

KONUTLAR İÇİN YENİ NESİL AYDINLATMA KONTROL SİSTEMLERİ

Emre ERKİN Sermin ONAYGİL
erkinem@itu.edu.tr onaygil@itu.edu.tr

İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Planlaması ve Yönetimi ABD
Ayazağa Kampüsü, Maslak – İstanbul,

ÖZET

Son birkaç yılda hızla gelişen ve yeni bir sektör haline gelen Nesnelerin İnterneti hayatımızda kullandığımız birçok nesnenin internete bağlanarak birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle iletişim halinde olmasını ve mobil uygulamalar ile kontrol edilip izlenmesini sağlayan bir iletişim ağıdır. Nesnelerin İnterneti'nin günlük hayatımızda karşımıza çıkan en önemli uygulama alanlarından biri de akıllı ev sistemleridir. Önceleri yatırım maliyeti oldukça yüksek olan ve evlerimizin içinde önemli montaj ve kurulumlar gerektiren akıllı ev uygulamaları, nesnelerin internetinin getirdiği kablosuz çözümler sayesinde kolayca uygulanabilir hale gelmiş ve ilk yatırım maliyetleri de önemli ölçüde düşmüştür. Bu gelişmeler paralelinde, LED lambalar da kompakt flüoresan lambalardan sonra konutlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. LED teknolojisinin ve Nesnelerin İnterneti'nin bu paralel gelişimi, konutlarda bulunan lamba veya armatürlerin herhangi bir ek altyapı gerektirmeksizin kolayca uzaktan kontrol edilebilmesini, kullanıcıların kendilerinin kolayca oluşturabileceği senaryolar eşliğinde konut aydınlatmalarının akıllı bir otomasyon alt yapısına sahip olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti kapsamında geliştirilen yeni nesil LED lambaların konut aydınlatmasındaki uygulama alanları, çalışma prensipleri, hali hazırda var olan iletişim standartları ele alınarak uygulanabilirliklerinin örnekler eşliğinde incelenmesi amaçlanmaktadır.

1. GİRİŞ

Konutların aydınlatmasında enerji verimli uygulamalar 1990'lı yıllarda kompakt flüoresan lambaların (KFL) kullanılması ile başladı. Son yıllarda LED ışık kaynaklarının hızlı gelişimi ve genel aydınlatmada kullanılabilir olması ile birlikte E27 ve E14 duyu başlıklı LED ışık kaynakları da KFL'lerden sonra konutlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Öte yandan, son bir kaç yıl içinde hızla gelişen Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - kısaca IoT) ile hem mevcut aydınlatma sistemleri kolayca kontrol edilebilir olmuş, hem de LED teknolojisinin getirdiği teknolojik üstünlükler ile daha fazla tasarruf imkanı da doğmuştur. Nesnelerin İnterneti, hayatımızda kullandığımız birçok nesnenin internete bağlanarak birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle iletişim halinde olmasını, mobil uygulamalar ile

kontrol edilebilmesini ve izlenmesini sağlayan bir iletişim ağı olarak tanımlanmaktadır [1]. Teknolojinin bu yönde gelişmesi akıllı LED lambaların dolayısıyla akıllı aydınlatma sistemlerinin günlük hayatımıza hızla girebilmesinin nedeni olmuştur. Akıllı aydınlatma sistemleri maksimum tasarruf sağlayabilmenin ötesinde, kullanıcı ihtiyacına bağlı olarak aydınlık düzeyi ve renk ile ilgili adaptif çözümler de sunabilmektedir. Nesnelerin interneti alt yapısı ile mobil telefonlardan kolayca kontrol edilebilmeleri sayesinde günlük hayatımızda, yakın gelecekte çok daha sık kullanacağımız bir kontrol yönetimi olacağı, akıllı aydınlatma sektörünün 2022 yılında yaklaşık 20 Milyar \$ değerine ulaşacağı, 2016 yılına göre yıllık ortalama %71'lik bir büyüme ile bağlı cihaz sayısının 1.3 Milyar \$a çıkacağı ve bu artışı en çok etkileyenlerin son kullanıcı ürünleri ile akıllı yol aydınlatmalarının olacağı tahmin edilmektedir [2].

Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti kapsamında geliştirilen yeni nesil LED lambaların konut aydınlatmasındaki uygulama alanları, çalışma prensipleri, hali hazırda var olan iletişim standartları ele alınarak uygulanabilirliklerinin örnekler eşliğinde incelenmesi amaçlanmaktadır.

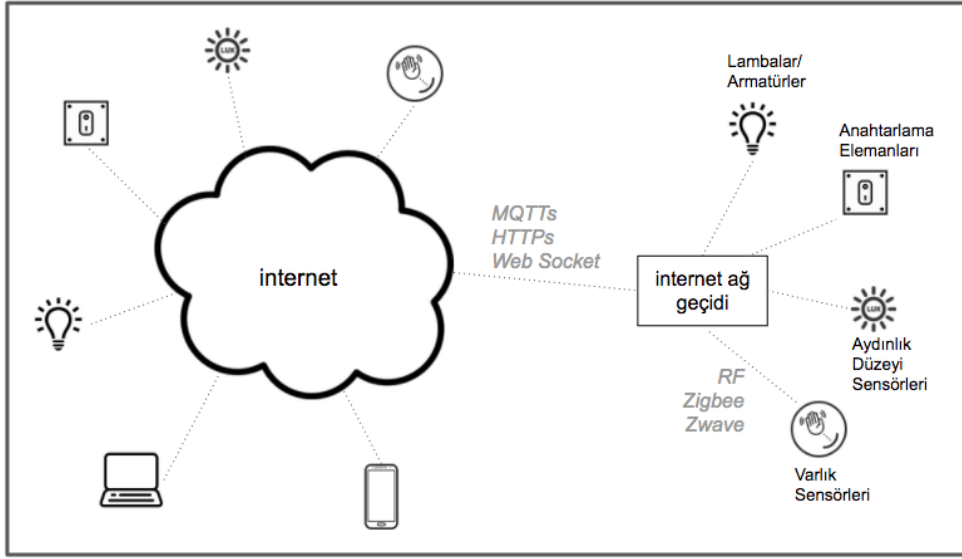
2. NESNELERİN İNTERNETİ VE AYDINLATMA KONTROLÜ

Nesnelerin interneti açısından, nesne kavramı oldukça geniş bir anlama sahiptir. Bir cihazın akıllı sayılabilmesi ve nesne olarak nitelendirilmesi için tekil bir kimliğe sahip olması, internete bağlanabilir olması ve bir sensör ya da kontrol elemanına sahip olması gerekmektedir. Böylelikle, dünyanın her yerinden erişilebilir ve kontrol edilebilir hale gelmektedir. Her türlü izleme cihazları, sensörler, bioçipler veya erişim düzenekleri nesne olarak nitelendirilmektedir [1].

Nesnelerin İnterneti'nin konutlar için geliştirilen uygulamaları incelendiğinde, hızla yaygınlaşan sistemlerin ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik uygulamaları ve elektrikli ev aletleri olduğu söylenebilir. Özellikle enerji tasarrufu ve de konfor koşullarının iyileştirilmesini sağlayabilen akıllı oda

termostatları, akıllı aydınlatma ve priz çözümleri son yıllarda tercih edilen ve hızla büyüyen bir sektör halini almıştır. 2003 yılında dünyada kişi başına düşen bağlı cihaz sayısı 0.08 iken günümüzde bu sayının on milyardan fazla olduğu, 2020 yılında ise bu sayının 30 ila 50 milyar seviyelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir [3].

