gibi şirketlerdir.

4. Sonuç

Bu çalışmada dünyadaki nesnelerin interneti uygulama alanlarını kapsayan bir tarama çalışması yapılmış, E-Sağlık, Ev Otomasyonu, Akıllı Çevre, Akıllı Su, Akıllı Tarım, Akıllı Hayvancılık, Akıllı Enerji, Akıllı Şehirler, Akıllı Ölçüm, Endüstriyel Kontrol, Güvenlik ve Acil Durumlar, Alışveriş, Lojistik alanlarında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ülkemizdeki yapılan tez çalışmaları, nesnelerin interneti alanında çalışan şirketlerin mevcut durumu hakkında bilgi sunulmuştur.

Kaynaklar

- Agu, E., Pedersen, P., Strong, D., Tulu, B., He, Q., Wang, L., Li, Y., 2013. The smartphone as a medical device: Assessing enablers, benefits and challenges. Proc. IEEE Int. Workshop Internet-Things Netw. Control (IoT-NC), pp. 48–52.
- Ahmad, M. W., Mourshed, M., Mundow, D., Sisinni, M., Rezgui, Y., 2016. Building energy metering and environmental monitoring – A state-of-the-art review and directions for future research. Energy and Buildings.
- Alam, M. R., St-Hilaire, M., Kunz, T., 2016 Computational methods for residential energy cost optimization in smart grids: A survey. ACM Comput. Surv. 49.
- Anonim, 2001. The Story of the Trojan Room Coffee Pot, <http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/timeline.html> - (16.05.2016)

- Anonim, 2014. Capitalizing on the Internet of Things. https://www.bosch-si.com/media/bosch_software_innovations/documents/IoT_2/201404-bosch-software-innovations-IoT-infographic.pdf (16.05.2016)
- Anonim, 2015. Digital UV Sensor Suits Up For Wearable And IoT Applications. *Sensors*, p12-12,1p, ISSN:07469462.
- Armentia, J., C.-Mansilla, D., Ipiña, D. L., 2012. Fighting against Vampire Appliances through Eco-aware Things. Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services, Ubiquitous Computing.
- Ashokkumar, K., Sam, B., Arshadprabhu, R., Britto, 2015. Cloud Based Intelligent Transport System. 2nd International Symposium on Big Data and Cloud Computing.
- Ashton, K., 2009. That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?4986>
- Bhatt, J., Shah, V., Jani, O., 2014. An instrumentation engineer's review on smart grid: Critical applications and parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 40, 1217–1239.
- Bozdoğan, Z., 2015. Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarımı. (Yüksek Lisans Tezi), Düzce Üniversitesi. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Düzce.
- Castillejo, P., Martinez, J.-F., Rodriguez-Molina, J., Cuerva, A., 2013. Integration of wearable devices in a wireless sensor network for an e-health application. *IEEE Wireless Commun.*, vol. 20, no. 4, pp. 38–49.
- Chen, M., Mao, S., Liu, Y., 2014. Big Data: A Survey. *Mobile Network Applications* 19:171–209.
- Cho, W.-T., Lai, Y.-X., .Lai, C.-F., Huang, Y.-M., 2013. Appliance-Aware Activity Recognition Mechanism for IoT Energy Management System. *The Computer Journal*, Vol. 56 No. 8.
- Chung, W.-Y., Lee, Y.-D., Jung, S.-J., 2008. A wireless sensor network compatible wearable u-healthcare monitoring system using integrated ECG, accelerometer and SpO 2. *Proc. 30th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. (EMBS)*, pp. 1529–1532.
- Delahoz, Y. S., Labrador, M. A., 2014. Survey on fall detection and fall prevention using wearable and external sensors. *Sensors*, 14, 19806–19842.
- Didic, A., Nikolaidis, P., 2015. Real-Time Control in Industrial IoT. Thesis for the Degree of Master of Science in Intelligent Embedded, Malardalen University.
- Dijkman, R.M., Sprenkels, B., Peeters, T., Janssen, A., 2015. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management* 35 672–678.
- Ener, Ü. A., 2015. Giyilebilir teknolojiler: İnsan ötesi ve gelecekteki uygulamalar üzerine bir çalışma. (Yüksek Lisans Tezi), İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi. İletişim ve Tasarım Bölümü, Ankara.
- Erdem, Ö., 2015. HoneyThing: Nesnelerin İnterneti için Tuzak Sistem. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Şehir Üniversitesi. Bilgi Güvenliği Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Fang, S., Xu, L. D., Zhu, Y., Ahati, J., Pei, H., Yan, J., Liu, Z., 2014. An Integrated System for Regional Environmental Monitoring and Management Based on Internet of Things. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 2.
- Felisberto, F., Fdez-Riverola, F., Pereira, A., 2014. A Ubiquitous and Low-Cost Solution for Movement Monitoring and Accident Detection Based on Sensor Fusion. *Sensors*, 14, 8961–8983.
- Fernandez C. G., Espada, J. P., García-Díaz, V., García, C. G., Garcia-Fernandez, N., 2014. Vitruvius: An expert system for vehicle sensor tracking and managing application generation. *Journal of Network and Comp. App.* 42 178–188.

