

Günümüzün Vazgeçilmez Sistemleri: Nesnelerin Haberleşmesi ve Kullanılan Teknolojiler

Esra Söğüt¹, O. Ayhan Erdem²

^{1,2} Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara

esrasogut@gazi.edu.tr, ayerdem@gazi.edu.tr

Özet: Nesnelerin İnterneti (IoT-Internet of Things), günlük hayatta kullanılan birçok nesnenin çeşitli veriler üretmesini ve bu verileri başka nesnelere veya sistemlere aktarmasını sağlayan bir teknolojidir. Ulaşım, sağlık, askeri, tarım gibi çok çeşitli alanlarda çok farklı projelerde bu teknoloji yer almaktadır. Her geçen gün bu sistemin kullanım alanı artmakta ve bunun altyapısı için kullanılan teknolojiler de çeşitlilik göstermektedir. Özellikle haberleşme aşamasında kullanılan teknolojiler nesnelerin interneti için büyük önem arz etmektedir. Kullanılan her teknolojinin sahip olduğu özelliklere göre nesnelerin interneti için mimari yapı şekillenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Nesnelerin İnterneti, Haberleşme Teknolojileri, Wifi, Bluetooth, Zigbee, GSM/GPRS, 6LoWPAN

Indispensable Systems of Today: Internet of Things and Technologies Used

Abstract: Internet of Things is a technology that allows many objects in everyday life to produce a variety of data and transfer this data to other objects or systems. In a wide range of fields such as transportation, health, military, agriculture, this technology is involved in very different projects. The use of this system is increasing day by day and the technologies used for this infrastructure are also diversified. Especially the technologies used in the communication phase are very important for the internet of the things. The architectural structure for the internet of things are shaped according to the characteristics of each using technology.

Keywords: Internet of Things, Communication Technologies, Wifi, Bluetooth, Zigbee, GSM/GPRS, 6LoWPAN

1. Giriş

Her şeyin İnterneti, Akıllı Nesnelere, Şeylerin İnterneti veya Nesnelerin İnterneti olarak adlandırılan sistemler günlük hayatta kullanılan nesnelerin belirli kurallar dâhilinde veri almasına, alınan verilerin işlenmesine ve oluşturulan çıktının başka nesnelere veya sistemlerle paylaşılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemler belirli ortamlarda bulunan cihazların kablolu veya kablosuz haberleşmesine ek olarak işlevsel servislerin kullanılması ile gelişmiş özelliklere sahip olmaktadır. Akıllı eşyalardan akıllı arabalara,

evlere hatta şehirlere kadar geniş alanda faaliyet göstermektedir. Ayrıca, nesnelerin interneti sağlık, çevre, tarım, enerji gibi çok çeşitli yerlerde önemli projelerde kendini göstermektedir. Giderek daha fazla alanda yeni çalışmalarda kendini göstermeye başlayan bu sistemin çalışmasında birçok teknolojiye dayanılmaktadır. Bunlar içerisinde haberleşme aşaması ve bu aşamada kullanılan teknolojiler de büyük önem taşımaktadır. Bluetooth, Zigbee, 6LoWPAN, Wifi burada kullanılan teknolojilerden bazılarıdır. Bunların ve diğerlerinin çalışma yapıları ve çalışma metotları ele alındığında

sunulan özelliklerin her teknoloji için farklı olduğu görülmektedir.

Nesnelerin İnterneti günlük hayatı kolaylaştıracak birçok yenilik sunmaktadır. Örneğin, evdeki akıllı eşyalar. Akıllı klima ile evde kimse yokken veya eve yaklaşırken sıcaklığı ayarının yapılması. Hava sıcaklığı, nem oranı, trafik bilgisi gibi önemli bilgileri alan ve yolcuları uyaran akıllı algılayıcıların yollara yerleştirilmesi. Yaşlı bireylerin veya bebeklerin günlük hareketlerini takip edebilen akıllı ürünler. Nesnelerin interneti üzerine Gartner Inc. tarafından yapılan tahminlere göre akıllı şehir kullanımının 2020 yılında 9.7 milyara çıkacağı söylenmiştir. Nesnelerin interneti ile insanların enerji, zaman ve maddi konularda daha çok tasarruf edecekleri ve bu sistemlerin vazgeçilmez hale geleceği de görülmektedir [1].