LED teknolojisinin ve Nesnelerin İnterneti'nin bu paralel gelişimi, konutlarda bulunan lamba veya armatürlerin herhangi bir ek altyapı gerektirmeksizin kolayca uzaktan kontrol edilebilmesini, kullanıcıların kendilerinin kolayca oluşturabileceği senaryolar eşliğinde konut aydınlatmasının akıllı bir otomasyon alt yapısına sahip olabildiğini sağlamaktadır. IoT tabanlı yeni nesil aydınlatma kontrol sistemlerinde öncelikle kablolu problem ortadan kalkmıştır. Bu sayede, hem kolay kurulum hem de maliyetlerin düşürülmesi sağlanmıştır. IoT tabanlı çözümlerde her bir aydınlatma noktası kablosuz iletişim yöntemlerinden biriyle konutta bulunan internet çıkışından bulut sistemine ulaşmaktadır. Böylelikle tüm aydınlatma noktaları, mobil ve web tabanlı uygulamalar ile tek tek kontrol edilebilmektedir. Şekil 1'de IoT tabanlı aydınlatma kontrol sistemlerinin çalışma prensipleri gösterilmektedir.



Şekil 1. IoT tabanlı aydınlatma kontrol mimarisi

Şekil 1’den de görüldüğü gibi IoT tabanlı aydınlatma kontrolünde kablolu yerine belirli protokoller ile kablosuz haberleşme sağlanmaktadır. Kablosuz haberleşme genel olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi, nesnelerin yani lamba, sensör ya da anahtarlama elemanlarının içerdikleri wi-fi modülleri ile direkt olarak internete bağlanabilmesidir. Bu sayede bu nesneler konutta bulunan wi-fi modem üzerinden internete çıkış yapmaktadır. İkincisinde ise modeme kablolu ya da kablosuz olarak bağlanmış bir ağ geçidi bulunmaktadır. Bu ağ geçidi genelde 868 MHz ya da 2.4 GHz bantlarında RF modüller içermektedir ve nesneler wi-fi modülü yerine içerdikleri RF modülleri ile internet ağ geçidi üzerinden internete çıkış yapabilmektedirler. Akıllı lamba olarak nitelendirilen ve IoT tabanlı çalışan lambalar genellikle Zigbee adı verilen 2.4 GHz bandında çalışan kablosuz iletişim standardını kullanmaktadır [4]. Günümüzde her iki yöntem de kullanılmakta olup, IoT teknolojisinin halen gelişmekte olması nedeni ile henüz tam standart bir altyapı oluşmamış, nesnelerin ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre çeşitli çözümler geliştirilmeye devam etmektedir.

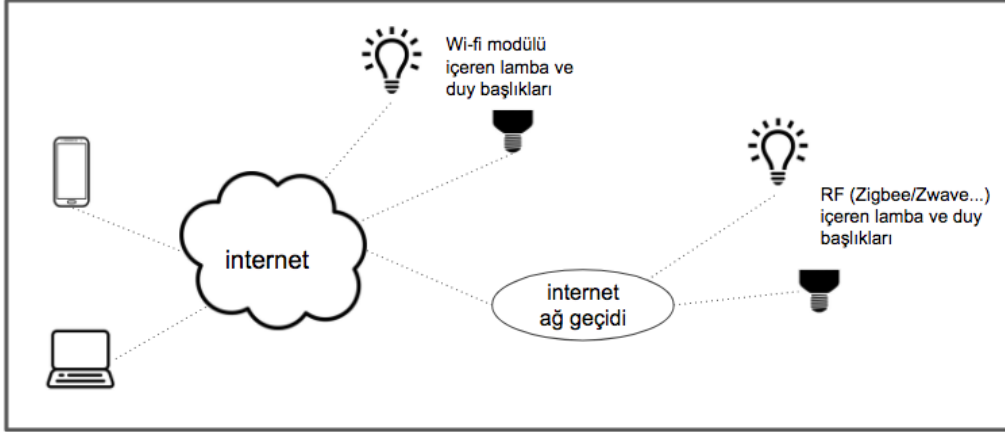
IoT mimarisinin sunduğu kablosuz çözümün konvansiyonel çözümlerden farklılığını oluşturan en önemli noktalardan biri de kurulum işlemidir. Konvansiyonel sistemlerin, mümkünse inşaat aşamasında, profesyonel ve yetkin kişiler tarafından kurulması gerekmektedir. Yeni nesil IoT tabanlı çözümler ise son kullanıcılar tarafından hızlı ve kablolu yapılmadan kurulabilmektedir. Önümüzdeki yıllarda akıllı lambaların ya da armatürlerin hızla yaygınlaşacak olmasının temel sebeplerinden birinin de kurulum kolaylığı olduğu söylenebilir. Öte yandan kablolu yapılmaması ve cihazların daha basit bir elektronik altyapıya sahip olması sebebiyle IoT çözümlerinin maliyetleri de önemli ölçüde düşmüştür.