- Gao, R., Wang, L., Teti, R., Dornfeld, D., Kumara, S., Mori, M., Helu, M., 2015. Cloud-enabled prognosis for manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 64 749–772.
- Gaur, A., Scotney, B., Parr, G., McClean, S., 2015. Smart City Architecture and its Applications based on IoT. *The 5th International Symposium on Internet of Ubiquitous and Pervasive Things*.
- Gisbert, J.R., Palau, C., Uriarte, M., Prieto, G., Palazón, A., Esteve, M., López, O., Correas, J., Lucas-Estañ, M.C., Giménez, P., Moyano, A., Collantes, L., Gozávez, J., Molina, B., Lázaro, O., González, A., 2013. Integrated system for control and monitoring industrial wireless networks for labor risk prevention. *Journal of Network and Computer Applications* 39 (2014) 233–252.
- Gnimpieba Z. D. R., Nait-Sidi-Moh, A., Durand, D., Fortin, J., 2015. Using Internet of Things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers. *Procedia Computer Science* 56 550 – 557.
- Gökalp, M. O., 2015. Dağıtık gerçek zamanlı sürekli sorguları işlemek için bulut tabanlı bir mimari. (Yüksek Lisans Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Bilişim Sistemleri Bölümü, Ankara.
- Gözüaçık, N., 2015. IoT ağlarında kullanılan RPL için ebeveyn temelli yönlendirme algoritması. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Grieco, L.A., Rizzo, A., Colucci, S., Sicari, S., Piro, G., Di Paola, D., Boggia, G., 2014. IoT-aided robotics applications: Technological implications, target domains and open issues. *Computer Communications* 54 (2014) 32–47.
- Griffin, G. P., Jiao, J., 2015. Where does bicycling for health happen? Analysing volunteered geographic information through place and plexus. *Journal of Transport & Health* 2 238–247.
- Gutierrez, J. M., Jensen, M., Henius, M., Riaz, T., 2015. Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence. *Procedia Comp. Science* 61 (2015) 120 – 127.
- Han, G., Jiang, J., Shu, L., Niu, J., Chao, H.-C., 2014. Management and applications of trust in Wireless Sensor Networks: A survey. *J. Comput. Syst. Sci.*, 80, 602–617.
- Hong, C.-K., Park, C. H., Han, J.-H., Kwon, J. H., 2015. Medium to Long Range Kinematic GPS Positioning with Position-Velocity-Acceleration Model Using Multiple Reference Stations. *Sensors* 2015, 15, 16895-16909.
- Hossain, M. S., Muhammad, G., 2016. Cloud-assisted Industrial Internet of Things (IIoT) – Enabled framework for health monitoring, *Computer Networks*.
- Hu, L., Qiu, M., Song J., Hossain, M.S., 2015. Software defined healthcare networks. *IEEE Wirel. Commun. Mag.*
- Huang, C.-H., Shen, P.-Y., Huang, Y.-C., 2015. IoT-Based Physiological and Environmental Monitoring System in Animal Shelter. *ICUFN*.
- Hussein, A. J., Bayati A., 2016. Nesnelerin İnterneti için Ölçeklenebilir, Güvenli ve Birlikte Çalışabilir Tasarım. (Yüksek Lisans Tezi), Çankaya Üniversitesi. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Ibrahim, W. M., Taha, A.-E. M., Hassanein, H. S., 2014. Using smart vehicles for localizing isolated Things. *Computer Communications* 74 (2016) 16–25.
- Islam, S.M.R., Kwak, D., Kabir, M.H., Hossain M., Kwak, K.S. 2015. The Internet of Things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, pp. 678–708.
- Jacobsson, A., Boldt, M., Carlsson, B., 2015. A risk analysis of a smart home automation system. *Future Generation Computer Systems*.