Bu sistemin hayatımıza kattığı kolaylıkların yanısıra çok ciddi boyutta zararları da olabilmektedir. Geçtiğimiz günlerde görüldüğü gibi internete bağlı herhangi bir nesne ele geçirildiğinde olabilecek olaylar gözler önüne serilmiştir. Örneğin IP kameralarının güvenlik zafiyetlerinden faydalanılarak kötü niyetli kişiler, istedikleri anda canlı görüntüleri izleyebilmekte, kameranın ürettiği verileri ele geçirebilmekte ve kameranın bağlı bulunduğu sistemlere de sızabilmektedir. Aynı şekilde ev içindeki akıllı nesnelerin, akıllı arabaların veya akıllı bina sistemlerinin barındırdıkları zafiyetler neticesinde büyük tehlike altında kalacağı görülmektedir. Bu sistemlerde kullanılan her nesnenin hem donanımsal hem de yazılımsal olarak, nesnelerin bağlantısında kullanılan teknolojilerin de çalışma yapısı olarak güvenlik açığının bulunmaması ve sürekli olarak kendilerini güncel tutmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada, nesnelerin interneti kavramı ayrıntılı olarak incelenecek ve nesnelerin haberleşmesinde kullanılan teknolojiler tek tek ele alınarak bunların karşılaştırmaları yapılacaktır. Ayrıca, nesnelerin internetinde güvenlik anlamında gerçekleştirilmesi gereken önemli adımlar anlatılacaktır.

2. Nesnelerin İnterneti

Genel olarak nesnelerin interneti, belirli ortamlarda çeşitli teknolojiler kullanılarak bilgi alabilen, bilgi üretebilen ve bilgi alışverişi yapabilen akıllı nesnelerin (eşyaların, şeylerin, cihazların) kullanılmasıdır. Nesnelerin interneti için daha başka tanımlamalar bulunmaktadır. Örneğin J. Belissent'e göre yapılan tanım şu şekildedir: "Bilişim teknolojilerini kullanarak bir yerleşim yeriyle ilgili güvenlik, sağlık, ulaşım gibi hizmetlerin daha verimli kullanılabilmesine imkân sağlayan sistemdir. International Telecommunication Union (ITU) tarafından yapılan tanıma göre ise, "Herhangi bir zamanda, herhangi bir yerden her türlü nesnenin bağlantı kurabilmesidir." [2,3].



Şekil 1. Nesnelerin interneti kuşbakışı görünümü [4]

Nesnelerin interneti kavramı ilk kez 1999 yılında MIT Auto-ID Center çalışanları tarafından önerilmiş ve RFID teknolojisi ile laboratuvarlarda çalışmalar yapılmıştır. ITU tarafından 2005 yılında yayımlanan rapor ile bu kavram resmen duyurulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda her beş yılda bir internete bağlı cihaz sayısı ve kişi başına düşen cihaz sayısı katlanarak artmaktadır. 2020 yılı için yapılan tahminlere göre de dünya nüfusu temel alınarak internete bağlı cihaz sayısının yaklaşık olarak 50 milyar olacağı tahmin edilmektedir [3,5,6].

Nesnelerin interneti teknolojisinin ilgili kişiler ve üreticiler tarafından verimli ve etkin kullanılabilmesi için öncelikli olarak yapısının anlaşılması gerekmektedir. Nesnelerin interneti 3 bölümden oluşmaktadır [7]. Bunlar:

1. Radyo Frekansı (RFID) ile tanımlama
2. Makinalar arası haberleşme (M2M)
3. Yakın saha haberleşmesi (NFC)

Radyo frekansı kullanılarak oluşturulan sistemde, nesnelere tekil ve otomatik olarak tanınmaktadır. İlgili nesneden veri alınması, saklanması ve gönderilmesi için elektromanyetik çipler ve anten kullanılmaktadır. Yakın saha haberleşmesi ise RFID sisteminin mobil telefonlar için kullanılmasıdır. Makinalar arası haberleşmede ise kablolu ya da kablosuz iletişimin bilgisayar niteliği olmayan cihazlar arasında kurulmasıdır [8]. Ayrıca bunlara ek olarak, önemli konulardan birisi de haberleşme ya da iletişim aşamasıdır. Burada kullanılan birçok teknoloji bulunmaktadır ve bu teknolojiler sistemin tamamına etki etmektedir.