3. KONUTLARIN AYDINLATMASI İÇİN IoT UYGULAMALARI

Özellikle konutlar için geliştirilmiş IoT tabanlı yeni nesil aydınlatma kontrol sistemlerinde armatürden daha çok lamba üzerine yoğunlaşmıştır. Bilindiği gibi konut tipi armatürlerde genellikle E27 ve E14 duyu başlıklı lambalar kullanılmaktadır. Bu sebeple konutlar için

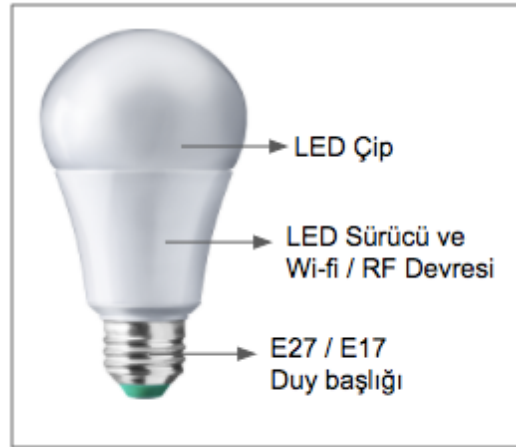
geliştirilmiş IoT uygulamalarında ya lambalar ya da duyu başlıkları internete bağlanacak şekilde geliştirilmiştir. Son yıllarda LED teknolojisindeki gelişmeler, IoT tabanlı çalışabilen LED lambaların geliştirilmesine olanak sağlamıştır. LED lambaların elektronik devrelerine wi-fi modülleri eklenerek lambaların direkt internete bağlanmaları ya da Z-Wave /

Zigbee gibi 868 MHz ya da 2.4 GHz bandında çalışan protokoller ile konutlardaki modeme bağlanan internet ağ geçitleri kullanılarak internete çıkış yapabilmeleri sağlanmıştır. LED lambaların dışındaki diğer lambaların da internete bağlanabilmesi için IoT tabanlı çalışabilen E27 ya da E14 duyu başlıkları geliştirilmiştir (Şekil 2).