- Jara, A.J., Zamora-Izquierdo, M. A., Skarmeta, A. F., 2013. Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the Internet of Things. *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 31, no. 9, pp. 47–65.
- Jiang, R., Zhu, Y., He, T., Liu, Y., Ni, L. M., 2014. Exploiting Trajectory-Based Coverage for Geocast in Vehicular Networks. *IEEE Transaction on Parallel and Distributed Systems* Vol. 25, No. 12.
- Jiang, T., Yang, M., Zhang, Y., 2012. Research and implementation of M2M smart home and security system. *Security Comm. Networks*.
- Kang, C., Hwang, S., Moon, J., 2015. An effect of IoT based Electronic Sow Feeder (ESF) on productivity of swine farms. *Journal of Agricultural Informatics*, Vol. 6, No. 4:102-107.
- Kaur, N., Sood, S. K., 2015. Cognitive decision making in smart industry. *Computers in Industry* 74 (2015) 151–161.
- Kim, J., 2016. HEMS (Home Energy Management System) base on the IoT smart home. *Contemporary Engineering Sciences*, ISSN: 13147641.
- Lazarescu, M. T., 2013. Design of a WSN Platform for Long-Term Environmental Monitoring for IoT Applications. *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*, Vol. 3, No. 1.
- Lee, S., Tewolde, G., Kwon, J., 2014. Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application. *IEEE World Forum on Internet of Things*.
- Lee, W.-H., Tseng, S.-S., Tsai, S.-H., 2009. A knowledge based real-time travel time prediction system for urban network. *Expert Systems with Applications* 36 4239–4247.
- Li, P.Y., Guo L., Guo, Y. 2014. Enabling health monitoring as a service in the cloud. *Proceedings of the IEEE Int. Conf. on Utility and Cloud Computing*.
- Lihua, Z., Minzan, L., Caicong, W., Haijian, Y., Ronghua, J., Xiaolei, D., Yanshuang, C., Cheng, F., Wei, G., 2010. Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and Computer Modelling*.
- Lira, C., 2013. Biography of James Watt a Summary by Carl Lira. <http://www.egr.msu.edu/~lira/supp/steam/wattbio.html> - (16.05.2016)
- Luo, X., Liu, T., Liu, J., Guo, X., Wang G., 2012. Design and implementation of a distributed fall detection system based on wireless sensor networks. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*.
- Magaña-Espinoza, P., Aquino-Santos, R., Cárdenas-Benítez, N., Aguilar-Velasco, J., Buenrostro-Segura, C., Edwards-Block, A., Medina-Cass, A., 2014. WiSPH: A Wireless Sensor Network-Based Home Care Monitoring System. *Sensors*, 14, 7096–7119.
- Misra, S., Mehrotra, S., Dhande, R., 2015. Smart Cities and Smart Homes: From Realization to Reality. *International Conference on Green Computing and Internet of Things*.
- Oprea, S.-V., Lungu, I., 2015. Informatics Solutions for Smart Metering Systems Integration. *Informatica Economică* Vol. 19, No. 4.
- Özvural, G., 2015. Nesnelerin İnterneti için Sistem Tasarımı ve Kablosuz Kişisel Alan Ağlarında Ağ Kodlama Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Pourghomi, P., 2014. “Managing near field communication (NFC) payment applications through cloud computing”, D.P. Thesis, Brunel University.
- Pang, Z., 2013. Technologies and architectures of the Internet-of-Things (IoT) for health and well-being. (M.S. thesis), Dept. Electron. Comput. Syst.