3. Nesnelerin İnternetinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri

Nesnelerin interneti sahip olduğu gelişmiş yapısı içerisinde farklı teknolojileri barındırmaktadır. Nesnelerin internetinde, iletişimi ve bilgi paylaşımını sağlayan haberleşme aşaması sistem için önemli bir adımdır. Hem geliştiriciler hem de kullanıcılar için uygun haberleşme teknolojisinin seçimi verimlilik, zaman, ekonomi ve güvenlik anlamında fayda sağlayacaktır.

Nesneler arasında haberleşmenin sağlanmasında farklı teknolojilerden faydalanılmaktadır. Amaç, sistem işleyişi ve sistem gereksinimlerine göre en uygun bağlantı türünü seçmek, yapılacak işlemlerin etkin halde çalışmasını sağlayacaktır. Bu bağlantı teknolojilerinden en çok kullanılanları Bluetooth, Zigbee, Wifi,

6LoWPAN, Hücreli iletişim olarak sıralanabilir [9].

Bu teknolojiler genel olarak incelendikten sonra teknik özellikleri bakımından kıyaslamaları Tablo 1'de yapılmaktadır.

3.1 Zigbee

IEEE 802.15.4 standardını temel alan ve düşük güç tüketimi özelliği olan kablosuz iletişim teknolojisidir. Arıların kaynaklara ulaşmak için çizdikleri zikzak yoldan esinlenerek isimlendirilmiştir. Zigbee aygıtları enerji tasarrufunu uykuda oldukları süre zarfında gerçekleştirmektedir. Dört katmandan oluşan Zigbee yapısı ayrıca yıldız, noktadan noktaya ve ağaç ağ yapıları gibi çeşitli yapıları da desteklemektedir [10].

3.2 Bluetooth

IEEE tarafından 802.15.1 olarak standartlaştırılmış kablosuz haberleşme teknolojisidir. Kısa mesafe için kullanımı temel almakta, düşük ücret gereksinimi ve düşük güç tüketimini amaçlamaktadır. Veri iletimi için iki farklı mod kullanılmaktadır. Radyo Frekans tabanlı olan bu teknoloji noktadan noktaya iletim ara yüzü olarak düşünülmektedir [11].

3.3 6LoWPAN

İnternet Protokolü (IP), ağ üzerinde yer alan aygıtların iletişim kurabilmeleri için kullandıkları kurallardır. Aygıtların ya da nesnelerin internet ortamından faydalanabilmeleri için IP adreslerinin olması gerekmektedir. Nesnelerin interneti teknolojisi ile çok fazla nesne kullanılmakta ve bu durumda da çok fazla IP adresi gerekmektedir. Bu yüzden IPv4'ün yerine daha gelişmiş özelliklere sahip IPv6 sistemine geçilmiştir [9].

İnternet üzerinde araştırmalar yapan bir grubun adı olan 6LoWPAN, IPv6'nın kısaltmasıdır. IEEE 802.15.4 standartına uygun olarak çalışan IPv6 ağ teknolojisidir. Paketleri gönderme, alma, kapsülleme ve sıkıştırma özelliklerini barındırmaktadır. Düşük güç tüketimi özelliği olması ve küçük cihazlar üzerinde çalışabilmesi bu teknolojiyi önemli hale getirmektedir [11].