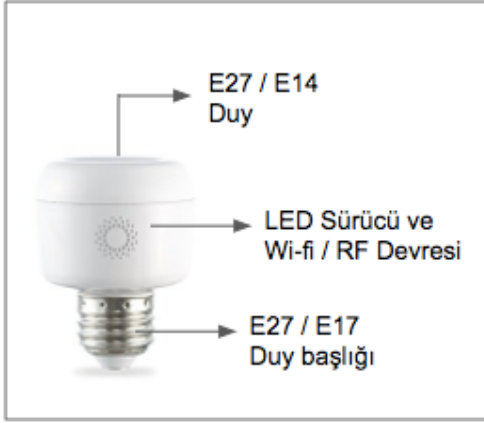


Şekil 2. Konutlarda sıklıkla kullanılan IoT tabanlı aydınlatma sistemleri

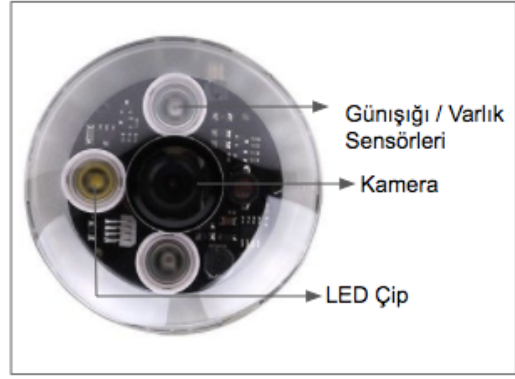
Şekil 2'den de görüldüğü gibi içerisinde wi-fi modülü bulunan lambalar, konutlarda bulunan modem üzerinden internete direkt çıkış yapabilirken, RF ile haberleşme altyapısına sahip lambalar da internet ağ geçidi üzerinden internete çıkış yapmaktadırlar. Benzer olarak duyu başlıkları da mevcut lambaların aynı şekilde internete bağlanabilmesini sağlayabilmektedir. Konutlar için geliştirilen yeni nesil akıllı lambaların bazıları ise görüntü, ses, sıcaklık vb. gibi bir çok sensörü de bünyelerinde barındırarak, lambaların artık sadece uzaktan kontrol edilebilen ışık kaynakları değil bir çok bilgiyi mobil ya da web tabanlı arayüzlerden izleyip kontrol edebilen nesnelere olmasını sağlamışlardır (Şekil 3, 4 ve 5).



Şekil 3. IoT LED Lamba Yapısı



Şekil 4. IoT LED Duy Başlığı Yapısı



Şekil 5. IoT Sensörlü LED Lamba Yapısı

Tablo 1’de 5 farklı markaya ait akıllı LED lambalara ilişkin özellikler örnek olarak verilmektedir [5].

Tablo 1. Piyasada mevcut IoT tabanlı çalışan LED lambaların özellikleri

Marka/model	Philips HUE	Cree	GE	LIFX	Ikea Tradfri
Bağlantı Tipi	Zigbee	Zigbee	Zigbee	Wi-Fi	Wi-fi, Zigbee, Bluetooth
Entegrasyon	Alexa, Homekit, IFTTT, Nest	Alexa	Alexa	Alexa, Homekit, IFTTT, Nest	-
LED	Beyaz, RGB	Beyaz	Beyaz	Beyaz, RGB	Beyaz
Renk Sıcaklığı [K]	2000-6500	2700	2700	2500-9000	2200-4000
Işık Akısı [lm]	800	815	800	1055	980
Gücü [W]	10	11.5	12	11	12
Bağlantı Şekli	Ağ Geçidi	Ağ Geçidi	Ağ Geçidi	Direkt	Direkt
Loşlaştırma Özelliği	Var	Var	Var	Var	Var
Konum Tabanlı Kontrol	Var	Yok	Yok	Var	Yok
Haftalık Program	Var	Var	Var	Var	Var
Yaklaşık Fiyat (\$)	15	16	15	45	89

Tablo 1 incelendiğinde, IoT tabanlı çalışan LED lambaların genellikle Zigbee protokolü ile çalıştığı ve bu alt yapıya sahip lambaların cep telefonu veya internet arayüzü ile kontrol edilebilmesi için bir ağ geçidine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. LIFX ve Ikea Tradfri gibi lambalar ise içerdikleri wi-fi modülü ile modem üzerinden direkt olarak internete bağlanabilmektedirler. Bu sebeple maliyetleri diğerlerine göre daha fazla olsa da Zigbee altyapısına sahip lambaların internet bağlantısı için ek bir ağ geçidi maliyeti gerektiği de dikkate alınmalıdır. Öte yandan, tüm lambalar loşlaştırma özelliğine sahiptir. Yine LED teknolojisinin getirdiği bir üstünlük olarak farklı renk seçenekleri de mevcuttur. Diğer yandan, lamba özelliklerinin birbirinden farklılaşmasını sağlayan donanımsal altyapının yanında yazılımsal kabiliyetleridir. Örneğin bazı lambalar konum tabanlı olarak kontrol