- Quwaider, M., Jararweh, Y., 2015. A cloud supported model for efficient community health awareness. *Pervasive and Mobile Computing*.
- Ramesh, M. V., Shanmughan, A., Prabha, R., 2014. Context aware ad hoc network for mitigation of crowd disasters. *Ad Hoc Netw.*,18, 55–70.
- Rasid, M. F. A., Musa, W. M. W., Kadir, N. A. A., Noor, A. M., Touati, F., Mehmood, W., Khriji L., Al-Busaidi A., Mnaouer, A. B., 2014. Embedded gateway services for Internet of Things applications in ubiquitous healthcare. *Proc. 2nd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. (IcoICT)*, pp. 145–148.
- Reaid, P. J., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., 2014. Bottom-up approach based on Internet of Things for order fulfillment in a collaborative warehousing environment. *Int. J. Production Economics* 159 (2015) 29–40.
- Rifkin, J., 2014. İkinci Sanayi Devrimi. Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı, Ed: Talay, S., Optimist, s. 56, 2014.
- Robles, T., Alcarria, R., Martín, D., Navarro, M., Calero, R., Iglesias, S., López, M., 2015. An IoT based reference architecture for smart water management processes. *Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications*, 6(1):4-23.
- Sanchez, L., Muñoz, L., Galache, J. A., Sotres, P., Santana, J. R., Gutierrez, V., Ramdhany, R., Gluhak, A., Krco, S., Theodoridis, E., Pfisterer, D., 2013. SmartSantander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Comp. Networks* 61 (2014) 217–238.
- Saraswathi, S., Namjin, B., Yongyun, C., 2013. A Smart Service Model Based on Ubiquitous Sensor Networks Using Vertical Farm Ontology. *International Journal of Distributed Sensor Networks*.
- Sezer, B. B., 2015. Gömülü işlemciler üzerinde simetrik kriptografi. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi. Matematik Bölümü, İzmir.
- Shikata, R., Goto, T., Noborio, H., 2003. Wearable-Based Evaluation of Human-Robot Interactions in Robot Path-Planning. *International Conference on Robotics & Automation Taipei, Taiwan*.
- Sinha, N., Alexv, J. S. R., 2015. IoT Based iPower Saver Meter. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 8(19), DOI:10.17485/ijst/2015/v8i19/77011.
- Songtao, G., Min, Q., Xiaorui, L., Pengfei, X., Gang, H., Xiaoyan, Y., Luo, X., Xuelin, J., Jianbin, S., Xiaojiang, C., Dingyi, F., Baoguo, L., 2015. The application of the Internet of Things to animal ecology. *Integrative Zoology*, 10: 572–578.
- Spanò, E., Niccolini, L., Pascoli, S. D., Iannaccone, G., 2015. Last-Meter Smart Grid. Embedded in an Internet-of-Things Platform. *IEEE Transaction on Smart Grid*, Vol. 6, No.1.
- Sumayya, P.A., Shefeena, P.S., 2014. VANET Based Vehicle Tracking Module for Safe and Efficient Road Transportation System. *International Conference on Information and Communication Technologies*.
- Sung, W.-T., Hsu, C.-C., 2013. IOT system environmental monitoring using IPSO weight factor estimation. *Sensor Review*, Vol. 33, No. 3 246 –256.
- Sungwook, Y., Hyenki, K., 2014. Design and Implementation of Mobile Integration System for Smart Farming. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, Vol. 9, No. 10, pp. 223-230.
- Toğrul, B., 2015. Nesnelerin İnterneti ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yeni bir Model Önerisi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi. Endüstri Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Tunca, C., Alemdar, H., Ertan, H., Incel, O. D., Ersoy, C., 2014. Multimodal Wireless Sensor Network-Based Ambient Assisted Living in Real Homes with Multiple Residents. *Sensors*, 14, 9692–9719.

- Ulaş, S., 2015. Nesnelerin İnterneti Ekosisteminde Makineler Arası Özerk İletişim. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi. Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Wang, M., Kexin, L., 2013. Transportation Model Application for the Planning of Low Carbon City -- Take Xining City in China as Example. The 2 nd International Workshop on Agent-based Mobility, Traffic and Transportation Models, Methodologies and Applications.
- Wei, M., Hong, S. H., Alam, M., 2015. An IoT-based energy-management platform for industrial facilities. *Applied Energy*.
- Yang, G., Xie, L., Chen, Q., Zheng, L.-R., Mäntysalo, M., Zhou, X., Pang, Z., Xu, L.D., Kao-Walter, S., 2014. A health-IoT platform based on the integration of intelligent packaging, unobtrusive bio-sensor, and intelligent medicine box. *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 10, no. 4, pp. 2180–2191, 2014.
- Yang, J., Meng, L., 2014. Feature Engineering for Map Matching of Low- Sampling-Rate GPS Trajectories in Road Network. *ECML/PKDD14 workshop on Machine Learning for Urban Sensor Data*.
- Yang, L., Yang, S.H., Plotnick, L., 2013. How the internet of things technology enhances emergency response operations. *Technological Forecasting & Social Change* 80 (2013) 1854–1867.
- Yang, L., Ge, Y., Li, W., Rao, W., Shen, W., 2014. A home mobile healthcare system for wheelchair users. *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Supported Cooperat. Work Design (CSCWD)*, pp. 609–614.
- Yi, H.-C., Park, J. W., 2015. Design and Implementation of an End-of-Life Vehicle Recycling Center based on IoT (Internet of Things) in Korea. *Procedia CIRP* 29 (2015) 728 – 733.
- You, L., Liu C., Tong, S., 2011. Community medical network (CMN): Architecture and implementation. *Proc. Global Mobile Congr. (GMC)*.
- Yu, J., Kim, M., Bang, H.-C., Bae, S.-H., Kim, S.-J., 2015. IoT as a applications: cloud-based building management systems for the internet of things. *Multimedia Tools and Applications*.