3.4 Wifi

IEEE 802.11 standardı olan Wi-Fi teknolojisi hemen hemen tüm akıllı cihazlarda, bilgisayarlarda ve mobil sistemlerde kullanılmaktadır. Kapsama alanı diğer teknolojilere oranla daha fazla olmasına karşın ağa yeni aygıtın eklenip çıkarılması daha zordur ve bu durum tüm sistemi etkilemektedir. Altyapı sistemi geniştir ve büyük boyutlu veri aktarımı yapılabilir. Bunlara rağmen fazla güç tüketimi sebebiyle nesnelerin internetinde diğer teknolojiler kadar çok tercih edilmemektedir [8,12].

3.5 Hücresel

Nesnelerin internetinde uzun mesafeli iletişim için GSM (Küresel Mobil İletişim Sistemi)/GPRS (Genel Paket Radyo Servisi) teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Birçok uygulamanın uzaktan izlenmesi, kontrol edilmesi ve otomatik olarak işlemlerin yapılmasında bu teknoloji kullanılmaktadır. Özellikle düşük maliyetli sistemlerde daha çok tercih edilmektedir. Uygulamanın veri iletim hızı 2G, 3G ve 4G hücresel iletişim seçeneklerinde farklı olmaktadır. Genelde bu sistemler için uzun ömürlü, fiziksel koşullara dayanıklı ve gömülü olarak kullanılan SIM kartlar tercih edilmektedir [11,12].

3.6 Teknolojilerin Karşılaştırılması

Nesnelerin internetinde kullanılan haberleşme teknolojileri bir önceki bölümde anlatılmaktadır. Bu teknolojilerden Zigbee, Wifi, Bluetooth ve Hücresel sistemler Tablo 1 üzerinde karşılaştırılmaktadır.

Bu karşılaştırma işlemleri yapılırken kullanılan teknolojiler için önem arz eden bazı özellikler ele alınmaktadır. Örneğin Odaklanma Alanı, Sistem Kaynağı, PİL Ömrü, Ağ Boyutu, Ağ Veri Genişliği gibi belirli özellikler kullanılmakta ve her özellik için belirlenen birimler ele alınmaktadır.

| Özellik | Zigbee | Gsm/Gprs | 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 + |
| PİL Ömrü (gün) | 100-1000 + | 1-7 | 0,5-5 | 1-7 |
| Ağ Boyutu (adet) | Sınırsız | 1 | 32 | 7 |
| Ağ Veri Genişliği (kb/s) | 100-1000+ | 64-128 + | 11000 + | 720 |
| Kapsama Alanı (metre) | 1-100 + | 1000 + | 1-100 | 1-10 + |
| Frekans | 2.4 Ghz | 900/1800/1900/2100 Mhz | 2.4 Ghz, 5 Ghz | 2.4 Ghz |
| Veri Transferi | 250 Kbps | 3-10 Mbps (4G), 600 Kbps-10 Mbps (3G) | Max 600 Mbps | 1 Mbps |
| Başarı Alanları | Dayanıklılık, Maliyet, Güç Tüketimi | Ulaşılabilirlik, Kalite | Hız, Esneklik | Maliyet, Rahatlık |

Tablo 1. Nesnelerin internetinde kullanılan haberleşme teknolojilerinin karşılaştırılması [9,11,12,13]

Haberleşme için kullanılan önemli teknolojilerin karşılaştırılmaları yapıldığında elde edilen sonuçlar görüldüğü üzere farklılıklar içermektedir. Güç kapasitesi ve ağ boyutu özellikleri açısından Zigbee teknolojisi diğerlerine göre çok daha gelişmiş durumdadır. Veri transferleri ve ağ veri genişliği özellikleri ise her teknoloji için farklılık göstermektedir. Wifi teknolojisi ağ veri genişliği için en büyük değere sahipken, GPRS/GSM teknolojisi en düşük değere sahiptir. Veri transferlerinde, Hücresel teknolojilerden 3G ve 4G arasındaki fark görülmektedir.