edilebilmektedir. Yani sistem, cep telefonunun konum bilgisi sayesinde kullanıcının eve geldiğini anlayarak önceden ayarlanmış senaryoları aktive edebilmektedir. Benzer şekilde kullanıcı evden ayrıldığı zaman açık unutulan lambaların kapatılması ve ilave enerji tasarrufu sağlanması da mümkün olabilmektedir. Bunun yanında kullanıcılar haftalık program yaparak ya da farklı aydınlatma senaryoları oluşturarak diledikleri zaman istedikleri lambanın yanmasını sağlayabilmektedir. Yeni nesil aydınlatma sistemlerinde donanımdan daha çok yazılımsal kabiliyetlerin, özellikle de yapay zeka ile ilgili özelliklerin bu tip nesnelere arasında fark yaratacağı ifade edilmektedir [6]. IoT dünyasında yazılımsal olarak başka bir önemli konu da Amazon Alexa, Apple Homekit, IFTTT gibi platformlar ve Nest gibi konutlarda kullanılan diğer IoT ürünler ile entegre çalışabilme özelliğidir.

Bu entegrasyonlar sayesinde, kullanıcının sahip olduğu sesli komut altyapısı ile çalışan bir sistem ile istenilen odadaki lambalar sesli komutlar ile de yönetilebilir hale getirilmektedir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

LED teknolojisinin hızla gelişimi ile LED lambaların konutlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve buna paralel olarak son yıllarda hızla gelişen Nesnelerin İnterneti sayesinde, önceleri yatırım maliyeti oldukça fazla olan ve konutlarda büyük montaj ve kurulumlar gerektiren akıllı ev uygulamaları, nesnelerin internetinin getirdiği kablosuz çözümler sayesinde kolayca uygulanabilir hale gelmiş ve ilk yatırım maliyetleri de azalmıştır. Yapılan projeksiyonlarda, Nesnelerin İnterneti dünyasında akıllı ev uygulamaları için en hızlı gelişecek sektörün aydınlatma sektörü olacağı ifade edilmektedir. Yeni nesil LED lambalar içerdikleri kablosuz haberleşme altyapısı sayesinde kolayca internete bağlanabilen birer nesne haline gelmiş, dünyanın her yerinden mobil ve web uygulamaları ile kolayca kontrol edilebilir olmuştur. Bu özellikleri sayesinde mobil ve web uygulamalar aracılığı ile konutlardaki tüm lambalar kolayca loşlaştırılabilen, farklı senaryolar altında çalıştırılabilen ve akıllı özellikleri ile adaptif bir aydınlatma seçeneği sunabilmektedirler. Kablosuz altyapılarıyla da, konvansiyonel aydınlatma kontrol sistemlerine göre hem çok daha düşük maliyetli hem de kullanıcıların kendilerinin kurup kullanabileceği birer seçenek haline gelmişlerdir.

KAYNAKLAR

[1] Wikipedia, “Nesnelerin İnterneti”, https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesnelerin_interneti, Erişim tarihi: 25.08.2017

[2] ABI Research, “Smart Lighting in the residential Market”, October 2014.

[3] Amy Nordrum, “Popular Internet of Things Forecast of 50 Billion Devices by 2020 Is Outdated”, <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/popular-internet-of-things-forecast-of-50-billion-devices-by-2020-is-outdated>, Erişim tarihi: 25.08.2017

[4] Zigbee Alliance, www.zigbee.org

[5] Torres T. Collon A., “The Best Smart Light Bulbs 2017”, <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2483488,00.asp>, Erişim tarihi: 25.08.2017

[6] Chemel B., “How Intelligent Lighting Is Ushering In The Internet Of Buildings”, <https://techcrunch.com/2015/12/20/how-intelligent-lighting-is-ushering-in-the-internet-of-buildings/>, Erişim tarihi: 25.08.2017