Kapsama özelliği, GSM/GPRS teknolojisi için diğerlerine göre çok daha geniş alana yayılmaktadır. Frekans değerleri

incelendiğinde ise Zigbee, Wifi ve Bluetooth teknolojilerinin benzer durumda olduğu görülmektedir. Bu özellik için GSM/GPRS teknolojisinde farklı durumlar görülmektedir. Son olarak her bir teknolojinin başarılı olduğu alanlara tabloda yer verilmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Nesnelerin interneti sahip olduğu yapısı ve gelişmekte olan özellikleri sayesinde insanların işlerini kolaylaştıracak birçok yenilik sunmaktadır. Bu teknoloji tarımda, sağlıkta, ekonomide, ulaşımda ve daha pek çok alanda kullanılmakta ve kullanım alanları daha da genişlemektedir. Hem kullanıcı hem üretici hem de geliştirici açısından nesnelerin internetle olan bağlantısı her geçen gelişmekte ve yeniliklerle beraber değişmektedir. Bu konuda elde edilen verim kullanılan teknolojilere bağlı olarak da değişmektedir.

Nesnelerin internetinde çok önemli bir adım olan haberleşme aşaması, birçok teknolojiyi desteklemektedir. Bu teknolojiler her durum için birbirinden farklı özellikler barındırmaktadır. Her bir teknolojinin başarılı olduğu alanlara bakılarak istenilen özelliklere göre nesnelerin interneti sistemi oluşturulabilir. Buna göre, odaklanma alanları dikkate alınarak:

1. maliyet ve rahatlık açısından Bluetooth,
2. hız ve esneklik açısından Wifi,
3. ulaşılabilirlik ve kalite açısından Hücresele,
4. dayanıklılık, maliyet ve güç açısından ise Zigbee teknolojileri tercih edilebilir.

Yeni gelişmeler nesnelerin internetinde de yenilikler getireceğinden teknoloji seçimi konusunda daha kapsamlı araştırmalar yapılarak istenilen duruma uygun sistemler tasarlanabilir.

5. Kaynaklar

- [1] İnternete Bağlı Ev Sayısı 2020'de 9.7 Milyara Ulaşacak: URL: <http://www.nesnelerininternetizirvesi.com/blog-post/internete-bagli-ev-sayisi-2020de-97-milyara-ulasacak-2016102731>
- [2] Belissent, J., Getting clever about smart cities: New opportunities require new business models, 2010. URL: http://193.40.244.77/iot/wp-content/uploads/2014/02/getting_clever_about_smart_cities_new_opportunities.pdf
- [3] ITU, The Internet Of Things, Internet Reports, 2005. URL: http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf
- [4] Bacanak, S., Nesnelerin İnterneti'nin Kuşbakışı Görünümü, URL: <http://www.kadinbilisimci.com/nesnelerin-internetinin-kusbakisi-gorunumu/>
- [5] Erdem, Ö., Yüksek Lisans Tezi, Honey Thing: Nesnelerin İnterneti için Tuzak Sistem, İstanbul Şehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015
- [6] Evans, D., The internet of things how the next evolution of the internet is changing everything, 2011. URL: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- [7] Shashank, A., Dario, V., A Survey on Internet of Things, 2013, Abakos.
- [8] Özköse, H., Bilişim Uzmanlığı Tezi, Makineler Arası Haberleşme (M2M) ve Türkiye İçin Düzenleyici Öneriler, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2014
- [9] Bozdoğan, Z., Yüksek Lisans Tezi, Nesnelerin İnterneti için Mimari Tasarım, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015
- [10] Kılıç B., Uğuz S., Şişeci M., Akıllı Ev Otomasyonu Sistemlerinde Zigbee Tabanlı

Ađ Uygulamaları, III. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi kapsamında 6. Kontrol Otomasyon ve Yapı Elektronik Sistemleri Sempozyumu, İzmir, 2013

[11] Ulaş, S., Yüksek Lisans Tezi, Nesnelerin İnterneti Ekosisteminde Makineler Arası Özerk İletişim, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, 2015

[12] Kesayak, B., Nesnelerin İnternetinde 11 Bağlantı Protokolü, URL: http://www.siskon.com.tr/dosya/PDF/Makale/Nesnelerin_Internetinde_Kullanilan_11_Baglanti_Protokolu.pdf

[13] ETSI TS 102 921 V1.1.1 (2012-02), Machine-to-Machine communications (M2M), Functional architecture, URL: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102900_102999/102921/01.01.01_60/ts_102921v010101p.pdf

